

## NACIONALINIAI

1. LMT finansuotas mokslininkų grupės projektas „Naujų spektroskopinių metodų ir struktūrų, skirtų optiniams jutikliams, kūrimas (GLRS)“ (2010-2011 m.)

Šiame darbe buvo vykdomi moksliniai tyrimai projektuojant naują automatizuotą spektroskopinių tyrimų stendą ir kuriant metodiką baltos šviesos atspindžio nuo difrakcinės gardelės spektroskopiniams matavimams. Sukurta specializuota programinė įranga matavimų automatiniam kaupimui ir rezultatų apdorojimui vykdyti. Atlikti spektroskopiniai matavimai esant jutikliui įvairiose terpėse bei keičiant optinės schemos konfigūraciją. Taikant UV kontaktinę litografiją ir lazerinę interferencinę litografiją, bei plonų dangų formavimo technologijas (plonasluoksnių metalinių dangų formavimas ir amorfinės deimanto tipo anglies nusodinimas) buvo suformuotos skirtingo periodo ir mikroreljefo periodinės struktūros. Jų savybės buvo iširtos atliekant poliarizuotos baltos šviesos atspindžio matavimus ir monochromatinės šviesos pralaidumo matavimus.

### Publikacijos:

- Tamulevičius, Tomas; Šeperys, Rimas; Andrulevičius, Mindaugas; Tamulevičius, Sigitas. Total internal reflection based sub-wavelength grating sensor for the determination of refractive index of liquids // Photonics and Nanostructures - Fundamentals and Applications. Amsterdam: Elsevier Science B.V. ISSN 1569-4410. 2011, Vol. 9, iss. 2, p. 140-148. [ISI Web of Science]. [IF (SCIE): 1,681 (2011)].
- Tamulevičius, Tomas; Šeperys, Rimas; Andrulevičius, Mindaugas; Kopustinskas, Vitoldas; Meškiniš, Šarūnas; Tamulevičius, Sigitas. Refractive index sensor based on the diamond like carbon diffraction grating // Thin Solid Films. Lausanne: Elsevier Science. ISSN 0040-6090. 2011, Vol. 519, iss. 12, p. 4082-4086. [Science Citation Index Expanded (Web of Science); Science Direct]. [IF (SCIE): 1,890 (2011)].
- Tamulevičius, Tomas; Šeperys, Rimas; Andrulevičius, Mindaugas; Kopustinskas, Vitoldas; Meškiniš, Šarūnas; Tamulevičius, Sigitas; Mikalayeva, Valeryia; Daugelavičius, Rimantas. Application of holographic sub-wavelength diffraction gratings for monitoring of kinetics of bioprocesses // Applied Surface Science. Amsterdam: Elsevier. ISSN 0169-4332. 2012, Vol. 258, iss. 23, p. 9292-9296. [Science Citation Index Expanded (Web of Science); COMPENDEX; INSPEC; Science Direct]. [IF (SCIE): 2,112 (2012)].

2. LMT Nacionalinės mokslo programos „Ateities energetika“ projektas “Mikro- ir nanostruktūros kietojo oksido mikro kuro elementams”; MIKROKOKE-1 (2010-2011 m.)

Vykdytas kartu su VU, FTMC.

Šio darbo tikslas - kietųjų oksidų mikro- kuro elementų komponentų (anodas, elektrolitas ir padėklas) technologijų paieška bei jų formavimas ir tyrimas, atsižvelgiant į mikro - kuro elementų specifiką.

Šiame darbe pasiūlyti nauji zolių-gelių sintezės metodai itrio oksidu stabilizuotai cirkonio (YSZ) keramikai ant įvairių padėklų įmerkimo būdu gauti. Pirmą kartą parodyta, kad YSZ dangoms formuoti galima naudoti vandeninį ir bevandenį zolių-gelių metodus. Gautų dangų kokybė įvertinta UV-regimosios atspindžio spektroskopijos metodu.

Išnagrinėtas kietojo oksido mikro- kuro elementų ( $\mu$ -KOKE) anodas-elektrolitas-katodas (AEK) elektrodų membranos formavimo būdas, kuriame po gilaus silicio ėsdinimo tetrametilamonio hidrokso vandeniniu tirpalu (TMAH), ėsdinimo sustabdymui panaudotas tarpinis SiO<sub>2</sub> sluoksnis, kuris po AEK elektrodų membranos suformavimo gali būti sausiai pašalinamas CF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub> dujų mišinio

plazmoje. Nustatyta, kad silicio ęsdinimo greitis TMAH tirpale kristalografinęs plokštumos <100> kryptimi siekė 0,45  $\mu\text{m}/\text{min}$ , o kristalografinęs plokštumos <111> kryptimi siekė 0,03  $\mu\text{m}/\text{min}$ . Nustatyta, kad didesnio ploto (>1 mm<sup>2</sup>) SiO<sub>2</sub> membranos dėl didelių įtempių nutrūksta, todėl, norint formuoti didesnio ploto membranas, būtina minimizuoti įtempius.

Vakuominiu plazminiu purškimu suformuotos kietos, porėtos, elektrai laidžios anodinęs keramikinęs kompozicinęs Ni-NiO-YSZ dangos. Nustatyta, kad Ni ir NiO komponentęs, esančios Ni-NiO-YSZ dangoje, lemia krūvio pernešimo procesus tirtame 30 - 300 °C temperatūros intervale ir, kad elektrinis laidumas priklauso nuo Ni masęs dalies dangoje.

Suformuotų Ni-NiO-YSZ dangų porėtumui pagerinti bei padidinti trijų fazių (elektrolito, anodo ir kuro dujų) sandūros plotą, buvo panaudotos lazerinęs technologijos. Paveikus suformuotas dangas antros harmonikos Nd:YVO<sub>4</sub> lazerio NL15100/SH („Ekspla“, 10 ns, 532 nm, 10 kHz) spinduliuote, keičiant spinduliuotęs energijas, buvo nustatyta, kad 8 J/cm<sup>2</sup> yra kritinę spinduliuotęs energija reikalinga suformuoti skylę Ni-NiO-YSZ dangoje, nepažeidžiant Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> keraminio padęklo.

Atlikti Ni elektrodo, formuojamo elektroninio spindulio garinimu, struktūrizavimo eksperimentai, naudojant lazerines technologijas, siekiant suformuoti dujų pralaidumo kanalus. Nustatyta, kad bandinys pragręžiamas kiaurai, kai PL10100/TH (10 ps, 355 nm) lazerinęs spinduliuotęs dozė viršija 300 mJ. Nanosekundiniams impulsams ši dozė yra lygi 4 mJ. Parodyta, kad abliuojant nikelio sluoksnį impulsų seka, kiekvienam papildomam impulsui abliacijos slenkstis mažėja. Akumuliacijos koeficientas visų naudotų bangos ilgių pikosekundiniams impulsams buvo panašus ir lygus 0,85. Gauti tokie nikelio sluoksnio abliacijos slenkščiai: F<sub>th</sub> = 0,23 J/cm<sup>2</sup> naudojant NL220/SH lazerinę sistemą (9 ns, 1064 nm); F<sub>th</sub> = 0,47 J/cm<sup>2</sup> naudojant PL10100/SH (10 ps, 532 nm); F<sub>th</sub> = 1,2 J/cm<sup>2</sup> –PL10100 sistemą (10 ps, 1064 nm) ir F<sub>th</sub> = 1,58 J/cm<sup>2</sup> naudojant PL10100/TH (10 ps, 355 nm) sistemos lazerinę spinduliuotę.

#### *Publikacijos:*

- Maciulevičius, Mindaugas; Voisiat, Bogdan; Gedvilas, Mindaugas; Abakevičienė, Brigita; Tamulevičius, Sigitas; Račiukaitis, Gediminas. Evaluation of laser drilling of Ni film on silicon for solid oxide fuel cells // Journal of laser micro nanoengineering. Osaka: Japan Laser Processing Society. ISSN 1880-0688. 2011, Vol. 6, no. 3, p. 199-203. [Science Citation Index Expanded (Web of Science); Compendex]. [IF: 0,556; AIF: 3,200; IF/AIF: 0,174; Q4; 2011 Journal Citation Reports® Science Edition (Thomson Reuters, 2016)].

- Sakaliūnienė, Jolita; Čyvienė, Jurgita; Abakevičienė, Brigita; Dudonis, Julius. Investigation of structural and optical properties of GDC thin films deposited by reactive magnetron sputtering // Acta Physica Polonica A. Warsaw: Polish Academy of Sciences. ISSN 0587-4246. 2011, Vol. 120, no. 1, p. 63-65. [Science Citation Index Expanded (Web of Science); COMPENDEX]. [IF: 0,444; AIF: 2,680; IF/AIF: 0,166; Q4; 2011 Journal Citation Reports® Science Edition (Thomson Reuters, 2016)].

- Maciulevičius, Mindaugas; Gedvilas, Mindaugas; Abakevičienė, Brigita; Tamulevičius, Sigitas; Račiukaitis, Gediminas. Evaluation of laser drilling of Ni film on silicon for solid oxide fuel cells // Physics Procedia. Amsterdam: Elsevier. ISSN 1875-3892. 2011, vol. 12, Part B, p. 317-322. [Conference Proceedings Citation Index; Science Direct].

3. ES struktūrinių fondų finansuojami Jungtinęs lazerių, naujųjų medžiagų, elektronikos ir nanotechnologijų bei taikomųjų mokslų ir technologijų nacionalinė kompleksinė programos (NKP) projektai: „Medžiagotyros, nano- ir šviesos technologijų bei aukštojo mokslo studijų šiose proveržio kryptyse infrastruktūros kūrimas (LaMeTech infrastruktūra)“ (Projekto kodas: VP2-1.1-ŠMM-04-V-02-002) ir „I ir II pakopos studijų modernizavimas medžiagotyros, nano- ir

šviesos technologijų proveržio kryptimis (LaMeTech studijos)“ (Projekto kodas: Nr. VP1-2.2-ŠMM-09-V-01-005) **2010-2015** m.

Partneris kartu su VU, VGTU, FTMC

Įsigyta nauja analitinė ir technologinė įranga, naudojama tyrėjų ir studentų moksliniams darbams (vykdytos papildomos studentų praktikos), atnaujintos studijų programos.

### **MTEP darbai ir paslaugos/ Ūkiskaitiniai projektai**

1. Inovacinis čekis; užsakovas UAB „PTEC“, inovacinio čekio gavimo sutartis Nr. 31V-96 (**2010** m.)

Išnagrinėjus mokslinę literatūrą buvo atrinktos technologijos, užtikrinančios mikrometrinių ir submilimetrinių matmenų GaN gembinių struktūrų gamybą, bei parinktos efektyvios, suderinamos su gembinės struktūros geometrija, poslinkio matavimo metodikos. Buvo suprojektuota ir pagaminta mikrometrinių ir submilimetrinių matmenų epitaksinio GaN ant Si <111> padėklo gembinė struktūra bei pasiūlytas efektyvus metodas deformacijų matavimams. Buvo išnagrinėta galimybė matavimams panaudoto GaN pjezoelektrines savybes, be to, išbandyta galimybė mikrogembės paviršiuje suformuoti periodines optinio diapazono difrakcines struktūras, kurias būtų panaudoti poslinkio matavimo tyrimams difrakcijos maksimumų sklaidos principu.

2. UAB „Teravil“ užsakymu vykdytas projektas „Fotolitografijos ir atkaitinimo procesų, skirtų THz spinduliuotės emiterių ir detektorių gamybai, tyrimai ir optimizavimas“ (**2010** m.)

Šiame darbe buvo atlikti moksliniai tyrimai siekiant nustatyti optimalius reikiamo rašto terahercinės (THz) spinduliuotės detektorių ir emiterių elektrodų formavimo režimus bei nustatyti pagrindinius elektrodų veiksnius, darančius įtaką piešinio kokybei. Vykdydamas darbą nustatyta, kad naudojant nusprogdinimo litografiją galima sėkmingai suformuoti THz spinduliuotės emiterius su naujos, patobulintos konfigūracijos elektrodais. Didžiausią įtaką vizualiai įvertintai nusprogdinimo būdu suformuotų elektrodų piešinio kokybei turėjo paviršiniai mikro bei makro defektai GaAs epitaksinio sluoksnio paviršiuje. Naudojant tyrimų duomenis pagaminti bandomieji naujos konfigūracijos THz spinduliuotės emiterių ir detektorių pavyzdžiai.

3. Inovacinis čekis; užsakovas UAB „Arcus Novus“, inovacinio čekio gavimo sutartis nr. 31V-82 (**2010** m.)

Buvo išanalizuotos galimos kietųjų oksidų mikro - kuro elementų komponentų (katodas, elektrolitas, anodas ir padėklas) formavimo technologijos. Atlikti mikrokuro elementų komponentų tyrimai, bei dangų mikrostruktūrizavimo technologiniai darbai siekiant suformuoti membranines mikrokuro elementų struktūras. Įsisavinta tūrinio mikroformavimo technologija, taikant gilųjį TMAH ėsdinimą. Dėl cheminio suderinamumo mikro-kuro elementui formuoti pasirinktas variantas elektrodus formuoti po gilaus silicio ėsdinimo, ėsdinimo sustabdymui panaudojant tarpinį SiO<sub>2</sub> sluoksnį su Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> viršsluoksniu mikroįtempių suvaldymui (po elektrodų suformavimo sluoksniai sausiai pašalinami plazmocheminio ėsdinimo metodu). Nustatyta kokiomis savybėmis turi pasižymėti konstrukciniai mikro-kuro elemento sluoksniai ir atlikti pradiniai tyrimai. Kuro mikroelemento anodas ir katodas turi būti labai porėtas, gerai praleisti vandenilį ir būti laidus elektronams; elektrolitas turi kuo geriau praleisti deguonies jonus ir būti kiek galima mažiau laidus elektronams.