

Lāzertechnoloģijas pielietojums GeSn epitaksiālajos slāņos

Pāvels Onufrijevs¹, Patrik Ščajev², Jevgenijs Kaupužs¹, Tadas Malinauskas², Paulius Gečys³, Artūrs Medvids¹, Hung-Hsiang Cheng⁴

¹*Fizikas un materiālzinātnes institūts, Dabaszinātņu un tehnoloģiju fakultāte, Rīgas Tehniskā universitāte*

²*Fotonikas un nanotehnoloģiju institūts, Fizikas fakultāte, Viļņas Universitāte*

³*Lāzertechnoloģiju nodaļa, Fizikālo zinātņu un tehnoloģiju centrs (FTMC), Lietuva*

⁴*Kondensētās vielas zinātņu centrs un Elektronikas inženierijas institūts, Nacionālā Taivānas universitāte*

Lāzera starojuma mijiedarbība ar materiāla virsmas slāni kļūst arvien sarežģītāka un interesantāka, kad lāzera intensitāte tuvojas ablācijas sliekšnim. Šī mijiedarbība var izraisīt dažādas atomu pārkārtošanās, virsmas pārkristalizāciju, nanostruktūru vai mikrostruktūru veidošanos un pat punktveida defektu veidošanos vai rekombināciju. Turklāt atkarībā no vides apstākļiem un lāzera parametriem materiāls var oksidēties nanomērogā. Šajā tēmā sniegts īss pārskats par lāzera metodēm materiālu īpašību modificēšanai, īpašu uzmanību pievēršot pusvadītāju materiālam, tādām kā GeSn. Binārajiem GeSn sakausējumiem ir ievērojams potenciāls vidējā infrasarkanā spektra Si fotonikai, un tie ir ļoti piemēroti arī uz lāzeru balstītiem pētījumiem. Izmantojot dažāda veida lāzerus (tostarp nanosekunžu, pikosekunžu un femtosekunžu), mēs optimizējām GeSn epitaksijas slāņa parametrus, lai uzlabotu tā piemērotību fotodetektoru lietojumiem. Spektrālā jutība infrasarkanajā apgabalā tika palielināta vairāk nekā par kārtu, kas tiek skaidrots ar lāzera izraisītu Sn atomu pārdali GeSn epitaksiālajos slāņos.

Application of Laser Technology in GeSn Epitaxial Layers

Pavels Onufrijevs¹, Patrik Ščajev², Jevgenijs Kaupužs¹, Tadas Malinauskas², Paulius Gečys³, Arturs Medvids¹, Hung-Hsiang Cheng⁴

¹*Institute of Physics and Materials Science, Faculty of Natural Sciences and Technology, Riga Technical University, Latvia*

²*Institute of Photonics and Nanotechnology, Faculty of Physics, Vilnius University, Lithuania*

³*Department of Laser Technologies, Center for Physical Sciences and Technology (FTMC), Lithuania*

⁴*Center for Condensed Matter Sciences and Graduate Institute of Electronic Engineering, National Taiwan University, Taiwan*

The interaction of laser radiation with the surface layer of a material becomes increasingly complex and intriguing as the laser intensity approaches the ablation threshold. This interaction can lead to various atomic rearrangements, recrystallisation of the surface, formation of nanostructures or microstructures and even generation or recombination of point defects. In addition, depending on the environmental conditions and laser parameters, the material can undergo oxidation at the nanoscale. This topic provides a brief overview of laser-based methods for modifying material properties, with a particular focus on semiconductor materials such as GeSn. Binary GeSn alloys offer significant potential for mid-infrared Si photonics and are also highly suitable for laser-based studies. By using different types of lasers (including nanosecond, picosecond, and femtosecond), we optimized the parameters of the GeSn epitaxial layer to enhance its suitability for photodetector applications. The spectral sensitivity in the infrared region was enhanced by more than an order of magnitude, which is attributed to the laser-induced redistribution of Sn atoms within the epitaxial layers of GeSn.

The financial support of the CHIST-ERA NOEMIA project Nr. ES RTD/2023/16 is greatly acknowledged.