

Optiskā ieraksta veidošana SU8 fotorezistā, izmantojot ar Yb³⁺ un Tm³⁺ aktivētu nanodaļiņu augšup-pārveidoto luminiscenci.

Ernests Tropiņš, Jūlija Perveņecka, Kaspars Vītols, Viesturs-Tenis Vīksna, Jānis Teterovskis, Jurgis Grūbe, Aivars Vembris, Jeļena Butikova, Guna Krieķe un Māris Sprinģis
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Tradicionāli fotolitogrāfijā ekspozīcija tiek veikta fotorezistu apgaismojot ar UV starojumu. Starojuma viļņa garums tiek izvēlēts atbilstoši fotorezista absorbcijas malai, lai starojuma intensitāte būtu vienmērīgi sadalīta pa visu kārtiņas biezumu. Tomēr šo principu nevar izmantot fotorezists-organiskās molekulas sistēmai, jo organiskie savienojumi absorbē klasiski izmantoto viļņa garumu. Potenciāls šīs problēmas risinājums ir izmantot augšup-pārveidoto luminiscenci - procesu, kas notiek ar retzemju joniem aktivētos materiālos, optiski tos ierosinot, kā rezultātā izstarotais starojums ir anti-Stoksa nobīdīts attiecībā pret ierosmes starojumu. Sajaucot fotorezistu ar retzemju elementiem aktivētām nanodaļiņām, kurās notiek augšup-pārveidotā luminiscence, ekspozīcija notiktu no iekšienes visā fotorezista-nanodaļiņu sistēmas tilpumā. Līdzīgi augšup-pārveidotā luminiscence būtu izmantojama fotorezista un organisku hromoforu molekulu sistēmu eksponēšanai, jo hromoforu augstā absorbcija fotolitogrāfijā izmantotajā UV starojumam nozīmē, ka tradicionāli eksponējot fotojutīgās hromoforu molekulas tiek iznīcinātas. Turpretim sajaucot sistēmu, piemēram, ar Yb³⁺ un Tm³⁺ retzemju jonu aktivētām nanodaļiņām, tās ekspozīcijai varētu izmantot starojumu, kuru hromoforu molekulas absorbētu daudz mazāk, kā rezultātā tas netiktu sagrautas. Darba ietvaros ar Yb³⁺ un Tm³⁺ aktivētas nanodaļiņas iejauktas fotorezistā SU8. Pētīts optiskais ieraksts, kas veikts sistēmas tilpumā ar 975 nm lāzerdiodi, ierosinot augšup-pārveidoto luminiscenci. Izvērtējot sistēmu turpmākās pielietošanas iespējas, organiskās hromoforas saturošu sistēmu veidošanai un pielietošanai medicīnā, telekomunikācijās u.c. tehnoloģijās pieprasīto, gaismu emitējošo mikro-struktūru veidošanai.

Optical structuring in SU8 photoresist using up-conversion luminescence of Yb³⁺ and Tm³⁺ activated nanoparticle

Ernests Tropiņš, Jūlija Perveņecka, Kaspars Vītols, Viesturs-Tenis Vīksna, Jānis Teterovskis, Jurgis Grūbe, Aivars Vembris, Jeļena Butikova, Guna Krieķe un Māris Sprinģis
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Traditionally in photolithography, exposure is performed by illuminating the photoresist with UV radiation. The wavelength of the radiation is chosen according to the absorption edge of the photoresist so that the radiation intensity is evenly distributed over the entire thickness of the film. However, this principle cannot be applied to the photoresist-organic molecule system because organic compounds absorb the classically used wavelength. This issue could be resolved with the use of up-conversion luminescence – a process that occurs in materials activated with rare-earth ions, when they are optically excited, which results in emission of radiation with an anti-Stokes offset from the excitation radiation. Mixing the photoresist with nanoparticles activated with rare-earth ions, in which up-conversion occurs, would result in exposition happening through the volume of the photoresist. Similarly, up-conversion luminescence could be used to expose a photoresist mixed with organic chromophores. This mixture cannot be exposed traditionally because chromophores absorb most of the UV radiation. However, if up-converting nanoparticles are added, radiation which is absorbed less could be used, resulting in better exposure.

In this work system of SU8 photoresist mixed with up-converting nanoparticles was created. We have created optical writing in the systems volume, by exciting nanoparticles with a 975 nm laser diode. The possible application in creation of systems containing organic chromophores for use in medicine, telecommunications and other technologies demanding light emitting micro-structure creation are being considered.

This research is funded by the Latvian Council of Science, project “Up-conversion luminescence photolithography in organic compounds using nanoparticles/photoresist composition”, project No. lzp-2019/1-0422