

DOKTORANTŪROS STUDIJŲ DALYKO SANDAS

Dalyko pavadinimas	Mokslo kryptis (kodas)	Fakultetas / centras	Institutas / skyrius
Optinės medžiagos (7,5 ECTS kredito)	Medžiagų inžinerija T 008	Fizikos fakultetas	VU Lazerinių tyrimų centras
Studijų būdas	Kreditų skaičius	Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos		Konsultacijos	Iki 1 ECTS kredito
Individualus	7,5 ECTS be konsultacijų, iki 6,5 ECTS su konsultacijomis	Seminarai	

Dalyko anotacija

Įvadas. Optinių procesų klasifikavimas. Kompleksinis lūžio rodiklis ir dielektrinės konstantos. Optinių savybių ypatybės kietoje būsenoje.

Optinės medžiagos. Kristaliniai dielektrikai ir puslaidininkiai. Optiniai, spalvoti ir fotochrominiai stiklai. Oksidai, halogenidai ir halidai. Optinės plastmasės. Dielektrikų spalvų prigimtis. Metalai. Metalų spalvos. Nuspalvinimas mažomis metalų dalelėmis. Legiruoti stiklai ir dielektrikai. Lazeriniai stiklai ir kristalai. Optinių medžiagų gamybos ir auginimo metodai.

Optinių ir lazerinių kristalų ir stiklų apdirbimas. Pjaustymas, šlifavimas ir poliravimas: apdirbimas laisvu ir fiksuotu abrazyvu. Tam naudojama įranga, abrazyvai ir pagalbinės medžiagos. Kristalų paviršiaus apdirbimas deimantinio tekinimo metodu. Beilby sluoksnis, popaviršinė pažaida ir šiurkštumas. Optinių detalių sujungimo metodai. Asferinių paviršių ir laisvų formų optikos gamybos ir apdirbimo technologija. Tūrinės Brego gardelės.

Optinių detalių formos ir paviršiaus kontrolės metodai. Kontroluojami parametrai. Sferinių ir plokščių optinių paviršių formos ir šiurkštumo kontrolės metodai. Židinio nuotolio matavimo metodai. Kampinių matmenų kontrolė.

Optinių medžiagų charakterizavimo metodai. Fotoakustinė sugerties spektroskopija, lūžio rodiklių matavimas refraktometrais ir elipsometrais, infraraudonosios sugerties ir Ramano sklaidos matavimai, vienalytiškumo matavimai.

Optinės dangos. Plonų sluoksnių augimo stadijos ir struktūriniai zonų modeliai. Interferencija daugiasluoksnėse dangose. Plonų dielektrinių sluoksnių panaudojimas optikos skaidrinimui ir optinių dangų, su reikiamu atspindžio koeficientu, gamybai. Nanotrūktūrizuotos ir skulptūrinės dangos. Plonų optinių dangų formavimo metodai: cheminio nusodinimo, terminio garinimo, terminio garinimo su joniniu asistavimu, juonapluoščio dulkinimo ir kt. Dengimo procesų monitoringo metodai. Mechaniniai įtempimai optinėse dangose. Intensyvios spinduliuotės ir aplinkos poveikis dangoms. Medžiagų maišymas ir aprašantys modeliai. Optinės dangos ultrasparčiai optikai. Medžiagos naudojamos optinių dangų gamybai. Optinių dangų dizaino optimizavimo metodai.

Aktyviai valdomi optiniai elementai. Elektrooptiniai modulatoriai ir perjungikliai. Galvaniniai skeneriai. Skystųjų kristalų elektrooptiniai elementai. Mikromechaniniai erdviniai ir laikiniai šviesos modulatoriai (MOEMS). Akustooptiniai modulatoriai ir skeneriai. Adaptyvieji optiniai elementai.

Optinių elementų parametru standartizuotas apibūdinimas. Optinių komponentų kokybės parametrai. Sugerties, sklaidos, atspindžio, pralaidos ir optinio pažeidimo slenksčio matavimo metodai.

Šviesolaidiniai optiniai elementai. Medžiagos naudojamos šviesolaidžiams gaminti. Gamybos metodai. Fotoniniai šviesolaidžiai. Šviesolaidiniai kabeliai ir pynės. Šviesolaidžių charakterizavimas.			
Pagrindinė literatūra			
1. M.Fox, Optical Properties of Solids, 2nd ed., Oxford University Press, New York, 2010.-416 p. 2. J.H.Simmons, K.S.Potter, Optical materials, Academic Press, San Diego, London 2000, 391 p. 3. Optical Interference Coatings. Eds. N.Kaiser, H.K.Pulker. Springer, 2002. - 500 p. 4. R.C.Poweel, Physics of Solid-State Laser Materials. AIP Press, 1998. - 423 p. 5. The Properties of Optical Glass, Eds. H.Bach, N.Neuroth, Springer-Verlag, Berlin,1998-414p. 6. F. Mitschke, Fiber Optics, 2nd ed., Springer, Heidelberg, 2016, 349 p. 7. Optical Shop Testing, 3rd ed., Ed. D.Malacara. J.Wiley&.Sons, Inc., 2007 - 883 p. 8. S. Kasap, P. Capper (eds.) - Springer Handbook of Electronic and Photonic Materials, New York, NY, Springer, 2007, 1572 p. 9. R. Zallen, The Physics of Amorphous Solids, Wiley, 1998, 318 p. 10. O. Stenzel, Optical Coatings, Material Aspects in Theory and Practice, Springer Series in Surface Sciences, 2014.			
Dalyko atsiskaitymo būdas			
Dalyko paskaitų nebūna. Doktorantams tenka patiems mokytis iš nurodytų vadovėlių. Dalis šio kurso yra skaitoma VU FF Lazerinės technologijos programos magistrantams 3 semestre, todėl kartais doktorantai iš kitų universitetų ar kitų programų pasirenka dalį tų paskaitų paklausti kartu su dabartiniais magistrantais. Doktorantams pageidaujant gali būti siūlomos kelios konsultacijos tam tikromis temomis. Egzaminas susideda iš dviejų dalių. Pirmoji tai paruošimas referato, kuriame apžvelgiama tam tikra optinių medžiagų dalyko tema svarbi doktoranto darbams ruošiant disertaciją. Jos apimtis 2 spaudos lankai. Stengiamasi taip parinkti referato tematiką, kad jo medžiaga būtų naudinga disertacijos apžvalgai ir joje vykdomiems darbams. Referato turinys pirmiausia yra pasiūlomas doktoranto kartu su moksliniu vadovu, o paskui derinamas su konsultuojančiais dėstytojais. Po referato turinio suderinimo doktorantas paruošia referatą ir persiunčia jį konsultuojantiems dėstytojams, kurie įtraukiami į egzamino komisiją. Tada paskiriamas laikas kada vyksta referato pristatymas ir tam doktorantas dar turi paruošti ~ 20 min. trukmės prezentaciją. Prezentacija pristatoma bent 3 egzaminų komisijos nariams. Po prezentacijos atsakoma į komisijos narių klausimus. Referatas ir jo prezentacija su klausimų atsakymu maksimaliai gali būti vertinama 5 balais. Antroji egzamino dalis tai atsakymai raštu į 3 duotus klausimus. Tam atlikti duodama 1,5 val. Paprastai sudaromas 10-15 apibendrintų klausimų sąrašas, pagal sandė nurodytas temas, iš kurio yra išrenkami tie 3 duodami klausimai. Doktorantams surašius atsakymus jie yra skenuojami ir persiunčiami visiems egzaminų komisijos nariams, kurie juos turi įvertinti. Atsakymai raštu į 3 duotus klausimus maksimaliai gali būti vertinami 5 balais. Kiekvieno egzaminų komisijos nario įvertinimas tiek už referatą ir jo pristatymą, tiek už atsakymus į duotus klausimus yra vidurkinami ir pagal tai įrašomas galutinis apibendrintas vertinimas, kurio didžiausia vertė yra 10 balų.			
Konsultuojantys dėstytojai	Mokslo laipsnis	Pedag. vardas	Pagrindinės mokslinės publikacijos per pastaruosius 5 metus
Domas Paipulas (domas.paipulas@f.vu.lt)	dr.	doc.	1. T. Bukelis, E. Gaizauskas, O. Balachninaite, D. Paipulas, Femtosecond IR and UV laser induced periodic structures on steel and copper surfaces, Surf. Interfaces, 38, 102869 (2023).

			2. A. Butkutė, T. Baravykas, J. Stancikas, T. Tickunas, R. Vargalis, D. Paipulas, V. Sirutkaitis, L. Jonusauskas, Optimization of selective laser etching (SLE) for glass micromechanical structure fabrication, Opt. Express 29(15), 23487-23499 (2021). 3. T. Tičkūnas, <u>D. Paipulas</u>, V. Purlys, Dynamic voxel size tuning for direct laser writing, Opt. Mat. Express, 10(6), 1432-1439, (2020) 4. T. Tičkūnas, <u>D. Paipulas</u>, V. Purlys, 4Pi multiphoton polymerization, Appl. Phys. Lett, 116, 031101 (2020). 5. S. Rekštytė, <u>D. Paipulas</u>, V. Mizeikis, Passive fluidic micro-sensor with all-optical readout realized using a direct laser writing technique, Opt. Lett. 44 (18), 4602-4605 (2019).
Rytis Butkus (rytis.butkus@ff.vu.lt)	dr.	doc.	1. K. Lengyel, É. Tichy-Rács, K. Timpmann, S. Vielhauer, I. Romet, L. Kovács, G. Corradi, R. Butkus, M. Vengris, R. Grigonis, V. Sirutkaitis, I. Sildos, V. Kiisk, L. Puust and V. Nagirnyi, Cooperative luminescence of Yb³⁺ ion pairs in Li₆Y(BO₃)₃:Yb single crystals. Journal of Luminescence, 2021. 230: p. 117732. 2. V. Tamulienė, R. Butkus, A. Stabinis, Bandwidth analysis of optical parametric amplifier pumped by broadband pulses, JOSA B. 37, 1413–1418 (2020). 3. A. Maecinkevičiūtė, K. Michailovas, R. Butkus, Generation and parametric amplification of broadband chirped pulses in the near-infrared, Opt. Commun. 415, 70–73 (2018). 4. V. Vaičaitis, R. Butkus, O. Balachninaite, U. Morgner, I. Babushkin, Diffraction-enhanced femtosecond white-light filaments in air, Appl. Phys. B-Lasers Opt. 124, 221 (2018). 5. V. Pašiškevičius, V. Smilgevičius, R. Butkus, R. Coetzee, F. Laurell, Spatial and temporal coherence in optical parametric devices pumped with multimode beams, Lith. J. Phys. 58, 62–75 (2018).
Lina Grinevičiūtė (lina.grineviciute@ftmc.lt)	dr.		1. J. Nikitina, S. Indrisiunas, T. Tolenis, M. Andrulėvicius, L. Grineviciute „Submicron periodic structures in metal oxide coating via laser ablation and thermal oxidation“, Applied Surface Science Advances, 24, 100660 (2024). 2. D. Astrauskyte, K. Galvanauskas, D. Gailevičius, M. Drazdys, M. Malinauskas, L. Grineviciute „Anti-Reflective Coatings Produced via Atomic Layer Deposition for Hybrid Polymer 3D Micro-Optics“, Nanomaterials, 13, 2281, (2023). 3. L. Grineviciute, T. Moein, M. Han, S. Hock Ng, V. Anand, T. Katkus, M. Ryu, J. Morikawa, M. J. Tobin, J. Vongsvivut, T. Tolenis, and S. Juodkazis „Optical

			anisotropy of glancing angle deposited thin films on nano-patterned substrates“, Optical Materials Express 12, 3, 1281-1290 (2022). 4. L. Grineviciute, J. Nikitina, C. Babayigit, K. Staliunas „Fano-like Resonances in Nanostructured Thin Films for Spatial Filtering“, Applied Physics Letters 118, 131114 (2021). 5. L. Grineviciute, C. Babayigit, D. Gailevičius, M. Peckus, M. Turduev, T. Tolenis, M. Vengris, H. Kurt, K. Staliunas „Nanostructured Multilayer Coatings for Spatial Filtering“, Adv. Optical Mater. 2001730 (2021).
Andrius Melninkaitis (andrius.melninkaitis@ff.vu.lt)	dr.	doc.	1. Smalakys, Linas, and Andrius Melninkaitis. "Predicting lifetime of optical components with Bayesian inference." Optics express 29.2 (2021): 903-915. 2. Kabouraki, E., Melissinaki, V., Yadav, A., Melninkaitis, A., Tourlouki, K., Tachtsidis, T., ... & Farsari, M. "High laser induced damage threshold photoresists for nano-imprint and 3D multi-photon lithography." Nanophotonics 10.14 (2021): 3759-3768. 3. Butkutė, A., Čekanavičius, L., Rimšelis, G., Gailevičius, D., Mizeikis, V., Melninkaitis, A., ... & Malinauskas, M. (2020). Optical damage thresholds of microstructures made by laser three-dimensional nanolithography. Optics Letters, 45(1), 13-16. 4. Belosludtsev, A., Melninkaitis, A., & Abromavičius, G. (2023). Significant enhancement in laser damage resistance of YAG crystal surface by plasma etching. Optics Letters, 48(9), 2226-2228. 5. Atkočaitis, E., Smalakys, L., & Melninkaitis, A. (2022). Pulse temporal scaling of LIDT for anti-reflective coatings deposited on lithium triborate crystals. Optics express, 30(16), 28401-28413.
Patvirtinta Medžiagų inžinerijos mokslų krypties doktorantūros komiteto posėdyje 2025 m. vasario 04 d., protokolo Nr. (7.17 E) 15600-KT-45			
Komiteto pirmininkas dr. Arūnas Kadys			