

Aromātisko ogleņražu molekulu piemaisījumi sola-gela sintezētajos silīcija dioksīda stiklos

Madara Leimane, Linards Skuja, Ivita Bite, Donāts Millers, Aleksejs Zolotarjovs, Virgīnija Vītola, Krišjānis Šmits

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Darbā pētīti sola-gela sintezētie silīcija dioksīda (SiO_2) stikli ar mērķi novērtēt sintēzes blakusproduktu ietekmi uz SiO_2 struktūrā iespējamo oglekļa (C) piemaisījumu veidošanos. SiO_2 paraugu konsolidācijas process pētīts, tos pakāpeniski izkarsējot 200 °C – 1200 °C temperatūru diapazonā gaisā, skābeklī vai ūdeņradī. Pētījumos tika izmantotas elektronu mikroskopijas, termogravimetrijas apvienojumā ar Furjē transformācijas infrasarkano spektroskopiju, Ramana izkliedes, optiskās absorbcijas un luminiscences metodes. Salīdzinājumā ar parasto SiO_2 stiklu, paraugos tika novērota palielināta 3-locekļu Si-O saišu gredzenu koncentrācija, kā arī 2 veidu - brīvās un ar ūdeņraža saiti saistītās - silanolgrupas (Si-O-H). Brīvās Si-O-H grupas norāda uz mikro izmēra poru klātbūtni sola-gela stiklos, uz kuru iekšējām virsmām tās ir izvietotas. Silanolgrupu koncentrāciju iespējams samazināt, karsējot paraugu 1000 °C – 1200 °C. Visos paraugos pēc karsēšanas 400 °C – 1000 °C temperatūru diapazonā ir novērotas ultravioletās fotoluminiscences (PL) joslas ar izteiktu svārstību struktūru istabas temperatūrā. Spektru analīze ļauj secināt, ka šīs joslas saistītas ar starpmezglu pirēna ($\text{C}_{16}\text{H}_{10}$) un naftalīna (C_{10}H_8) molekulām, kas veidojušās no silīcijorganiskā savienojuma hidrolīzes rezultātā iegūtajām etanola molekulām, veicot termisko apstrādi 400 °C – 1000 °C temperatūru diapazonā.

Impurities of aromatic hydrocarbon molecules in sol-gel synthesized silicon dioxide glass

Madara Leimane, Linards Skuja, Ivita Bite, Donats Millers, Aleksejs Zolotarjovs, Virgīnija Vītola, Krisjanis Smits

Institute of Solid State Physics, University of Latvia

The work investigates sol-gel synthesized silica (SiO_2) glasses in order to evaluate the effect of synthesis by-products on possible creation of carbon (C) impurities in the SiO_2 structure. The consolidation process of SiO_2 samples was studied by incrementally heating samples in the temperature range from 200 °C to 1200 °C in air, oxygen or hydrogen. The electron microscopy, thermogravimetry combined with Fourier-transform infrared spectroscopy, Raman scattering, optical absorption and luminescence methods were used. Compared to conventional SiO_2 glass, our samples show large concentration of 3-membered Si-O rings, as well as 2 types - "free" (not H-bonded) and hydrogen-bonded silanol groups (Si-O-H). Free Si-O-H groups indicate the presence of micron-sized pores in the sol-gel glasses on whose surfaces they are located. Heating of the samples at 1000 °C – 1200 °C destroys this type of silanol groups. Structured ultraviolet photoluminescence bands are present in all samples after thermal annealing in 400 °C – 1000 °C temperature range. They can be unambiguously assigned to aromatic hydrocarbon molecules. Spectral analysis shows that these bands belong to the interstitial pyrene ($\text{C}_{16}\text{H}_{10}$) and naphthalene (C_{10}H_8) molecules formed from the ethanol molecules by the hydrolysis of the silicon-organic compound in the process of the thermal treatment in the temperature range from 400 °C to 1000 °C.

The financial support from Latvian Science Council project lzp-2021/1-0215, University of Latvia Foundation doctoral scholarship "Mikrofikls" in the field of exact and medical sciences and from the EU Horizon 2020 Framework Program H2020-WIDE-SPREAD-01–2016–2017-TeamingPhase2 under grant agreement No. 739508, project CAMART² is greatly acknowledged.