

## RTU studiju kurss "Nanomateriālu lāzertehnoloģijas"

32000 Dabaszinātņu un tehnoloģiju fakultāte

## Vispārējā informācija

Kods	MFZ702
Nosaukums	Nanomateriālu lāzertehnoloģijas
Studiju kursa statuss programmā	Obligātais/Ierobežotās izvēles
Atbildīgais mācītbspēks	Artūrs Medvids - Habilitētais doktors, Profesors
Apjoms daļās un kredītpunktos	1 daļa, 4.5 kredītpunkti
Studiju kursa īstenošanas valodas	LV
Anotācija	<p>Lekciju kurss ietver lāzertehnoloģiju pamatjēdzienu apgūšanu. Tas ir pamats nanostruktūru veidošanai ar lāzera starojumu. Lāzertehnoloģijas pamats ir zināšanas par lāzera starojuma mijiedarbību ar vielu. To mijiedarbības mehānisms ir atkarīgs no vielas uzbūves un stāvokļa (gāze, šķidrums un cietviela) un lāzera starojuma parametriem: viļņa garuma, enerģijas un impulsa ilguma. Visbiežāk metināšanas, griešanas vai urbšanas tehnoloģijās tiek izmantots nepārtraukts lāzera starojums, tāds kā CO, CO<sub>2</sub>, Nd:YAG vai starojums ar mikrosekunžu impulsa ilgumu. Tāpēc ir nepieciešams zināt par lāzera starojuma mijiedarbības mehānismu ar cietvielu, tā ir elektromagnētiskā starojuma enerģijas pārveidošana siltuma enerģijā, pie tam, visbiežāk, cietvielu temperatūra pārsniedz kušanas temperatūru. Pie īsākiem lāzera impulsiem (10-9s -10 -12s) notiek citi procesi tādi kā: lāzera ablācija, pāreja pusvadītājs – dielektriķis, vielas pārkarsēšana u.c. Lai matemātiski aprakstītu lāzerablāciju, uz šo brīdi eksistē trīs galvenie modeļi: hidrodinamiskais, siltuma un sprādziena. Tīks izskafītas cietvielu un gāzes lāzera konstrukcijas un darbības principi. Patreiz vispopulārākie nanostruktūras veidošanas paņēmieni ir: jonu implantācija, molekulāro staru epitaksija un ķīmiskā tvaiku nogulsnešana. Šo metožu galvenais trūkums ir to lielās pašizmaksas. Bez tam, bieži tiek izmantota lāzerablācija, tās galvenais trūkums ir liela daļiņu izkliede pēc izmēriem. Kā arī ir zināms nanostruktūru veidošanas paņēmieni, kas balstās uz termogrādienta efektu (TGE). TGE apstākļos atomi ar lielāko efektīvo diametru, piemēram Ge, silīcija kristāliskajā režģī pārvietojas temperatūras gradienta virzienā, tādēļ uz ar lāzera apstarotās virsmas veidojas plāna Ge kārtiņa. Tā kā Ge kristāliskā režģa konstante ir par 4% lielāka nekā Si, veidojas mehāniski spriegumi. To relaksācija notiek, veidojoties nanokonusiem, atbilstoši Stranski-Krostanova modelim.</p>
Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs	Iegūt zināšanas par kvantu fizikas nozīmi nanomateriālu iegūšanā ar noteiktām fizikālajām īpašībām, kā arī prast izskaidrot nanostruktūru fizikālo īpašību sakarības. Spēt pamatot dažādo ar lāzera starojumu veidoto nanostruktūru pielietojuma jomas.
Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi	Patstāvīgais darbs tiks organizēts studentiem liekot sagatavoties uz praktiskajām nodarbībām un kontroldarbiem. Patstāvīgā darba mērķis: veidot praktiskā darba iemaņas problēm-uzdevumu risināšanā par lekcijās izklāstītajām tēmām.
Literatūra	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. E.L. Wolf, Nanophysics and Nanotechnology, Second Edition, WILEY-VHC Verlag&amp; Co, Weinheim 2006 292.</li> <li>2. Chang Q. Sun, Size dependence of nanostructures: Impact of bond order deficiency, Volume 35, Issue 1, 2007, Pages 1-159.</li> <li>3. Nanowires Science and Technology, Edited by Nicoleta Lupugy, ISBN 978-953-7619-89-3, 402 pages, Publishing date: February 2010, Intech, Vukovar, Croatia.</li> <li>4. Carra, C., Medvids, A., Litvinas, D., Ščajev, P., Malinauskas, T., Selskis, A., Roman, H., Bazaka, K., Levchenko, I., Riccardi, C. Hierarchical Carbon Nanocone-Silica Metamaterials: Implications for White Light Photoluminescence. ACS Applied Nano Materials, 2022, Vol. 5, No. 4, 4787.-4800.lpp. ISSN 2574-0970. Pieejams: doi:10.1021/acsnm.1c04283.</li> <li>5. A. Medvid', P. Onufrijevs, K. Lyutovich, M. Oehme, E. Kasper, N. Dmitruk, O. Kondratenko, I. Dmitruk, and I. Pundyk, "Self-Assembly of Nanohills in Si1-xGex/Si Hetero-Epitaxial Structure Due to Ge Redistribution Induced by Laser Radiation" J. Nanoscience &amp; Nanotechnology, Vol.10, pp.1094-1098, 2010.</li> <li>6. Artur Medvid, Igor Dmitruk, Pavels Onufrijevs, Iryna Pundyk, Laser-induced self-organization of nano-wires on SiO2/Si interface, Microelectronics Journal, Vol.40, Issue 3, pp. 449-451, 2009</li> </ol>
Nepieciešamās priekšzināšanas	Vispārīgā fizika vismaz 6 KP apjomā, Vispārīgā matemātika vismaz 9 KP, Nanomateriālu fizika un to iegūšanas fizikālās metodes 6 KP apjomā.

## Studiju kursa saturs

Saturs	Pilna un nepilna laika klātienes studijas		Nepilna laika neklātienes studijas	
	Kontakt stundas	Patstāv. darbs	Kontakt stundas	Patstāv. darbs
Lāzertehnoloģiju pamati.	4	0	0	0
Tehnoloģisko lāzera konstrukcijas un darbības principi.	8	0	0	0
Nanostruktūru veidošanas metodes un modeļi.	4	0	0	0
Nanostruktūru veidošana ar lāzera starojumu.	8	0	0	0
Nanomateriālu fizikālas īpašības.	4	0	0	0
Nanostruktūru pielietošana elektronikā	4	0	0	0
Semināri	16	0	0	0
Kopā:	48	0	0	0

**Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana**

Sasniedzamie studiju rezultāti	Rezultātu vērtēšanas metodes
Spēj noteikt un izskaidrot ar lāzera staru veidoto nanostruktūru fizikālās īpašības.	Pārbaudes veidi: kontroldarbi, mājas darbi un referāti praktiskajās nodarbībās, Ieskaite (rakstiski). Kritēriji: spēj izskaidrot fizikālos efektus, kas tiek novēroti pusvadītāju nanostruktūrās.
Spēj orientēties ar lāzera staru iegūstamo nanostruktūru veidošanas metodēs.	Pārbaudes veidi: kontroldarbi un referāti praktiskajās nodarbībās, Ieskaite (rakstiski). Kritēriji: spēj novērtēt nanostruktūru veidošanas paņēmienus un izvēlēties noteiktam uzdevumam nepieciešamo.

**Studiju kursa plānojums**

Daļa	KP	Stundas			Pārbaudījumi		
		Lekcijas	Prakt d.	Laborat	Ieskaite	Eksām.	Darbs
1.	4.5	2.0	1.0	0.0	*		