

DOKTORANTŪROS STUDIJŲ DALYKO SANDAS

Dalyko pavadinimas	Mokslo kryptis (šaka) kodas	Fakultetas	Institutas/centras
Funkcinės elektronikos ir fotonikos medžiagos bei jų technologijos / Materials and technologies for functional electronics and photonics	Medžiagų inžinerija, T 008	Fizikos	TETI, LTC, CHFI, FNI

Studijų būdas	Kreditų skaičius ECTS	Studijų būdas	Kreditų skaičius ECTS
paskaitos – 32 val.	5,25	Savarankiškas darbas – 16 val.	2,25

Studijų būdas	Kreditų skaičius ECTS	Studijų būdas	Kreditų skaičius
paskaitos	4	konsultacijos	1
individualus	2	seminarai	0

Dalyko anotacija / Subject annotation

Dėstomo dalyko turinys susideda iš 6 pagrindinių dalių:

1. Superjoninės keramikos ir jų technologijos / Solid electrolyte ceramics and their technologies (Dr. Tomas Šalkus);
2. Paviršiaus analizės metodai / Surface analysis methods (Prof. Roland Tamošiūnas);
3. Lazerinės technologijos elektronikos ir fotonikos medžiagų apdirbimui/ Laser technologies for processing the electronics and photonics materials (Dr. Gediminas Račiukaitis);
4. 3D mikro-/nano-litografija paremta lazeriniu tiesioginiu rašymu, naudojant ultratrumpuosius impulsus / 4. 3D micro-/nano-lithography based on laser direct writing using ultrafast pulses (Prof. Mangirdas Malinauskas);
5. Netvarkios organinės ir neorganinės medžiagos (Prof. Kęstutis Arlauskas);
6. Nanometriniai dariniai, technologijos ir jų taikymai / 6. Nanometric derivatives, technologies and their applications (Dr. Vaidas Pačebutas).

1. SUPERJONINĖS KERAMIKOS IR JŲ TECHNOLOGIJOS

1.1. SUPERJONINIŲ KRISTALŲ STRUKTŪROS

- Ag⁺ superjonikų kristalinės struktūros;
- Vo^{**} ir H⁺ superjonikų kristalinės struktūros;
- Li⁺ ir Na⁺ superjonikų kristalinės struktūros.

1.2. SUPERJONINIŲ KERAMIKŲ GAMYBOS TECHNOLOGINIAI YPATUMAI

- Keraminių miltelių gamyba;
- Keramikų kepinimo metu vykstantys procesai;
- Keramikų kepinimo temperatūros įtaka jų mikrostruktūrai, dilatometriniams tyrimams.

1.3. JŲ DINAMIKA SUPERJONIKUOSE

- Impedanso spektroskopijos pagrindai;
- Superjoninės keramikos impedanso spektras;
- Relaksacinė ir rezonansinė superjonikų joninio laidumo dispersijos.

1.4. SUPERJONINIŲ KERAMIKŲ TAIKYMAS

- Superjoniniai akumulatoriai;
- Kuro gardelės;
- Dujų jutikliai;
- Jonistoriai.

Pagrindinė literatūra / Main literature:

1. Tetsuichi Kudo and Kazuo Fueki "Solid State Ionics", Kadansha, 1990.
2. M.B. Salamon "Physics of Superionic Conductors", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, 1979.
3. A.F. Orliukas, "Superjoniniai laidininkai", Vilnius, VUL, 2004.
4. J.Ross Macdonald, Impedance Spectroscopy, 1987.

1. SOLID ELECTROLYTE CERAMICS AND THEIR TECHNOLOGIES

1.1. CRYSTAL STRUCTURES OF SOLID ELECTROLYTES

- Crystal structures of Ag^+ solid electrolytes;
- Crystal structures of V_O^{**} and H^+ solid electrolytes;
- Crystal structures of Li^+ and Na^+ solid electrolytes.

1.2. TECHNOLOGY OF SOLID ELECTROLYTE CERAMICS

- Ceramic powder synthesis;
- Processed taking place during ceramics sintering;
- The influence of ceramics sintering on their microstructure, dilatometric measurements.

1.3. ION DYNAMICS IN SOLID ELECTROLYTES

- Basics of impedance spectroscopy;
- Impedance spectrum of solid electrolyte ceramics;
- Relaxation and resonant dispersion of ionic conductivity in solid electrolyte.

1.4. APPLICATIONS OF SOLID ELECTROLYTE CERAMICS

- All-solid- state battery;
- Fuel cell;
- Gas sensors;
- Ionistors.

2. PAVIRŠIAUS ANALIZĖS METODAI

2.1. ELEKTRONŲ DETEKTAVIMAS

- Fotoelektronų spektroskopija (XPS, UPS);
- Ožė elektronų spektroskopija (AES);
- Elektronų energijos praradimo spektroskopija (EELS);
- Mažos energijos elektronų difrakcija (LEED);
- Kitos elektronus detektuojančios metodikos.

2.2. JONŲ DETEKTAVIMAS

- Antrinių jonų masės spektrometrija (SIMS);
- Antrinė neutralios masės spektrometrija (SNMS);
- Rezerfordo sklaidymo atgal spektroskopija (RBS);
- Mažos energijos jonų sklaida (LEIS);
- Kitos jonus detektuojančios metodikos.

2.3. FOTONŲ DETEKTAVIMAS

- Rentgeno spindulių dispersijos pagal energiją spektroskopija;
- Rentgeno spindulių difrakcija (XRD);
- IR atspindžio sugerties spektroskopija (RAIRS);
- Ramano sklaida;
- Elipsometrija;
- Kitos fotonus detektuojančios metodikos.

2.4. ŠIUOLAIKINIAI MIKROSKOPIJOS METODAI

- Atominių jėgų mikroskopija (AFM);
- Skenuojanti tunelinė mikroskopija (STM);
- Elektroninė mikroskopija (TEM, SEM+FIB);
- Artimo lauko optinė mikroskopija (SNOM);
- Kitos mikroskopijos.

2. SURFACE ANALYSIS METHODS

2.1. ELECTRON DETECTION

- Photoelectron spectroscopy (XPS, UPS);
- Auger-electron spectroscopy (AES);
- Electron energy loss spectroscopy (EELS);
- Low-energy electron diffraction (LEED);
- Other electron-detection techniques.

2.2 ION DETECTION

- Secondary ion mass spectroscopy (SIMS);
- Secondary neutral mass spectroscopy (SNMS);
- Rutherford back-scattering spectroscopy (RBS);
- Low-energy ion scattering (LEIS);
- Other ion-detection techniques.

2.3. PHOTON DETECTION

- Energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX);
- X-ray diffraction (XRD);
- Reflection absorption IR spectroscopy (RAIRS);
- Raman scattering;
- Ellipsometry;
- Other photon-detection techniques.

2.4. ADVANCED MICROSCOPY TECHNIQUES

- Atomic force microscopy (AFM);
- Scanning tunneling microscopy (STM);
- Electron microscopies (TEM, SEM+FIB);
- Near field optical microscopy (SNOM);
- Other microscopies.

Pagrindinė literatūra / Main literature:

1. G.Friedbacher, H.Bubert. Surface and Thin Film Analysis. Wiley, 2011.
2. J.C.Vickerman, I.S.Glimore. Surface Analysis – The Principal Techniques. Wiley, 2009.
3. B.Voigtländers. Atomic force microscopy. 2nd Ed. Springer, 2019.
4. A.Ul-Hamid. A Beginners' Guide to Scanning Electron Microscopy. Springer, 2018.
5. P.W.Hawkes, J.C.H.Spence. Science of Microscopy. Springer, 2006.

3. LAZERINĖS TECHNOLOGIJOS ELEKTRONIKOS IR FOTONIKOS MEDŽIAGŲ APDIRBIMUI

3.1 LAZERINIS MIKROAPDIRBIMAS

- lazerinio mikroapdirbimo metodai,
- lazeriai naudojami mikroapdirbimui,
- pagrindiniai mikroapdirbimo procesai (suvirinimas, pjovimas, ženklinimas, legiravimas).

3.2. LAZERINĖ ABLIACIJA

- abliacijos ypatumai naudojant įvairios trukmės (fs- μ s) impulsus,
- metalų abliacija ir mikrostruktūrų formavimas,
- plastikų abliacija ir mikrostruktūrų formavimas,

- dielektrikų abliacija naudojant vienfotonę ir daugiafotonę sugertį,
- abliacija skystyje,
- raibulių formavimasis,
- paviršių valymas.

3.3 LAZERINIS MEDŽIAGŲ MODIFIKAVIMAS

- atkaitinimas,
- kristalizacija,
- legiravimas,

3.4 LAZERIU ASISTUOTAS MEDŽIAGŲ APDIRBIMAS

- lazeriu asistuos cheminis ėsdinimas,
- impulsinis lazerinis nusodinimas.

3. LASER TECHNOLOGIES FOR PROCESSING ELECTRONICS AND PHOTONICS MATERIALS

3.1 LASER MICROPROCESSING

- laser micromachining methods,
- lasers used for micromachining,
- basic micromachining processes (welding, cutting, marking, alloying).

3.2. LASER ABLATION

- specifics of ablation using pulses of various durations (fs- μ s),
- metal ablation and microstructure formation,
- plastic ablation and microstructure formation,
- ablation of dielectrics using single-photon and multi-photon absorption,
- ablation in liquid,
- formation of ripples,
- surface cleaning.

3.3 LASER MODIFICATION OF MATERIALS

- annealing,
- crystallization,
- alloying,

3.4 LASER-ASSISTED PROCESSING OF MATERIALS

- laser-assisted chemical etching,
- pulsed laser deposition.

Pagrindinė literatūra / Main literature:

1. D.Bäuerle, Laser Processing and Chemistry, 3rd Edition, Springer 2000 788 p.. (ISBN: 3-540-66891-8).
2. S. Nolte, F. Schrepel, F. Dausinger, *Ultrashort Pulse Laser Technology*, Springer, 2016, 358 p. (iISBN: 978-3-319-17658-1).
3. R. Osellame, G. Cerullo, R. Ramponi (Eds.), *Femtosecond Laser Micromachining*, Springer, 2012, 483 p. (ISBN: 978-3-642-23365-2)
4. H. Misawa. S. Juodkasis, 3D Laser microfabrication. Principles and Application, Wiley-VCH Verlag, 2006.
5. O. Balachninaite, A. Bargelis, A. Dementjev, R. Jonušas, G. Račiukaitis, V. Sirutkaitis, *Lazerinė technologija*, Vilnius, VUL, 2008.

4.1 TŪRINIS DIELEKTRIKŲ MODIFIKAVIMAS ULTRATRUMPAIS IMPULSAIS

- Optinė galia, dozė ir intensyvumas, šviesos poliarizacija;
- Erdvėlaikyje lokalizuotos šviesos-medžiagos sąveika: darinio dydis ir erdvinė skyra;
- Tiesinė ir netiesinė sąveika, stochastiniai ir deterministiniai reiškiniai, griūtinė jonizacija ir

daugiafotonė sugertis, termoakumuliacija;

- Fotopolimerizacijos mechanizmai ir tinklinamos medžiagos;
- Skaidrių terpių lūžio rodiklio modifikavimas.

4.2. TRIMACIŲ MIKRO IR NANODARINIŲ FORMAVIMAS LAZERINIO TIESIOGINIO RAŠYMO BŪDU IR JŲ TAIKYMAI

- Lazerinio tiesioginio rašymo 3D litografija;
- Lazerinis tiesioginis įrašymas skaidriose kietakūnėse medžiagose;
- Lazerio indukuotas tiesioginis pernešimas (LIFT);
- Šviesa paremtas 4D spausdinimas ir 5D atmintis;
- 3D mikrodarinių pavyzdžiai: mikromechaniniai įrenginiai, mikrofluidiniai lustai, mikrooptikos komponentai, fotoniniai kristalai, metamedžiagos.

4.1 VOLUMETRIC MODIFICATION OF DIELECTRICS VIA ULTRAFAST PULSES

- Optical power, dose, intensity, light polarization;
- Spatio-temporal localised light-mater interaction: feature size and spatial resolution;
- Linear and non-linear interaction, stochastic and deterministic phenomena, avalanche ionization and multi-photon absorption, thermal accumulation;
- Photopolymerization mechanisms and cross-linkable materials;
- Photomodification of transparent materials.

4.2 DIRECT LASER WRITING OF THREE DIMENSIONAL MICRO- AND NANO-ADDITIVE MANUFACTURING, ITS APPLICATIONS

- Direct laser writing 3D lithography;
- Direct laser writing in solid transparent dielectrics;
- Laser induced forward transfer (LIFT);
- Applications of 3D microstructures: micromechanical systems, microfluidic chips, micro-optical components, photonic crystals, metamaterials.

Pagrindinė literatūra / Main literature:

1. T. Baldacchini (Ed.), *Three-Dimensional Microfabrication Using Two-Photon Polymerization* (2nd Edition), Elsevier, (2020), 766 p. (eISBN: 9780128178287).
2. M. Malinauskas, A. Zukauskas, S. Hasegawa, Y. Hayasaki, V. Mizeikis, R. Buividas, and S. Juodkasis, Ultrafast laser processing of materials: from science to industry, *Light: Sci. Appl.* **5**, e16133 (2016); 10.1038/lsa.2016.133, Nature Publishing Group.
3. E. Skliutas et al., Photopolymerization mechanisms at spatio-temporally ultra-confined light, *Nanophotonics* **10**(4), 1211-1242 (2021); 10.1515/nanoph-2020-0551.

5. NETVARKIOS ORGANINĖS IR NEORGANINĖS MEDŽIAGOS

5.1. NETVARKIŲ MEDŽIAGŲ FORMAVIMAS

- netvarkos apibrėžimas;
- stiklėjimas;
- stiklų formavimas iš skystos ir dujinės fazių.

5.2. AMORFINIŲ MEDŽIAGŲ MORFOLOGIJA

- artimosios tvarkos geometrija ir chemija;
- struktūros charakterizavimo metodai;
- atsitiktinis arba tolydus artimas išsidėstymas.

5.2.1. CHALKOGENIDINIAI STIKLAI, ORGANINIAI POLIMERAI

- 1D, 2D tinklinės sandaros, kompozicinis laisvumas;
- „8 – n“ taisyklė ir „idealus stiklas“;

- topologiniai defektai ir kintamas valentingumas;
- organinių stiklų sandaros modeliai.

5.2.2. TETRAEDRINĖS AMORFINĖS MEDŽIAGOS (a-Ge, a-Si)

- amorfonas ir ištisinio atsitiktinio tinklo (continuous random network – CRN) modeliai;
- „tabaluojantys“ (dangling) ryšiai;
- legiravimas.

5.3. ELEKTRONŲ BŪSENOS

- elektronų būsenų tankis;
- vietiniai lygmenys.

5.4. ŠVIESOS SUGERTIES YPATUMAI

5.5. KRŪVININKŲ PERNAŠA

- zoninis, difuzinis, šuolinis, poliaronų modeliai;
- perkoliacija.

5.6. KRŪVININKŲ REKOMBINACIJA

5.7. NETVARKIŲ MEDŽIAGŲ TAIKYMAS

- saulės celės;
- šviesos diodai;
- lauko tranzistoriai;
- jutikliai;
- kopijavimo ir spausdinimo įrenginiai.

5. DISORDERED ORGANIC AND INORGANIC MATERIALS

5.1. FORMATION OF DISORDERED MATERIALS

- definition of disorder;
- glazing;
- the formation of glasses from liquid and gaseous phases

5.2. MORPHOLOGY OF AMORPHOUS MATERIALS

- geometry and chemistry of close network;
- characterization methods of structures;
- accidental or continuous close arrangement.

5.2.1. CHALCOGENIDE GLASSES, ORGANIC POLYMERS

- 1D, 2D net structures, compositional looseness;
- “8 – n” rule and "ideal glass";
- topological defects and variable valency;
- models of the structure of organic glasses.

5.2.2. TETRAHEDRAL AMORPHOUS MATERIALS (a-Ge, a-Si)

- amorphone and continuous random network (CRN) models;
- “dangling” bonds;
- Doping.

5.3 ELECTRON STATES

- density of electron states;
- local states.

5.4. FEATURES OF LIGHT ABSORPTION

5.5. CHARGE CARRIER TRANSPORT

- zonal, diffuse hopping, polaron models;
- percolation.

5.6. RECOMBINATION OF CHARGE CARRIERS

5.7. APPLICATION OF DISORDERED MATERIALS

- Solar cells;
- light emitting diodes (LED);
- field effect transistors (FET);

- sensors;
- copying and printing devices.

Pagrindinė literatūra / Main literature:

1. Morigaki K., Physics of Amorphous Semiconductors. Imperial College Press and World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 1999, 415 p.
2. Zallen R., The Physics of Amorphous Solids. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2004, 300 p.
3. Madan, A., Shaw, M.P., The physics and applications of amorphous semiconductors. Academic Press Complimentary Copy Coordinator, Marketing Dept., San Diego, CA, 1988, 488 p.
4. Mott N. F., Davis E. A., Electronic Processes in Non-Crystalline Materials. Clarendon Press, Oxford, 1979, 710 p.
5. Popescu M.A., Non-Crystalline Chalcogenides. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht – Boston – London, 2000, 377 p.
6. C N R Rao, A K Cheetham and A Thirumurugan, Hybrid inorganic–organic materials: a new family in condensed matter physics. J. Phys.: Condens. Matter 20 (2008) 083202.
7. C. Brabec, U. Scherf, V. Dyakonov, Organic Photovoltaics: Materials, Device Physics, and Manufacturing Technologies, Wiley-VCH, 2008, 597 p.

6. NANOMETRINIAI DARINIAI, TECHNOLOGIJOS IR JŲ TAIKYMAI

6.1. EPITAKSINĖS PUSLAIDININKIŲ TECHNOLOGIJOS

- Skystinė epitaksija;
- Dujinė epitaksija, metaloorganinis cheminių dujų nusodinimas;
- Molekulių pluoštelių epitaksija.

6.2. KVANTIŠKAI RIBOTI PUSLAIDININKINIAI DARINIAI

- Kvantiniai taškai ir jų taikymai;
- Kvantinės duobės ir jų taikymai optoelektronikoje;
- Puslaidininkinės kvantinės gijos.

6.3. NANOTECHNOLOGIJOS IR JŲ TAIKYMAI

- Nanokristalų gamybos technologijos ir taikymai;
- Nanovielelių gamybos technologijos ir taikymai;
- Anglies nanotechnologijos (grafenas, nanovamzdeliai, fulerenai).

6. NANOMETRIC DERIVATIVES, TECHNOLOGIES AND THEIR APPLICATIONS

6.1. EPITAXIAL SEMICONDUCTOR TECHNOLOGIES

- Liquid-phase epitaxy;
- Vapor-phase epitaxy, metalorganic chemical vapor deposition;
- Molecular beam epitaxy.

6.2. QUANTUM CONFINED SEMICONDUCTOR DERIVATIVES

- Quantum dots and their applications;
- Quantum wells and their applications in optoelectronics;
- Semiconductor quantum wires.

6.3. NANOTECHNOLOGIES AND THEIR APPLICATIONS

- Nanocrystal fabrication technologies and applications;
- Nanowire fabrication technologies and applications;
- Carbon nanotechnologies (graphene, nanotubes, fullerenes).

Pagrindinė literatūra / Main literature:

1. Stephen A. Campbell, The science and engineering of microelectronic fabrication, second edition, New York -Oxford, Oxford University Press, 2001.

2. John H. Davies, *The Physics of Low-Dimensional Semiconductors, An Introduction*, Cambridge University Press, 1998.
3. Paras N. Prasad, *Nanophotonics*, Wiley-Interscience, 2004.
4. H-G. Rubahn, *Nanophysik und Nanotechnologie*, Teubner-Verlag, 2002.

Dalyko atsiskaitymo būdas

Kiekvienas dėstytojas išdėsto savo temą paskaitos metu ir, esant poreikiui, galima konsultacija. Rengiamas referatas ir jo pristatymas pasirinkta tema, suderinus ją su atitinkamu dėstytoju. Egzaminas vykdomas, atsakant į tris klausimus raštu. Galutinis balas sumuojamas iš referato, pristatymo ir atsakymų raštu.

Konsultuojančiųjų dėstytojų vardas, pavardė	Mokslo laipsnis	Svarbiausieji darbai mokslo kryptyje (šakoje) paskelbti per pastaruosius 5 metus
T. Šalkus (tomas.salkus@ff.vu.lt)	dr.	<ol style="list-style-type: none"> 1. M. Mosiałek, R.P. Socha, B. Bozek, D. Wilgocka-Slezak, E. Bielanska, A. Kežionis, T. Šalkus, E. Kazakevičius, A.F. Orliukas, M. Dziubaniuk, J. Wyrwa, J. Wojewoda-Budka, M. Faryna, B. Lis, M. Dudek, R. Lach, Changes in properties of scandia-stabilised ceria-doped zirconia ceramics caused by silver migration in the electric field, <i>Electrochimica Acta</i> 338, 135866 (2020). 2. V. Kavaliukė, T. Šalkus, S. Balčiūnas, J. Banys, A.I. Pogodin, O.P. Kokhan, I.P. Studenyak, Electrical properties of $(\text{Cu}_{1-x}\text{Ag}_x)_7\text{GeS}_5\text{I}$ crystals investigated by impedance spectroscopy, <i>Solid State Ionics</i> 363, 115593 (2021). 3. A.V. Shlyakhtina, N.V. Lyskov, T. Šalkus, A. Kežionis, M.V. Patrakeev, I.A. Leonidov, L.G. Shcherbakova, S.A. Chernyak, K.I. Shefer, E.M. Sadovskaya, N.F. Eremeev, V.A. Sadykov, Conductivity and oxygen diffusion in bixbyites and fluorites $\text{Ln}_{6-x}\text{MoO}_{12}$ ($\text{Ln} = \text{Er}, \text{Tm}; x = 0, 0.5$), <i>International Journal of Hydrogen Energy</i> 46, 16965 (2021). 4. S. Daugėla, T. Šalkus, A. Kežionis, A. Dindune, D. Valdniece, T.K. Pietrzak, A. Žalga, A.F. Orliukas, Temperature-dependent structural changes of $\text{Na}_2\text{Mn}_3(\text{P}_2\text{O}_7)_2$ phase in $\text{NaLiMnP}_2\text{O}_7$ mixed phase compound, <i>Integrated Ferroelectrics</i> 220, 100–109 (2021). 5. D. Tediashvili, G. Gečė, J. Pilipavičius, S. Daugėla, T. Šalkus, J. Juodkazytė, L. Vilčiauskas, Synthesis, characterization, and degradation study of Mn-based phosphate frameworks $(\text{Na}_3\text{MnTi}(\text{PO}_4)_3$,

		Na ₃ MnPO ₄ CO ₃ , Na ₄ Mn ₃ (PO ₄) ₂ P ₂ O ₇) as aqueous Na-ion battery positive electrodes, <i>Electrochimica Acta</i> 417 , 140294 (2022).
R. Tomašiūnas (rolandas.tomasiunas@ff.vu.lt)	dr.	<p>1. I. Reklaitis, F.Nippert, R.Kudžma, T.Malinauskas, S.Karpov, I.Pietzonka, H.J.Lugauer, M.Strassburg, P.Vitta, R.Tomašiūnas, A.Hoffmann. Differential carrier lifetime in InGaN-based light-emitting diodes obtained by small-signal frequency-domain measurements. <i>J. Appl. Phys.</i> 121, 035701 (2017).</p> <p>2. V.Svrcek, M.Kolenda, A.Kadys, I.Reklaitis, D.Dobrovolskas, T.Malinauskas, M.Lozech, D.Mariotti, M.Strassburg, R.Tomasiunas. Significant carrier extraction enhancement at the interface of an InN/p-GaN heterojunction under reverse bias voltage. <i>Nanomaterials</i> 8, 1039 (2018).</p> <p>3. I.Reklaitis, L.Krencius, T.Malinauskas, S.Yu.Karpov, H.J.Lugauer, I.Pietzonka, M.Strassburg, P.Vitta, R.Tomašiūnas. Time of carrier escape and recombination coefficients in InGaN quantum-well active regions of blue, cyan, and green light-emitting diodes. <i>Semicond. Sci. Technol.</i> 34, 015007 (2019).</p> <p>4. P.Ščajev, D.Litvinas, G.Kreiza, S.Stanionytė, T.Malinauskas, R.Tomašiūnas, S.Juršėnas. Highly efficient nanocrystalline Cs_xMA_{1-x}PbBr₃ perovskite layers for white light generation. <i>Nanotechnology</i> 30, 345702 (2019).</p> <p>5. J.Mickevičius, M.Andrulevicius, O.Ligor, A.Kadys, R.Tomašiūnas, G.Tamulaitis, E.-M.Pavelescu. Type-II band alignment of low-boron-content B₂GaN/GaN heterostructures. <i>J. Phys. D: Appl. Phys.</i> 52, 325105 (2019).</p>
G. Račiukaitis (graciukaitis@ar.fi.lt)	dr.	<p>1. A. Žemaitis, P. Gečys, M. Barkauskas, G. Račiukaitis, M. Gedvilas, <i>Highly-efficient laser ablation of copper by bursts of ultrashort tuneable (fs-ps) pulses</i>, <i>Scientific Reports</i>, 9, 12280 (2019)</p> <p>2. V. Tomkus, V. Girdauskas, J. Dudutis, P. Gečys, V. Stankevič, G. Račiukaitis, <i>Impact of the wall roughness on the quality of micrometric nozzles manufactured from fused silica by different laser processing techniques</i>, <i>Applied Surface Science</i>, 483, 205-211 (2019)</p> <p>3. K. Ratautas, A. Jagminienė, I</p>

		<p>Stankevičienė, E. Norkus, G. Račiukaitis, <i>Laser-assisted selective copper deposition on commercial PA6 by catalytic electroless plating – process and activation mechanism</i>, <i>Applied Surface Science</i>, 470, 405-410, (2019).</p> <p>4. S. Indrišiūnas, B. Voisiat, M. Gedvilas, G. Račiukaitis, <i>New Opportunities for Custom-Shape Patterning Using Polarisation Control in Confocal Laser Beam Interference Setup</i>, <i>Journal of Laser Applications</i>, 29(1), 011501 (2017)</p> <p>P. Gečys, E. Markauskas, S. Nishiwaki, S. Buecheler, R. De Loor, A. Burn, V. Romano, and G. Račiukaitis, <i>CIGS thin-film solar module processing: case of high-speed laser scribing</i>, <i>Scientific Reports</i>. 7, 40502 (2017)</p>
M. Malinauskas (mangirdas.malinauskas@ff.vu.lt)	dr.	<ol style="list-style-type: none"> 1. L. Jonusauskas, D. Gailevicius, S. Rekstyte, T. Baldacchini, S. Juodkazis, M. Malinauskas, <i>Mesoscale Laser 3D Printing</i>, <i>Opt. Express</i> 27 (11), 15205-15221 (2019); https://doi.org/10.1364/OE.27.015205, OSA. 2. D. Gailevicius, V. Padolskyte, L. Mikoliunaite, S. Sakirzanovas, S. Juodkazis, and M. Malinauskas, <i>Additive-Manufacturing of 3D Glass-Ceramics down to Nanoscale Resolution</i>, <i>Nanoscale Horiz.</i> 4, 647-651 (2019); 10.1039/C8NH00293B, RSC. 3. M. Malinauskas, A. Zukauskas, S. Hasegawa, Y. Hayasaki, V. Mizeikis, R. Buividas, and S. Juodkazis, <i>Ultrafast laser processing of materials: from science to industry</i>, <i>Light: Sci. Appl.</i> 5, e16133 (2016); 4. S. Rekstyte, T. Jonavicius, D. Gailevicius, M. Malinauskas, V. Mizeikis, E.G. Gamaly, and S. Juodkazis, <i>Nanoscale Precision of 3D Polymerization via Polarization Control</i>, <i>Adv. Opt. Mater.</i> 4(8), 1209-1214 (2016); 10.1002/adom.201600155, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. 10.1038/lsa.2016.133, Nature Publishing Group. 5. L. Jonusauskas, S. Juodkazis, and M. Malinauskas, <i>Optical 3D printing: bridging the gaps in the meso-scale</i>, <i>J. Opt.: invited review</i> 20 053001, (2018); 10.1088/2040-8986/aab3fe, IOP
K. Arlauskas (kestutis.arlauskas@ff.vu.lt)	dr. (HP)	<ol style="list-style-type: none"> 1. I. Urbanavičiūtė, S. Višniakova, J. Diršytė, G. Juška, B. Lenkevičiūtė, E. Bužavaitė, A.

		<p>Žilinskas, K. Arlauskas. A series of new luminescent non-planar 1,8-naphthyridine derivatives giving coloured and close-to-white electroluminescence spectra. <i>Journal of Luminescence</i> 181 299–309 (2017). http://dx.doi.org/10.1016/j.jlumin.2016.09.027. IF: 2,686.</p> <p>2. M. Stephen, K. Genevicius, G. Juska, K. Arlauskas, R. Hiorns. Charge transport and its characterization using photo-CELIV in bulk heterojunction solar cells. <i>Polymer International</i>, 66 (1), 13-25 (2017). DOI: 10.1002/pi.5274. IF: 2,07.</p> <p>3. T. Grigaitis, A. Naujokaitis, V. Sabonis, K. Arlauskas. Electroluminescence from SiNx layers doped with Ce³⁺ ions. <i>Thin Solid Films</i> 622 142-147 (2017). DOI: 10.1016/j.tsf.2016.12.029. IF: 1,879.</p> <p>4. M. Stephen, S. Dowland, A. Gregori, H.H. Ramanitra, HS. Silva, CMS. Combe, D. Begue, C. Dagon-Lartigau, GE. Morse, K. Genevicius, K. Arlauskas, G. Juska, A. Distlerc, RC. Hiorns, Main-chain alternating fullerene and dye oligomers for organic photovoltaics. <i>Polymer International</i> 66 (3) 388-398 (2017). DOI: 10.1002/pi.5273. IF: 2,07.</p> <p>5. R. Dobužinskas, A. Poškus, M. Viliūnas, V. Jankauskas, M. Daškevičienė, V. Getautis, K. Arlauskas. Melt Spin-Coating (MSC) for X-ray Sensitive Hybrid Organic-Inorganic Layers of Small Carbazolyl-containing Molecules Blended with Tungsten. <i>Physica Status Solidi A-Applications and Materials Science</i> (2019), Article Number: 1900635; DOI: 10.1002/pssa.201900635. IF: 1,653.</p>
V. Pačebutas (vaidas.pacebutas@ftmc.lt)	dr.	<p>1. I. P. Marko, S. R. Jin, K. Hild, Z. Batool, Z. L. Bushell, P. Ludewig, W. Stolz, K. Volz, R. Butkutė, V. Pačebutas, A. Geižutis, A. Krotkus and S. J. Sweeney, “Properties of hybrid MOVPE/MBE grown GaAsBi/GaAs based near-infrared emitting quantum well lasers”, <i>Semicond. Sci. Technol.</i> 30 094008 (2015).</p> <p>2. V. Pačebutas, R. Butkute, B. Cechavičius, S. Stanionytė, E. Pozingytė, M. Skapas, A. Selskis, A. Geižutis, A. Krotkus, “Bismides: 2D structures and quantum dots”, <i>Journal of Physics D - Applied Physics</i> Vol. 50, No. 36, 364002 (2017).</p>

		<p>3. V. Pačebutas, S. Stanionytė, A. Arlauskas, R. Norkus, R. Butkutė, A. Geižutis, B. Čechavičius, A. Krotkus, „Terahertz excitation spectra of GaAsBi alloys“, Journal of Physics D - Applied Physics Vol. 51, No. 47, 474001 (2018).</p> <p>4. T. Paulauskas, V. Pačebutas, R. Butkutė, B. Čechavičius, A. Naujokaitis, M. Kamarauskas, M. Skapas, J. Devenson., M. Čaplovičová, V. Vretenár, X. Li, M. Kociak and A. Krotkus, „Atomic-Resolution EDX, HAADF, and EELS Study of GaAs_{1-x}Bi_x Alloys“, Nanoscale Research Letters (2020) 15:121.</p> <p>5. V. Pačebutas, V. Karpus, A. Geižutis, M. Kamarauskas, A. Selskis, A. Krotkus, „Reduction of optical transition energy in composite GaInAsBi quantum wells“, Infrared Physics & Technology 121 (2022) 104002.</p>
--	--	--

Patvirtinta Vilniaus universiteto ir Fizinių ir technologijos mokslų centro Technologijos mokslų srities Medžiagų inžinerijos mokslo krypties (T 008) doktorantūros komiteto posėdyje, vykusiam m. d., protokolo Nr.

Komiteto pirmininkas prof. habil. dr. Valdas Sirutkaitis