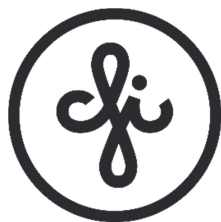


**Institute of Solid State Physics
University of Latvia**



ABSTRACTS
of the 33rd Scientific Conference

**February 22– 24, 2017
Riga**

LU Cietvielu fizikas institūta 33. zinātniskā konferences tēzes latviešu un angļu valodā.
Konference veltīta - Organisko materiālu laboratorijas izveidošanas 50. gadadienai.

Atbildīgais redaktors: Dr. phys. Anatolijs Šarakovskis.

Salikums: Līga Klēbaha.

Salikts LU Cietvielu fizikas institūtā, Ķengaraga ielā 8, Rīgā, LV-1063

Konferencē ir paredzētas 11 sekcijas:

- Organiskie materiāli
- Optiskās īpašības un defekti materiālos
- Nanomateriāli un nanostruktūras
- Radiācijas efekti un kodolfizika
- Stenda referāti
- Teorija un modelēšana
- Materiālu struktūra
- Iekārtas, tehnoloģijas un prototipi
- Ūdeņraža materiāli un enerģētika
- Valsts pētījumu programmas IMIS² rezultātu apspriešana
- Valsts pētījumu programmas IMIS² rezultātu apspriešana – stenda referāti

Referātu tēzes sekcijās ir sakārtotas to nolasīšanas secībā.

22. februāris

ORGANISKIE MATERIĀLI

ORGANISKO MATERIĀLU LABORATORIJAI ŠOGAD 50

Mārtiņš Rutkis

Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūts

Šogad apritēs 50 gadu kopš 1967. gadā Latvijas Universitātē Edgars Imants Siliņš izveidoja Organisko pusvadītāju fizikas laboratoriju – laboratoriju, kura, laika gaitā veicot vairākas transformācijas, kļuvusi par LU CFI sastāvdaļu.

Referātā tiks dots ieskats LU CFI Organisko materiālu laboratorijas vēsturē, un atzīmēti nozīmīgākie sasniegumi, kā arī atgādināts par tās darbiniekiem un veidotājiem.

LABORATORY OF ORGANIC MATERIALS - 50 YEARS SINCE FOUNDATION

Martins Rutkis

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

This year marks 50 years since the year 1967 when Edgars Imants Siliņš created Laboratory of Organic Semiconductor Physics at University of Latvia. Since then laboratory passing several transformations became part of ISSP UL.

Proposed report will briefly cover history and achievements of Laboratory of Organic Materials ISSP UL, as well as reminding laboratory staff and policymakers.

SUDRABA NANODAĻIŅU SATUROŠA LĀZERA AKTĪVĀ ORGANISKĀ VIDĒ

Aivars Vembris

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Projektā “Plazmonu ierosinātas piranilidēna atvasinājumu pastiprinātas spontānās emisijas izmaiņas” ir paredzēts metāla nandoaļiņu izmantošana, lai paaugstinātu gaismas emisijas intensitāti. Tas ir saistīts ar lokālo virsmas plazmonu rezonanse efektu. Emisijas intensitātes palielināšana dotu iespēju izveidot augstas efektivitātes lāzera aktīvu vidi, kura sastāvētu no oriģināliem piranilidēna fragmentu saturošiem organiskiem savienojumiem.

Prezentācijā tiks parādītas lāzera aktīvo sistēmu pagatavošanas problēmas un to iespējamie risinājumi.

Pētījums ir finansiāli atbalstīts Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūta Studentu un Jauno zinātnieku projekta Nr SJZ/2016/1 ietvaros.

LASER ACTIVE ORGANIC MEDIUM CONSISTING SILVER NANOPARTICLES

Aivars Vembris

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Use of metallic nanoparticles for improvement of light emission intensity is task in the project “Plasmon induced changes of amplified spontaneous emission of pyraniliden derivatives”. Better light emission is related to the local surface plasmon resonance effect. It could lead to preparation of high efficient and piraniliden derivative consisting laser active medium.

The issues and possible solutions of preparation of laser active systems will be discussed.

Financial support provided by Scientific Research Project for Students and Young Researchers Nr. SJZ/2016/1 realized at the Institute of Solid State Physics, University of Latvia is greatly acknowledged.

MAHA-ZENDERA INTERFEROMETRISKĀS METODES IEVIEŠANA TREŠĀS KĀRTAS NELINEĀRI OPTISKO ĪPAŠĪBU PĒTĪŠANAI

Arturs Bundulis, Edgars Nitišs, Mārtiņš Rutkis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Palielinoties interesei par trešās kārtas nelineāri optiskiem (3kNLO) materiāliem un to pielietojumiem pilnīgi optisku iekārtu izveidei, zinātnieku uzmanība tiek vairāk pievērsta arī eksperimentālajām metodēm, ar kurām pētīt 3kNLO īpašības. Mūsdienās ir izstrādātas dažādas metodes gan Kerra, gan divfotonu absorbcijas pētīšanai, piemēram, “Z-scan”, nelineārās elipses rotācijas un deģenerējušos četru viļņu sajaukšanās metodes. Lai arī katrai no šīm metodēm ir savas priekšrocības, tās bieži ir eksperimentāli sarežģīti realizējamas vai neļauj demonstrēt opto-optisku modulāciju darbību. Šīs problēmas varētu tikt atrisinātas izmantojot Maha-Zendera interferometru (MZI), lai pētītu 3kNLO īpašības.

Salīdzinājumā ar citām eksperimentālajām metodēm, MZI dod iespēju vienlaicīgi pētīt gan Kerra efektu, gan divfotonu absorbciju izmantojot vienkāršu datu apstrādes procesu. Papildus tam MZI ļauj demonstrēt opto-optiskās modulācijas procesus.

Darba gaitā tika izveidota MZI eksperimentālā iekārta un pētītas hloroforma 3kNLO īpašības. Hloroforms ir plaši pētīts literatūrā un ir piemērots materiāls, lai salīdzinātu MZI ar citām 3kNLO īpašību pētīšanas metodēm.

Pētījums ir finansiāli atbalstīts Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūta Studentu un Jauno zinātnieku projekta Nr. SJZ/2016/10 ietvaros.

IMPLEMENTATION OF MACH-ZEHNDER INTERFEROMETRIC METHOD FOR STUDY OF THIRD ORDER NONLINEAR PROPERTIES

Arturs Bundulis, Edgars Nitiss, Martins Rutkis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

With the increasing interest in the third order non-linear optical (3oNLO) materials and their applications for all-optical devices, researchers have started to focus more on the experimental methods used to study the 3oNLO properties. Nowadays, there is a variety of techniques designed to study the Kerr and two-photon absorption effects, such as Z-scan, non-linear ellipse rotation and degenerated four-wave mixing techniques. Although each of these methods has its own advantages, they are often difficult to realize experimentally or cannot be used to demonstrate opto-optical modulation. These problems could be solved by using Mach-Zender interferometer (MZI) to study 3oNLO properties.

Compared with other experimental methods, MZI combines possibilities to study the Kerr effect and the two-photon absorption simultaneously by using a simple data processing method. In addition, MZI allows to demonstrate opto-optical modulation processes.

In this work we implemented an MZI experimental setup and studied 3oNLO properties of chloroform. Chloroform has been widely studied in the literature and is suitable material to compare MZI with other methods for study of 3oNLO properties. The financial support provided by Scientific Research Project for Students and Young Researchers Nr. SJZ/2016/10 realized at the Institute of Solid State Physics, University of Latvia is greatly acknowledged.

ORGANISKO PLĀNO KĀRTIŅU VIRSMAS POTENCIĀLA ATKARĪBA NO METĀLA ELEKTRODA IZEJĀS DARBA KELVINA ZONDES MĒRĪJUMOS

Raitis Grzibovskis, Aivars Vembris
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Dažādu metālu pētījumos, nosakot to izejas darbu, bieži tiek izmantota Kelvina zondes metode. Organisku un neorganisku pusvadītāju gadījumā Kelvina zondi pārsvarā izmanto relatīvu mērījumu veikšanai, piem., virsmas potenciāla izmaiņu atkarībā no apgaismojuma vai gaisa mitruma noteikšanai. Tajā pat laikā tiek veikti arī mērījumi Fermi līmeņa noteikšanai. Tomēr ir novērots efekts, kad materiāla virsmas potenciāls ir atkarīgs no metāla elektroda, kas atrodas zem šīs pusvadītāja kārtiņas. Turklāt, šī atkarība ir novērota arī relatīvi biezām kārtiņām ($>1\mu\text{m}$), tādēļ to nevar uzskatīt par robežvirsmu efektu.

Darba mērķis bija izprast, vai Kelvina zonde ir pielietojama pašu materiālu, nevis tikai konkrēto paraugu vai sistēmu īpašību pētīšanai.

Ar Kelvina zondi iegūta organisko plāno kārtiņu virsmas potenciāla atkarība no metāla elektroda izejas darba. Šī atkarība ir saistīta ar pētīto materiālu elektrisko vadītspēju- jo lielāka ir materiāla vadītspēja, jo mazāk izteikta ir zem kārtiņas esošā metāla elektroda ietekme.

Tiks prezentēti pašreizējie LU CFI Studentu un jauno zinātnieku projekta Nr.SJZ/2016/20 rezultāti.

DEPENDENCE OF SURFACE POTENTIAL OF ORGANIC THIN FILMS ON METAL WORK FUNCTION IN KELVIN PROBE MEASUREMENTS

Raitis Grzibovskis, Aivars Vembris
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Kelvin probe is used in the studies of different metals as a method for work function determination. In the case of organic and inorganic semiconductors, Kelvin probe is mostly used for relative measurements, as, determination of surface potential changes under the influence of light or air humidity. At the same time this method is being applied for Fermi level measurements. It has been observed that the surface potential of material depends on the work function of metal electrode under the studied film. This dependence has also been observed for relatively thick films ($>1\mu\text{m}$), therefore it cannot be considered as an interface effect.

Aim of this work was to understand, whether Kelvin probe can be used for the studies of materials themselves or only for the studies of specific systems/samples.

We have obtained dependence of organic thin film surface potential on metal electrode work function. This dependence is related to the electrical conductivity of studied materials- the higher is the conductivity, the less pronounced is metal electrode influence on the measured surface potential.

The current results of ISSP UL Scientific Research Project for Students and Young Researchers Nr.SJZ/2016/20 will be discussed.

FOTOINDUCĒTU PROCESU IZPĒTE AZO-EPOKSĪDU SAVIENOJUMOS

Jelena Mikelsona, Jānis Teteris
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Azo-epoksīdu savienojumi ir foto-jutīgi materiāli, kuros ir iespējams veikt tiešo hologrāfisko ierakstu. Darba ietvaros AAB-BADGE materiāls ir pētīts hologrāfiski, optiski un ar infrasarkanās spektroskopijas metodi, lai noteiktu materiāla sastāvu pēc sintēzes.

Hologrāfiskajam ierakstam šajos materiālos ir vairāki noteicošie faktori – gaismas viļņa garuma, perioda, polarizācijas un intensitātes izvēle, kā rezultātā veidojas virsmas reljefa režģi ar dažādu efektivitāti. Tāpat materiālā ir novērojams reversīvs ieraksts, kura atkārtojamība ir atkarīga no režģa dzēšanas parametriem.

Lielākais traucējošais faktors priekš virsmas reljefa veidošanās un reversīvā ieraksta vairākkārtējās atkārtošanās ir foto nomelnošanās, kas ir saistīta struktūru veidošanos uz materiāla virsmas gaismošanas laikā.

Darbā tika noteikti optimāli ieraksta parametri AAB-BADGE plēvē un diskutēts par foto-nomelnošanās procesiem

PHOTOINDUCED PROCESSES IN AZO-EPOXY COMPOUNDS

Jelena Mikelsona, Janis Teteris
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Azo-epoxy compounds are photo-sensitive materials for direct holographic recording. In this work material is studied AAB-BADGE films by holographic, optic and infrared spectroscopy methods.

There are many factors for effective holographic recording in azo-epoxy materials – wavelength of recording light, grating period, polarization state and intensity of recording beams. We observed reversible holographic recording in AAB-BADGE films, it strongly depends on grating erasure parameters.

Process of surface relief formation on AAB-BADGE films is hindered by photo-darkening process, which is product of structure formation on the film surface during light illumination.

In this work we define optimal parameters for direct holographic recording and discuss photo-darkening processes in AAB-BADGE films.

22. februāris

**OPTISKĀS ĪPAŠĪBAS UN
DEFEKTI MATERIĀLOS**

Al₂O₃-Ga UN Al₂O₃-Li KRISTĀLU LUMINISCENCES SALĪDZINĀJUMS AR LiGaO₂ KRISTĀLA LUMINISCENCI

Anatolijs Truhins, Laima Trinklere
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Al₂O₃-Ga un Al₂O₃-Li kristālu luminiscence tika pētīta, lai labāk saprastu LiGaO₂ kristāla luminiscences dabu. Apstarojot Al₂O₃-Ga kristālu ar ArF eksimēra lāzera gaismu 193 nm tiek novērotas luminiscences joslas 280 nm un 400 nm, kā arī šaura josla 700 nm. Līdzīgos apstarošanas apstākļos Al₂O₃-Li kristālā tiek novērotas luminiscences joslas 340 nm, 400 nm un 700 nm. 700 nm joslu abos materiālos nosaka Cr un Ti piemaisījumi; 400 nm joslu var izskaidrot ar tādu defektu luminiscenci, kas nav saistīta ar Li vai Ga piemaisījumiem. Al₂O₃-Ga kristālā 280 nm joslai piemīt iekšcentru luminiscences īpašības: tā nav novērojama pēcspīdēšanā un tās kinētikas dzišanas līknes ir izteikti eksponenciālas. Al₂O₃-Li kristālā 340 nm joslas īpašības liecina par luminiscences rekombinācijas dabu: kinētikas līknes ir neeksponenciālas, šī josla tiek novērota pēcspīdēšanā un termiski stimulētā luminiscencē. Salīdzinot līdzīgas luminiscences joslas, tiek izteikts pieņēmums, ka 340 nm luminiscences joslas Al₂O₃-Li un LiGaO₂ kristālos ir saistītas ar Li joniem, bet 280 nm joslas Al₂O₃-Ga un LiGaO₂ kristālos ir saistītas ar Ga joniem.

COMPARISON OF LUMINESCENCE OF Al₂O₃-Ga AND Al₂O₃-Li CRYSTALS WITH LUMINESCENCE OF LiGaO₂ CRYSTAL

Anatoly Trukhin, Laima Trinkler
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

We had studied luminescence of Al₂O₃-Ga and Al₂O₃-Li crystals in order to understand better the nature of LiGaO₂ crystal luminescence. In Al₂O₃-Ga crystal under excitation with 193 nm light of ArF excimer laser we have observed photoluminescence bands at 280 nm, 400 nm and a sharp band at 700 nm. In the same excitation conditions for Al₂O₃-Li crystal we had found the bands at 340 nm, 400 nm and 700 nm. The bands at 700 nm in both materials is related to Cr and Ti impurities. The band at 400 nm could be ascribed to some defects not related with Ga and Li impurities. In Al₂O₃-Ga the 280 nm band reveals the characteristics of intra center luminescence: it does not appear in afterglow luminescence and decay curves are strongly exponential. The band 340 nm in Al₂O₃-Li crystal reveals features typical to recombination luminescence: the decay curves are strongly non-exponential; this band is observed in afterglow and thermally stimulated luminescence. Basing on the comparison we can assume that similar 340 nm bands in Al₂O₃-Li and LiGaO₂ crystals are connected with Li related luminescence, while the 280 nm bands in Al₂O₃-Ga and LiGaO₂ crystals could be ascribed to Ga related luminescence.

PLATZONU NITRĪDI UN OKSĪDI – MATERIĀLI SKĀBEKĻA GĀZES SENSORIEM

Baiba Bērziņa, Valdis Korsaks, Laima Trinklere
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Mūsu nesenie pētījumi par dabīgo defektu luminiscenci virknē platzonu materiālu, kas ietver trešās grupas elementu nitrīdus (AlN, hBN) un oksīdus (YAG uc.), ir parādījuši, ka šie materiāli luminiscē spektra zilās gaismas rajonā (ZL), un šī luminiscence jūt skābekļa gāzes klātbūtni, kas aptver materiālu. Skābekļa gāze samazina ZL intensitāti. Novērotā īpašība ļauj prognozēt materiālu pielietojumu jaunu skābekļa gāzes optisko sensoru izveidei. Tas, savukārt, stimulē ZL izpēti, lai atklātu tās procesus un mehānismus, kā arī izvērtētu par šo luminiscenci atbildīgos defektus.

AlN nanopulveriem un hBN pulveriem tika pētītas dabīgo defektu radītas luminiscences īpašības (fotoluminiscences un ierosmes spektri) plašā temperatūru rajonā no 8 K līdz 300 K. Tika noteikti luminiscences mehānismi. Tika konstatēts, ka ZL rašanos nosaka divi mehānismi – tie ir vai nu iekšcentra procesi, kas notiek luminiscējošā defektā, kā arī rekombinācijas procesi starp donoru-akceptoru pāriem, kuru rezultātā rodas ZL. Ir novērtēts, ka visticamāk par ZL rašanos atbildīgie defekti ir vai nu materiālos esošās slāpekļa vakances (v_N), vai to pārveidojumi F- centru veidā.

WIDE BAND GAP NITRIDES AND OXYDES – MATERIALS FOR OXYGEN GAS SENSORS

Baiba Berzina, Valdis Korsaks, Laima Trinkler
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Our recent investigations of native defect caused luminescence for a number of the third group element nitrides (AlN, hBN) and oxides (YAG etc.) confirmed a presence of luminescence located within a blue spectral region (BL), which is sensitive to oxygen gas surrounding the material. Oxygen gas is reducing the intensity of the BL. The observed phenomenon is implying application of these materials for developing of new optical oxygen gas sensors. It stimulates research of the BL processes and mechanisms as well as definition of defect types responsible for the BL.

Spectral characterization (photoluminescence and excitation spectra) of the AlN nanopowders and hBN bulk powders were done within a wide temperature range from 8 K up to 300 K and native defect caused luminescence properties were studied. Mechanisms of the BL were estimated - it was found that the BL can be caused either by intra center processes occurring inside of the luminescent defect, or it can be generated through recombination processes of donor-acceptor pairs. It was determined, that the most probable candidates for the BL creation in these materials are the defects formed from nitrogen vacancies (v_N) or their derivatives in forms of the F-centers.

Research is supported by Latvian National Research Program IMIS² (2014 – 2017)

FOTOLUMINISCENCE UN ENERĢIJAS PĀRNESE AR Dy^{3+} UN Eu^{3+} KOAKTIVĒTOS STIKLOS UN STIKLA KERAMIKĀS

Meldra Kemere, Uldis Rogulis, Jānis Sperga
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Ar retzemju joniem aktivēti stikli un stikla keramikas tiek plaši pētītas, ar mērķi izveidot pēc iespējas efektīvus un ilgmūžīgus luminoforus optiskām ierīcēm, tai skaitā, baltās gaismas diodēm. Viens no iespējamiem RE jonu pāriem baltas gaismas iegūšanai ir Dy^{3+}/Eu^{3+} jonu pāris, tam novērota arī enerģijas pārnešana starp joniem. Darba gaitā izgatavoti $SiO_2-Al_2O_3-CaO-CaF_2$ stikli, aktivēti ar Dy_2O_3 (0-1mol%) un Eu_2O_3 (0-1mol%), karsējot saastāvdaļas augstā temperatūrā gaisa atmosfērā. Karsējot stiklus 680°C un 750°C grādu temperatūrā, izgatavotas stikla keramikas. Paraugiem veikti luminiscences emisijas un ierosmes mērījumi, kā arī dzišanas kinētiku mērījumi, izmantojot impulsu lāzeru kā ierosmes avotu. Veikti arī DTA un XRD mērījumi. Novērots, ka ar 0.5mol% Dy^{3+} joniem aktivētie paraugi luminiscē visintensīvāk, salīdzinot ar paraugiem, kuri aktivēti ar Dy^{3+} augstākā koncentrācijā vai koaktivēti ar eiropija joniem. Tas ir skaidrojams ar krosrelaksāciju starp Dy^{3+} joniem un enerģijas pārnēsi no Dy^{3+} uz Eu^{3+} joniem, uz pārnēsi norāda arī ierosmes spektri. Analizētas luminiscences dzišanas kinētikas un novērtēta enerģijas pārnēses efektivitāte. Stikla keramikās enerģijas pārnēses efektivitāte būtiski nemainās, salīdzinot ar stikliem.

PHOTOLUMINESCENCE AND ENERGY TRANSFER IN Dy^{3+} AND Eu^{3+} CO-DOPED GLASSES AND GLASS CERAMICS

Meldra Kemere, Uldis Rogulis, Janis Sperga
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

RE ions doped glasses and glass ceramics are widely investigated, aimed to develop possibly efficient and long-lasting phosphors for optical devices, including white light diodes. One of the possible RE ion pair to obtain the white light, is Dy^{3+}/Eu^{3+} , energy transfer between Dy^{3+} and Eu^{3+} ions has been reported.

Series of $SiO_2-Al_2O_3-CaO-CaF_2$ glasses have been prepared, doped with Dy_2O_3 (0-1mol%) and Eu_2O_3 (0-1mol%), by heating the ingredients at high temperatures in air atmosphere. By heating the glasses at temperature of 680°C and 750°C, glass ceramics have been obtained. Luminescence emission and excitation measurements of samples have been performed, as well as luminescence decay measurements with pulse laser as an excitation source. DTA and XRD measurements were performed as well.

Samples, doped with 0.5mol% Dy^{3+} ions, have the highest luminescence intensity, compared to samples, doped with Dy^{3+} at higher concentrations or co-doped with Eu^{3+} . It is related to cross-relaxation processes between Dy^{3+} ions and energy transfer from Dy^{3+} to Eu^{3+} ions, which is approved by excitation spectra as well. Luminescence decay kinetics have been analysed to estimate the energy transfer efficiency. In the glass ceramics, the energy transfer efficiency is similar to that in the glasses.

This work was carried out thanks to SIA "MikroTik" donation. Donations are administered by the University of Latvia Foundation

S-STĀVOKĻA JONU STRUKTŪRA UN ĪPAŠĪBAS STIKLU KERAMIKĀS

Andris Antuzevičs, Meldra Ķemere, Reinis Ignatāns
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

S-stāvokļa joni ar ārējās čaulas elektronu konfigurāciju $4f^7$ (Gd^{3+} un Eu^{2+}) ir piemērotas paramagnētiskas zondes, lai pētītu punktveida defektus un to mijiedarbības cietvielās ar magnētiskās rezonanses spektroskopijas metodēm.

Šajā referātā tiks apspriesta ar gadolīniju un eiropiju aktivētu stiklu un stikla keramiku struktūra, balstoties uz veiktajiem diferenciālās termālās analīzes (DTA), rentgenstaru difrakcijas (XRD) un elektronu paramagnētiskās rezonanses (EPR) mērījumiem, un to korelācija ar materiāla optiskajām īpašībām.

Materiāla luminiscence mainās no sarkanas stiklā uz baltu stikla keramikā. XRD analīze liecina par SrF_2 , $NaAlSiO_4$ un $SrNa_2Al_4Si_4O_{16}$ kristalītu veidošanos pētāmajā sastāvā, un uzņemtie EPR spektri apstiprina Eu^{2+} jonu iebūvēšanos kristalītos.

STRUCTURE AND PROPERTIES OF S-STATE IONS IN GLASS CERAMICS

Andris Antuzevics, Meldra Kemere, Reinis Ignatans
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

S-state ions with outer shell electron configuration $4f^7$ (Gd^{3+} and Eu^{2+}) are suitable paramagnetic probes for the study of point defects and their interactions in solids using magnetic resonance spectroscopy methods.

Structure of glasses and glass-ceramics doped with gadolinium and europium will be discussed in this study based on differential thermal analysis (DTA), X-ray diffraction (XRD) and electron paramagnetic resonance (EPR) measurements in correlation with optical properties of the material.

Luminescence changes from red in glass to white in glass ceramics. XRD analysis indicates formation of SrF_2 , $NaAlSiO_4$ and $SrNa_2Al_4Si_4O_{16}$ crystallites in the studied composition and EPR measurements confirm incorporation of Eu^{2+} ions in the crystallites.

Financial support provided by Scientific Research Project for Students and Young Researchers Nr. SJZ/2016/3 realized at the Institute of Solid State Physics, University of Latvia is greatly acknowledged.

22. februāris

**NANOMATERIĀLI UN
NANOSTRUKTŪRAS**

ZnO NANOSTRUKTŪRU IEGŪŠANA UN TO IZMANTOŠANA SVINA JONU DETEKTĒŠANĀ

Marina Krasovska, Vjačeslavs Gerbreders, Andrejs Ogurcovs, Irēna Mihailova,
Pavels Sarajevs

*Daugavpils Universitāte, Dzīvības Zinātņu un Tehnoloģiju Institūts,
Tehnoloģiju departaments, Inovatīvās Mikroskopijas Centrs*

Nanostruktūrām piemīt virkne priekšrocību salīdzinājumā ar makroskopiskiem materiāliem: ievērojami lielāks virsmas laukums un aktīvu saišu skaits, un, kā rezultāts-labākās adsorpcijas un detektēšanas spējas.

Hidrotermālās augšanas procesā nanostruktūras ir ļoti jūtīgas pret augšanas parametru (temperatūra, šķīduma koncentrācija, augšanas laiks, pH līmenis, dažādu piejaukumu klātbūtne) izmaiņām, tāpēc uzturot nemaināmus vienus parametrus un mainot citus ir iespējams mērķtiecīgi izmainīt iegūstamu nanostruktūru morfoloģiju.

Darba gaitā tika sintezētas sekojošas ZnO morfoloģijas: nanostieņi, nanoadatas, nanocaurules, nanoeži un nanoziedi.

Analizējot paraugus ar XRD, SEM un EDS ir konstatēts, ka iegūti paraugi ir labi sakārtoti un ķīmiski tīri.

Svina jonu adsorpcijas procesu analīzei tika izvēlētas trīs vertikāli sakārtotas ZnO morfoloģijas: nanoadatas, nanostieņi un nanocaurules.

Mērījumos ir konstatēts, ka nanocaurulēm, salīdzinājumā ar nanostieņiem, piemīt vairāk nekā divas reizes lielāks statistiskās adsorpcijas koeficients.

Adsorpcijas procesa vizualizēšanai un kvalitatīvam un kvantitatīvam aprakstam katrai morfoloģijai tika uzņemtas cikliskās voltammogrammas pie dažādām svina jonu koncentrācijām un ir konstatēts, ka morfoloģijas ar lielāku aktīvās virsmas laukumu uzrāda daudz labākus rezultātus.

ZnO NANOSTRUCTURE OBTAINING AND APPLICATION IN LEAD ION SENSING

Marina Krasovska, Vjačeslavs Gerbreders, Andrejs Ogurcovs, Irena Mihailova,
Pavels Sarajevs

*Daugavpils University, Institute of Life Sciences and Technologies,
Technology Department, Innovative microscopy center*

Nanomaterials have been grabbing increased attention due its unique physical properties compared to bulk materials: increased active surface with greater amount of active bounds and as result higher sorption and sensing properties.

During hydrothermal growth process ZnO is very sensitive to growing parameters (growth temperature, time, solution concentration, seed layer composition and thickness, presence of different chemical additives)changes, that is why depending on the objectives of the application it is possible to obtain controllable morphology modification by changing several parameters and maintaining another parameters.

Five different ZnO nanostructure morphologies were obtained with good repeatability: nanorods, nanoneedles, nanotubes, nanourchins and nanoflowers.

XRD, SEM and EDS analysis result indicates, that all obtained nanostructures have good crystallinity, they are well aligned and chemically pure.

For lead ion sorption process nanotubes, nanorod and nanoneedles were selected.

It has been proved during static adsorption process measurements that nanotubes compared to nanorods have more than two time higher sorption per mass unit for Pb ions due greater surface area.

For adsorption process visualization and qualitative and quantitative analysis cyclic voltammograms for each ZnO morphology were obtained at different lead ion concentration and it was found that ZnO morphologies with bigger surface area show significantly better results.

METĀLU SULFĪDU NANOVAĀDU FOTODETEKTORU IZSTRĀDE

Edgars Butanovs, Boriss Poļakovs
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Nanomateriālu izmantošana elektronikā un optoelektronikā ir aktuāls pētījumu temats ne tikai iespējamās iekārtu miniaturizācijas dēļ, bet arī materiālu atšķirīgo īpašību dēļ nanomērogā. Vēl joprojām tiek veikti pētījumi par nanovadu ierīču prototipu izstrādes metodēm un to īpašībām. Viens no perspektīviem virzieniem ir pusvadītāju nanovadu izmantošana gaismas detektēšanai.

Darba gaitā, izmantojot ķīmisko tvaiku kondensācijas metodi, uz silīcija pamatnēm tika izaudzēti PbS, In₂S₃ un CdS nanovadi, kuri tika raksturoti ar skenējošo un transmisijas elektronu mikroskopu. Izaudzētie nanovadi ar nanomanipulatoru tika novietoti uz zelta mikroelektrodiem, kuri izgatavoti ar tiešā ieraksta lāzera litogrāfiju, un piemetināti ar platīnu, izmantojot fokusētu jonu kūli. Nanovadiem tika uzņemtas voltampēru raksturlīknes un mērīta fotostrāva, apstarojot tos ar dažāda viļņa garuma un intensitātes gaismu.

Tika izdarīti secinājumi par izmantotās fotodetektoru izgatavošanas metodes ietekmi uz tā darbību, kā arī par pētīto materiālu nanovadu jutīgumu pret dažāda diapazona optisko starojumu.

ENGINEERING OF METAL SULFIDE NANOWIRE PHOTODETECTORS

Edgars Butanovs, Boris Polyakov
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Potential applications of nanomaterials in electronics and optoelectronics is a topical research subject due to possible miniaturization of currently used devices and due to interesting properties that materials exhibit in nanoscale. There is an ongoing research on fabrication methodologies of nanowire based prototype devices and their characteristics. One of the perspective research topics is focused on utilizing semiconducting nanowires as photodetectors.

PbS, In₂S₃ and CdS nanowires were grown on a silica wafer by atmospheric pressure chemical vapour deposition, and were characterized using scanning and transmission electron microscopy. Using nanomanipulator, as grown nanowires were placed on gold microelectrodes produced by direct write laser lithography and welded using focused ion beam assisted platinum deposition. Current-voltage (I-V) characteristics and photocurrent were measured for such nanowires by illuminating with a light of different wavelengths and illumination intensity.

The effect of the utilized preparation method on the photodetector properties is discussed, as well as the photocurrent dependence on illumination wavelength for studied materials.

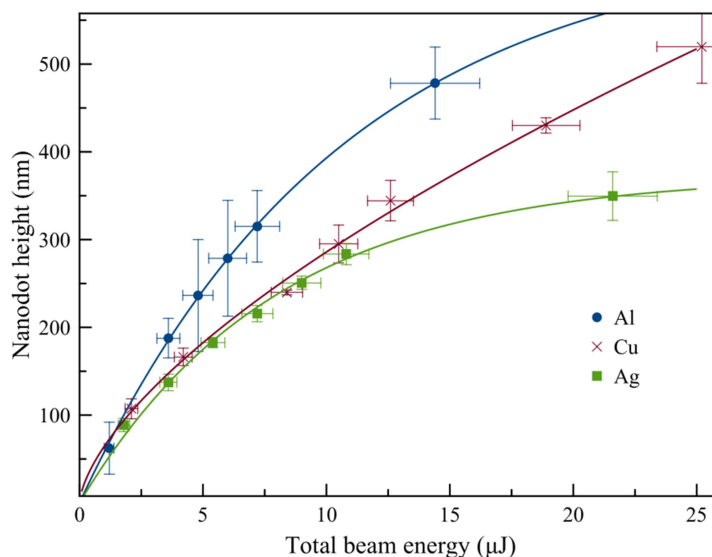
Financial support provided by Scientific Research Project for Students and Young Researchers Nr. SJZ/2016/6 realized at the Institute of Solid State Physics, University of Latvia is greatly acknowledged, financial support by National research program IMIS2 is highly appreciated.

METĀLA NANOSTRUKTŪRU TIEŠĀ IEGŪŠANA AR FOKUSĒTU ELEKTRONU STARU UZ METĀLA VIRSMAS

Jānis Snikeris, Vjačeslavs Gerbreders

Daugavpils Universitātes G. Liberta Inovatīvās mikroskopijas centrs

Metāla nanostruktūrām (MN) ir liela nozīme fotonikā un virknē mikroelektromehānisko sistēmu. [1] MN veidošana ar elektronu litogrāfijas vai optiskās litogrāfijas metodēm ir vairāku etapu process, kas sevī ietver fotorezista maskas uzklāšanu, ierakstu un attīstīšanu. Šajā darbā aprakstītā metode ļauj iegūt MN ar skenējošo elektronu mikroskopu (SEM) vienā fabrikācijas solī un bez papildus ķīmikālijām. Darba gaitā MN – nanopunkti iegūti uz dažādu metālu virsmām (Al, Cr, Cu, Mo, Ag) izmantojot SEM ar 30kV paātrinājošo spriegumu. Iegūto MN izmēri noteikti ar atomspēku mikroskopijas metodi. (1. att.)



Attēls 1. Metāla nanopunktu augstuma atkarība no elektronu stara pilnās enerģijas $E=I*U*t$ uz dažādu metālu virsmām, kur stara strāva $I=4-7pA$; paātrinājošais spriegums $U=30kV$ un eksponēcijas laiks t mainīts robežās no 10 līdz 120s. Stara diametrs $d=14nm$. Figure 1. Nanodot height on various metals depending on total electron beam energy $E=I*U*t$, where beam current $I=4-7pA$, accelerating voltage $U=30kV$ and exposition time t was changed in range from 10 to 120s. Beam diameter $d=14nm$.

Iegūto MN izmēri ir atkarīgi no izmantotā metāla un elektronu stara parametriem. Darbā tiek apspriesti iespējamie MN veidošanās mehānismi fokusēta elektronu stara ietekmē.

1. Nathan C Lindquist *et al* 2012 *Rep. Prog. Phys.* **75** 036501

DIRECT FORMATION OF METALLIC NANOSTRUCTURES BY FOCUSED ELECTRON BEAM ON METAL SURFACE

Janis Snikeris, Vjaceslavs Gerbreders

G. Liberts Innovative Microscopy Centre, Daugavpils University

Metallic nanostructures (MN) play huge role in photonics and microelectromechanical systems. [1] MN formation by conventional electron or optical lithography is multi-step process which includes photoresist coating, mask recording and development. This work describes method, which allows obtain MN with scanning electron microscope (SEM) in one fabrication step and without use of additional chemicals.

In this work, MN – nanodots were obtained by 30kV SEM on various metal surfaces (Al, Cr, Cu, Mo, Ag). Size of obtained MN was measured by atomic force microscopy. (Fig. 1.)

Size of obtained MN depend on beam parameters and metal properties.

In this work, possible mechanisms of MN forming under influence of focused electron beam are discussed.

1. Nathan C Lindquist *et al* 2012 *Rep. Prog. Phys.* **75** 036501

NANOSTRUKTURĒTA ZrO_2 CAURSPĪDĪGU KERAMIKU IEGŪŠANA UN IZPĒTE

Dāgs Olšteins, Krišjānis Šmits
Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts

Iegūtas un pētītas uz ZrO_2 nanokristāliem bāzētas puscaurspīdīgas nanostrukturētas keramikas. Šādas keramikas būtu pielietojamas lāzeru optikas elementos, jo tām ir laba termiskā izturība. Pētījumu mērķis ir palielināt izpratni par nanostrukturēto keramiku veidošanos, tādejādi varētu iegūt keramikas ar lielāku optisko caurlaidību. Kā izejmateriāls pētījumā izmantots ZrO_2 nanopulveris ar Er un Yb jonu piejaukumu, kuri izmantoti kā luminescentās zondes iegūto materiālu un keramikas kvalitātes izpētē. Izjemateriālu pulveri un iegūtās keramikas pētītas ar SEM, TEM, XRD, luminescences un optiskās absorbcijas metodēm. Pētīta graudu un poru augšana pie dažādām keramiku atkarsēšanas temperatūrām, kā arī defektu iespaids uz caurlaidību. Modelēts poru izmēru izkliedes iespaids, kurš salīdzināts ar eksperimentālajiem absorbcijas spektriem kā arī elektronu mikroskopijā iegūtajiem graudu un poru izmēriem.

SYNTHESIS AND RESEARCH OF TRANSLUCENT NANOSTRUCTURED ZrO_2 CERAMICS

Dags Olsteins, Krisjanis Smits
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Translucent nanostructured ceramics based on zirconia nanocrystals have been acquired and studied. Such ceramics could be used in laser optics due to their high thermal stability. The aim of this research is to increase knowledge about the formation of nanostructured ceramics thus allowing to create ceramics with greater optical transparency.

Zirconia nanopowder with added Er and Yb ions was used as raw material. The Er and Yb ions allow for investigating the acquired material and ceramics using luminescence methods. The raw material as well as the created ceramics were studied using SEM, TEM, XRD, luminescence and optic absorption methods. The grain and pore growth at different heating temperatures as well as the impact of defects on the translucency of the material was studied.

The effects of scattering depending on the size of pores in the material has been modeled and compared to the experimental absorption spectra and the data gathered using electron microscopy.

22. februāris

**RADIĀCIJAS EFEKTI UN
KODOLFIZIKA**

PEO PĀRKLĀJUMS PIELIETOJUMIEM DOZIMETRIJĀ

Aleksejs Zolotarjovs, Krišjānis Šmits, Katrīna Laganovska, Donats Millers
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Ar plazmas elektrolītisko oksidēšanu (PEO) iegūtie pārklājumi uz metālu virsmām ir cieti, biezi keramiskie pārklājumi ar lielu pielietojumu klāstu to izcilu mehānisko īpašību dēļ, tomēr pēdējā laikā tiek aktīvi meklēti jauni materiālu pielietojumi, t.s. veidojot dažādā veida funkcionālos materiālus (piem. dozimetrus). Tehnoloģijas attīstība apvienojot ar PEO procesa fundamentālām īpašībām (pārklājumu biezums un struktūra, zemas izmaksas, viegla apjoma palielināšana un pielāgošana konkrētiem uzdevumiem) ļauj izveidot perspektīvus un konkurentsējīgus materiālus.

Darba autoriem izdevās izveidot unikālo alumīnija oksīda pārklājumu ar dozimetriskām īpašībām uz rūpnieciskā alumīnija virsmas (6082 sērijas). Efekts ir sasniegts mainot elektrolīta sastāvu kā arī pielāgojot oksidēšanas parametrus. Veikta parametru optimizācija (pirmās stadijās), dozu atkarības mērījumi, salīdzinājums ar jau izmantojamiem dozimetriem (TLD-500) un novērtētas citas pārklājumu īpašības. Apskatīti daži no pārklājumu potenciāliem praktiskiem pielietojumiem un definētas vairākās izveidotā materiāla priekšrocības.

PEO COATING FOR APPLICATIONS IN DOSIMETRY

Aleksejs Zolotarjovs, Krisjanis Smits, Katrina Laganovska, Donats Millers
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Hard ceramic coatings on surface of metals produced using Plasma Electrolytic oxidation (PEO) have a wide range of technological applications due to their excellent mechanical properties; however, in the last couple of years many research teams are in active search of novel applications, including the production of various functional materials (e.g. dosimeters). The advancement of technology as well as unique fundamental properties of PEO coatings (coating thickness and structure, low cost, scalability of production as well as adaption to suit specific application) allows the production of perspective and competitive materials.

A unique oxide layer with dosimetric properties was produced on the 6082 series aluminium surface. Effect was achieved by using modified electrolyte as well as by varying parameters of the power supply. Optimization of the parameters (first stage) was performed, dose response measured and compared to already existing materials (TLD-500), various different characteristics of obtained coatings studied during this research. Some of the practical applications are demonstrated, many of advantages for dosimetric coatings are defined.

Financial support provided by Scientific Research Project for Students and Young Researchers Nr. SJZ/2016/12 realized at the Institute of Solid State Physics, University of Latvia is greatly acknowledged.

KVALITĀTES PĀRVALDĪBAS NODROŠINĀŠANA

Daina Riekstina, Tamāra Krasta, Jānis Bērziņš
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Darbā apskatīti kvalitātes pārvaldības un nodrošināšanas jautājumi. Lai iegūtie rezultāti būtu ticami, kas svarīgi gan pašiem pētniekiem, gan iespējamiem pētījumu pasūtītājiem, ir svarīgi nodrošināt kvalitātes prasību ievērošanu. Šīs vispārīgās prasības ir definētas atbilstošajos standartos: pārvaldības sistēmas standartā LVS EN ISO 9001:2015, kā arī laboratorijas kompetences standartā LVS EN ISO/EIC 17025:2005L. Galvenās standartu prasības aptver:

1. Politiku (mērķi, stratēģija, kvalitātes vadības sistēma, vadības pārskati);
2. Resursu pārvaldību (cilvēku resursi, informācija, atbilstošas telpas, u.c.);
3. Procesu pārvaldību (darbinieku apmācība, materiālu un pakalpojumu iepirkumi, klientu prasību apmierināšana, sūdzību izskatīšana, u.c.);
4. Mērījumu procesu, rezultātu analīzes un prezentācijas pārvaldību (metodikas, tai skaitā nenoteiktību novērtēšana, standartu un iekārtu kalibrēšana, procesu kontrole, ilgstoši uzlabojumi, auditi, salīdzinošie mērījumi, u.c.).

Tomēr jāņem vērā, ka laboratorijas vai pat tikai atsevišķas metodes akreditācija prasa ievērojamus darba un finansu ieguldījumus, tādēļ svarīgi iepriekš izvērtēt, vai pētījumu rezultātiem būs pietiekoši plašs klientu loks, lai ieguldītie līdzekļi atmaksātos.

ASSURANCE OF THE QUALITY MANAGEMENT

Daina Riekstina, Tamara Krasta, Janis Berzins
Institute of Solid State Physics University of Latvia

Problems related with the quality management and quality assurance are discussed. Confidence of obtained results is important both for researchers and their potential clients. This confidence is ensured by compliance with the general requirements provisioned in corresponding standards: the management system standard LVS EN ISO 9001:2015, as well as the laboratory competence standard LVS EN ISO/EIC 17025:2005L. The main standard requirements including:

1. Policy (aims, strategy, quality management system, management reports);
2. Resource management (staff, information, rooms, etc.);
3. Process management (training, purchase of materials and services, client servicing, complaints, etc.);
4. Management of measurements, result analysis and presentation (methods, including uncertainty assessment, calibration of measurement standards and equipment, process supervision, continuous improvements, audits, comparison measurements, etc.).

However, one should take into account that accreditation of laboratory or just a single method is a process requiring considerable work and financial resources, therefore, it is important to know whether there would be enough clients to justify such investments.

PARAMAGNĒTISKO DEFEKTU IZPĒTE NO OGLEKĻA VEIDOTOS VAKUUMKAMERAS AIZSARGMATERIĀLOS

Līga Avotina¹, Dāvis Čonka¹, Larisa Baumanē², Gunta Ķizāne¹

¹*Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts*

²*Latvijas Organiskās sintēzes institūts*

No oglekļa veidoti materiāli, jo īpaši oglekļa šķiedras kompozītmateriāli (Carbon fiber composites – CFC) ir piemēroti izmantošanai kodolsintēzes iekārtās kā vakuumkammeras aizsarg-materiāli, zema atomskaitļa un labās siltumvadītspējas dēļ.

Plazmas procesu laikā var veidoties paramagnētiski centri. To identificēšana ļautu spriest par plazmas – reaktora sienu mijiedarbības procesu mehānismiem, iegūtā informācija ļautu uzlabot materiālu no tritija attīrīšanas metodes, uzglabāšanu un tālāku izmantošanu. Līdz ar to veikta plazmas kamerā neizmantotu materiālu un iespējamo reakciju produktu – fullerēnu un volframa karbīda izpēte ar elektronu paramagnētiskās rezonanses spektroskopiju (EPR), lai noteiktu CFC esošos paramagnētisko centru veidus. Plazmas kamerā neizmantota CFC EPR spektrā ir asimetrisks signāls ar g-faktora vērtību 2,005, kas varētu būt saistīts ar nesapārotiem elektroniem aromātiskajos gredzenos. Fullerēna C₆₀ spektrā signāls ar g-faktora vērtību tuvu 1,990 varētu būt no defektiem kristālā.

Iegūtos rezultātus izmantos datu bāzes izveidošanai, lai identificētu paramagnētiskos defektus CFC pēc izmantošanas vakuumkamerā.

Finansiālais atbalsts: Latvijas Universitātes projekts Nr. Y9-B044-ZF-N-300 “Nano, kvantu tehnoloģijas un inovatīvi materiāli tautsaimniecībai”

INVESTIGATIONS OF PARAMAGNETIC DEFECTS IN CARBON BASED VACUUM VESSEL PROTECTION MATERIALS

Līga Avotina¹, Davis Conka¹, Larisa Baumanē², Gunta Kizane¹

¹*Institute of Chemical Physics, University of Latvia*

²*Latvian Institute of Organic Synthesis*

Carbon based materials, carbon fibre composites (CFC) particularly, are suitable for use in fusion devices as divertor and vacuum vessel protection materials due to low Z and good thermal conductivity.

During plasma processes paramagnetic centres may occur. Identification of these centres could allow to explain the plasma – wall interaction mechanisms, it would improve the material purification from tritium methods, storage and further exploitation. Therefore, investigation on plasma non-exposed carbon based materials as well as possible reaction products – fullerene and tungsten carbide with electron spin resonance spectroscopy (ESR) is performed to estimate the types of paramagnetic centres in carbon based materials. In plasma non-exposed CFC an ESR signal with g-factor 2.005 occur, probably due to presence of unpaired electrons in aromatic rings. In the fullerene C₆₀ with a g-value close to 1.990 could be due imperfection in the crystal.

The obtained results will be used for identification of paramagnetic defects after exploitation of CFC in vacuum vessel.

The financial support of the University of Latvia financed project No. Y9-B044-ZF-N-300, “Nano, Quantum Technologies, and Innovative Materials for Economics” is greatly acknowledged.

DIVERTORA MATERIĀLU ANALĪZE AR TERMISKĀS DESORBCIJAS- MASSPEKTROMETRIJAS METODI

Mihails Halitovs¹, Gunta Ķizāne¹, Aigars Vītiņš^{1,2}

¹Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts

²Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Viena no būtiskākajām problēmām kodolsintēzē izmantojamo materiālu nozarē ir kodoldegvielas uzkrāšanās un izdalīšana. Plazmas saskares materiāli pastāvīgi tiek modificēti, piemēram, veidojot volframa pārklājumus uz oglekļa šķiedras kompozītmateriāliem un pakāpeniski pārejot uz divertora materiāliem, kas veidoti tikai no volframa.

Iepriekšējos pētījumos ir veikta uzkrātā tritija daudzuma noteikšana un tritija aktivitātes kartēšana dažādos divertora ķieģeļos. Lai pilnīgāk izprastu, kā tritijs ir saistījies materiālā, un noteiktu termiskās desorbcijas maksimumus, tika veikta materiālu termiskā desorbcija tandēmā ar mazu masu masspektrometru.

Eksperimenti norāda uz oglekļa-ūdeņraža savienojumu C_xH_y kopu, kas izdalās noteiktā nosacīti zemu temperatūru apgabalā (līdz 500 K). Virs 1000 K notiek salīdzinoši stabila tritija T desorbcija, ko novēro ar mazu masu detektoru. Iegūtie rezultāti saskan ar iepriekš iegūtiem tritija termodesorbcijas spektriem.

Pētījumā noteikts aptuvenais temperatūru apgabals, kurā novēro detektējama tritija daudzuma izdalīšanos no divertora materiāliem. Tritija izdalīšanās no paraugiem kopumā ir nevienmabīga, un nepieciešami turpmākie pētījumi datu precizēšanai.

Finansiālais atbalsts: Latvijas Universitātes projekts Nr. Y9-B044-ZF-N-300 “Nano, kvantu tehnoloģijas un inovatīvi materiāli tautsaimniecībai”

ANALYSIS OF DIVERTOR MATERIALS WITH THERMAL DESORPTION- MASS SPECTROMETRY METHOD

Mihails Halitovs¹, Gunta Kizane¹, Aigars Vitins^{1,2}

¹Institute of Chemical Physics, University of Latvia

²Institute of Solid State Physics, University of Latvia

One of the main problems for fusion reactor materials is fuel retention and extraction. Plasma facing materials have been constantly modified, e.g. by applying W coating on carbon-fibre composites and moving towards a full W divertor materials.

Previously determination and mapping of tritium in various divertor materials was performed. To understand how tritium is accumulated in the material and what are the desorption peaks, thermal diffusion analysis was performed together with low mass quantum mass spectrometry.

Experiments indicate a fraction of various hydrocarbon compounds C_xH_y desorbed at relatively low temperatures (below 500 K). Over ~1000 K fairly stable desorption of tritium T can be observed through low mass quantum mass spectrometry. The results match previously obtained tritium thermal desorption spectra.

The initial experimental results show a certain temperature gap for detectible tritium diffusion from divertor materials. Tritium diffusion from analysed samples is mostly inconsistent and requires further analysis.

The financial support of the University of Latvia financed project No. Y9-B044-ZF-N-300, “Nano, Quantum Technologies, and Innovative Materials for Economics” is greatly acknowledged.

RADIĀCIJAS DEFEKTU UN RADIOLĪZES PRODUKTU UZKRĀŠANĀS MODIFICĒTĀ TRITIJU ĢENERĒJOŠĀ KERAMIKĀ

Artūrs Zariņš¹, Jānis Čipa¹, Oskars Valtenbergs¹, Arnis Supe¹, Gunta Ķizāne¹,
Aleksejs Zolotarjovs², Larisa Baumanē³

¹Latvijas Universitāte, Ķīmiskās fizikas institūts

²Latvijas Universitāte, Cietvielu fizikas institūts

³Latvijas Organiskās sintēzes institūts

Modificētas litija ortosilikāta (Li_4SiO_4) minilodītes ar titāna dioksīda (TiO_2) piedevu ir izvirzītas, kā potenciāla tritiju ģenerējošā keramika, un tās ir plānots testēt Starptautiskajā eksperimentālajā kodolsintēzes reaktorā jeb ITER [1]. Ekspluatācijas apstākļos tritiju ģenerējošā keramika tiks pakļauta spēcīga neitronu starojuma plūsmas (līdz pat 10^{18} neitroni $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), augstas temperatūras (līdz pat 1193 K) un magnētiskā lauka (7-10 T) iedarbībai. Uzkrātie radiācijas defekti (RD) un radiolīzes produkti (RP), kas veidojas neitronu starojuma ietekmē, var mijiedarboties ar ģenerēto tritiju un tamdēļ būtiski ietekmēt gan tritija difūzijas, gan izdalīšanās procesus.

Šajā darbā ir pētītas modificētās Li_4SiO_4 minilodītes ar dažādu TiO_2 daudzumu pirms un pēc vienlaicīgas 5 MeV paātrināto elektronu plūsmas (dozas jauda: līdz pat 10 MGy h^{-1}) un augstas temperatūras (līdz pat 1120 K) iedarbības, sausa argona atmosfērā. Modificētās minilodītēs uzkrātos RD un RP analizē ar elektronu paramagnētiskās rezonanses (EPR) un termostimulētās luminiscences (TSL) metodi.

ACCUMULATION OF RADIATION-INDUCED DEFECTS AND RADIOLYSIS PRODUCTS IN MODIFIED TRITIUM BREEDING CERAMIC

Arturs Zariņš¹, Janis Cipa¹, Oskars Valtenbergs¹, Arnis Supe¹, Gunta Kizane¹,
Aleksejs Zolotarjovs², Larisa Baumanē³

¹University of Latvia, Institute of Chemical Physics

²University of Latvia, Institute of Solid State Physics

³Latvian Institute of Organic Synthesis

Modified lithium orthosilicate (Li_4SiO_4) pebbles with additions of titanium dioxide (TiO_2) are suggested as a potential tritium breeding ceramic, which will be tested in the International Experimental Thermonuclear Reactor (ITER) [1]. Under the operation conditions, the tritium breeding ceramic will be exposed to an intense neutron fluence (up to $10^{18} \text{ n m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), a high temperature (up to 1193 K) and a magnetic field (7–10 T). The accumulated radiation-induced defects (RD) and radiolysis products (RP), which can form under actions of neutrons, may interact with generated tritium and thus strongly influence the tritium diffusion and release processes.

In this research, the modified Li_4SiO_4 pebbles with different contents of TiO_2 were examined before and after simultaneous action of 5 MeV accelerated electron flux (dose rate: up to 10 MGy h^{-1}) and high temperature (up to 1120 K) in a dry argon atmosphere. The accumulated RD and RP in the modified pebbles were studied by electron spin resonance (ESR) and thermally stimulated luminescence (TSL) technique.

[1] Knitter R., et al. Recent developments of solid breeder fabrication, *J.Nucl.Mat.* **2013**, *442*, S420-S424.

The work is performed in the frames of the University of Latvia financed project No. Y9-B044-ZF-N-300, “Nano, Quantum Technologies, and Innovative Materials for Economics”. The authors greatly acknowledge the technical and experimental support of R. Knitter and O. Leys (KIT, Germany), M. Gonzalez and V. Correcher (LNF-CIEMAT, Spain).

22. februāris

STENDA REFERĀTI

MIKROSTRUKTŪRAS FAKTORU IETEKME UZ ZnO UN ZnO:In KERAMIKU MEHĀNISKAJĀM UN LUMINISCENCES ĪPAŠĪBĀM

Faina Muktepāvela¹, Roberts Zabels¹, Larisa Grigorjeva¹, Edmunds Tamanis²

¹Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

²Daugavpils Universitāte

Caurspīdīgas ZnO un ZnO:In keramikas izpelnās interesi pielietojumiem augstas efektivitātes scintillatoros. Šim nolūkam nepieciešama augsta fotoluminiscences (FL) eksitonu pīķa intensitāte, iespējami vāja ar defektu stāvokļiem saistītā „zaļās” FL josla un augsta cietība bez trausluma. Šīm prasībām atbilst keramikas ar augstu mikrostrukturāras kvalitāti.

Šajā darbā aplūkota mikrostrukturāras elementu (pulveru forma, virsmas fasetēšanās, mazo un lielo leņķu graudu robežas u.c.) ietekme uz nelegētu un ar In legētu (0.13 sv.%) ZnO keramiku īpašībām. Ar karstās presēšanas metodi pie 1100 °C iegūtas keramikas pētītas, izmantojot SEM, TEM, nanoindentēšanas, un FL metodes. Noskaidrots, ka jau pulveru sajaukšanas stadijās In veicina sākotnējo fasetēto daļiņu pāreju uz noapaļotu stāvokli, kas sekmē saķepināšanos un lielleņķu graudu robežu (GR) veidošanos. Leģēšana ar In noved pie defektu stāvokļu izzušanas un FL parametra $\alpha=I_{\text{def}}/I_{\text{exc}}$ (attiecība starp defektu un eksitonu FL intensitāti) samazināšanās līdz $\alpha=0.1$, kā arī pie cietības paaugstināšanās līdz $H=3.3$ GPa un transkristālītu veida lūzumiem. Rezultāti analizēti no GR strukturāras viedokļa saistībā ar Zn un In atomu aizvietošanas procesiem uz polārajām [0001] plaknēm.

THE IMPACT OF MICROSTRUCTURAL FACTOR ON MECHANICAL AND LUMINESCENT PROPERTIES OF ZnO AND ZnO:In CERAMICS

Faina Muktepāvela¹, Roberts Zabels¹, Larisa Grigorjeva¹, Edmunds Tamanis²

¹Institute of Solid State Physics, University of Latvia

²Daugavpils University

ZnO and ZnO:In as transparent ceramics are of interest for use as fast scintillators with high efficiency. This requires high intensity of photoluminescence (PL) exciton peak, negligible defect-associated (“green”) PL and high hardness without brittleness. These requirements should correlate with high quality microstructure.

In this work we consider the influence of shape, surface faceting of the original powders, behavior of low- and high-angle grain boundaries (GBs) on the properties of undoped and In-doped (0.13 wt.%) ZnO ceramics. Ceramics obtained by hot pressing at 1100 °C have been investigated using nanoindentation, SEM, TEM and PL methods. It was found that already during the powder mixing In facilitates a transition of initial faceted particles to rounded, promoting good sintering with formation of high-angle GBs. Doping of In leads to the elimination of defects and decrease of PL parameter $\alpha=I_{\text{def}}/I_{\text{exc}}$ (ratio of defect to excitonic PL intensities) to $\alpha=0.1$, and to increased hardness (from $H=2.2$ GPa to $H=3.3$ GPa). Results are discussed in terms of Zn and In atom replacement processes on polar [0001] planes and the structure transition processes at GBs.

The financial support of the national programm IMIS2 is greatly acknowledged

**MEHĀNISKO ĪPAŠĪBU UZLABOŠANA MAGNETRONA PUTINĀŠANAS
CELĀ IEGŪTIEM a-C/Cu NANOKOMPOZĪTU PĀRKLĀJUMIEM,
IEVADOT Mo, Ti UN Nb PIEDEVAS**

Roberts Zabels¹, Valērijs Mitins², Pāvels Nazarovs², Vladimirs Kovaļenko²

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Naco Technologies, Rīga*

Pētītas ar līdzstrāvas magnetrona izputināšanu iegūtu a-C/Cu (attiecība ~1:1) nanokompozītu pārklājumu mikromehānisko īpašību uzlabošanas iespējas, ievadot tajos karbīdveidojošus metālus Ti, Nb un Mo līdz 9 at. %. Izmantojot XRD, SEM, TEM un nanoindentēšanas metodes, detalizēti izpētīta pārklājumu struktūra, plastiskums kā arī triboloģiskiem pielietojumiem nozīmīgā H/E parametra (H – cietība, E – Junga modulis) atkarība no ievadīto metālu koncentrācijas. Rezultāti uzrādīja ievērojamu cietināšanās efektu (~50%) un labas plastiskās īpašības ar Mo dopētiem paraugiem, bet Ti un Nb piedevu efekts bija neliels. Šī secība neatbilst metālu aktivitātes rindai karbīdu veidošanā. Izmantotajos uzklāšanas apstākļos (T < 600 K) dopējošās piedevas bija rentgenamorfās un netika konstatēta karbīdu klātbūtne. Atšķirības piedevu efektivitātē var saistīt ar atšķirībām to segregācijā uz vara fāzes virsmas. Molibdena antisegregācijas īpašības un paaugstināta šķīdība nanoizmēra tilpumos var veicināt tā ļoti dispersu stāvokli varā un izraisīt cietības pieaugumu. Vispārējo pārklājumu kohēzijas uzlabošanas sekmē arī Mo spēja kalpot kā saistošam elementam uz robežvirsmām, daļēji aizstājot vājās Cu-C saites.

**IMPROVEMENT OF MECHANICAL PROPERTIES IN DC-MAGNETRON
SPUTTERED a-C/Cu NAOCOMPOSITE COATINGS BY INTRODUCING
Mo, Ti AND Nb ADDITIVES**

Roberts Zabels¹, Valery Mitin², Pavel Nazarov², Vladimir Kovalenko²

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Naco Technologies, Riga*

Possibilities of improving micro-mechanical properties in DC-magnetron sputtered a-C/Cu (ratio ~1:1) nanocomposite coatings by introducing modifying additives – carbide forming metals Ti, Nb and Mo up to 9 at.% have been investigated. For the investigation XRD, SEM, TEM and nanoindentation methods have been used. The structure of coatings and the H/E ratio (H – hardness, E – Young's modulus), which is of high importance for the tribological applications, has been investigated in details in relation to the content of dopants. The results showed a remarkable hardening (~50%) and excellent plastic properties in the case of Mo doping, whereas in the case of Ti and Nb the effect wasn't significant. This order doesn't correspond to the row of metal activity towards carbide formation. At the utilized sputtering conditions (T < 600 K) the doping elements were X-ray amorphous and presence of carbides wasn't observed. The differences in the effectiveness of doping elements could be mainly explained by the differences of their segregation on copper surfaces. The antisegregation properties of Mo and improved solubility at nano-scale volumes can facilitate its very disperse state in Cu and cause the increase of hardness. The overall improvement of the cohesion of coatings is promoted by the ability of Mo to substitute weak Cu-C bonds on interfaces.

KODOLREAKCIJAS AR α -DAĻIŅĀM APSTAROTĀ LiF UN TO IEGULDĪJUMS DEFEKTU VEIDOŠANĀ ĀRPUS IMPLANTĀCIJAS ZONAS

Tamāra Krasta, Jānis Maniks
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Pētot ar ^4He un ^{12}C joniem apstaroto LiF kristālu struktūras izmaiņas tika konstatēta ievērojama defektu koncentrācija arī zonā aiz aprēķinātā jonu iespiešanās dziļuma. Literatūrā kā viens no iespējamajiem šāda efekta iemesliem tiek minēta kodolreakciju produktu izraisītā jonizācija. Lai novērtētu krītošo daļiņu izraisīto kodolreakciju ieguldījumu, tika analizētas visas iespējamās neelastīgās kodolreakcijas ar $Z \leq 2$ un $A \leq 4$ produktiem. Novērtēts, ka pie krītošo α daļiņu plūsmas $\Phi = 2.5 \times 10^{12}$ u/cm²/s maksimālais kodolreakciju skaits 1.91×10^3 1/cm²/s tiek sasniegts pie enerģijas 17.7 ± 0.4 MeV. Atbilstošo sekundāro daļiņu (neskaitot γ , e^- , un e^+) plūsma ir $\Phi_s = 2.86 \times 10^3$ u/cm²/s (α - 35.2 %; p - 25.4 %; n - 21.3 %; t - 16.3 %; d - 1.8 %). Pilnā kinētiskās enerģijas plūsma, kas sadalās starp visiem kodolreakciju produktiem, ir 1.92×10^4 MeV/cm²/s. Vislielāko ieguldījumu dod $^{19}\text{F}(\alpha, np)^{21}\text{Ne}$, $^{19}\text{F}(\alpha, t)^{20}\text{Ne}$, $^{19}\text{F}(\alpha, \alpha')^{19}\text{F}$, $^7\text{Li}(\alpha, \alpha')^7\text{Li}$, $^7\text{Li}(\alpha, t)^8\text{Be}^*$, $^{19}\text{F}(\alpha, p)^{22}\text{Ne}$ reakcijas. Precīzu rezultātu iegūšanu pie apstarošanas ar ^{12}C joniem kavē atbilstošo kodolreakciju eksperimentālo ierosinājuma funkciju trūkums pieejamajās datu bāzēs. Tomēr var novērtēt, ka ^{12}C gadījumā iegūtā sekundāro daļiņu plūsma būs nedaudz lielāka, ar maksimumu pie augstākas krītošo daļiņu enerģijas. Ir secināts, ka kodolreakcijās iegūtā sekundārā daļiņu plūsma nav pietiekama, lai pilnībā izskaidrotu visas novērotās LiF kristāla struktūras un cietības izmaiņas plašā apgabalā aiz apstarotās zonas.

NUCLEAR REACTIONS IN α -PARTICLE IRRADIATED LiF AND THEIR IMPACT ON DEFECT CREATION BEYOND THE ION RANGE

Tamāra Krasta, Jānis Maniks
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The study of structural changes in LiF crystals irradiated with ^4He and ^{12}C ions revealed considerable concentration of defect aggregates in areas beyond the projected ion range. In literature, one of proposed explanations is ionization by nuclear reaction products. In order to assess the impact of nuclear reactions, we have analyzed all possible non-elastic nuclear reactions with $Z \leq 2$ and $A \leq 4$ products. For the α particle flux $\Phi = 2.5 \times 10^{12}$ u/cm²/s, it has been found that the maximal number of nuclear reactions - 1.91×10^3 1/cm²/s, one obtains at 17.7 ± 0.4 MeV irradiation energy. Corresponding secondary particle (except γ , e^- , and e^+) flux is $\Phi_s = 2.86 \times 10^3$ u/cm²/s (α - 35.2 %; p - 25.4 %; n - 21.3 %; t - 16.3 %; d - 1.8 %). Total kinetic energy flux distributed between all nuclear reaction products is 1.92×10^4 MeV/cm²/s. The greatest impact is due to $^{19}\text{F}(\alpha, np)^{21}\text{Ne}$, $^{19}\text{F}(\alpha, t)^{20}\text{Ne}$, $^{19}\text{F}(\alpha, \alpha')^{19}\text{F}$, $^7\text{Li}(\alpha, \alpha')^7\text{Li}$, $^7\text{Li}(\alpha, t)^8\text{Be}^*$, $^{19}\text{F}(\alpha, p)^{22}\text{Ne}$ reactions. Precise calculations for irradiation with ^{12}C ions are hindered since in data bases there is no experimental excitation functions for corresponding nuclear reactions. Though, one can estimate that the secondary particle flux in the case of ^{12}C irradiation would be slightly higher with a maximum at higher incident particle energy values. It is concluded that the secondary particle flux produced by nuclear reactions is insufficient in order to explain all observed structural changes in LiF crystal hardening effects in areas beyond the ion range.

DEFEKTU AGREGĀTU VEIDOŠANĀS AR α -DAĻIŅĀM APSTAROTU LiF KRISTĀLU IMPLANTĀCIJAS ZONĀ UN ĀRPUS TĀS

Rolands Grants, Roberts Zabels, Ilze Manika
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Pētītas defektu agregātu veidošanās LiF monokristālos, apstarojot tos ar 5 MeV enerģijas α – daļiņu kūli līdz augstām dozām (fluences 10^{14} un 10^{15} joni/cm²). Izmantotas ASM, selektīvās ķīmiskās kodināšanas, dislokāciju kustīguma un nanoindentācijas metodes. Apstarotajos kristālos novērota ar dislokācijām bagātas struktūras veidošanās, ko apliecina gan dislokāciju kodināšanas rezultāti, gan ievērojama cietības palielināšanās implantācijas zonā, sniedzoties līdz vērtībām, kas tuvas smago jonu gadījumā novērotajām. Šis rezultāts kopā ar agrāk iegūtajiem datiem, apstarojot ar ¹²C joniem, apliecina vieglo jonu efektivitāti struktūras un mikromehānisko īpašību modifikācijā. Īpatnība ir apstarotos kristālos novērotās struktūras un dislokāciju kustīguma izmaiņas relatīvi lielā dziļumā (līdz pat 300 μ m), kas daudzkārt pārsniedz ar SRIM programmu aprēķināto α – daļiņu noskrējumu (20 μ m). Līdzīgs tāldarbības efekts literatūrā novērots krāsu centru veidošanā ar ¹²C joniem apstarotos LiF kristālos. Šī darba rezultāti apliecina, ka apstarotajai zonai pieguļošajā apgabalā iespējama ne tikai krāsu centru, bet arī dislokāciju un citu neindificētu defektu agregātu veidošanās. Rezultātu analīze kā ticamāko tāldarbības efekta cēloni izvirza kanalēšanas efektu.

FORMATION OF DEFECT AGGREGATES INSIDE AND OUTSIDE THE IMPLANTATION ZONE OF α -PARTICLE IRRADIATED LiF

Rolands Grants, Roberts Zabels, Ilze Manika
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Structural changes in LiF single crystals irradiated with 5 MeV α -particles to high doses (fluences 10^{14} and 10^{15} ions/cm²) have been investigated. Formation of radiation induced defect aggregates have been investigated by means of AFM, selective chemical etching, dislocation mobility and nanoindentation methods. The presence of ion-induced dislocations has been confirmed by selective chemical etching as well as by elevated hardness values which are approaching those obtained on LiF subjected to irradiation with swift heavy ions. This result in conjunction with data obtained by irradiation with ¹²C ions, confirms the efficiency of light ions for the modification of structure and micro-mechanical properties. In crystals irradiated with α -particles a peculiarity was an observed change in dislocation mobility and structure up to relatively high depth (300 μ m) which multiple times exceeds the ion range (20 μ m) calculated by SRIM. In literature a similar long range effect has been observed in the formation of color centers in LiF irradiated with ¹²C ions. The results of this work confirm that not only formation of color centers but also formation of dislocations and other unidentified defect aggregates beyond the ion range is possible. The analysis of the results suggests channeling effect as the most probable cause for the observed effect.

The financial support of the national programm IMIS2 is greatly acknowledged.

PUNKTVEIDA SIMETRIJAS GRUPU PIELIETOJUMS DEFEKTĪVA CeO₂ SUPERSŪNAS MODELĪ

Andrejs Česnokovs¹, Deniss Grjaznovs¹, Roberts A. Evarestovs², Jevgeņijs Kotomins^{1,3}

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Sankpēterburgas Valsts universitāte*

³*Maksa Planka Cietvielu pētījumu institūts*

Šajā darbā mēs parādam simetrijas lomu polaronu un aizvietošanas defektu izveidošanā cerija dioksīdā (CeO₂). Mēs pētījam skābekļa vakances (V_O) un Ce atomus aizvietojošus Tb piemaisījumus izmantojot *ab initio* datoraprēķinus. Mēs piedāvājam un apspriežam jaunu metodi cietvielu defektu pētījumiem, kas balstās uz grupu teorijas analīzi un aprēķinu rezultātu interpretāciju. V_O gadījumā šī metode ļauj izpētīt iespējamās polaronu atomu un magnētiskās konfigurācijas, kā arī interpretēt polaronu izveidošanas enerģētiku. Tb oksidēšanas pakāpes izmaiņas ir apspriestas, izanalizējot sistēmas magnētiskus momentus un atomu Badera lādiņus. Šajā pētījumā mēs parādam saikni starp supersūnas izmēriem, dotās supersūnas defektu punktveida simetrijas grupām un iespējamiem atrisinājumiem ar dažādām spinu projekcijas vērtībām un ar dažādu elektronu lokalizāciju.

Savos *ab initio* aprēķinos mēs izmantojām gan atomu orbitāļu lineāras kombinācijas, gan plakanviļņu pieejas, realizētas, attiecīgi, CRYSTAL14 un VASP 5.3 programmās. Skābekļa vakances tika pētītas ar hibrīdo PBE0 apmaiņas-korelācijas funkcionālu, savukārt Tb piemaisījumi prasīja DFT+U metodes pielietošanu. Abi defekti tika simulēti lielās supersūnās ar, attiecīgi, 81 un 96 atomiem.

USE OF SITE SYMMETRY IN SUPERCELL MODEL OF DEFECTIVE CeO₂.

Andrejs Česnokovs¹, Deniss Grjaznovs¹, Roberts A. Evarestovs², Eugene Kotomins^{1,3}

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*St. Petersburg State University*

³*Max Planck Institute for Solid State Research*

In this work we demonstrate the role of site symmetry in the formation of polarons and substitution defects in cerium dioxide (CeO₂). We used *ab initio* calculations to study oxygen vacancies (V_O) and Tb impurities which substitute Ce atoms. We suggest and discuss a new method to study defects in solids which is based on group theoretical analysis and on interpretation of calculation results. In the case of V_O, this method allows one to explore possible atomic and magnetic configurations of polarons and to interpret their formation energies. The changes in Tb oxidation state are discussed through analysis of its magnetic moments and Bader charges. In the present study, we show the connection between the size of a supercell, the site symmetries of defects in that supercell, and possible solutions with different values of spin projections and degree of electron localization.

In our *ab initio* calculations, we have used both linear combination of atomic orbitals and plane wave approaches as implemented in CRYSTAL14 and VASP 5.3 codes, respectively. The oxygen vacancies were studied with the hybrid PBE0 exchange correlation functional whereas the Tb impurity needed the DFT+U method. Both types of defects were simulated in large supercells consisting of 81 and 96 atoms, respectively.

A.Č. thanks the financial support from the University of Latvia Foundation (Arnīs Riekstins's "MikroTik" donation).

MAGNĒTISKO Fe-Pt NANODAĻIŅU TERMODINAMIKAS UN OGLEKĻA ADSORBCIJAS APRĒĶINI NO PIRMAJĪEM PRINCIPIEM

Aleksandrs Platonenko, Dmitrijs Bočarovs, Sergejs Piskunovs, Jurijs Žukovskis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

FePt nanodaļiņām ar $L1_0$ struktūru piemīt augsta magnetokristāliskā anizotropija un augsta koercivitāte, kas padara viņus par perspektīvu materiālu augsta blīvuma magnētiskiem datu nesējiem. Šo nanodaļiņu magnētiskās īpašības ļauj tos izmantot kā pamatu CNT ar uzdoto hiralitāti audzēšanai. Tādu CNT hiralitāte būs atkarīga no ārējā magnētiskā lauka virziena audzēšanas laikā, kā arī CNT diametrs būs atkarīgs no FePt nanodaļiņu izmēra.

Šajā darbā mēs veicam *ab initio* aprēķinus ar CRYSTAL14 programmu, izmantojot PWGGA apmaiņas-korelācijas funkcionālu. Tika uzkonstruēti FePt nanodaļiņu modeļi ar dažādu stehiometriju un morfoloģiju un aprēķināta to virsmas brīva enerģija. Nanodaļiņa ar zemāko virsmas enerģiju tika izmantota atsevišķa oglekļa atoma adsorbcijas modelēšanai. Tika izvēlētas 10 simetriski neatkarīgas pozīcijas uz nanodaļiņas skaldnes un veikta pilna sistēmas optimizācija. Nanodaļiņas magnētiskās īpašības un ģeometrija, kā arī oglekļa adsorbcijas enerģijas tika salīdzinātas ar pieejamiem eksperimentāliem datiem. Pētījums ir finansiāli atbalstīts Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūta Studentu un Jauno zinātnieku projekta Nr. SJZ/2016/17 ietvaros.

AB INITIO STUDY ON MAGNETIC Fe-Pt NANOPARTICLES THERMODYNAMICS AND CARBON ADSORPTION UPON THEM

Aleksandrs Platonenko, Dmitry Bocharov, Sergejs Piskunov, Yuri. F. Zhukovskii
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

FePt nanoparticles with $L1_0$ structure exhibit high magnetocrystalline anisotropy and high coercivities, what make them potential material for ultra-high density magnetic data storage. Magnetic properties of these nanoparticles allow to use them as a catalyst for CNT growth with predicted chiralities. Chirality of these CNT will depend on direction of an external magnetic field and diameter will depend on size of FePt nanoparticle.

Here we present *ab initio* calculations performed with CRYSTAL14 program using PWGGA exchange-correlation functional. Models of FePt nanoparticles with different stoichiometry and atom arrangement were set up and their free surface energy were calculated. Nanoparticle with lowest surface energy was used for single carbon atom adsorption modeling. 10 symmetrically-independent positions on surface were chosen and system was fully optimized. Nanoparticle magnetic properties and geometry, as well as carbon adsorption energies were compared with available experimental data. Financial support provided by Scientific Research Project for Students and Young Researchers Nr. SJZ/2016/17 realized at the Institute of Solid State Physics, University of Latvia is greatly acknowledged.

STRUKTŪRA UN FĀZU PĀREJAS AR Yb LEĢĒTĀ $\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3$.

Laura Eglīte, Reinis Ignatāns, Kārlis Kundziņš, Maija Antonova, Ēriks Birks
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Interese par $\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3$, kas leģēts ar retzemju elementiem, ir saistīta ar iespējamu segnetoelektrisko īpašību uzlabošanu, bet jo īpaši luminiscenci, kas daudzkārt novērota ar retzemju elementiem leģētos perovskītos. Šajā darbā pētīta Yb ietekme uz $\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3$ mikrostruktūru un fāzu pāreju. Stehiometriskā Yb pievienošana, Bi^{3+} aizvietojojot ar Yb^{3+} , pie mazām tā koncentrācijām (mazāk par 1 at%) izraisa graudu izmēru pieaugumu un bimodālu graudu izmēru sadalījumu, pie lielākām Yb koncentrācijām graudu izmērs strauji samazinās. Nestehiometriskas pievienošanas gadījumā graudu izmēru samazināšanās novērojama jau pie mazākām Yb koncentrācijām. Elementāršūnas izmēra samazināšanās, pieaugot Yb koncentrācijai, apstiprina Yb^{3+} iebūvēšanos A-režģī. Yb reālā koncentrācija ir noteikta ar EDS un EDX. Yb ievērojami samazina dielektriskās caurlaidības maksimumu un nobīda plecu dielektriskās caurlaidības temperatūras atkarībā uz zemo temperatūru pusi. Depolarizācijas temperatūra samazinās, pieaugot Yb koncentrācijai, kas norāda uz segnetoelektriskā stāvokļa stabilitātes samazināšanos. Graudu izmēru atkarība no Yb koncentrācijas ir izskaidrota ar graudu augšanas modeli, kurā graudu robežām raksturīga izteikta skaldņu forma.

STRUCTURE AND PHASE TRANSITIONS IN Yb DOPED $\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3$.

Laura Eglite, Reinis Ignatans, Karlis Kundzinsh, Maija Antonova, Eriks Birks
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Interest in rare-earth doped $\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3$ is due to potential improvement of ferroelectric properties as well as photoluminescence, observed in a large number of rare-earth doped perovskites. The aim of present study is to determine influence of Yb on microstructure and phase transitions in $\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3$ ceramics. Stoichiometric incorporation of Yb, where Yb^{3+} substitutes Bi^{3+} , leads to increase in grain size with formation of bimodal grain size distribution at low concentrations of Yb (up to 1 at%), while at higher concentrations grain size decreases rapidly. Nonstoichiometric doping results in significant reduction of grain size even at lower concentrations of Yb. Upon increasing Yb concentration, a decrease in unit cell parameters is observed, thus confirming Yb^{3+} ion occupation of A-sites. Real concentrations of Yb in the compositions are determined by EDS and EDX. Yb substantially reduces maximum dielectric permittivity and shoulder of temperature dependence of dielectric permittivity shifts to lower temperatures. With the increase of Yb concentration, depolarisation temperature decreases, implying degradation of ferroelectric state stability. Grain size dependence on Yb concentration is attributed to faceted grain growth model.

This work has been supported by the National Research Program in the framework of project “Multifunctional Materials and composites, photonics and nanotechnology (IMIS²)”.

LUMINESCENCE AR Er^{3+} AKTIVĒTĀ $\text{Na}_{0,5}\text{Bi}_{0,5}\text{TiO}_3$

Marija Dunce, Ēriks Birks, Jurgis Grūbe, Maija Antonova
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Pateicoties pieaugošai interesei par multifunkcionāliem materiāliem, kas spētu vienlaicīgi uzrādīt vairākas funkcionālas, tajā skaitā optiskās, īpašības un apvienotu sevī spējas reaģēt gan uz elektrisku, gan uz mehānisku iedarbību, par aktuālu tēmu ir kļuvusi luminiscences izpēte segnetoelektriskos materiālos. Viens no interesantākajiem materiāliem šajā aspektā ir $\text{Na}_{0,5}\text{Bi}_{0,5}\text{TiO}_3$ (NBT) – bezsvina segnetoelektriķis ar perspektīvām pjezoelektriskām īpašībām. Neskatoties uz lielo interesi par luminiscenci ar Er^{3+} aktivētā NBT un cietajos šķīdumos uz tā bāzes, šajā virzienā veiktie pētījumi ir diezgan virspusēji un pārsvarā veikti augšūppārveidotai luminiscencei pie istabas temperatūras. Šis darbs ir veltīts detalizētai luminiscences izpētei ar Er^{3+} aktivētā NBT, īpašu uzmanību pievēršot ierosmes un luminiscences spektriem, kas uzņemti pie zemas temperatūras (~15 K) un sastāviem ar mazu Er koncentrāciju (0,05 at%). Mērījumi veikti gan nepolarizētam, gan polarizētam paraugam. Iegūtie rezultāti sniedz būtisku informāciju par pētāmā sastāva struktūru un Er^{3+} enerģijas līmeņiem tajā. Luminiscences spektru nobīde, mainoties ierosmes starojuma viļņu garumam, var tikt skaidrota ar nelielu Er^{3+} 4f enerģijas līmeņu nobīdi atkarībā no Er^{3+} lokālās apkārtnes, kas saistīta ar Na/Bi nesakārtotību kristāliskajā režģī. Ir parādīts, ka parauga polarizēšana rada izmaiņas sastāva enerģijas līmeņu novietojumā un padara materiāla struktūru simetriskāku. Salīdzināšanai veikti mērījumi arī NBT sastāvam, kas aktivēts ar lielāku Er^{3+} koncentrāciju (2% Er).

LUMINESCENCE IN Er^{3+} -ACTIVATED $\text{Na}_{0,5}\text{Bi}_{0,5}\text{TiO}_3$

Marija Dunce, Eriks Birks, Jurgis Grube, Maija Antonova
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Due to increasing interest about multifunctional materials, which could have several functional properties, including optical properties, simultaneously and merge abilities to react on both electrical and mechanical influence, research of luminescence in ferroelectric materials has become an urgent topic. One of the most interesting materials in this aspect is $\text{Na}_{0,5}\text{Bi}_{0,5}\text{TiO}_3$ (NBT) – lead-free ferroelectrics with perspective piezoelectric properties. In spite of the large interest about luminescence in Er^{3+} -activated NBT and NBT-based solid solutions, studies done in this direction are rather superficial and are performed mostly for up-conversion luminescence at room temperature. This work is devoted to detailed study of luminescence in Er^{3+} -activated NBT, paying special attention to excitation and luminescence spectra obtained at low temperature (~15 K) and compositions with a small concentration of Er (0.05 at%). Measurements were done both for the unpoled and the poled sample. The obtained results provide significant information on structure of the studied composition and Er^{3+} energy levels in it. The shift of the luminescence spectra, upon change of the excitation radiation wavelength, can be explained by a shift of 4f energy levels of Er^{3+} depending on the local environment of Er^{3+} , which is related to Na/Bi disorder in the crystallographic lattice. It is shown that poling of the sample causes changes in the displacement of the energy levels and makes structure of the the material more symmetric. For comparison, measurements were performed also for NBT composition, which was activated by a higher concentration of Er^{3+} (2 at%).

This work has been financially supported by the Institute of Solid State Physics in the framework of the Student and Young Scientist project “Luminescence and ferroelectric properties in Er-activated lead-free $\text{Na}_{0,5}\text{Bi}_{0,5}\text{TiO}_3$ -based multifunctional materials” (SJZ/2016/21).

LUMINESCENCES PROCESI AR ERBIJA UN ITERBIJA JONIEM AKTIVĒTĀ $Ba_4Y_3F_{17}$ MATERIĀLĀ

Jurģis Grūbe

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Regulējot dažādas optiskās sistēmas ir nepieciešams šo starojumu novērot, pat ja šis starojums nav neredzams ar aci, piemēram, infrasarkanais starojums. Neredzamo starojumu ir nepieciešams vizualizēt ar dažādu materiālu palīdzību. Šādu veida materiālu meklējumi vēl joprojām ir aktuāli. Perspektīvs materiāls, kas varētu kalpot kā infrasarkanā starojuma vizualizators, varētu būt $Ba_4Y_3F_{17}$ aktivēts ar dažādiem retzemju elementiem. Ierosinot šāda veida materiālu ar infrasarkanā starojumu ir iespējams novērot augšup-pārveidoto luminescenci redzamajā spektra diapazonā. Zinātniskajā literatūrā ir maz informācijas par šī materiāla spektroskopiskajām īpašībām, tādēļ šis darbs ir veltīts $Ba_4Y_3F_{17}$ spektroskopisko īpašību pētīšanai. Darba gaitā tika sintezēti $Ba_4Y_3F_{17}$ aktivēts ar dažādām Er^{3+} un Yb^{3+} koncentrācijām. Sintezētajiem paraugiem tika izmērīti luminescences un augšup-pārveidotās luminescences spektri. Paraugiem novērotas Er^{3+} raksturīgās luminescences joslas redzamajā spektra diapazonā. Dominējošajām luminescences joslām tika izmērītas luminescences kinētikas gan tiešajā ierosmē, gan augšup-pārveidotajā ierosmē. Tika novērtēta Er^{3+} koncentrācijas ietekme uz materiāla spektroskopiskajām īpašībām. Apkopojot iegūtos eksperimentālos rezultātus, tiks spriests par luminescences procesiem ar Er^{3+} atsevišķi un kopā ar Yb^{3+} aktivētā $Ba_4Y_3F_{17}$.

LUMINESCENCE PROCESSES IN ERBIUM AND YTTERBIUM DOPED $Ba_4Y_3F_{17}$ MATERIAL

Jurgis Grube

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Optical system adjustment often requires to see light path even if this light is not visible to human eyes, for example, infrared radiation. This invisible light needs to be visualize using different kind of materials. Search of such materials is still actual. Potential good material for this purpose could be $Ba_4Y_3F_{17}$ doped with different rare-earth elements. After excitation with infrared radiation such material emit up-conversion luminescence in visible spectral region. Scientific literature has little information about $Ba_4Y_3F_{17}$ spectroscopic properties. Therefore this work is devoted to study $Ba_4Y_3F_{17}$ spectroscopic properties.

In this work $Ba_4Y_3F_{17}$ doped with different Er^{3+} and Yb^{3+} concentration has been synthesized. For synthesized samples luminescence and up-conversion luminescence spectra were measured. Characteristic Er^{3+} luminescence bands in visible spectral regions could be observed. Luminescence and up-conversion luminescence kinetics were measured for main Er^{3+} bands. Er^{3+} concentration impact on material spectroscopic properties were evaluated.

Based on the experimental results luminescence processes in Er^{3+} and Er^{3+}/Yb^{3+} doped $Ba_4Y_3F_{17}$ are discussed.

This work has been financially supported by the Institute of Solid State Physics in the framework of Student and Young Scientist project "New materials for infrared radiation visualization" (SJZ/2016/27).

AR EIROPIJU UN GADOLĪNIJU AKTIVĒTU OKSIFLUORĪDU STIKLA KERAMIKU FOTOLUMINISCENCE

Gatis Priedītis, Meldra Ķemere, Andris Antuzevičs, Uldis Rogulis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Oksifluorīdu stiklu keramikas, kas aktivētas ar retzemju elementu joniem, tiek uzskatīta kā perspektīvs materiāls pielietojumiem optiskās ierīcēs. Fluorīdu kristalītus raksturo zema fononu enerģija, un retzemju jonu iebūvēšanās kristalītos uzlabo luminiscences intensitāti un rada iespējas baltās gaismas iegūšanai.

Darba gaitā tika sintezēti oksifluorīdu $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-SrF}_2$ stikli, kuri aktivēti ar EuF_3 (1 mol%) un GdF_3 (0 - 1 mol%). No iegūtajiem paraugiem izgatavotas stikla keramikas, karsējot dažādās temperatūrās (600 - 800 °C), un veikta XRD datu analīze. Iegūtajiem paraugiem izmērīti fotoluminiscences spektri, fotoluminiscences ierosmes spektri, ierosmei izmantojot impulsu lāzeru un ksenona lampu ultravioletajā diapazonā. Iegūtas luminiscences dzišanas kinētikas eiropija joniem.

No XRD datiem iegūta informācija par kristālisko fāžu klātbūtni paraugā un novērtēti kristalītu vidējie izmēri. Luminiscences mērījumos stikla keramikās novērojamas emisijas joslu izmaiņas, kas liecina par eiropija jonu iebūvēšanos kristalītos. Stikla keramikās novērojamas platas Eu^{2+} jonu emisijas joslas dažādos spektra diapazonos, kas nodrošina baltas gaismas iegūšanu pie UV ierosmes.

PHOTOLUMINESCENCE SPECTRA OF EUROPIUM AND GADOLINIUM DOPED OXYFLUORIDE GLASS CERAMICS

Gatis Priedītis, Meldra Ķemere, Andris Antuzevičs, Uldis Rogulis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Oxyfluoride glass ceramics doped with rare earth ions are considered as perspective material for applications in optical devices. Fluoride crystallites are characterized by low phonon energy and rare-earth ion incorporation in crystallites enhances their radiative rate and creates favorable conditions for obtaining white light phosphors.

Series of oxyfluoride $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{CO}_3\text{-SrF}_2$ glass samples, doped with EuF_3 (1 mol%) and GdF_3 (0 - 1 mol%), have been synthesized. After a thermally activated creation of nanocrystals at various temperatures (600 - 800 °C), glass ceramics have been obtained. Samples were analyzed with XRD techniques. Photoluminescence emission and excitation spectra were obtained using pulse laser and Xe lamp for excitation at UV range. The decay kinetics of europium ions have been obtained.

XRD data confirmed crystalline phase presence in samples and provided information about the average sizes of crystallites. The change in the emission spectra suggests the europium ion incorporation in the crystallites. Wide emission bands of Eu^{2+} ions which have been observed in the spectra of glass ceramics, contribute to the white light emission at the UV excitation.

The financial support from Latvian National Research Program IMIS² is greatly acknowledged.

Gd³⁺ UN V_K CENTRS BaY₂F₈ KRISTĀLĀ

Andris Antuzevičs¹, Andris Fedotovs¹, Dzintars Bērziņš¹, Uldis Rogulis¹, Reinis Ignatāns¹,
Sonia Baldochi²

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Nuclear and Energy Research Institute, University of Sao Paulo*

BaY₂F₈ ir perspektīvs materiāls cietvielu lāzeru, scintilatoru un augšpārveidojošo pārklājumu veidošanā, taču punktveida defektu struktūra līdz šim nav plaši pētīta kristāla monoklīnās simetrijas dēļ.

Neaktivētam BaY₂F₈ monokristālam ir veikti elektronu paramagnētiskās rezonanses (EPR) un optiski detektējamo magnētisko rezonansu (ODMR) spektru mērījumi pēc apstarošanas ar rentgenstariem.

Līniju skaits un leņķiskā atkarība EPR spektros liecina par piejaukuma jonu ar efektīvo spinu $S = 7/2$ klātbūtni kristālā. Leņķisko atkarību iespējams veiksmīgi modelēt ar Gd³⁺ joniem raksturīgiem spektra parametriem.

Pēc apstarošanas ar rentgenstariem zemās temperatūrās redz leņķiski atkarīgu ODMR signālu ar $g \approx 2$. Spektru modelēšanā izmantots modelis kurā sistēma ar $S = 1/2$ anizotropi mijiedarbojas ar diviem kodola spiniem $I = 1/2$. Hiperšķīstuktūras parametru skaitliskajām vērtībām ir laba sakritība ar V_k centriem citos fluorīdos.

Gd³⁺ AND V_K CENTRE IN BaY₂F₈ CRYSTAL

Andris Antuzevics¹, Andris Fedotovs¹, Dzintars Berzins¹, Uldis Rogulis¹, Reinis Ignatans¹,
Sonia Baldochi²

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Nuclear and Energy Research Institute, University of Sao Paulo*

BaY₂F₈ is a promising host for solid state lasers, scintillators and up-conversion coatings, however, because of the crystal monoclinic symmetry the structure of point defects has not been studied thoroughly yet.

Electron paramagnetic resonance (EPR) and optically detectable magnetic resonance (ODMR) measurements after irradiation with X-rays have been made for a non-doped BaY₂F₈ single crystal.

The number of lines and angular dependence of the EPR spectra indicate the presence of impurities with effective spin $S = 7/2$ in the crystal. The angular dependence can be successfully simulated with spectral parameters characteristic to Gd³⁺ ions.

After irradiation with X-rays at low temperatures an ODMR signal at $g \approx 2$ appears in the spectrum. In spectral simulations we have used a model with $S = 1/2$ and anisotropic interaction with two nuclear spins $I = 1/2$. Hyperfine structure parameter numerical values have a good agreement with V_k centres in other fluorides.

DEFEKTU CENTRI YAIO₃:Mn

Edgars Elsts¹, Andris Antuzevičs¹, Uldis Rogulis¹, Yaroslav Zhydachevskii^{2,3}, Serhii Ubizskii², Dmytro Sugak², Anatolijs I. Popovs¹
¹Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts
²Lvovas Politehniskā Valsts Universitāte
³Polijas Zinātņu akadēmijas Fizikas Institūts

Ar retzemju joniem aktivēti itrija ortoalumināta YAIO₃ (YAP) kristāli jau ilgu laiku ir piesaistījuši interesi jonizējošā starojuma termoluminiscences dozimetrijas (TL), kā arī ātru scintilatoru detektoru pielietojumiem. Pēdējā laikā ir uzskatāmi demonstrēti ar Mn²⁺ aktivētu YAP izmantošanas potenciāls jonizējošā starojuma TL dozimetrijai. Šajā prezentācijā, pēc iepazīstināšanas ar YAIO₃ radiācijas punktveida defektu un piejaukumu pamatnostādņēm, mēs veidosim kopsavilkumu, kurā būs apkopota pašreizējā situācija YAIO₃:Mn monokristālu un keramikas luminiscences pētījumos (PL, OSL, TSL, TR-OSL un dozas atkarīgajā OSL)

Pēc tam mēs ziņosim par nesenajiem EPR mērījumu rezultātiem YAIO₃:Mn²⁺ paraugiem, kuru izgatavošana un raksturojums ir apskatīti [1,2]. Visbeidzot, tiks prezentēts detalizēts salīdzinājums ar iepriekš publicētajiem datiem.

DEFECT CENTRES IN YAIO₃:Mn

Edgars Elsts¹, Andris Antuzevičs¹, Uldis Rogulis¹, Yaroslav Zhydachevskii^{2,3}, Serhii Ubizskii², Dmytro Sugak², Anatoli I. Popov¹
¹Institute of Solid State Physics, University of Latvia
²Lviv Polytechnic National University
³Institute of Physics, Polish Academy of Sciences

Yttrium orthoaluminate YAIO₃ (YAP) crystals doped by rare earth ions have long-term interest for thermoluminescent (TL) dosimetry of ionizing radiation as well as fast scintillator detection. Recently, application potential of Mn²⁺-doped YAP for TL dosimetry of ionizing radiation has been clearly demonstrated.

In this presentation, after introducing some basics on the radiation point defects and impurities in YAIO₃, we will summarize the current status of luminescence studies (PL, OSL, TSL, TR-OSL, and dose dependence of OSL) of YAIO₃:Mn single crystals and ceramics.

Then, we will report the recent results of EPR measurements of the set of YAIO₃:Mn²⁺ samples, prepared and characterized in [1,2]. Finally, detailed comparison with earlier published data will be presented.

[1] Zhydachevskii, Ya, A. Suchocki, M. Berkowski, P. Bilski, and S. Warchol. *Radiation Measurements* 45, no. 3 (2010): 516-518.

[2] Zhydachevskii, Ya, A. Luchechko, D. Maraba, N. Martynyuk, M. Glowacki, E. Bulur, S. Ubizskii, M. Berkowski, and A. Suchocki. *Radiation Measurements* 94 (2016): 18-22.

The financial support of Latvian-Ukrainian Joint Research Project No LV-UA/2016/1 is greatly acknowledged.

IRĪDIJA JONU VALENCES STĀVOKLIS CINKA-IRĪDIJA OKSĪDA PLĀNĀS KĀRTIŅĀS, KAS IEGŪTAS AR MAGNETRONA UZPUTINĀŠANU

Vera Skvorcova, Nina Mironova- Ulmane, Mārtiņš Zubkins, Roberts Kalendarevs,
Georgijs Čikvaidze, Juris Purāns
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Caurspīdīgas oksīda pusvadītāju plānās kārtiņas ar labu optisko caurspīdību, augstu p-tipa vadītspēju, augstu darba funkciju un zemu nosēšanās temperatūru var izmantot kā p-tipa elektrodu plāno kārtiņu fotoelementu iekārtām, plakaniem ekrāniem, gaismas ierīcēm un caurspīdīgai elektronikai. Cinka oksīds ar irīdiju ir jaunas klases p-tipa caurspīdīgais oksīda pusvadītājs. Ir³⁺, Ir⁴⁺ un Ir⁵⁺ atšķirīgais oksidācijas stāvoklis oksīda savienojumos izraisa lielu interesi, jo Ir-0 saites garums ir atkarīgs no lokālās struktūras un ķīmiskās vides.

Darbā tika pētīti irīdija jonu absorbcijas spektri cinka-irīdija oksīda plānās kārtiņās ar dažādām irīdija atomu koncentrācijām. Kārtiņas tika uzklātas ar reaktīvo DC magnetrona uzputināšanu. Irīdija koncentrāciju kontrolē kā irīdija daudzumu uz cinka mērķa erozijas zonas un skābekļa argona attiecību.

Absorbcijas spektri UV-redzamajā spektrālā diapazonā ietver platas joslas ar maksimumiem 446 un 710 nm un tuvajā infrasarkanā un infrasarkanā rajonā parāda divas platas joslas ar maksimumiem pie 1100 un 3330 nm. Parādīts, ka novērotās absorbcijas joslas ir saistītas ar tetraedriskās un oktaedriskās pozīcijās esošajiem irīdija joniem ar valences stāvokļa vērtību trīs, četri vai pieci.

IRIDIUM IONS VALENCY STATE IN ZINC-IRIDIUM OXIDE THIN FILMS PRODUCED BY MAGNETRON SPUTTERING

Vera Skvortsova, Nina Mironova- Ulmane, Martins Zubkins, Roberts Kalendarevs,
George Chikvaidze, Juris Purans
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Transparent oxide semiconductors (TOSS) thin films with good optical transparency, high p-type conductivity, high work function, and low deposition temperature could be used as p-type electrodes in thin-film photovoltaic devices, flat panel displays, light emitting devices and transparent electronics. Zinc oxides with iridium are a new class of p-type transparent oxide semiconductors. Various oxidation states of Ir³⁺, Ir⁴⁺, and Ir⁵⁺ in the oxide compounds are of great interest because the Ir-O bond lengths depend on the local structure and the chemical environments.

Paper presents results of the absorption spectra investigation of zinc-iridium oxide thin films. Zinc-iridium oxide thin films were deposited by reactive DC magnetron sputtering on various substrates. Iridium concentration was controlled by iridium amount on the zinc target erosion zone and oxygen to argon ratio.

The absorption spectra in the visible range contain broad bands with maxima 446 and 710 nm and in near infrared and infrared regions exhibit two broad bands with maxima in the vicinity of 1100 nm and 3330 nm. It is shown, that the observed bands are connected with trivalent, tetravalent or pentavalent iridium ions in octahedrally and tetrahedrally coordinated sites.

ZnO KERAMIKU TERMOSTIMULĒTĀ LUMINESCENCE

Larisa Grigorjeva¹, Elīna Pajuste², Aleksejs Zolotarjovs¹, Donats Millers¹

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts*

Pēdejos gados strauji attīstās nanozimēru ZnO iegūšanas metodes: nanopulveri, pārklājumi, plānās kārtiņas, keramikas, tanī skaitā optiskās keramikas.

Šo materiālu praktiskais pielietojums ir ļoti plašs un tiek meklēti jauni pielietojumu veidi. Viens no svarīgiem ZnO pielietojumiem ir cietvielu dozimetru izveide. Šādu dozimetru darbībai svarīgas ir ZnO termostimuētās luminescences (TSL) īpašības. Veikti TSL pētījumi ZnO keramikas, kuras sacepinātās no ZnO nanopulveriem gan neaktivētiem gan aktivētiem ar In, Ga, Ir. Parādīts, ka izejas pulveru iegūšanas metode un sacepināšanas process izmaina TSL parametrus (intensitāti, spektrālo sadalījumu, intensitātes atkaību no apstarošanas dozas un apstarošanas veida). Diskutētas iespējas TSL efektivitātes palielināšanai.

THERMOSTIMULATED LUMINESCENCE OF ZnO CERAMICS

Larisa Grigorjeva¹, Elina Pajuste², Aleksejs Zolotarjovs¹, Donats Millers¹

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Institute of Chemical Physics, University of Latvia*

In recent years the intensive development of synthesis of ZnO nanostructures occurred: nanoparticles, coatings, thin films, ceramics (incl. optical ceramics) and others.

Various applications of ZnO nanostructures are known and the search for new types of applications is important. One of the new fields of application is solid state dosimetry. For this purpose the thermostimulated luminescence (TSL) properties are studied. ZnO ceramics obtained from undoped and In, Ga, Ir doped nanopowders were studied during the work. It is shown that the method of powder synthesis and sintering process affects the parameters of TSL (overall intensity, spectral distribution, intensity dependence on irradiation dose and irradiation type). The possibility to increase the efficiency of TSL is discussed.

The authors gratefully acknowledge the financial support for this work from research grant ERA.NET RUS Plus NANORADOS Nr.609556

AR ZnO PĀRKLĀTU TiO₂ NANONOSTRUKTŪRU IZGATAVOŠANA UN FOTOVADĀMĪBAS PĒTĪJUMI

Andris Gudīns¹, Linards Daugavietis¹, Mārtiņš Zubkins², Ainārs Knoks², Mārtiņš Vanags²,
Reinis Ignatāns², Jānis Kleperis²

¹*Rīgas Franču licejs*

²*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Mūsdienās tiek meklēti dažādi alternatīvi enerģijas veidi šobrīd populārajiem fosilajiem avotiem – naftai, oglēm, dabas gāzei. Plāno kartiņu un nanostrukturētu materiālu tehnoloģijām ir liela perspektīva, lai aizstātu fosilos kurināmos un pildītu enerģijas ražošanas funkcijas tikpat efektīvi kā fosilais kurināmais.

Šajā darbā ar anodēšanas metodi tika iegūtas TiO₂ nanostrukturās. Tālāk iegūtie paraugi tika apklāti ar ZnO kārtiņu, izmantojot reaktīvo magnetronās uzputināšanas metodi. Tas tika darīts, lai samazinātu elektronu-caurumu pāru rekombināciju un uzlabotu foto-vadāmību.

Darba gaitā tika izveidota ZnO/TiO₂ heterostruktūra, kurai bija foto-strāvas pieaugums par 17 % salīdzinot ar sākotnējo TiO₂. Paraugu foto-vadāmība tika mērīta ar potenciostatu VoltaLab PGZ 301. Analizējot paraugu rentgenstaru difraktogrammas, secinājām, ka šim paraugam kristāliskā TiO₂ struktūra pārsvarā ir anatāzs, nevis rutilis.

Tika izdarīti secinājumi, ka labai foto-strāvai ZnO/TiO₂ vajag kristālisku struktūru un ieteicamā TiO₂ struktūra ir anatāzs.

GROWTH AND PHOTOCONDUCTIVITY MEASUREMENTS OF THE ZnO/TiO₂ HETEROSTRUCTURE

Andris Gudins¹, Linards Daugavietis¹, Martins Zubkins², Ainars Knoks², Martins Vanags²,
Reinis Ignatans², Janis Kleperis²

¹*Riga French Lyceum*

²*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Nowadays more alternative energy types are being researched to replace fossil fuels – fuel, coal, natural gas. Technologies of the thin films and nanostructured materials have a big perspective to replace fossil fuels and to achieve the same efficiency.

During the scientific research TiO₂ nanostructures were produced in the process of anodization. Later ZnO film was deposited on these samples by reactive magnetron sputtering. That was done to reduce electron-hole recombination and to improve the photoactivity.

In this study, a sample of the ZnO/TiO₂ heterostructure was produced with the improvement of 17 % in comparison with the initial TiO₂ sample. The photoactivity of these samples was being measured with potentiostat VoltaLab PGZ 301. The XRD results showed that the TiO₂ structure of this sample mostly contains anatase instead of rutile. Conclusions were made that for a better photo-activity of ZnO/TiO₂, crystalline structure is required and the recommended state of the TiO₂ structure is anatase.

Authors acknowledge Latvian Science Council project No 666/2014 for financial support.

MAGNĒTU MOTORA UN TĀ VADĪBAS SHĒMAS KONSTRUKCIJA UN DARBĪBAS TESTĒŠANA

Armands Vikmanis¹, Anita Olava¹, Vladimirs Ņemcevs², Mārtiņš Vanags², Jānis Kleperis²
¹*Rīgas Franču Licejs*

²*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Patstāvīgo magnētu (PM) motori tiek izmantoti jau teju divus gadsimtus, taču to uzbūvi vēl joprojām var uzlabot, modernu un arvien spēcīgāku patstāvīgo magnētu radīšanas dēļ. Mūsdienās ir aktuāli tos uzlabot un testēt, jo tie ir bez dzelzs detaļām, ir ekoloģiski, viegli vadāmi un to lietderības koeficients iespējams tuvu 1.

Darba gaitā konstruēts līdzstrāvas (DC), bezsuku PM motors. Motora konstrukcijā izmantoti neodīma patstāvīgie magnēti, kas ievietoti rotorā. Motora statorā ievietotas astoņas vara tinumu spoles, kas ieliekas “V” formā, radot tādu elektromagnētisko lauku, kas magnētus atgrūž no vienas puses un pievelk no otras. Rezultātā motors veido lielu griezes momentu. Motora vadībai izveidota speciāla elektroniska shēma. Oscilogrāfā novērots, ka magnēti spolēs rada spēcīgu indukciju, kuru iespējams izmantot motoru barojošā akumulatora uzlādēšanai darba gaitā. Darbā tiek pārbaudīta hipotēze, vai PM spēj uzlādēt akumulatoru, kurš to baro.

DESIGN AND PERFORMANCE TESTING OF MAGNET MOTOR AND ITS CONTROL SYSTEM

Armands Vikmanis¹, Anita Olava¹, Vladimirs Ņemcevs², Mārtiņš Vanags², Jānis Kleperis²
¹*Riga French Lyceum*

²*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Permanent magnet (PM) motors have been used for almost two centuries, however, they can still be improved due to inventions of new, powerful permanent magnets. It is important to improve and test PM motors, as they are without steel parts, are ecologic and may have efficiency close to 1.

In this work, a direct current (DC) brushless magnetic motor (MM) was constructed. In current construction the neodymium permanent magnets are used, which are placed in the rotor. In the stator, there are eight coils, which are shaped in the form of the letter “V”, creating a magnetic field that pushes the magnets from one side and attracts from the other. As a result, the motor has a strong torque. To power MM, specific electronic circuit is designed. In an oscillograph it is observed, that that magnets create a strong induction in the coils, which can be used for charging the battery used to power MM. In our work the hypothesis is tested that the MM is able to power battery which feeds it.

Acknowledgements. Authors (VN, MV, JK) acknowledge National Research Program LATENERGY (2014-2017) for financial support.

DZELZS OKSIHIDRĀTA REDUCĒŠANAS PAŅĒMIENI HEMATĪTA PLĀNO KĀRTIŅU FIZIKĀLO UN FOTOELEKTROĶĪMISKO ĪPAŠĪBU UZLABOŠANAI

Mārtiņš Vanags, Artis Volkovs, Artūrs Gruduls
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Darbā tiek parādīts ļoti vienkāršs reducēšanas paņēmiens vairākkārtējai hematīta fotoaktivitātes uzlabošanai. Ar anodisku elektrogalvanizācijas metodi, 0.02M FeCl₂ šķīdumā tika sintezētas dzelzs oksihidrāta kārtiņas uz FTO stikla pamatnes, kuras pēc tam ar vara pretelektrodu tajā pašā šķīdumā tika reducētas par dzelzs monoksīda kārtiņu. Pēc skalošanas un 1h ilgas karsēšanas 400 °C temperatūrā kārtiņa mainījās uz α-Fe₂O₃ (hematīta) fāzi, ko apstiprina rentgenstaru difrakcijas analīzes rezultāti. Salīdzināšanai tika iegūtas arī tīras hematīta kārtiņas, nereducējot tās pēc sintēzes. Foto elektroķīmiskie rezultāti 1M NaOH šķīdumā atklāja, ka gan ar potenciālu reducētas, gan pret vara elektrodu reducētās kārtiņas uzrāda vairākas reizes lielāku fotostrāvu, kā tīra hematīta kārtiņas, tikai ar vara pretelektrodu reducētās kārtiņas fotostrāvas sliekšņa spriegums ir nobīdījies vairāk uz anodisku potenciālu pusi. Reducējot dzelzs oksihidrāta kārtiņu elektroķīmiski, iegūst dzelzs monoksīdu. Reducēšanās reakcija aktīvāk norit pie vielas graudu robežvirsmām, kā rezultātā izteikti atklājas graudu robežvirsmas un gala kārtiņas virsmas morfoloģija uzlabojas. Pieļaujams, ka ar vara pretelektrodu reducēta kārtiņa tiek leģēta ar varu, kas gan uzlabo virsmas morfoloģiju, gan materiāla optiskās īpašības, modificējot aizliegtās zonas platumu un novietojumu absolūtajā potenciāla skalā.

FERROUS OXYHYDRATE REDUCTION TECHNIQUES FOR IMPROVING THE PHYSICAL AND PHOTO ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF THIN LAYER HEMATITE

Martins Vanags, Artis Volkovs, Arturs Gruduls
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Paper shows simple method of electrochemical reduction for improvement of hematite photo activity. Thin ferric oxyhydrate layers were synthesized by anodic electroplating method in 0,02 M FeCl₂ solution on FTO glass substrates, and were afterwards reduced with negative potential to ferric monoxide into the same solution and a Cu counter electrode. After rinsing and heat treatment (1h, 400 °C) the layer material changed to Fe₂O₃ (hematite) phase, which was confirmed by X-ray diffraction analysis. For comparative measurements pure hematite layers were also obtained without reducing them after synthesis.

Photo-electrochemical results in 1M NaOH solution revealed that both, electrical potential reduced and Cu counter electrode reduced layers, produces several times higher photocurrent than pure hematite layers, only photocurrent threshold voltage was shifted to anodic potentials for layer reduced with Cu counter electrode.

Reducing ferric oxyhydrate layer electrochemically it reduces to iron monoxide. Reduction reaction is more active on grain boundary surfaces, which marks out grain boundaries, improving morphology of the layer surface. Potentially the copper counter electrode reduced layer is doped with copper, which improves both the surface morphology and optical properties, by modifying the width of forbidden gap and location of it in the absolute potential scale.

The financial support of ISSP UL Young Scientists Grant is greatly acknowledged.

TITĀNA DIOKSĪDA LOMA OGLEKĻA DIOKSĪDA REDUCĒŠANAS PROCESĀ

Ainārs Knoks, Ieva Grauduma, Līga Grīnberga, Jānis Kleperis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Cilvēces radīto ekoloģisko problēmu risināšana ir aktuāla mūsdienās, īpaši antropogēnais gaisa piesārņojums, kas ietekmē gan cilvēku veselību, gan uzkrājas dabā tādos apjomos, ka nu jau manāmas globālas klimata pārmaiņas arī Latvijā. Viena no gaisa piesārņojumu veidojošām vielām, ko uzskaita, ir pavisam nekaitīgais oglekļa dioksīds (CO_2). CO_2 ir zināms, kā Zemes siltumnīcas efektu pastiprinoša gāze, īpaši daudz tā tiek emitēta rūpniecības uzņēmumos, gan sadedzinot kurināmo, gan kā blakus produkts, kas tiek izvadīts gaisā. Rūpniecība pasaulē rada līdz 65% no kopējām siltumnīcas efekta gāzu emisijām.

Tiek piedāvāti dažādi CO_2 izmešu samazināšanas veidi, kā savākšana un noglabāšana atpakaļ dabā, savākšana un pārstrādāšana degvielā. CO_2 pārstrādei izmanto reducēšanas procesus, kuros piedalās dažādi katalizatori: Cu, MoS_2 , TiO_2 , InP un citi. Fotokatalītiska CO_2 reducēšana tiek uzskatīta kā viens no enerģētiski izdevīgiem risinājumiem un TiO_2 ir daudzsološs materiāls CO_2 fotokatalītiskai reducēšanai.

Šajā darbā dots pārskats par CO_2 reducēšanu un TiO_2 lomu šajā procesā, kā arī iegūtie rezultāti tiek salīdzināti ar eksperimentāliem izmēģinājumiem.

REDUCTION OF CARBON DIOXIDE AND ROLE OF TITANIUM DIOXIDE IN IT

Ainars Knoks, Ieva Grauduma, Līga Grinberga, Janis Kleperis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Humanity is facing a lot of self-created environmental problems nowadays, one of the major problems is air pollution and greenhouse gasses. Carbon dioxide (CO_2) is one of major pollutant especially in emissions from industry. Various ways of CO_2 management are proposed such as collection and storage back into the nature, repurposing in other industrial processes, and reduction into fuels to be burned again. Reduction process requires a catalyst, and various catalysts are suggested by researchers worldwide, such as Cu, MoS_2 , TiO_2 , InP and others.

Our attention is focused on TiO_2 as promising material for photocatalytic reduction of CO_2 . In this work an overview of CO_2 reduction and the role of TiO_2 is given and results from preliminary experiments on photocatalytic CO_2 reduction with involving TiO_2 demonstrated.

The financial support of Latvian Council of Science project No 666 is greatly acknowledged.

NANOSTRUKTURĒTA OGLEKĻA/CU KATODS KATALĪTISKAS ELEKTROLĪZES PROCESĀ

Pēteris Lesničenoks^{1,2}, Jānis Kleperis¹, Ingars Lukoševičs¹, Gunārs Bajārs¹, Gints Kučinskis¹,
Georgijs Čikvaidze¹

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Rīgas Tehniskās universitātes Tehniskās fizikas institūts*

Pētījumi elektrolīzes pielietošanai ūdens elektrolītu maisījumos par procesiem, kas norisinās uz elektroda ar katalizatora pārklājumu ļauj salīdzināt iespējamās izšķīdušās gāzes reakcijas uz elektroda. Industriālos apmēros pielietojamiem modificētiem elektrodiem reakcijām ar elektrolītos izšķīdušām gāzēm nepieciešams ātrdarbīgs elektrods ar lielu virsmu un katalītiskām īpašībām. Pētījumā apskatīta šāda elektroda sintēze no reciklēta grafiņa iegūstot nanostrukturētu elektrodu dekorētu ar Cu atomu klāsteriem – katalītiskā procesa nodrošināšanai. Noteiktas materiāla morfoloģiskās īpašības, tā sintēzes vēlamie apstākļi un atvērta diskusija par pētījuma tālāko gaitu

NANOSTRUCTURED CARBON/CU CATHODE FOR CATALYTIC ELECTROLYSIS

Pēteris Lesnicenoks^{1,2}, Janis Kleperis¹, Ingars Lukosevics¹, Gunars Bajars¹, Gints Kucinskis¹,
George Chikvaidze¹

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Institute of Technical Physics, Riga Technical University*

Research towards electrolysis in water electrolyte mixtures about processes, which are present on electrodes with catalytic coating allow to compare gas reactions on the electrode. On industrial scale, usable modified electrodes with reactions containing dissolved gases in electrolytes, a quick response electrode with large surface area and catalytic properties. In this research we consider synthesis of such electrode form recycled graphite, obtaining nanostructured electrode with Cu atom clusters for catalytic process. Optimal properties for the synthesis of the material is clarified and morphological properties discussed.

The financial support of LSA project No. 666 is greatly acknowledged.

ELEKTROĶĪMISKI EKSFOLIĒTA GRAFĒNA PLĀKŠŅU SISTĒMU CO₂ SAISTĪŠANAS SPĒJA NORMĀLAPSTĀKĻOS UN PAZEMINĀTĀS TEMPERATŪRĀS

Pēteris Lesničenoks^{1,2}, Laimonis Jēkabsons¹, Jānis Kleperis¹, Līga Grīnberga¹, Gatis Tauriņš³,
Astrīda Bērziņa²

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Rīgas Tehniskās universitātes Tehniskās fizikas institūts*

³*SIA "Keramserviss"*

Lai veiksmīgi realizētu gāzu separāciju nepieciešams apskatīt materiālu selektivitāti. Kā viena no priekšrocībām CO₂ adsorbijai grafēnos ir to strukturālā līdzība un oksidētās struktūras bagātība ar CO₂ grupām. Materiālā esošās saites pirms reducēšanas satur skābekli un hidroksilgrupas. Materiāla reducēšana vai modifikācija paaugstinātās temperatūrās var pārveidot struktūru vēlamo gāzu adsorbijai. Nosakot optimālo materiāla struktūru iespējams prognozēt selektivitāti gāzu maisījumos. CO₂ adsorbija porainos materiālos ir pētījumu lauks, kas galvenokārt koncentrējās uz silikātmateriāliem. Mēs piedāvājam izmantot reciklētu grafitu sorbcijas materiāla iegūšanai.

ELECTROCHEMICALLY EXFOLIATED GSS CO₂ ADSORPTION CAPABILITIES INVESTIGATED AT RT AND CRYOGENIC TEMPERATURES.

Peteris Lesnicenoks^{1,2}, Laimonis Jekabsons¹, Janis Kleperis¹, Liga Grinberga¹, Gatis Taurins³,
Astrida Berzina²

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Institute of Technical Physics, Riga Technical University*

³*"Keramserviss" LTD*

To realize gas separation, it is needed to understand material selectivity towards them. One of the advantages for CO₂ adsorption in GSS is its structural oxygen and hydroxyl groups which can be removed during reduction. Material reduction or modifying at increased temperatures can restructure the material towards adsorption of desired gases. Determining the optimal structure of materials can help to predict selectivity in gas mixture adsorption. CO₂ adsorption in porous material is a well-known field of investigations, which often ventures to the silicate class. We propose using recycled graphite to obtain material with selectivity towards CO₂.

Acknowledgment: Authors greatly thank NRP IMIS² for financial support

GRAFĒNA PAPIĀRA IEGŪŠANAS IZPĒTE UN TĀ RAKSTUROŠANA

Ingars Lukoševičs, Pēteris Lesničenoks, Jānis Kleperis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Pēdējā desmitgadē grafēnam ir pievērsta liela uzmanība kā izcilam materiālam elektronikā tā elektrisko, optisko un mehānisko īpašību dēļ. Taču grafēna monoslāņu vietā strauji attīstās pētījumi par grafēna papīru, kas ir specifiska struktūra, ko veido grafēna nano-plāksņu sablīvējumi jeb kaudzes (GSS). Pielietojumi ar grafēna papīru attīstās straujāk, jo šāda materiāla sintēze ir vienkāršāka un neprasa lielas un dārgas iekārtas, turklāt struktūras un režģa defektiem grafēna nano-plāksnēs ir sava priekšrocība, kas sevišķi izpaužas pielietojumiem gāzu detektēšanā.

Mūsu darbā grafēna pulveris tiek iegūts no rūpnieciskiem atkritumiem – izlietota grafitā tīģeļu materiāla, ar elektroķīmisko eksfoliācijas metodi. Iegūto materiālu skalo vairākas reizes un apstrādā ultraskaņas vannā, līdz iegūst vienmērīgi tonētu šķīdumu. Lai iegūtu grafēna papīru, šķīdums tiek izliets uz dažādu polimēru pamatnēm un žāvēts. Nav izmantota izkarsēšana izžāvētam materiālam, kas pēc literatūrā atrodamām ziņām varētu dot pozitīvu ietekmi uz iegūtā papīra kvalitāti un mehānisko stiprumu. Elektriskā vadītspēja noteikta, izmantojot pašu gatavotu paraugu turētāju. Atrasts, ka vadītspēja atkarīga no GSS koncentrācijas sagatavotajā šķīdumā.

STUDY ON SYNTHESIS OF GRAPHENE PAPER AND ITS CHARACTERIZATION

Ingars Lukosevics, Peteris Lesnicenoks, Janis Kleperis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Graphene in last decade gained great attention as an excellent material for flexible electronics because of its exceptional electrical, optical and mechanical properties. Instead of mono layer graphene with its planar hexagonal lattice structure, the graphene paper (hierarchical structure built from graphene nano-sheet stacks (GSS)) is widely research. Applications of graphene paper are developing faster because of simpler and robust synthesis technologies and additional benefit from the structural defects and lattice disorders in GSS, which is great for, example, in gas sensor design. In this work, graphene powder is produced from waste graphite using electrochemical exfoliation. Obtained powder is washed several times than treated in ultrasonic bath, till stable graphene ink is developed. Graphene paper is deposited on different polymer substrates which differ with porosity, composition. We have not yet taken advantage of annealing, in scientific literature it is highlighted necessity for such procedure at a temperature between 280-320 °C up to 24 hours. The sheet resistance of the prepared graphene paper was measured using a self-built sample holder with flat electrodes, which are delicately pressed against the surface. The electrical measurement experiments indicated that the electrical resistance of graphene paper samples is mainly a function of concentration of the as-prepared ink.

Authors acknowledge financial support from Latvian Science Council project Nr666.

3D PRINTĒTU GRAFĒNA ELEKTRODU PIELIETOJAMĪBA MIKROORGANISMU DEGVIELAS ŠŪNĀS (MFC)

Artūrs Gruduls^{1,2}, Zane Kleinmane², Vizma Nikolajeva², Jānis Kleperis¹

¹ *Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

² *Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultāte*

Mikroorganismu degvielas šūna (MFC) ir bioreaktors, kas izmantojot katalītiskās reakcijas mikroorganismos, pārvērš organiskās vielās esošo ķīmisko saišu enerģiju elektriskajā enerģijā. MFC efektīvai darbībai ļoti svarīgs ir anoda materiāls. Visbiežāk izmanto grafitā elektrodus, tomēr to hidrofobās īpašības samazina biosaderību. Grafēna materiāli uzrāda potenciāli labāku biosaderību.

Darba gaitā pārbaudīta grafēna-PLA kompozīta 3D printētu elektrodu darbība MFC ar Nafion 212 membrānu. Izmantojot MFC ar dabīgu substrātu (ezera dūņas), printētais grafēna elektrods uzrādīja līdzīgu maksimālo jaudas blīvumu ($11,6 \text{ mW/m}^2$), kā grafitā plāksne ($12,4 \text{ mW/m}^2$). Tomēr MFC ar *Pseudomonas aeruginosa* tīrkultūru, printētais grafēna elektrods uzrādīja ievērojami lielāku jaudas blīvumu ($35,8 \text{ mW/m}^2$), nekā grafitā elektrods ($6,5 \text{ mW/m}^2$). Turklāt MFC atvērtas ķēdes potenciāli vidēji paaugstinājās no $0,45 \text{ V}$ līdz $0,75 \text{ V}$. Maksimālais jaudas blīvums ir 10 reizes mazāks, nekā literatūrā minēts grafēnam, tas skaidrojams ar katoda limitējošo darbību. Arī presēta grafēna pulvera elektrods uzrādīja labu jaudas blīvumu ($15,7 - 28,5 \text{ mW/m}^2$), tomēr elektrods bija mehāniski nenoturīgs.

Paaugstinātais potenciāls un jaudas blīvums norāda uz veiksmīgu grafēna-PLA kompozīta pielietojamību MFC.

3D PRINTED GRAPHENE ELECTRODE APPLICABILITY IN MICROBIAL FUEL CELLS (MFC)

Arturs Gruduls^{1,2}, Zane Kleinmane², Vizma Nikolajeva², Janis Kleperis¹

¹ *Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

² *Faculty of Biology, University of Latvia*

Microbial fuel cell (MFC) is a bioreactor that uses catalytic reactions in microorganisms to produce electricity from organic compounds. For effective MFC operation appropriate anode material is critical. Usually graphite electrodes are used however graphite hydrophobic properties reduce biocompatibility. Graphene materials could provide better biocompatibility.

In this work 3D printed graphene-PLA composite electrodes are tested in sandwich-type MFC with Nafion 212 membrane. In MFC with natural substrate (lake sediments) printed graphene electrodes showed similar power density ($11,6 \text{ mW/m}^2$) compared to graphite plate electrode ($12,4 \text{ mW/m}^2$). MFC with *Pseudomonas aeruginosa* showed noticeably higher power density ($35,8 \text{ mW/m}^2$) compared to graphite electrode ($6,5 \text{ mW/m}^2$). Furthermore average MFC open chain potentials increased from $0,45 \text{ V}$ to $0,75 \text{ V}$. Acquired power density was 10 times lower than reported in literature for graphene materials. That could be explained with limiting properties of cathode material. Pressed graphene powder electrode showed good power densities ($15,7 - 28,5 \text{ mW/m}^2$) however electrode was mechanically unstable. Increased MFC potential and power density suggests that graphene-PLA based electrodes could be successfully used in MFC.

This work was supported by the Latvian Council of Science project No. 666/2014.

ŪDEŅRAŽA MIKROBIOLOĢISKA PRODUCĒŠANA, IZMANTOJOT *ENTEROBACTER AEROGENES*, UN UZKRĀŠANA LaNi_5 SAKAUSĒJUMĀ

Matīss Paiders¹, Arturs Gruduls^{1,2}, Vizma Nikolajeva¹, Jānis Kleperis²

¹ *Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultāte*

² *Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Ūdeņradi, atjaunojama un tīru enerģijas nesēju, var iegūt mikrobioloģiski fermentējot glicerīnu anaerobos apstākļos.

Šī darba mērķis bija pētīt *Enterobacter aerogenes* spēju producēt ūdeņradi, fermentējot glicerīnu, kā arī hidrīdu veidojoša LaNi_5 sakausējuma spēju uzkrāt ūdeņradi, tam atrodoties barotnē ar baktērijām.

Barotņu gāzes fāzes sastāvu noteica ar masspektrometru un pārlicinājās par *Enterobacter aerogenes* spēju producēt ūdeņradi. Vislielāko producētā ūdeņraža daudzumu ieguva barotnēs ar pievienotu glicerīnu. LaNi_5 sakausējuma pievienošana barotnēm ūdeņraža procentuālo daudzumu barotnes gāzes fāzē samazināja.

Nosakot LaNi_5 sakausējuma masas zudumu ar termogravimetrijas metodi, pārlicinātos rezultātus par sakausējuma spēju uzkrāt ūdeņradi hidrīdu veidā iegūt neizdevās. Tika pārbaudīta arī barotnes, vides pH un gāzes spiediena ietekme uz LaNi_5 sakausējuma termogravimetrisko masas zudumu.

MICROBIAL HYDROGEN PRODUCTION USING *ENTEROBACTER AEROGENES* AND ITS STORAGE IN LaNi_5 ALLOY

Matīss Paiders¹, Arturs Gruduls^{1,2}, Vizma Nikolajeva¹, Janis Kleperis²

¹ *Faculty of Biology, University of Latvia*

² *Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Hydrogen, a renewable and clean energy carrier, can be produced microbiologically by fermentation of glycerol in anaerobic conditions.

The aim of this research was to study *Enterobacter aerogenes* capabilities of producing hydrogen by fermentation of glycerol and to study hydrogen storage possibilities of hydride forming LaNi_5 metal alloy by placing it in the medium with bacteria.

Amount of hydrogen in the gas phase sample of growth media was determined with mass spectrometer and the results verified *Enterobacter aerogenes* hydrogen production abilities. Highest amount of produced hydrogen was in growth media containing glycerol. The presence of LaNi_5 metal alloy reduced the percentage of hydrogen in the gas phase sample of growth media.

By determining the mass loss of LaNi_5 alloy with thermogravimetry no convincing results of hydrogen storage properties of alloy were made. The influence of growth medium, pH and gas pressure on thermogravimetric mass loss of LaNi_5 alloy was also determined.

This work was supported by the Latvian Council of Science project No. 666/2014.

TERMOELEKTRISKĀ EFEKTA PĒTĪJUMI ŠĶIDRUMOS

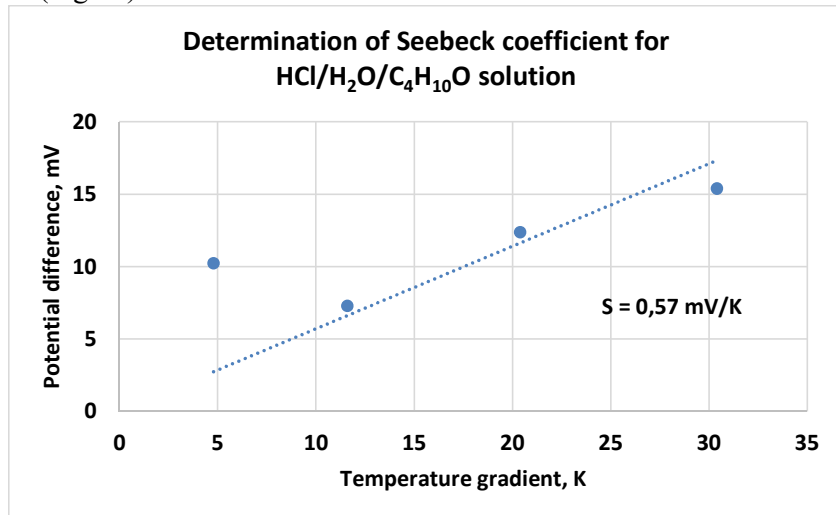
Aigars Rasnačs¹, Pēteris Lesničenoks¹, Jānis Bērziņš², Jānis Kleperis¹
¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts;*
²*SIA "SPEED"*

Elektrolītā ir gan joni, gan anjoni, kuri var tikt atdalīti ne tikai elektriskā lauka, bet arī temperatūras gradienta ietekmē – tad tiek novērots šķidrumam termoelektriskais efekts, par ko pirmās ziņas publikācijās parādās jau 19.gadsimta beigās. Elektrolītu šķidrumiem Zēbeka koeficients ir par kārtu lielāks kā pusvadītājiem, un vismaz par 2-3 kārtām lielāks kā metāliem, taču to pielietojšanu traucē daudz lielākā elektrolītu pretestība. Taču jonu membrānu un jonu šķidrumu pētījumi pēdējās desmitgadēs apliecina, ka lielas virsmas šķidrumu termoelektriskās baterijas nav tāla nākotne. Mūsu darbā pētīta divu savstarpēji nešķīstošu šķidrumu sistēma, kas atrodas spraugā starp diviem elektrodiem, un vienu no elektrodiem dzesējot, bet otru sildot, tiek novērota kontaktpotenciālu starpība. Tā ir atkarīga no sistēmas ģeometriskās orientācijas, temperatūru starpības (Attēls), bet īsslēguma strāvu nosaka šķidrumu jonu vadītspējas.

RESEARCH OF THERMO-ELECTRIC EFFECT IN LIQUIDS

Aigars Rasnacs¹, Peteris Lesnicenoks¹, Janis Berzins², Janis Kleperis¹
¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia;*
²*Ltd SPEED*

Liquid electrolyte between two electrodes contains ions and anions which can be separated not only by potential gradient but also by temperature difference - "thermoelectric" (TE) effect in liquids, have been known since the end of the 19th century. The observed TE (Seebeck) coefficients in electrolytes typically are an order of magnitude larger than semiconductors and 2-3 orders larger than metal counterparts. Nevertheless the electrical conductivity of electrolytes is a few orders of magnitude lower than solid counterparts and therefore, liquid based TE-systems have long been considered technologically irrelevant. Development of new ionic conducting membranes and ionic liquids completely changed this view. In our research two insoluble liquids are placed in the gap between two graphite electrodes, one is heated, and other – cooled; temperature and potential differences are registered with data logger and PC. First results are promising and obtained values of Seebeck coefficient is 1 mV/K (Figure).



ŪDEŅRADI SELEKTĪVU MEMBRĀNU IZMANTOŠANA BIOREAKTORA KONSTRUKCIJĀ

Ilze Dimanta^{1,2}, Vizma Nikolajeva¹, Jānis Kleperis²

¹*Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultāte,*

²*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Ūdeņradis ir tīrs enerģijas nesējs, tādēļ tiek attīstīti dažādi veidi draudzīgi tā iegūšanas veidi, ieskaitot bioloģiskos procesus. Organisko atkritumu tumsas fermentācija ir viens no bioūdeņraža iegūšanas veidiem. Ūdeņradim veidojoties šķidrā vidē fermentācijas procesā, tiek novērota tā pārsātināšanās, tādēļ nepieciešams bioreaktorā nodrošināt ātru ūdeņraža savākšanu gan no šķidrās, gan gāzveida vides. To var paveikt, reaktora konstrukcijā izmantojot selektīvas, ūdeņradi caurlaidīgas membrānas. Jau iepriekšējos eksperimentos realizēta alternatīvu metožu izmantošanu ūdeņraža savākšanai tieši no barotnes (šķidrās fāzes) ar dažādiem metālhidrīdu sakausējumiem. Zinātniskajā literatūrā plašāk aprakstītas dažādu retzemju grupas metālu V, Nb, Ta, Pd uc. blīvas membrānas, kuras nodrošina lielu ūdeņraža caurlaidību. Darbā dots ieskats dažādos reaktora konstrukcijas veidos, kā nodrošināt selektīvu ūdeņraža aizvadīšanu no vides, kurā notiek fermentācija.

USAGE OF SELECTIVELY HYDROGEN PERMEABLE MEMBRANES IN DESIGN OF BIOREACTOR

Ilze Dimanta^{1,2}, Vizma Nikolajeva¹, Jānis Kleperis²

¹*Faculty of Biology, University of Latvia,*

²*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Hydrogen, including biohydrogen H₂, is a clean energy carrier with high energy yields. A variety of biological routes are developed for the production of H₂, and dark fermentation of organic waste products is between them.

Oversaturation is observed during hydrogen formation in a liquid medium, therefore it is necessary in the bioreactor to provide a rapid removal of hydrogen from both the liquid and gaseous environments. In previous work hydrogen-absorbing metals were used to adsorb hydrogen molecules from the solution to its surface, in order to catalyze splitting in atomic hydrogen and facilitate the diffusion in the crystal lattice volume of metal. Selectively hydrogen permeable membranes can help in it. Reviewing the scientific literature, it can be noticed that a variety of dense metal membranes having high hydrogen permeability are developed (vanadium, niobium, tantalum, palladium etc.). Our work provides an insight into different reactor design ways to ensure the selective removal of hydrogen from the environment in which the fermentation process proceeds.

Author (ID) acknowledge L'Oréal-UNESCO For Women In Science Award; all authors acknowledge National Research Program LATENERGI and Latvian Science Council project No 666/2014.

AKTIVĒTO KOKSNES OĢĻU PIELIETOŠANA KĀ ELEKTRODUS

Aleksandrs Volperts^{1,2}, Galina Dobeļe¹, Aivars Žurins¹, Jānis Kleperis², Zane Zalane^{1,3}

¹*Latvijas Valsts Koksnes Ķīmijas Institūts*

²*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

³*Rīgas Tehniskās universitātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts*

Mūsdienas nanoporainas oglekļa materiālus plaši izmanto sorbcijas tehnoloģijās, bet arī, lai risinātu uzdevumus, kas saistīti ar elektriskās enerģijas akumulēšanu un nodošanu patērētājiem, neizmantojot elektriskās enerģijas barošanās avotus, kā arī lai nodrošināt enerģijas patēriņa kompensāciju pīķa stundās.

Problēmu risināšanai tiek pielietotas enerģijas uzkrāšanas sistēmas, kur izmanto elektroķīmiskos enerģijas uzkrājējus ar dubulto elektrisko slāni – superkondensatorus, jo tie nodrošina lielāku īpatnējo jaudu, uzlādes-izlādes ātrumu un darbības laiku.

Dotā pētījumu rezultātā tika izstrādāta koksnes termoķīmiskās aktivācijas metodoloģija un iegūti nanoporaini oglekļa materiāli. Tiek parādīti galvenie faktori, kas ietekmē aktivētas ogles porainas struktūras rādītājus: īpatnējas virsmas laukumi, poru ietilpība un izmēri. Izmantojot iegūtās aktivētās ogles superkondensatora elektrodiem, tika noteiktas porainās struktūras parametru un SK funkcionālo raksturlielumu izmaiņu likumsakarības atkarībā no aktivācijas režīma.

Izmantojot iegūtās ogles elektrodiem, tika noteikta korelācija starp porainās struktūras rādītājiem un superkondensatoru elektroķīmiskām īpašībām. Ir noteikts, ka izmantojot iegūto aktivēto oģli superkondensatoru elektrodiem, var iegūt īpatnējo kapacitāti – virs 380 F/g neorganiskā un 170 F/g organiskā elektrolītā.

PERFORMANCE OF WOOD-BASED ACTIVATED CARBONS AS ELECTRODES

Aleksandrs Volperts^{1,2}, Galina Dobeļe¹, Aivars Zhurinsh¹, Janis Kleperis², Zane Zalane^{1,3}

¹*Latvian State Institute of Wood Chemistry*

²*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

³*Riga Technical University, Faculty of Power and Electrical Engineering*

Accumulation and transfer of electrical energy are of high importance in the modern society. Due to their high specific power, charge and discharge rates, working life time supercapacitor based energy accumulation systems are more and more extensively being used in mobile and stationary devices.

As the result of our research we elucidated influence of main stages of wood thermochemical activation parameters on activated carbons porous structure formation. The main factors governing the properties of carbon materials, such as specific surface area, volume and pore size, particles dispersity, ash content, as well as their influence on capacitance and working properties of supercapacitor are demonstrated.

The correlation between activated carbons porous structure indices and electrochemical specifications of supercapacitors with electrodes made from these materials has been determined. It is shown that when these activated carbons are used in supercapacitors high specific capacitances can be reached – more than 380 F/g in sulfuric acid based electrolytes and more than 170F/g in organic electrolyte.

This research was supported cooperation project 666/2014.2 and Latvian State program VPP Nr.6 ResProd project Nr.3

**RADIOFARMACEITISKA PREPARĀTA Ga68 [DOTA(Tyr3)OKTRECĪTA],
SOMATOSTATĪNA ANALOGA, SINTĒZES PROCESA KVALITĀTES KONTROLE**

Ričards Kovaldins¹, Gunta Ķizāne¹, Jānis Rudzītis¹, Toms Kusiņš¹, Pēteris Mekšs¹,
Ilva Nakurte², Māra Grube³, Kārlis Švirks³

¹*Latvijas Universitātes, Ķīmiskās fizikas institūts*

²*Latvijas Universitātes, Ķīmijas fakultāte*

³*Latvijas Universitātes, Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas institūts*

Radiofarmaceutiskā preparāta ar ⁶⁸Ga izotopu konjugēta DOTA (Tyr3) oktrecīta [DOTA-TATE] atbilstības Eiropas Savienības labas ražošanas prakses standartiem noteikšanai izmantojamas augstspiediena šķīdumu hromatogrāfijas (HPLC), plānā slāņa hromatogrāfijas (TLC), masas spektroskopijas (MS) gamma spektroskopijas metodes. ⁶⁸Ga daudzumu, kas sintēzes procesā saistās ar DOTA-TATE novērtē ar HPLC (Scintomics 8100), salīdzinot smaiļu integrēto laukumu attiecīgajā laikā - Rt~3,4min kompleksam ⁶⁸Ga [DOTA-TATE]) un Rt~3,9min [DOTA-TATE]. Smaiļu pozīcijas hromatogrammā identificē ar standarta paraugiem, sagaidāmais ⁶⁸Ga [DOTA-TATE] iznākums – 60% no izmantotā [DOTA-TATE]. Radionuklīdus identificē ar gamma spektrometru (NaI 527-51W). Spektrā redzama elektrona/pozitrona anihilācijas gamma kvantu 511keV līnija, kā arī 1078(3.03 %) un 1884(0.15) līnijas. Iespējamo ⁶⁸Ga (III) koloīdu daļiņu daudzumu preparātā novērtē ar TLC ar radiācijas detektoru, noskaidrojot TLC smaiļu integrēto laukumu proporciju koloīdam ⁶⁸Ga (III) un savienojumam ⁶⁸Ga [DOTA-TATE]. Lai novērtētu DOTA-TATE radiolīzi, ⁶⁸Ga starojuma ietekmē, jāizmanto maza diametra HPLC kolona, kas dod iespēju ar UV detektoru novērtēt sintēzes parauga smaiļes laukuma izmaiņas laikā. Papildus HPCL atrastās smaiļes (radiolīzes produktus) identificē ar MS.

**RADIOPHARMACEUTICAL Ga68 [DOTA(Tyr3)OCTREOTIDE], SOMATOSTATIN
ANALOG, SYNTHESIS QUALITY CONTROL**

Ričards Kovaldins¹, Gunta Ķizāne¹, Jānis Rudzītis¹, Toms Kusiņš¹, Pēteris Mekšs¹,
Ilva Nakurte², Māra Grube³, Kārlis Švirks³

¹*Institute of Chemical Physics, University of Latvia*

²*Department of Chemistry, University of Latvia*

³*Institute of Microbiology and Biochemistry, University of Latvia*

In order to assess radiopharmaceutical DOTA (Tyr3) octreotide [DOTA-TATE] labeled Ga⁶⁸ compliance with the European Union good manufacturing practice, high-pressure liquid chromatography (HPLC), thin layer chromatography (TLC), mass spectroscopy (MS) and gamma spectroscopy methods were used. Ligand quantity, successfully bound to DOTA-TATE, during synthesis, assessed by HPLC (Scintomics 8100) comparing integrated peak areas at Rt ~ 3,4min (Ga68 [DOTA-TATE]) and at Rt ~ 3,9min (DOTA-TATE); peaks positions in chromatogram identified by standard samples. In practice yield of conjugate is ~60% of used DOTA-TATE. Radionuclide identity assessed by gamma spectrometer (NaI 527-51W), after electron/positron annihilation gamma photons 511keV and as well as 1078(3.03 %) and 1884(0.15) lines were detected. TLC with a radiation detector was used to assess Ga68(III) colloidal content in the product, expressed as the ratio between Ga68(III) colloid /Ga68[DOTA-TATE] peak integrated areas. To assess the extent of DOTA-TATE radiolysis, due to ionizing radiation from ⁶⁸Ga, it is necessary to use HPLC columns with a smaller diameter, thus, making it possible to evaluate the integrated peak areas of ⁶⁸Ga[DOTA-TATE] synthesis sample, on the UV detector, and to assess changes in peak area, as a function of time. To further identify new chromatogram maxima (radiolysis products), MS is used.

GRADUĀLO TOŅU MASKU IZVEIDE Sn/In DUBULTSLĀNĪ, IZMANTOJOT TIEŠĀ IERAKSTA FOTOLITOGRAFĪJU

Varis Karitāns, Kaspars Pudžs, Edgars Nitišs
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Graduālā toņa fotolitogrāfijā tiek izmantotas graduālā toņa maskas, kas sniedz iespēju iegūt 3D struktūras fotorezistīvā slānī. Klasiskā pieeja šādu masku izgatavošanā ir tā saucamo pustonu izmantošana. Šādas maskas izgatavojamas arī, mainot Sn/In dubultslāņa caurlaidību. Šādiem mērķiem parasti tiek izmantots Ar lāzers ($\lambda = 488/514$ nm), kas tiek safokusēts Sn/In dubultslānī. Lāzera jaudai jābūt vismaz 0,25 W. Paraugi tiek skenēti X-Y plaknē, vienlaicīgi modulējot lāzera stara intensitāti. Šajā pētījumā aprakstīta tiešā ieraksta fotolitogrāfijas sistēmas *μPG 101* (Heidelberg Instruments) izmantošana graduālo toņu masku izveidei Sn/In dubultslānī. Iekārtā tiek izmantots 375 nm lāzers ar maksimālo jaudu $P = 70$ mW. Izmantojot vakuumputināšanas klāsteri, uz stikla virsmas tika uzklāts Sn/In dubultslānis (2 nm Sn un 40 nm In). Dubultslānis tika izgaismots vairākos apgabalos, mainot lāzera jaudu ar 10 mW soli robežās no 10 mW līdz 70 mW, un katrā punktā tika aprēķināts optiskais blīvums. Pilnībā izgaismota dubultslāņa optiskais blīvums bija 0,22, turpretim neizgaismota slāņa gadījumā tas bija 0,45. Kopumā optiskais blīvums mainījās lineāri atkarībā no lāzera jaudas.

DESIGN OF GRAYSCALE MASKS IN Sn/In BILAYER USING DIRECT WRITE PHOTOLITHOGRAPHY

Varis Karitāns, Kaspars Pudžs, Edgars Nitišs
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

In grayscale photolithography, gradual tone masks are used to create 3D structures in a photoresistive layer. The half-tone method is often used to design such masks. However, such masks can also be designed by varying transmittance of a Sn/In bilayer. In order to achieve variations in transparency, an Ar laser ($\lambda = 488/514$ nm) is commonly focused on the Sn/In bilayer. Power of the laser must be at least 0,25 W. The sample is scanned in X-Y plane and intensity of the laser beam is modulated simultaneously. In this study, applicability of the direct write photolithography system *μPG 101* (Heidelberg Instruments) for design of the grayscale masks in a Sn/In bilayer is analyzed. The device emits laser radiation at wavelength 375 nm. The maximum power $P = 70$ mW. The Sn/In (2 nm Sn and 40 nm In) was sputtered on a glass surface in a vacuum coating device. Izmantojot vakuumputināšanas klāsteri, uz stikla virsmas tika uzklāts Sn/In dubultslānis (2 nm Sn un 40 nm In). The bilayer was exposed in several areas at various levels of laser power ranging from 10 mW to 70 mW in steps of 10 mW. For every power level the optical density was calculated. The optical density of fully exposed area was 0.22 while unexposed area had optical density 0.45. Generally, the optical density varied linearly with the laser power.

SPEKTRĀLI PIELĀGOJAMA LED GAISMAS AVOTA IZVEIDE

Sergejs Fomins, Māris Ozoliņš
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Balstoties uz dienas gaismas spektra pierakstiem gada garumā, ir iegūtas sezonālās un diennakts gaismas plūsmas un potenciāls cilvēka acs tīklenes receptoru ierosinošais faktors Latvijas platuma grādos. Salīdzinot iegūtos datus ar Spānijas pētnieku (Hernández - Andrés et al., 2001) datubāzi ir atklājies savādāks fizioloģiski svarīga apgaismojuma raksturs. Šīs atziņas ir pamats Latvijas apstākļiem paredzēta spektrāli dinamiski pielāgojama LED apgaismojuma izveidošanai. Tika izmantota komerciāli pieejama gaismas diožu tehnoloģija, jaukšanai izmantojot RGB diodes ar papildus dzeltenu (592 nm) vai zaļo (525 nm) komponenti atkarībā no RGB sastāva. Diožu vadīšanai tiek izmantots Atmel Atmega 2560 mikrokontrolieris ar 500 Hz impulsa modulācijas frekvenci. Tika izveidots RyGB un RGcB krāsu jaukšanas modelis balstīts uz piedāvātā RAGB modeļa (Žukauskas et al., 2012). Turpmākais solis ir dinamiskā RyGcB avota vadīšana pēc dabiskiem gaismas maiņas principiem.

DESIGN OF SPECTRALLY TUNABLE LED SOURCE

Sergejs Fomins, Māris Ozoliņš
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Based on the experimentally acquired annual daylight spectrum data, seasonal and diurnal luminous flux and potential human retinal receptor activation factor is obtained for Latvian latitudes. Comparing the data obtained with the Spanish researchers (Hernández - Andrés et al., 2001) database has shown different characteristics of physiologically relevant changes of light. Acquired knowledge is the basis for design of Latvian conditions impressed spectrally dynamically customizable solid state lighting. We have implemented commercially available LED technology, using RGB LEDs with the addition mixture of yellow (592 nm) and cyan-green (525 nm) components for production of customizable white light. Intensities of diodes are controlled with Atmel Atmega 2560 microcontroller with 500 Hz pulse width modulation frequency. The RyGB and RGcB color mixing models developed without substantially changes of photopic function based on the RAGB model provided (Žukauskas et al., 2012). A further step is the dynamic RyGcB source management after natural light changing principles.

INTERFERENCES LITOGRAFĪJAS PIELIETOJUMS DIFRAKTĪVO PLANĀRO OPTISKO LEMENTU IEGŪŠANAS PROCESĀ

Uģis Gertners, Jānis Teteris
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Darba ietvaros ir pētītas iespējas iegūt specifiskus planāros optiskos elementus ar noteiktu pielietojumu fotonikā. Precīzs izpētes virziens ir saistīts ar monohromatiskas gaismas emitējošu iekārtu jeb aktīvo vidi sadalītās atgriezeniskās saites lāzeriem (no angļu val. *distributed feedback* jeb DFB). DFB lāzers sastāv no periodiska difrakcijas režģa, kuram ir uznešts virsū luminiscentis materiāls. Dotais elements kalpo kā lāzera aktīvā vide, un rezonanses gadījumā izstaro tikai ļoti šaurā viļņa garuma spektrā. Kā optisko elementu iegūšanas un izpētes metode ir izvēlēta interferences litogrāfija jeb hologrāfiskais ieraksts. DFB bezspoguļu lāzeros atgriezenisko saiti nodrošina Brega izkliede no aktīvā reģiona periodiskās struktūras. Izstarotās gaismas viļņa garums ir atkarīgs no šī perioda lieluma. Īpaša uzmanība tiek veltīta difrakcijas režģu ar periodu zem 200 nm ierakstam amorfās hahloģenīdu pusvadītāju plānās kārtiņās. Iegūtais difrakcijas režģis kalpo kā spogulis, selektīvi atstarojot tikai noteikta viļņa garuma gaismu jeb modas. Savukārt, modas izvēle ir atkarīga no simulētā emisijas spektra luminiscentam materiālam. Darba ietvaros izpēte tiek sākota ar DCM lāzera krāsvielu, kurai ir salīdzinoši labi raksturojošie parametri. Iespēju robežās tiek pētītas dažādu materiālu kombinācijas gan pamata difrakcijas režģim, gan arī luminiscentam materiālam.

DEVELOPMENT OF INTERFERENCE LITHOGRAPHY FOR THE PRODUCTION OF DIFFRACTIVE PLANAR OPTICAL ELEMENTS

Uģis Gertners, Janis Teteris
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

This work is related to study the possibilities to obtain planar optical elements for the photonics application. The core object of this research is to find a new approach for the production of the active region of the distributed feedback (DFB) laser. DFB laser is a type of laser where the active region of the device is periodically structured as a diffraction grating. The structure builds a one-dimensional interference grating and provides optical feedback for the laser. The grating is constructed so as to reflect only a narrow band of wavelengths, and thus produce a single longitudinal lasing mode. In this work the diffractive gratings are obtained in amorphous chalcogenide thin films by direct holographic recording technique, and a laser dye DCM is chosen to be the luminescent medium for the active region. Special attention is given to diffractive gratings with period less than 200 nm and various other material combinations for the DFB laser are discussed in more detail.

Financial support provided by Scientific Research Project for Students and Young Researchers Nr. SJZ/2016/7 realized at the Institute of Solid State Physics, University of Latvia is greatly acknowledged.

VARA MIKROPIEMAIŠĪJUMU NOTEIKŠANA SILĪCIJĀ, IZMANTOJOT ZEMO TEMPERATŪRU FTIR-SPEKTROSKOPIJAS METODI

Georgijs Čikvaidze

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Parādīta iespēja noteikt vara mikropiemaisījumus monokristāliskā silīcijā, izmantojot zemo temperatūru Furjē-spektroskopijas metodi. Vara mikropiemaisījumi tika ieviesti silīcijā attīrīšanas un seržu audzēšanas un pārstrādes procesā, izmantojot elektronu-kūļa metodi. Vara piemaisījumi pasliktina produktivitāti un elektronisko ierīču kvalitāti kuri tiek ražoti uz silīcija bāzes. Tāpēc, noteikt vara piemaisījumu koncentrāciju silīcijā ppba un pat ppta līmeņos, ir svarīgs analītisks uzdevums. Eksperimenti tika veikti, izmantojot Vertex 80V FTIR- spektrometru (Bruker, Vācija). Spektrālā izšķirtspēja = 0,5 cm⁻¹. Mērījumu laikā paraugi atradās vakuuma hēlija kriostata pie 7K temperatūras.

Spektru mērījuma laikā paraugs tika pakļauts gaismas ar enerģiju > 1,1 eV. Mūsu teorētiskie aprēķini liecina, ka līnijām, kas atbilst vara elektronu spektram jābūt diapazonā no 64 eV līdz 71 eV. Eksperimentāli tika noteikta spektrālā līnija 530,7 cm⁻¹, kas tiek attiecināta uz vara līniju. Izstrādātā metode ļauj noteikt vara saturu silīcijā ppta līmenī, ko nevar noteikt izmantojot citas metodes.

DETECTION OF TRACE COPPER IMPURITIES IN SILICON USING LOW-TEMPERATURE FTIR-SPECTROSCOPY

George Chikvaidze

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The possibility to determine the presence of trace copper impurity in silicon monocrystals using low-temperature Fourier spectroscopy is demonstrated. Copper micro impurity was introduced into silicon during purification and growing of rods using electron beam technology. Copper impurities degrade the productivity and quality of electronic devices produced on a silicon basis. Therefore, the determination of concentrations of copper impurities in silicon up to ppba and even ppta level is an important analytical task. Experiments were made using Vertex 80v FTIR-spectrometer (Bruker, Germany). The spectral resolution = 0,5 cm⁻¹. During the measurements, the samples were in a helium vacuum cryostat at a temperature of 7 K. During the spectral measurement, the sample was exposed to light with an energy of > 1,1 eV. Our theoretical calculations showed that the lines corresponding to the electron spectrum of copper should be in the region of 64 eV to 71 eV. The experimentally observed spectral line 530.7 cm⁻¹, which is attributed to copper lines. The developed method allows to determine the content of copper in silicon at ppta, that is impossible for other analytical methods.

23. februāris

TEORIJA UN MODELĒŠANA

TiO₂ NANOCAURUĻU VIRSMAS MODELĒŠANA AR IEROBEŽOTO 2D STUKTŪRU FORMĀLISMU

Oļegs Lisovskis¹, Sergejs Piskunovs¹, Jurijs Žukovskis¹, Dmitrijs Bočarovs¹,
Stephane Kenmoe², Eckhard Spohr²

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Duisburga-Essena Universitātes Teorētiskās ķīmijas departaments*

Katalizatoru modelēšana ūdens molekulu fotokatalītiskai šķelšanai ir viens no intensīvi pētāmiem zinātnes virzieniem. Nanocauruļu katalizatoriem tiek pievērsta atsevišķa uzmanība. Labākai fotokatalītisko procesu izprašanai ir nepieciešamas atkarīgas-no-laika blīvuma funkcionāla teorijas (Time-Dependent Density Functional Theory, TD-DFT) un molekulārās dinamikas (MD) pieejas. Diemžēl tāda liela mēroga modelēšana nanocaurulēm praktiski nav iespējama, izmantojot mūsdienu datoru resursus, tādēļ ir svarīgi izstrādāt vienkāršākus 2D modeļus piemērotus nanocauruļu virsmu aprakstīšanai.

Agrāk mēs pētījām kā dopēto, tā arī nedopēto (101) un (001) TiO₂ nanocauruļu fotokatalītiskās īpašības, izmantojot DFT metodi. Lai padarītu iespējamu modelēšanu ar TD-DFT un MD metodēm, mēs izstrādājām trīs dažādus nanocauruļu modeļus 2D formālisma ietvaros. Tie tika novērtēti ar DFT metodi.

Mēs parādījām, ka viens no modeļiem dod labākus rezultātus modelējot (001) nanocaurules ar biezāku sienu, un cits – modelējot (101) nanocaurules ar plānāku sienu. Tiek sagaidīts, ka šīs pieejas ietvaros mēs varam modelēt arī nanocaurules, veidotas no citiem materiāliem.

MODELING A TiO₂ NANOTUBULAR SURFACE WITHIN FORMALISM OF A CONSTRAINED 2D STRUCTURE

Oleg Lisovski¹, Sergei Piskunov¹, Yuri Zhukovskii¹, Dmitry Bocharov¹,
Stephane Kenmoe², Eckhard Spohr²

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Department of Theoretical Chemistry, University of Duisburg-Essen*

Modeling of catalysts for solar-light-driven water splitting is one of the most intensively investigated research directions. Nanotubular catalysts attract particular attention. For a better understanding of photocatalytic processes Time-Dependent Density Functional Theory (TD-DFT) and Molecular Dynamics (MD) approaches are required. On large-scale nanotubes (NTs) such calculations are not feasible with current computational power, therefore it is important to develop a 2D model suitable for description of NT surface.

Previously we have performed study of photocatalytic properties of TiO₂ NTs of two different configurations, (101) and (001), both pristine and doped, at the level of DFT. In order to make the calculations feasible with TD-DFT and MD methods we prepared three different models of these NT configurations via 2D approach with various constraints of different complexity. These models were estimated by means of DFT.

We show that one sort of the constraints would produce better results when modeling (001) NTs with a thicker wall, and another sort – for the (101) configuration with a thinner wall due to nature of applied constraints. We suggest that our approaches would also be useful for NTs fabricated of other materials.

Y UN Ti PĀRU MIJIEDARBĪBAS *fcc* Fe REŽĢĪ SALĪDZINĀJUMA ANALĪZE: APRĒĶINI NO PIRMAJĒM PRINCIPIEM

Aleksejs Gopejenko¹, Jurijs Žukovskis¹, Pavel V. Vladimirov², Jevgenijs Kotomins¹, Jurijs Mastrikovs¹,
Vladimir A Borodin³, Anton Möslang²

¹Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts

²Karlsruhe Institut für Technologie, Institut für Angewandte Materialien

³NRC "Kurchatov Institute"

Oksīdu stiprināti tēraudu materiāli ir aplūkoti kā strukturālo materiālu kandidāti nākotnes termiskās sintēzes reaktoriem, Tie ļauj palielināt nākotnes kodolsintēzes reaktoru darba temperatūru uz apmērām 100°C līdz 650°C un augstāk palielinot reaktoru efektivitāti. Visbiežāk Y_2O_3 ir izmantots lai pastiprināt tēraudu materiālus. Tas ir viens no stabilākajām oksīdiem ar kušanu temperatūru daudz lielāk par ODS tēraudu veidošanas temperatūru.

Tieši tas var būt ļoti svarīgs oksīdu daļiņu veidošanai ODS tēraudos.

Neskatoties uz to, ka tika veikti vairāki eksperimentālie un teorētiskie pētījumi, oksīdu daļiņu veidošanas principi joprojām nav pilnīgi izprasti.

$Y_2Ti_2O_7$ kā arī YTi_2O_5 izmantošana lai saražot ODS tēraudus būtiski samazina oksīdu daļiņu izmēru kā arī ietekme uz ODS daļiņu vienmērīgo sadalījumu metāliska matricā.

Aprēķini tika veikti izmantojot plakānu viļņu blīvuma funkcionālu teorijas (DFT) metodi. Tika veikti Ti pāru mijiedarbības aprēķini ar Ti, Y, O un vakancēm dažādos attālumos starp defektiem.

Tika aprēķinātas saites enerģijas visiem konfigurācijām, kā arī tie tika salīdzināti Y mijiedarbībām ar citiem defektiem. Ti modelēšanas rezultāti ir kvalitatīvi līdzīgi ar Y modelēšanas rezultātiem. Vislielākā saites enerģija tika aprēķināta starp Ti un vakance kā pirmie tuvākie kaimiņi. Saites enerģija netika atrasta starp diviem Ti atomiem kā arī starp Ti un Y atomiem. Saites enerģija netika atrasta starp Ti un O atomiem, kad O atoms atradījās oktaedriskā starpmezgla pozīcijā pirmā koordinācijas sfērā.

A COMPARATIVE ANALYSIS OF Y AND Ti PAIRWISE INTERACTIONS IN *fcc* Fe LATTICE: THE FIRST PRINCIPLE CALCULATIONS

Aleksejs Gopejenko¹, Yuri F Zhukovskii¹, Pavel V. Vladimirov², Eugene A Kotomin¹,
Yuri A Mastrikov¹, Vladimir A Borodin³, and Anton Möslang²

¹Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts

²Karlsruhe Institut für Technologie, Institut für Angewandte Materialien

³NRC "Kurchatov Institute"

Oxide dispersed strengthened steels are considered as promising structural materials for future thermal synthesis reactors. In particular, the implementation of ODS steels allows increasing the operating temperature of the future fusion and advanced fission reactions by 100°C up to 650°C or even higher, thus increasing the efficiency of the reactor. The most commonly used material for the strengthening of the reduced activation ferritic-martensitic steels was found to be Y_2O_3 . It is one of the most stable oxides with the melting temperature higher than the that of the steels. This might be crucial for the formation of the oxide particles in ODS steels.

ODS steels are widely studied both experimentally and theoretically to explain the principles of ODS particle formation, which are not fully understood yet.

Implementation of $Y_2Ti_2O_7$ or even YTi_2O_5 to produce ODS steels leads to the significant reduction of the size of the nanoparticles as well as it affects the homogeneity of the ODS particle distribution in the steel matrix.

The calculations have been performed using the plane wave density functional theory (DFT). The calculations of the Ti pair-wise interaction with Ti, Y, O, and vacancies have been performed at different mutual distances. The binding energies have been assessed for all calculated configurations and compared with the results of the modelling of Y pair-wise interactions. The results of Ti modelling are qualitatively similar to the modelling of Y pair-wise interactions. The largest binding energy was found between Ti and vacancy as the first nearest neighbours. No binding has been found between two Ti atoms as well as between Y and Ti. No binding was found between Ti and O in the octahedral interstitial position when Ti was placed in the first coordination sphere.

This work has been carried out within the framework of the EUROfusion Consortium and has received funding from the Euratom research and training programme 2014-2018 under grant agreement No 633053.

KORUNDA STARPMEZGLU SKĀBEKĻA ATOMU ĪPAŠĪBU UN MOBILITĀTES APRĒĶINI NO PIRMAJIEM PRINCIPIEM

Aleksandrs Platonenko, Jurijs Žukovskis, Deniss Grjaznovs, Jevgeņijs Kotomins
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Radiācijas izraisītas izmaiņas strukturālās un optiskās korunda īpašībās, galvenokārt, ir saistītas ar primāriem Frenkeļa defektiem: neitrāliem un lādētiem starpmezglu atomiem O_i , kā arī skābekļa vakancēm V_O (F -centri). Atšķirībā no tām, starpmezglu atomi vēl nav labi izpētīti. Jaunākie pētījumi secina, ka lādētie defekti ir stabilāki, bet pie dažiem apstākļiem neitrālie defekti arī var pastāvēt.

Šajā pētījumā mēs veicam korunda neitrālo un lādēto starpmezglu atomu īpašību un mobilitātes *ab initio* aprēķinus izmantojot CRYSTAL14 programmu. Tika salīdzināti neitrālo un lādēto defektu ģeometrija un difūzijas enerģijas, Malikena atomu lādiņi, elektronu blīvuma sadalījums un vibrācijas frekvences. Gan lādēts, gan neitrāls starpmezgla skābekļa atoms veido pāri ar regulāro skābekļa atomu, simetriski izvietojoties ap regulāro skābekļa pozīciju. O_i - O_{reg} attālumi ir 1,4 Å neitrālam defektam un 1,84 Å lādētam defektam. Elektronu blīvuma diagrammās un Malikena analīzes rezultātos nav pazīmju, kas varētu liecināt ka starp O_i un O_{reg} ir kovalenta saite un veidojas peroksīda vai superoksīda jons. No otras puses, neitrāla defekta gadījumā ir novērojama fononu frekvence, kurā ieguldījumu dod divu skābekļa atomu svārstības, O_i un O_{reg} .

AB INITIO STUDY ON PROPERTIES AND MOBILITY OF OXYGEN INTERSTITIALS IN CORUNDUM

Aleksandrs Platonenko, Yuri. F. Zhukovskii, Deniss Gryaznov, Eugene A. Kotomin
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Radiation-induced changes in the structural and optical properties of corundum are mainly associated with primary Frenkel defects: neutral and charged interstitial oxygen atoms O_i , as well as oxygen vacancies V_O (F -type color centers). Unlike the latter, the former are not well studied yet. Recent studies concluded that defects in their highest charge states are more stable under most conditions, but in some regimes neutral defects also exist.

In this study, we present results of periodic *ab initio* simulations on properties and mobility of charged and neutral oxygen interstitials using the CRYSTAL14 computer code. The defect geometries, migration energies, Mulliken atomic charges, electron density distributions and vibrational frequencies are compared for the neutral and charged impurities. Both types of interstitial defects form a dumbbell pair with regular oxygen atom, being located symmetrically around a regular site. The O_i - O_{reg} distances are 1.44 Å for the neutral defect and 1.84 Å for the charged one, respectively. Electronic density plots and the Mulliken population analysis do not show any signs of the O_i - O_{reg} covalent bond and peroxide or superoxide ion formation. On the other hand, the analysis of calculated phonon frequencies in the case of neutral defect demonstrated clearly the presence of one with the contribution of the two oxygen atoms, i.e. O_i and O_{reg} .

ScF₃ KVANTU ĶĪMIJAS UN MOLEKULĀRĀS DINAMIKAS PĒTIJUMI

Dmitrijs Bočarovs¹, Jurijs Rafalskis¹, Pjotrs Žguns¹, Sergejs Piskunovs¹, Aleksejs Kuzmins¹,
Juris Purāns¹, Aleksandrs Kalinko¹, Matthias Krack², Francesco Rocca³, Shebab Ali⁴,
Roberts.A. Evarestovs⁵

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Paula Šerera institūts*

³*IFN-CNR, Fotonikas un nanotehnoloģijas institūts*

⁴*Suecas kanāla universitāte*

⁵*Sanktpēterburgas Valsts universitāte*

Skandija trifluorīds (ScF₃) ir perovskita tipa materiāls, kuram piemīt vienkārša kubiskā struktūra, un kurš pievērsa uzmanību izteiktas negatīvā termiskā izplešanās dēļ plašā temperatūru diapazonā (0-1100 K). Šajā darbā ScF₃ elektroniskā struktūra, režģa dinamika un fononu anharmonisms tika pētīti, izmantojot kvantu ķīmijas metodes. Mēs esam izstrādājuši vienkāršu modeli, kura pamatā ir fononu simetrijas analīze, kā arī difrakcijas un EXAFS eksperimentālie dati. Piedāvātais modelis ļāva reproducēt neparasto divu joslu uzvedību eksperimentāli novērotajā infrasarkanā staru absorbcijas spektrā.

Izmantojot ab initio molekulārās dinamikas (AIMD) aprēķinus kopā ar MD-EXAFS pieeju, mēs sekmīgi aprakstījām ScF₃ strukturālas īpašības atkarībā no temperatūras. Lai izvērtētu rezultātu stabilitāti, tika veikti aprēķini vairākiem atšķirīgiem superšūnu izmēriem izobāriskā izotermiskā ansamblī. Tika iegūta informācija par režģa konstanti, ķīmisko saišu leņķu sadalījuma un atomu radiālā sadalījuma funkciju atkarību no temperatūras. Mūsu rezultāti norāda uz to, ka AIMD spēj kvantitatīvi aprakstīt negatīvās termiskās izplešanās efektu, kas varētu būt saistīts ar ScF₆ oktaedru kustību. Pētījums ir finansiāli atbalstīts Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūta Studentu un Jauno zinātnieku projekta Nr. SJZ/2015/6 ietvaros.

QUANTUM CHEMISTRY AND MOLECULAR DYNAMICS STUDIES OF ScF₃

Dmitry Bocharov¹, Jurijs Rafalskij¹, Pjotrs Žguns¹, Sergejs Piskunov¹, Alexei Kuzmin¹,
Juris Purans¹, Aleksandrs Kalinko¹,
Matthias Krack², Francesco Rocca³, Shebab Ali⁴, Roberts A. Evarestov⁴

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Paul Scherrer Institute, Switzerland*

³*IFN-CNR, Institute for photonics and nanotechnologies*

⁴*Suez Canal University*

⁵*Saint-Petersburg State University*

Scandium fluoride ScF₃ is a perovskite-type material which has a simple cubic structure and attracts attention due to its large negative thermal expansion (NTE) over a wide range of temperatures (0-1100 K). In this study ScF₃ electronic structure, lattice dynamics and phonon anharmonicity were studied using quantum chemistry methods. We have developed a simple model based on the symmetry analysis of phonon modes and the use of temperature-dependent results from diffraction and EXAFS experiments. The suggested model allowed us to reproduce the unexpected experimental behavior observed for two bands in the infrared absorption spectrum of ScF₃.

Using ab initio molecular dynamics (AIMD) simulations together with the MD-EXAFS approach we successfully described temperature-dependent structural properties of ScF₃. The simulations were performed in the isothermal-isobaric ensemble for several different supercell sizes to investigate the stability of results. The information on the temperature dependence of the lattice constant, inter-atomic bond angle distributions and radial distribution functions was obtained. Our results suggest that AIMD calculations are able to reproduce qualitatively the NTE effect in ScF₃, which is attributed to the tilting motion of ScF₆ octahedra. Financial support provided by Scientific Research Project for Students and Young Researchers Nr. SJZ/2015/6 realized at the Institute of Solid State Physics, University of Latvia is greatly acknowledged.

23. februāris

MATERIĀLU STRUKTŪRA

REAKTĪVĀ MAGNETRONĀ UZPUTINĀŠANĀ IZMANTOTĀS SKĀBEKĻA PLŪSMAS IETEKME UZ ZnO:Al PLĀNO KĀRTIŅU STRUKTŪRU, ELEKTRISKAJĀM UN OPTISKAJĀM ĪPAŠĪBĀM

Mārtiņš Zubkins, Roberts Kalendarevs, Jevgēņijs Gabrusenoks, Georgijs Čikvaidze,
Andris Āzens, Kaspars Vilnis, Juris Purāns
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Caurspīdīgajiem un elektrovadošajiem oksīdiem (TCO) piemīt unikālas un noderīgas īpašības. Visvairāk lietotais TCO materiāls elektroniskos pielietojumos ir $\text{In}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ (ITO). ITO jāmeklē alternatīva, jo tam raksturīga neprognozējama cenas izmaiņa un ITO kārtiņu izgatavošanas nosacījumi nav piemēroti uz lokanām polimēra plēvēm [1]. Ar reaktīvo magnetrono uzputināšanu izgatavotās ZnO:Al (AZO) kārtiņas tiek plaši pētītas, kā alternatīva ITO, un to īpašības ir stipri atkarīgas no procesā izmantotā skābekļa daudzuma.

Šajā darbā tika izgatavotas AZO kārtiņas ar reaktīvo magnetrono uzputināšanas metodi pie dažādām skābekļa plūsmām. Paraugu sastāvs, struktūra, elektriskās un optiskās īpašības tika pētītas ar XRF, virsmas profilometriju, XRD, Holla efektu un absorbcijas mērījumiem redzamajā un tuvajā-infrasarkanajā spektra daļā.

Pie mazām skābekļa plūsmām izgatavotajās AZO kārtiņās ir strauji pieaugusi Al pret Zn koncentrāciju attiecība, kas izskaidrojams ar neoksidēto Zn atomu desorbciju no augošās kārtiņas virsmas. Kārtiņas kristalizācija uzlabojas, ja tiek izmantota lielāka skābekļa plūsma. Elektriskajai pretestībai ir minimums pie noteiktas skābekļa plūsmas vērtības. Gan fundamentālās absorbcijas malas nobīde UV spektra daļā, gan absorbcijas izmaiņa NIR daļā korelē ar brīvo elektronu koncentrāciju vadāmības zonā.

INFLUENCE OF THE OXYGEN GAS FLOW ON THE STRUCTURE, ELECTRICAL AND OPTICAL PROPERTIES OF ZnO:Al THIN FILMS DEPOSITED BY REACTIVE MAGNETRON SPUTTERING

Mārtiņš Zubkins, Roberts Kalendarevs, Jevgēņijs Gabrusenoks, George Chikvaidze,
Andris Azens, Kaspars Vilnis, Juris Purans
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Transparent conductive oxides (TCO) have unique and useful properties. The most utilized TCO material for electronic applications is $\text{In}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ (ITO). It is necessary to search for the ITO alternative, because of unpredictable nature of the indium price as well as the preparation conditions of the ITO films are improper for deposition on the flexible polymer substrates [1]. ZnO:Al (AZO) films deposited by reactive magnetron sputtering are widely studied as a ITO alternative and their properties are strongly dependent on the content of oxygen used in the deposition process.

In this study, AZO films were deposited by reactive magnetron sputtering with varied oxygen gas flow. The composition, structure, electrical and optical properties were studied by XRF, surface profilometry, XRD, Hall effect and absorption measurements in the visible and NIR spectrum range.

The Al to Zn concentration ratio in the AZO films prepared with the low oxygen gas flow increases sharply. It can be explained by the desorption of the not oxidized Zn atoms from the growing films surface. The crystallinity of the films improves with the oxygen gas flow. The electrical resistivity has the minimum at the certain value of the oxygen gas flow. Both the shift of the fundamental absorption edge in the UV part and the change of the absorption in the NIR correlate with the density of electrons in the conductive band.

[1] S. C. Dixon et al., *J. Mater. Chem. C* **4**, (2016) 6946-6961

NANOKRISTĀLISKU SAVIENOJUMU PĒTĪJUMI, IZMANTOJOT APGRIEZTO MONTE-KARLO METODI

Inga Jonāne, Aleksejs Kuzmins
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Zināms, ka materiāliem nanoizmērā ir no makroskopiskiem materiāliem atšķirīgas īpašības. Lai materiāliem rastu jaunus pielietojumus, jāzina to struktūras īpatnības. Struktūras pētījumiem var tikt izmantotas vairākas eksperimentālās un uz skaitliskiem aprēķiniem balstītas metodes.

Rentgenstaru absorbcijas spektroskopija (RAS), pateicoties augstas kvalitātes sinhrotronajam starojumam, sniedz būtisku informāciju gan par parauga elektronisko, gan par lokālo atomāro apkārtni ap absorbējošo atomu. Tradicionālās rentgenstaru absorbcijas spektru analīzes metodes sniedz ierobežotu informāciju par parauga lokālo struktūru vai sarežģītāku sistēmu gadījumos (piemēram, nanoizmēra materiāliem) tās pat nav iespējams izmantot daudzo izkliedes ceļu dēļ. Tādas, uz skaitliskiem aprēķiniem balstītas, metodes kā apgrieztā Monte-Karlo (RMC) metode un klasiskā molekulārā dinamika (CMD) ļauj iegūt daudz plašāku informāciju par materiālu struktūru.

Darbā ar eksperimentālajām (RAS) un teorētiskajām (CMD, RMC) metodēm tiek pētīta nanokristāliskā (2-50 nm) itrija oksīda (Y_2O_3) lokālā struktūra. Y_2O_3 nanodaļiņas, iestrādātas tēraudā, varētu uzlabot tā mehānisko izturību augstu temperatūru un radiācijas ietekmē.

STUDY OF NANOCRYSTALLINE MATERIALS USING REVERSE MONTE-CARLO METHOD

Inga Jonane, Alexei Kuzmin
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

It is known that properties of materials at nanoscale differ from those in the bulk. To find new applications of materials it is important to know their structure peculiarities. Several experimental and simulation-based methods can be applied for structural investigations.

Due to the high quality of synchrotron radiation, X-ray absorption spectroscopy (XAS) provides us with important information about electronic structure and local atomic environment around absorbing atom in the sample. Traditional methods of X-ray absorption spectra analysis give us only limited information about the local structure of a material or in more complex situations they fail due to the large amount of multiple-scattering contributions. At the same time, simulation-based methods, such as reverse Monte-Carlo (RMC) method and classical molecular dynamics (CMD), allow us to extract more structural information.

In this work we use both experimental (XAS) and theoretical (CMD, RMC) methods to investigate the local structure of nanocrystalline (2-50 nm) yttrium oxide (Y_2O_3). Y_2O_3 nanoparticles embedded in steel can improve its mechanical strength at high temperatures and under irradiation.

STRUKTŪRA UN FĀŽU PĀREJAS $(1-x)\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3-x\text{ATiO}_3$ (A – Pb, Ba) CIETAJOS ŠĶĪDUMOS ZEM MORFOTROPĀS FĀŽU ROBEŽAS

Reinis Ignatāns, Maija Antonova, Edgars Nitišs, Māris Kundziņš, Ēriks Birks
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Pēdējā laikā ir konstatēts, ka nepolarizētā $\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3$ (NBT) plašā temperatūru apgabālā, kas iekļauj istabas temperatūru, ir novērojama nevis tīra romboedrisko fāzē, bet fāžu koeksistence ar, visticamāk, nepolāru ortorombisku fāzi. Tas izraisa jautājumu par struktūras raksturošanu NBT cietajos šķīdumos, tuvojoties morfotropajai fāžu robežai (MPB), kas tiek intensīvi pētīta sakarā ar sagaidāmajām perspektīvajām elektromehāniskajām īpašībām šajā koncentrāciju diapazonā. Šajā darbā veikta $(1-x)\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3-x\text{ATiO}_3$ (A – Pb, Ba) cieto šķīdumu struktūras, dielektrisko un elastisko īpašību pētījumi, noteikta otrās optiskās harmonikas temperatūras atkarība. $(1-x)\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3-x\text{PbTiO}_3$ cietajos šķīdumos konstatēta izteikta romboedriskās fāzes stabilizācija, tuvojoties MPB. Segnetoelektriskā fāžu pāreja, ko tūrā nepolarizētā NBT ir grūti identificēt, pieaugot PbTiO_3 koncentrācijai transformējas par izteiktu 1.veida fāžu pāreju. Iegūtie rezultāti ne tikai ļauj precīzāk raksturot NBT cieto šķīdumu struktūru, bet arī labāk raksturot fāžu pārejas tūrā NBT.

STRUCTURE AND PHASE TRANSITIONS IN $(1-x)\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3-x\text{ATiO}_3$ (A – Pb, Ba) SOLID SOLUTIONS BELOW MORPHOTROPIC PHASE BOUNDARY

Reinis Ignatans, Maija Antonova, Edgars Nitiss, Maris Kundzinsh, Eriks Birks
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Recently coexistence of rhombohedral and another, presumably nonpolar orthorhombic phase, instead of pure rhombohedral phase was shown to exist in unpoled $\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3$ (NBT) in wide temperature region including room temperature. Such a finding raises question about characterisation of structure in NBT based solid solutions upon approaching morphotropic phase boundary (MPB), which is widely studied due to expectations of promising electromechanical properties in this concentration range. In present study $(1-x)\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3-x\text{ATiO}_3$ (A – Pb, Ba) solid solutions are studied in terms of structure and character of phase transition, evaluated from dielectric, elastic properties as well as temperature dependence of second optical harmonic. Clear stabilisation of rhombohedral phase is found in $(1-x)\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3-x\text{PbTiO}_3$ solid solutions upon approaching of MPB. Ferroelectric phase transition, which in pure NBT in depoled state is hard to identify, in studied solid solutions transforms into well expressed 1st order phase transition. Obtained results allow not only more correctly characterise structure of NBT solid solutions in rhombohedral side of MPB, but allow also better characterise phase transition in pure NBT.

This work has been supported by the National Research Program in the framework of project “Multifunctional Materials and composites, photonics and nanotechnology (IMIS²)”.

TREKU PĀRKLĀŠANĀS LOMA DISLOKĀCIJU VEIDOŠANĀS PROCESĀ AR AUGSTAS ENERĢIJAS JONIEM APSTAROTĀ LiF

Roberts Zabels, Jānis Maniks, Rolands Grants, Ilze Manika
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Prizmatisko dislokāciju cilpu rašanās ar augstas dozas ātrajiem joniem apstarotos LiF kristālos ir daudzkārt eksperimentāli apstiprināta. Šis darbs veltīts treku pārklāšanās lomas izpētei dislokāciju veidošanā ar MeV-GeV enerģijas smagajiem (^{197}Au , ^{209}Bi , ^{238}U) un vieglajiem joniem (^{12}C) istabas temperatūrā apstarotos LiF kristālos. Individuālos smago jonu trekos novēroti tikai dislokāciju aizmetņi, bet dislokāciju rindas trekos parādās pie augstākām fluencēm. Novērtēta jonu divkārtšo trāpījumu varbūtība un ieguldījums apstarotā laukuma veidošanā atkarībā no fluences. Iegūtie dati salīdzināti ar dislokāciju struktūras novērojumiem un nanoindentēšanas datiem smagajiem (^{238}U) un vieglajiem (^{12}C) joniem apstarotā LiF. Konstatēts, ka sliekšņa fluence ķīmiski kodināmu dislokāciju veidošanai un detektējama cietināšanās efekta sasniegšanai gan smago, gan vieglo jonu gadījumā ir tuva divkārtšo trāpījumu maksimumam atbilstošajai fluencei. Secināts, ka intensīva dislokāciju augšana aizsākas, jonu trekus skarot iepriekš apstarotus un dislokāciju aizmetņus saturošus apgabalus. Dislokāciju augšana saskaņā ar Hobbsa modeli noris, aizmetņiem kalpojot kā radiācijas defektu piesaistes vietai. Turpmākā fluences paaugstināšana noved pie dislokāciju augšanas un uzkrāšanās daudzkārtēju treku pārklāšanās aktu rezultātā.

THE ROLE OF TRACK OVERLAPPING IN THE PROCESS OF DISLOCATION FORMATION IN LiF IRRADIATED WITH SWIFT IONS

Roberts Zabels, Jānis Maniks, Rolands Grants, Ilze Manika
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Formation of prismatic dislocation loops in LiF crystals irradiated with high doses of swift ions has been experimentally confirmed on many occasions. This work is devoted to the investigation of the role of ion-track overlapping in the formation of dislocations in LiF single crystals irradiated with MeV-GeV heavy (^{197}Au , ^{209}Bi , ^{238}U) and light (^{12}C) ions at room temperature. In individual tracks of heavy ion only dislocation seeds have been observed, whereas rows of dislocations occur at higher fluences. The probability of ion double-hit events and their contribution in the formation of irradiated surface in dependence on the fluence have been estimated. The obtained data have been compared to the observations of dislocation structure and data of nanoindentation as a structure-sensitive method in LiF irradiated with heavy (^{238}U) and light (^{12}C) ions. It has been found that threshold fluence for chemically etchable dislocations and detectable hardening in the case of both – heavy and light ions is close to the fluence corresponding to the maximum of double-hit probability. It has been concluded that a major growth of dislocations begins when ion tracks hit already pre-irradiated areas which contain dislocation seedlings. The growth of dislocations is explained by the Hobbs model, in which at the room temperature the mobile interstitial fluorine molecules have the detrimental role. The increase of irradiation fluence leads to an accumulation of dislocations and saturation due to multiple overlapping of ion tracks.

The financial support of the national programm IMIS2 is greatly acknowledged.

23. februāris

**IEKĀRTAS, TEHNOLOĢIJAS UN
PROTOTIPI**

ORGANISKĀ IS STAROJUMA SENSORA PROTOTIPA IZVEIDE

Kaspars Pudžs, Jānis Busenbergs, Aivars Vembris, Mārtiņš Rutkis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Attīstoties modernajām tehnoloģijām, aizvien vairāk pieaug nepieciešamība pēc efektīviem, ātrdarbīgiem un lētiem infrasarkanajiem (IS) sensoriem. Infrasarkanā starojuma sensorus var iedalīt pēc to darbības principa: foto-elektriskais efekts, foto-termoelektriskais efekts vai termoelektriskais efekts. Līdz šim izmantotie neorganiskie materiāli ir ar augstu siltum-vadītspēju, kas liedz tos izmantot plānās kārtiņās, turklāt tie ir efektīvāki augstās temperatūrās, kā arī to pieejamība ir ierobežota, kas sadārdzina sensoru izmaksas. Tādēļ projektā kā aktīvā vide sensoram tiek izmantoti organiskie materiāli ar zemu siltum-vadītspēju un lielu Zēbeka koeficientu.

Šī projekta mērķis ir radīt IS starojuma sensora prototipu, kura darbība balstās uz foto-termoelektrisko efektu organisko materiālu plānā kārtiņā. No plašā organisko materiālu klāsta uzsvars tiks likts uz tetrathiotetracēnu, jo šis materiāli ir stabils ar labām termoelektriskajām īpašībām, un iepriekšējie pētījumi rāda potenciālu pielietojumu termoelektriskajos pārveidotājos, kā arī SJZ2015/13 projektā ir demonstrētas foto-termoelektriskā efekta pielietošanas iespējas IS starojuma sensora lietojumos. Šajā darbā tiks atspoguļots līdz šim paveiktais Studentu un Jauno zinātnieku projektā Nr. SJZ2016/2: aprēķini temperatūras sadalījumam plānā organisko kārtiņu un salīdzinājums ar praktiski izmērītajiem rezultātiem.

Pētījums ir finansiāli atbalstīts Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūta Studentu un Jauno zinātnieku projekta Nr. SJZ2016/2 ietvaros.

ORGANIC IR RADIATION SENSOR PROTOTYPE

Kaspars Pudžs, Janis Busenbergs, Aivars Vembris, Martins Rutkis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

There is an increasing need for effective, high-speed and low-cost infrared (IR) sensors with the development of modern technology. Infrared radiation sensors can be categorized by their operating principle: the photo-electric effect, photo-thermoelectric effect or the thermoelectric effect. So far used inorganic materials are with high thermal conductivity, which prevents the use of thin films, and they are more effective at high temperatures, as well as their availability is limited, which increases the sensor costs. Therefore, organic materials with low thermal conductivity and high Seebeck coefficient are used as active media in the sensors.

The aim of this project is to create an IR radiation sensor prototype, which is based on a photo-thermoelectric effect of the organic material layer. From a variety of organic materials, the emphasis will be placed on tetrathiotetracene because this material is stable with good thermal properties, and previous studies in SJZ2015/13 have shown potential applications in thermo-electric converters.

In this work the results of Scientific Research Project for Students and Young Researchers Nr. SJZ2016/2 will be shown: calculations of temperature distribution in organic thin film and a comparison with the measured result.

Financial support provided by Scientific Research Project for Students and Young Researchers Nr. SJZ2016/2 realized at the Institute of Solid State Physics, University of Latvia is greatly acknowledged.

MOBILO VIEDIERĪČU DISPLEJU OLED UN AMOLED GAISMAS DIOŽU STAROJUMA SPEKTRU „DRAUDZĪGUMS” CILVĒKU REDZEI

Māris Ozoliņš^{1,2}, Anna Pastare²

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultāte*

Pēdējā laikā lietotāju rokās nonāk dažādas mobilās ierīces, kuru izmantošanas režīmi ne vienmēr un ne visiem ir adekvāti to pielietošanas primārajai nozīmei. Mūsu studenti lieto tos kā profesionālās un sadzīves vizuālās informācijas avotu. Sasniegumi jaunu gaismas avotu jomā – augstas telpiskās izšķirtspējas litogrāfija ļauj iegūt telpiski plānus gaismas avotus ar šauru spektrālās emisijas platumu (līdz ar to izvairoties no optiskas spektrālās filtrēšanas nepieciešamības) un ar individuālu matriču veida adresāciju. Mēs esam pētījuši pēdējo viedo mobilo telefonu ar OLED un AMOLED starotājiem emisijas spektrus, īpašu uzmanību pievēršot redzes uztveres zilās komponentes rajonam, un savietojuši šīs emisijas maksimumus ar acs fotojutīgo šūnu absorbcijas maksimumiem 450-480 nm spektra rajonā. Uz AMOLED bāzes izveidotie displeji teorētiski ir lielāku riska faktoru ilgstošas lietošanas gadījumā vakara un agrīnas nakts periodā, jo var ietekmēt normālu diennakts nomoda-gulēšanas ritmu. Mēs šīs mobilās ierīces ar izteikti šauriem emisijas spektriem 450-480 nm spektra rajonā lietojam redzes uztveres pētījumos – redzes ilūziju krāsu atkarību noteikšanai virtuālās realitātes adapteros.

MOBILE SMART DEVICE OLED UN AMOLED SCREEN EMISSION FRIENDINESS TO HUMAN VISION

Māris Ozoliņš^{1,2}, Anna Pastare²

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Faculty of Physics and mathematics, University of Latvia*

Recent advances in mobile device technology make these „gadgets” as an effective impress means, and sometimes they are used more oft un longer as essentially predicted. We have investigated recent smartphones with OLED un AMOLED screen emission particularly in blue 450-480 nm „blue hazard” spectral region, coinciding to human eye photosensitive cells absorption maxima. AMOLED screens seem having stronger potential undesirable risk factor in case of prolonged use in evenings short before and even during normal sleep hours within standard circadian rhythm. AMOLED blue emission is concentrated in a relatively narrow and intense band close to sensitivity maxima of human ipRGCs melanopsin cells. We use such mobile devices having pronounced 450-480 nm emission bands in studies of color impact on visual illusions observed in virtual reality adapters. Studies done within IMIS2.

STARPĪBAS SIGNĀLA IZTVERŠANA BIOIMPEDANCES MĒRĪŠANAS LAIKĀ BIOMODULĀCIJAS EFEKTĪVAI ATKLĀŠANAI

Paul Annus¹, Alberts Kristiņš²

¹ Tallinas Tehnoloģiskās universitātes Tomasa Johana Zēbeka elektronikas nodaļa.

² Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Elektriskās bioimpedances (EBI) mērījumi ir vērtīgs instruments audu un orgānu raksturošanai. Gan ilgtermiņa pretestības variācijas, gan īstermiņa biomodulācija virs bāzes pretestības satur vērtīgu informāciju. Lai gan ir instrumenti, kas abus parametrus spēj izmērīt ar pieņemamu precizitāti, tie ir dārgi, liелgabarīta, un nav piemēroti ikdienas lietošanai klīniskās apstākļos. Aparatūrai un signālu apstrādes algoritmiem ir nepieciešama gudra optimizācija, lai veiktu praktisku un noderīgu medicīnas instrumentu izstrādāšanu.

Viena no lielākajām problēmām biomodulācijas pētījumos ir modulācijas mazais dziļums attiecībā pret bāzes impedanci. EBI variācijas, ko izraisa sirds darbība, var būt ļoti mazas, robežās ap 0,1% no visa impedances signāla. Problēmas risinājumam līdz šim ir piedāvātas dažādas metodes. Viena no daudzsološākajām ir tā sauktā nesošā signāla tiešā kompensācija, kad nevēlamo bāzes pretestību atņem pirms tālākas signālu apstrādes, pievienojot pareizas fāzes un koriģētu amplitūdas signālu atbildes signālam no objekta.

Jaunā metode tiek piedāvāta gudrai diferenciālai mērīšanai, kas ļauj digitalizēt modulācijas daļas atbildes signālu ar labu dinamisko diapazonu, vienlaikus samazinot digitalizācijas procesu traucējumu ietekmi.

SAMPLING OF THE RESPONSE SIGNAL DIFFERENCES DURING ELECTRICAL BIOIMPEDANCE MEASUREMENT FOR EFFECTIVE BIO MODULATION DETECTION

Paul Annus¹, Alberts Kristiņš²

¹ Thomas Johann Seebeck Department of Electronics, Tallinn University of Technology

² Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Electrical bioimpedance (EBI) measurement is valuable tool for characterisation of tissues and organs. Both long term impedance variations and short term bio modulation on top of the base impedance carry valuable information. While there is instrumentation which is capable for measurement of both with acceptable accuracy it is costly, bulky, and not suitable for everyday use in clinical surroundings. Clever optimisation of hardware and signal processing algorithms is required for design of the practical and useful medical instruments.

One of the biggest challenges, when acquisition of the bio modulation is required, is related to low modulation depth of the base impedance. EBI variations caused by the cardiac activity can be very low, in the range of 0,1% from the whole impedance signal. Different methods have been proposed so far. One of the most promising ones is so called direct carrier compensation where the unwanted base impedance is subtracted before the further signal processing by adding correctly phased and magnitude corrected measurement signal to the response from the object.

Novel method is proposed for clever differential sampling, which enables digitalisation of the modulation part of the response signal with good dynamic range by simultaneously minimizing adverse impact of the artefacts to the digitalisation process.

APMEKLĒTĀJU SKAITĪTĀJS AR TROKŠŅU NOTURĪGU DETEKTĒJOŠO BLOKU

Alberts Kristiņš

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Līdz šim CFI izstrādātie apmeklētāju skaitītāji kā devējus izmantoja infrasarkanos (IS) raidītājus un uztvērējus, PIR (pasīvie IS) detektorus vai magnētiskos durvju kontaktus (herkonus). Grūtības rodas tad, ja:

- IS starotājus/uztvērējus sarežģīti izvietot vai tuvumā atrodas pretzagļu elektromagnētiskās ierīces, kuras rada ļoti spēcīgus trokšņus;
- PIR detektoru tuvumā ir kondicionēšanas ierīces;
- herkoni neder, ja durvis laiku pa laikam paliek atvērtas.

Tiek piedāvāts vēl viens risinājums, kurš daudzos gadījumos ļauj atrisināt stipras elektromagnētiskās piesārņotības problēmu.

IS sistēmās klasiskajā risinājumā IS starotājs un IS uztvērējs tiek savienoti ar skaitītāja kontrolieri ar gariem vadiem, kuru dēļ pie liela elektromagnētisko trokšņu līmeņa reģistrācijas sistēma kļūst nestabila. Piedāvātajā variantā IS starotājs un IS uztvērējs atrodas paralēli viens otram gaismas neaurspīdīgās ligzdās un vērsti uz kontrolējamo objektu, pie kura piestiprināts gaismas atgriezējs (retroreflektors). Vienā kārbā ar starotāju un uztvērēju atrodas elektroniskais mezgls, kurš nodrošina starotāja darba režīmu (vajadzīgo modulēto impulsu secību), pieņem atbildes signālu no uztvērēja un formē izejas signālu IR/NAV loģiskā līmeņa veidā. Šis iznesamais bloks ar skaitītāju ir savienots ar ekranētu kabeli. Divi kabeļa vadi tiek izmantoti barošanai, pa trešo vadu iznesamā bloka signāls tiek padots uz skaitītāju. Gan skaitītājs, gan iznesamais bloks ir novietoti ārpus intensīva elektromagnētiskā lauka zonas.

VISITORS COUNTER WITH ANTI-INTERFERENCE DETECTION UNIT

Alberts Kristiņš

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Formerly developed in ISSP visitor counters used IR emitters and detectors, PIR (passive infrared) detectors or magnetic door contacts (reed switches) as sensors. But we meet with difficulties in the following case:

- there is a problem with the IR emitters/detectors installation, or there are some anti-thief devices causing high interference near the IR emitters/detectors;
- there are some air conditioning devices near the PIR detectors;
- the reed switch isn't suitable because the door can sometimes be in the open state.

One more option for solving of the high electromagnetic pollution problem is offered here. In the case of classical solution of the IR system, an IR emitter and an IR receiver are connected to the counting controller with long wires, so the system of registration can be unstable when the level of electromagnetic noise is high. In the proposed solution, the IR emitter and the IR receiver are arranged in parallel in the opaque sockets, and are focused on the controlled object where the retroreflector is attached. There is an electronic unit that provides emitter operation mode (the desired modulated pulse sequence), receives the answer signal from the receiver and forms the YES/NO logical output in the common box with the emitter and the receiver. This external block is connected to the controller with the screened cable. Two wires of the cable are used for power supply, and the third is used for the output signal. The controller and the external block are located out of the zone of high electromagnetic field.

23. februāris

**ŪDENRAŽA MATERIĀLI UN
ENERĢĒTIKA**

KĀ ŪDENRAŽA ENERĢĒTIKAS MATERIĀLU LABORATORIJA IEKĻĀUJAS LU CFI JAUNAJĀ STRUKTŪRĀ UN PĒTĪJUMOS?

Jānis Kleperis, Līga Grīnberga, Jūlija Hodakovska, Mārtiņš Vanags, Georgijs Čikvaidze,
Pēteris Lesničenoks, Ainārs Knoks
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Ar 2017.gadu LU Cietvielu fizikas institūts uzsāk lielu gadsimta H2020 projektu "Viedo materiālu pētījumu un tehnoloģiju pārneses ekselences centrs" (CAMART²), kura realizācijas gaitā mainīsies līdzšinējais pētnieciskā darba stils un, iespējams, saturs. Blakus tradicionālajām uz projektiem un objektiem orientētajām zinātniskās pētniecības laboratorijām tiks veidotas horizontālās "atvērtās pieejas" laboratorijas, kuras sniegs pakalpojumus gan pašu, gan citiem pētniekiem, rūpniecības uzņēmumus ieskaitot.

Nav šaubu, ka zinātniskā darba reorganizācija institūtā ir nepieciešama, kaut vai tādēļ, lai pētnieks te justos piederīgs un atbildīgs, lai ne tikai ņemtu, bet arī dotu, lai būtu patriots un lepns par savu piederību te.

Kā šai jaunajā shēmā iederēsies Ūdeņraža enerģētikas materiālu laboratorija? Balstoties uz esošajiem pētniecības virzieniem tiks analizētas laboratorijas atdeves un izdzīvošanas iespējas vecajā un jaunajā shēmās, apkopotas priekšrocības un zaudējumi. Laboratorijas līdzšinējā pieredze intelektuālā īpašuma aizsardzībā neveicināja integrēšanos institūtā – patentus pieteica vai nu pensionāri un studenti, vai caur citiem, arī ārzemju institūtiem. Savukārt tehnoloģiju pārnesē un zinātnisko pakalpojumu sniegšanā gan daļa darbu tiek laisti caur institūtu, bet daļa – caur savu privātu uzņēmumu.

HOW HYDROGEN ENERGY MATERIALS LABORATORY IS EMBEDDING NEW STRUCTURE AND RESEARCH DIRECTIONS OF ISSP UL?

Janis Kleperis, Liga Grinberga, Julia Hodakovska, Martins Vanags, Georgijs Chikvaidze,
Peteris Lesnicenoks, Ainars Knoks
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

In 2017 the ISSP UL launches great century H2020 project "The Excellence Centre of Advanced Material Research and Technology Transfer" (CAMART²), implementation of which will change the style and possibly content of current research work. Beside the traditional on projects and object-oriented research laboratories will be organized horizontal "open access" laboratories, which will provide services to both own and other Latvian, foreign researchers, institutions, including industrial companies. There is no doubt that the reorganization of the scientific work at the Institute is needed, if only because the researcher here might feel as a part, being responsible for it; not only taking but also giving, being a patriot and proud of his affiliation here.

How in this new scheme will fit Hydrogen energy materials laboratory? Based on existing research topics will be analyzed the return and the chances of survival of the laboratory in the old and new schemes, summarized the benefits and losses. Previous experience of Laboratory in protection of intellectual property did not contribute to the integration in the Institute - patents were filed by both pensioners and students, or through other institutes, including foreign one. By contrast, the transfer of technology and scientific services were partly put through the Institute, and partly realized through own private companies.

**LU CFI PĒTNIEKU KOMANDA IEKĻAUTA H2020 PROJEKTA
PIETEIKUMĀ “CO₂ REFORMĒŠANA PAR ETILĒNA OKSĪDU
ELEKTROLĪZES PROCESĀ”**

Jānis Kleperis, Gints Kučinskis, Jūlija Hodakovska, Gunārs Bajārs, Guntars Vaivars,
Juris Žukovskis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Projekta komandu veido 10 dalībnieki no 6 valstīm (Vācija, Anglija, Austrija, Latvija, Polija, Ungārija) koordinators no Vācijas (Fraunhofera Inženierzinātņu un biotehnoloģijas starpnozaru institūts) vadībā.

Biogāzes rūpnīcas un alus ražotnes ir vislabākie tīras ogļskābās gāzes (40-100%) emisiju avoti, kuros realizēt CO₂ elektroķīmiskās rūpnīcas konceptu. Projektā piedāvātais tehnoloģiskais risinājums ir salīdzināms ar “enerģija par gāzi” konceptu, bet ar lielāku pārvēršanas efektivitāti un gala produkta vērtību. Pieteikums CO₂EXIDE fokusējas uz etilēna oksīda un citu tautsaimniecībā vērtīgu produktu elektro-sintēzes tehnoloģijas attīstīšanu no oglekļa dioksīda. Lai sasniegtu pētnieciskā rezultāta ieviešanu no TRL4 līdz TRL6 līmenim, jāasniedz vairāki mērķi – tehnoloģiskā procesa 200% efektivitāte, vienlaicīgi radot produktus ar pievienoto vērtību uz katoda un anoda; tehnoloģiskam procesam modulāra pielietošanas tehnoloģija, kas ļauj integrēt elektroķīmiskās un ķīmiskās reformācijas tehnoloģijas; priekšizpēte lielāka mēroga decentralizētiem pielietojumiem; lielas enerģijas un materiāla efektīgas izmantošanas princips; dabiskiem apstākļiem (spiediens un temperatūra) piemērotu darba apstākļu nodrošināšana; mazas investīcijas un uzturēšanas izmaksas; no fosiliem energoresursiem iegūta etilēna oksīda iegūšana no videi neitrāliem un atjaunojamiem resursiem.

**TEAM FROM ISSP UL IS INCLUDED IN H2020 PROJECT PROPOSAL “CO₂-
BASED ELECTRO-SYNTHESIS OF ETHYLENE OXIDE – CO₂EXIDE”**

Janis Kleperis, Gints Kucinskis, Julia Hodakovska, Gunars Bajars, Guntars Vaivars,
Yu. Zhukovskii
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Project team is formed from 10 participants (Germany, UK, Austria, Latvia, Poland, and Hungary) and led by Fraunhofer Institute for Interfacial Engineering and Biotechnology (Germany).

CO₂ absorption from e.g. fermentation processes in biogas-plants or breweries will offer outstanding application opportunities for the electrochemical factory concept. The system benefit is comparable to the power-to-gas concept, but with expected higher conversion efficiency and value added product. The CO₂EXIDE proposal focuses on the development of a CO₂-based electro-synthesis of ethylene oxide and derived products. The development, from TRL4 to TRL6, aims at parallel “200%”-synthesis of value added products at the cathode and at the anode; modular concept for integrated electrochemical and chemical conversion technologies; feasibility at larger scales for a decentralized application; high energy and material efficiency/yield; low operating conditions (pressure and temperature); low invest and maintenance costs; the substitution of the fossil based production of ethylene oxide with a CO₂-neutral and renewable one.

Authors acknowledge financial support from Latvian Science Council project Nr666.

TITĀNA DIOKSĪDA SINTĒZES UN APSTRĀDES IETEKME UZ FĀŽU SADALĪJUMU UN FOTOAKTIVITĀTI

Ainārs Knoks¹, Jānis Kleperis¹, Līga Grīnberga¹, Artūrs Medvids², Pāvels Onufrijevs²

¹Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

²Rīgas Tehniskās universitātes Tehniskās fizikas institūts

Titāna dioksīds (TiO₂) ir perspektīvs materiāls fotokatalītisku procesu nodrošināšanai. TiO₂ iespējams iegūt dažādos sintēzes procesos: sol-gel, termālā iztvaicēšana, magnetronu izputināšana, elektroķīmiskā anodēšana u.c. Sintezētais TiO₂ pārsvarā ir amorfā stāvoklī, kristāliskas struktūras iegūšanai nepieciešama termiskā apstrāde. Karsēšanas apstākļi ietekmē iegūto paraugu struktūru. Neizmantojot termisko apstrādi, kristālisku TiO₂ iespējams iegūt, apstarojot Ti plāksni ar intensīvu lāzera starojumu. Darba gaitā tika sintezēti paraugi, izmantojot elektroķīmiskās anodēšanas metodes, pēc tam tos karsējot dažādās atmosfērās: gaiss, slāpekļis, argons un ūdeņradis. Kā arī iegūts TiO₂ apstarojot titāna metāla plāksni ar Nd:YAG lāzeru. Paraugu struktūra tika noteikta, lietojot Ramana spektroskopiju, rentgenstaru difrakciju, savukārt virsmas morfoloģija pētīta ar mikroskopijas metodēm. Fotoaktivitāte noteikta trīs elektrodu elektroķīmiskā šūnā, izmērot fotostrāvu un aprēķinot lādiņnesēju koncentrāciju. Salīdzinot iegūtos rezultātus, analizēta karsēšanas vides ietekme uz struktūru, TiO₂ fāžu sadalījumu paraugos un fotoaktivitāti.

INFLUENCE OF SYNTHESIS PARAMETERS ON PHASE DISTRIBUTION AND PHOTOACTIVITY OF TITANIUM DIOXIDE

Ainārs Knoks¹, Janis Kleperis¹, Liga Grinberga¹, Arturs Medvids², Pavels Onufrijevs²

¹Institute of Solid State Physics, University of Latvia

²Institute of Technical Physics, Riga Technical University

As titanium dioxide (TiO₂) popularity for various photocatalytic application is growing, the research on synthesis parameter influence on material properties is needed. It is possible to synthesize TiO₂ using various methods, such as thermal vapour deposition, magnetron sputtering, electrochemical anodization etc. All mentioned methods produces amorphous TiO₂. To obtain crystalline TiO₂, thermal annealing is needed. It is possible to synthesize crystalline TiO₂ directly by irradiation the Ti metal with Nd:YAG laser.

In this work samples were synthesized using electrochemical anodization method and laser irradiation. Then anodized samples were annealed in various atmospheres: ambient air, nitrogen, argon and hydrogen.

Properties of gained samples were investigated using various methods. Morphology by microscopy, structure with Raman spectroscopy and XRD, photoactivity determined from photocurrent measured in three electrode electrochemical cell and calculated charge density. Gained results clearly showed that synthesis method and parameters influenced morphology, structure and photoactivity of samples.

The financial support of National Research Program IMIS² (project No.2) is greatly acknowledged.

**NANOSTRUKTURĒTS Fe_2O_3 UN TiO_2 KOMPOZĪTMATERIĀLS
REDUCĒTA GRAFĒNA OKSĪDA MATRICĀ KĀ ELEKTRODS LITIJA
JONU BATERIJĀM**

Jānis Mateuss¹, Kaspars Kaprāns¹, Anna Dorondo¹, Viesturs Gedvils², Gunārs Bajārs¹

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Jelgavas Spīdolas ģimnāzija*

Izpētīti divu metālu oksīdu, Fe_2O_3 un TiO_2 , ar raksturīgiem daļiņu izmēriem attiecīgi 50 nm un 21 nm, trīs kompozītmateriālu kombinācijas ar reducētu grafēna oksīdu. Izstrādāta elektroforētiska kārtiņu iegūšanas metode un elektroforētiski iegūtas $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{rGO}$; $\text{TiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{rGO}$; TiO_2/rGO kārtiņas. Raksturīgais kārtiņu biezums 2-6 μm . Materiāliem veikta elektroķīmisko īpašību izpēte, iegūti gravimetriskās lādiņietilpības rezultāti, izpētītas gravimetriskās lādiņietilpības izmaiņas pēc vairākiem uzlādes izlādes cikliem. Elektroda kompozītmateriāliem veikta struktūras analīze izmantojot SEM, AFM un Ramana spektroskopiju.

Šajā darbā iegūtais kompozītmateriāls uzrādīja labākus rezultātus pielietojumam litiju jonu baterijās salīdzinot ar iepriekš sintezētajiem materiāliem, kas saturēja Fe_2O_3 daļiņas ar raksturīgo izmēru ap 150 nm. Pētījuma rezultāti liecina, ka iegūtais materiāls potenciāli izmantojams Li^+ jonu baterijās kā elektrodu materiāls.

**NANOSTRUCTURED Fe_2O_3 AND TiO_2 COMPOSITE IN REDUCED
GRAPHENE OXIDE MATRIX FOR USE AS THE ELECTRODE IN
LITHIUM ION BATTERY**

Janis Mateuss¹, Kaspars Kaprans¹, Anna Dorondo¹, Viesturs Gedvils², Gunars Bajars¹

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Jelgava Spidola gymnasium*

Two metal oxides, Fe_2O_3 and TiO_2 with typical particle size of 50 nm and 21 nm, three composite material combinations with reduced graphene oxide, were studied. Electrophoretic thin film acquisition method was developed, and the following composites were produced: $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{rGO}$; $\text{TiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{rGO}$; TiO_2/rGO . A typical film thickness was 2-6 μm . Electrochemical properties were studied and gravimetric specific capacity was obtained. Gravimetric specific capacity changes after multiple charge/discharge cycles were measured. Electrode composite material structure analysis was performed using SEM, AFM and Raman spectroscopy.

In this work, the developed composite material showed better results, for use in lithium-ion battery applications, compared with previously synthesized materials containing Fe_2O_3 particles with a characteristic particle size of around 150 nm. The results show that the obtained material can be potentially used for Li^+ batteries as electrode material.

Authors acknowledge the Latvian Council of Science Cooperation Project No. 666/2014 for financial support.

CIETVIELU LITIJA ELEKTROLĪTU MEKLĒJUMOS

Gints Kučinskis, Gunārs Bajārs, Jānis Kleperis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Šobrīd plaši izmantotās litija jonu baterijas ar šķidro elektrolītu var ciest no dažādām ar stabilitāti saistītām problēmām, kā arī parasti nav stabilas pie temperatūrām kas augstākas par 80 °C. Šķidrie elektrolīti var izdalīt gāzveida blakusproduktus, kā arī ir viegli uzliesmojoši. Tas noved pie paaugstināta baterijas uzpūšanās riska un, baterijā rodoties īssavienojumam, tā var aizdegties. Viens no risinājumiem ar bateriju drošību saistītajām problēmām ir cieto litija elektrolītu izmantošana. Tomēr, lai gan cietie elektrolīti nodrošina lielāku bateriju ķīmisko stabilitāti, viens no lielākajiem izaicinājumiem ir cieto litija elektrolītu zemā litija jonu vadītspēja.

Šajā referātā apkopoti literatūras dati par perspektīvākajiem litija jonu bateriju cietajiem elektrolītiem, izvērtētas to priekšrocības un trūkumi. Papildus veikti arī NASICON tipa cietā elektrolīta $\text{Li}_{1.3}\text{Al}_{0.15}\text{Y}_{0.15}\text{Ti}_{1.7}(\text{PO}_4)_3$ vadītspējas pirmie mērījumi. Impedances spektroskopijas rezultāti ar simetriskiem LiFePO_4 elektrodiem ir stabili un uzrāda vadītspēju $3 \cdot 10^{-7}$ S/cm 65 °C temperatūrā.

IN A SEARCH OF SOLID STATE LITHIUM ELECTROLYTE

Gints Kucinskis, Gunars Bajars, Janis Kleperis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The currently used lithium ion batteries containing liquid electrolyte can suffer from various stability related problems. They are also usually not stable at temperatures higher than 80 °C. Liquid electrolytes can decompose, releasing gaseous side-products, and are also flammable. This leads to increased risk of battery bloating and explosion in case of short circuits. One of the possible solutions to the safety related challenges is the use of solid lithium electrolytes. However, although solid lithium electrolytes provide higher chemical stability of the batteries, one of the major challenges is the low ionic conductivity of solid lithium electrolytes.

Here we present a literature review on most promising solid electrolytes for lithium ion batteries and evaluate their advantages and disadvantages. Additionally, we present preliminary electrical measurements of NASICON type $\text{Li}_{1.3}\text{Al}_{0.15}\text{Y}_{0.15}\text{Ti}_{1.7}(\text{PO}_4)_3$ solid electrolyte. Impedance spectroscopy data with symmetrical LiFePO_4 electrodes are stable and show a conductivity of $3 \cdot 10^{-7}$ S/cm at 65 °C.

Authors acknowledge the Latvian Council of Science Cooperation Project No. 666/2014 for financial support.

MODIFICĒTI OGLEKĻA ELEKTRODI PEM ELEKTROLĪZES PROCESĀ

Jūlija Hodakovska¹, Pēteris Lesničenoks^{1,2}, Jānis Kleperis¹

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts;*

²*Rīgas Tehniskās universitātes Materiālzinātnes un Lietišķās Ķīmijas Fakultāte*

Mūsdienās tiek izvirzīti mērķi uzlabot vai izveidot jaunas tehnoloģijas, kas spēj apvienot sevī vairāku problēmu risinājumus, kas ne vienmēr saistītas ar šo tehnoloģiju tiešo uzdevumu. Viens no tādiem projektiem ir ražot etilēnu no oglekļa dioksīda elektrolīzes procesā. Etilēns ir vairākiem rūpnieciskiem procesiem svarīga izejviela, kuru galvenokārt ražo no dabas gāzes un naftas pie augstām temperatūrām, ar iznākumu ražošanas procesā ap 30% un vairākiem blakusproduktiem (galvenokārt, metāns, propilēns). Tāpēc viens no mērķiem ir atrast citu metodi, kas neizmanto fosilos resursus un dod labāku iznākumu. Viena no iespējām ir izmantot elektro-katalītisko sintēzi oglekļa dioksīda reducēšanai par etilēnu elektrolīzes procesā. Tāda kompleksa procesa realizācijai svarīgi elektroda materiāli ar daudzfunkcionālam īpašībām – piemēram, lai uz katoda notiek gan ūdeņraža izdalīšanos (HER), gan CO₂ reformēšanos. To panāk, modificējot katoda materiālu (kas varētu būt daudzslāņu grafēns) ar katalizatoru HER un ar citu katalizatoru CO₂ reducēšanai. Analizēti pētījumi par tādiem elektrodu materiāliem un to savietojamību ar protonus vadošu polimēru membrānu šādas kombinētas elektrolīzes sistēmās.

MODIFIED CARBON MATERIALS FOR ELECTRODES IN PEM ELECTROLYSIS

Julija Hodakovska¹, Peteris Lesnicenoks^{1,2}, Janis Kleperis¹

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia;*

²*Faculty of Materials Science and Applied Chemistry, Riga Technical University*

Today it is typical to develop new technologies or improve existing ones in such a way, that resulting processes are the solution for several existing problems that may be not directly connected to main purposes of existing technologies. One of such aims is to produce ethylene from carbon dioxide in electrolysis process. Ethylene is widely used in different compound synthesis, but its production involves natural gas or oil processing at high temperatures with the outcome of about 30% with a lot of coproducts such as methane and propylene. This is the reason why ethylene production needs new “green” technologies, and one of possible solution is to use electro-catalytic synthesis of ethylene from carbon dioxide in electrolysis process. To achieve the goal of such a complex process in electrolysis it is necessary to make electrodes multi-functional. Information about carbon based modified materials and their compatibility with proton exchange membrane (PEM) applied as electrodes in PEM electrolysis to perform not only hydrogen/oxygen evolution reactions but also CO₂ reduction to ethylene is analyzed.

Acknowledgement: Authors acknowledge financial support from Latvian National research Program LATENERGI.

PROTONUS VADOŠA POLIMĒRA NAFION UN ORGANISKA SAVIENOJUMA POLIANILĪNA KOMPOZĪTMATERIĀLA SINTĒZE UN PĒTĪJUMI PIELIETOJUMIEM ŪDENĀRAŽA ENERĢĒTIKĀ

Stanislavs Ložkins^{1,2}, Jūlija Hodakovska², Jānis Kleperis²

¹ Rīgas Tehniskās Universitātes Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte;

² Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Protonus vadoša Nafiona membrāna ir izplatītākais rūpnieciski ražotais materiāls, ko pielieto kā elektrolītu protonus vadošas membrānas degvielas šūnā. Tai piemīt augstā protonu vadītspēja, salīdzinot ar citiem protonus vadošiem polimēriem, taču šim materiālam ir daži trūkumi, tajā skaitā zema mehāniska izturība pie pilna relatīvā mitruma un nepietiekami liela protonu vadāmība, lai padarītu degvielas šūnas lietošanu pievilcīgu plašam lietotāju skaitam.

Darbā ir apskatīta iespēja uzlabot Nafiona membrānu īpašības, dopējot polimēru ar polianilīnu, kas pēc dažu pētījumu rezultātiem, uzlabo protonu vadāmību (polianilīnu protonē ar Nafion-a palīdzību [1]). Ar polianilīnu var arī uzlabot mehāniskas un termiskas īpašības kompozīta membrānai, salīdzinot ar tīro Nafion membrānu. Lielākoties, kompozītmembrānu sintēze un polianilīna polimerizācija notiek *in-situ*, kas pievieno sintēzei vēl vienu posmu. Tāpēc darbā tika izvēlēts pārbaudīt, vai līdzīgus rezultātus var sasniegt arī, izmantojot rūpnieciski ražoto polimerizēto polianilīnu. Darba tika apskatīti pirmie rezultāti, pētot paraugu protonu vadāmību pie 100% relatīva mitruma, kas ļauj noteikt optimālo sintēzes metodi un noteikt, vai izvēlētas metodes ļauj uzlabot materiāla īpašības.

PROTON CONDUCTIVE POLIMER NAFION AND ORGANIC POLIMER POLYANILINE COMPOSITE MATERIAL SYNTHESIS AND RESEARCHES FOR HYDROGEN ENERGY.

Stanislavs Lozkins^{1,2}, Julija Hodakovska², Janis Kleperis²

¹ Faculty of Materials Science and Applied Chemistry, Riga Technical University

² Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Proton conducting membrane Nafion is the most popular commercial material, which is used as electrolyte in proton exchange membrane fuel cell. This membrane has better proton conductivity in comparison with other proton conducting polymer analogues, however have some drawbacks too, including low mechanical resistance at full relative humidity and not high enough proton conductivity, to make using the fuel cells attractive to users.

In this work the possibility to improve Nafion membrane properties by doping polymer with polyaniline, which according to some published results improves protonic conductivity, when polyaniline is protonated inside the Nafion membranes [1]. With polyaniline it is also possible to improve mechanical and thermal properties, compared to pure Nafion membrane. In general, composite membrane synthesis and polyaniline polymerization is happening *in-situ*. In this work samples were synthesized by dissolving commercially available polyaniline powder and Nafion polymer and then combining both solutions. First results are presented for protonic conductivity at 100% relative humidity to define optimal synthesis methods and to compare, if chosen methods is able to improve material properties.

[1] R. Escudero-Cid, M. Montiel, L. Sotomayor, B. Loureiro, E. Fatas, P. Ocon. International journal of hydrogen energy, 2015. V. 40. P. 8182-8192

Authors acknowledge Latvian Science Council project No 666/2014 for financial support.

POLIĒTERĒTERKETONA KOMPOZĪTMEMBRĀNĀ IESTRĀDĀTU JONU ŠKIDRUMU TERMISKĀ STABILITĀTE

Einārs Sprūģis¹, Guntars Vaivars¹, Maurizio Furlani²

¹Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultāte

²Department of Applied Physics, Chalmers University of Technology

Jonu šķidrums (JŠ) izceļas ar savu interesanto struktūru un līdz ar to arī ar īpašību daudzveidību. Ir zināms, ka JŠ termiskā stabilitāte lielā mērā ir atkarīga no šo savienojumu molekulārās struktūras. Šajā darbā izmantotās kompozītmembrānas gatavotas izmantošanai degšūnās vidējo temperatūru apgabalā (100 - 200 °C), tādēļ pētījumā iegūtā informācija iespējamā pielietojuma izvērtēšanai ir svarīga.

Analīzei tika izgatavotas kompozītmembrānas ar 5 dažādiem JŠ (JŠ saturs: 10, 20, 30 un 40 m%). Atsevišķi analizēti tika arī izmantotie JŠ. Analīzes veica ar kombinēto termogravimetriskās analīzes (TGA)/infrasarkanās spektroskopijas (IS) metodi. No TGA iekārtas paaugstinātās temperatūrās radušos iztvaikošanas vai gāzveida sadalīšanās produktus ar slāpekļa plūsmas palīdzību nepārtraukti novadīja IS gāzu analizatora kamerā, kur ar 30 sekunžu intervālu tika uzņemti IS spektri.

Tika konstatēts, ka tīro JŠ sadalīšanās temperatūras bija izklidētas plašā intervālā - apmēram 60 - 300 °C. Salīdzinot šos lielumus novēroja, ka konkrēta JŠ pievienošana kompozītmembrānaisašaurināja sadalīšanās temperatūrintervālu līdz 150 - 200 °C, bet pievienotā JŠ daudzuma ietekmenetikakonstatēta pētītajā diapazonā (10-40 m%).

THERMAL STABILITY OF IONIC LIQUIDS INCORPORATED IN POLY (ETHER ETHER KETONE) COMPOSITE MEMBRANE

Einārs Sprūģis¹, Guntars Vaivars¹, Maurizio Furlani²

¹Faculty of Chemistry, University of Latvia

²Department of Applied Physics, Chalmers University of Technology

Ionic liquids (ILs) have been known to researchers for decades due to interesting variety of their structure and properties. The thermal stability of ILs depends largely on molecular structure of these compounds. Composite membranes used in this work are aimed to be deployed for fuel cells at medium temperature range (100 - 200 °C), therefore information acquired in this research is important in order to evaluate potential application of these materials.

For analysis, the composite membranes incorporating 5 different ILs each with following IL content were prepared: 10, 20, 30 and 40 m%. All of the pure ILs were analyzed as well. Analysis was carried out using combined thermogravimetric analysis (TGA)/infrared spectroscopy (IR) method. Gaseous decomposition or evaporation products were continuously carried from TGA instrument to the gas chamber with IRspectrometer as a sensor and IR spectrum was taken every 30 seconds. Decomposition temperatures of pure ILs were scattered in a wide range - approx. 60 to 300 °C. In comparison, for ILs incorporated in composite membranes, the narrowing of this range was observed: 150 to 200 °C. No correlation was observed between a change of IL content and a change of decomposition temperatures of ILs.

This work was supported by Latvian Council of Science (cooperation project No. 666/2014.4) and research grant of University of Latvia (No. 6012 -A55.2/48).

DAŽĀDU JONU ŠĶIDRUMU/POLIMĒRA KOMPOZĪTMEMBRĀNU MEHĀNISKO ĪPAŠĪBU MAIŅA ATKARĪBĀ NO TEMPERATŪRAS

Einārs Sprūģis¹, Guntars Vaivars¹, Remo Merijs-Meri²

¹Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultāte

²Rīgas Tehniskās Universitātes Polimērmateriālu institūts

Jonu šķidrumu (JŠ) plastificējošais efekts, tos pievienojot polimēriem, ir labi zināma parādība. Mazāk pētīta ir JŠ uzbūves ietekme uz JŠ-polimēra kompozītmateriālu mehāniskajām īpašībām. Šī darba ietvaros izgatavoto kompozītmembrānu potenciālais pielietojums ir kā polimēra elektrolīts vidēji augstu temperatūru apgabalā (100 - 200 °C), kas savukārt izvirza jaunas prasības materiāla izturībai šajā temperatūru apgabalā.

Pētījumā tika izgatavotas divas dažādas JŠ-sulfonētapoliēterēterketona (SPĒĒK) kompozītmembrānu sērijas ar šādām JŠ masas daļām: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; kā arī tīra polimēra membrāna bez pievienota JŠ. Katrai kompozītmembrānai tika veikti vairāki paralēli stiepes eksperimenti temperatūru intervālā 20 °C - 150°C ar soli 30 grādi.

Tika novērots, ka gan JŠ masas daļas pieaugums, gan temperatūras paaugstināšana izraisa membrānu mehānisko īpašību pasliktināšanos. 120 °C temperatūrā tika novērota krasa mehānisko īpašību pasliktināšanās visām kompozītmembrānām. Tajā pat laikā novērotā absorbētā ūdens ietekme uz mehāniskajām īpašībām bija neliela.

CHANGE OF MECHANICAL PROPERTIES OF DIFFERENT IONIC LIQUID/POLYMER COMPOSITE MEMBRANES DEPENDING ON TEMPERATURE

Einars Sprugis¹, Guntars Vaivars¹, Remo Merijs-Meri²

¹Faculty of Chemistry, University of Latvia

²Institute of Polymer Materials, Riga Technical University

Plasticizer effect of ionic liquids (ILs) on polymers is well known phenomenon. The influence of the structure of ILs on mechanical properties of IL-polymer composites is less researched. Potential application of the composite membranes made in this work included medium temperature (100 to 200 °C) polymer electrolytes, which highlights new requirements for resilience of this material in this temperature range.

During research, two different series of IL-sulphonatedpolyetheretherketone (SPEEK) composite membranes were prepared with following IL content: 10, 20, 30, 40 m%; as well as pure SPEEK with no added IL. Several parallel stress tests were carried out for each membrane in a temperature range from 20°C to 150°C in steps by 30 degrees. It was observed that both by increasing the content of an IL and by increasing the temperature results in a degradation of mechanical properties of membranes. At 120°C sharp decline of mechanical properties was observed for all composite membranes. Also, a small influence of absorbed water on mechanical properties was observed.

This work was supported by Latvian Council of Science (cooperation project No. 666/2014.4) and research grant of University of Latvia (No. 6012 –A55.2/48).

24. februāris

**VALSTS PĒTĪJUMU
PROGRAMMAS IMIS²
REZULTĀTU APSPIEŠANA**

VALSTS PĒTĪJUMU PROGRAMMAS IMIS² TREŠĀ POSMA REZULTĀTI: SASNIEGTAIS UN IZAICINĀJUMI

Andris Šternbergs¹, Mārtiņš Rutkis¹, Anatolijs Šarakovskis¹, Jānis Zicāns²,
Līga Bērziņa- Cimdiņa³

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Rīgas Tehniskās universitātes Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultātes
Polimērmateriālu institūts*

³*Rīgas Tehniskā universitātes Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultātes
Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts*

Ir veiksmīgi noslēdzies Valsts Pētījumu Programmas “Daudzfunkcionālie materiāli un kompozīti, fotonika un nanotehnoloģijas IMIS²” (2014 – 2017) trešais posms.

Četru Programmas IMIS²projektu:

- “Fotonika un materiāli fotonikai”;
- “Nanomateriāli un nanotehnoloģijas”;
- “Nanokompozītu materiāli”;
- “Nanomateriāli un nanotehnoloģijas medicīniskam pielietojumam”;

izpildē sadarbībā piedalās četru Universitāšu un sešu zinātnisko Institūtu vairāk nekā 120 zinātni doktoranti un 60 doktoranti.

Šajā un sekojošās prezentācijās tiks diskutētas būtiskākie programmas IMIS² sasniegtie rezultāti un problēmas.

THIRD PERIOD OF NATIONAL RESEARCH PROGRAMME IMIS²: REVIEW OF PROGRESS AND CHALLENGES

Andris Sternberg¹, Martins Rutkis¹, Anatolijs Sarakovskis¹, Janis Zicans²,
Liga Berzina-Cimdina³

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Institute of Polymer Materials, Faculty of Material Science and Applied Chemistry,
Riga Technical University*

³*Institute of General Chemical Engineering, Faculty of Materials Science and Applied
Chemistry, Riga Technical University*

It is my pleasure to report on successfully completed the third period of the National Research Programme “Multifunctional materials and composites, photonics and nanotechnology - IMIS²” (2014-2017).

All four projects of IMIS² Programme:

- “Photonics and materials for photonics”;
- “Nanomaterials and nanotechnology”;
- “Nanocomposite materials”;
- “Nanomaterials and nanotechnologies for medical applications”;

are performed by more than 120 doctors and 60 PhD students from four Universities and six scientific Institutes.

The most significant results of the program and future challenges will be discussed in this as well as in the following presentations.

STARPMEZGLU HLORA UN DIHLORA MONOKSĪDA MOLEKULU STIKLVEIDA SiO₂ RAMANA IZKLIEDĒS PĒTĪJUMI

Linards Skuja¹, Koichi Kajihara², Krišjānis Šmits¹, Andrejs Siliņš¹, Hideo Hosono³

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Tokijas Metropoles Universitāte*

³*Tokijas Tehnoloģiskais institūts*

Hlora piemaisījumi stiklveida SiO₂ iekļūst materiāla ražošanas laikā oksidējot SiCl₄ vai dehidratējot SiO₂:OH nanodaļiņas Cl₂ atmosfērā. Parastā Cl piemaisījumu forma ir hlorīdgrupas ≡Si-Cl vai starpmezglu Cl₂. To relatīvi mazās koncentrācijas dēļ tās līdz šim nav izdevies detektēt ar Ramana izkliedes palīdzību.

Šajā darbā tika izveidota augstas jutības Ramana atpakaļizkliedes iekārta ar 532.1 nm ierosmi, ar kuras palīdzību starpības spektros tika detektēta asa josla pie 546.2 cm⁻¹, ko var saistīt ar starpmezglu Cl₂ molekulu svārstībām SiO₂, kuras paraugos bija (0.1..8)×10¹⁷ cm⁻³ lielā koncentrācijā. Paraugos, kas papildus Cl₂ satur arī starpmezglu O₂ molekulas, pēc apstarošanas ar F₂ lāzera fotoniem (ħω=7.9eV) novērojama jauna Ramana josla pie 953.5 cm⁻¹. Salīdzinājums ar pētījumiem inerto gāzu kristālos rāda, ka šo joslu dod dihlora monoksīda asimetriskais isomers, ClClO molekula. Tās veidošanās rāda, ka amorfā SiO₂ starpmezglu telpās, kuras “iesprosto” un stabilizē Cl₂ molekulas, var iekļūt O₂ fotolīzes radītie mazāka Van-der-Valsa diametra skābekļa atomi.

RAMAN SCATTERING STUDIES OF INTERSTITIAL CHLORINE AND DICHLORINE MONOXIDE MOLECULES IN GLASSY SiO₂.

Linards Skuja¹, Koichi Kajihara², Krišjānis Šmits¹, Andrejs Silins¹, Hideo Hosono³

¹*Institute of Solid-State Physics, University of Latvia.*

²*Tokyo Metropolitan University*

³*Tokyo Institute of Technology*

Chlorine impurities enter synthetic glassy SiO₂ during its manufacturing by oxidation of SiCl₄ or by dehydration of SiO₂:OH nanoparticles in Cl₂ – containing ambient. The common forms of Cl in SiO₂ are bound Si chloride groups ≡Si-Cl and interstitial Cl₂ molecules. Due to their relatively low concentration, they have not been yet detected by Raman technique.

In this study, a high-sensitivity Raman setup was built in backscattering geometry operating at 532.1 nm. Using it, a narrow band at 546.2 cm⁻¹ was found, which can be attributed to vibration of interstitial Cl₂ in SiO₂, in concentrations ≈10¹⁷ cm⁻³. In samples, which additionally to Cl₂ contained interstitial O₂ molecules as well, after irradiation by F₂ laser (ħω=7.9 eV) a new, sharp Raman band at 953.5 cm⁻¹ was observed. Comparison to data on matrix-isolated molecules in inert gas crystals shows that this band corresponds to the asymmetric isomer of dichlorine monoxide molecule, ClClO. Their formation indicates that SiO₂ interstitial cage, which entraps and stabilizes the Cl₂ molecule, can be entered by smaller Van-der-Waals diameter interstitial O atoms, created by photolysis of O₂.

This work was supported by Latvian government research program IMIS 2 (K.S.) and by ERANET-M MyND project (LS).

TIEŠĀ OPTISKĀ IERAKSTA FOTOREZISTU IZSTRĀDE UN IZMANTOŠANA

Jānis Teteris

Cietvielu fizikas institūts, Latvijas Universitāte

Darbā apskatīts pašreizējais stāvoklis „*tiešā*“ optiskā ieraksta organisko un neorganisko fotorezistu izstrādē un izmantošanā materiālu virsmas strukturēšanas tehnoloģijās. Pētījumos tika izmantoti amorfo halkogenīdu (As-S, As-S-Se un Ge-S, Se sistēmas) un azobenzolu saturoši organiskie savienojumi. Uz azobenzola un epoksīda savienojumu bāzes tiek izstrādāti jauni ieraksta materiāli.

Hologrāfiskais ieraksts, kā arī laboratorijā izstrādātā vienkārša režģu ieraksta metode dod iespēju iegūt režģus ar periodu no 100 nm līdz 50 μm. Izmantojot immersijas hologrāfisko litogrāfiju ir iespējams iegūt difrakcijas režģus ar periodu ~150 - 250 nm. Apskatīta iespēja uz šādu režģu bāzes izgatavot pirmās kārtas DFB (distributed feedback) lāzeru rezonatorus 500-700 nm spektra apgabalam. Izmantojot DBR (distributed Bragg reflector) lāzera shēmu, var izstrādāt lāzeri ar operatīvi maināmu viļņa garumu.

RTD OF PHOTORESISTS FOR *DIRECT* OPTICAL RECORDING

Janis Teteris

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

In this report the present state of research and practical application of *direct* recording photoresists based on photoinduced mass displacement both in organic and inorganic compounds has been examined. The research was performed on the thin films of amorphous chalcogenide (As-S, As-S-Se un Ge-S, Se systems) and azobenzene containing organic compounds. A new recording material based on azobenzene dyes and epoxy was developed.

Holographic recording as well as the one beam method for the grating recording worked out at laboratory allows a recording of gratings with a period from 100 nm up to 50 μm. By means of immersion holographic lithography the surface relief gratings with a period of ~150 – 250 nm can be fabricated. A possibility to produce the DFB (distributed-feedback) lasers, operating in the spectral range of 500-700 nm will be discussed. Using distributed Bragg reflector (DBR) laser scheme the laser with tunable wavelength can be obtained.

HOLOGRĀFISKĀ VEKTORIERAKSTA ĪPATNĪBAS AR CIRKULĀRI POLARIZĒTIEM STARIEM DAŽĀDA TIPA MOLEKULĀRO STIKLU KĀRTIŅĀS

Pēteris Augustovs, Andris Ozols, Valdis Kokars, Elmārs Zariņš, Kaspars Traskovskis,
Valdis Kampars, Lauma Laipniece
Rīgas Tehniskās universitātes Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte

Darba mērķis bija *L-R* ieraksta [ieraksta ar ortogonāli cirkulāri polarizētiem (*L* un *R*) 532 nm lāzera stariem] eksperimentāla izpēte triju tipu organisko molekulāro stiklu kārtiņās-kārtiņās ar azohromoforiem K-D-P-1, K-D-25, IWK-2D un ZWK-1TB, kārtiņās ar dendronizētiem azohromoforiem LL-50/50, LL-75, LL-82 un kārtiņās ar neazohromoforiem EM14, EM15, KS-11-1, KS-35 un KS-39, kā arī amorfā halkogenīda As₂S₃ kārtiņā. Nolase tika veikta ar cirkulāri polarizētu 632.8 nm staru. Mainot nolasošā stara cirkulāro polarizāciju uz pretējo tika novērota gaismas enerģijas pārnese no pirmajā kārtā difragētā stara uz mīnus pirmajā kārtā difragēto staru un otrādi. Visizteiktākais šis efekts bija LL paraugos (100% enerģijas pārnese), bet tas praktiski netika novērots paraugā IWK-2D. Efekts izriet no plāno *L-R* polarizācijas režģu teorijas [1]. Tas nozīmē, ka LL paraugos hologrāfisko režģu ieraksts ir pilnībā balstīts uz fotoinducēto lineāro anizotropiju. Citos paraugos paralēli darbojas arī citi ieraksta mehānismi, piemēram, masas pārnese.

PECULIARITIES OF THE HOLOGRAPHIC VECTOR RECORDING BY CIRCULARLY POLARIZED BEAMS IN MOLECULAR GLASSY FILMS OF DIFFERENT TYPE

Peteris Augustovs, Andris Ozols, Valdis Kokars, Elmars Zarins, Kaspars Traskovskis,
Valdis Kampars, Lauma Laipniece
Faculty of Material Science and Applied Chemistry, Riga Technical University

The goal of this work was the experimental study of *L-R* recording [recording by orthogonally circularly polarized (*L* and *R*) 532 nm laser beams] in organic molecular glassy films of three types; K-D-P-1, K-D-25, IWK-2D and ZWK-1TB films with azobenzene chromophores; LL-50/50, LL-75, LL-82 films with dendronized azobenzene chromophores; EM14, EM15, KS-11-1, KS-35 and KS-39 films with non-azobenzene chromophores. As₂S₃ amorphous chalcogenide film was also studied. *L-R* recording with a 532 nm light was possible in all studied samples. Readout was made with circularly polarized 632.8 nm beam. When the circular polarization of the readout beam was changed to the orthogonal one, energy transfer was observed between the diffracted beams of the plus first and the minus first orders. This effect was the strongest in LL samples (100% energy transfer) and the weakest in IWK-2D sample (almost no transfer). It follows from the theory of thin *L-R* polarization gratings [1]. This means that holographic recording mechanism in LL samples is completely based on photoinduced linear anisotropy whereas in other samples other mechanisms (e.g., photoinduced mass transfer) are active as well.

[1] L.Nikolova and P.S.Ramanujam. Polarization Holography, Cambridge University Press, Cambridge etc, 2009.

The financial support of National Research Program IMIS² is greatly acknowledged.

NEATŠĶAIDĪTU bis-DCM ATVASINĀJUMU PLĀNO KĀRTIŅU GAISMAS EMISIJAS ĪPAŠĪBAS

Jūlija Pervenecka¹, Aivars Vembris¹, Elmārs Zariņš², Valdis Kokars²

¹*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

²*Rīgas Tehniskās universitātes Lietišķās ķīmijas institūts*

Organiskie cietvielu lāzēri ir lāzēri, kuru aktīvās vides radīšanai tiek izmantotas organiskās krāsvielu molekulas. Vienas no mūsdienās organiskajos cietvielu lāzeros plaši pielietojamajām lāzer krāsvielām ir labi pazīstamās, sarkano gaismu emitējošas, stiklveida struktūras veidojošas, DCM organiskās molekulas. Mazāk pētītas un ne tik plaši pielietotas lāzer krāsvielas ir bis-DCM un tā atvasinājumi, kas tik pat labi var tikt izmantotas sarkanajos – infrasarkanajos lāzeros.

Iepriekš veiktie pētījumi ar bis-DCM atvasinājumiem liecina par šo krāsvielu molekulu labām luminiscences un pastiprinātās spontānās emisijas īpašībām [1], kas padara šos savienojumus perspektīvus izmantošanai organisko cietvielu lāzeru aktīvās vides radīšanai.

Darba gaitā tika pētītas gaismas emisijas īpašības (luminiscence un pastiprinātā spontānā emisija), amorfas struktūras kārtiņas no šķīduma veidojošas, 10 bis-DCM atvasinājumu, plānajās kārtiņās.

Veicot ierosmi ar 410 nm UV gaismas diodi, plānajās kārtiņās tika ierosināti un uzņemti luminiscences spektri. Balstoties uz pētīto vielu spēcīgu gaismas absorbciju plašā redzamās gaismas apgabalā, pastiprinātā spontānā emisija plānajās kārtiņās tika ierosināta ar Ekspla 310 sērijas lāzēri, veicot 3x0,4 mm² līnijveida apgabala apgaismošanu ar 532 nm viļņa garuma gaismu.

No eksperimentāli iegūtiem datiem, atbilstošu aprēķinu un līnij aproksimāciju rezultātā, tika iegūtas pastiprinātās spontānās emisijas ierosmes enerģijas sliekšņa vērtības, kā arī absorbcijas un pastiprinājuma koeficienta vērtības, kas ir būtiski pētāmo vielu turpmākās izmantošanas perspektīvas nosakošie raksturparametri, par kuriem plašāk un detalizētāk tiks pastāstīts referātā.

LIGHT-EMITTING PROPERTIES OF NEAT bis-DCM DERIVATIVE THIN FILMS

Jūlija Pervenecka¹, Aivars Vembris¹, Elmars Zarins², Valdis Kokars²

¹*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

²*Institute of Applied Chemistry, Riga Technical University*

Organic solid-state laser is a laser, the active medium of which consists of organic molecules. Nowadays one of widely used laser dye is well-known red light emitting DCM compound. Less investigated and not so widely used laser dyes are bis-DCM and its derivatives which could be used in deep red – infrared lasers. Previously made experiments with glass forming bis-DCM has shown good luminescence and amplified spontaneous emission properties [1], which makes it perspective for use in organic solid state lasers.

In this work light emission properties (photoluminescence and amplified spontaneous emission) of 10 original bis-DCM derivatives that form amorphous thin films from solution were investigated.

Photoluminescence in all bis-DCM derivatives containing thin films were excited by continuous wave laser at 410 nm. Amplified spontaneous emission was excited by Ekspla 310 series pulse laser at 532 nm due to strong absorption of bis-DCM at this wavelength. The irradiation area on surface and at the edge of the sample was stripe form with dimension 3x0.4 mm².

Approximated experimental points with a straight line through the relevant calculations were derived amplified spontaneous emission threshold value, absorption and gain coefficient values, which are the important characterizing parameters of studied compounds. All those results will be detailed discussed in this report.

Darbs ir tapis ar "LU Fonda" finansiālo atbalstu.

[1] A.Vembris, I.Muzikante, V.Gulbinas, R.Karpicz, G.Sliauzys, A.Miasojedovas, S.Jursenas, Fluorescence and amplified spontaneous emission properties of glass forming styryl-4H-pyran-4-ylidene fragment containing derivatives, Journal of Luminescence, 132, No 9, 2012, pp 24212426, doi: 10.1016/j.jlumin.2012.03.063

PARAMAGNĒTISKU CENTRU OPTISKĀ DETEKCIJA AKTIVĒTĀS OKSIFLUORĪDU STIKLA KERAMIKĀS

Uldis Rogulis, Andris Fedotovs, Andris Antuzevičs, Dzintars Bērziņš
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Paramagnētisko centru izpēte ar tradicionālo elektronu paramagnētiskās rezonanses (EPR) metodi parasti tiešā veidā neļauj spriest par šo centru saistību ar kādiem pētāmā parauga optiskajiem spektriem. Tādam nolūkam piemērota ir EPR optiskās detekcijas metode pēc magnētiskā cirkulārā dihroisma signāla (MCD-EPR) [1,2].

Referātā tiks apspriesti MCD-EPR pētījumu rezultāti aktivētās oksifluorīdu stikla keramikās. MCD-EPR mērījumu rezultāti 377 nm un 521 nm MCD joslās 1.5 K temperatūrā oksifluorīdu stikla keramikās parāda, ka CaF₂ kristalītos šajās keramikās Er³⁺ joni iebūvējas tikai kubiskas simetrijas apkārtņē. Šie rezultāti ir līdzīgi iepriekš novērotajiem EPR un MCD-EPR rezultātiem par to, ka arī Gd³⁺ joni oksifluorīdu stikla keramikās ar CaF₂ iebūvējas kubiskas simetrijas apkārtņē [3]. Gd³⁺ iebūvēšanos kubiskā apkārtņē novērota arī EPR un MCD-EPR mērījumos SrF₂ kristalītus saturošās stiklu keramikās.

Secināts, ka neliela izmēra CaF₂ kristalītos (daži desmiti nm), kuri izveidojas oksifluorīdu stikla keramikās, trīsvērtīgie retzemju joni tiecas iebūvēties kubiskas simetrijas apkārtņē.

OPTICAL DETECTIONS OF PARAMAGNETIC CENTRES IN ACTIVATED OXYFLUORIDE GLASS-CERAMICS

Uldis Rogulis, Andris Fedotovs, Andris Antuzevics, Dzintars Berzins
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Investigations of the paramagnetic centres by the conventional electron paramagnetic resonance (EPR) techniques usually do not allow to directly attribute these centres to particular optical bands of the given sample. For this purpose the most convenient is the EPR, optically detected via the magnetic circular dichroism (MCD-EPR) [1,2].

The results of the MCD-EPR investigations for activated oxyfluoride glass-ceramics will be discussed in this report. The results of the MCD-EPR measurements at the 377 nm and 521 nm MCD bands at the 1.5 K temperature for the oxyfluoride glass-ceramics showed that Er³⁺ ions in the CaF₂ crystallites in these ceramics embed only in the cubic symmetry environment. These results are similar to the previous observations that the Gd³⁺ ions in the glass-ceramics with CaF₂ also embed in the cubic environment [3]. For the SrF₂ containing glass ceramics the location of Gd³⁺ in the cubic environment has been observed, too.

As a conclusion, in small CaF₂ crystallites (with the size of few tens of nm) the trivalent rare earth ions prefer to embed in the cubic symmetry environment.

[1] J.-M. Spaeth, H. Overhof, *Point defects in Semiconductors and Insulators*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg (2003).

[2] U. Rogulis, *Low temperature physics*, 2016, vol. 42, 689-693.

[3] A. Fedotovs, A. Antuzevics, U. Rogulis, M. Kemere, R. Ignatans, *J. of Non-Crystalline Solids*, 2015, vol. 429, 118-121.

NaLaF₄ KRISTALIZĀCIJA AR ERBIJA UN ITERBIJA JONIEM AKTIVĒTĀ STIKLA OKSIFLUORĪDU KERAMIKĀ

Guna Kriekē, Anatolijs Šarakovskis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Ar retzemju joniem aktivētas oksifluorīdu stikla keramikas ir perspektīvi optiskie materiāli, kas apvieno fluoīdu kristālu optiskās īpašības un oksīdu stiklu ķīmiskās un mehāniskās īpašības.

Šajā darbā iegūta caurspīdīga stikla keramika ar kubiskiem un heksagonāliem NaLaF₄ nanokristāliem, raksturota stikla keramiku kristalizācija un Er³⁺ luminiscence.

Stikla keramika, iegūta izotermiski apstrādājot Na₂O-NaF-LaF₃-Al₂O₃-SiO₂: ErF₃, YbF₃ sistēmas stiklus ar 1% ErF₃ un 0-3 mol% YbF₃.

Paraugos ar mazu YbF₃ koncentrāciju (0-1%) novērota heksagonāla NaLaF₄ kristalizācija. Veicot luminiscences spektru mērījumus 10 K temperatūrā, noskaidrots, ka Er³⁺ joni atrodas gan stikla matricā, gan arī aizvieto trīs atšķirīgas NaLaF₄ kristāliem raksturīgas katjonu pozīcijas. YbF₃ palielināšana līdz 3% stiklā rada fāžu separāciju un kubiskas kristāliskās fāzes veidošanos, kas ir izostrukturāla ar LaOF. Savukārt luminiscences mērījumi liecina, ka Er³⁺ lokālā apkārtnē līdzinās α-NaREF₄ (RE-retzemju jons) – augsttemperatūras polimorfai modifikācijai, kas raksturīga NaREF₄ (Pr-Lu), bet nav novērota NaF-LaF₃ divkomponentu sistēmā.

THE CRYSTALLIZATION OF NaLaF₄ IN ERBIUM AND YTTERBIUM DOPED OXYFLUORIDE GLASS CERAMICS

Guna Kriekē, Anatolijs Sarakovskis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Rare earth doped oxyfluoride glass ceramics are excellent optical materials that combine the optical properties of fluoride crystals with the chemical and mechanical properties of oxide glasses.

In this study transparent glass ceramics with cubic and hexagonal NaLaF₄ nanocrystals has been prepared. The crystallization and Er³⁺ luminescence has been characterized.

The glass ceramics were prepared after isothermal heat treatment of glasses with general composition of Na₂O-NaF-LaF₃-Al₂O₃-SiO₂: ErF₃; YbF₃ doped with 1% ErF₃ and 0-3 mol% YbF₃.

The crystallization of NaLaF₄ is detected for glass ceramics with low YbF₃ content (0-1%. The luminance measurements at 10 K indicate that Er³⁺ ions are incorporated in glass matrix as well as three different cationic positions characteristic to the crystalline lattice of NaLaF₄. The increase of YbF₃ up to 3% causes the phase separation and the crystallization of a cubic phase isostructural with LaOF. However, the luminescence measurements indicate that the local environment of Er³⁺ is similar to α-NaREF₄ (RE-rare earth ion) – a high temperature modification that is characteristic to NaREF₄ (Pr-Lu) but has not been detected in NaF-LaF₃ binary system.

DAŽĀDU MORFOLOĢIJU TiO₂ NANOSTRUKTŪRU SINTĒZE, MODIFICĒŠANA AR CĒLMETĀLIEM UN TO FOTOKATALĪTISKĀS ĪPAŠĪBAS

Reinis Drunka, Jānis Grabis, Dzidra Jankoviča, Aija Krūmiņa, Dzintra Rašmane
*Rīgas Tehniskās Universitātes Materiālzinātnes un Lietišķās Ķīmijas fakultātes
Neorganiskās ķīmijas institūts*

TiO₂ piemīt īpašība veidot nanostruktūras ar lielu īpatnējo virsmu, tāpēc tas ir kļuvis par vienu no plašāk pētītajiem fotokatalizatoriem, ar lietojumu vides aizsardzības un enerģētikas problēmu risinājumos. Modificēšana ar cēlmetāliem ļauj sasniegt ievērojami augstāku fotokatalītisko aktivitāti, tomēr šobrīd literatūrā uzdotos datus ar dažādiem cēlmetāliem modificētām TiO₂ nanostruktūrām ir grūti savstarpēji salīdzināt, jo lietotas dažādas to iegūšanas, pēcapstrādes un fotokatalītisko īpašību novērtēšanas metodes.

Šajā darbā veikta ar Au, Pt, Ag un Pd modificētu TiO₂ nanocaurulišu, nanoporu un nanošķiedru fotokatalizatoru sintēze un pēc vienotas metodikas novērtēta to fotokatalītiskā aktivitāte noārdot MB šķīdumu UV starojumā. Titāna dioksīda nanocaurulītes, nanoporas un nanošķiedras iegūtas attiecīgi ar anodēšanas, plazmas elektrolītisko oksidēšanu un mikroviļņu sintēzes metodēm. Augstāko fotokatalītisko aktivitāti uzrāda nanošķiedru paraugs modificēts ar 1% Au. Fotokatalītiskā aktivitāte atkarībā no modifikatora pieaug sekojošā secībā Ag<Pd<Pt<Au.

COMPARING STUDIES OF SYNTHESIS AND PHOTOCATALYTICAL PROPERTIES OF VARIOUS MORPHOLOGY TiO₂ NANOSTRUCTURES MODIFIED WITH PRECIOUS METALS

Reinis Drunka, Janis Grabis, Dzidra Jankovica, Aija Krumina, Dzintra Rasmane
*Institute of Inorganic Chemistry, Riga Technical University
Faculty of Materials Science and Applied Chemistry*

Because of the extremely great specific surface area of various morphology nanostructures TiO₂ has become one of the most widely studied photocatalysts for environmental and energy problems solving. Precious metals doping of TiO₂ nanostructures allows to achieve a significantly higher photocatalytic activity. However, it is impossible to compare literature data for a variety of precious metal modified TiO₂ nanostructures as methods of synthesis, post-processing and photocatalytic activity measurements differs.

In this research synthesis of Au, Pt, Ag and Pd modified TiO₂ nanotubes, nanopores and nanofibers were done. For assessment of photocatalytic activity of modified TiO₂ photocatalysts MB degradation method under UV radiation were used. Titanium dioxide nanotubes, nanopores and nanofibres were obtained by using anodization, plasma electrolytic oxidation and microwave-assisted synthesis method respectively. The highest photocatalytic activity shows nanofiber sample containing with 1% Au. Photocatalytic activity depending on the precious metal dopant increases the following order: Ag <Pd <Pt <Au.

The financial support of government research program project IMIS² is greatly acknowledged.

SLĀŅAINU NANOSTRUKTŪRU VEIDOŠANA UN ĪPAŠĪBAS

Jana Andžāne¹, Juris Prikulis¹, Margarita Baitimirova¹, Uldis Maļinovskis¹, Roman Viter²,
Donāts Erts¹

¹*Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts*

²*Latvijas Universitātes Atomfizikas un spektroskopijas institūts*

Sintezētas slāņainas kārtiņas grafēns/nanostrukturēts Bi₂Se₃ [1] un ZnO/grafēns nanolamināti [2]. Parādīts, ka grafēns/Bi₂Se₃ kārtiņas, kur Bi₂Se₃ nanostrukturās aug perpendikulāri grafēna plaknei, uzrāda labāku termoelektrisko efektu salīdzinājumā ar kārtiņām, kur Bi₂Se₃ nanostrukturās aug paralēli grafēna plaknei.

Nanolaminātos ZnO/grafēns ar kopējo biezumu 100 nm, kur grafēna slāņu skaits mainās robežās no 2 līdz 11, grafēns veicina kristālisku ZnO kārtiņu veidošanos salīdzinot, piemēram, ar līdzīgām Al₂O₃/ZnO strukturām. Fotoluminiscences intensitāte samazinās, palielinot grafēna slāņu skaitu. Šādas slāņainās struktūras ir perspektīvas pielietojumiem termoelektriskās ierīcēs un sensoros.

Izstrādāta metode ultraplānu anodizēta alumīnija oksīda kārtiņu izmantošanai koloīdu daļiņu šķirošanai atkarībā no izmēra un sakārtošanai alumīnija oksīda porās. Metodes iespējas demonstrētas nesavienotu dimantu nanokristālu sakārtošanai masīvos, kā arī sudraba koloīdu pildīšanai porās. Potenciālie pielietojumi ietver jaunas pusvadītāju, plazmoniskās un optiskās ierīcēs, būtiski paplašinot līdz šim izmantojamo materiālu klāstu.

FABRICATION AND PROPERTIES OF LAYERED NANOSTRUCTURES

Jana Andzane¹, Juris Prikulis¹, Margarita Baitimirova¹, Uldis Malinovskis¹, Roman Viter²,
Donats Erts¹

¹*Institute of Chemical Physics, University of Latvia*

²*Institute of Atomic Physics and spectroscopy, University of Latvia*

Layered graphene/nanostructured Bi₂Se₃ this films [1] and ZnO/graphene nanolaminates [2] are synthesized. It is shown that thin films formed by vertically oriented relative to the graphene surface Bi₂Se₃ nanostructures show better thermoelectric effect than thin films formed by laterally oriented relative to the graphene surface Bi₂Se₃ nanostructures. In ZnO/graphene nanolaminates of total thickness 100 nm, where number of graphene layers varies from 2 up to 11, unlike in similar Al₂O₃/ZnO structures, graphene promotes crystalline growth of ZnO layers. Intensity of photoluminescence decreases with an increase of graphene layers. Such layered structures are perspective for applications in thermoelectric devices, optical and biological sensors.

Method for application of ultrathin anodized aluminium oxide (AAO) films for sorting of colloid particles according to their size, and arrangement of the particles in the AAO pores is developed. Possibilities of this method for arrangement of uncoupled diamond nanocrystals, as well as for filling pores with silver colloid are demonstrated. Potential applications include development of innovative semiconductors, plasmonic and optical devices, thus significantly expanding the so far used materials range.

[1] M. Baitimirova, J. Andzane, G. Petersons, et. al. *J. Mater. Sci.* 51, 8224 (2016)

[2] M. Baitimirova, R. Viter, J. Andzane, et. al. *J. Phys. Chem. C*, 120, 23716 (2016)

MODIFICĒTAS OGLEKĻA NANOCAURULĪTES SATUROŠU POLIMĒRU KOMPOZĪTU IEGŪŠANA UN IZVĒLĒTU ĪPAŠĪBU RAKSTUROŠANA

Remo Merijs-Meri¹, Jānis Zicāns¹, Rīta Berzina¹, Tatjana Ivanova¹, Ingars Reinholds²,
Ženiņa Roja², Hans-Peter Heim³, Maik Feldmann³

¹ Rīgas Tehniskās universitātes Materiālzinātnes un Lietišķās ķīmijas fakultātes
Polimērmateriālu institūts

² Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultāte

³ Kaseles universitātes Materiālu Tehnoloģiju institūts

Veikti pētījumi par daudzsienu oglekļa nanocaurulīšu (DSONC) modificēšanu (t.sk., ar jonu šķīdriem un tiofēna atvasinājumiem). Pētītas modificētas DSONC saturošo kompozītu morfoloģiskās, kalorimetriskās, mikromehāniskās un termofizikālās īpašības. Kopumā gūts apliecinājums, ka DSONC ir sekmīgi modificētas ar izvēlētajiem ķīmiskās funkcionalizēšanas paņēmieniem, kas savukārt ir priekšnoteikums uzlabotajām dažāda oktēna satura (17 un 38%) etilēna-oktēna (EOK) matricas kompozīciju elektriskajām, dinamiskajām un kvazistatiskajām elastiskajām un termofizikālajām īpašībām. Konstatēts, ka modificēto DSONC ievadīšanas rezultātā notiek polimēra matricas, it īpaši EOK17, kristalizācijas maksimālās temperatūras, kā arī kristāliskuma pakāpes pieaugums, liecinot par DSONC ietekmi uz nukleācijas procesa norisi sistēmās. Noskaidrots, ka DSONC ievadīšanas rezultātā notiek arī sistēmu siltumvadāmības gandrīz lineāra palielināšanās. Mikrocietībās pētījumu rezultātā konstatēts, ka palielinot DSONC saturu, pieaug kompozītu virsmas cietība.

FABRICATION AND CHARACTERIZATION OF SELECTED PROPERTIES OF THE MODIFIED CARBON NANOTUBES CONTAINING POLYMER COMPOSITES

Remo Merijs-Meri¹, Jānis Zicāns¹, Rīta Berzina¹, Tatjana Ivanova¹, Ingars Reinholds²,
Ženiņa Roja², Hans-Peter Heim³, Maik Feldmann³

¹ Institute of Polymer Materials, Faculty of Material Science and Applied Chemistry, Riga
Technical University

² Faculty of Chemistry, University of Latvia

³ Institute of Material Engineering, Polymer Engineering, University of Kassel

Investigations have been carried out about modification of multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs) with ionic liquids (ILs) and thiophene derivatives. Morphology, as well as calorimetric, micromechanical and thermophysical properties of the investigated composites have been determined. Affirmation has been obtained that MWCNTs have been successfully functionalization, being a prerequisite for improved properties of various 1-octene content (17 and 38%) ethylene copolymer (EOC) based nanocomposites. As a result of introduction of modified MWCNTs within the polymer matrix increase of maximum temperatures of crystallization as well as crystallinity degrees of the polymer matrix occur, especially in the case of EOC 17 based systems, testifying about nucleation effect of MWCNTs. Along with rising MWCNTs content, linear increase of thermal conductivity of the system occur. It is also determined that, by rising MWCNTs content, surface hardness of the system increases.

The financial support of NRP of Latvia, project IMIS2 is greatly acknowledged.

RADIĀCIJAS ŠĶĒRSSAISTĪTU KOMPOZĪCIJU AR OGLEKĻA NANOCAURULĪTĒM ELKEKTRISKĀS UN MEHĀNISKĀS ĪPAŠĪBAS

Ingars Reinholds¹, Ženija Roja¹, Jānis Zicāns², Remo Merijs-Meri²

¹*Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultāte*

²*Rīgas Tehniskās universitātes Polimērmateriālu institūts, Materiālzinātnes un Lietišķās ķīmijas fakultāte*

Aktualizējušies pētījumi par jonizējošā starojuma pielietojumu termoplastiskajām nanokompozīcijām, ko nosaka mehānisko īpašību uzlabošanās, oksidēšanās efektu novēršana un termiskās izturības pieaugums oglekļa nanopildvielu klātbūtnē. Taču trūkst pētījumu par termomehānisko un dielektrisko īpašību rādītājiem.

Darba gaitā veikta BayerTM daudzslāņu oglekļa nanocaurulītes (ONC saturs 0-15 m.%) saturoša etilēna oktēna kopolimēra (EOK, 1-oktēna saturs 17 m.%) šķērssaistīšana ar paātrinātiem elektroniem līdz absorbētajām dozām 150 un 300 kGy.

Dinamiski mehāniskās analīze un stiepes testi pie 25 un 50°C temperatūrām, liecināja par stiepes robežsprieguma un elastības moduļa pieaugumu, palielinoties pildvielas saturam un absorbētā starojuma dozi. Noteikts, ka radiācijas šķērssaistītām EOK/ONC kompozīcijām pie pildvielas satura līdz 5 m.% saglabājas augsta deformatīvā izturība (trūkšanas pagarinājums 100-200%), kas nosaka piemērotību termonosēdmateriālu izveidei ar līdz pat par 35% lielākām termorelaksācijas robežsprieguma vērtībām nekā tīram EOK pie 150 kGy. Noteikts, ka elektrovadītspēja apstarotām EOK/ONC kompozīcijām ar pildvielas saturu 5-15 m.% palielinājās 7-40 reizes, salīdzinot ar neapstarotām kompozīcijām.

ELECTRICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OR RADIATION CROSS-LINKED COMPOSITIONS WITH CARBON NANOTUBES

Ingars Reinholds¹, Zhenija Roja¹, Janis Zicans², Remo Merijs-Meri²

¹*Faculty of Chemistry, University of Latvia*

²*Institute of Polymer Materials, Faculty of Material Science and Applied Chemistry, Riga Technical University*

Recently, studies on ionizing radiation application on thermoplastic nanocomposites have increased due to benefits of carbon nanofillers affecting increase of mechanical properties, reduction of oxidation effects and improvement of thermal properties. However, the thermomechanical and dielectric properties are less studied.

In this work, ethylene-octene copolymer (EOC, 1-octene content 17 wt.%) with BayerTM multi-walled carbon nanotubes (CNT content 0-15 wt.%) was irradiated with accelerated electrons up to 150 and 300 kGy absorbed doses.

The studies by dynamic mechanical analysis and tensile tests at 25 and 50°C temperatures indicated increase of tensile strength and elastic modulus with the rise of filler content and irradiation dose. It was determined that radiation cross-linked EOC/CNT compositions remained high deformability at CNT content up 5 wt.% (elongation at break 100-200%) suitable for obtaining thermo-shrinkable materials with by 35% higher heat-relaxation forces than that of pristine EOC at 150 kGy absorbed irradiation dose. The value of conductivity for irradiated EOC/CNT compositions increased by 7 to 40 times at the filler contents reaching 5-15 wt.%, compared to unirradiated blends.

The financial support of NRP of Latvia, project IMIS2 is greatly acknowledged.

ELEKTRISKĀ LAUKA INDUCĒTA SAREŽĢĪTAS STRUKTŪRAS OGLEKĻA KVĒPU SAKĀRTOŠANĀS SILIKONA EĻĻAS SUSPENSIJĀ

Māris Knite, Artis Linarts, Kaspars Ozols, Linards Lapčinskis, Inta Stalte
*Rīgas Tehniskās universitātes, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultātes,
Tehniskās fizikas institūts*

Šajā darbā pētīta elektriskā lauka ierosināta augstas struktūras oglekļa kvēpu (HSCB) orientēšanās procesa raksturlielumi silikona eļļas suspensijās ar dažādām suspensijas bāzes viskozitātēm. Noteikta suspensiju elektriskās pretestības atkarība no orientēšanas laika pie dažādām HSCB pildvielas koncentrācijām un pieliktā elektriskā lauka vērtībām no 10 līdz 250 V/cm. Novērots, ka suspensiju elektriskās pretestības samazināšanās atkarībā no orientēšanas ilguma ir ievērojamāka pie lielākām elektriskā lauka vērtībām un zemākām silikona eļļas viskozitātēm. Eksperimentālie rezultāti analizēti izmantojot perkolācijas teoriju. Aprēķinātas kritiskās koncentrācijas, pie kurām norit strauja suspensiju elektrovadāmības palielināšanās. Lai novērtētu daļiņu orientēšanas elektriskā lauka ietekmi, vispirms tika noteikts suspensijas perkolācijas sliekšnis pie “nulles lauka”- zemākā iespējamā elektriskā lauka - 0.05 V/cm. Iegūtie rezultāti ir potenciāli nozīmīgi orientētu oglekļa nanodaļiņu/polimēru kompozītu izgatavošanas tehnoloģijas izstrādei.

ELECTRIC FIELD INDUCED ALIGNMENT OF HIGHLY STRUCTURED CARBON BLACK IN SILICONE OIL SUSPENSION

Maris Knite, Artis Linarts, Kaspars Ozols, Linards Lapcinskis, Inta Stalte
*Institute of Technical Physics, Faculty of Materials science and Applied Chemistry, Riga
Technical University*

An electric field-induced alignment characteristics of high structure carbon black (HSCB) nanoparticles in silicone oil base fluids with different viscosities were investigated in this work. Resistivity change versus time of HSCB/silicone oil fluids with different concentrations of HSCB filler at different electric field strengths from 10 to 250 V/cm. It was observed that the decrease of the electrical resistance versus time is steeper for larger electric field strengths and lower silicone oil viscosities. Measurement results were analyzed using percolation theory by calculating critical concentration at which rapid increase of conductivity appears. To evaluate the influence of the aligning electric field the possible lowest electric field strength (0.05 V/cm) was applied so the “zero field” percolation threshold was determined. The obtained results potentially can be used in the development of polymer composites with aligned nanoparticle structure.

The financial support of Latvian National Research Program IMIS² is greatly acknowledged.

ELASTOMĒRA – ELEKTROVADOŠA NANOOGLEKĻA KOMPOZĪTA PJEZOREZISTIVITĀTES UN PILDVIELAS DAĻIŅU TELPISKĀS IZKLIEDES KORELĀCIJAS PĒTĪJUMI

Astrīda Bērziņa¹, Velta Tupureina², Māris Knite¹

¹Rīgas Tehniskās universitātes Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultātes Tehniskās fizikas institūts

²Rīgas Tehniskās universitātes Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultātes Polimērmateriālu institūts

Šī darba uzdevums ir izpētīt, kā poliizoprēna – augsti strukturētu oglekļa kvēpu (PiCB) kompozīta elektrovadošās pildvielas izvietojuma mikro-struktūra ietekmē tā pjezorezistīvo efektu (PRE).

Izgatavoti un pētīti PiCB kompozīta paraugi ar 6 līdz 10 masas daļām (m.d.) CB pa 5 paralēliem paraugiem. Katram paraugam veikti mērījumi ar atomspēku mikroskopu elektrovadošajā režīmā (EC-AFM), lai iegūtu oglekļa nanodaļiņu veidoto elektrovadošo kanālu karti. Datus matemātiski apstrādājot iegūti indeksi, kas raksturo kanālu izvietojumu un kanālu izmēru sadalījumu. Paraugu PRE noteica ar Zwick universālo testēšanas iekārtu spiedieniem līdz 10^5 Pa.

Paraugiem ar 6 un 7 m.d. CB novērots pozitīvais PRE – parauga elektriskā pretestība pieaug, palielinot spiedienu, savukārt paraugiem ar 8-10 m.d. CB novēro pretējo – negatīvo PRE – parauga pretestība samazinās, palielinot spiedienu.

Analizēta PRE korelācija ar pildvielas daļiņu izkliedi mikro-līmenī.

CORRELATION FINDINGS BETWEEN PIEZORESISTIVITY OF ELASTOMER/ELECTRO-CONDUCTIVE NANOCARBON COMPOSITE AND THE SPATIAL DISPERSION OF ITS FILLER PARTICLES

Astrida Berzina¹, Velta Tupureina², Maris Knite¹

¹Institute of Technical Physics, Faculty of Materials Science and Applied Chemistry, Riga Technical University

²Institute of Polymer Materials, Faculty of Materials Science and Applied Chemistry, Riga Technical University

The aim of this work is to research the influence of the arrangement of conductive filler channel microstructure on the piezoresistive effect of the polyisoprene – highly structured carbon black (PiCB) composite.

PiCB samples ranging from 6 to 10 phr of CB (5 parallel samples) were prepared and investigated. Each sample was measured with electro-conductive mode of atomic force microscopy (EC-AFM) to obtain a map of the electro-conducting channels formed from CB particles. Mathematically processing the data, we obtain indexes, which characterize channel distribution and channel size distribution. The sample piezoresistive effect was determined with the universal testing machine Zwick, in compression mode to 10^5 Pa.

Samples with 6 and 7 phr of CB show positive piezoresistive effect – the electrical resistance increases with increasing pressure, on the other hand samples with 8-10 phr of CB show an opposite – negative piezoresistive effect – the electrical resistance decreases with increased pressure. A correlation between the filler formed microstructure and the piezoresistive effect is analyzed.

The financial support of RTU Doctoral Research Scholarship and Latvian National Research Program IMIS² is greatly acknowledged.

RADIOLOĢISKS UN IMŪNHISTOĶĪMISKS KAULAUDU NOVĒRTĒJUMS PĒC BIOKERAMIKAS GRANULU IMPLANTĀCIJAS DZĪVNIEKIEM AR EKSPERIMENTĀLU OSTEOPOROZI

Ilze Šalma¹, Māra Pilmane²

¹*Rīgas Stradiņa universitāte, Mutes, sejas un žokļu ķirurģijas katedra*

²*Rīgas Stradiņa universitāte, Anatomijas un antropoloģijas institūts*

Šajā pētījumā tika novērtēta kalcija fosfāta (CaP) keramikas un stroncija (Sr) jonus saturošas keramikas lokāla iedarbība uz osteoporotiskiem kaulaudiem.

Pētījumā tika izmantotas 20 pieaugušas trušu mātītes. Veselo trušu grupā bija 4 dzīvnieki. 16 trušiem tika ierosināta eksperimentāla osteoporoze. Pēc tam 4 trušiem tika izveidots 4 mm liels defekts augšstilba kaulā, pārējiem trušiem implantētas biokeramikas granulas - HAp/β-TCP (30/70) 6 trušiem vai Sr saturošas HAp/β-TCP (6 trušiem). Pēc trīs mēnešiem rezultāts tika novērtēts ar mikrokompjūtertomoģrafijas un imūnhistoķīmijas metodēm. HAp/β-TCP un Sr saturošas HAp/β-TCP granulas implantētas osteoporotiskā kaulā ierosināja lokālu kaulaudu remodelēšanos, kas apstiprinājās ar optiskā blīvuma pieaugumu. Sr jonus saturošas CaP keramikas granulas ierosināja NFκB105 un OPG pieaugumu, parāda to spēju uzlabot osteoporotiska kaula reģeneratīvās spējas.

RADIOLOGICAL AND IMMUNOHISTOCHEMICAL EVALUATION OF BONE IN ANIMALS WITH EXPERIMENTAL OSTEOPOROSIS AFTER IMPLANTATION OF BIO-CERAMIC GRANULES

Ilze Salma¹, Mara Pilmane²

¹*Riga Stradins University, Department of Oral and Maxillofacial Surgery*

²*Riga Stradins University, Institute of Anatomy and Anthropology*

Within this study Calcium phosphate (CaP) ceramic and strontium ions containing ceramic are investigated for local treatment of an osteoporotic bone.

A total of 20 matured female rabbits were used in our study. Healthy group consisted of 4 rabbits. 16 rabbits underwent experimentally induced osteoporosis. Afterwards 4 of them had sham surgery in greater trochanter of femur bone, creating a 4 mm wide bone defect. For the remaining rabbits implantation of CaP ceramic granules was performed - HAp/β-TCP (30/70) for 6 rabbits or Sr-containing HAp/β-TCP (6 rabbits). After 3 months results were evaluated with micro-computed tomography and immunohistochemistry. HAp/β-TCP and Sr-containing HAp/β-TCP ceramic granules implanted in osteoporotic bone showed local bone tissue remodeling potential by increase of bone optical density. Detectable increase of NFκB105 and OPG, within strontium containing biomaterials, shows its local role to improve bone regenerative potential in osteoporotic bone conditions.

This work has been supported by the National Research Programme No. 2014.10-4/VPP-3/21 “Multifunctional Materials and composites, photonics and nanotechnology (IMIS²)” Project No. 4 “Nanomaterials and nanotechnologies for medical applications”.

NEKULTIVĒJAMO MIKROORGANISMU IDENTIFICĒŠANA UN UZSKAITĪŠANA DZERAMAJĀ ŪDENĪ

Linda Mežule, Brigita Daļecka, Tālis Juhna
Rīgas Tehniskās universitātes Būvzinātnes centra Ūdens pētniecības

Apkārtējā vidē daudzi mikroorganismi, sastopami dzīvotspējīgā bet nekultivējamā stāvoklī, jo to vairošanos būtiski ietekmē barības vielu trūkums, neatbilstoši fizikālie/ķīmiskie apstākļi vai citu mikroorganismu klātbūtne. Kultivēšanas metodes šādos apstākļos nav piemērotas un nepieciešams izmantot metodiku, kas pamatojas uz interesējošo mikroorganismu identificēšanu vai uzskaitīšanu *in situ*.

Darba gaitā tika izstrādāta un testēta fluorescentās *in situ* hibridizācijas (FISH) un polimerāzes ķēdes reakcijas (PCR) metodoloģija tādu mikroorganismu kā *Legionella* spp, *Escherichia coli* un *Clostridium* spp noteikšanai dzeramajā ūdenī.

Iegūtie rezultāti parādīja, ka ar FISH metodi iespējams precīzi identificēt un uzskaitīt *Escherichia coli* un *Clostridium* ģints baktērijas, tomēr metode nav piemērota liela apjoma paraugu analizēšanai. Kvantitatīvā PCR metode nodrošināja iespēju automatizēti uzskaitīt *E. coli* tomēr, tika novērota atsevišķu vielu (organiskie savienojumi un dzelzs) ietekme uz rezultātu.

Apkopot rezultātus tika secināts, ka nekultivējamo mikroorganismu identificēšanai un uzskaitīšanai ir izmantojamas dažādas optiskās metodes, kas nodrošina to vizualizāciju *in situ* apstākļos.

IDENTIFICATION AND ENUMERATION OF NONCULTURABLE MICROORGANISMS IN DRINKING WATER

Linda Mežule, Brigita Dalecka, Talis Juhna
Water Research Laboratory, Research Center for Civil Engineering, Riga Technical University

Many microorganisms in the environment are found in a viable but nonculturable state due to the lack of essential nutrients, presence of harmful chemicals or unfavorable growth conditions. In this state application of culture based assays for their identification is not appropriate. One of the alternative choices are molecular based *in situ* analyses.

During the research fluorescent *in situ* hybridization (FISH) and polymerase chain reaction (PCR) protocols for the identification and enumeration of *Legionella* spp, *Escherichia coli* and *Clostridium* spp in drinking water were designed and evaluated. The results showed that FISH enables identification and enumeration of *E. coli* and *Clostridium* spp in their natural environment, however, the method is not suitable for the analyses of large amount of samples. At the same time quantitative PCR was very efficient for automated analyses of *E. coli*, however, the presence of certain chemicals (organic substances and iron compounds) showed inhibitory properties on the reaction. In conclusion, the application of optical tools for *in situ* enumeration of nonculturable microorganisms in the environmental samples is a promising and effective tool.

This work has been supported by the National Research Programme No. 2014.10-4/VPP-3/21 “Multifunctional Materials and composites, photonicS and nanotechnology (IMIS2)” Project No. 4 “Nanomaterials and nanotechnologies for medical applications”.

HIDRODINAMIKA AR SPINU UN AKTĪVAS SISTĒMAS ELEKTROMAGNĒTISKĀ LAUKĀ

Andrejs Cēbers, Mihails Belovs
Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultāte

Šobrīd zināmi vairāki mikroorganismu kustības mehānismi, - paškustība, ko izsauc rotējoša spirāle, lokanas stīgas liekuma deformācijas viļņa izplatīšanās. Šie mehānismi nespēj izskaidrot sēru oksidējošo Thiovulum majus baktēriju paškustību, kuras kustās par kārtu lielāku ātrumu nekā tādas labi zināmas baktērijas kā *E-coli*. Darbā [1] piedāvāts principiāli jauns baktēriju paškustības modelis, kurš apskata flagellu radīto spēka momentu darbību baktērijas virsmas tuvumā. Iegūtās sakarības, izmantojot zināmās rotācijas motoru radītos spēku momentu vērtības, labi atbilst eksperimentāliem novērojumiem.

Viens no paņēmieniem kā veidot mikro-mehānismus, kuri atdarina dzīvajā pasaulē sastopamos, ir lokanu magnētisku stīgu izmantošana. Uz to pamata var veidot aktīvas sistēmas, kuras darbināmas ar mainīgiem elektromagnētiskiem laukiem. Darbos [2,3] apskatīti jauni šādu stīgu veidošanas mehānismi, kas saistīti ar vāja feromagnētiķa – hematīta mikrodaļiņu ķēdīšu veidošanu. Darbā [2] parādīts, ka šādas ķēdītes orientējas perpendikulāri mainīgam magnētiskam laukam. Darbā [3] skaitliski un eksperimentāli parādīts, ka hematīta daļiņu gredzeni saspiežas magnētiskā lauka virzienā, veidojot savdabīgu mikro-reaktoru ar maināmu virsmas laukumu.

HYDRODYNAMICS WITH SPIN AND ACTIVE SYSTEMS IN ELECTROMAGNETIC FIELDS

Andrejs Cēbers, Mihails Belovs,
Faculty of Physics and Mathematics, University of Latvia

Although several mechanisms of self-propulsion of microorganisms are known = rotating helice, bending wave propagation along flexible tail, nevertheless they are not able to explain very fast motion of sulphur oxidizing bacteria Thiovulum majus, which are by an order of magnitude faster than such well-known bacteria as *E-coli*. In [1] new mechanism, which consider the action of torques produced by rotating flagella on the boundary layer near the surface of bacterium, is proposed. Known value of torque produced by rotary motors gives the velocity of self-propulsion, which agree with experimental observations.

One possibility to create micro-mechanisms, which mimic living world, is using of flexible magnetic filaments. In [2,3] magnetic strings of new type – chains of micro-particles of weak ferromagnetic – hematite are considered. In [2] it is shown that chains of hematite particles orient perpendicularly to AC field. In [3] it is found numerically and experimentally that ring of hematite particles compresses along the field direction forming mini-reactor with variable surface area.

[1]. M.Belovs, A.Cēbers, Phys.Rev.E, 2016, 93, 062404. [2] F.Martinez-Pedero, A.Cebers, P.Tierno, Soft Matter, 2016, 12, 3688. [3]. F.Martinez-Pedero, A.Cebers, P.Tierno, Phys.Rev.Applied, 2016, 6, 034002.

This work has been supported by the National Research Programme No. 2014.10-4/VPP-3/21 “Multifunctional Materials and composites, photonicS and nanotechnology (IMIS2)” Project No. 4 “Nanomaterials and nanotechnologies for medical applications”.

MAGNĒTISKO NANODAĻIŅU IEGŪŠANA DZIRKSTS IZLĀDĒ

Mihails Majorovs, Elmārs Blūms, Gunārs Kronkalns
Latvijas Universitātes Fizikas institūts

Magnētiskām nanodaļiņām tiek prognozētas interesantas pielietošanas iespējas modernajā medicīnā (vadītais zāļu transports, magnētiskā hipertermija u.c.). Ļoti tīras nanodaļiņas medicīniskiem pielietojumiem var iegūt ar t.s. Svedberga metodi, kondensējot elektriskās dzirksts izlādē iztvaicētu metālu. Mūsu pētījumā nanodaļiņas tiek radītas, inicējot dzirksts izlādi dzelzs pulverī, kas suspendēts dielektriskā šķīdumā. Mainot elementāro elektriskās izlādes aktu enerģiju un impulsa ilgumu, iespējams regulēt nanodaļiņu izmēru. Iegūtās nanodaļiņas tiek analizētas izmantojot rentgenstaru difrakcijas spektrometriju (XRD), vibrācijas magnetometriju (VSM), elektronmikroskopiju (TEM) un nanaodaļiņu koloidālu dispersiju dinamisko gaismas izkliedi (DLS). Noskaidrots, ka gadījumā, ja dzelzs tiek iztvaicēta destilētā ūdenī, kondensētās nanodaļiņas satur magnetītu. Daļiņu izmēri saskaņā ar TEM, DLS un VSM mērījumiem izkliedēti relatīvi šaurā intervālā no 6 līdz 12 nm. Cietās fāzes piesātinājuma magnetizācija atbilst nanodaļiņu magnetīta saturam aptuveni 60%. Ja dzelzs tiek erodēta etanolā, kondensētā nanodaļiņas satur dzelzi ar nelielu dzelzs karbīda (CFe₁₅) piejaukumu. Saskaņā ar TEM mērījumiem daļiņu izmērs nepārsniedz 50 nm, bet DLS mērījumi liecina par daudz lielākiem izmēriem līdz pat 700 nm. Šādu rezultātu atšķirību var izskaidrot ar dzirksts izlādes izsauktu etanola pirolīzi un ar multikodolu nanodaļiņu formēšanos. Masas piesātinājuma magnetizācija atbilst dzelzs saturam nanodaļiņās aptuveni 40%.

MAGNETIC NANOPARTICLES PREPARED BY SPARK DISCHARGE

Mihails Majorovs, Elmārs Blūms, Gunārs Kronkalns,
Institute of Physics, University of Latvia

Magnetic nanoparticles have interesting application possibilities in modern medicine (magnetic drug targeting, hyperthermia etc.) A promising method of nanoparticles preparation for medical applications is condensation of material evaporated by spark discharge (Svedberg method). In present work, the nanoparticles are prepared by initiation of spark discharge in iron powder suspended in dielectric fluid. The spark generator allows regulating the energy and duration of elementary discharges. The prepared nanoparticles are analyzed employing X-ray diffraction spectroscopy (XRD), vibration magnetometry (VSM), electron microscopy (TEM) and dynamic light scattering of nanoparticle colloidal solution. It is found that if iron is eroded in distilled water, the obtained nanoparticles consist of magnetite. Their size evaluated from TEM, DLS and magnetogrulometry analysis of VSM measurements lies in narrow interval 6 – 12 nm. The saturation magnetization of particle dry mass correspond to magnetite content in particles 60%. If the iron is eroded in ethanol, the condensed particles consist of iron and small content of iron carbide (CFe₁₅). According to TEM, the particle size does not exceed 50 nm, whereas DLS measurements indicate significantly higher size up to 700 nm. Such discrepancy in particle sizes may be explained by presence in colloid the spark-induced pyrolysis of ethanol and by formation of multi-core particles. The saturation magnetization of particle mass corresponds to iron content in particles approximately 40%.

This work has been supported by the National Research Programme No. 2014.10-4/VPP-3/21 “Multifunctional Materials and composites, photonicS and nanotechnology (IMIS2)” Project No. 4 “Nanomaterials and nanotechnologies for medical applications”.

24. februāris

**VALSTS PĒTĪJUMU
PROGRAMMAS IMIS²
REZULTĀTU A PSPRIEŠANA –
STENDA REFERĀTI**

AUGŠĒJĀ ELEKTRODA BIEZUMA IETEKME UZ METĀLORGANISKO PEROVSKĪTA SAULES ELEMENTU DEGRADĀCIJU

Anastasija Ivanova^{1,2}, Igors Kaulačs¹, Modris Roze², Andrejs Tokmakovs³, Aigars Holsts¹

¹Fizikālās Enerģētikas institūts

²Rīgas Tehniskā universitāte

³Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Šajā darbā tiek parādīts kā augšējā elektroda biežums ietekmē inversā planārās heteropārejas perovskīta $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_{3-x}\text{Cl}_x$ saules elementa degradāciju. Tiek pētīts perovskīta saules elements ar sekojošu struktūru ITO/PEDOT:PSS/ $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_{3-x}\text{Cl}_x$ /PCBM/ C_{60} /Ag. Perovskīta slānis tiek uzness uz PEDOT:PSS slāņa izmantojot modificētu interdifūzijas metodi [1] no $\text{PbI}_2+\text{PbCl}_2$ šķīduma DMSO+DMF šķīdinātāju maisījumā. Kā caurumu transporta slānis tika izvēlēts dubultais fullerēnu slānis: šķīstošais fullerēna atvasinājums PCBM, kas vakuumā pārklāts ar C_{60} kārtiņu. Kā augšējais elektrods vakuumā tika uzsublimēts Ag slānis ar dažādiem biežumiem (50 un 100 nm).

Parādīts, ka Ag slāņa biežuma palielināšana samazina šūnas sākotnējo degradāciju gaisā.

Visi fotoelektriskie parametri tika pētīti $\sim 5 \cdot 10^{-7}$ mbar vakuumā *in situ*, neizņemot paraugu no vakuumkambars pēc elektroda uznešanas.

INFLUENCE OF TOP ELECTRODE THICKNESS ON METALORGANIC PEROVSKITE SOLAR CELL DEGRADATION

Anastasija Ivanova^{1,2}, Igors Kaulačs¹, Modris Roze², Andrey Tokmakov³, Aigars Holsts¹

¹Institute of Physical Energetics

²Riga Technical University

³Institute of Solid State Physics, University of Latvia

In this work we present influence of the thickness of top electrode on inverted planar heterojunction perovskite $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_{3-x}\text{Cl}_x$ solar cell degradation. Perovskite solar cells with structure ITO/PEDOT:PSS/ $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_{3-x}\text{Cl}_x$ /PCBM/ C_{60} /Ag were built. Perovskite layer was deposited on PEDOT:PSS layer using modified interdiffusion method [1] from $\text{PbI}_2+\text{PbCl}_2$ (with molar ratio 3,4) solution in mixture of DMF+DMSO (molar ratio 3). As hole transporting material we choose double fullerene layer: soluble fullerene derivative PCBM covered in vacuum by C_{60} layer. As top electrode we used thermally evaporated Ag with different thicknesses (50 and 100 nm).

It was shown that increase of Ag layer thickness diminishes cell initial degradation in air.

All photoelectric measurements have been made in the same homemade vacuum cryostat where electrode was deposited at $\sim 5 \cdot 10^{-7}$ mbar without breaking the vacuum and moving the cell.

[1] Xiao, Z.; Bi, C.; Shao, Y.; Dong, Q.; Wang, Q.; Yuan, Y.; Wang, C.; Gao, Y.; Huang, J. *Energy Environ. Sci.* **2014**, *7*, 2619-2623

The financial support of IMIS 2 project is greatly acknowledged.

NANOPULVERU SINTĒZE UN SAĶEPINĀŠANA DZIRKSTS IZLĀDĒ SISTĒMĀ $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-ZrO}_2\text{(Y}_2\text{O}_3)$

Jānis Grabis, Dzidra Jankoviča, Ints Šteins, Māra Lubāne, Inta Sīpola
MLKF Neorganiskās ķīmijas institūts, Rīgas Tehniskā universitāte

Sistēmā $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-ZrO}_2\text{(Y}_2\text{O}_3)$ veidojas mullīta-cirkonija oksīda kompozīti, kam raksturīga augsta temperatūras un termiskā trieciena izturība, teicama ķīmiskā un mehāniskā noturība.

Izmantojot plazmasķīmisko un solu-gēlu pašdegšanas metodes, darbā sintezēti dažāda sastāva mullīta-cirkonija oksīda nanopulveri, salīdzinātas to īpašības un saķepināšanas īpatnības dzirkstsizlādes procesā.

Abas sintēzes metodes, ja $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2 = 3:2$, nodrošina vāji kristāliskas vai rentgenamorfās mullīta fāzes veidošanos kopā ar t-, m-ZrO₂ fāzēm. Plazmasķīmiskā un sola-gēla sintēzēs mullīta kristalizācija nanopulveros notiek papildus karsēšanā attiecīgi 980-1000 °C un 1200-1300 °C temperatūrā; sablīvēšanās dzirkstsizlādes procesā sākas 850-900 °C un 1200-1300 °C, sasniedzot maksimālo relatīvo blīvumu (99.1-99.3%) 1400-1500 °C temperatūrā 3 min laikā. Iegūtie paraugi ir ar sīkgraudainu struktūru (0.8-1.5 μm) un satur mullīta un t-, m-ZrO₂ fāzes. Papildus, īpaši ar solu-gēlu metodi sintezētie, paraugi satur stieņveida mullīta kristālus, kuru garums 3-5 μm un kuru veidošanos var izskaidrot ar stiklveida fāzes klātbūtni izejvielās.

PREPARATION AND SINTERABILITY OF $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-ZrO}_2\text{(Y}_2\text{O}_3)$ NANOPOWDERS PREPARED BY PLASMACHEMICAL AND SOL-GEL SYNTHESIS

Jānis Grabis, Dzidra Jankoviča, Ints Šteins, Māra Lubāne, Inta Sīpola
Institute of Inorganic Chemistry, MSACF, Riga Technical University

Mullite-zirconia based materials due to high refractivity, thermal-shock resistance, good chemical stability, and high mechanical resistance are promising construction and functional materials.

Mullite-zirconia based nanopowders were prepared by using plasmachemical and sol-gel combustion synthesis, their parameters and sinterability by using spark plasma process (SPS) were compared.

Weekly crystallized or X-rays amorphous mullite nanopowders containing t-, m-ZrO₂ phases were obtained by both synthesis methods. Formation and crystallization of mullite started during additional calcination at 980-1000 °C and 1200-1300 °C respectively.

Densification of plasma produced particles and sol-gel nanopowders started at 850-900 °C un 1200-1300 °C respectively. The maximal density (99.1-99.3%) was reached at 1400-1500 °C during 3 min. The obtained bulk materials with fine-grained (0.8-1.5 μm) microstructure contained mullite and t-, m-ZrO₂ phases. Beside this ceramic contained rod-like particles with length of 3-5 μm which indicated about the presence of glassy phase in precursors.

The financial support of National Research Programme IMIS² is greatly acknowledged.

AR Eu²⁺ UN Dy³⁺ DOPĒTU STRONCIJA ALUMINĀTU SINTĒZE UN TO ĪPAŠĪBAS

Laura Rozenberga-Voska¹, Jānis Grabis¹, Aleksejs Zolotarjovs²

¹Rīgas Tehniskās universitātes Neorganiskās ķīmijas institūts

²Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Ar retzemju elementiem dopēti stroncija alumināti uzrāda ilgstošu luminiscenci un tādejādi ir raduši plašu pielietojumu.

Stroncija alumināti sintezēti no metālu nitrātiem ar šķīduma – degšanas metodi, izmantojot organiskus reducētājus (urīnviela, glicīns, citronskābe) un dažādas dopantu (Eu un Dy) koncentrācijas.

Iegūtos pulverus karsēja 900, 1000, 1300 °C temperatūrā. Rentgenfāžu analīze uzrādīja SrAl₂O₄ kā pamatfāzi un Sr₃Al₂O₆, Sr₄Al₁₄O₂₅ kā piemaisījumu fāzes. Luminiscences intensitāte augstāka tiem paraugiem, kuriem mazāka pievienoto dopantu koncentrācija (1 mol% Eu un 1 mol% Dy). Atkarībā no izmantotās karsēšanas temperatūras, pielietotās organiskās vielas un dopantu koncentrācijas paraugu īpatnējā virsma variē no 5.7 līdz 38.9 m²/g, kristalītu izmērs robežās no 30 līdz 80 nm.

Ar šķīduma – degšanas metodi un karsēšanu 1300 °C temperatūrā, iegūts SrAl₂O₄:Eu²⁺, Dy³⁺ ar minimālu piemaisījuma fāžu saturu, kura kristalītu izmērs ir 80 nm. Fotoluminiscences intensitāte atkarīga no dopantu koncentrācijas.

SYNTHESIS OF Eu²⁺ AND Dy³⁺ DOPED STRONTIUM ALUMINATES AND THEIR PROPERTIES

Laura Rozenberga-Voska¹, Jānis Grabis¹, Aleksejs Zolotarjovs²

¹Institute of Inorganic Chemistry, Riga Technical University

²Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Strontium aluminates doped with rare earth ions were observed to be efficient light emitter and found many applications as long afterglow phosphors.

Strontium aluminates were synthesized by the solution combustion method from metal nitrate solutions and organic fuel. Different concentrations of dopants (Eu, Dy) and three combustion agents (urea, glycine, citric acid) were used.

Obtained powders were calcinated at temperature 900, 1000 and 1300 °C. XRD measurements showed the main phase of SrAl₂O₄ and traces of Sr₃Al₂O₆, Sr₄Al₁₄O₂₅. The intensity of luminescence was highest for samples containing smaller concentration of dopants (1 mol% Eu and 1 mol% Dy). The specific surface area varied from 5.7 to 38.9 m²/g, and crystallite size varied from 30 to 80 nm depending on temperature of calcination, used fuel, and content of dopants.

Combining combustion synthesis of strontium aluminate with calcination at 1300 °C ensured preparation of SrAl₂O₄:Eu²⁺, Dy³⁺ particles with crystallite size of 80 nm with minimal content of extraphases. Intensity of photoluminescence depended on the content of dopants.

The financial support of National Research Programme (IMIS²) is greatly acknowledged.

TUNELĻLUMINISCENCE ILGI SPĪDOŠĀ SrAl₂O₄: Eu, Dy MATERIĀLĀ

Virgīnija Vītola, Donats Millers, Krišjanis Šmits, Aleksejs Zolotarjovs, Larisa Grigorjeva
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Ilgi spīdošu luminescentu materiālu SrAl₂O₄:Eu, Dy sagatavoja augsttemperatūras cietvielu reakcijā. Ar retzemju joniem aktivēti stroncija aumināti ir efektīvi luminofori, kuru izmantošana strauji pieaug un tiem paredzami vēl daudzi iespējami pielietojumi. Par SrAl₂O₄:Eu, Dy ilgo pēcspīdēšanu atbildīgo procesu pētījumos izmantotas luminescentās metodes - luminescences emisijas spektru, termiski stimulētas luminescences un luminescences dzišanas kinētiku reģistrācija. Iegūto rezultātu analīze rāda, ka par ilgo pēcspīdēšanu un ierosināta Eu²⁺ radīšanu ir atbildīgi vismaz divi procesi – termiski atbrīvoto elektronu tieša rekombinācija ar Eu³⁺ un elektronu tunelēšana no kāda lādiņu ķērājcentra uz Eu³⁺. Izvirzīts ilgās pēcspīdēšanas mehānisms, kurā ietverti abi minētie procesi un apspriests šo procesu ieguldījums ilgajā pēcspīdēšanā pie dažādām temperatūrām. Literatūrā piedāvātajos ilgās pēcspīdēšanas mehānismos tunelļluminescences iespējamība nav apskatīta.

TUNNELING LUMINISCENCE IN LONG LASTING LUMINESCENT MATERIAL SrAl₂O₄: Eu, Dy

Virgīnija Vītola, Donats Millers, Krisjanis Smits, Aleksejs Zolotarjovs, Larisa Grigorjeva
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

A long afterglow luminescent material SrAl₂O₄:Eu,Dy was prepared by high temperature solid-state reaction method. This material is widely applicable due to its high luminescent efficiency and remarkably long afterglow. The processes responsible for long lasting luminescence were studied by means of luminescence spectra, thermally stimulated luminescence and afterglow kinetics. Two processes are found to contribute in excited Eu²⁺ creation – the thermally released electrons direct recombination with Eu³⁺ and electron tunneling from a trap to Eu³⁺. The mechanism for long afterglow is proposed including both processes and the possible contribution of these processes at different temperatures is discussed. Previously only thermally stimulated processes were considered to be responsible for the long lasting afterglow of the material.

The financial support of National Research Programme IMIS² is greatly acknowledged.

GRAFĒNA SŪKĻU SLĀPEKĻA SORBCIJAS PĒTĪJUMI PIE ZEMĀM TEMPERATŪRĀM

Valentīns Grehovs¹, Jānis Kalnačs¹, Anatolijs Mišņevs², Kārlis Kundziņš³

¹ *Fizikālās Enerģētikas institūts*

² *Latvijas Organiskās Sintēzes institūts*

³ *Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Grafēna sūkļu (GS) slāpekļa sorbcijas spēja pētīta pie šķidrā slāpekļa temperatūras. Pētījumi parādīja, ka pētāmais materiāls ir perfekti grafitizēts oglekļa paraugs ar nelielu skaitu mikro- un mezo- poru.

Šāda veida objekti ir pētīti kā masīvs grafitizētu oglekļa sodrēju materiāls, kas tiek raksturots ar II un IV tipa izotermām (IUPAC klasifikācija), atkarībā no tā vai materiālā ir, vai nav mikro- un mezo- poras.

Grafēna sūkļu izotermu apskats veikts salīdzinājumā ar izotermām no termiski eksfoliētā grafīta (TEG). Atbilstoši sorbcijas izotermu raksturīgam izskatam redzams, ka sorbcija notiek uz grafitizēto plāksnīšu virsmas. Adsorbcijas potenciāla sadalījums (APD) ir apskatīts un diskutēts visiem paraugiem. APD ir enerģijas sadalījums, kurš realizējas N₂ molekulām adsorbējoties uz virsmas. Homogēnas virsmas gadījumā visi adsorbcijas punkti ir ar vienādu enerģiju, līdz ar to pirmās slāpekļa sorbcijas kārtas veidošanās notiek pie vienāda gāzes spiediena.

Darbs veikts valsts pētījumu programmas 2014 – 2017 “Daudzfunkcionālie materiāli un kompozīti, fotonika un nanotehnoloģijas” finansējuma ietvaros.

GRAPHENE SPONGES NITROGEN ADSORPTION INVESTIGATION BY LOW TEMPERATURE.

Valentins Grehovs¹, Janis Kalnacs¹, Anatolijs Mišņevs², Karlis Kundzins³

¹ *Institute of Physical Energetics*

² *Latvian Institute of Organic Synthesis,*

³ *Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Graphen sponge (GS) produced earlier, were investigated by low temperature nitrogen adsorption. Adsorption study of GS samples has shown that it is well-graphitized carbon materials, possessing small amount of micro and meso pores.

Objects of this type are well studied on bulk samples of the graphitized carbon blacks are characterized for their isotherms of type II and IV (IUPAC classification) depending on the absence or presence of micro and mesopores.

Review our GS isotherms of samples carried out in comparison with the isotherms for thermo exfoliated graphite (TEG). According to the characteristic shape of adsorption isotherms it can be seen, that they are adsorbed onto the well graphitized surface. Adsorption potential distribution (APD) is studied and discussed for all samples. APD is the energy distribution that is released as N₂ molecules was adsorbed on the surface. In the case of a homogeneous surface all places have the same energy, thus filling of the first layer of the molecules occurs in a narrow range of pressure.

The present research has been supported by the National Research Programme for 2014–2017 “Multifunctional Materials and Composites, Photonics and Nanotechnologies”.

**SORBCIJAS SLĀŅU SECĪGAS AUGŠANAS METODES UN
PAKĀPENISKAS PORU AIZPILDĪŠANAS METODES SALĪDZINĀJUMS
SORBCIJAI UZ GRAFĒNA SŪKLĀ**

Valentīns Grehovs¹, Jānis Kalnačs¹, Anatolijs Mišņevs², Kārlis Kundziņš³

¹*Fizikālās Enerģētikas institūts*

²*Latvijas Organiskās Sintēzes institūts*

³*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Secīgu sorbcijas slāņu augšanu uz sorbējošās virsmas nosaka absorbenta īpatnējais virsmas laukums, kas transformētās koordinātēs iztaiso izotermu. To darot, ir nepieciešams zināt atbilstošo izotermas veidu, kuram šo metodi iespējams izmantot.

Poru aizpildīšanas metode izmantojama, ja izotermas sākumā pie maziem relatīvajiem spiedieniem pēc sākotnējā mikroporu aizpildījuma grafitizētās virsmas izotermi ir neliels apgabals, kurā adsorbāta aizpildījums ir proporcionāls īpatnējam virsmas laukumam, nepalielinot to kooperatīvo procesu dēļ, tādu kā poru tilpuma aizpildīšana vai kapilārā kondensācija. Abu metožu salīdzināšana ir iespējama, pateicoties līdzīgiem paraugiem grafēna sūkļiem un termoeksfoliētām grafiem, papildus analizējot rentgenstaru difrakcijas datus.

Darbs veikts valsts pētījumu programmas 2014 – 2017 “Daudzfunkcionālie materiāli un kompozīti, fotonika un nanotehnoloģijas” finansējuma ietvaros.

**COMPARISON OF METHODS OF LAYERED GROWTH OF THE
ADSORPTION AND METHOD OF SUBTRACTING THE PORE EFFECT
FOR ADSORPTION ON GRAPHENE SPONGES.**

Valentins Grehovs¹, Janis Kalnacs¹, Anatolijs Mishņevs², Karlis Kundzins³

¹*Institute of Physical Energetics*

²*Latvian Institute of Organic Synthesis*

³*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

The method of layered growth of the adsorption layer determine the specific surface area (SSA) of adsorbent to straighten isotherms in the transformed coordinates. To do this, you need to know the appropriate isotherm plot for which is possible to use this method.

Pore subtraction method comes from the fact that in the initial part of the isotherm at low relative pressure after the initial filling of micropores for graphitized adsorbents there is a small region with adsorbate filling is proportional to SSA, without increasing due to cooperative processes, such as pore volume filling or capillary condensation.

Comparison of both methods is possible due to the presence of some of GS and TEG similar specimens and XRD analysis data.

The present research has been supported by the National Research Programme for 2014–2017 “Multifunctional Materials and Composites, Photonics and Nanotechnologies”.

KONTROLĒTA BISMUTA SELENĪDA NANOLENŠU BIEZUMA SAMAZINĀŠANA

Kristīne Biezā, Jana Andžāne, Marina Romanova, Anita Pastare, Raimonds Popļausks,
Donāts Erts
Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts

Bismuta selenīds (Bi_2Se_3) ir topoloģiskais dielektriķis. Tas ir materiāls, kura lielākā daļa tilpumā ir dielektriķis, toties ārējā virsma ir vadoša. Lai palielinātu virsmas vadāmības ieguldījumu kopējā vadāmībā, ir nepieciešams iegūt ultra plānas nanolentes, kam, savukārt, ir liela praktiska nozīme topoloģisko dielektriķu termoelektriskos pielietojumos.

Bi_2Se_3 nanovadi, kuras sintezēti, izmantojot fizikālo tvaiku nogulsnešanu [1], tika mehāniski pārnesti uz silīcija dioksīda pamatnēm, pārklātām ar zelta marķieriem. Nanovadu pozīcija attiecībā pret marķieriem tika kontrolēta, izmantojot skenējošo elektronu mikroskopu. Nanolenšu ģeometrisko parametru izmaiņas tika kontrolētas ar atomspēka mikroskopu.

Nanolenšu biežuma samazināšanai tika izmantotas 2 metodes: termiskās iztvaicēšanas [2] un jonu kodināšanas. Abām metodēm tika atrasti optimālie nanovadu biežuma samazināšanas parametri. Vienmērīgāka biežuma ultraplāni nanovadi ir iegūti ar jonu kodināšanas metodi. Dotā metode sniedz iespēju iegūt Bi_2Se_3 nanovadus ar biežumu zem 10 nm.

CONTROLLED THICKNESS REDUCTION OF BISMUTH SELENIDE NANORIBBONS

Kristine Bieza, Jana Andzane, Marina Romanova, Anita Pastare, Raimonds Popļausks,
Donats Erts
Institute of Chemical physics, University of Latvia

Bismuth selenide (Bi_2Se_3) is a topological insulator, a material which is most of the volume is a dielectric, but the outer surface is conductive. It is important to develop the optimal method for obtaining Bi_2Se_3 nanoribbons of controllable thickness, including ultra thin nanoribbons, which, in turn, are of great practical importance for application in thermoelectric applications of topological insulators.

Synthesized by physical vapour deposition method Bi_2Se_3 nanoribbons [1] were mechanically transferred on silicon dioxide substrates marked with gold markers. Positions of the nanoribbons relative to the markers were controlled by scanning electron microscope. Geometrical parameter changes of nanoribbons were monitored by atomic force microscopy.

2 methods were used for nanoribbons thickness reduction: thermal evaporation [2] and ion etching. Optimal parameters for thickness reduction of the nanoribbons are found for both methods. Ultra thin nanoribbons with more even thickness are obtained using ion etching method. This method provides a possibility to obtain Bi_2Se_3 nanoribbons of thicknesses below 10 nm.

[1] M. Baitimirova, J. Andzane, G. Petersons, et al. *J. Mater. Sci.* **51**, 8224 (2016)

[2] Huang et al., *ACS Nano* **8**, 10851 (2014)

PORAINA ALUMĪNIJA OKSĪDA VEIDNES KOLOIDĀLU NANODAĻIŅU MASĪVU SAKĀRTOŠANAI

Uldis Malinovskis, Juris Prikulis, Donāts Erts
Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts

Sakārtotu, savstarpēji nesavienotu nanodaļiņu masīvu veidošanai ir liels pielietojuma potenciāls augsta blīvuma elektronisku un optisku iekārtu izstrādē. Parasti nanodaļiņu masīvi tiek veidoti, izmantojot litogrāfijas vai tvaika deponēšanas tehnoloģijas. Tomēr, daļai perspektīvu optoelektronisku pusvadītāju materiālu, piemēram, fluorescējošu nanodimantu masīviem šīs metodes nav izmantojamas. Šajā pētījumā tiek demonstrēta jauna masīvu veidošanas metode, izmantojot kapilāro spēku sekmētu koloīdu deponēšanu uz poraina alumīnija oksīda virsmas, kas kalpo par pašorganizētu kārtošanas veidni jeb matricu ar 50 nm lielām šūnām. Tika veikta dimanta un sudraba nanodaļiņu kārtošana masīvos un to pārnese uz polimēra substrāta virsmas. Galvenie procesi, kas ietekmē masīvu struktūru ir konvektīvā daļiņu plūsma, iztvaikošana, kapilārie spēki, elektrostatiskās un Van der Vālsa mijiedarbības starp daļiņām un oksīda virsmu. Metode ir samērā vienkārša un nepieciešamie veidojamā masīva parametri var tikt iegūti, kontrolējot vides temperatūru, gaisa mitrumu un koloīda šķidrums meniska kustības ātrumu pa parauga virsmu. Turklāt, alumīnija oksīda poru struktūra ļauj ne tikai sakārtot nanodaļiņas, bet arī tās šķirot pēc to izmēriem. Iegūtie nanodimantu masīvi ir blīvāki (50 nm centru attālums) un ar mazākiem daļiņu izmēriem (≤ 20 nm) nekā līdz šim minēts literatūrā.

POROUS ALUMINA TEMPLATES FOR COLLOIDAL NANOPARTICLE ARRAY ORDERING

Uldis Malinovskis, Juris Prikulis, Donats Erts
Institute of Chemical Physics, University of Latvia

Assembly of ordered non-touching nanoparticle arrays has a great potential for high density electronic and optical device design. Typically, nanoparticle arrays are created using either using lithographic etching or masked vapor deposition techniques. However, some perspective optoelectronic semiconductor materials, such as fluorescent nanodiamonds are incompatible with mentioned methods. In this work we demonstrate a novel method of array preparation using capillary force assisted colloid deposition on porous alumina surface, which serves as a self-ordered template, with 50 nm cell size. We demonstrate assembly of diamond and silver nanoparticles and array transfer to a polymer matrix. The key processes, which influence the array structure, are convective particle flux, evaporation flux, capillary forces, electrostatic and van der Waals interaction between particles and the alumina surface. The method is robust and the desired array parameters can be achieved by control of environment temperature, humidity and meniscus motion of colloid solution relative to sample surface. In addition to array ordering the pore structure provides a size dependent colloidal nanoparticle sorting. The obtained nanodiamond arrays are more dense (50 nm center separation) and with smaller particle sizes (≤ 20 nm) than previously reported.

Bi₂Se₃ PLĀNO KĀRTIŅU TERMOELEKTRISKĀS UN OPTISKĀS ĪPAŠĪBAS

Mikēlis Marnauza¹, Gvido Pētersons¹, Margarita Baitimirova¹, Romāns Vīter², Jana Andžāne¹,
Donāts Erts¹

¹Latvijas Universitātes Ķīmiskās fizikas institūts

²Latvijas Universitātes Atomfizikas un spektroskopijas institūts

Pēdējos gados veikti plaši zinātniski pētījumi saistībā ar materiāliem, kuros novērojams termoelektriskais efekts, proti, temperatūras gradienta pārvēršana elektriskā strāvā. Būtisks termoelektriskā efekta pielietojums ir termoelektriskajos ģeneratoros, kuru raksturojošais lielums ir termoelektriķa labums - bezdimensionāls ZT faktors, kurš vairākiem termoelektrisku materiālu nepārsniedz 0.6.

Vislabākas termoelektriskās īpašības piemīt dažādiem bismuta halkogenīdiem (Bi₂Se₃, Bi₂Te₃), kuriem ZT ~ 1 pateicoties augstam lādiņnesēju kustīgumam un mazam aizliegtās zonas platumam. Bismuta halkogenīdu ZT var palielināt, samazinot bismuta halkogenīdu plāno kārtiņu biezumu, kā arī apvienojot tos hibrīdstrukturās ar grafēnu [1] un cinka oksīdu.

Šajā pētījumā tika sintezētas Bi₂Se₃ plānās kārtiņas uz grafēna un amorfā stikla virsmām, pielietojot fizikālo tvaiku nogulsnešanas metodi [2], daļa no kurām tika pārklāta ar ZnO slāni.

Eksperimenta gaitā analizēta izveidoto plāno kārtiņu morfologija, kā arī veikti termoelektrisku un optisku īpašību pētījumi.

TERMOELECTRIC AND OPTICAL PROPERTIES OF Bi₂Se₃ THIN FILMS

Mikēlis Marnauza¹, Gvido Petersons¹, Margarita Baitimirova¹, Roman Viter², Jana Andzane¹,
Donats Erts¹

¹Institute of Chemical Physics, University of Latvia

²Institute of Atomic Physics and Spectroscopy, University of Latvia

In the recent years there has been an increase in scientific research considering materials with thermoelectric properties, namely, conversion of temperature gradient to electric current. Crucial use of the thermoelectric effect is in thermoelectric generators, which are characterized by a dimensionless value known as figure of merit ZT. For the most of thermoelectric materials, ZT does not exceed 0.6.

Different bismuth chalcogenides (Bi₂Te₃, Bi₂Se₃) are materials with the best thermoelectric properties with ZT~1 due to high mobility carriers and a narrow band gap. Further increase of ZT of these materials can be achieved by decrease of thickness of bismuth chalcogenide thin films, and also by joining them with graphene [1] and zinc oxide in hybridstructures.

In this work, Bi₂Se₃ thin films on graphene and amorphous glass surface were synthesized using physical vapour deposition method [2], and coated with zinc oxide layer.

Morphology of fabricated thin films was analyzed, and their thermoelectric and optical properties were investigated.

[1] M. Baitimirova, J. Andzane, G. Petersons, et. al. *J. Mater. Sci.* **51**, 8224 (2016) [2] J. Andzane, G. Kunakova, S. Charpentier, et al. *Nanoscale* **7**, 15935 (2015)

Zn NANODAĻIŅU VEIDOŠANĀS MEHĀNISMS ZnO KRISTĀLĀ PĒC APSTAROŠANAS AR Nd:YAG LĀZERU

Artūrs Medvids, Pāvels Onufrijevs, Līga Grase, Ilze Birska
Tehniskās fizikas institūts, Rīgas Tehniskā universitāte

Tika parādīta iespēja ar Nd:YAG lāzera starojumu veidot Zn nanodaļiņas pie ZnO kristāla virsmas. Šī pētījuma mērķis ir izstrādāt nanodaļiņu veidošanas tehnoloģiju metālu oksīdu pusvadītājos, izmantojot lāzera starojumu. Eksperimenti tika veikti, izmantojot hidrotermiski audzētus n-tipa ZnO monokristālus ar izmēriem 5,0 x 5,0 x 2,0 mm. ZnO monokristāli tika apstaroti ar Nd:YAG lāzeru ar sekojošiem parametriem: viļņa garums $\lambda = 266$ nm, impulsa ilgums $\tau = 3$ ns un lāzera starojuma intensitāte līdz $I_{\max} = 315,0$ MW/cm². Parauga nanostrukturālās īpašības tika pētītas izmantojot skanējošo elektronu mikroskopu (FESEM) un Ramana spektroskopiju. Topogrāfija un elektriskā vadītspējas kartēšana tika pētīta izmantojot atomspēku mikroskopu (AFM). Tika atklāts, ka Zn nanodaļiņu veidošanos raksturo divu sliekšņu intensitātes: pirmā sliekšņa intensitāte $I_{th1} = 3,5$ MW/cm² pie kuras vadītspēja sāk monotoni pieaugt 10^3 reizes sakarā ar starpmezglu Zn_i atomu koncentrācijas palielināšanos līdz otrajai sliekšņa intensitātei $I_{th2} = 290,0$ MW/cm², saistībā ar Zn starpmezglu atomu koncentrācijas pieaugumu pie apstarotas virsmas. Pie otrās sliekšņa intensitātes parādās “melns ZnO”, kuru izraisa Zn nanodaļiņu aglomerācija. Nanodaļiņu diametrs pieaug ar lāzera impulsu skaitu. Pierādījums, ka ir radusies Zn fāze pie ZnO monokristāla apstarotas virsmas, parādās Ramana spektrā josla pie 70 cm⁻¹ pēc apstarošanas ar lāzeru.

MECHANISM OF ZnO NANOPARTICLES FORMATION IN ZnO CRYSTAL BY Nd:YAG LASER RADIATION

Arturs Medvids, Pavels Onufrijevs, Līga Grase, Ilze Birska
*Institute of Technical Physics, Faculty of Materials Science and Applied Chemistry,
Riga Technical University*

Recently, we have shown the possibility to form Zn nanoparticles in ZnO crystal using Nd:YAG laser radiation. The aim of this work is to elaborate technology of nanoparticles formation in metal oxide semiconductors by laser radiation. The experiments were performed on hydrothermally grown n-type ZnO single crystals with size 5.0x5.0x2.0 mm. The ZnO crystals were irradiated by the fourth harmonic of pulsed Nd:YAG laser with the following parameters: wavelength $\lambda = 266$ nm, pulse duration $\tau = 3$ ns and laser intensity up to $I_{\max} = 315$ MW/cm². Nanostructural features of the samples were studied by field emission scanning electron microscope (FESEM) and Raman spectroscopy. Topography measurements and electrical conductivity mapping were performed by atomic force microscope (AFM). It was found that the formation of Zn nanoparticles characterizes by two thresholds intensities: the first threshold intensity $I_{th1} = 3.5$ MW/cm² at which conductivity starts to increase monotonously up to 10^3 times, till the second threshold intensity $I_{th2} = 290.0$ MW/cm², due to the increase of the Zn interstitials (Zn_i) concentration at the surface of the ZnO sample. Second stage of the process is “black ZnO” appearance at the irradiated surface. This phenomenon is caused by the agglomeration of Zn_i in nanoparticles which the diameter increase with number of laser pulses. An evidence of Zn phase formation in ZnO crystal is appearance of 70 cm⁻¹ band in Raman spectra after irradiation by the laser.

The work was supported by Latvian National Research Programme in Materials Science (IMIS2) (2014-2017).

PJEZOKAPACITĀTĪVAIS EFEKTS ELASTOMĒRA/OGLEKĻA ALOTROPU KOMPOZĪTOS

Kaspars Ozols, Māris Knite, Astrīda Bērziņa
Rīgas Tehniskās universitātes Tehniskās fizikas institūts

Elektrovadoši elastomēra/oglekļa alotropu (EOA) kompozīti tiek izmantoti mehāniskā spiediena un gāzu sensoru izstrādē. Šajos sensoros tiek izmantota EOA kompozītu spēja mainīt līdzstrāvas elektrisko pretestību paraugu ģeometrijas izmaiņu ietekmē. EOA kompozītu tālākai izpētei tika veikti paraugu kapacitātes izmaiņu mērījumi mehāniskā spiediena ietekmē. EOA kompozītu paraugi tika testēti pie dažādiem spiedieniem (līdz 234 kPa) frekvenču diapazonā no 20 Hz līdz 2 MHz. EOA kompozīta paraugs, kas satur 10 phr oglekļa nanocauruļu, spiediena ietekmē ($p = 183$ kPa) uzrādīja kapacitātes samazinājumu par 3.5% (pie $f = 1$ kHz). Savukārt, reducētu grafēna oksīdu saturošs (10 phr) EOA kompozīta paraugs pie tā paša spiediena un pie tādas pašas frekvences neuzrādīja kapacitātes izmaiņas, tas ir, $\Delta C/C_0 = 0$. Minētajam paraugam spēja mainīt kapacitāti mainījās līdz ar frekvences palielināšanos un pie $f = 2$ MHz paraugs uzrādīja kapacitātes pieaugumu par 3.4%. Novērotie atšķirīgie pjezokapacitātie efekti dažādiem EOA kompozītu paraugiem varētu tikt skaidroti ar ievērojami atšķirīgo pildvielas ģeometriju un elektrovadāmību.

PIEZOCAPACITANCE EFFECT IN ELASTOMER/CARBON ALLOTROPE COMPOSITES

Kaspars Ozols, Maris Knite, Astrida Berzina
Institute of Technical physics, Riga Technical University

Electroconductive elastomer/carbon allotrope (ECA) composites are used for development of mechanical pressure and gas sensors. Ability of ECA composites to change direct current electrical resistance due to changes of sample geometry is used in these sensors.

To carry out further studies of the ECA composites, measurements of the capacitance change depending on mechanical pressure were conducted. The composite samples were tested at different pressures (up to 234 kPa) in the frequency range from 20 Hz to 2 MHz. The ECA composite sample, which contains 10 phr of carbon nanotubes, showed a capacitance reduction of 3.5% ($f = 1$ kHz, $p = 183$ kPa). Whereas, the ECA composite sample containing 10 phr of reduced graphene oxide at the same pressure and the same frequency showed no change in capacitance, that is, $\Delta C/C_0 = 0$. Ability to change the capacitance for the mentioned sample changed with increasing frequency and at $f = 2$ MHz the sample showed the capacitance change of 3.4%. The observed differences in the piezocapacitance effect for the different ECA composite samples could be explained by the significantly different geometry and electrical conductivity of the fillers.

This research was supported by the Latvian National Research Programme in Materials Science (IMIS2).

POLIMĒRU NANOKOMPOZĪTU ELASTISKO ĪPAŠĪBU PROGNOZĒŠANA UN EKSPERIMENTĀLA RAKSTUROŠANA

Egils Plūme¹, Roberts Maksimovs¹, Jānis Zicāns², Remo Merijs-Meri²

¹*Latvijas Universitātes materiālu Mehānikas institūts*

²*Rīgas Tehniskās universitātes Materiālzinātnes un Lietišķās ķīmijas fakultātes
Polimērmateriālu institūts*

Izstrādāts eksfoliētas un neeksfoliētas daļiņas saturoša polimēra kompozīta elastības konstanču aprēķina algoritms, daudzfāžu sistēmas struktūras raksturošanai ieviešot eksfoliācijas pakāpi. Noskaidrots, ka palielinoties slāņaino nanodaļiņu koncentrācijai polimēra matricā, prognozējams nankompozīta elastības moduļa lineārs pieaugums, pie kam augstākas moduļa vērtības novērojamas pie augstākas eksfoliācijas pakāpes. Savukārt palielinoties slāņaino nanodaļiņu eksfoliācijas pakāpei, prognozējamas elastības moduļa nelineāras izmaiņas. Pētījuma rezultāti arī liecina, ka ir iespējams novērtēt kompozīta elastības moduļa pieauguma samazinājumu pateicoties daļiņu aglomerācijai, it īpaši pie lielākas pildvielas koncentrācijas polimēra matricā. Veikta izstrādātā elastības konstanšu aprēķina algoritma validācija un konstatēts, ka piedāvātais modelis aproksimē slāņainos silikātus saturošu polimēru kompozītu elastības moduļa izmaiņas atkarībā no nanopildvielas satura.

PREDICTION AND EXPERIMENTAL CHARACTERIZATION OF ELASTIC PROPERTIES OF POLYMER NANOCOMPOSITES

Egils Plūme¹, Roberts Maksimovs¹, Janis Zicans², Remo Merijs-Meri²

¹*Institute for Mechanics of Materials, University of Latvia*

²*Institute of Polymer Materials, Faculty of Material Science and Applied Chemistry,
Riga Technical University*

A method for calculation the elastic constants of a composite, including polymer matrix, fully exfoliated layered nanoparticles and non-exfoliated particles is considered. Exfoliation degree has been introduced to characterize the extent of exfoliated filler particles. It has been demonstrated that linear growth of the modulus of elasticity is predicted by increasing the nanofiller content in the polymer matrix, whereas greater values of the modulus are expected at higher exfoliation degrees. However, growth of the modulus of elasticity is non-linear if degree of exfoliation is changed. Consequently, it is possible to estimate slow-down in the rate of the modulus increase due to agglomeration of the particles, especially at higher nanofiller concentrations in the polymer matrix.

Validation of the developed approach for prediction of elastic constants if performed and it is concluded that the proposed model approximates the change of the modulus of elasticity of polymer composite reinforced with nanostructured layered silicates by considering concentration of the nanofiller as well as its distribution pattern within the polymer matrix.

The financial support of NRP of Latvia, project IMIS2 is greatly acknowledged.

NEAUSTU ŠĶIEDRMATERIĀLU KOMPOZĪTI ĢEOTEKSTILAM

Aina Bernava, Skaidrīte Reihmane, Juris Biteniņš
*Rīgas Tehniskās universitātes Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultātes
Polimērmateriālu institūts*

Termiski saistītos neaustos materiālus (NM) lieto ģeotekstila iegūšanai, pateicoties salīdzinoši vienkāršam izgatavošanas ciklam un zemām ražošanas izmaksām. Lai panāktu vēlamu īpašību kompleksu, NM veidošanai pielieto dažādu šķiedru maisījumus un armēšanas metodes.

Pētījumā NM kompozīti izgatavoti ar presēšanas metodi no dabas un sintētisko šķiedru maisījuma. Neaustā materiāla klājumi no atšķirīgiem šķiedru maisījumiem veidoti no kaņepāju šķiedras, kas iepriekš apstrādāta ar nātrija hidroksīdu, kā arī otreizējā polietilēntereftalāta un polipropilēna šķiedrām izmantojot laboratorijas tipa kāršanas iekārtu 337A MESDAN. Papildus NM klājums armēts ar termoplastisku sietu no vienas un abām klājuma pusēm.

Laboratorijas paraugi presēti (prese LP-S -50/S ASTM) ar spiedienu 26 ± 2 kN 140 ± 2 °C temperatūrā.

Izgatavoto NM kompozītu virsmas parametri aprēķināti atbilstoši LVS EN ISO 139:2005; mehāniskās īpašības testētas izmantojot Zwick universālo pārbaudzi iekārtu, atbilstoši LVS EN ISO 13934; ūdens caurlaidība noteikta, piemērojot LVS EN ISO 9073 -16: 2009, un gaisa caurlaidība noteikta, atbilstoši EN ISO 9237: 1998. Iegūtie rezultāti salīdzināti ar rūpnieciski ražotu prototipu.

THE NONWOVEN FIBRES COMPOSITES FOR GEOTEXTILE

Aina Bernava, Skaidrīte Reihmane, Juris Biteniņš
*Institute of Polymer Materials, Faculty of Materials Science and Applied Chemistry,
Riga Technical University*

The heat-bonded nonwovens (NW) are used for geotextile production due to the simple production cycle and low processing cost. To create the geotextile with desirable properties the mix of fibres and additional reinforcing methods are used.

The series of NW composites for experiments are made from natural and synthetic fibres mix by compressing method. Hemp fibres, pretreated with sodium hydroxide, recycled polyethylene terephthalate fibres and polypropylene fibres are utilized for NW webs production on laboratory carding machine 337A MESDAN. Additionally the NW webs are reinforced with thermoplastic sieve from one and both sides.

The NW composites are produced on laboratory press (LP-S-50/S ASTM) with pressure 26 ± 2 kN at 140 ± 2 °C temperature.

The produced NW composites samples surface parameters are calculated according LVS EN ISO 139:2005. For testing of NW mechanical properties, according LVS EN ISO 13934-1-2001, Zwick universal testing machine is used. For determination of NW resistance to water penetration hydrostatic pressure test according LVS EN ISO 9073-16:2009 and air permeability EN ISO 9237:1998 are applied. The comparison of obtained results with industrial prototype is performed.

The financial support of NRP of Latvia, project IMIS2 is greatly acknowledged.

AR JONU ŠĶIDRUMIEM MODIFICĒTAS OGLEKĻA NANOCAURULĪTES SATUROŠU POLIMĒRU KOMPOZĪTU ELASTISKĀS, ELEKTRISKĀS UN TERMISKĀS ĪPAŠĪBAS

Guna Vugule¹, Juris Bitenieks¹, Jānis Zicāns¹, Remo Merijs-Meri¹, Ingars Reinholds²,
Ženija Roja², Hans-Peter Heim³, Maik Feldmann³

¹ Rīgas Tehniskās universitātes Materiālzinātnes un Lietišķās ķīmijas fakultātes
Polimērmateriālu institūts

²Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultāte

³Kaseles universitātes Materiālu Tehnoloģiju institūts

Veikta daudzsienu oglekļa nanocaurulīšu (DSO NC) modificēšana ar jonu šķidrumiem. Izstrādāta metode DSONC uzlabotai disperģēšanai polimēra matricā. Izvērtēta nemodificēto un modificēto DSONC ietekme uz etilēna-oktēna kompozītu (EOK) struktūru, kā arī elektriskajām, elastiskajām, mikromehāniskajām un termiskajām īpašībām. DSONC koncentrācija EOK matricā mainīta plašā diapazonā no 0,5 līdz 15 m. %. Konstatēts, ka oglekļa nanopildvielas ievadīšanas rezultātā notiek EOK nanokompozītu kvazistatiskā un dinamiskā elastības moduļa, sagraušanas stiprības un deformācijas, kā arī mikrociētības palielināšanās. Vienlaicīgi pieaug EOK matricas kompozītu elektrovadāmība. Konstatēta arī EOK matricas nanokompozītu termogravimetrisko īpašību uzlabošanās. Kopumā var secināt, ka ievadot modificētās DSONC EOK matricā tiek iegūto nanokompozītu īpašību uzlabojums ir lielāks salīdzinājumā ar nemodificētas DSONC saturošām sistēmām.

ELASTIC, ELECTRICAL AND THERMAL PROPERTIES OF POLYMER COMPOSITES WITH IONIC LIQUIDS MODIFIED CARBON NANOTUBES

Guna Vugule¹, Juris Bitenieks¹, Janis Zicans¹, Remo Merijs-Meri¹, Ingars Reinholds²,
Zhenija Roja², Hans-Peter Heim³, Maik Feldmann³

¹Institute of Polymer Materials, Faculty of Material Science and Applied Chemistry, Riga
Technical University

²Faculty of Chemistry, University of Latvia

³Institute of Material Engineering, Polymer Engineering, University of Kassel

Modification of multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs) with ionic liquids has been performed. The method has been developed to improve dispersion of MWCNTs within polymer matrix. The influence of unmodified and modified MWCNTs on the structure, as well as electrical, elastic, micromechanical and thermal properties of ethylene-octene copolymer (EOC) composites has been evaluated. Concentration of MWCNTs in the polymer matrix has been changed within a broad range from 0,5 to 15 wt.%. It has been concluded that quasistatic and dynamic modules of elasticity, ultimate tensile stresses and strains, as well as microhardness increase due to the introduction of carbon nanofiller within the polymer matrix. Simultaneously electrical conductivity of the EOC matrix composites is increased. In general, one can conclude that by introduction of modified MWCNTs in the EOC matrix improvement of exploitation properties is greater than in the case of neat carbon nanofiller modified systems.

The financial support of NRP of Latvia, project IMIS2 is greatly acknowledged.

ĪPAŠĪBU NOVĒRTĒJUMS AR ELEKTRONU STAROJUMU ŠĶĒRSSAISTĪTĀM ELASTOMĒRU KOMPOZĪCIJĀM AR DAUDZSLĀŅU OGLEKĻA NANOCAURULĪTĒM

Ženija Roja¹, Ingars Reinholds¹, Jānis Zicāns², Remo Merijs-Meri², Guna Vugule²

¹*Latvijas Universitātes Ķīmijas fakultāte*

²*Rīgas Tehniskās universitātes Polimērmateriālu institūts, Materiālzinātnes un Lietišķās ķīmijas fakultāte*

Antistatiskajos pārklājumos un elektromagnētisko aizsardzības materiālos lietoto elastomēru nanokompozītu stiprību, termisko izturību un dielektriskos rādītājus var uzlabot, pielietojot radiācijas šķērssaistīšanu. Darba gaitā veikta daudzslāņu oglekļa nanocaurulītes (ONC saturs 0-15 m.%) saturoša etilēna oktēna kopolimēra (EOK) elastomēra šķērssaistīšana līdz 150 un 300 kGy dozām.

Noteikts, ka pie pildvielas satura 1 m.% par 5% palielinājās EOK/ONC gel frakcija, kas saglabājās līdz 60-80%, apstiprinot dominējošu šķērssaistīšanos pie pildvielas satura 0-15 m.%. DSK pētījumos noteikts, ka apstarošanas dozas un ONC satura pieaugums inducē kompozīciju kristalizācijas temperatūras samazināšanos, samazinoties kristalītu saārtojumam vāji veidotajā EOK lamelārajā struktūrā. ONC nukleācijas efekts veicināja kristalizācijas temperatūras pieaugumu, reorganizējoties šķērssaistītajai struktūrai. Elastības modulis pieauga 2 reizes, palielinoties pildvielas saturam. Impedances un īpatnējās pretestības izmaiņas liecināja par traucētu lādiņu pārnesei, veidojoties šķērssaistītajai makromolekulu struktūrai; dielektriskā konstante palielinājās līdz 6 reizēm pie pildvielas satura 15 m.% ONC mijiedarbības polarizācijas efekta rezultātā.

PROPERTIES OF ELECTRON BEAM CROSSLINKED ELASTOMERIC COMPOSITES WITH MULTI-WALLED CARBON NANOTUBES

Ingars Reinholds¹, Zhenija Roja¹, Janis Zicans², Remo Merijs-Meri², Guna Vugule²

¹*Faculty of Chemistry, University of Latvia*

²*Institute of Polymer Materials, Faculty of Material Science and Applied Chemistry, Riga Technical University*

Radiation crosslinking could improve strength, thermal and electrical properties of antistatic coating and electromagnetic shielding elastomeric nanocomposites.

In this work, ethylene-octene copolymer elastomer with multi-walled carbon nanotubes (CNT content 0-15 wt.%) was irradiated up to 150 and 300 kGy absorbed doses.

The gel content of EOC/CNTs increased by 5% at 1 wt.% filler content and remained at 60-80% due to predominant cross-linking of EOC at filler content 0-15 wt.%. The DSC studies indicated slight reduction of crystallization temperature due to reduced order of EOC spot type lamellar structure with increase of both irradiation dose and CNT content in the composites. The nucleation effect of CNT within the reorganization in cross-linked structure induced growth in crystallinity.

The modulus of elasticity increased by 2-fold with increase of the filler content. Impedance and resistivity contributed to prevented charge movements in case of cross-linked macromolecular structure; the polarization effect of CNT interactions influenced the growth of dielectric constant by up to 6 times with the filler content reaching 15 wt.%.

The financial support of NRP of Latvia, project IMIS2 is greatly acknowledged.

JAUNS PAŅĒMIENS STABILU AMORFĀ KALCIJA FOSFĀTA NANODAĻIŅU AR LIELU ĪPATNĒJĀS VIRSMAS LAUKUMU IEGŪŠANAI

Jana Vecstaudža, Jānis Ločs

RTU Rūdolfa Cimdiņa Rīgas Biomateriālu inovāciju un attīstības centrs, Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte

Amorfajam kalcija fosfātam (AKF) ir potenciāls pielietojums biomateriālu nozarē cieto audu labošanā un reģenerācijā, pateicoties tā augstajai reaktivitātei, biosaderībai un bioaktivitātei salīdzinājumā ar polikristāliskiem kalcija fosfātiem.

AKF nanodaļiņas iegūtas izgulsnējot no kalcija un fosfāta jonus saturoša šķīduma, strauji mainot pH. Sintēzes šķīduma beigu pH variēts no 8 līdz 11. Iegūtais AKF žāvēts 80°C (1h) un raksturots ar RDA, FT-IS un BET metodēm.

Materiāli, kas iegūti no sintēzēm ar beigu pH 8 un pH 9, ir mazkristāliski. Sintēzēs ar beigu pH 10 un pH 11 ir iegūti AKF. Iegūti materiāli ar lielu īpatnējās virsmas laukumu (133-154 m²/g). Sintēzēs ar beigu pH 10 un pH 11 sintezētais AKF gaisa vidē ir stabils vismaz 7 mēnešus. Jaunais paņēmiens AKF iegūšanai ievērojami samazina procesam nepieciešamo laiku un izmaksas, salīdzinot ar liofilizācijas žāvēšanas paņēmienu (48-72 h).

NOVEL PREPARATION ROUTE OF STABLE AMORPHOUS CALCIUM PHOSPHATE NANOPARTICLES WITH HIGH SPECIFIC SURFACE AREA

Jana Vecstaudža, Janis Locs

Rudolfs Cimdinš Rīga Biomaterials Innovations and Development Centre of RTU, Institute of General Chemical Engineering, Faculty of Materials Science and Applied Chemistry, Riga Technical University

Amorphous calcium phosphate (ACP) has promising applications in biomaterial field in repair and regeneration of hard tissue because of high reactivity, biocompatibility and bioactivity in comparison with polycrystalline calcium phosphates.

ACP nanoparticles were reprecipitated from calcium and phosphate ion solution by fast change of pH. End pH of synthesis medium was varied from 8 to 11. Obtained ACP was dried in 80°C (1h) and characterized by XRD, FT-IR and BET methods.

Materials obtained at pH 8 and pH 9 were low crystalline and ones obtained at pH 10 and pH 11 were amorphous. Specific surface area was 133-154 m²/g. ACP obtained at pH 10 and pH 11 is structurally stable for at least 7 months in air atmosphere. The new route for preparation of ACP considerably saves time and costs when compared to freeze drying technique (48-72 h).

This work has been supported by the National Research Programme No. 2014.10-4/VPP-3/21 "Multifunctional Materials and composites, photonic and nanotechnology (IMIS2)" Project No. 4 "Nanomaterials and nanotechnologies for medical applications".

***IN SITU* SINTEZĒTI HIDROKSILAPATĪTA/POLIVINILSPIRTA KOMPOZĪTMATERIĀLI KAULAUDU INŽENIERIJAI**

Anna Vojevodova, Dagnija Loča

Rīgas Tehniskā universitāte, Materiālzinātnes un lietišķas ķīmijas fakultāte, Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Rūdolfa Cimdiņa Rīgas Biomateriālu inovāciju un attīstības centrs

Aptuveni 24% Eiropas Savienības iedzīvotāju skar muskuloskeletālās slimības, kuras to beigu stadijās prasa ķirurģisko iejaukšanos bojāto audu aizvietošanai ar inovatīviem implantmateriāliem. Pēdējo gadu laikā zinātnieki arvien vairāk pievērš uzmanību *in situ* sintezētiem hidroksilapatīta/polivinilspirta (HAp/PVS) kompozītmateriāliem to izcilu īpašību dēļ.

Pētījuma ietvaros ir veikta HAp/PVS kompozītmateriālu ar dažādu neorganisko/organisko fāžu attiecību (50:50 masas% un 70:30 masas%) *in situ* sintēze un novērtēta PVS hidrolizācijas pakāpes un molekulasmasas ietekme uz kompozītmateriāla neorganiskās fāzes ķīmisko tīrību. Neorganiskās fāzes un esošo piemaisījumu kvantitatīvai identificēšanai, termiski apstrādātiem 1100°C HAp/PVS paraugiem ir veikta rentgendifraktometriskā (RTG) analīze. Saskaņā ar RTG rezultātiem, ir noteikts, ka PVS ar hidrolizācijas pakāpi 88% abu sastāvu gadījumā vecina nestehiometriskā HAp veidošanos ar Ca/P attiecību mazāku par 1.67. Pamatojoties uz eksperimentāli iegūtiem rezultātiem, tiek izvērtēta PVS molekulasmasas un makromolekulās esošo acetātgrupu skaita ietekme uz neorganiskās fāzes ķīmisko tīrību.

***IN SITU* SYNTHESIZED HYDROXYAPATITE/POLYVINYL ALCOHOL COMPOSITE MATERIALS FOR BONE TISSUE ENGINEERING**

Anna Vojevodova, Dagnija Loča

Riga Technical University, Faculty of Materials Science and Applied Chemistry, Institute of General Chemical Engineering, Rudolfs Cimdiņš Riga Biomaterials Innovations and Development Centre

About 24% of people in European Union are undergoing long-term treatment of musculoskeletal diseases, which at their final stages require damaged tissue replacement with biomaterials. Specific and superior properties of *in situ* synthesized hydroxyapatite/polyvinyl alcohol (HAp/PVA) composite materials and hydrogels gives them an advantage over other biomaterials.

In the current research the influence of PVA degree of hydrolysis and molecular weight on chemical composition of HAp/PVA composite materials with different inorganic/organic ratio (50:50 wt% and 70:30 wt%) was evaluated. In order to determine the main inorganic phase and possible impurities in the nanocomposites, the quantitative analysis of sintered at 1100°C products was carried out using X-ray diffraction (XRD). The XRD studies of HAp/PVA composite materials revealed that PVA with degree of hydrolysis 88% promotes formation of nonstoichiometric HAp with Ca/P ratio lower than 1.67 for both compositions. Based on the experimental results the impact of residual acetate groups and molecular weight of PVA on the inorganic phase chemical purity is discussed.

This work has been supported by the National Research Programme No. 2014.10-4/VPP-3/21 “Multifunctional Materials and composites, photonicS and nanotechnology (IMIS²)” Project No. 4 “Nanomaterials and nanotechnologies for medical applications”.

KALCIJA UN ALGINĀTA KONCENTRĀCIJAS IETEKME UZ KALCIJA DEFICĪTA HIDROKSILAPATĪTA HIDROGĒLA PĒRLĪŠU VEIDOŠANOS

Armands Bušs, Jānis Ločs

Rīgas Tehniskā universitāte, Materiālzinātņu un lietišķās ķīmijas fakultāte, Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, RTU Rūdolfa Cimdīņa Rīgas biomateriālu inovāciju un attīstības centrs

Naturāli gēlu veidojošie polimēri pārstāv svarīgu biomateriālu klasi, ko izmanto citu vielu iekapsulēšanai. Starp šīs klases polimēriem, alginātam piemīt spēja šķērsaistīties ar divvērtīgiem metāla joniem, piem., Ca^{2+} , Mg^{2+} un Zn^{2+} . Algināts ir kopīgs termins polimēru kopai, kas satur α -L-guluronisko un β -D-mannuronisko skābju atlikumus mainīgās proporcijās un secībā. Alginātu izmantoto dažādu vielu, piemēram, olbaltumvielu, fermentu, pārtikas sastāvdaļu, zāļu u.c. vielu imobilizācijai algināta matricā. Šis pētniecības darbs tika veltīts kalcija deficīta hidroksilapatīta iekapsulēšanai Ca-algināta hidroģēla matricā un $[\text{Ca}^{2+}]$ koncentrācijas ietekme uz pērlīšu veidošanās procesu. Darba gaitā tika iegūtas trīs atšķirīgas formas pērlītes: sfēra, elipsoīds un “piliens”. Tika konstatēts, ka samazinot $[\text{Ca}^{2+}]$ un algināta koncentrāciju pērlīšu forma mainījās no sfēras uz pilienu (ūdens šķīdumā). Savukārt elipsoīda forma tika iegūta izmantojot 96% etanolu kā šķīdinātāju. Apkopojot rezultātus tika izdarīti secinājumi par pērlīšu formas galvenajiem noteicošajiem faktoriem, kas ir $[\text{Ca}^{2+}]$ un algināta koncentrācija, kā arī šķīdinātāja izvēle.

EFFECTS OF CALCIUM AND ALGINATE CONCENTRATION ON THE CALCIUM-DEFICIENT HYDROXYAPATITE HYDROGEL BEAD FORMATION

Armands Bušs, Jānis Ločs

Rudolfs Cimdins Riga Biomaterials Innovations and Development Centre of RTU, Institute of General Chemical Engineering, Faculty of Materials Science and Applied Chemistry, Riga Technical University

Natural gel-forming polymers represent an important class of biomaterials for immobilization applications. Among this class of polymers, alginate exhibits ability to undergo ionotropic gelation with bivalent ions, i.e., Ca^{2+} , Mg^{2+} and Zn^{2+} . Alginate is a collective term for a family of copolymers containing 1,4-linked β -D-mannuronic and α -L-guluronic acid residues in varying proportions and sequential arrangements. Alginate has been used for immobilization of various substances such as enzymes, food ingredients, proteins, drugs etc. This research project is devoted on immobilization of calcium deficient hydroxyapatite (CDHAp) into Ca-alginate hydrogel and investigation of influence of $[\text{Ca}^{2+}]$ and alginate ions on the bead formation process. In the course of the work three different bead shapes were obtained: sphere, ellipsoid and droplet. It was found that reducing $[\text{Ca}^{2+}]$ and alginate concentration the bead shape changed from a sphere to a droplet (in aqueous solutions) while the ellipsoid was obtained by using 96% ethanol as the solvent. In conclusion, the bead shape was mainly depending on the concentration of both $[\text{Ca}^{2+}]$ and alginate as well as from the choice of a solvent.

This work has been supported by the National Research Programme No. 2014.10-4/VPP-3/21 “Multifunctional Materials and composites, photonicS and nanotechnology (IMIS2)” Project No. 4 “Nanomaterials and nanotechnologies for medical applications”.

**α -TRIKALCIJA FOSFĀTA-GLICERĪNA IEPRIEKŠ SAGATAVOTAS
KAULU CEMENTA PASTAS AR ŠĶĪSTOŠIEM FOSFĀTA SĀĻIEM
SACIETĒŠANAS PAĀTRINĀŠANAI**

*Zilgma Irbe, Dagnija Loča, Daina Vempere, Līga Bērziņa-Cimdiņa
Rīgas Tehniskā universitāte, Materiālzinātņu un lietišķās ķīmijas fakultāte, Vispārīgās ķīmijas
tehnoloģijas institūts, RTU Rūdolfa Cimdiņa Rīgas biomateriālu inovāciju un attīstības centrs*

Kalcija fosfātu cementus pielieto kaulaudu labošanai un atjaunošanai. Iepriekš sagatavotas kalcija fosfātu kaulu cementa pastas dod iespēju izvairīties no sarežģītas pastas sagatavošanas procedūras operācijas laikā. Šajā darbā pētītas α -trikalcijs fosfāta-glicerīna pastas ar viegli šķīstošiem sārnu metālu fosfāta sāļiem sacietēšanas paātrināšanai. Pirmo reizi salīdzinātas šādu sastāvu iepriekš sagatavotu kalcija fosfātu cementu pastu īpašības, lai noteiktu vispiemērotāko sacietēšanas paātrinātāju.

Iegūtie rezultāti rāda, ka pastas sastāvi, kuros izmantots bāzisku un skābu kālija fosfāta sāļu maisījums (KH_2PO_4 un K_2HPO_4) pietiekamā daudzumā, ir vispiemērotākie sacietēšanas paātrinātāji (šīm pastām bija pieņemamas kohēzijas īpašības, apkārtējā šķidrumsa pH vērtības bija tuvas fizioloģiskajām, notika pilnīga sākuma materiāla hidrolīze 48 stundu laikā).

**α -TRICALCIUM PHOSPHATE – GLYCEROL PRE-MIXED BONE CEMENT
PASTES USING SOLUBLE PHOSPHATE SALTS AS SETTING AIDS**

*Zilgma Irbe, Dagnija Loča, Daina Vempere, Līga Bērziņa-Cimdiņa
Rudolfs Cimdinš Rīga Biomaterials Innovations and Development Centre of RTU, Institute of
General Chemical Engineering, Faculty of Materials Science and Applied Chemistry,
Riga Technical University*

Calcium phosphate cements are used for augmentation and regeneration of bone tissue. Pre-mixed calcium phosphate bone cements are advantageous in that they do not require complex paste preparation during the operation. In this work α -tricalcium phosphate-glycerol pastes with soluble potassium and sodium phosphate salts have been researched. For the first time the properties of pre-mixed calcium phosphate cements with such compositions were compared to ascertain the most suitable setting aids for this composition.

Obtained results have shown that compositions using mixture of basic and acidic potassium phosphate salts (KH_2PO_4 un K_2HPO_4) in sufficient amounts gave the best overall results (adequate cohesion and pH of the surrounding liquid, practically complete hydrolysis of starting materials within 48 h).

This work has been supported by the National Research Programme No. 2014.10-4/VPP-3/21 “Multifunctional Materials and composites, photonicS and nanotechnology (IMIS2)” Project No. 4 “Nanomaterials and nanotechnologies for medical applications”.

ELEKTROVADOŠU UN AUGSTI PORAINU TiO_{2-x} KERAMISKO PAMATŅU IZSTRĀDE KAULAUDU REĢENERĀCIJAI

Inga Narkevica, Līga Stīpniece, Jurijs Ozoliņš

Rūdolfa Cimdiņa Rīgas Biomateriālu inovāciju un attīstības centrs, Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte

Elektrovadošām pamatnēm ar 3D porainu struktūru ir potenciāls pielietojums kā kaula implantmateriālam, jo tās var šūnām lokāli piegādāt elektrisko stimulu, kā arī nodrošināt telpu jaunu kaulaudu izaugsšanai. Pētījums veltīts augsti porainu un elektrovadošu TiO_{2-x} keramisko pamatņu iegūšanai un raksturošanai.

Keramiskās pamatnes iegūtas, izmantojot polimēra replikas metodi. Pamatnes termiski apstrādātas gaisā 1500 °C, kam sekoja termiskā apstrāde augsta vakuuma apstākļos 1200 °C, lai iegūtu nestehiometrisku TiO_{2-x} keramiku.

Pamatnes uzrādīja pilnībā atvērtu un savstarpēji savienotu poru struktūru ar porainību ~95%. Pēc pamatņu termiskās apstrādes gaisā, to vadītspēja ir salīdzinoši zema (10⁻⁸-10⁻⁹ mS/m), bet pēc termiskās apstrādes vakuumā to vadītspēja būtiski pieaug (44-90 mS/m). *In vitro* pētījumi norādīja, ka pamatnes ir citosaderīgas un veicina šūnu augšanu.

DESIGN OF ELECTRICALLY ACTIVE AND HIGHLY POROUS TiO_{2-x} CERAMIC SCAFFOLDS FOR BONE TISSUE REGENERATION

Inga Narkevica, Līga Stīpniece, Jurijs Ozolins

Rudolfs Cimdinš Rīga Biomaterials Innovations and Development Centre of RTU, Institute of General Chemical Engineering, Faculty of Materials Science and Applied Chemistry, Riga Technical University

Electrically active scaffolds with 3D structure are of interest as bone graft substitute materials, because they can locally deliver electrical current to the cells in the bone defects and in the same time ensure space for new bone formation. Present study is focused on preparation of novel highly porous and electrically active TiO_{2-x} ceramic scaffolds.

Ceramic scaffolds were produced via polymer foam replica method. Scaffolds were sintered in air at 1500°C. Additional thermal treatment under high vacuum conditions at 1200°C was realized to obtain nonstoichiometric TiO_{2-x} ceramic.

Scaffolds showed fully open and interconnected pore structure with porosity around 95%. Electrical conductivity of TiO₂ scaffolds after sintering in air was relatively low (10⁻⁸-10⁻⁹ mS/m). Thermal treatment of the scaffolds under high vacuum conditions caused dramatic increase in electrical conductivity (44-90 mS/m). *In vitro* studies confirmed that scaffolds are cytocompatible and enhances cell spreading.

This work has been supported by the National Research Programme No. 2014.10-4/VPP-3/21 “Multifunctional Materials and composites, photonicS and nanotechnology (IMIS2)” Project No. 4 “Nanomaterials and nanotechnologies for medical applications”.

A	
Ali S.....	63
Andžāne J.....	96, 112, 114
Annus P.....	74
Antonova M.....	34, 35, 68
Antuzevičs A.....	13, 37, 38, 39, 93
Augustovs P.....	91
Avotiņa L.....	24
Āzens A.....	66
B	
Baitimirova M.....	96, 114
Bajārs G.....	46, 79, 81, 82
Baldochi S.....	38
Baumane L.....	24
Belovs M.....	103
Bernava A.....	118
Berzina R.....	97
Bērziņa A.....	47, 100, 116
Bērziņa B.....	11
Bērziņa-Cimdiņa L.....	124
Bērziņš D.....	38, 93
Bērziņš J.....	23, 51
Biezā K.....	112
Birks Ē.....	34, 35, 68
Birska I.....	115
Bitenieks J.....	118, 119
Blūms E.....	104
Bočarovs D.....	33, 60, 63
Borodin V.....	61
Bundulis A.....	6
Busenbergs J.....	72
Bušs A.....	123
Butanovs E.....	17
C	
Cēbers A.....	103
Česnokovs A.....	32
Čikvaidze G.....	40, 46, 58, 66, 78
Čipa J.....	26
Čonka D.....	24
D	
Daļeckā B.....	102
Daugavietis L.....	42
Dimanta I.....	52
Dobele G.....	53
Dorondo A.....	81
Drunka R.....	95
Dunce M.....	35
E	
Eglīte L.....	34
Elsts E.....	39
Erts D.....	96, 112, 113, 114
Evarestovs R.....	32, 63
F	
Fedotovs A.....	38, 93
Feldmann M.....	97, 119
Fomins S.....	56
Furlani M.....	85
G	
Gabrusenoks J.....	66
Gedvils V.....	81
Gerbreders V.....	16, 18
Gertners U.....	57
Gopejenko A.....	61
Grabis J.....	95, 107, 108
Grants R.....	31, 69
Grase L.....	115
Grauduma I.....	45
Grehovs V.....	110, 111
Grigorjeva L.....	28, 41, 109
Grīnberga L.....	45, 47, 78, 80
Grjaznovs D.....	32, 62
Grube M.....	54
Gruduls A.....	44, 49, 50
Grūbe J.....	35, 36
Gržibovskis R.....	7
Gudiņš A.....	42
H	
Haļitovs M.....	25
Heim H.P.....	97, 119
Hodakovska J.....	78, 79, 83, 84
Holsts A.....	106
Hosono H.....	89
I	
Ignatāns R.....	13, 34, 38, 42, 68
Irbe Z.....	124
Ivanova A.....	106
Ivanova T.....	97

J

Jankoviča D.....	95, 107
Jēkabsons L.....	47
Jonāne I.....	67
Juhna T.	102

K

Kajihara K.....	89
Kalendarevs R.....	40, 66
Kalinko A.....	63
Kalnačs J.....	110, 111
Kampars V.....	91
Kaprāns K.	81
Karitāns V.....	55
Kaulačs I.	106
Kleinmane Z.....	49
Kleperis J.	42, 43, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 78, 79, 80, 82, 83, 84
Knite M.....	99, 100, 116
Knoks A.....	42, 45, 78, 80
Kokars V.....	91, 92
Korsaks V.	11
Kotomins J.	32, 61, 62
Kovaldins R.	54
Kovaļenko V.....	29
Krack M.....	63
Krasovska M.	16
Krasta T.	23, 30
Krieķe G.....	94
Kristiņš A.....	74, 75
Kronkalns G.....	104
Krūmiņa A.	95
Kučinskis G.....	46, 79, 82
Kundziņš K.	34, 110, 111
Kundziņš M.....	68
Kusiņš T.....	54
Kuzmins A.	63, 67
Ķemere M.	12, 13, 37
Ķizāne G.	24, 25, 26, 54

L

Laganovska K.	22
Laipniece L.	91
Lapčinskis L.....	99
Lesničenoks P. ...	46, 47, 48, 51, 78, 83
Linarts A.	99
Lisovskis O.	60
Loča D.	122, 124
Ločs J.....	121, 123
Ložkins S.	84

Lubāne M.	107
Lukoševičs I.....	46, 48

M

Majorovs M.	104
Maksimovs R.	117
Maļinovskis U.....	96, 113
Manika I.	31, 69
Maniks J.	30, 69
Marnauza M.....	114
Mastrikovs J.....	61
Mateuss J.....	81
Medvids A.	80, 115
Mekšs P.	54
Merijs-Meri R.	86, 97, 98, 117, 119, 120
Mežule L.....	102
Mihailova I.	16
Miķelsone J.....	8
Millers D.....	22, 41, 109
Mironova- Ulmane Ņ.....	40
Mišnevs A.....	110, 111
Mitins V.....	29
Möslang A.	61
Muktepāvela F.	28

N

Nakurte I.....	54
Narkevica I.	125
Nazarovs P.....	29
Nikolajeva V.....	49, 50, 52
Nitišs E.	6, 55, 68
Ņemcevs V.	43

O

Ogurcovs A.....	16
Olava A.	43
Olšteins D.	19
Onufrijevs P.....	80, 115
Ozoliņš J.	125
Ozoliņš M.....	56, 73
Ozols A.....	91
Ozols K.....	99, 116

P

Paiders M.....	50
Pajuste E.....	41
Pastare A.....	73, 112
Perveņeckā J.	92

Pētersons G.	114
Pilmane M.	101
Piskunovs S.	33, 60, 63
Platoņenko A.	33, 62
Plūme E.	117
Polakovs B.	17
Popļausks R.	112
Popovs A.	39
Priedītis G.	37
Prikulis J.	96, 113
Pudžs K.	55, 72
Purāns J.	40, 63, 66

R

Rafaļskis J.	63
Rasnačs A.	51
Rašmane D.	95
Reihmane S.	118
Reinholds I.	97, 98, 119, 120
Riekstiņa D.	23
Rocca F.	63
Rogulis U.	12, 37, 38, 39, 93
Roja Ž.	97, 98, 119, 120
Romanova M.	112
Roze M.	106
Rozenberga-Voska L.	108
Rudzītis J.	54
Rutkis M.	4, 6, 72, 88

S

Sarajevs P.	16
Siliņš A.	89
Sīpola I.	107
Skuja L.	89
Skvorcova V.	40
Sniķeris J.	18
Sperga J.	12
Sprūģis E.	85, 86
Stalte I.	99
Stīpniece L.	125
Sugak D.	39
Supe A.	26
Šalma I.	101
Šarakovskis A.	88, 94
Šmits K.	19, 22, 89, 109
Šteins I.	107
Šternbergs A.	88

Švirksts K.	54
------------------	----

T

Tamanis E.	28
Tauriņš G.	47
Teteris J.	8, 57, 90
Tokmakovs A.	106
Traskovskis K.	91
Trinklere L.	10, 11
Truhins A.	10
Tupureina V.	100

U

Ubizskii S.	39
------------------	----

V

Vaivars G.	79, 85, 86
Valtenbergs O.	26
Vanags M.	42, 43, 44, 78
Vecstaudža J.	121
Vembris A.	5, 7, 72, 92
Vempere D.	124
Vikmanis A.	43
Vilnis K.	66
Vīter R.	96, 114
Vītiņš A.	25
Vītola V.	109
Vladimirov P.	61
Vojevodova A.	122
Volkovs A.	44
Volperts A.	53
Vugule G.	119, 120

Z

Zabels R.	28, 29, 31, 69
Zalane Z.	53
Zariņš A.	26
Zariņš E.	91, 92
Zhydachevskii Y.	39
Zicāns J.	88, 97, 98, 117, 119, 120
Zolotarjovs A.	22, 41, 108, 109
Zubkins M.	40, 42, 66
Žguns P.	63
Žukovskis J.	33, 60, 61, 62, 79
Žurinš A.	53

Piezīmes

Piezīmes

Piezīmes