

ŽODINIAI PRANEŠIMAI

- **Kornelija Antanavičiūtė.** Daugiakomponenčių kobalto katalizatorių formavimas, tyrimas ir taikymas vandenilio išsiskyrimo reakcijai.
- **Monika Kirsnytė.** Legiruojančių medžiagų įtaka laidaus tekstilinio kompozito sintezėje.
- **Povilas Šimonis.** Impulsinio elektrinio lauko poveikio mielių *Saccharomyces cerevisiae* ląstelėms tyrimas amperometrijos metodu.
- **Audrius Drabavičius.** Pirmtako optimizavimas kesterito absorbcinio sluoksnio formavimui.
- **Agnė Mikalauskaitė.** Organiniais junginiais funkcionalizuotų „SPIONs“ nanodalelių magnetiniai tyrimai.
- **Romuald Eimont.** Ląstelių karkasų inžinerija, panaudojant bioimitacinius hidrogelius ir mikrotechnologijas.
- **Domas Jokubauskis.** Fibonačio terahercinis vaizdinimas.
- **Ieva Beleckaitė.** Ultrasparčių procesų tyrimai puslaidininkiuose dvigubo žadinimo terahercinės emisijos metodu.
- **Simona Pūkienė.** GaAsBi sluoksnių auginimo ypatumai.
- **Algirdas Jasinskas.** Kvantinių GaAsBi darinių auginimo sąlygų optimizavimas.
- **Karolis Madeikis.** Optinis skaidulinio užkrato šaltinio pasikartojimo dažnio stabilizavimas.
- **Giedrius Sinkevičius.** Pokelso narvelių su beta barium borato kristalais kontrastų dažninių charakteristikų tyrimas.
- **Rokas Naujalis.** Andromedos galaktikos žvaigždžių spiečiai.
- **Lina Grinevičiūtė.** Optinių anizotropinių dangų formavimas garinimo kampu technologija.
- **Mindaugas Kamarauskas.** Efektyviai šviesą pagaunančio paviršiaus formavimas silicyje.
- **Jonas Klimantavičius.** Magnetinio lauko jutiklių iš La-Sr-Mn-O sluoksnių su Mn pertekliumi veikimo temperatūros padidinimas.
- **Vakaris Rudokas.** Nanostruktūrizuotų La-Sr-Mn-Co-O sluoksnių magnetovaržos tyrimas stipriuose impulsiniuose magnetiniuose laukuose.
- **Paulius Mackonis.** 1 TW-klasės OPCPA lazerinė sistema kaupinama Yb:YAG čirpuotų impulsų stiprintuvu – kompresoriumi.
- **Juozas Dudutis.** Lazerinių Beselio pavidalo pluoštų asimetriškumo valdymas stiklo pjovimui.
- **Tadas Bartulevičius.** Kompaktiškas didelės impulsų energijos femtosekundinis šviesolaidinis lazeris su čirpuotos šviesolaidinės Brego gardelės plėstuvu ir čirpuotos tūrinės Brego gardelės spaustuvu.
- **Laurynas Veselis.** Femtosekundinė lazerinė sistema, paremta skaiduliniu užkrato šaltiniu, Yb:YAG kietakūniu tiesiniu stiprintuvu ir Čirpuotos Tūrinės Brego Gardelės impulsų spaustuvu.
- **Vidmantas Tomkus.** Elektronų greitinimas lazerio ir elektronų spindulio plazmos lauke.

- **Audrius Valavičius.** Sidabro nano-salelių, suformuotų fizikiniais nusodinimo iš garų fazės metodais, tyrimas
- **Vytautas Mačaitis.** Skaitmeniniu būdu valdomo generatoriaus projektavimas ir tyrimas.
- **Mažena Mackoit Sinkevičienė.** Boro vakansijų ir boro vakansijų kompleksų h-BN optinės savybės.
- **Lukas Razinkovas.** Defektų luminescencijos linijos modeliavimas ab-initio metodais.
- **Evelina Pozingytė.** GaAs1-xBix optinių savybių tyrimas.
- **Vidmantas Jašinskas.** Ilgai išliekantis indukuotas elektrinis laukas anglies nanovamzdelių sluoksniuose.
- **Ričardas Norkus.** Puslaidininkių juostinės struktūros charakterizavimas naudojant Terahercų emisijos spektroskopiją.
- **Julija Pauraitė.** Miesto aerozolio dalelių cheminės sudėties sąryšis su optinėmis savybėmis.
- **Elena Lagzdina.** 12C+ jonais implantuoto bei termiškai apdoroto RBMK grafito morfologijos tyrimas Ramano spektroskopijos metodu.
- **Jevgenij Garankin.** Organinių scintiliatorių naudojimas jonizuojančiosios spinduliuotės dalelių detekcijai.
- **Kirill Skovorodko.** Branduolinėje medicinoje naudojamų radionuklidų matavimo priemonių kokybės kontrolės ir palyginamųjų matavimų rezultatai.
- **Danielius Lingis.** Neutronų sukurtų taškinių defektų vertinimas RBMK-1500 reaktoriaus grafite.
- **Algirdas Pabedinskas.** Antropogeninės ¹⁴C taršos vertinimas Ignalinos atominės elektrinės aplinkoje.
- **Toma Petrulionienė.** Polietileno ir polipropileno gaminių specifinės migracijos tyrimai.
- **Daina Upskuvienė.** Au nanodalelių, nusodintų ant anglies paviršiaus naudojant skirtingus reduktorius, elektrokatalizinio aktyvumo gliukozės oksidacijai palyginimas.
- **Edita Zubrytė.** Anijoninių ir katijoninių teršalų šalinimas neorganiniu gamtinės kilmės sorbentu.
- **Tadas Matijošius.** Comparison of liquid friction trends between steel and several bioceramic surfaces.
- **Adrián Vicent Claramunt.** Foninio lakiųjų organinių junginių profilio tyrimai žmogaus iškvėptame ore.
- **Karolis Petrauskas.** Mechanochemiškai perdirbtos gumos dalelės - savybės ir iššūkiai.
- **Raminta Stagniūnaitė.** Įvairios sudėties katalizatorių sintezė ir taikymas kuro elemente vykstančioms reakcijoms.

DAUGIAKOMPONENČIŲ KOBALTO KATALIZATORIŲ FORMAVIMAS, TYRIMAS IR TAIKYMAS VANDENILIO IŠSKYRIMO REAKCIJA

K. Antanavičiūtė, Z. Sukackienė, J. Vaičiūnienė, A. Naujokaitis, G. Sukackaitė,
L. Tamašauskaitė-Tamašiūnaitė, E. Norkus

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Katalizės skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: kornelija.antanaviciute@gmail.com

Įvairios sudėties daugiakomponentės kobalto dangos buvo nusodintos taikant cheminį dangų nusodinimo metodą, reduktoriumi naudojant - morfolino boraną. Darbo metu suformuoti efektyvūs kobalto (Co), kobalto-boro (CoB), kobalto-molibdeno-boro (CoMoB), kobalto-geležies-boro (CoFeB) ir kobalto-mangano-boro (CoMnB) katalizatoriai, kurie pasižymėjo kataliziniu aktyvumu natrio borohidrido hidrolizės reakcijai.

Suformuotų katalizatorių paviršiaus morfologija buvo tirta taikant peršviečiamąją elektroninę mikroskopiją. Dangų sudėtis nustatyta taikant indukuotos plazmos optinės emisijos spektroskopiją. Norint palyginti pagamintų katalizatorių katalizines savybes natrio borohidrido hidrolizės reakcijai, buvo išmatuotas jų katalitinis aktyvumas natrio borohidrido hidrolizės reakcijai. Katalitinis aktyvumas buvo nustatomas, matuojant vandenilio išsiskyrimą katalizatoriui skaidant 5 sv. % NaBH₄, ištirpinto 0,4 sv. % NaOH tirpale. Matavimai atlikti, esant 4 skirtingoms temperatūroms (313, 323, 333 ir 343 K). Naudojantis Rigmano programa, buvo registruojamas išsiskyres vandenilio dujų tūris ir skirtingi skyrimosi kiekiai pavaizduoti grafiškai, naudojantis SigmaPlot programa. Iš gautų duomenų brėžiami reakcijos greičio priklausomybės nuo temperatūros grafikai (Arenijaus kreivės), iš kurių apskaičiuojama tiriamų katalizatorių aktyvacijos energija (E_a , kJ mol⁻¹), kuriai galioja priklausomybė:

$$E_a = - \frac{\ln k}{R \frac{1}{T}}$$

R - molinė dujų konstanta (8,314 J mol⁻¹ K⁻¹),
k - reakcijos greitis (ml min⁻¹),
T - temperatūra (K).

Nustatyta, kad natrio borohidrido katalizinės hidrolizės greitis ant tiriamų katalizatorių didėja eksponentiškai, didėjant temperatūrai. Pastebėta, kad kuo didesnis katalizinės hidrolizės greitis tuo mažesnė aktyvacijos energija. Taigi, šio darbo metu visi suformuoti katalizatoriai pasižymėjo kataliziniu aktyvumu borohidrido hidrolizės reakcijai ir gali būti naudojami anodais vandenilio kuro elementuose. Tačiau, geriausiu kataliziniu aktyvumu natrio borohidrido hidrolizės reakcijai pasižymėjo CoMoB katalizatorius, kai vandenilio išsiskyrimo greitis 15 ml min⁻¹, esant 313 K temperatūrai ir mažiausia aktyvacijos energija 27 kJ mol⁻¹.

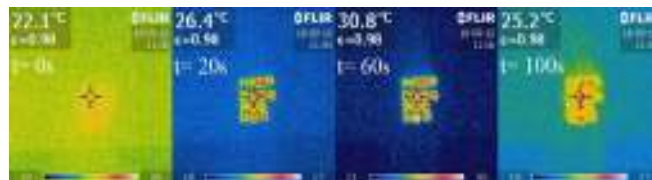
LEGIRUOJANČIŲ MEDŽIAGŲ ĮTAKA LAIDAUS TEKSTILINIO KOMPOZITO SINTEZĖJE

Monika Kirsnytė, Augustas Šukys, Paulius Ragulis, Arūnas Stirkė

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Medžiagotyros ir elektros inžinerijos skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: monika.kirsnyte@ftmc.lt

π - π konjuguoti smabiamolekuliniai polimerai yra plačiai tyrinėjami dėl savo gerų puslaidininkinių savybių ir plataus panaudojimo biosensorių, neuronų inžinerijos, antistatinių medžiagų, lanksčios elektronikos, elektromagnetinių bangų (EMB) ekranavimo[1] bei išmanios tekstilės srityse. Yra žinomi net 25 puslaidininkiniai polimerai iš kurių polipirolas (PPy) pasižymi didžiausiu termostabilumu, nesudėtinga, greita bei santykinai pigia sinteze todėl dažnai naudojamas laidžių polimerinių sluoksnių sintezėje bei kompozitų gamyboje [2]. Šiame darbe aprašytas laidžių kompozitų formavimas PPy *in situ* polimerizacijos adhezyviniame pasluoksnyje panaudojant dielektrinius tekstilinius substratus.

PPy legiravimui pasirinkti 4 anijoniniai surfaktantai: polistireno sulfoninė rūgštis (PSSA), dodecilbenzeno sulfoninė rūgštis (DBSA), bis(2-etilheksil) sulfoksinato druska (DEHS-Na) bei natrio dodecil sulfatas (SDS), o kaip dielektrinis substratas naudojamas austos vilnos tekstilinis audinys. Austos vilnos/PPy/legiruo- jančios medžiagos kompozitai sudaromi 2 skirtingais būdais, kai legiruojanti medžiaga yra Py monomeriniame tirpale ir kai legiruojanti medžiaga yra adhezyvinės matricos sudėtyje. Molinės koncentracijos kiekvienam kompozitui parinktos pagal literatūroje išnagrinėtus optimaliausius monomero/legiruojančios medžiagos santykius. Kompozitai formuojami patentuojama PPy *in situ* radikalinės polimerizacijos metodika. Gauti kompozitai charakterizuoti pagal savo paviršiaus morfologiją, cheminę sudėtį, elektromagnetines bei termoelektrines savybes. Iš gautų duomenų nustatytos koreliacijos tarp paviršinio laidumo, ekranavimo efektyvumo bei termoelektrinių savybių.



1 pav. Austos vilnos/PPy/DOSS kompozitai veikiami EMB spinduliuote, termoelektrinių savybių tyrimo metu.

Iš gautų duomenų pastebėjome, jog kompozitai su DBSNa, PSSNa ar SDS anijoniniu surfaktantu, kuris yra adhezyvinės matricos sudėtyje, pasižymėjo įvairaus dydžio, tolygiai pasiskirsčiusių granulių paviršiumi. Geriausiu EMB ekranavimo efektyvumo uždaroje erdvėje pasižymėjo austos vilnos/PPy/SDS kompozitas, kai SDS koncentracija Py monomeriniame tirpale yra lygi 0,336 M. Skirtumas tarp kompozito ir kontrolinio bandinio ekranavimo efektyvumo lygus ~10 dB. Potencialiausiomis termoelektrinėmis savybėmis pasižymėjo austos vilnos/PPy/DOSS kompozitas, kai DOSS koncentracija adhezyvinės matricos sudėtyje yra lygi 0,375 M (1 pav.). Šio bandinio temperatūros pokytis paveikus 4,0 GHz EMB spinduliuote, po 60 s buvo ~10,0 °C. Iš gautų rezultatų galima teigti jog legirantų koncentracija tiesiogiai įtakoja polimerinių kompozitų laidumą ir gali būti naudojami tobulinant apsaugines medžiagas nuo EMB spinduliuotės.

Literatūra

1. Colaneri, N.F. and L. Schacklette, EMI shielding measurements of conductive polymer blends. IEEE transactions on instrumentation and measurement, 1992. 41(2): p. 291-297.
2. Kim, M., et al., PET fabric/polypyrrole composite with high electrical conductivity for EMI shielding. Synthetic metals, 2002. 126(2-3): p. 233-239.

IMPULSINIO ELEKTRINIO LAUKO POVEIKIO MIELIŲ *Saccharomyces cerevisiae* LĄSTELĖMS TYRIMAS AMPEROMETRIJOS METODU

Povilas Šimonis, Rasa Garjonytė, Arūnas Stirkė

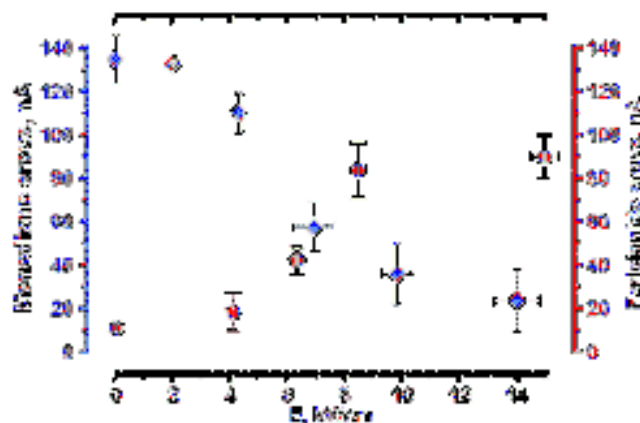
Fizinių ir technologijos mokslų centras, Medžiagotyros ir elektros inžinerijos skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: simonis.povilas@gmail.com

Mielės *Saccharomyces cerevisiae* – vienaląsčiai, nejudrūs mikroorganizmai, naudojami tiek maisto pramonėje, tiek biotechnologijoje bei laboratoriniuose tyrimuose. Mielų ląstelės taip pat naudojamos biokatalizei ir rekombinantinių baltymų gamybai, tačiau natūralios barjerinės ląstelės sienelės bei membranos savybės trukdo substratų patekimui bei efektyviai produktų ekspresijai [1].

Vienas iš metodų naudojamų ląstelių pralaidumo didinimui yra impulsinis elektrinis laukas (IEL). Šiuo metu trūksta informacijos apie IEL sukiamą ląstelinį atsaką ir mielių ląstelių žūtį. IEL poveikis ląstelėms buvo tirtas amperometriškai, panaudojant oksidacijos-redukcijos procesus ląstelių viduje. Ląstelės buvo imobilizuotos ant anglies pastos elektrodo. Esant tirpale hidrofiliniam mediatoriui kalio fericianidui, buvo matuojamas elektrodo atsakas į pieno rūgštį [2]. Lipofilinio mediatoriaus menadiono generuojamos srovės buvo susijusios su keliais nuo NAD(P)H priklausomais fermentais [3].

Ląstelės buvo veikiamos vienkartiniais 300 μ s trukmės elektrinio lauko impulsais. Mielų ląstelėmis modifikuoto elektrodo atsakas į pieno rūgštį priklausė nuo IEL poveikio ląstelėms. Srovės stiprėjo (nuo 11 ± 2 nA iki 90 ± 10 nA) didinant elektrinio lauko stiprį (E) (nuo 0 kV/cm iki $15 \pm 0,5$ kV/cm) veikiamiausiai dėl padidėjusio ląstelių membranų/sienelių pralaidumo tiek mediatoriui, tiek pieno rūgščiai (1 pav.). Didėjant impulsinio elektrinio lauko poveikiui, (E nuo 0 kV/cm iki $14 \pm 0,8$ kV/cm), elektrodų atsakas į menadioną mažėjo nuo 135 ± 11 nA iki 24 ± 14 nA, galbūt dėl to, kad, padidėjus membranų/sienelių pralaidumui, dalis oksidacijos-redukcijos reakcijose dalyvaujančių medžiagų, pvz., NADH, pasišalino iš ląstelių. Mielų ląstelių gyvybingumas mažėjo (nuo 100 % iki $1,5 \pm 0,5$ %), didinant elektrinio lauko stiprį (iki 9,6 kV/cm).

Ląsteles veikiant stipresniais nei 10 kV/cm elektrinio lauko impulsais nebuvo stebimas ženklus pokytis nei fericianido nei menadiono madijuojamose srovėse nei gyvybingume.



1 pav. IEL poveikis mielėmis modifikuotų elektrodų generuojamoms srovėms. 67 μ M menadiono fosfatiniame buferyje (pH 6,5), kai potencialas 0,3 V. 0,2 mM pieno rūgšties bei 0,5 mM $K_3[Fe(CN)_6]$ fosfatiniame buferyje (pH 7,3) kai potencialas 0,3 V.

Tokie rezultatai leidžia daryti prielaidą, jog vienkartinis 300 μ s trukmės elektrinio lauko impulsas, kai $E > 10$ kV/cm sukelia negrįžtamus (daugiau nei 95 % ląstelių) pokyčius.

Šiuo tyrimu parodėme, jog elektroanalitiniai metodai gali būti efektyviai panaudoti IEL paveiktų mielių ląstelių tyrimui. IEL poveikis padidina mielių ląstelių membranų/sienelių pralaidumą ir potencialiai gali būti panaudotas biokatalizatorių bei biosensorių efektyvumo didinimui.

Literatūra

1. Chen, R., Permeability issues in whole-cell bioprocesses and cellular membrane engineering. *Applied Microbiology and Biotechnology* 74, 730–738 (2007);
2. R. Garjonyte, V. Melvydas, and A. Malinauskas, “Effect of yeast pretreatment on the characteristics of yeast-modified electrodes as mediated amperometric biosensors for lactic acid,” *Bioelectrochemistry* 74, 188–194 (2008);
3. R. Garjonyte, V. Melvydas, and A. Malinauskas, “Mediated amperometry reveals different modes of yeast responses to sugars,” *Bioelectrochemistry* 107, 45–49 (2016).

PIRMTAKO OPTIMIZAVIMAS KESTERITO ABSORBCINIO SLUOKSNIO FORMAVIMUI

Audrius Drabavičius, Remigijus Juškėnas, Zenius Mockus, Raimondas Giraitis

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Medžiagų struktūrinės analizės skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: audrius.drabavicius@gmail.com

Cu-Sn-Cu-Zn (CTCZ) pirmtakas suformuotas pasluoksniui elektrochemiškai nusodinant atskirus metalus. Vario, alavo ir cinko dangos nusodintos iš atitinkamai vario sulfato citratinio, alavo sulfato MSA (metansulfoninės rūgšties) ir cinko chlorido amoniakinio tirpalų.

Voltamperometriniais tyrimams naudota trijų elektrodų sistema, darbinis - molibdeno dengtas stiklas, pagalbinis - platinos plokštelė ir palyginamasis - platinos vielos elektrodai.

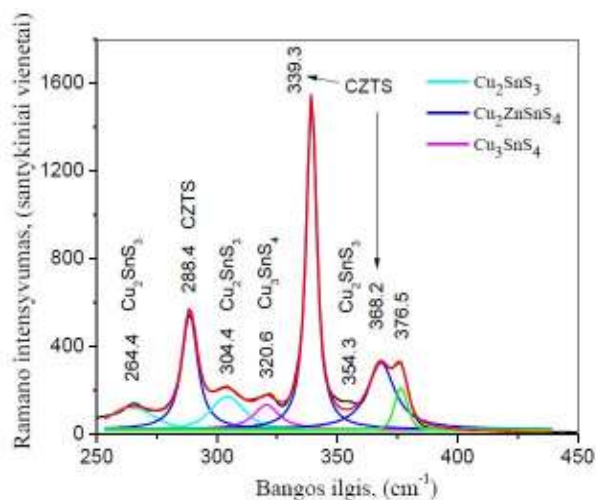
CTCZ pirmtako sluoksnių preliminarus atkaitinimas vykdytas 250-350 °C temperatūroje, redukuojančioje Ar+H₂ atmosferoje. Įsierinimas vykdytas 540, 560 ir 580 °C temperatūroje. Po įsierinimo Cu sulfidai, esantys CZTS sluoksniu paviršiuje, nutirpinti 5% KCN tirpale.

Fazinis suformuotų CZTS kesterito sluoksnių grynumas tyrinėtas SEM EDX, ICP, XRD ir Ramano spektroskopijos metodais.

CZTS sluoksnių tyrimai rodo, kad naudojant literatūroje rekomenduojamą Zn sluoksniu storį pirmtake (130 nm) [1] gaunamas CZTS sluoksnis su ženkiai per mažu Zn kiekiu ir jis tuo mažesnis, kuo aukštesnė įsierinimo T.

1 lentelė. CZTS dangų elementinė sudėtis įsierinus pirmtakus turinčius 130 nm ir 200 nm storio Zn sluoksni.

Zn sluoksniu storis, nm	Elementinė sudėtis			
	Kiekis, Cu at. %	Kiekis, Sn at. %	Kiekis, Zn at. %	Kiekis, S at. %
130	23,75	11,75	3,96	60,54
200	18,47	11,20	14,06	56,38



1 pav. CZTS dangos gautos įsierinus pirmtaką, su 200 nm Zn sluoksniu, 560°C temperatūroje, Ramano spektras.

Literatūra

1. Ahmed, S. , Reuter, K. B., Gunawan, O. , Guo, L. , Romankiw, L. T. and Deligianni, H. (2012), A High Efficiency Electrodeposited Cu₂ZnSnS₄ Solar Cell. Adv. Energy Mater., 2: 253-259. doi:10.1002/aenm.2011005262.

ORGANINIAIS JUNGINIAIS FUNKCIONALIZUOTŲ „SPIONS“ NANODALELIŲ MAGNETINIAI TYRIMAI

Agnė Mikalauskaitė¹, Arūnas Jagminas¹, Marco Affronte²

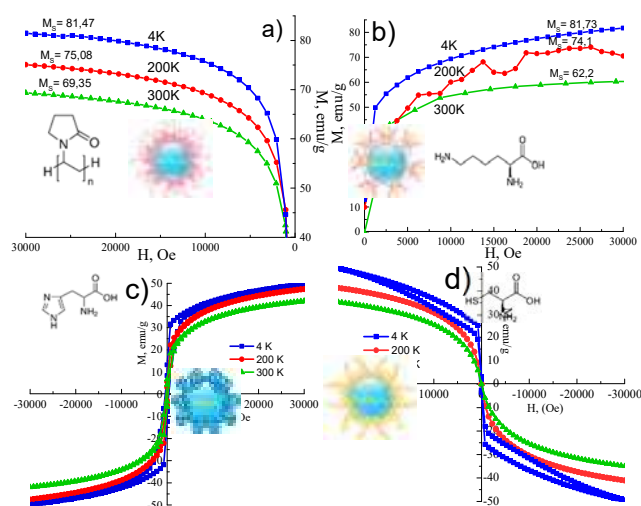
¹ Fizinių ir technologijos mokslų centras, Elektrocheminės medžiagotyrų skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: agne.mikalauskaite@ftmc.lt

² Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Via Campi 213/A - 41125 Modena, Italy

Funkcionalizuotų superparamagnetinių geležies oksidų nanodalelių (SPIONs) magnetinių savybių nustatymo tyrimai yra patys aktualiausi ieškant tolimesnių šių nanodalelių pritaikymo sričių.

Vis daugiau mokslinių publikacijų skiriama SPIONs nanodalelių pritaikymui kaip specifinių biomarkerių prie kurių prikabinamas antigenas. Tam būtina SPION-us apsaugoti nuo aglomeracijos juos apgaubiant polimero, DNR, chitozono ar kitu draugišku ląstelėms apvalkalu. Tačiau atliekant paviršiaus funkcionalizavimą aktyvių funkcinė grupių junginiais itin smulkioms 1÷8 nm magnetinėms nanodalelėms [1, 2], buvo susidurta su itin opia problema – jų magnetinių savybių susilpnėjimu. Dėl šios priežasties mažėja SPION-ų jautrumas ir galimybė juos valdyti išoriniu magnetiniu lauku. Tai ženkliai susiaurina šių nanodalelių praktinio panaudojimo galimybes.

Šiame tyrime buvo siekiama ištirti paviršiaus funkcionalizavimo L-lizino (Lys), L-histidino (His) ir L-cisteino (Cis) amino rūgštėmis bei polivinilpirolidono (PVP) įtaką superparamagnetinių kobalto feritų nanodalelių (CoFe₂O₄ Nps) magnetinėms savybėms.



1 pav. Aktyviomis funkcinėmis grupėmis a) polivinilpirolidonu (PVP), b) L-lizinu (Lys), c) L-histidinu (Hys) ir d) L-cisteinu (Cys) funkcionalizuotų Kobalto feritų nanodalelių magnetinių tyrimų kreivės, atliekant magnetinio jautrio (M_s) a), b) ir liekamojo įmagnetėjimo (H_c) c), d) tyrimus.

Literatūra

1. A. Mikalauskaitė, R. Kondrotas, G. Niaura, A. Jagminas. J. Phys. Chem. C 119.30 (2015) 17398-17407. DOI:10.1021/acs.jpcc.5b03528.
2. S. Dengwei Hu, Fan Zhao, Zhen Zhang, Lei Miao, Rong Ma, Weixing Zhao, Lijun Ren, Gaini Zhang, Le Zhai, Dongmei Wang, Shumei Dou, Ceramics International, (2018)

LĄSTELIŲ KARKASŲ INŽINERIJA, PANAUDOJANT BIOIMITACINIUS HIDROGELIUS IR MIKROTECHNOLOGIJAS

Romuald Eimont^{1,2}, Airina Mazėtytė¹, Agnė Vailionytė^{1,2}, Gintarė Garbenčiūtė^{1,2},
Vytautas Cėpla^{1,2}, Artūras Ulčinai¹, Ramūnas Valiokas¹

¹ Fizinių ir technologijos mokslų centras, Nanoinžinerijos skyrius, Savanorių pr. 231, LT-02300 Vilnius

² UAB Ferentis, Savanorių pr. 235, LT-02300 Vilnius

Karkasai ląstelių kultivavimui – labai svarbus audinių inžinerijos įrankis. Dažniausiai karkasai ląstelių kultūroms – porėti trimačiai substratai. Ląstelių elgesys ant karkaso nulemiamas ne tik medžiagos cheminėmis ar biologinėmis savybėmis, bet ir paviršiaus topografijomis (poros, kanalai, šulinėliai, briaunos, ir kt.) bei mechaninėmis savybėmis. Mikrotechnologijos suteikia plačias galimybes tobulinti karkasų medžiagas ląstelių biologijai ir regeneracinei medicinai.

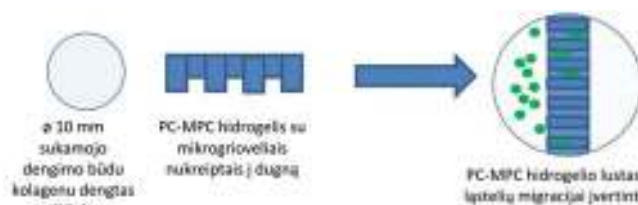
Pritaikant mikrotechnologijas buvo paruoštos mikro- ir nanostruktūruotos hidrogelinės plėvelės iš tarpląstelinio užpildo baltymo I tipo kolageno ir 2-metakriloksietilfosforilcholino [1] (MPC), kuris imituoja fosfolipidus esančius ląstelės plazminėje membranoje. Šis polimeras veikia kaip biosuderinama medžiaga mažinanti ląstelių įaugimą į implantą, bet MPC hidrogelis pasižymėjo adheziją mažinančiomis savybėmis, kas neigiamai veikia ląstelių proliferaciją. Yra žinoma, kad MPC įterpiant į kolageno hidrogelius galima gauti geresnes mechanines savybes turinčią medžiagą, atsparesnę ląstelių kolagenazės poveikiui ir išvengti MPC antiadhezinio efekto.

Paruošus mikrostruktūruotas hidrogelio plėveles (30, 60 200 μm pločio ir 20 μm gylio kanalai, 50 μm skersmens ir 50 μm gylio šulinėliai), buvo atliktas mikrošablono atsparumo ląstelių kultūroje tyrimas, kurio rezultatai yra pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Mikrošablono matmenų įvertinimas, po įvairių manipuliacijų, būdingų darbui su ląstelių kultūra	
Etapas	Matmens paklaida, lyginant su naudota liejimo forma, μm
Po liejimo	-0,05 ± 1,87%
Po 24 h ląstelių terpėje	0,17 ± 1,72%
Po ląstelių užsėjimo ir tripsinizavimo	0,16 ± 0,70%

Vertinant ląstelių įaugimą, ląstelės buvo užsėtos ant paruoštų 48-šulinėlių plokštelės formato lustų. Šulinėlio dugne buvo dengiamasis

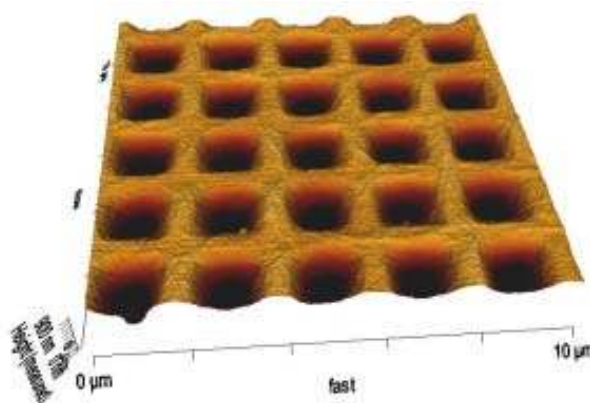
stiklis su plona kolageno danga, ant kurios buvo įdėta hidrogelio juostelė kanalais į apačią, principinė schema pateikta 1 paveiksle.



1 pav. Ląstelių įaugimo vertinimo lusto principinė schema.

Hidrogeliniai karkasai su mikrogrioveliais taip pat gali būti pritaikyti skirtingų ląstelių kultūrų kokultivavimui, po 1 ląstelių kultūros įaugimo lustą apvertus ir užsėjus 2 ląstelių kultūrą ant viršaus.

Kaip liejimo šabloną naudojant paviršių su submikrometrinėmis struktūromis buvo nustatyta, kad medžiaga sugeba atkartoti ir išlaikyti šimtų nanometrų lygmens struktūras (2 pav.).



2 pav. Nanostruktūruotos hidrogelio paviršiaus atominę jėgų mikroskopijos topografinis vaizdas.

Literatūra

- Islam et al. Functional fabrication of recombinant human collagen-phosphorylcholine hydrogels for regenerative medicine applications. Acta biomaterialia 12, 2015, p. 70-80.

FIBONAČIO TERAHERCINIS VAIZDINIMAS

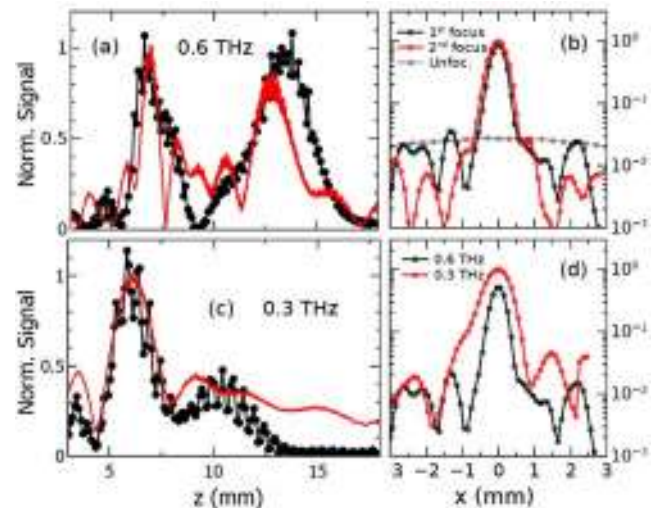
Domas Jokubauskis, Linas Minkevičius, Mindaugas Karaliūnas, Simonas Indrišiūnas,
Irmantas Kašalynas, Gediminas Račiukaitis, Gintaras Valušis

Fizinių ir technologijos mokslų centras,
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: domas.jokubauskis@ftmc.lt

Terahecinis (THz) vaizdinimas yra plačiai pritaikomas įvairiose srityse: siuntų saugumo patikrinimui, biomedicinei diagnostikai, kokybės kontrolei ir kt. Praktiniams taikymams reikalinga, kad THz vaizdinimo sistemos būtų kompaktiškos, nereikalaujant optinio justiravimo, būtų patikimos ir leistų kiek įmanoma sparčiau užfiksuoti vaizdus. Kita vertus, galimybė sujungti kompaktinės difrakcinės optikos ir tomografinio vaizdinimo privalumus būtų reikšmingas pranašumas.

Fibonačio, arba, bifokalinis, THz vaizdinimas eksperimentiškai pademonstruotas panaudojant Fibonačio difrakcinį lęšį [1] nuolatinės veikos režimu. Kitaip nei pastaruoju metu pristatyti 3D spausdinti difrakciniai THz lęšiai [2], mes parodome silicio Fibonačio lęšio dizainą, veikimą ir aukštos raiškos vaizdinimą 0,6 THz dažniu. Lęšis buvo pagamintas iš monokristalinio silicio padėklo naudojant lazerinį apdirbimo metodą, anksčiau taikytą pagaminti didelio efektyvumo daugiapakopės fazės Frene-lio lęšiams [3].

Skirtingų objektų, sudėtų į specialiai paruoštą laikiklį, 0,6 THz dažnio THz vaizdai buvo užfiksuoti tuo pačiu metu skirtingose plokštumose. Naudojant skyros taikinį buvo įvertinta erdvinė skyra, kuri buvo bangos ilgio eilės. Daugiafokusinis Fibonačio lęšio taikymas vaizdinimui palygintas su įprastos silicio fazinės plokštelės veikimu. Erdvinių profilių ir fokusavimo gylį savybės aptariamos keičiant šaltinio dažnį nuo 0,3 THz iki 0,6 THz.



1 pav. Normuotas THz spinduliuotės galios pasiskirstymas z ašimi (a) ir x ašimi pirmajame ir antrajame fokusavimo taške (b), matuot 0,6 TH dažnio spinduliuotei. Palyginimui pateiktas nefokusuotas taip pat normuotas 0,6 THz dažnio spinduliuotės pluošto profilis. 0,3 THz dažnio spinduliuotės galios pasiskirstymas pateiktas išilgai z ašies (c) ir x ašies (d), kur palyginama su 0,6 THz dažnio pasiskirstymu išilgai x ašies pirmajame fokusavimo taške. Simuliacijos rezultatai žymimi raudonomis ištisinėmis linijomis skydeliuose (a) ir (c).

Literatūra

1. D. Jokubauskis, L. Minkevičius, M. Karaliūnas, S. Indrišiūnas, I. Kašalynas, G. Račiukaitis, and G. Valušis, "Fibonacci terahertz imaging by silicon diffractive optics," *Opt. Lett.* 43, 2795 (2018).
2. W. D. Furlan, V. Ferrando, J. A. Monsoriu, P. Zagrajek, E. Czerwińska, and M. Szustakowski, "3D printed diffractive terahertz lenses," *Opt. Lett.* 41, 1748 (2016).
3. L. Minkevičius, S. Indrišiūnas, R. Šniaukas, B. Voisiat, V. Janonis, V. Tamošiūnas, I. Kašalynas, G. Račiukaitis, and G. Valušis, "Terahertz multilevel phase Fresnel lenses fabricated by laser patterning of silicon," *Opt. Lett.* 42, 1875 (2017).

ULTRASPARČIŲ PROCESŲ TYRIMAI PUSLAIDININKIUOSE DVIGUBO ŽADINIMO TERAHERCINĖS EMISIJOS METODU

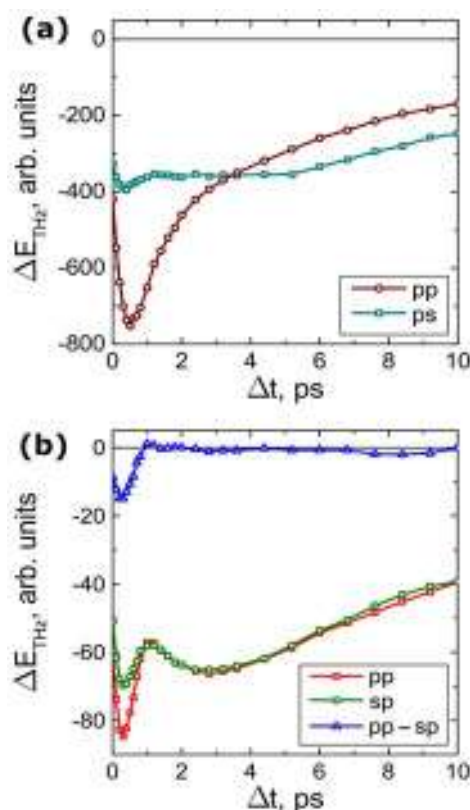
Ieva Beleckaitė, Lukas Burakauskas ir Ramūnas Adomavičius

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Optoelektronikos skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: ieva.beleckaite@ftmc.lt

Dvigubo žadinimo (DPP – *double-pump-pulse*) terahercinių (THz) impulsų emisijos metodas yra viena iš laikinės THz spektroskopijos sistemos modifikacijų. Pagrindinė metodo idėja – bandinį žadinti dviem optiniais impulsais vietoj paprastai naudojamo vieno. Pirmą kartą DPP metodas buvo panaudotas THz impulsus emituojančių fotolaidžių antenų tyrimams [1]. Vėliau ši technika sėkmingai pritaikyta įvairių puslaidininkinių medžiagų bei jų nanodarinių [2, 3] tyrimuose. DPP THz impulsų emisijos metodo pagalba buvo tirtos THz impulsų emisijos savybės, THz generacijos mechanizmai bei krūvininkų dinamika puslaidininkiuose. Neseniai, L. Peters grupė pastebėjo, kad stipri THz spinduliuotės difrakcija gali komplikuoti DPP THz impulsų emisijos metodu išmatuotų kinetinių interpretaciją ir pasiūlė naudoti tik silpnai fokusuotus žadinančios lazerio spinduliuotės pluoštelių [4]. Tokiu atveju smarkiai nukentima metodo laikinė bei erdvinė skyra, todėl mes išanalizavome metodo veikimą aštraus fokusavimo sąlygomis ir parodėme, kad net esant smarkiam žadinančio pluoštelio fokusavimui DPP THz impulsų emisijos metodas gali būti sėkmingai pritaikytas subpikosekundinių procesų tyrimams.

Šiame darbe ištirta THz impulsų generacijos dinamika viename iš efektyviausių paviršinių THz emiterių – p-tipo indžio arsenido padėkle (p-InAs). Nustatyta, kad per pirmas kelias pikosekundes po sužadavimo THz impulso generacija labiausiai priklauso nuo paviršinių elektrinių laukų persiskirstymo dėl optinio lygiavimo (*optical alignment*) ir foto-Demberio efekto. Vėliau ima dominuoti ekranavimas laisvaisiais krūvininkais [5]. Atlikti eksperimentai parodė, kad THz impulsų generavimo dinamika smarkiai priklauso nuo žadinančios šviesos poliarizacijos (1 pav.). Nustatyta, kad keičiant pirmo žadinančio impulso poliarizaciją, galima pasirinkti sugeneruotų elektrinių laukų kryptis, o keičiant antrojo žadinančio impulso – kontroliuoti THz impulsus emituojančio elektrinio dipolio orientaciją puslaidininkio paviršiaus atžvilgiu. Atlikti tyrimai parodė, kad pirmasis impulsas padidina krūvininkų koncentraciją ir sustiprina paviršinį elektrinį lauką. Šis laukas stabdo statmeno paviršiui bei skatina lygiagreto puslaidininkio paviršiui elektrinio dipolio formavimąsi. DPP metodo laikinė skyra yra keli

šimtai femtosekundžių, todėl šiuo metodu galima tyrinėti tokius sparčius procesus, kaip balistinio elektronų judėjimo dinamika. Dėl puikios metodo laikinės skyros, mums pavyko eksperimentiškai patvirtinti fotokrūvininkų judėjimą lygiagrečiai puslaidininkio paviršiui, numatytą [6] darbe.



1 pav. DPP signalo amplitudės priklausomybė nuo vėlinimo tarp dviejų žadinančių impulsų. (a) Pirmas optinis impulsas visada yra p optinės poliarizacijos, o antrasis p (pp) arba s (ps) optinės poliarizacijos. (b) Antrasis impulsas yra p optinės poliarizacijos, o pirmasis p (pp) arba s (sp) optinės poliarizacijos.

Literatūra

1. M. Tonouchi et al, Japanese Journal of Applied Physics 41(6B), L706 (2002).
2. R. Adomavičius et al, Applied Physics Letters 87(19), 191104 (2005).
3. A. Arlauskas et al, Nano Letters, 14(3), 1508 (2014).
4. L. Peters et al, Nano Energy 46, 128 (2018).
5. I. Beleckaitė et al, Lithuanian Journal of Physics, 58(1), 116 (2018).
6. Y.V. Malevich et al, Journal of Applied Physics, 115(7), 073103 (2014).

GaAsBi SLUOKSNIŲ AUGINIMO YPATUMAI

Simona Pūkienė, Algirdas Jasinskas, Sandra Stanionytė, Bronislovas Čechavičius,
Evelina Pozingytė, Renata Butkutė

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Optoelektronikos skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: simona.pukiene@ftmc.lt

Epitaksiniai GaAsBi sluoksniai gali būti naudojami terahercinių detektorių ir emiterių, lazerinių diodų ir kitų šiuolaikinių prietaisų gamyboje. Šis trinaris junginys pasižymi unikalia savybe – draustinių energijų tarpo siaurėjimu, pakeičiant dalį arseno atomų bismutu GaAs kristalinėje gardelėje. Yra žinoma, kad vienas procentas Bi sumažina trinario GaAsBi junginio draustinių juostų tarpą 70 – 90 meV [1]. Bismidų sluoksnių auginimo sąlygos yra ekstremalios: žema padėklo temperatūra ir mažas arseno slėgis. Tokiose sąlygose auginant GaAsBi sluoksnius ypač svarbu užtikrinti jų aukštą kristalografinę kokybę, siekiant juos pritaikyti preitaisų aktyviojoje terpėje, kurie veikia infraraudonojoje srityje (0,7 – 40 "m).

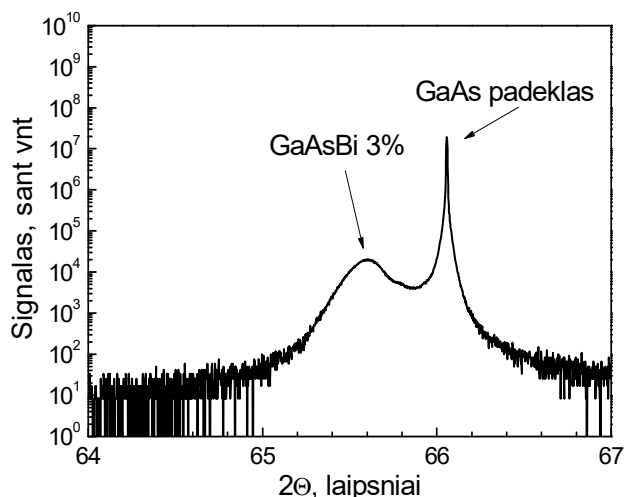
Šiame darbe 100 nm storio GaAsBi epitaksiniai sluoksniai buvo auginami molekulinio pluoštelių epitaksijos (MBE) būdu ant puslaidininkinių GaAs (100) padėklų naudojant ploną GaAs buferinį sluoksnį. Skirtingai nei GaAs, GaAsBi struktūros auginamos žemose temperatūrose siekiant išvengti bismuto segregacijos į struktūros paviršių. Serija bandinių (1 lentelė) auginama esant 320 – 425 °C padėklo temperatūroms. Kitas svarbus kokybiškos struktūros parametras As_2/Ga santykis. Esant šioms auginimo temperatūroms As_2/Ga santykis buvo keičiamas 1 - 1,1 intervale.

1 lentelė. Užaugintų epitaksinių GaAsBi sluoksnių parametrai.

Bandinio Nr.	Bi kiekis, %	Storis, nm	Auginimo temperatūra, °C
VGA099	1	100	425
VGA101	1	100	425
VGA102	1	100	425
VGA108	2,5	100	370
VGA109	1	100	370
B838	11,2	100	320
B839	3,1	100	320
B846	8,6	100	350
B847	6,6	100	360

XRD matavimai buvo atliekami siekiant įvertinti kristalinę struktūrą ir Bi kiekį sluoksnyje. Paveiksle 1 pateikta GaAsBi (004) plokštumos rentgeno spindulių difraktograma. Smailė, esanti difraktogramos kairėje, yra priskiriama GaAsBi sluoksniui su 3% Bi koncentracija.

Analizuojant XRD matavimus, nustatytas Bi kiekis tirtose struktūrose kito intervale nuo 1 iki 11,2 %. Iš fotoluminescencijos matavimų nustatytas draustinis juostų tarpas įvedus bismutą sumažėjo nuo 1,2 iki 0,9 eV. Atlikti XRD ir optinių savybių tyrimai pademonstravo aukštą kristalinę GaAsBi struktūros sandarą bei tinkamumą naudoti prietaisams, veikiantiems artimojoje infraraudonojoje srityje.



1 pav. HR-XRD (004) atspindžio difraktograma. Intensyviausia smailė priskiriama GaAs padėklui (dešinėje), smailė ties 65,6 laipsniais charakterizuoja GaAsBi sluoksnį.

Literatūra

1. K. Oe et al. Jpn. J. Appl. Phys. 37 (1998) L1283.

KVANTINIŲ GaAsBi DARINIŲ AUGINIMO SĄLYGŲ OPTIMIZAVIMAS

Algirdas Jasinskas¹, Renata Butkutė¹, Sandra Stanionytė², Evelina Pozingytė¹,
Bronislovas Čechavičius¹ ir Arūnas Krotkus¹

¹Fizinių ir technologijos mokslų centras, Optoelektronikos skyrius

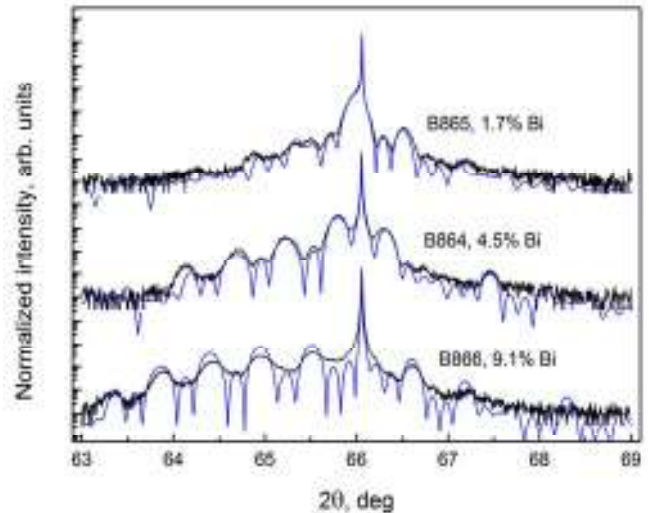
²Fizinių ir technologijos mokslų centras, Medžiagų struktūrinės analizės skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: algirdas.jasinskas@ftmc.lt

Sparčiai tobulėjanti medžiagų inžinerija leidžia kurti naujus junginius, pasižyminčius unikaliomis savybėmis. Į A3-B5 grupės medžiagas įterpiant nedidelį kiekį bismuto gaunami junginiai, vadinami praskiestaisiais bismidais, kurie pasižymi mažesne draustinės juostos tarpo (E_g) temperatūrine priklausomybe nei įprastiniai junginiai [1] ir galimybe valdyti E_g [2]. Taip pat buvo parodyta, kad įvedant bismutą didėja sukinio-orbitinė sąveika, dėl to esant tam tikram bismuto kiekiui sumažėja OŽė ir kiti nespinduliniai nuostoliai [3]. Šios bismidų savybės yra patrauklios optoelektronikos prietaisų taikymams ir skatina mokslininkų tyrimus [4]. Tiesa, vis dar yra didelis iššūkis užauginti kokybiškus bismidų sluoksnius, pasižyminčius geromis optinėmis ir struktūrinėmis savybėmis, todėl yra svarbu ištirti auginimo parametrų įtaką ir rasti optimalias sąlygas.

Šio darbo tikslas yra optimizuoti GaAsBi kvantinių duobių auginimo sąlygas, siekiant jas pritaikyti artimosios infraraudonosios srities lazeriams su bismidiniais kvantinių darinių aktyviaja sritimi. Buvo tyrinėjama kvantinių duobių storio, auginimo temperatūros, bismuto kiekio duobėse, taip pat auginimo greičio ir barjerinių sluoksnių sudėties įtaka optinėms ir struktūrinėms darinių savybėms.

GaAsBi/GaAs kvantinių duobių auginimui buvo naudojama molekulinis pluoštelių epitaksijos (MPE) įranga. Auginimo sąlygų įtakai įvertinti buvo atlikti fotoluminescencijos (FL), Rentgeno spindulių difrakcijos (RSD) ir atominių jėgų mikroskopijos (AJM) matavimai.

Skirtingose temperatūrose užaugintų GaAsBi kvantinių duobių RSD matavimai pavaizduoti 1 pav. Naudojant modelį iš sutapatintų su matavimu kreivių buvo nustatoma bismuto koncentracija.



1 pav. Skirtingose temperatūrose užaugintų bandinių (B865 – 400°C, B864 – 370°C, B866 – 340°C) Rentgeno spindulių difrakcijos matavimo (juodos) ir modeliavimo (mėlynos) kreivės iš kurių įvertintas Bi kiekis.

Intensyvi kambario temperatūros FL smailė ties 1,05 eV priskirta kvantinėms bismidų duobėms atskleidė perspektyvas pritaikyti šiuos darinius artimosios infraraudonosios srities prietaisams.

Literatūra

1. J. Liu et al. *AIP Advances* **7**, 115006 (2017).
2. S. Francoeur et al. *Appl. Phys. Lett.* **82**, 3874 (2003).
3. B. Fluegel et al. *Phys. Rev. Lett.* **97**, 067205 (2006).
4. L. Wang et al. *Crystals* **7**(3), 63 (2017).

8-oji doktorantų ir jaunųjų mokslininkų konferencija
2018 m. spalio 17-18 d., Vilnius

POKELSO NARVELIŲ SU BETA BARIUM BORATO KRISTALAIS KONTRASTŲ DAŽNINIŲ CHARAKTERISTIKŲ TYRIMAS

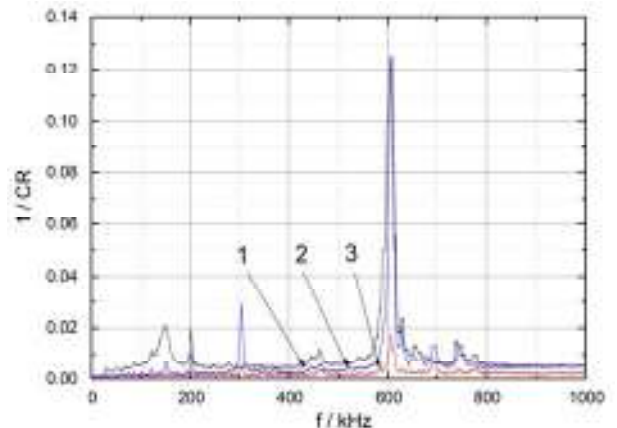
Giedrius Sinkevičius, Algirdas Baškys

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Medžiagotyros ir elektros inžinerijos skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: giedrius.sinkevicius@ftmc.lt

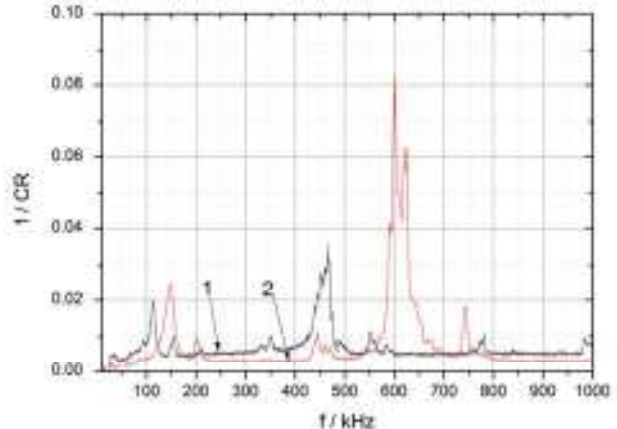
Medžiagų apdirbime naudojami didelės galios femtosekundinių impulsų lazeriai. Norint valdyti apdirbimo procesą būtina momentiška keisti lazerio išėjimo galią. Tai dažniausia atliekama naudojant elektrinius optinius elementus. Vienas iš dažniausiai naudojamų elektrinių optinių elementų vadinamas Pokelso narveliu. Jis sudarytas iš kristalo ant kurio šonų pritvirtinti elektrodai aukštos įtampos impulsams paduoti. Kristale, keičiant aukštos įtampos impulsų parametrus (keičiant išorinio elektrinio lauko stiprį), keičiasi pokytis tarp paprastojo ir nepaprastojo lūžio rodiklių t.y. atliekama per jį sklindančios šviesos spinduliuotės fazinė moduliacija.

Dažniausiai Pokelso narveliuose naudojami beta barium borato (BBO) ir kalio dideuterio fosfato (DKDP) kristalai [1], [2]. Šie kristalai pasižymi pjezoelektrinėmis savybėmis, kurios dėl staigaus elektrinio lauko pokyčio sukelia mechaninius įtempimus kristale. Tokie įtempimai mažina pagrindinį Pokelso narvelio parametą – optinį kontrastą (CR). Pjezoelektriniai virpesiai kristaluose sukelia pastebimus kontrasto sumažėjimus tik tam tikruose aukštos įtampos impulsų dažnių ruožuose [3], todėl yra aktualu atlikti tyrimus, siekiant surasti tuos dažnių ruožus.

Šiame darbe nagrinėjamos Pokelso narvelių su BBO kristalais dažninės kontrasto charakteristikos. Suprojektuotas standas suteikia galimybę tirti Pokelso narvelio kontrastą aukštos įtampos impulsų dažnių ruožuose nuo 10 kHz iki 1 MHz. Tyrimo metu ištirtos Pokelso narvelių su 3x3x25 mm BBO kristalais dažninės kontrasto charakteristikos prie skirtingos trukmės aukštos įtampos impulsų (1 pav.). Matoma, kad aukštos įtampos impulso plotis turi įtaką dažninei kontrasto charakteristikai. Kuo impulsų plotis trumpesnis, tuo mažesni kontrasto nuostoliai šiame dažnių diapazone. Tyrimo metu palygintos Pokelso narvelių su 3x3x25 mm ir 4x4x25 mm BBO kristalais dažninės kontrasto charakteristikos (2 pav.). Iš gautų charakteristikų galima teigti, kad kuo kristalo matmenys yra didesni, tuo dažninės kontrasto charakteristikos yra paslinktos į žemesnių dažnių sritį.



1 pav. Pokelso narvelio su BBO kristalu, kurio matmenys 3x3x25 mm, dažninės kontrasto charakteristikos prie skirtingų aukštos įtampos impulso pločių. 1 – impulso plotis lygus pusei periodo; 2 – impulso plotis 500 ns; 3 – impulso plotis 150 ns.



2 pav. Pokelso narvelių su BBO kristalais dažninės kontrasto charakteristika kai impulsų plotis lygus pusei periodo, skirtingiems kristalo matmenims: 1 – 4x4x25 mm; 2 – 3x3x25 mm.

Literatūra

1. P. P. Fedorov, A. E. Kokh, and N. G. Kononova, Russ. Chem. Rev., vol. 71, no. 8, 651 (2002).
2. F. Bergmann, M. Siebold, M. Loeser, F. Röser, D. Albach, and U. Schramm, Appl. Sci., vol. 5, no. 4, pp. 761-769 (2015).
3. K. Melnikov, S. Biryuchinskiy, V. Melnikov, and S. Churayev, pp. 1-5 (2011).

ANDROMEDOS GALAKTIKOS ŽVAIGŽDŽIŲ SPIEČIAI

Rokas Naujalis, Rima Stonkutė, Vladas Vansevičius

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Fundamentinių tyrimų skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: rokas.naujalis@ftmc.lt

Žvaigždžių spiečiai yra svarbūs tiriant galaktikų evoliuciją ir žvaigždėdaros istoriją. Nedidelis atstumas iki Andromedos galaktikos įgalina atlikti detalius žvaigždžių spiečių tyrimus ir nustatyti jų amžių, masę, metalingumą bei ekstinkciją. Šiam tikslui naudojame PHAT (Panchromatic Hubble Andromeda Treasury) [1] apžvalgos duomenis, kurie apima trečdalį žvaigždės formuojančio galaktikos disko ploto. PHAT apžvalgą sudaro stebėjimai atlikti 6 spektro srityse nuo artimosios ultravioletinės (UV) iki artimosios infraraudonosios (IR).

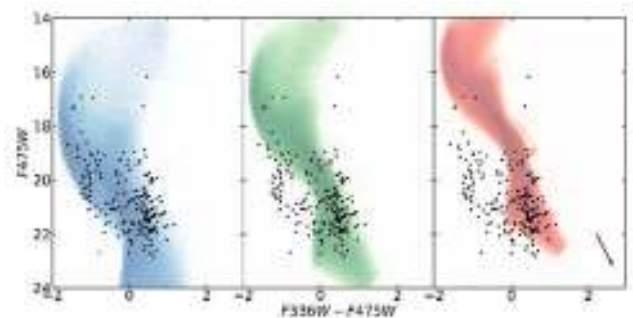
Žvaigždžių spiečių fiziniai parametrai nustatomi lyginant jų fotometrinius duomenis su teoriniais modeliais. Šiam tikslui ypač svarbi fotometrijos kokybė, todėl interaktyviai analizavome kiekvieną spiečių Hubble teleskopo nuotraukose. Iš žvaigždžių spiečių katalogo [2] atrinkome 209 objektus išorinėse Andromedos galaktikos srityse ir atlikome jų apertūrinę fotometriją. Kiekvienam spiečiui išmatavome ryškio augimo kreives. Tuomet pagal jų formą, atsižvelgdami į Paukščių Tako žvaigždžių ir foninių galaktikų įtaką bei nuotraukų defektus, nustatėme fono lygį. Kiekvienam spiečiui parinkome maksimaliai galimą matavimo apertūros dydį, stengdamiesi išvengti stiprių foninių šaltinių įtakos.

1 pav. pavaizduotos išmatuotų žvaigždžių spiečių spalvos ir ryškio diagramos. Nuspaldintos sritys rodo skirtingos masės spiečių apimamą teorinių modelių erdvę. Didžioji dalis išmatuotų žvaigždžių spiečių atitinka ~1000 Saulės masių ($M_{\odot}$) modelius, išskyrus du masyvius kamuolinius ir kelis padrikuosius spiečius, kurių masė, tikriausiai, yra mažesnė.

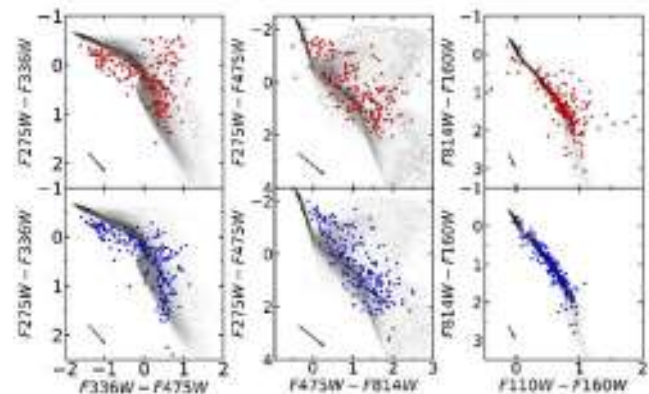
2 pav. mūsų išmatuotų ir tos pačios imties anksčiau publikuotų spiečių dvispalvės diagramos rodo, kad mūsų matavimai geriau atitinka teorinius modelius, ypač IR spektro ruože, kuriame automatiškai nustatyti tikrąjį fono lygį praktiškai neįmanoma.

Mes parodėme, kad tankiuose žvaigždžių laukuose interaktyvus dangaus fono lygio nustatymas individualiai kiekvienam spiečiui yra neišvengiamai būtinas visose nuotraukose nuo UV iki IR. Tai ypatingai svarbu mažos ir vidutinės

masės žvaigždžių spiečiams, kurių fotometriniai parametrai dangaus fono matavimai turi lemiamą įtaką. Nors šis fotometravimo metodas reikalauja labai daug interaktyvaus darbo, tačiau yra būtinas kol automatiniai metodai tankiuose žvaigždžių laukuose yra nepatikimi.



1 pav. Žvaigždžių spiečių spalvos ir ryškio diagramos. Nuspaldintos sritys rodo skirtingų masių spiečių modelių skirstinius: mėlyna – $10^3 M_{\odot}$, žalia – $3 \cdot 10^3 M_{\odot}$, raudona – $10^4 M_{\odot}$.



2 pav. Žvaigždžių spiečių dvispalvės diagramos. Raudoni taškai atitinka publikuotus spiečių matavimus [2], mėlyni – tos pačios spiečių imties mūsų matavimus. Pilkai atvaizduoti $1000 M_{\odot}$ masės spiečių modeliai.

Literatūra

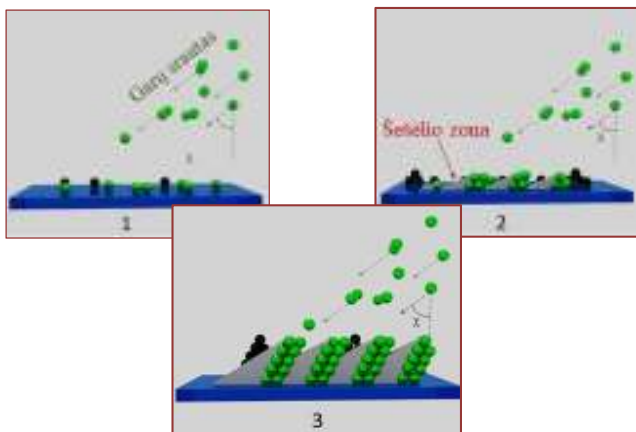
1. Dalcanton, J. J., Williams, B. F., Lang, D., ir kt. 2012, ApJS, 200, 18
2. Johnson, L. C., Seth, A. C., Dalcanton, J. J., ir kt. 2015, ApJ, 802, 127

OPTINIŲ ANIZOTROPINIŲ DANGŲ FORMAVIMAS GARINIMO KAMPU TECHNOLOGIJA

Lina Grinevičiūtė, Rytis Buzelis, Ramutis Drazdys, Tomas Tolenis

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Lazerinių technologijų skyrius
Savanorių pr. 231, LT-02300 Vilnius,
el. p.: lina.grineviciute@ftmc.lt

Nano-skulptūrinės dangos – tai ploni sluoksniai, kurių vidinė struktūra sudaryta iš atskirų, tam tikrą geometrinę formą turinčių elementų. Keičiant medžiagos vidinę struktūrą, galima keisti dangos optines, mechanines ir kt. savybes. Tokios dangos gali būti formuojamos garinimo elektronų pluoštu technologija, nusodinimo kampu metodu (angl. Glancing angle deposition). Proceso metu padėklas pakreipiamas tam tikru kampu, o nano-struktūros formavimasis yra sąlygotas nusodinamų medžiagos atomų šešėliavimosi reiškinio (1 pav.).



1 pav. Koloninės struktūros susidarymo schema: 1 – užuomazgų susidarymas, 2 – šešėliavimosi reiškinio pradžia, 3 – kolonų augimas.

Didinant garinimo kampą, danga pradeda formuotis pasviromis kolonomis. Į šią sistemą įvedus žingsninį variklį, kuriuo būtų keičiamas kampas aplink padėklo paviršiaus normalę, galima formuoti dangas su trimatėmis struktūromis – stačiomis padėklui kolonomis, spiralinėmis, ševroninėmis struktūromis ir kt.

Optiniai elementai, kurie skirti kontroliuoti šviesos poliarizaciją, yra labai svarbi sudedamoji dalis lazerinėse sistemose. Poliarizacijos rūšies keitimui ir spinduliuotės intensyvumo valdymui naudojami elementai – fazinės plokštelės ir poliarizatoriai. Fazinės plokštelės gali būti gaminamos iš natūralia optine anizotropija pasižyminčių kristalų, polimerų, skystųjų kristalų ir kitų anizotropinių sluoksnių. Dauguma šių elementų yra neilgaamžiai, trapūs, jautrūs aplinkos poveikiams ar sudėtingai pagaminami.

Taip pat, Briusterio tipo poliarizatoriai sąlygoja spindulio nuokrypį nuo tiesaus kelio, kas reikalauja pakartotinio sistemos derinimo. Taikant abu šiuos optinius elementus galingose lazerinėse UV sistemose, jie gali tapti ribojančiais veiksniais dėl nepakankamo atsparumo lazerinei spinduliuotei. Tačiau yra galimybė išvengti daugumos šių trūkumų – formuojant fazines plokšteles ir poliarizatorius garinimo kampu technologija. Taikant serijinio dvipusio nusodinimo metodiką (angl. Serial bi-deposition) galima formuoti anizotropines dangas. Tokia danga susideda iš statmenų padėklui kolonų, kurių skerspjūviai eliptinės formos. Šviesai krentant statmenai į šią dangą stebimas optinis anizotropiškumas – atomų šešėliavimo kryptimi lūžio rodiklis yra mažesnis, nes danga formuojasi porėtesnė nei jai statmena kryptimi (didėsnis lūžio rodiklis).

Atliekant ankstesnius tyrimus buvo pademonstruotas naujas metodas, leidžiantis garinti nulinės eilės fazines plokšteles, pasižyminčias mažais optiniais nuostoliais ir aukštu optiniu pralaidumu. Tai galima pasiekti kombinuojant porėtus anizotropinius SiO_2 sluoksnius kartu su tankiais SiO_2 sluoksniais [1]. Priklausomai nuo anizotropinės dangos storio galima preciziškai kontroliuoti per dangą sklindančios poliarizuotos spinduliuotės fazės vėlinimo skirtumą. Tokia fazinė plokštelė yra labai atspari lazeriniams pažeidimams (40 J/cm^2 ns režime, 355 nm bangos ilgiui), kadangi tokia danga pagaminta tik iš vienos medžiagos, šiuo atveju SiO_2 . Silicio dioksidas yra viena iš atspariausių medžiagų lazerinei spinduliuotei net ir UV spektriniame ruože, nes pasižymi dideliu draustinės juostos pločiu. Norint tiksliau kontroliuoti bei pasiekti optimalų garinimo procesą šių dangų formavimui, reikia ištirti tankaus sluoksnio garinimo parametrų įtaką anizotropinės dangos optinėms savybėms.

Literatūra

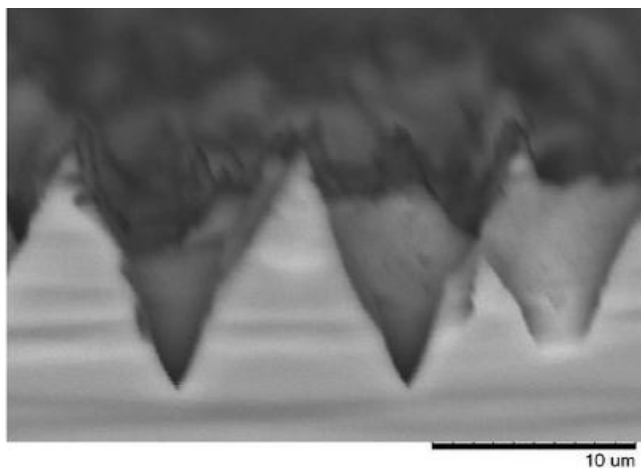
1. Grinevičiūtė, L., Andrulevičius, M., Melninkaitis, A., Buzelis, R., Selskis, A., Lazauskas, A., Tolenis, T., "Highly Resistant Zero-Order Waveplates Based on All-Silica Multilayer Coatings," Phys. Status Solidi A, vol. 214, no. 12, p. 1700764, Dec. 2017

EFEKTYVIAI ŠVIESĄ PAGAUNANČIO PAVIRŠIAUS FORMAVIMAS SILICYJE

Mindaugas Kamarauskas, Marius Treideris, Viktorija Strazdienė, Virginijus Bukauskas,
Alfonsas Rėza, Audružis Mironas ir Arūnas Šetkus

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Fizikinių technologijų skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: mindaugas.kamarauskas@ftmc.lt

Šviesos atspindys nuo plokščio puslaidininkio paviršiaus yra vienas iš saulės elemento efektyvumą ribojančių veiksnių. Taigi norint padidinti saulės elementų efektyvumą šviesos atspindį reikia sumažinti iki minimumo. Paprasčiausias būdas tai padaryti yra pakeičiant paviršiaus morfologiją. [1] Buvo parodyta, kad viena iš efektyviausių šviesą pagaunančių struktūrų yra atvirkštinės mikronų dydžio piramidės suformuotos silicio paviršiuje. Tačiau tokių struktūrų praktinį pritaikymą riboja technologijų joms suformuoti kaštai. Todėl efektyviai šviesą pagaunančių struktūrų formavimo tyrimai yra svarbi sritis tolimesniam saulės elementų tobulinimui.



1 pav. Atvirkštinių piramidžių skerspjūvio SEM nuotrauka.

Šiame darbe pristatoma metalu inicijuoto cheminio ėsdinimo metodika invertuotų piramidžių struktūrai formuoti silicio paviršiuje. p-tipo Si plokštelės panardinamos į HF, H₂O₂ ir Cu(NO₃)₂ tirpalą. Ėsdiklio HF/(HF+H₂O₂) molinių masių santykis bei vario priemaišų kiekis yra pagrindinei eksperimento parametrai. Priklausomai nuo pasirinktos technologinių sąlygų Si paviršiuje formuojasi skirtingų geometrinių matmenų struktūros (1 pav.).

Suformuotos struktūros morfologija buvo įvertinta SEM ir AFM matavimais ir aprašyta kiekybiškai ir nustatytos struktūrų optinių savybių priklausomybės nuo technologinių sąlygų ir kiekybinių struktūros morfologijos parametrų matuojant šviesos atspindį nuo Si paviršiaus 400 – 1400nm bangos ilgio intervale. Nustatyta, kad atspindžio priklausomybėje nuo technologinių sąlygų egzistuoja pasiekiamas atspindžio minimumas. Mažiausias atspindys (~4%) pasiekiamas esant 0.08 M vario priemaišų kiekiui tirpale.

Reikšminiai žodžiai: metalu inicijuotas ėsdinimas, atspindžio mažinimas, paviršiaus tekstūravimas.

Literatūra

1. J. Zhao, A. Wang, M. Green, Prog. Photovolt: Res. Appl., 7, 471-474 (1999)

MAGNETINIO LAUKO JUTIKLIŲ IŠ La-Sr-Mn-O SLUOKSNIŲ SU Mn PERTEKLIUMI VEIKIMO TEMPERATŪROS PADIDINIMAS

Jonas Klimantavičius, Nerija Žurauskienė, Voitech Stankevič, Skirmantas Keršulis, Valentina Plaušinitienė

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Medžiagotyros ir elektros inžinerijos skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: jonas.klimantavicius@ftmc.lt

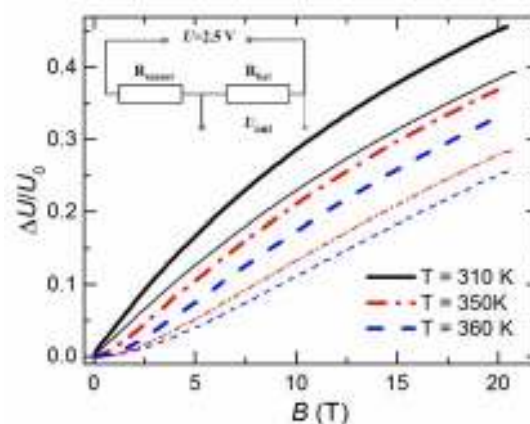
Kolosalios magnetovaržos (CMR) efektu pasižymintys sluoksniai, pagaminti iš perovskito struktūros $\text{La}_{1-x}\text{A}_x\text{MnO}_3$ manganitų sėkmingai naudojami, vystant magnetinio lauko jutiklius didelės galios kintamos arba nežinomos magnetinio lauko orientacijos impulsų matavimams. Šiais CMR B-skaliariniais jutikliais matuojama magnetinė indukcija elektromagnetinėse svaityklėse [1], bei nesuirstančiose magnetinėse ritėse. Magnetinio lauko jutiklių darbinės temperatūros ruožas yra vienas iš svarbiausių parametų, lemiančių jutiklių praktinį pritaikymą.

Šiame darbe mes siekėme sukurti magnetinio lauko jutiklius, leidžiančius matuoti ir analizuoti pereinamuosius procesus magnetinio impulsinio metalų suvirinimo (MIS) metu. Nors MIS yra „šaltas“ procesas, tipinis jutiklio veikimo temperatūrų ruožas yra 290-340 K eilės. Tuo tarpu manganitų sluoksnių magnetovarža mažėja viršijus feromagnetinio – paramagnetinio fazinio virsmo temperatūrą. Todėl pagrindinis tikslas buvo ištirti manganitų sluoksnių savybes, siekiant pakelti magnetinio lauko jutiklių darbinę temperatūrą, išlaikant didelį jautrį magnetiniam laukui.

Buvo atlikti La-Sr-Mn-O sluoksnių su 5%, 10%, ir 15% Mn pertekliumi tyrimai. Sluoksniai užauginti metaloorganinių junginių cheminio nusodinimo iš garų fazės metodu (MOCVD) ant polikristalinio Al_2O_3 padėklo. Magnetovaržos tyrimai buvo atlikti impulsiniame magnetiniame lauke iki 60 T 3,9-230 K temperatūrų ruože Dresdono Stiprių magnetinių laukų laboratorijoje [2] ir iki 20 T 230-360 K temperatūrų ruože Fizinių ir technologijos mokslų centre Vilniuje.

Nustatyta, kad didinat Mn/(La+Sr) santykį nuo 1,05, iki 1,15, fazinio virsmo temperatūra T_m atitinkamai didėja nuo 240 K iki 270 K, o savitosios varžos maksimumas sumažėja nuo 0,475 $\text{m}\Omega\text{cm}$ iki 0,25 $\text{m}\Omega\text{cm}$.

Didžiausios magnetovaržos vertės temperatūrų ruože 310 - 360 K gaunamos sluoksniams su 15% Mn pertekliumi. 1 pav. pateiktos jutiklio, pagaminto iš šio sluoksnio charakteristikos, esant skirtingoms temperatūroms.



1 pav. LSMO jutiklio santykinio įtampos pokyčio priklausomybė nuo magnetinės indukcijos. Storos kreivės – Mn kiekis sluoksnyje 1,15, plonos kreivės – Mn kiekis sluoksnyje 1,05.

Apibendrinant, galima konstatuoti, kad didinant Mn perteklių iki 15% La-Sr-Mn-O sluoksniuose, fazinio virsmo temperatūra padidėja 20 laipsnių. Tokie sluoksniai gali būti panaudoti magnetinio lauko jutiklių, veikiančių iki 60°C temperatūros, kūrimui.

Literatūra

1. M. Schneider, O. Liebfried, V. Stankevic, S. Balevicius, and N. Zurauskiene, "Magnetic diffusion in railguns: Measurements using CMR-based sensors," IEEE Trans. Magn., vol. 45, no. 1, pp. 430-435 (2009).
2. S. Balevicius, N. Zurauskiene, V. Stankevic, T. Herrmannsdörfer, S. Zherlitsyn, Y. Skourski, F. Wolff-Fabris, J. Wosnitza, "CMR-B-Scalar sensor application for high magnetic field measurement in non-destructive pulsed magnets," IEEE Trans. Magn., vol. 49, no. 11, pp. 5480-5484, November 2013.

NANOSTRUKTŪRIZUOTŲ La-Sr-Mn-Co-O SLUOKSNIŲ MAGNETOVARŽOS TYRIMAS STIPRIUOSE IMPULSINIUOSE MAGNETINIUOSE LAUKUOSE

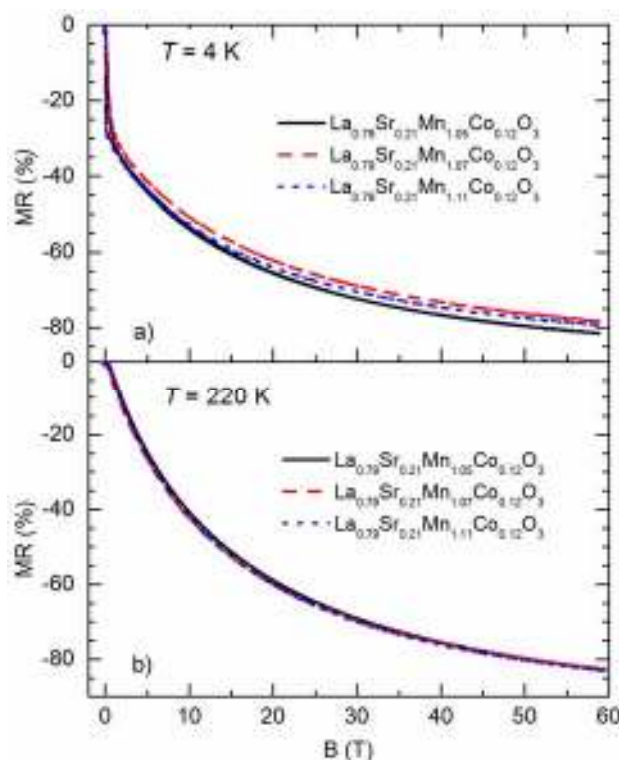
Vakaris Rudokas, Nerija Žurauskienė

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Medžiagotyros ir elektros inžinerijos skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: vakaris.rudokas@gmail.com

Pastaruoju metu buvo pademonstruota, kad nanostruktūrizuoti manganitų La-Sr-Mn-O sluoksniai, pasižymintys milžiniška magnetovarža (CMR), gali būti panaudoti stiprių ir net megagausinių magnetinių laukų B-skaliarinių jutiklių kūrimui. Tam tikriems taikymams (kietojo kūno fizikoje, plazmos reiškinų tyrimams) reikia jutiklių veikiančių kriogeninėse temperatūrose. Šiuo atveju yra svarbus ne tik magnetovaržos (MR) dydis, bet ir pakankamas jutiklio jautris stipriuose magnetiniuose laukuose, nes MR turi tendenciją įsisotinti. Buvo parodyta, kad epitaksiniuose La-Sr-Mn-O sluoksniuose dalį Mn atomų pakeitus kobaltu, jų magnetovarža kambario temperatūroje stipriai išauga [1]. Iki šiol manganitų-kobaltitų nanostruktūrizuoti sluoksniai nebuvo plačiau tyrinėti, todėl MR tyrimai šiuose sluoksniuose plačiame temperatūrų ruože yra aktualūs.

Buvo tiriami $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x(\text{Mn}_{1-y}\text{Co}_y)_z\text{O}_{3\pm\delta}$ sluoksniai, užauginti PI MOCVD metodu ant polikristalinio Al_2O_3 padėklo. Sluoksnių storis – 350 nm. Auginimo metu buvo išlaikoma pastovi Co dalis (0,12) ir keičiamas Mn kiekis, t.y. keičiamas santykis Mn+Co/La+Sr. Buvo nustatyta, kad dalies Mn pakeitimas Co sumažina manganito metalas-puslaidininkis virsmo temperatūrą T_m ir padidina savitąją varžą ρ_m , tuo tarpu Mn perteklius, t.y. santykio Mn/(La+Sr) padidėjimas, pastumia T_m į aukštesnių temperatūrų sritį ir sumažina ρ_m .

Tiriamų sluoksnių magnetovarža buvo išmatuota iki 60 T magnetiniame lauke Drezdeno stiprių magnetinių laukų laboratorijoje, esant temperatūroms žemesnėms, nei T_m (temperatūrų ruože 4-220 K). Gautos magnetovaržos priklausomybės nuo magnetinio srauto tankio, esant $T = 4$ K ir $T = 220$ K pavaizduotos 1 pav. Matome, kad žemoje temperatūroje didžiausia magnetovarža pasižymi $\text{La}_{0,79}\text{Sr}_{0,21}\text{Mn}_{1,05}\text{Co}_{0,12}\text{O}_3$ sluoksniai. Šiuos sluoksnius buvo pasiūlyta panaudoti stipraus magnetinio lauko jutiklių, veikiančių kriogeninėse temperatūrose, kūrimui.



1 pav. La-Sr-Mn-Co-O sluoksnių magnetovaržos priklausomybė nuo magnetinio srauto tankio, esant dvejoms temperatūroms: (a) arti skysto helio $T = 4$ K ir (b) arti fazinio virsmo temperatūros $T = 220$ K.

Literatūra

1. X.G. Chen, J. B. Fu, C. Yun, H. Zhao, Y. B. Yang, H. L. Du, J. Z. Han, C. S. Wang, S. Q. Liu, Y. Zhang, Y. C. Yang, J. B. Yang, „Magnetic and transport properties of cobalt doped $\text{La}_{0.79}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ “, J. Appl. Phys., vol. 116, pp. 103907-1 – 103907-10, Sept. 2014.
2. N. Žurauskienė, V. Rudokas, S. Balevičius, S. Keršulis, V. Stankevič, R. Vasiliauskas, V. Plaušinitienė, M. Vagner, R. Lukošė, M. Skapas, R. Juškėnas, „Nanostructured La-Sr-Mn-Co-O Films for Room-Temperature Pulsed Magnetic Field Sensors“, IEEE Trans. Magn., vol. 53, no. 11, pp. 4002605, Nov. 2017.

1 TW-KLASĖS OPCPA LAZERINĖ SISTEMA KAUPINAMA Yb:YAG ČIRPUOTŲ IMPULSŲ STIPRINTUVU – KOMPRESORIUMI

Paulius Mackonis¹, Aleksej Rodin^{1,2}, Augustinas Petrulėnas¹

¹Fizinių ir technologijos mokslų centras, Lazerinių technologijų skyrius, Savanorių pr. 231, 02300 Vilnius
²Ekspla UAB, Savanorių pr. 237, 02300 Vilnius, el. p.: paulius.mackonis@ftmc.lt

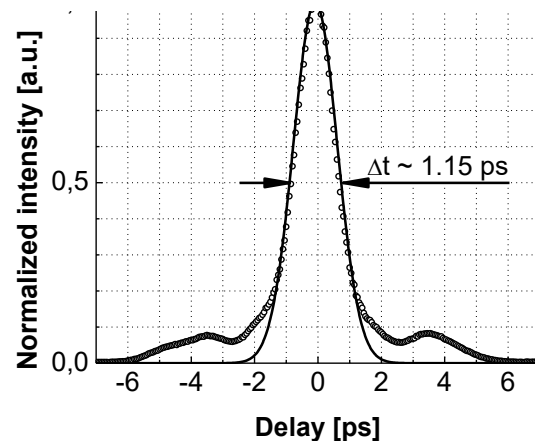
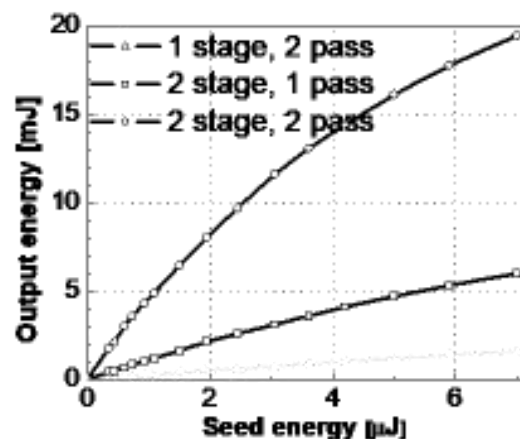
Pasaulyje buvo įdėta daug pastangų kuriant sudėtingas TW-klasės lazerių sistemas [1]. Tačiau jos užima daug vietos, o kūrimo ir eksploatacinės sąnaudos riboja jų panaudojimą. Tokių sistemų priežiūrai prireikia daug laiko, kai tuo tarpu mokslininkų prieiga yra ribota. Siekiant plačiai paskleisti didelės smailinės galios lazerius į mokslinę bendruomenę, labai svarbu atkreipti ypatingą dėmesį į tai, kaip mažinti jų dydį ir kainą.

Šiame darbe mes pristatome 1 TW-klasės optinį parametrinį čirpuotų impulsų stiprintuvą (toliau – OPCPA, angl. Optical Parametric Chirped Pulse Amplifier) kurio užkratui ir kaupimui naudojamas Yb:YAG čirpuotų impulsų stiprintuvas – kompresorius.

Dviejų pakopų dviejų praėjimų čirpuotų impulsų stiprintuvas [2] veikia 100 Hz impulsų pasikartojimų dažniu. Iš skaidulinio lazerio veikiančio 21 kHz, 6,8 μ J energijos impulsai atrinkti panaudojus Pockelso narvelį. Pirmosios stiprintuvo pakopos $2 \times 2 \times 20$ mm³ dydžio ir 2 % legiravimo Yb:YAG kristalas kaupinamas 87 W galios, didelio skaisčio lazeriniu diodu. Indukuotas šiluminis lęšis buvo kompensuojamas sferiniu veidrodžiu. Depoliarizacijos slopinimui po pirmojo praėjimo panaudotas Faradėjaus rotatorius. 2.2 mJ išvadinės energijos, ~ 150 ps trukmės ir 1.8 nm spektro pločio pastiprinti impulsai nukreipiami į antrąją stiprintuvo pakopą.

Antroje stiprintuvo pakopoje naudotas didesnės apertiūros $5 \times 5 \times 20$ mm³ Yb:YAG strypas, o kaupimui panaudoti skaiduliniai multipleksoriai apjungti 2 ms impulsai iš septynių lazerinių diodų. Jų bendra išvadinė vidutinė galia ~ 90 W. Erdvinis pluošto filtravimas, su nežymiais energijos nuostoliais < 5%, eliminuoja sferinių aberacijų poveikį pluošto kokybei. Daugiau nei 3500 kartų pastiprinti, ~23 mJ išvadinės energijos (1 pav. viršuje), ± 0.75 % energetinio stabilumo impulsai, su puikia pluošto kokybe $M^2 \sim 1.1$, toliau nukreipiami į 1842 rėžių/mm-1 difrakcinės gardelės impulsų spaustuva. Nepaisant stiprinimo sąlygoto spektro susiaurėjimo iki ~ 1.6 nm FWHM, pastiprinti impulsai suspausti iki ~ 1.15 ps trukmės (1 pav., apačioje), su >91% galios efektyvumu. Šie išvadiniai impulsai toliau panaudoti baltos

šviesos superkontinuumo generacijai YAG kristale, taip pat kaupinti parametrinį stiprintuvą ir antros harmonikos konversijai LBO kristale, kas savaime laike sinchronizuoja kaupinimą ir signalą.



1 pav. Yb:YAG stiprintuvo išvadinės energijos priklausomybės nuo užkrato energijos (viršuje) suspausto impulso autokoreliacinė kreivė (apačioje).

Literatūra

1. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Opportunities in Intense Ultrafast Lasers: Reaching for the Brightest Light, (Academies Press, Washington, 2018).
2. A.M. Rodin and E. Zopelis, "Comparison of Yb:YAG single crystal fiber with larger aperture CPA pumped at 940 nm and 969 nm," Conference on Lasers and Electro-Optics Pacific Rim (CLEO-PR), Singapore, 1-5 (2017).

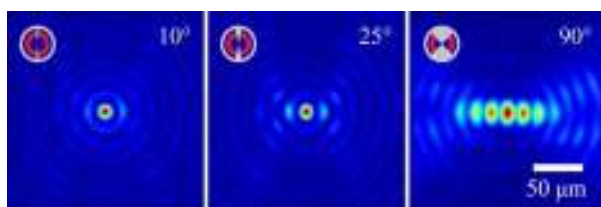
LAZERINIŲ BESELIO PAVIDALO PLUOŠTŲ ASIMETRIŠKUMO VALDYMAS STIKLO PJOVIMUI

Juozas Dudutis, Rokas Stonys, Paulius Gečys

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Lazerinių technologijų skyrius
Savanorių pr. 231, LT-02300 Vilnius, el. p.: juozas.dudutis@ftmc.lt

Stiklo modifikavimas lazeriu ir mechaninis detalių atskyrimas yra vienas efektyviausių pjovimo metodų. Beselio pavidalo pluoštai, pasižymintys savirekonstrukcija, dideliu difrakciniu nuotoliu ir mažu centrinės smailės diametru, yra patrauklūs skaidrių terpių tūriniam apdirbimui [1,2]. Tokiais pluoštais galima apdirbti storo (≥ 1 mm) stiklo ruošinius, tačiau pjovimo greitis vis tiek yra apribotas skersiniu atstumu tarp gretimų modifikacijų.

Fokusuojant Gauso pluoštą eksikonu, kurio pagrindas yra elipsės formos, o viršūnė – užapvalinta, suformuojamas asimetrinis intensyvumo skirstinys XY plokštumoje. Tokiu pluoštu apdirbant stiklą suformuojami skersiniai įtrūkiai, kurie išplinta išilgai elipsinio pluošto ilgosios ašies, bei pasiekiamos ilgos išilginės modifikacijos [3, 4]. Orientuojant šiuos įtrūkius išilgai pluošto skenavimo krypties, galima ženkliai paspartinti pjovimo procesą [5].



1 pav. Suformuoto Beselio pavidalo pluošto intensyvumo skirstinys XY plokštumoje, keičiant erdviųjų dažnių filtro kampą.

Šiame darbe pademonstruoti du būdai valdyti Beselio pluošto asimetriškumą. Vienas iš būdų yra eksikono pakreipimas apie ašį, statmeną pluošto sklaidimo kryptčiai [6]. Tokiu būdu aberacijos, įnešamos dėl eksikono pakreipimo, gali padidinti arba kompensuoti astigmatines aberacijas dėl eksikono elipsinio pagrindo. Panaikinus aberacijas, simetriniu Beselio pluoštu suformuojamos ilgiausios modifikacijos pluošto sklaidimo kryptimi, tačiau sumažėja skersinių įtrūkių kryptingumas. Kita vertus, ženkliai padidinus aberacijas, pluošto centrinė smailė išskysta į daugelį maksimumų ir dėl sumažėjusio intensyvumo modifikacijos sutrumpėja tiek išilgine, tiek skersine kryptimi.

Kitas būdas – Beselio pluošto erdviųjų dažnių filtravimas smėlio laikrodžio formos nepralaidžiais filtrais, panaudojant 4F vaizdo

perkėlimo sistemą. Didinant filtro kampą, didėja pluošto centrinės smailės elipsiškumas, taip pat palaipsniui atsiranda šalutiniai maksimumai [7] (1 pav.). Pademonstruota, jog tokiu pluoštu galima formuoti kryptingus skersinius įtrūkius stiklo tūryje (2 pav.).

Asimetriniu pluoštu suformuotos modifikacijos pritaikytos sparčiam stiklo pjovimui, orientuojant įtrūkius išilgai pjovimo krypties, panaudojant subnanosekundinį Atlantic HE (1064 nm, 300 ps, Ekpla) ir pikosekundinį Atlantic 6 (1064 nm, 10 ps, Ekspla) lazerius. Pjovimo procesas buvo optimizuotas keičiant apdirbimo parametrus. Modifikuotos medžiagos lenkimo stipris įvertintas 4 taškų lenkimo sistema.



2 pav. Skersiniai įtrūkiai stiklo tūryje, veikiant simetriniu ir asimetriniu Beselio pluoštu. Modifikacijos suformuotos vienu subnanosekundinio (A) ir pikosekundinio (B) lazerio impulsu.

Literatūra

1. F. Courvoisier, R. Stoian, and A. Couairon, Opt. Laser Technol. 80, 125–137 (2016).
2. R. Stoian, M. K. Bhuyan, G. Zhang, G. Cheng, R. Meyer, and F. Courvoisier, Adv. Opt. Technol. 7, 165–174 (2018).
3. J. Dudutis, P. Gečys, and G. Račiukaitis, Opt. Express 24, 28433–28443 (2016).
4. J. Dudutis, P. Gečys, and G. Račiukaitis, Proc. SPIE, 10091 (2017).
5. J. Dudutis, R. Stonys, G. Račiukaitis, and P. Gečys, Procedia CIRP 74, 333–338 (2018).
6. J. Dudutis, R. Stonys, G. Račiukaitis, and P. Gečys, Opt. Express 26, 3627–3637 (2018).
7. F.O. Fahrbach, V. Gurchenkov, K. Alessandri, P. Nassoy, and A. Rohrbach, Opt. Express 21, 11425 (2013).

KOMPAKTIŠKAS DIDELĖS IMPULSŲ ENERGIJOS FEMTOSEKUNDINIS ŠVIESOLAIDINIS LAZERIS SU ČIRPUOTOS ŠVIESOLAIDINĖS BREGO GARDELĖS PLĖSTUVU IR ČIRPUOTOS TŪRINĖS BREGO GARDELĖS SPAUSTUVU

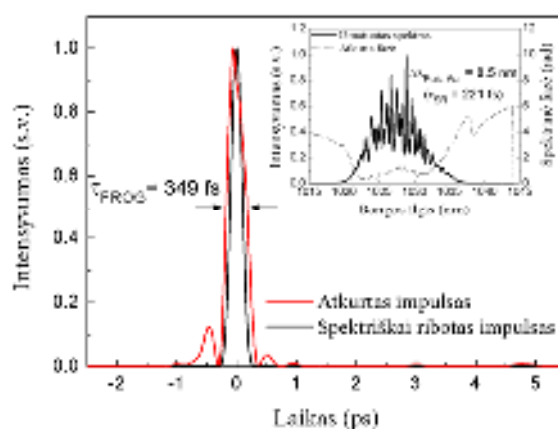
Tadas Bartulevičius, Laurynas Veselis, Karolis Madeikis, Andrejus Michailovas, Nerijus Rusteika

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Lazerinių technologijų skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: t.bartulevicius@ekspla.com

Didelės energijos ultratrumpųjų impulsų šviesolaidinėse čirpuotų impulsų stiprinimo sistemose maksimalų pasiekiamą impulsų smailinį intensyvumą riboja netiesiniai efektai, tokie kaip impulsų fazės moduliavimas, savifokusavimas, priverstinė Ramano sklaida. Čirpuotų impulsų stiprinimo metodika leidžia sumažinti netiesinių efektų įtaką, mažinančių suspaustų impulsų kokybę. Čirpuotų impulsų stiprinimo sistemos, kuriose naudojamas tradicinis difrakcinių gardelių plėstuvai ir spaustuvai, yra pakankamai didelės dėl fizinių matmenų, reikalingų impulsų plėtimui iki kelių šimtų pikosekundžių trukmės ir spaudimui iki kelių šimtų femtosekundžių trukmės. Be to, difrakcinių gardelių plėstuvai ir spaustuvai yra jautrūs mechaniniam ir šiluminiam poveikiui. Taip pat laikinė suspausto impulso gaubtinė bei erdvinis pluošto profilis stipriai priklauso nuo tikslaus optinių elementų suderinimo. Čirpuotų impulsų stiprinimą didelės energijos impulsų energijos femtosekundiniame šviesolaidiniame lazeryje galima atlikti naudojant čirpuotos šviesolaidinės Brego gardelės (ČŠBG) impulsų plėstuvą ir čirpuotos tūrinės Brego gardelės (ČTBG) spaustuvą [1,2]. Čirpuotų tūrinių Brego gardelių panaudojimas impulsų plėtimui ir spaudimui turi praktinį privalumą prieš difrakcinių gardelių plėstuvus ir spaustuvus dėl mažų matmenų (kompaktiškumo), paprasto derinimo, efektyvumo ir patikimumo. Tačiau šiose pademonstruotose sistemose suspausti impulsai nebuvo spektriškai riboti bei turėjo pakankamai intensyvių pikosekundinį pjedestalą dėl netikslaus aukštesnių dispersijos eilių derinimo tarp ČŠBG ir ČTBG.

Šiame darbe yra pristatoma itin kompaktiška šviesolaidinė čirpuotų impulsų stiprinimo sistema, kurioje panaudota dispersinių elementų pora – ČŠBG plėstuvai ir ČTBG spaustuvai su tarpusavyje suderinta chromatine dispersija – užtikrinančia aukštą suspaustų impulsų laikinę kokybę [3]. Impulsai buvo stiprinami vienamodžiamame iterbio jonais legiruotame šviesolaidiniame stiprintuve iki 10 μ J impulsų energijos (26 MW smailinio intensyvumo) ir suspausti iki 349 fs trukmės [4] (1 pav.). Išsami

informacija apie didelės energijos femtosekundinį šviesolaidinį lazerį bus pateikta konferencijos metu.



1 pav. Suspaustų 10 μ J energijos impulsų gaubtinė, atkurta iš antros harmonikos dažninės skyros optinės sklendės matavimo, lyginama su spektriškai ribotu impulsu gautu iš išmatuoto spektro. Išnaša: išmatuotas impulsų spektras bei atkurta spektrinė fazė.

Literatūra

1. A. Yusim, I. Samartsev, O. Shkurikhin, D. Myasnikov, A. Bordenyuk, N. Platonov, V. Kancharla, and V. Gapontsev, "New generation of high average power industry grade ultrafast ytterbium fiber lasers," Proc. SPIE 9728, 972839 (2016).
2. S. Frankinas, A. Michailovas, N. Rusteika, V. Smirnov, R. Vasilyeu, A.L. Glebov, "Efficient Ultrafast Fiber Laser Using Chirped Fiber Bragg Grating And Chirped Volume Bragg Grating Stretcher/Compressor Configuration," Proc. of SPIE 9730 973017-1-6 (2016).
3. T. Bartulevicius, S. Frankinas, A. Michailovas, R. Vasilyeu, V. Smirnov, F. Trepanier, and N. Rusteika, "Compact fiber CPA system based on a CFBG stretcher and CVBG compressor with matched dispersion profile," Opt. Express 25, 19856-19862 (2017).
4. T. Bartulevicius, L. Veselis, K. Madeikis, A. Michailovas, and N. Rusteika, "Compact femtosecond 10 μ J pulse energy fiber laser with a CFBG stretcher and CVBG compressor," Opt. Fiber Technol. 45, 77-80 (2018).

FEMTOSEKUNDINĖ LAZERINĖ SISTEMA, PAREMTA SKAIDULINIŲ UŽKRATO ŠALTINIŲ, YG:YAG KIETAKŲ STIPRINTUVŲ IR ČIRPUOTOS TŪRINĖS BREGO GARDELĖS IMPULSŲ SPAUSTUVŲ

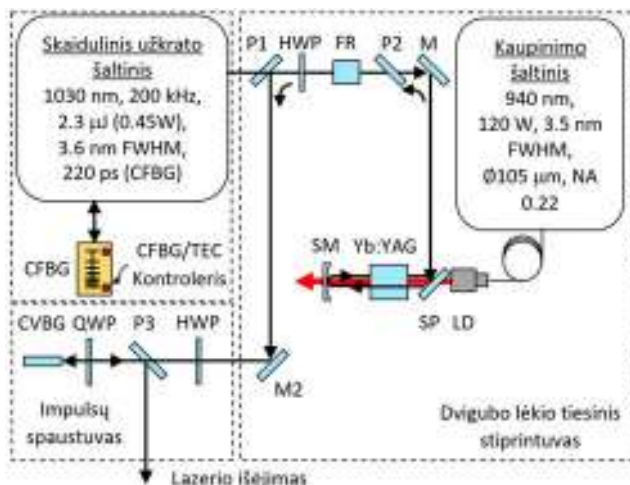
Laurynas Veselis^{1,2}, Tadas Bartulevičius^{1,2}, Karolis Madeikis^{1,2}, Andrejus Michailovas^{1,2} ir Nerijus Rusteika^{1,2}

¹Ekspla UAB, Savanorių pr. 237, LT-02300, Vilnius, Lietuva

²Fizinių ir technologijos mokslų centras, Lazerinių technologijų skyrius, Savanorių pr. 231, LT-02300, Vilnius, Lietuva
el.p.: l.veselis@ekspla.com

Didelės energijos ultratrumpųjų impulsų generacija dažniausiai yra paremta čirpuotų impulsų stiprinimo metodu (CPA) [1]. Impulsų plėtimas laike paprastai atliekamas su difrakcinėmis gardelėmis arba čirpuotomis skaidulinėmis Brego gardelėmis (CFBG) [2], o impulsų spaudimas – su difrakcinėmis gardelėmis. Vis dėlto, difrakcinių gardelių impulsų spauduvai yra gremėzdiški ir reikalauja kruopštaus suderinimo. Šį trūkumą įveikti galime impulsų spaudimui pritaikę čirpuotą tūrinę Brego gardelę (CVBG), o impulsų spauduvo su CFBG ir impulso plėstuvo su CVBG dispersijos profilių suderinimas mums leistų sukurti itin kompaktišką, lengvai suderinamą ir kokybišką CPA sistemą [2, 3].

Šiame darbe buvo pademonstruota CPA sistema, kurią sudarė skaidulinis užkrato šaltinis ir dvigubo lėkio tiesinis stiprintuvas, paremtas iterbio jonais legiruoju itrio aliuminio granato (Yb:YAG) kristalu ir dispersiškai suderinta impulsų plėstuvo su CFBG ir impulsų spauduvo su CVBG pora (1 pav.).



1 pav. Eksperimentinė CPA sistemos schema. HWP1, HWP2 – pusės bangos ilgio fazinės plokštelės, FR – Faradėjaus rotatorius, M1, M2 – veidrodžiai, SP – separatorius, LD – nuolatinės veikos kaupinimo diodo kolimatorius, P1, P2, P3 – poliarizatoriai, SM – sferinis veidrodis, CFBG – čirpuota skaidulinė Brego gardelė, CVBG – čirpuota tūrinė Brego gardelė.

Užkrato šaltinis generavo 2.3 μJ , 200 kHz, 1030 nm, 220 ps trukmės čirpuotus lazerinius impulsus. Tiesiniame dvigubo lėkio stiprintuve Yb:YAG kristalas buvo kaupinamas išilgai su nuolatinės veikos didelio ryškio lazeriniu diodu (940 nm). Užkrato šaltinio ir kaupinimo pluoštai buvo sufokusuoti į Yb:YAG kristalą ir perkloti erdvėje. Pluošto diametrai – 0.33 mm ir 0.36 mm atitinkamai ($1/e^2$ lygyje). Antras sustiprinto signalo lėkis per Yb:YAG kristalą buvo organizuojamas atspindint signalą atgal į kristalą su sferiniu veidrodžiu (SM). Pluošto jėgimas į tiesinį stiprintuvą ir išėjimas iš jo buvo atskirtas per poliarizaciją, panaudojus pusės bangos ilgio fazinę plokštelę (HWP1), Faradėjaus rotatorių (FR) ir poliarizatorių porą (P1 ir P2). Tada sustiprintas signalas buvo nukreiptas į impulsų spauduvą su CVBG, kuriame pluošto jėgimas ir išėjimas taip pat buvo atskirtas per poliarizaciją, panaudojus ketvirčio bangos ilgio fazinę plokštelę (QWP) ir poliarizatorių (P3). Impulsų spauduvo efektyvumas siekė 87 %. Šioje konfigūracijoje po tiesinio stiprintuvo ir impulso spauduvo buvo pasiekta 20.8 W išvadinė galia (104 μJ ties 200 kHz). Laike suspaustų impulsų trukmė siekė 764 fs (spektriškai ribota trukmė – 644 fs). Išmatuotas pluošto kokybės parametras M^2 po tiesinio stiprintuvo ir impulsų spauduvo siekė $M^2 < 1.2$.

Literatūra

1. D. Strickland and G. Mourou, "Compression of amplified chirped optical pulses," Opt. Commun. **56**(3), 219-221 (1985).
2. T. Bartulevicius, S. Frankinas, A. Michailovas, R. Vasilyeu, V. Smirnov, F. Trepanier, and N. Rusteika, "Compact fiber CPA system based on a CFBG stretcher and CVBG compressor with matched dispersion profile", Opt. Express **25**(17), 19856 (2017).
3. G. Chang, M. Rever, V. Smirnov, L. Glebov, and A. Galvanauskas, "Femtosecond Yb-fiber chirped-pulse-amplification system based on chirped-volume Bragg gratings," Opt. Lett. **34**(19), 2952-2954 (2009).

ELEKTRONŲ GREITINIMAS LAZERIO IR ELEKTRONŲ SPINDULIO PLAZMOS LAUKE

Vidmantas Tomkus, Valdas Girdauskas, Juozas Dudutis, Valdemar Stankevič

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Lazerinių technologijų skyrius
Savanorių pr. 231, LT-02300 Vilnius, el. p.: vidmantas.tomkus@ftmc.lt

Kompaktiškų didesnės energijos ir ryškio Rentgeno šaltinių konstravimui reikia didesnio efektyvumo elektronų greitintuvų, pasiekiančių didesnę elektronų energiją su mažesne elektronų spindulio energijų dispersija, skėstimi bei optimaliu greitinamo krūvio kiekiu [1]. Lazerinių Plazmos Lauko Greitintuvų (LPLG) pagreintų elektronų energija ir betatrono spinduliuotės kritinė energija proporcinga plazmos koncentracijai ir atstumui, per kurį elektronai juda kartu su lazerio suformuota plazmos banga [2]. Didesnė plazmos koncentracija sukuria didesnę elektrinį lauką, tačiau sutrumpėja plazmos bangos ilgis, ir sumažėja lazerio spindulio ir greitinamų elektronų fazavimo atstumas. Be to, reikia atsižvelgti į netiesinius susifokusavimo ir savimoduliacijos reiškinius [3].

Šiame pranešime pateikiami elektronų greitinimo kintamos koncentracijos plazmos lauke modeliavimo, dujų čiurkšlių profilių skaičiavimo, ir viršgarsinių tūtų gamybos bei matavimų rezultatai. Elektronų greitinimas buvo modeliuojamas FBPIC (Fourier-Bessel Particle-in-Cell) dalelių gardelėje metodu [4], skirtu artimų cilindrinei simetrijai įelektrintų dalelių ir elektromagnetinių laukų sąveikos uždavinių sprendimui. Šiame algoritme taikomos Furje ir Hankel transformacijos leidžia žymiai pagreinti uždavinio sprendimą, palyginus su pilnos apimties 3D algoritmais. Keičiant plazmos koncentraciją ir lazerio spindulio intensyvumą, buvo siekiama elektronus pagreinti maksimalų atstumą mažesnės koncentracijos plazmoje ir po to, panaudoti elektronų spindulio sukuriamą plazmos bangą tolimesniam elektronų greitinimui didesnės koncentracijos plazmos srityje. Ši sritis taip pat padidina betatrono spinduliuotės kritinės energiją. Modeliuojant periodines didelės ir mažos plazmos koncentracijos sritis, buvo siekiama pagreinti elektronus su mažesne lazerio impulso energija didesnės plazmos koncentracijos srityje ir kompensuoti lazerio spindulio susifokusavimą mažesnės plazmos koncentracijos srityje. Mažesnės plazmos koncentracijos sritis išplečia lazerio spindulį ir padidina bendrą plazmos bangos ir lazerio spindulio sklaidimo atstumą.

Apskaičiuotų kintamos koncentracijos plazmos sričių sukūrimui buvo modeliuojamos viršgarsinės dujų čiurkšlės, formuojamos Lavalio, plyšinių ir cilindrinų mikrotūtų pagalba. Čiurkšlių dujų koncentracijos, greičio, slėgio ir temperatūros profiliai buvo apskaičiuoti OpenFOAM [5] programinės įrangos rhoSimpleFoam spūdžių stacionarių skysčių algoritmo pagalba. Mikrotūtos buvo pagamintos iš monolitinio lydyto kvarco ruošinio, taikant kombinuotą nanosekundinę lazerinę apatinio paviršiaus apdorojimo ir femtosekundiniu lazeriu asistuojamo cheminio ėsdinimo technologiją [6]. Pagamintų tūtų čiurkšlių azoto dujų koncentracijos pasiskirstymo profiliai buvo tiriami vakuume helio-neono 632.8 nm lazeriu Macho-Zenderio interferometro pagalba ir rekonstruojami, taikant Furje ir Abelio transformacijas [6].

Keičiant 50–500 μm diametro mikrotūtose dujų įėjimo slėgį 10–60 barų ribose bei tūtos išėjimo ir kritinio viršgarsinio greičio skerspjuvių santykį, buvo suformuoti $5 \cdot 10^{18}$ – $5 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ dujų koncentracijos profiliai. Apskaičiuotų ir išmatuotų mikrotūtų sukuriami plazmos profiliai bus panaudoti elektronų greitinimui su 1–40 mJ impulso energijos, 7–30 fs impulso trukmės ir 1 kHz pasikartojimo dažnio lazeriais.

Literatūra

1. J. Ferri et al., Phys. Rev. Lett. (2018).
2. A.J. Goers et al., Phys. Rev. Lett. 115 (19), 194802 (2015).
3. D.Guénou et al., Nat. Photonics 11 (5), 293–296 (2017).
4. R. Lehe et al., Comput. Phys. Commun. 203, 66–82 (2016).
5. The Open Source CFD Toolbox, Version v1712, (2017), <https://www.openfoam.com/>
6. V. Tomkus et al., Opt. Express 26 (21), 27965 (2018).

SIDABRO NANO-SALELIŲ, SUFORMUOTŲ FIZIKINIAIS NUSODINIMO IŠ GARŲ FAZĖS METODAIS, TYRIMAS

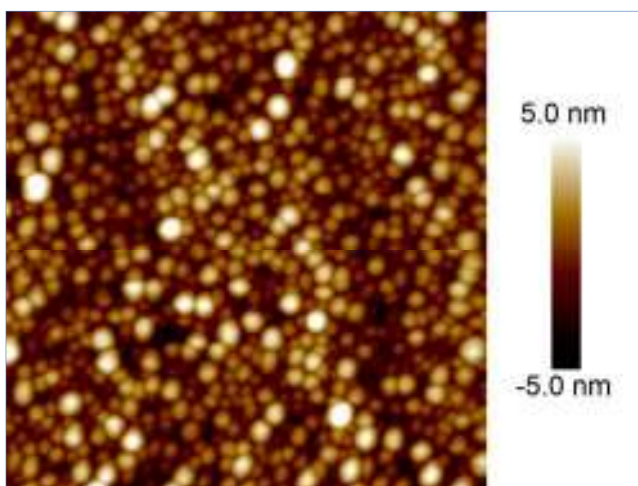
Audrius Valavičius, Alfonsas Juršėnas, Alexandr Belosludtsev, Mantas Drazdys, Ramutis Drazdys_

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Lazerinių technologijų skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: audrius.valavicius@ftmc.lt

Užgarinti 10-20 nm storio metalo sluoksniai ant dielektrinio pagrindo gali sudaryti tiek ištisinį tiek nano-salelių pavidalo sluoksnį. Susidariusio sluoksnio ypatybės priklauso nuo metalo ir padėklo medžiagų giminingumo ir formavimo parametrų [1]. Susidariusiame nano-salelių sluoksnyje pasireiškia lokalizuoti paviršiniai plazmonai, kurie atsiranda dėl mažesnių tai bangos ilgis nano-salelių matmenų [2].

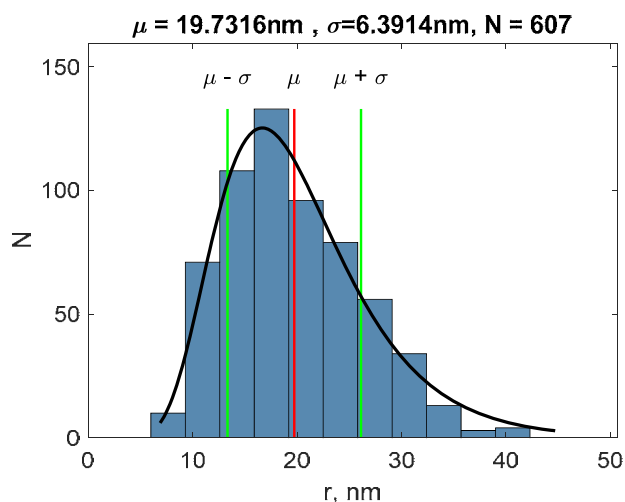
Tyrimo metu, naudojant fizikinius nusodinimo iš garų fazės metodus, ant lydyto kvarco padėklo, su Al_2O_3 pasluoksniu, suformuoti ultra ploni sidabro nano-salelių sluoksniai. Sidabro sluoksniai formuoti esant skirtingiems nusodinimo greičiams ir padėklo temperatūroms. Visi suformuoti sidabro sluoksniai buvo padengti apsauginiu Al_2O_3 sluoksniu, kuris buvo suformuotas atominio sluoksnio nusodinimo technologija.

Paviršiaus morfologija matuota „Dimension Edge“ atominių jėgų mikroskopu (AJM). Matavimai atlikti naudojant dinaminio kontakto modą. Paviršius buvo skenuojamas trijose skirtingose vietose. Skenuoto ploto dydis $1\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$ (žiūrėti 1 paveikslą).



1 pav. Bandinio paviršiaus morfologijos vaizdas išmatuotas atominių jėgų mikroskopu $1\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$

Optinės charakteristikos išmatuotos 8° kampų nuo 300nm iki 1300 nm bangų ilgių diapazone, naudojant „Photon RT (Essent Optics)“ spektrofotometrą.



2 pav. Atominių jėgų mikroskopu išmatuotų nano-salelių dydžių skirstinio histograma.

Iš AJM nuotraukų analizės matomas sidabro nano-salelių dydžių pasiskirstymas pagal Gauso log-normalinį skirstinį (žiūrėti 2 paveikslą).

Iš rezultatų galime daryti išvadą, kad didėjant užgarinto sidabro kiekiui nuo 1 iki 5 nm salelių dydis didėja nuo 7 nm iki 26 nm skermens. Tuo metu vidutinis salelių tankis mažėja nuo 2000 iki 600 vnt/ $1\ \mu\text{m}^2$. Taip pat iš spektrometro matavimų matoma lokalizuotų plazmonų smailė matomoje spektro dalyje.

Literatūra

1. Belosludtsev, N. Kyžas, Real-time in-situ investigation of copper ultrathin films growth, Mater. Lett., 232 (2018) 216-219
2. O. Stenzel, Optical Coatings, t. 54. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2014.

SKAITMENINIŲ BŪDU VALDOMO GENERATORIAUS PROJEKTAVIMAS IR TYRIMAS

Vytautas Mačaitis^{1,2}, Romualdas Navickas²

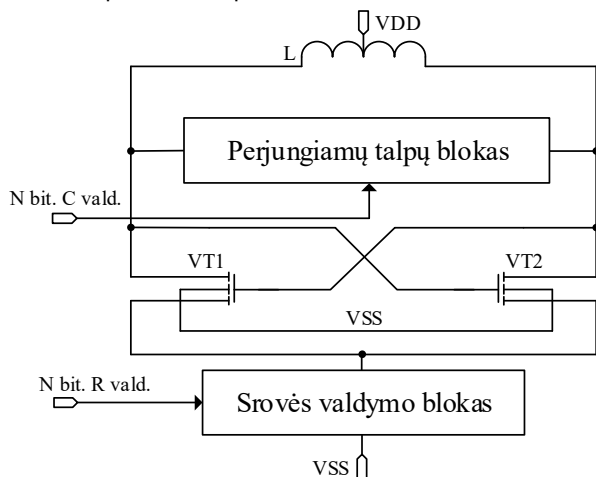
¹ Fizinių ir technologijos mokslų centras, Medžiagotyros ir elektros inžinerijos skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: vytautas.macaitis@ftmc.lt

² Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Mikro ir nanoelektroninių sistemų projektavimo ir tyrimo laboratorija

Norint naudotis keliomis belaidžio ryšio technologijomis tame pačiame luste būtinas daugiastandartis, daugiajuostis siųstuvas-imtuvas (angl. multi-standard, multi-band transceiver). Dažniausiai tokie siųstuvai-imtuvai veikia dažnių ruože nuo 0,1 GHz iki 10 GHz.

Daugiastandarčiuose, daugiajuosčiuose siųstuvuose-imtuvuose kaip dažnio sintetizatorius naudojama fazės derinimo kilpa. Šis blokas gali būti visiškai skaitmeninis arba mišrus. Visiškai skaitmeninėje fazės derinimo kilpoje, dažnio generavimui, naudojamas skaitmeniniu būdu valdomas generatorius SVG, mišrioje fazės derinimo kilpoje naudojamas įtampa valdomas generatorius JVG.

Šiame darbe pateikti suprojektuoto LC tipo SVG kompiuterinio skaičiavimo pagrindiniai parametrai. Supaprastinta SVG principinė elektrinė schema pateikta 1 paveiksle.



1 pav. Supaprastinta LC-SVG principinė elektrinė schema.

Pagrindinės LC-SVG dalys yra šios: aukštos kokybės induktyvumo ritė L, perjungiamų talpų blokas (pastarasis elementas kartu su L sudaro LC kontūrą), neigiamo impedanso tranzistoriai VT1, VT2 ir srovės valdymo blokas. Lyginant LC įtampa valdomus generatorius ir LC skaitmeniniu būdu valdomus generatorius, pagrindinis LC-SVG skirtumas yra tas, kad norint išvengti papildomos valdymo įtampos šioje struktūroje yra eliminuotas varaktorių blokas. Tokiu būdu dažnio derinimas vykdomas visiškai skaitmeniniu būdu.

Pagrindiniai suprojektuoto generatoriaus parametrai yra šie: integrinių grandynų gamybos technologinis žingsnis Tch. (nm), nešantysis dažnis Fc (GHz), dažnio valdymo ruožas "F (GHz), fazės triukšmas ties tam tikru poslinkio dažniu nuo nešančiojo dažnio FT (dBc/Hz), maitinimo įtampa U (V), vartojamoji galia P (mW) ir induktyvumo ritės kokybė Q.

Norint įvertinti ir palyginti generatorius yra naudojama kokybės funkcija FOMT, pateikta (1) formulėje. Funkcija įvertina šiuos generatorių parametrus: nešantįjį dažnį FO; dažnio valdymo ruožą "F; fazės triukšmą FT ties tam tikru poslinkio dažniu dF bei vartojamąją galią P.

$$FOM_T = FT(dF) - 20 \log \left(\frac{F_0 \cdot \Delta F}{dF \cdot 10} \right) + 10 \log \left(\frac{P}{1mW} \right) \quad (1)$$

Generatoriaus projektavimas ir pagrindinių parametrų kompiuterinis skaičiavimas atliktas naudojant „Cadence“ integrinių grandynų (IG) projektavimo ir skaičiavimo programinį paketą. Topologijų parametrai skaičiuoti esant šioms sąlygoms: maitinimo įtampa 1,8V, temperatūra - 40; 40; 80°C, nominalus technologinis (IG) gamybos procesas.

Pagrindiniai skaičiavimo metu gauti parametrai pateikti sekančiai. Dažnio valdymo ruožas: (9,55 - 10,56) GHz. Mažiausias fazės triukšmas ties 1 MHz poslinkio dažniu: -116,1 dBc/Hz; Vartojamoji galia: 10,4 mW; Induktyvumo ritės kokybė (dažnių derinimo ruože): (16,15 - 23,04); FOMT kokybės funkcijos vertė: -186,09 dBc/Hz.

Literatūra

1. Best, R. Phase locked loops: design, simulation, and applications. 6th ed. (New York: McGraw-Hill Professional, 2007)
2. Cornetta, G., Santos, et al. Design Issues for Multi-Mode Multi-Standard Transceivers. In Wireless Radio-Frequency Standards and System Design. (Advanced Techniques. 2012)

TAŠKINIAI DEFEKTAI BORO NITRIDE KAIP PAVIENIŲ FOTONŲ ŠALTINIS

Mažena Mackoit, Leigh Weston, Darshana Wickramaratne, Audrius Alkauskas,
Chris G. van de Walle

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Fundamentinių tyrimų skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: mazena.mackoit@ftmc.lt

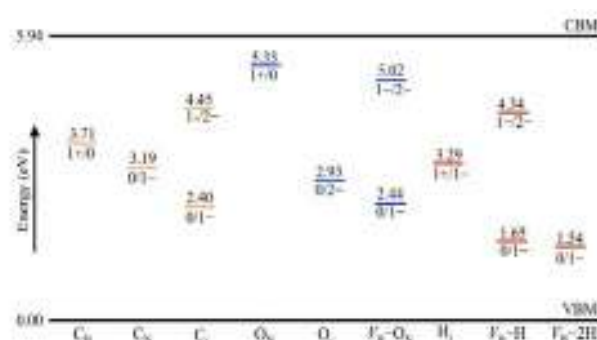
Taškiniais defektais susidomėta dėl jų galimo pritaikymo kvantiniam informacijos apdorojimui. Nors nuo 2004 m. dominuojančiu defektu šioje srityje yra NV centras deimante, tačiau jo naudojimas turės technologinių trūkumų ateities taikymuose (aukštos kokybės didelių kristalų auginimas, sudėtingas deterministiškas defektų įvedimas). Todėl pradėtos kitų alternatyvių kandidatų paieškos.

Vienas iš jų yra heksagoninis boro nitridas (h -BN). h -BN draustinis tarpas žymiai didesnis negu kitų 2D medžiagų [1], todėl šioje medžiagoje galima būtų sukurti gilius ir optiškai aktyvius defektų centrus. Pirmieji eksperimentiniai tą demonstruojantys darbai pasirodė 2016 m. [2-4]. Fluorescuojantys defektai, stebėti kambario temperatūroje h -BN, atvėrė naujas galimybes fotoniniams lustams, kurie generuotų identiškus fotonus iš pavienių taškinų šaltinių. Praktiniam taikymui labai svarbu išmokti valdyti pavienius defektus, todėl būtina geriau suprasti kvantinių emiterių fizikinę prigimtį (pasirinktos medžiagos ir defektų vaidmenį, aplinkos poveikį), tam reikalingas išsamesnis kvantinio emiterio charakterizavimas.

Elektroninė taškinų defektų struktūra heksagoniniame boro nitride buvo ištirta pasitelkus tankio funkcionalo teoriją. Rezultatai rodo, kad vakansijų formavimosi energijos yra labai aukštos, todėl mažiau tikėtina, kad tokie defektai susiformuos mūsų medžiagoje esant termodinaminei pusiausvyrai ir tipinėms auginimo sąlygoms. Kita vertus, vakansijos turi žymiai didesnius migracijos barjerus ir gali susikurti nepusiausvyromis koncentracijomis. Tarpmazginiai defektai turi žemas formavimosi energijas, bet jie pernelyg mobilūs, kad būtų stabilūs kambario temperatūroje, todėl taškinio defekto chemija h -BN turėtų būti susijusi su priemaišomis (pvz.: anglis, deguonis arba vandenilis) [4].

Nors izoliuoti taškiniai defektai h -BN turi itin dideles formavimosi energijas, bet esant priemaišoms aplinkoje (t.y. susidarius kompleksui

su deguonimi arba vandeniliu) jų formavimosi energijos ženkliai pamažėja, tokie defektai gali susiformuoti didelėmis koncentracijomis esant termodinaminei pusiausvyrai.



1 pav. Krūvio-būsenos perėjimo lygmenys priemaišoms esančioms h -BN [4].

Remiantis mūsų rezultatais, mes galime atmesti kelis pasiūlytus kandidatus kaip galimus pavienių fotonų šaltinius h -BN. Dažnai šioje medžiagoje stebima emisija ties ~ 4.1 eV negali būti paaiškinta rekombinacijos vykstančios giliame C_N akceptoriuje modeliu kaip buvo manoma iki šiol. Remiantis rezultatais buvo pasiūlyti kiti alternatyvūs kandidatai galintys paaiškinti stebimą emisiją. Taip pat aptariame galimus defektų šaltinius stebėti pavienių fotonų emisijai h -BN 1.6-2.2 eV diapazone.

Literatūra

1. G. Cassabo, P. Valvin, B. Gil, Nat. Photonics 10, 262, (2016).
2. T. T. Tran, K. Bray, M. J. Ford, M. Toth, and I. Aharonovich, Nat. Nanotechnol. 11, 37 (2016).
3. Z. Shotan, H. Jayakumar, C. R. Considine, M. Mackoit, H. Fedder, J. Wrachtrup, A. Alkauskas, M. W. Doherty, V. M. Menon, and C. A. Meriles, ACS Photonics 3, 2490 (2016).
4. L. Weston, D. Wickramaratne, M. Mackoit, A. Alkauskas, C. G. Van de Walle, Phys. Rev. B 97, 214104 (2018).

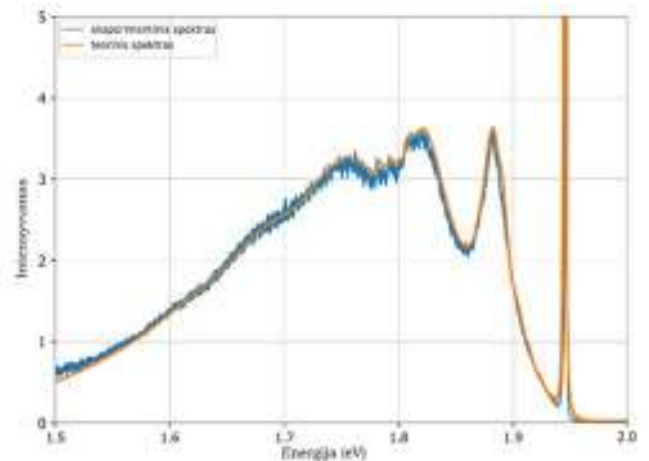
DEFEKTŲ LIUMINESCENCIJOS LINIJOS MODELIAVIMAS *ab-initio* METODAIS

Lukas Razinkovas, Audrius Alkauskas

Fizinų ir technologijos mokslų centras, Fundamentinių tyrimų skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: lukas.razinkovas@ftmc.lt

Šiuolaikiniai *ab-initio* teoriniai skaičiavimai leidžia suskaičiuoti atomų ir mažų molekulių optinius spektrus tikslumu, dažnai viršijančiu eksperimentinių spektrų rezoliuciją. Deja, to paties negalima pasakyti apie giliuosius kristalų defektus. Visų pirma dėl to, kad kristalo su defektu sistema yra daug didesnė, o tai lemia sudėtingesnius teorinius skaičiavimus. Taip pat iki šiol iš eksperimentinių spektrų pavyko tiksliai identifikuoti tik kelis giliuosius defektus. Vienas jų yra neigiamai įkrautas deimanto NV centras [1].

Šiame darbe vystoma tankio funkcionalo teorijos (angl. *Density Functional Theory*) skaičiavimais grįsta metodologija, leidžianti teoriškai nagrinėti tokių defektų optinius spektrus. Tiriant deimanto NV centrą, nustatyta, kad siekiant tiksliai aprašyti elektron-fononinę defekto sąveiką, reikia atlikti skaičiavimus didesnėse nei kelių tūkstančių atomų gardelėse. Tokios didelės gardelės konstravimui naudojama tarpatominių jėgų įterpimo metodologija [2]. Taip pat tyrimo metu nustatyta, kad Jahn-Teller aktyvios e simetrijos modos turi įtakos suskaičiuotų spektrų pavidalui ir jų sąveika su elektronine sistema nesiredukuoja į vienos efektyvios modos modelį. Tuo tikslu sukurta aproksimacinė schema, kurios pagalba tolydus kristalo išsigimusių modų spektras redukuojamas į kelių efektyvių modų sistemą. Naudojant šias metodologijas, gautas labai geras teorinio spektro sutapimas su išmatuotu eksperimente (1 pav.).



1 pav. Deimanto NV centro liuminescencijos linija.

Literatūra

1. M. W. Doherty et al., Phys. Rep. 528, 1 (2013).
2. A. Alkauskas et al., New J. Phys. 16, 073206 (2014).

GaAs_{1-x}Bi_x OPTINIŲ SAVYBIŲ TYRIMAS

Evelina Pozingytė, Algirdas Jasinskas, Sandra Stanionytė, Martynas Skapas,
Renata Butkutė

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Optoelektronikos skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: evelina.pozingyte@ftmc.lt

Vos keli procentai bismuto įterpti į GaAs gardelę, ženkliai sumažina šios naujos medžiagos – GaAsBi – draustinių energijų tarpą (E_g sumažėja maždaug 88 meV/%Bi). Taip pat, pastebėta, kad GaAsBi E_g silpnai priklauso nuo gardelės temperatūros, o GaAsBi, su didesne nei 10.5% bismuto koncentracija, spin-orbitinio suskilimo energija viršija draustinių energijų tarpą. Tai lemia efektyvų nespindulinės Auger rekombinacijos sumažėjimą [1]. Dėl šių savybių, GaAsBi yra potencialus kandidatas kuriant ilgabangius optoelektronikos prietaisus, kurių veikimas silpnai priklauso nuo temperatūros [2]. Visgi, norint sukurti ir optimizuoti tokius optoelektronikos prietaisus svarbu žinoti, GaAsBi optines savybes ir elektroninę struktūrą.

Šiame darbe pristatomi GaAs_{1-x}Bi_x/GaAs kvantinių duobių (QW) fotoluminescencijos (PL) tyrimai. Tirtos struktūros buvo užaugintos Fizinių ir technologijos mokslų centre naudojant molekulių pluoštelio epitaksijos (MBE) metodą. Fotoluminescencijos matavimai buvo atlikti plačiame 3 – 300 K temperatūrų intervale, naudojant skirtingas sužadinimo galias.

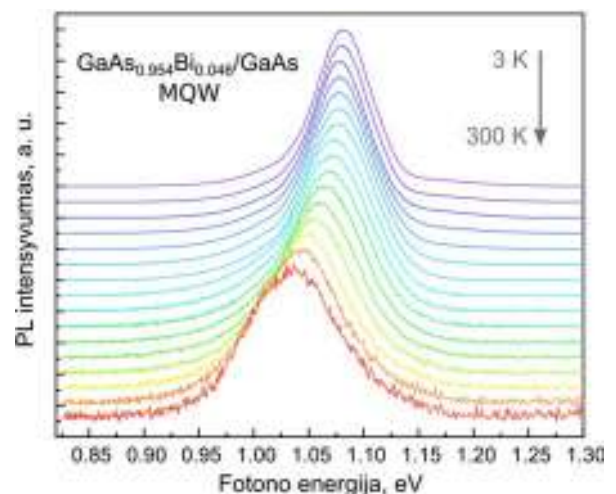
GaAsBi/GaAs QWs PL temperatūrinės priklausomybės tyrimo rezultatus iliustruoja 1 pav. Kaip matyti, didinant gardelės temperatūrą stebimas raudonasis PL spektrinės linijos poslinkis, kuris siejamas su QW draustinių energijų tarpo mažėjimu. GaAsBi/GaAs QWs tarpjuostinių optinių šuolių energijų priklausomybės nuo temperatūros buvo aprašytos empirine Varshni išraiška [3]

$$E(T) = E_0 - \frac{\alpha T^2}{T + \beta}, \quad (1)$$

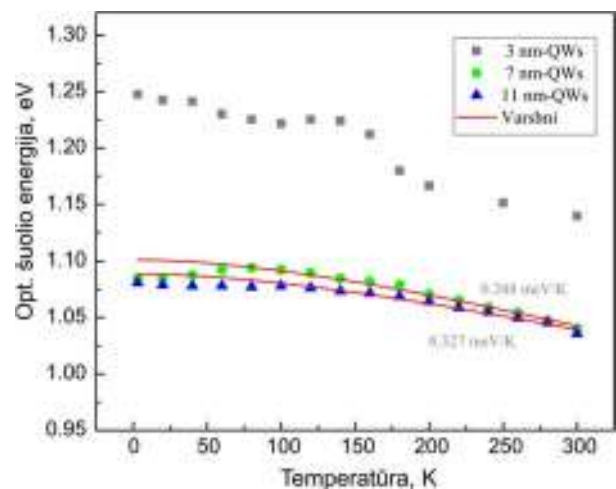
kur temperatūrinį Varshni parametrų α ir β vertės yra mažesnės nei standartiniuose puslaidininkuose. O tai rodo, kad GaAsBi/GaAs QWs E_g nuo temperatūros priklauso silpniau. Analizuojant fotoluminescencijos signalo intensyvumo kitimą nuo temperatūros buvo nustatytos elektronų aktyvacijos energijos, kurios parodė, kad žemose temperatūrose PL signalo gesimas susijęs su krūvininkų termine aktyvacija iš defektinių lygmenų, o aukštesiose temperatūrose – su krūvininkų jonizacija iš QW į kontinuumą.

Analizuojant GaAsBi/GaAs QWs PL priklausomybę nuo sužadinimo galios, pastebėta, kad didinant sužadinimo galią PL smailės slenka į didesnių energijų pusę. Be to, atlikus temperatūrinius PL matavimus prie silpnų

sužadinimo galių matyti, kad žemose temperatūrose, optinių šuolių energija yra mažesnė, nei numato Varshni dėsnis. Iš to galime daryti išvadą, kad GaAsBi/GaAs QWs PL lemia lokalizuotų eksitonų emisija.



1 pav. GaAsBi/GaAs kvantinių duobių (QWs) fotoluminescencijos (PL) spektrai užregistruoti esant skirtingai gardelės temperatūrai (PL spektrai sunormuoti ir pastumti vertikaliai).



2 pav. Skirtingo storio GaAsBi/GaAs QW PL smailių padėčių temperatūrinės priklausomybės.

Literatūra

1. M. Usman, et al., Phys. Rev. B 84, 245202 (2011)
2. K. K. Nagaraja et al., Crit. Rev. Solid State 42, 239 (2017)
3. Y. P. Varshni, Physica 34(1), 149 (1967).

ILGAI IŠLIEKANTIS INDUKUOTAS ELEKTRINIS LAUKAS ANGLIES NANOVAMZDELIŲ SLUOKSNIUOSE

Vidmantas Jašinskas¹, Florian Oberndorfer², Tobias Hertel², Vidmantas Gulbinas^{1,3}

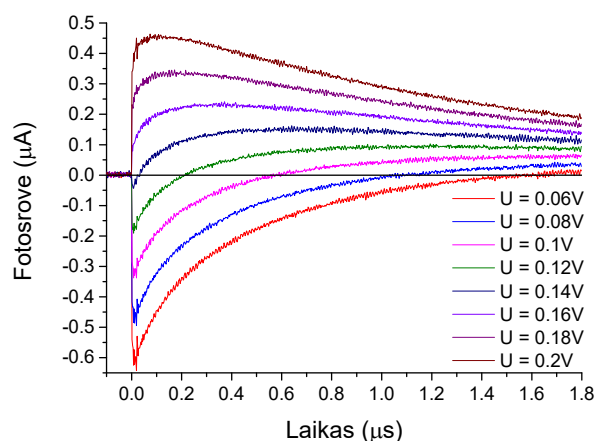
¹ Fizinių ir technologijos mokslų centras, Molekuliųjų darinių fizikos skyrius,
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, Lietuva

² University of Würzburg, Physical Chemistry Department,
Am Hubland, 97074 Würzburg, Germany

³ Cheminės fizikos institutas, Vilniaus universitetas, Saulėtekio al. 9-III, LT-10222 Vilnius, Lietuva
el. p.: vidmantas.jasinskas@ftmc.lt

Vienasieniai anglies nanovamzdeliai (SWCNTs) traukia mokslininkų ir inžinierių dėmesį dėl savo plačiai derinamų elektrinių ir fotoelektrinių savybių. Jie gali būti metalinio tipo arba puslaidininkiniai. Krūvininkų judris šiose nanostruktūrose taip pat priklauso nuo daugelio veiksnių. SWCNTs buvo išbandyti organiniuose Saulės elementuose kaip elektronų akceptorinė medžiaga [1], o taip pat ir kaip elektronų donorinė medžiaga [2]. Ląstelės biologijoje funkcionuoti SWCNTs buvo išbandyti molekuliųjų funkcijų matavimams [3]. O fotoatsako pobūdis infraraudonajame diapazone padaro SWCNTs potencialiai tinkamus naudoti kaip selektyviai šviesą detektuojančią medžiagą [4].

Čia mes pristatome indukuoto elektrinio lauko anglies nanovamzdeliuose efektą. Šis vidinis elektrinis laukas gali būti sukuriamas pridėdam stiprų išorinį elektrinį lauką ir išlieka valandų eilės laiko skalėje, bei yra priešingo poliariškumo nei prieš tai buvęs pridėtas elektrinis laukas. Tokiu būdu anglies nanovamzdelių sluoksnis tarp dviejų vienodo metalo elektrodų įgyja savybę kurti kryptingą elektrinį fotoatsaką ir veikti kaip šviesos detektorius. 1 pav. parodytas tipiškas indukuoto elektrinio lauko anglies nanovamzdelių sluoksniuose efekto pasireiškimas, apšviečiant išoriniu elektriniu lauku paveiktą bandinį femtosekundiniais 1000 nm bangos ilgio lazerio šviesos impulsais. Toks vidinis elektrinis laukas gali būti kompensuotas pridėdamu silpnu priešingos krypties elektriniu lauku (1 pav.). Stiprus tos pačios krypties pridėtas išorinis elektrinis laukas vėl sukuria priešingos krypties ilgai išliekantį vidinį elektrinį lauką.



1 pav. Fotosrovė esant skirtingoms pridėto elektrinio lauko vėrtėms.

Literatūra

1. M. Lanzi, L. Paganin, and D. Caretti, Polymer 49, 4942 (2008).
2. M. J. Shea and M. S. Arnold, Appl. Phys. Lett. 102, 243101 (2013).
3. C. Ménard-Moyon, K. Kostarelos, M. Prato, and A. Bianco, Chemistry & Biology 17, 107 (2010).
4. Q. Zeng, S. Wang, L. Yang, Z. Wang, T. Pei, Z. Zhang, L.-M. Peng, W. Zhou, J. Liu, W. Zhou, and S. Xie, Optical Materials Express 2, 839 (2012).

PUSLAIDININKIŲ JUOSTINĖS STRUKTŪROS CHARAKTERIZAVIMAS NAUDOJANT TERAHERCŲ EMISIJOS SPEKTROSKOPIJĄ

Ričardas Norkus, Andrius Arlauskas, Arūnas Krotkus

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Optoelektronikos skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: ricardas.norkus@ftmc.lt

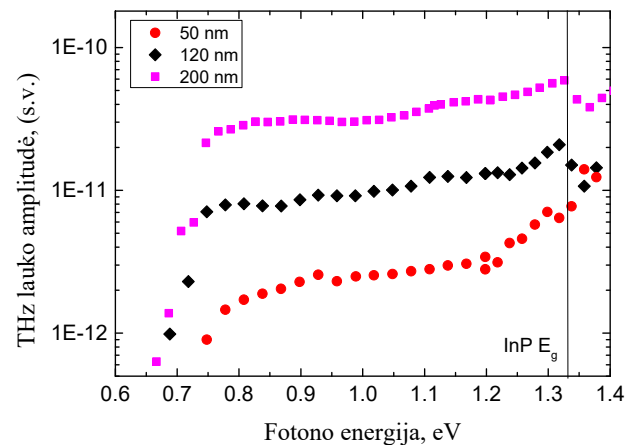
Terahercinės spinduliuotės (THz) emisija iš puslaidininkio paviršiaus naudojant ultratrumpus lazerio impulsus buvo pademonstruota X.C. Zhang [1]. Nuo tada buvo ieškoma efektyviausio puslaidininkio, bei fizikinių THz generacijos priežasčių. Šiuo metu generacija iš paviršiaus skirstoma į keletą tiesinių ir netiesinių efektų. Generacija dėl paviršinio lauko ir foto-Demberio efekto yra tiesiniai reiškiniai. Pastarasis susijęs su elektronų balistiniu judėjimu paviršiuje, kuris priklauso nuo perteklinės elektronų energijos. Kas lemia THz efektyvumo didėjimą naudojant didesnes fotono energijas nei draustinės juostų tarpą. Tačiau šis didėjimas nėra begalinis ir dėl laidumo juostos struktūros gali prasidėti sklaida į šoninius slėnius. Tai sukelia THz generacijos efektyvumo sumažėjimą [2]. Tai leidžia tiesiogiai nustatyti šį puslaidininkio parametą. Šią metodiką galime vadinti THz emisijos spektroskopija (TES). Šiuo būdu taip pat galime nustatyti laidumo juostos trūkį heterosandūroje. Šiuo būdu elektronai yra ribojami erdvėje. Kas mažina THz spinduliuotės efektyvumą kol pasiekama barjero vertė. Naudojant TES galima matuoti keletą juostinės struktūros parametrų. Šios vertės yra svarbios kuriant puslaidininkinius prietaisus ir struktūras, kaip kvantinius kaskadinius lazerius, lauko tranzistorius ar kvantines duobes.

Šiame darbe buvo nagrinėjami InP kristalai. Juose kito paviršiaus kristolografinė orientacija ir legiravimas. Šiuose buvo tyrinėjami generacijos mechanizmai ir išmatuotas spektras [3]. Buvo nustatyta, kad dalis generacijos yra dėl 2 eilės fotolaidumo efekto. Tačiau didžioji dalis generacijos buvo dėl tiesinių efektų. Galiausiai spektre buvo matoma aiški viršūnė. Iš kurios nustatėme žemiausio šoninio laidumo juostos slėnio padėtį 0,75 eV.

Dar vienas TES panaudojimo būdas yra laidumo juostos trūkio nustatymas. Buvo nagrinėjama $\text{Ga}_{0,47}\text{In}_{0,53}\text{As}/\text{AlInAs}$ heterosandūroje užaugintoje ant InP padėklo. Ši struktūra yra pakankamai gerai išnagrinėta, dėl to ją galime laikyti kaip metodikos patikrinimą. Buvo matuoti bandiniai kuriuose kito GaInAs

sluoksnio storis (1 pav.). Kaip minėta prieš tai keičiant sluoksnio storį elektronų vieta erdvėje yra ribojama. Dėl to THz generacijos efektyvumas išauga, kai elektronų perteklinė energija yra didesnė nei laidumo juostos trūkis heterosandūroje. Iš matavimų buvo nustatyta, jog optimalus sluoksnio storis turėtų būti apie 100 nm. Laidumo juostos trūkio vertė yra $0,68\Delta E_g$. Ši vertė gerai sutampa su prieš tai gautomis vertėmis kurios svyruoja nuo $0,7-0,73\Delta E_g$.

Šiame darbe buvo pademonstruota TES metodikos galimybė išmatuoti keletą juostinės struktūros parametrų puslaidininkinėje medžiagoje. Privalumai galėtų būti tai, jog metodas yra bekontaktis, rezultatai matomi tiesiogiai spektre. Trūkumas yra metodo tikslumas, kuris priklauso nuo optinio impulso spektro pločio.



1 pav. $\text{Ga}_{0,47}\text{In}_{0,53}\text{As}/\text{Al}_{0,48}\text{In}_{0,52}\text{As}$ heterosandūros ant InP padėklo THz emisijos spektrai keičiant GaInAs sluoksnio storį nuo 50 iki 200 nm.

Literatūra

1. X C Zhang, B B Hu, J TDarrow and D H Auston Appl. Phys. Lett. 56 1011-1013 (1990)
2. R Adomavičius, G Molis, A Krotkus, and V Sirutkaitis, Appl. Phys. Lett., vol. 87, no. 26, p. 1-3, 2005.
3. R Norkus, A Arlauskas and A Krotkus, Semicond. Sci. Technol. 33 07501 (2018)

MIESTO AEROZOLIO DALELIŲ CHEMINĖS SUDĖTIES SĄRYŠIS SU OPTINĖMIS SAVYBĖMIS

Julija Pauraitė, Kristina Plauškaitė, Vadimas Dudoitis ir Vidmantas Ulevičius

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Aplinkotyros skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: julija.pauraitė@ftmc.lt

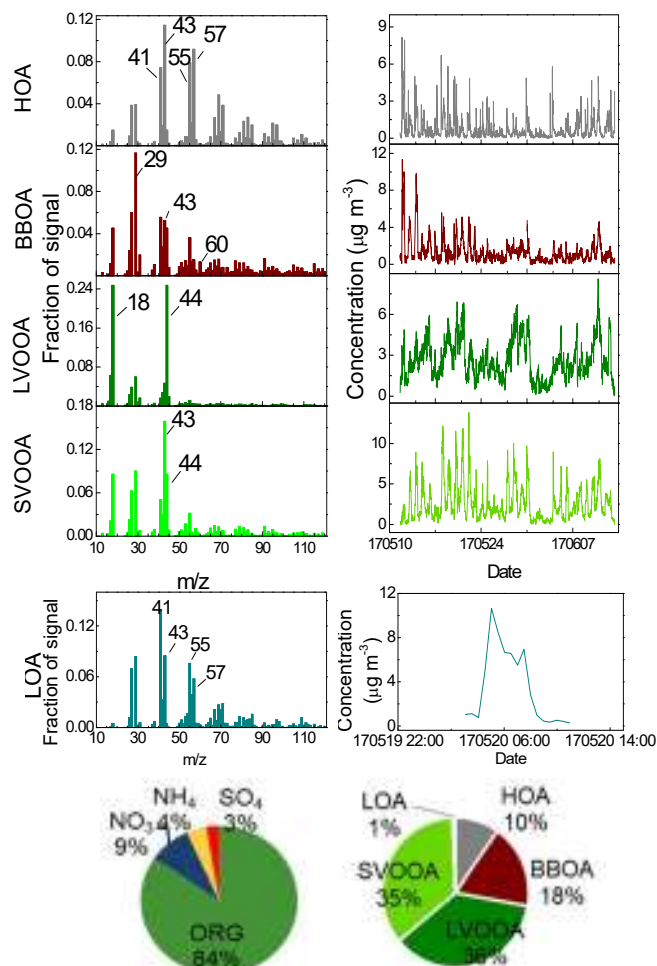
Aerozolio dalelės esančios atmosferoje daro didelę įtaką klimato kaitai ir žmogaus sveikatai. Aerozolio dalelių daroma įtaka priklauso nuo jų cheminės sudėties ir fizikinių savybių (optika ir kt.). Šviesos sugertis ir sklaida yra pagrindiniai optiniai procesai aprašantys sąveiką tarp aerozolio dalelių ir saulės spinduliuotės [1].

Šio tyrimo tikslas buvo išmatuoti aerozolio masės spektrą, identifikuoti pagrindinius organinio aerozolio (OA) šaltinius Vilniaus mieste ir nustatyti, kaip šaltinių nulemta skirtinga aerozolio cheminė kompozicija turi įtakos aerozolio optinėms savybėms.

Siekiant ištirti OA šaltinius ir pagrindines optines savybes Vilniaus mieste buvo atlikta aerozolio cheminės sudėties ir pagrindinių optinių parametrų analizė. Aerozolio cheminės sudėties matavimams buvo naudojamas Aerozolio cheminės sudėties monitorius ACSM. Matavimai buvo atliekami 30 min. intervalu. Juodosios anglies (BC) masės koncentracija buvo matuota Aethalometru su 5 min. intervalu. Sklaidos aerozolio dalelėmis koeficiento matavimai buvo atlikti naudojantis Nephelometru su 5 min. intervalu. Matavimai vyko nuo gegužės 11 iki birželio 14 d. (2017) Vilniaus miesto fone (54°38'36"N, 25°10'58"E).

Matavimų duomenims buvo pritaikyti keli skirtingi modeliai (Teigiamos matricos faktorizavimo (PMF), Zefir ir Aethalometro modeliai). Aethalometro modeliavimo rezultatai parodė, kad Vilniuje vyraavo transporto priemonių kuro deginimo metu susidariusi BC (BC_{tr}). Naudojantis PMF modeliu buvo išskirti 4 OA pagrindiniai šaltiniai (transporto priemonių (HOA), biomasės deginimo (BBOA), mažiau ir daugiau oksiduotos OA (atitinkamai LVOOA ir SVOOA)) bei vienas trumpalaikis ir lokalus šaltinis, kuris buvo stebimas 6 val. nakties metu (gegužės 20 d., nuo 3 iki 8 val.) ir turėjo spektrą artimą HOA (1 pav.). Didžiausią dalį OA sudarė SVOOA ir LVOOA (atitinkamai 35% ir 36%). Tuo tarpu BBOA sudarė 18%, o HOA 10% viso OA (1 pav.). Tiriant optines savybes, buvo pastebėta, kad optinės sugerties koeficientas geriausiai koreliavo su HOA ($r = 0.68$), o sklaidos koeficientas – su 100-300 nm dydžio dalelių skaitine koncentracija. Apskaičiavus papildomus optinius parametrus, tokius kaip sugerties ir sklaidos Angstrems eksponentės (atitinkamai AAE ir SAE) bei pavienės sklaidos Albedo (SSA)

buvo pastebėta, kad priklausomai nuo šaltinio, aerozolio dalelės skirtingai išsidėsto SSA vs SAE plotmėje. Transporto priemonių kuro deginimo metu susidariusios HOA ir BC_{tr} dalelės pasižymėjo mažesnėmis SSA vertėmis ir plataus verčių ruožo SAE vertėmis. Tuo tarpu LVOOA ir antrinės neorganinės aerozolio dalelės pasižymėjo plačiu SSA verčių ruožu, bet didesnėmis SAE vertėmis. Taigi, skirtingos cheminės sudėties aerozolio dalelės būdingos specifinės SSA ir SAE verčių poros.



1 pav. Pagrindiniai OA šaltiniai, jų įnašas į bendrą OA koncentraciją bei bendrą aerozolio dalelių cheminę sudėtį.

Literatūra

1. M. Z. Jacobson, "Strong radiative heating due to the mixing state of black carbon in atmospheric aerosols" *Nature*, vol. 409, no. 6821, 2001.

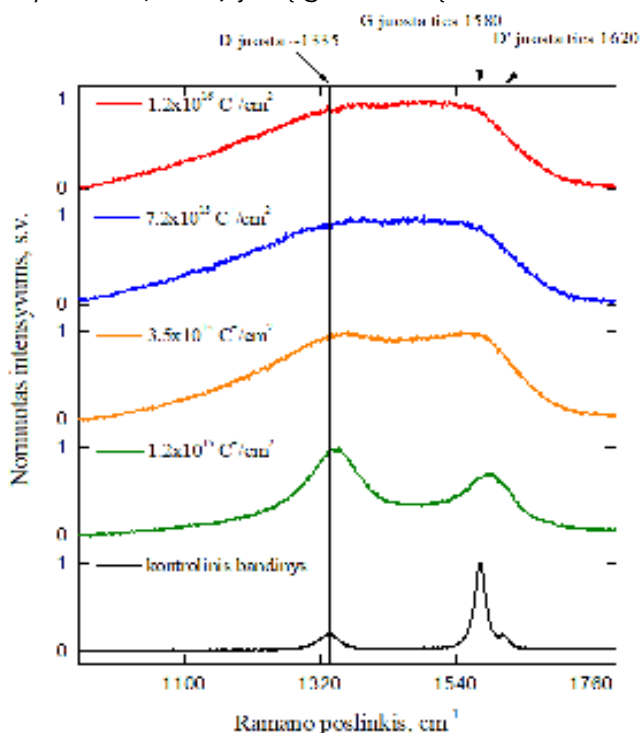
$^{12}\text{C}^+$ JONAIŠ IMPLANTUOTO BEI TERMIŠKAI APDOROTO RBMK GRAFITO MORFOLOGIJOS TYRIMAS RAMANO SPEKTROSKOPIJOS METODU

Elena Lagzdina, Danielius Lingis, Artūras Plukis, Rita Plukienė, Mindaugas Gaspariūnas, Ieva Matulaitienė, Vitalij Kovalevskij, Gediminas Niaura, Vidmantas Remeikis

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Branduolinių tyrimų skyrius
Savanorių pr. 231, LT-02300 Vilnius, el. p.: elena.lagzdina@ftmc.lt

Grafitas RBMK, UNGG, Magnox bei HTR tipo reaktoriuose atlieka moderatoriaus bei reflektoriaus funkciją. Greitieji neutronai sąveikauja su grafito konstrukciniais elementais, sukeldami atominio lygio bei mikrostruktūrinius defektus. Šie defektai ilgai gali nulemti grafito savybių pokyčius, o taip pat aktyvacijos produktų pasiskirstymą grafito matricoje. Siekiant ištirti neutronų sąveikos su grafito kristaline gardele mechanizmus atliekami grafito struktūros morfologiniai tyrimai.

Neutronų poveikis grafito kristalinei gardelei gali būti imituotas atliekant jonų implantaciją, tinkamai parinkus jonų implantavimo parametrus – jonų tipą, energiją bei srautą [1]. Atsižvelgus į tai, jog RBMK-1500 reaktoriuje sukuriama atitransformuota vidutinė energija lygi 650 keV, šiame darbe RBMK klotinio grafito bandiniai implantuoti 700 keV $^{12}\text{C}^+$ jonais naudojant Tandetron 4110A (*General Ionex Corporation, USA*) jonų greitintuvą.



1 pav. 700 keV $^{12}\text{C}^+$ jonais implantuoto grafito struktūros kaita priklausomai nuo jonų įtėkio.

Grafito struktūros pokyčiai vertinti atliekant bandinių paviršiaus Ramano spektroskopinius matavimus. Pažaidų dinamika atlikus implantavimą skirtingu jonų įtėkiu – 1.2×10^{15} , 3.5×10^{15} , 7.2×10^{15} , bei 1.2×10^{16} jonų/cm² pavaizduota 1 pav.

Kontrolinio bandinio spektre G juostos pusplotis (FWHM) lygus maždaug 21 cm⁻¹, o I_D/I_G santykis – 0.18. Tai atitinka nešvitinto polikristalinio branduolinio grafito savybes, kur FWHM lygus maždaug 20 cm⁻¹, o I_D/I_G santykis žemiau 1 [2]. Didėjant jonų įtėkiui G juostos intensyvumas mažėja, o G juostos intensyvumas didėja. Tai parodo kristalų dydžio L_a mažėjimą polikristalinėje grafito struktūroje. Esant didesniai nei 3.5×10^{15} jonų/cm² įtėkiui stebima viena plati D3 juosta ties maždaug 1500 cm⁻¹ parodanti amorfinės struktūros susiformavimą.

RBMK-1500 reaktoriuje palaikoma ~500 °C temperatūra, todėl siekiant įvertinti grafito struktūros dinamiką aukštatemperatūrinėje aplinkoje, 700 keV $^{12}\text{C}^+$ jonais implantuoti bandiniai atkaitinti 400, 600 bei 800 °C temperatūroje po 5h. Didėjant atkaitinimo temperatūrai visuose bandiniuose stebimas D3 juostos intensyvumo mažėjimas, o tai reiškia amorfinės anglies kiekio mažėjimą. Atlikus terminį apdorojimą didžiausia FWHM_G vertė stebima esant 1.2×10^{16} jonų/cm² įtėkiui, tačiau didėjant temperatūrai tiek I_D/I_G santykio, tiek FWHM_G vertės mažėja, o tai rodo rekristalizacijos procesą. Esant žemesniai nei 7.2×10^{15} jonų/cm² įtėkiui galimas pilnas struktūros atsistatymas, nors skirtinguose bandiniuose jis nėra tolygus.

Literatūra

1. N. Galy, N. Toulhoat, N. Moncoffre, Y. Pipon, N. Béreard, M.R. Ammar, P. Simon, D. Deldicque, P. Sainsot, Ion irradiation to simulate neutron irradiation in model graphites: Consequences for nuclear graphite, Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms. 409 (2017) 235–240.
2. A.N. Jones, L. McDermott, B.J. Marsden, The Characterization of Irradiation Damage in Reactor Graphite Using High Resolution Transmission Electron Microscopy and Raman Spectroscopy, MRS Proc. 1475 (2012) 101–106.

ORGANINIŲ SCINTILIATORIŲ NAUDOJIMAS JONIZUOJANČIOSIOS SPINDULIUOTĖS DALELIŲ DETEKCIJAI

Jevgenij Garankin

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Branduolinių tyrimų skyrius
Savanorių pr. 231, LT-02300, Vilnius, el. p.: jevgenij.garankin@ftmc.lt

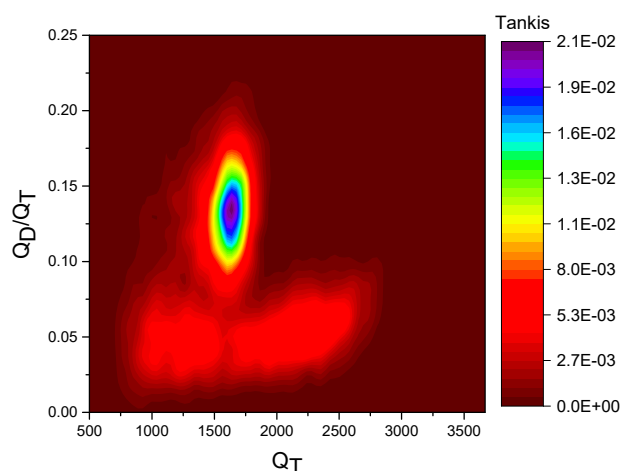
Scintiliatoriniai jonizuojančiosios spinduliuotės detektoriai užima didelę dalį jonizuojančiosios spinduliuotės detektorių rinkos. Puslaidininkiniai detektoriai dažniausiai turi geresnę spektrinę skyrą, tačiau jų „mirties laikas“ yra didelis, dėl gana didelio krūvio ištraukimo iš kristalo laiko. Laikinė puslaidininkinių detektorių skyra skaičiuojama mikrosekundėmis, tuo tarpu organinių scintiliatorių nanosekundėmis.

Organinių scintiliatorių pagrindinis pranašumas yra galimybė atskirti jonizuojančiosios dalelės prigimtį, naudojant šviesos impulso atsako laikinę analizę. Dėl šios savybės, organinis scintiliatorinis detektorius gali būti naudojamas kaip dalelių spektro ir prigimties nustatymo priemonė nekeičiant detektoriaus fizinių ir cheminių parametrų.

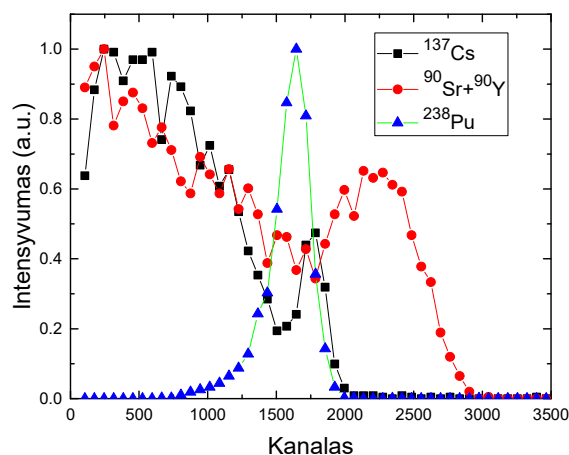
Šio darbo tikslas yra ištirti naujų organinių scintiliatorių galimybes, matuojant spektrus ir atskiriant daleles pagal jų prigimtį. Palyginti rezultatus su skaitmeninių būdų sukurtais teoriniais modeliais. Spektrai gauti naudojant tiriamus organinius scintiliatorius lyginami su pramoniniais scintiliatoriais gautais spektrais.

Dalelių atskyrimo kokybei vertinti naudotas FOM faktorius, kuris parodo smailių išskyrimo grafike kokybę. Detektorių šviesos išeigos vertinimui naudoti surinkto iš detektoriaus krūvio integralų palyginimai. Spektrinei skyrai nustatyti naudoti spektro kokybės parametrai t.y. smailės pozicija spektre ir smailės FWHM (smailės plotis ties jos intensyvumo viduriu).

Gauti rezultatai parodė, kad tiriamos medžiagos yra tinkamos jonizuojančiosios spinduliuotės detektorių gamybai.



1 pav. α ir β dalelių uždelstosios fluorescencijos integralo santykio su viso impulso integralu (Q_D/Q_T) priklausomybės nuo viso impulso integralu (Q_T) naudojant PEN (Polietileno naftalatas) detektorių. Slėnis esantis žemiau atsiranda dėl β dalelių poveikio, slėnis esantis aukščiau – α .



2 pav. Jonizuojančiosios spinduliuotės dalelių spektrai, gauti naudojant PEN scintiliatorinį detektorių. Jonizuojančiosios spinduliuotės šaltiniai: ^{137}Cs – β ir γ , $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ – β , ^{238}Pu – α dalelės.

BRANDUOLINĖJE MEDICINOJE NAUDOJAMŲ RADIONUKLIDŲ MATAVIMO PRIEMONIŲ KOKYBĖS KONTROLĖS IR PALYGINAMŲJŲ MATAVIMŲ REZULTATAI

Kirill Skovorodko, Arūnas Gudelis

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Metrologijos skyrius
Savanorių pr. 231, LT-02300 Vilnius, el. p.: kirill.skov@gmail.com

Branduolinėje medicinoje pacientams skiriamo radiofarmacinių preparatų aktyvumo tikslumas (diagnostinė ar terapinė dozė) priklauso nuo rutininių kokybės kontrolės matavimų ir reguliaraus nacionalinio etalono laboratorijos atliekamo metrologinio patikrinimo bei kalibravimo. Diagnostikoje dažniausiai naudojami radionuklidai (F-18, Tc-99m, I-123) pasižymi labai trumpa pusėjimo trukme, todėl norint patikrinti ir sukalibruoti radionuklidų kalibratorius, tinkamiausias būdas – palyginamieji matavimai su antriniu dozės kalibratoriumi, kuris sukalibruotas užtikrinant metrologinę sietį su nacionaliniu radionuklidų aktyvumo vieneto etalonu (Capintec CRC-15R ir Fidelis).

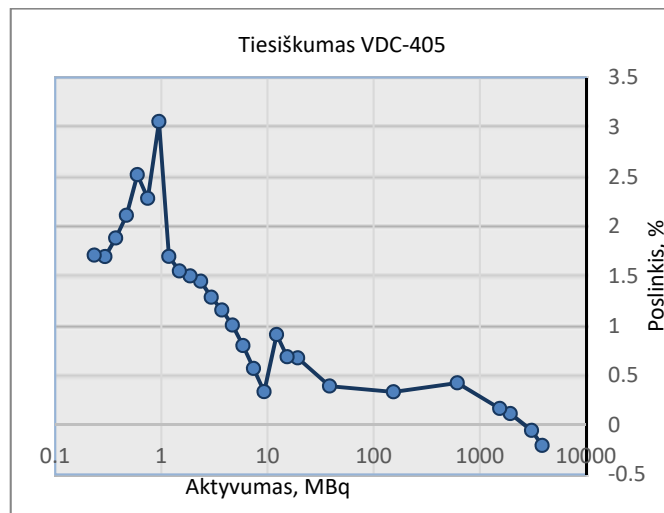
Šio tyrimo tikslas – atlikti trijų radionuklidų kalibratorių (Veenstra VDC-404, VDC-405 ir PITAGORA), naudojamų Vilniaus Universiteto ligoninėje Santaros klinikos, palyginamuosius matavimus, išmatuoti jų parametrus ir ištirti jų ilgalaikį atsaką į Cs-137 kalibracinį šaltinį.

Palyginamųjų matavimų metu, radionuklidų kalibratoriams buvo nustatyta matavimo neapibrėžtis priklausomai nuo radionuklido ir geometrijos (1 lentelė).

Atlikus tiesiškumo, tikslumo, pastovumo ir geometrijos atsako testus trims aktyvumo kalibratoriams, nustatyta, kad poslinkis neviršija dydžių, nurodytų Lietuvos higienos normoje 77:2015 [1]. Tiesiškumo pavyzdys pateiktas 1 pav.

Tyrimų rezultatai yra svarbūs vertinant diagnostinės įrangos fizinius parametrus, tokius kaip: erdvinė skiriama geba, sistemos netolygumas, standartizuota kaupimo vertė analizuojant pacientų gautų dozių tikslumą ir užtikrinant kokybės kontrolę, vadovaujantis vietiniais ir tarptautiniais reikalavimais [1; 2]. Atsižvelgus į paskelbtus C. S. Vergas rezultatus, būtų prasminga atlikti palyginamuosius matavimus visų radionuklidų kalibratorių, naudojamų Lietuvos ligoninėse. Tokių tyrimų pagrindinis tikslas yra patikrinti radionuklidų kalibratorių (kartais taip pat vadinamų dozės kalibratoriais) tiesiškumą matuojant jų atsaką fiksuotose geometrijose kintant skirtingų radionuklidų aktyvumui, nes matavimo neapibrėžtis gali viršyti 10-20% [3].

1 lentelė. Palyginamieji dozių kalibratorių matavimai		
Radionuklidas ir geometrija	Neapibrėžtis (%), $k=2$	Dozės kalibratorius
Tc-99m (P6)	1,5	Veenstra VDC-404
Tc-99m (švirkštas)	1,2	Veenstra VDC-404
Cs-137 (P6)	0,7	Veenstra VDC-404
I-123 (P6)	3,5	Veenstra VDC-404
Tc-99m (P6)	1,5	Veenstra VDC-405
Tc-99m (švirkštas)	1,3	Veenstra VDC-405
Cs-137 (P6)	0,8	Veenstra VDC-405
F-18 (P6)	1,3	PITAGORA
Cs-137 (švirkštas)	0,7	PITAGORA
Cs-137 (P6)	0,7	PITAGORA



1 pav. Radionuklidų kalibratoriaus VDC-405 tiesiškumas matuojant ^{99m}Tc aktyvumą ruože nuo 4 GBq iki 0,2 Mbq.

Literatūra

1. Lietuvos HN 77:2015 „Radiacinė sauga branduolinėje medicinoje“, 2002 m. gruodžio 17 d. įsakymu Nr. 642.
2. Gadd R, Baker M, Nijran KS. And ect. Protocol for establishing and maintaining the calibration of medical radionuclide calibrators and their quality control. Measurement Good Practice Guide No. 93, Teddington, Middlesex, UK: National Physical Laboratory (NPL), May 2006.
3. C. S. Vergas, and etc. Intercomparison of ^{99m}Tc , ^{18}F and ^{111}In activity measurements with radionuclide calibrators in Belgian hospitals, Physica Medica 45 (2018).

NEUTRONŲ SUKURTŲ TAŠKINIŲ DEFEKTŲ VERTINIMAS RBMK-1500 REAKTORIAUS GRAFITE

Danielius Lingis, Elena Lagzdina, Artūras Plukis, Rita Plukienė, Vidmantas Remeikis

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Branduolinių tyrimų skyrius
Savanorių pr. 231, LT-02300 Vilnius, el. p.: danielius.lingis@ftmc.lt

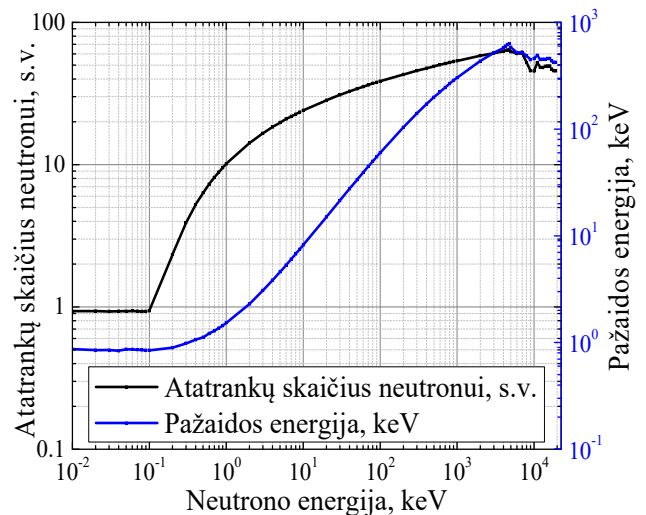
Grafitas yra vienas iš pagrindinių konstrukcinių elementų dujomis aušinamuose, RBMK ir HTR tipo reaktoriuose, kuriuose jis naudojamas kaip neutronų lėtiklis ir reflektorius. Neutronams sąveikaujant su grafitu, jo kristalo gardelėje dėl elastinės ir neelastinės neutronų sklaidos susidaro pirminės atomų atatrunkos (angl. *primary knock-on atom, PKA*). Šie atomai dažnai turi pakankamai energijos išmušti kitus anglies atomus iš grafito gardelės ir susidaro išmušimų kaskados – medžiagoje atsiranda daug taškinių defektų. Esant pakankamai dideliame pažeidimų kiekiui taškiniai defektai gali jungtis vienas prie kito ir sudaryti linijinius ar tūrinius defektus, dėl kurių gali pakisti kristalo struktūra. Vienas iš pagrindinių dydžių, nusakančių taškinių defektų kiekį medžiagoje, yra išmušimų skaičius medžiagos atomui (angl. *displacement per atom, DPA*). Siekiant įvertinti grafito struktūrinius pokyčius dėl neutronų spinduliuotės, būtina įvertinti sukuriamų taškinių defektų tipą ir kiekį.

Šiame darbe naudojami GEANT4 ir MCNP6 programiniai paketai reaktoriaus aktyviajai zonai modeliuoti. Gauti neutronų ir atatrunkų energiniai ir erdviniai pasiskirstymai naudojami SRIM2013, NJOY2016 ir SPECTRA- PKA programiniuose paketuose tolimesniam pažeidimų įvertinimui. Pažeidimas vertinamas pagal Norgett-Robinson-Torrens (NRT) modelį [1]. Pagal šį modelį, vieno pirminio išmušimo sukuriamų taškinių defektų skaičius:

$$N = \frac{T_{dam}}{2,5E_d}; \quad T_{dam} = \frac{T}{R}, \quad (1)$$

kur T_{dam} yra pažeidimo energija (kinetinė atatrunkos energija T modifikuota Robinsono funkcijos R [1]), E_d yra slenkstinė išmušimo energija, kuri grafitui yra 28 eV.

Kai neutrono energija viršija 5 MeV, vyksta neelastinė sklaida. Jos metu neutrono energija sumažėja vidutiniškai 60 %, kai tuo tarpu elastinės sklaidos metu – 15 %. Dėl po sklaidos esančios mažesnės neutrono energijos gaunamas mažesnis atatrunkų skaičius ir mažesnė pažeidimo energija (1 pav.). Neutrono slenkstinė energija sukurti atatrunką dėl elastinės sąveikos siekia apie 80 eV. Žemiau šios energijos atatrunkos susidaro tik dėl radiacinės neutrono pagavos, o priklausomybė nekinta mažėjant energijai.



1 pav. Santykinio atatrunkų skaičiaus neutronui ir pažeidimo energijos priklausomybė nuo neutrono energijos.

Vienoje reaktoriaus kolonoje pažeidimų skaičius sumažėja 2 kartus tolygiau nuo kuro elementų – dėl mažesnės neutronų energijos sukuriamas mažiau pažeidimų. Vidutinė pažeidimų sparta reaktoriaus grafite siekia $1.63 \cdot 10^{-8}$ DPA/s., arba 0,51 DPA per metus esant $1.36 \cdot 10^{14}$ n/cm²s neutronų srautui. Kituose grafitiniuose reaktoriuose pažeidimų vertė per metus siekia nuo 0,1 iki 1,0 DPA [2]. Pagal šią metodiką buvo įvertintas pažeidimų kiekis GT-MHR reaktoriaus aktyviosios zonos grafite siekia $2,4 \cdot 10^{-8}$ DPA/s, arba 0,76 DPA per metus pažeidimų esant $8,1 \cdot 10^{13}$ n/cm²s neutronų srautui. Šis palyginimas rodo, kad būtina atsižvelgti ne tik į neutronų srautą, bet ir energinį pasiskirstymą. Atominio lygmens pažeidimai grafite pradedami pastebėti nuo 0,25 DPA [3], tačiau dėl reaktoriuje esančios aukštos darbinės temperatūros (500°C) didžioji dalis susidariusių pirminių defektų anihiliuoja tarpusavyje be žymių struktūrinių pokyčių grafite.

Literatūra

1. M.J. Norgett, M.T. Robinson, I.M. Torrens, A proposed method of calculating displacement dose rates, Nucl. Eng. Des. 33 (1975) 50–54.
2. W. Windes, T. Burchell, R. Bratton, Graphite Technology Development Plan, Idaho Falls, 2007.
3. R. Uric, Irradiation Creep in Graphite, Final Report of Project No. 09-794, INL, 2015.

ANTROPOGENINĖS ^{14}C TARŠOS VETINIMAS IGNALINOS ATOMINĖS ELEKTRINĖS APLINKOJE

Algirdas Pabedinskas, Žilvinas Ežerinskis, Evaldas Maceika, Justina Šapolaitė,
Laurynas Butkus, Vida Juzikienė, Rūta Druteikienė, Vidmantas Remeikis

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Branduolinių tyrimų skyrius
Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius, el. p.: algirdas.pabedinskas@ftmc.lt

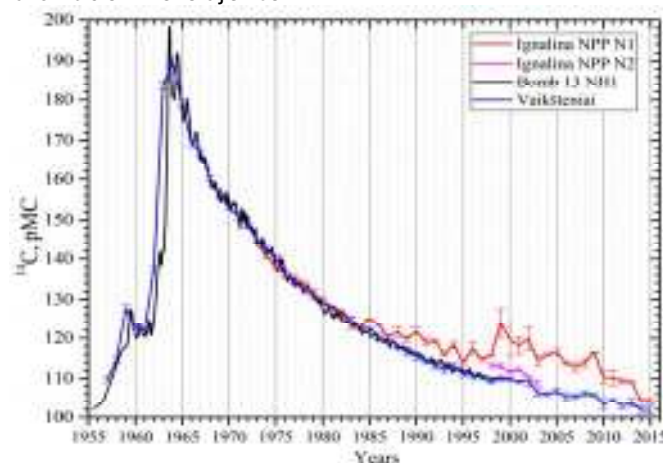
Radioanglis – tai vienas iš daugelio radioaktyvių ilgaamžių radionuklidų kurių esama mūsų aplinkoje. Dažnai radioanglis susilaukia nepagrįstai mažai dėmesio dėl savo natūralios koncentracijos atmosferoje, biosferoje ir vandenynuose. Radioanglis priskiriama ilgaamžiams radionuklidams, nes jos pusėjimo trukmė yra 5730 ± 30 metų. Natūraliu būdu radioanglis susidaro viršutiniuose Žemės atmosferos sluoksniuose iš azoto ir kosminės spinduliuotės sukurtos neutroninės spinduliuotės. Tačiau pastarasis šimtmetis buvo unikalus Žemės istorijoje. Po 1950 metais pradėtų branduolinių ginklų testavimų į atmosferą buvo išmesti milžiniški kiekiai radioanglies (220 PBq) [1]. Ši radioanglies tarša pasklido visame pasaulyje. Tačiau į branduolinės industrijos įtaka atsižvelgiama menkai, nes tai sukuria tik lokalius efektus. Skirtingo dizaino branduoliniai reaktoriai į aplinką išmeta nevienodus kiekius radioanglies. BWR ir PWR reaktoriai išmeta santykinai nedidelius ^{14}C kiekius karbonatų pavidalu. Daugiausiai radioanglies pagamina RBMK ir CANDU dizaino reaktoriai. Pastarieji į aplinką išskiria CO_2 dujas kuriose yra aptinkami santykinai dideli ^{14}C kiekiai. ^{14}C radionuklidas branduoliniame objekte susidaro dėl neutroninės spinduliuotės sąveikos su deguonimi (^{17}O), azotu (^{14}N) ir anglimi (^{13}C). Todėl labai svarbu mus supančioje aplinkoje atskirti natūralius ir antropogeninius radioanglies šaltinius, nes tai suteikia svarbios informacijos pritaikant radioanglį aplinkos ir klimato kaitos moksliniuose tyrimuose, bei įvertinant papildomą apsvitą dėl ^{14}C emisijos.

Kadangi vykstant fotosintezai augalai iš atmosferos įsisavina radioanglį, medžių rievų analizė yra veiksminga branduolinių objektų veikimo sąlygų stebėjimo priemonė. Todėl šiame darbe siekiama preliminarai įvertinti Ignalinos atominės elektrinės lemtą ^{14}C koncentracijos padidėjimą ir to sukuriamus efektus.

To siekiant buvo surinkti daugiau nei 60 medžių ėminiai iš antropogeniškai neužterštose vietovės (Vaikšteniai) ir tiriamosios vietovės šalia Ignalinos branduolinės elektrinės. 12 geriausių ėminių buvo fiziškai ir chemiškai apdoroti laboratorijoje, iš jų buvo paruošti daugiau nei 400 rievų bandiniai. Kiekvienas bandinys buvo chemiškai apdorotas taikant BABAB (angl. *base – acid – base – acid – bleach*) celiuliozės išskyrimo

metodą [2]. Galutiniam bandinių paruošimui buvo naudojama grafitizavimo sistema AGE-3 (IonPlus AG), kuri sujungta su elementiniu analizatoriumi (Vario Isotope Select, Elementar, GmbH). ^{14}C koncentracijos matavimai atlikti naudojant vienos pakopos greitintuvo masių spektrometrą (SSAMS, NEC, USA).

Atlikti ^{14}C koncentracijos matavimai, suteikia svarbios informacijos apie Ignalinos atominės elektrinės taršą radioanglimi ir leido įvertinti lokalių ^{14}C koncentracijos pokytį didėjant atstumui nuo branduolinio objekto.



1 pav. Antropogeninės radioanglies taršos skirtingu atstumu nuo Ignalinos AE ir foninės vietovės Vaikštenių matavimo rezultatai.

Gautieji rezultatai atskleidžia, kad viso Ignalinos AE darbo periodo metu, branduolinis objektas į aplinką išmetė ^{14}C anglį, kuri lokalią ^{14}C koncentraciją padidino 3-7 proc. per eksploatacinį laikotarpį. Priklausomybės nuo atstumo rezultatai parodo, kad atstumui padidėjus apie 3 kartus, radioanglies koncentracija sumažėja priartėdama prie natūralaus fono.

Reikšminiai žodžiai: radioanglis, ^{14}C , celiuliozė, Ignalinos atominė elektrinė.

Literatūra

- Choppin, G.R.; Liljenzin, J.O. and Rydberg, J. Radiochemistry and Nuclear Chemistry, 3rd edition, Butterworth-Heinemann, 2002.
- M. Nemec, L. Wacker, I. Hajdas, ir H. Gäggeler, Alternative Methods for Cellulose Preparation for Ams Measurement, Radiocarbon, 52(2) 1358-1370, 2010.

POLIETILENO IR POLIPROPILENO GAMINIŲ SPECIFINĖS MIGRACIJOS TYRIMAI

Toma Petrulionienė, Evaldas Naujalis

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Metrologijos skyrius
Lukiškių g. 9, LT-01108 Vilnius, el. p.: toma.petrulioniene@ftmc.lt

Pastaruoju metu vis labiau didėja susidomėjimas plastikų tyrimais. Dėl kai kurių cheminių ir fizikinių savybių plastikai naudojami labai plačiai. Dėl cheminio stabilumo, atsparumo ir mažo tankio polipropilenas (PP) ir polietilenas (PE) yra plačiausiai naudojami plastikai. Siekiant gaminti kuo patrauklesnių savybių gaminius, gamybos metu į plastikus dedama priedų – plastifikatorių, stabilizatorių, antioksidantų, pigmentų ir kitų priedų. Tačiau dauguma priedų gali migruoti iš gaminio į maistą eksploatavimo metu.

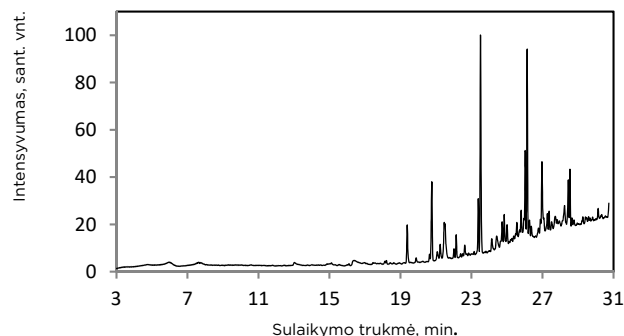
Šiuo metu Europoje plastikų saugumas reglamentuojamas keliais teisės aktais: 2011 m. sausio 14 d. Komisijos reglamentu (ES) Nr. 10/2011 dėl plastikinių medžiagų ir gaminių, skirtų liestis su maisto produktais, kuris aprašo plastiko gaminių bendrosios ir specifinės migracijos tyrimų sąlygas ir norminį reglamentavimą, ir 1994 m. gruodžio 20 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 94/62/EB dėl pakuočių ir pakuočių atliekų, kuri aprašo plastiko pakuočių ir jų atliekų tvarkymo nacionalines priemones, siekiant užtikrinti aukštą aplinkosaugos lygį.

Šiame darbe plastiko gaminiai, pagaminti iš PP ir PE, buvo tiriami keliais metodais. Polimerinių gaminių identifikavimas buvo atliekamas naudojant gesinamo visiško vidinio atspindžio Fourier transformacijos infraraudonąją spektroskopiją (ATR-FTIR). Lakių ir vidutiniškai lakių organinių junginių analizė buvo atliekama naudojant termodesorbciją su dujų chromatografija ir masių spektrometrija (TD-GC/MS). Metalų (Pb, Cd, Cr ir Hg) analizė atlikta naudojant atominės absorbcijos spektrometrija (AAS).

Lakių ir vidutiniškai lakių organinių medžiagų identifikavimui PP ir PE gaminiai buvo smulkinami iki $-0,2 \text{ cm} \times 1,0 \text{ cm}$ dydžio gabalėlių ir kemšami į stiklinius vamzdelius, kurie naudojami termodesorbcijai. Tyrimų metu optimizuotos termodesorbcijos ir chromatografinės sąlygos. Termodesorbcija vykdoma 60 min, mėginį kaitinant 80°C ir palaikant 60 mL/min He dujų srautą. Gaudyklė vėsinama iki -15°C . Sistemos temperatūra – 240°C . Naudota *Rtx®-1 w/Integra-Guard®* (*Crossbond®* 100 % dimetilpolisiloksanas) kolonėlė (60 m $\times$ 0,32 mmID $\times$ 1 μm df), esant 2,7 mL/min He dujų srauto greičiui.

Temperatūrinė programa: pradinė temperatūra 40°C , laikoma 10 min.; $5^\circ\text{C}/\text{min}$ greičiu keliama iki 125°C ; $30^\circ\text{C}/\text{min}$ greičiu keliama iki 240°C ir paskui laikoma dar 5 min. Buvo atliekamas masių skenavimas 40-400 m/z intervale.

Atliktos kokybinės analizės metu, naudojantis *NIST MS Search 2.0* bibliotekos duomenimis, nustatyti pagrindiniai potencialūs migrantai. Gautos PE dažnai pasitaikančios chromatogramos pavyzdys pateiktas 1 pav.



1 pav. Tipinė PE chromatograma.

Pb, Cd ir Cr kiekių nustatymui naudota grafitinė krosnis ir Hg nustatymui hidridinis garų generatorius. Naudotų argono dujų slėgis – 0,35 MPa. Deuterio lempa naudota fono korekcijai, o deuterio tuščiavidurės katodinės lempos – matavimams. Bangos ilgiai Pb, Cd, Cr ir Hg atitinkamai buvo 283,3 nm, 228,8 nm, 357,9 nm ir 253,7 nm.

Šiame darbe taip pat aptarti PP ir PE pakuotėse aptiktų potencialių migrantų šaltiniai, naudojantis naujausia publikuota cheminių medžiagų, susijusių su plastikiniais gaminiais duomenų baze [1], kurie gali būti siejami su priedų, kurie naudojami plastikų gamybos metu, migracija, skilimo šalutiniais produktais, su natūraliais plastikų senėjimo veiksniais bei plastiko laikymo ir naudojimo sąlygomis.

Literatūra:

- [1] Ksenia J Groh et. al. Chemicals associated with plastic packaging: Inventory and hazards. DOI:10.7287/peerj.preprints.27036v1

Au NANODALELIŲ, NUSODINTŲ ANT ANGLIES PAVIRŠIAUS NAUDOJANT SKIRTINGUS REDUKTORIUS, ELEKTROKATALIZINIO AKTYVUMO GLIUKOZĖS OKSIDACIJAI PALYGINIMAS

Daina Upskuvienė, Jūratė Vaičiūnienė, Algirdas Selskis, Loreta Tamašauskaitė-Tamašiūnaitė, Eugenijus Norkus

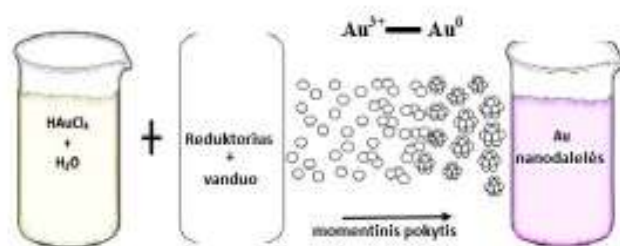
Fizinų ir technologijos mokslų centras, Katalizės skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: daina.upskuviene@ftmc.lt

Tauriųjų metalų nanodalelių sintezė per pastaruosius dešimtmečius buvo svarbi mokslinių tyrimų tema. Tarp žinomų koloidinių nanodalelių nano dydžio aukso (Au) dalelės yra plačiai tyrinėjamos dėl jų optinių, spektroskopinių ir katalizinių savybių. Jos yra naudojamos įvairiose srityse: biomedicinoje, elektronikoje, optikoje, biosensorių ir kuro elementų gamyboje.

Vykdamas Au nanodalelių sintezes, siekiama panaudoti įvairius reduktorius ir priedus, kurie padėtų kontroliuoti nanodalelių dydį ir formą. Standartinis ir ypač populiarus Au nanodalelių sintezės metodas yra Turkevich metodas, kitaip dar vadinamas „Citrato redukcijos metodu“. Yra teigiama, kad trinatrio citrato ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) buvimas keičia sistemos pH ir veikia Au nanodalelių dydį ir jų išsidėstymą. Šiai reakcijai, kaip ir daugumai cheminių reakcijų, reikia aukštesnės temperatūros. Tačiau reduktoriumi naudojant gliukozės ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) ir askorbo rūgšties ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) mišinį reakcija vyksta kambario temperatūroje. Dėl askorbo rūgšties antioksidacinių savybių Au nanodalelių susidarymo procesas tampa greitas ir veiksmingas.

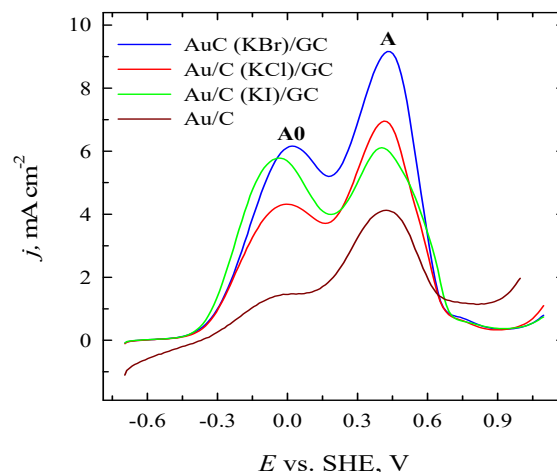
Šiame tyrime Au nanodalelių gavimui buvo panaudotas modifikuotas Turkevich metodas. Pirmiausia koloidinės Au nanodalelės buvo redukuotos iš Au^{3+} (HAuCl_4) iki Au^0 , reduktoriumi naudojant trinatrio citratą ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ir halogenidų (KBr, KCl ir KI) priedus. Vėliau, gautos Au nanodalelės buvo nusodintos ant anglies ir N-dopuotos anglies paviršių adsorbcijos metodu. Antru atveju, Au nanodalelės taip pat buvo nusodintos ant skirtingų anglies paviršių adsorbcijos metodu, reduktoriumi naudojant gliukozės bei askorbo rūgšties mišinį ir halogenidų priedus (1 pav.).

Au nanodalelių dydis, forma ir sudėtis buvo nustatyta, naudojant Lauko Emisijos Skenuojančios Elektronų Mikroskopijos (FESEM) ir Indukuotos Plazmos Optinės Emisijos Spektrometrijos (ICP-OES) metodus.



1 pav. Au nanodalelių sintezės schema.

Nustatyta, kad priklausomai nuo naudoto reduktoriaus ant anglies nusėda 19 – 47 nm dydžio Au nanodalelės. Gautų Au nanodalelių elektrokatalizinis aktyvumas buvo tirtas gliukozės oksidacijos reakcijai šarminėje terpėje, naudojant ciklinę voltamperometriją (2 pav.).



2 pav. Anodinio skleidimo voltamperogramos Au/C, Au/C (KBr), Au/C (KCl) ir Au/C (KI) (10-ti ciklai) katalizatorių, gautų reduktoriumi naudojant gliukozės ir askorbo rūgšties mišinį bei halogenidų priedus, užrašytos 0,1 M NaOH + 0,1 M gliukozės tirpale, esant skleidimo greičiui 50 mV s⁻¹.

Au nanodalelės, nusodintos ant anglies pagrindo, naudojant halogenidų priedus bei gliukozės ir askorbo rūgšties mišinį reduktoriumi, pasižymi ženkliai didesniu kataliziniu aktyvumu nei Au nanodalelės, nusodintos ant anglies pagrindo, nenaudojant halogenidų priedų.

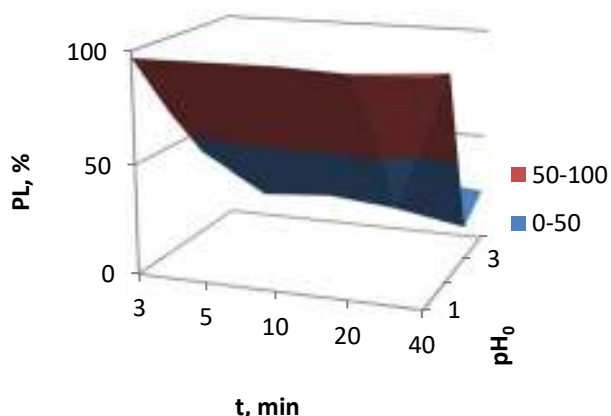
ANIJONINIŲ IR KATIJONINIŲ TERŠALŲ ŠALINIMAS NEORGANINIŲ GAMTINĖS KILMĖS SORBENTU

Edita Zubrytė, Audronė Gefenienė, Danutė Kaušpėdienė

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Cheminių technologijų skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: edita.zubryte@ftmc.lt

Anodavimo metu aliuminio paviršius pasidengia unikalios struktūros poringu aliuminio oksido sluoksniu, kurio porose nusodinami organiniai ar neorganiniai dažikliai [1]. Dažant skirtingų spalvų dažais, galima gauti norimos spalvos gaminius, naudojamus įvairiose pramonės šakose. Po aliuminio dažymo susidaro spalvotos nuotekos, kurių sudėtyje yra ir aliuminio jonų. Jie gali turėti neigiamą poveikį žmonių ir gyvūnų sveikatai ir yra siejami su įvairiomis ligomis: Parkinsono demencija, Alzheimerio liga ir kt. [2]. Dažikliai iš nuotekų taip pat turi būti pašalinti. Teršalams šalinti taikomi įvairūs metodai, vienas iš jų – adsorbicija įvairiais sorbentais [3].

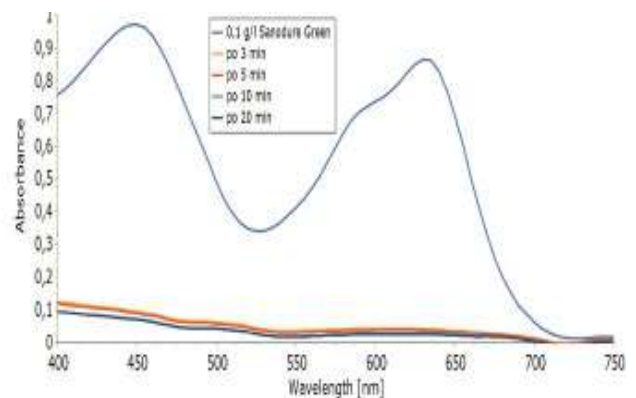
Šiame darbe naudotas sorbentas – tai neorganinės atliekos, susidaranti geriamojo vandens ruošimo metu. Šiomis miltelių pavidalo atliekomis buvo valomi modeliniai chromo kompleksinio dažiklio Sanodure Green, naudojamo aliuminio gaminiams dažyti, tirpalai bei nuotekos, susidaranti po dažymo. Tirta sorbento masės, sorbato koncentracijos, terpės pH ir sąveikos tarp sorbento ir sorbato laiko įtaka spalvos, chromo ir aliuminio pašalinimo laipsniui. Nustatyta, kad valymui palanki rūgštinė terpė (1 pav.)



1 pav. Metalo kompleksinio dažiklio pašalinimo laipsnio priklausomybė nuo sąveikos su sorbentu laiko ir pradinės tirpalo pH vertės.

Tai galima paaiškinti protonuoto sorbento paviršiaus susidarymu ir didesne FeCl_3 , pasižyminčio koaguliuojančiu veikimu, koncentracija tirpale.

Dažiklio spalva pašalinama per trumpą laiką (3-5 min.), o jo 0,1 g/l tirpalo matomos šviesos sugerties spektras prieš valymą ir po jo pavaizduoti 2 pav.



2 pav. Dažiklio Sanodure Green 0,1 g/l tirpalo matomos šviesos sugerties spektras prieš valymą ir po jo.

Valant aliuminio dažymo nuotekas svarbu pašalinti ne tik jų spalvą, bet ir nustatyti optimalias sąlygas, kuriomis chromo ir aliuminio koncentracijos būtų sumažintos iki DLK, o kalcio ir geležies jonų perėjimas iš sorbento į nuotekas būtų minimalus. Atlikus eksperimentinius tyrimus, išsiaiškinta, kad didinant sorbento koncentraciją tirpale dėl jo sudėtyje esančių junginių rūgštinių-bazinių savybių kinta terpės pH, o tai savo ruožtu nulemia nuotekų išvalymo efektyvumą.

Literatūra

1. C. J. Donahue, J. A. Exline, J. Chem. Educ. 91, 711 – 715 (2014).
2. T. A. Saleh, M. Tuzen, A. Sari. J. Environ. Chem. Eng. 5, 2853 – 2860 (2017).
3. N. Rajamohan, M. Rajasimmam, R. Rajeshkannan, V. Saravanan. Alexandria Eng. J. 53, 409 – 415 (2014).

COMPARISON OF LIQUID FRICTION TRENDS BETWEEN STEEL AND SEVERAL BIOCERAMIC SURFACES

Tadas Matijošius¹, Anastasija Kalužina², Gedvidas Bikulčius¹, Ignas Valsiūnas¹,
Svajus Asadauskas¹

¹ Center for Physical Sciences and Technology, Tribology Lab. *

² Vilnius University, Faculty of Chemistry and Geosciences

* Saulėtekio av. 3, LT-10257 Vilnius, e-mail.: tadas.matijosius@ftmc.lt

Bioceramic materials get widespread attention due to high potential in medical applications. They combine excellent strength, hardness and other mechanical properties with cell adhesion. However, their composition is very different from that of bones or cartilages, so quite many aspects still need consideration. *In vivo* tribology of biomedical systems is poorly understood, despite the fact that very few biomedical systems can be viewed as completely static. So friction of biomaterials must get more attention. In this study influence of surface nature (bioceramic porous Al₂O₃ or plain industrial steel) on friction was evaluated using two biologically derived oils, based on oleates.

Technical grade oleic a. (70% pure) was acquired from StanChem (Poland). Fatty Acid Methyl Esters (FAME) with 60% methyl oleate were donated by Mestilla (Lithuania). Al 1050 alloy of 99.62% purity (0.34% Fe; 0.10% Si; 0.01% Mn) with a sheet thickness of 2 mm from FXB-Niemet UAB (Lithuania), 80 mm diameter (OD) steel EN-31 disc from Ducom Instruments (India) and 15 mm OD AISI 1020 carbon steel disc were employed as substrates.

Pin-on-Disc Tribometer TR-20 M63 (Ducom Instruments, India) was used for friction tests. A ball of 6 mm OD bearing steel 100Cr6 of 96.5% purity (grade G100, roughness Ra 0.10 μm, hardness 60-66 HRC) from RGP International Srl (Italy) was held against a polished steel disc EN31 (roughness Ra 0.17 μm, hardness 60-66 HRC and 973±146 HV). Oil sample was applied at 0.1±0.05 mL onto the friction zone of the disc to assure that lubricant starvation does not occur. Oscillatory rotational motion of 1 Hz resulted in track length of 10.4 mm for one reciprocal friction cycle at 1 cm/s velocity. Applied load of 50 N was maintained by pneumatic piston under 4 bar N₂ pressure.

Another Pin-on-Disc Tribometer (Anton Paar TriTec SA, Switzerland) was employed for friction tests between AISI 1020 steel balls (6 mm OD, Ra 0.67 μm) and anodized Al 1050 (Ra 0.99 μm). Hard anodization of Al was performed in Type III H₂SO₄/oxalic acid electrolyte at 15 °C for 70 min to produce bioceramic Al₂O₃ coatings [1].

Under 50 N load oscillatory linear or oscillatory rotational motion was engaged.

Vickers microhardness (HV) of anodic oxide coating and EN31 steel was measured on the indenter PMT-3 (Russia). Cross-section of anodized Al 1050 was polished and placed into the indenter for testing using a square-based diamond pyramid. Its apex of 136° was engaged laterally with the Al₂O₃ coating of 60 μm thickness. In case of steel samples, top side was selected for indenting. The indenter load of 0.02 kg·f for 1050 alloy and 0.1 kg·f for EN31 steel was maintained for 10 s to calculate HV (kg·f/mm²) using the following formula:

$$HV = 2 \cdot (\sin \theta / 2) \cdot P / d^2 \quad (1)$$

where θ is apex angle of diamond prism; P is load, kg·f; d is diagonal of surface indentation mark, mm.

Results showed that FAME reduced Coefficient of Friction (COF) below 0.2 on both EN31 and AISI 1020 steel alloys in oscillatory motion under, Fig. 1. Bioceramic Al₂O₃ coatings produced rapid wear with high COF fluctuations on 1050 alloy. This effect could be related to lower surface hardness, which is 436 ± 22 HV for Al 1050 and 973±146 HV for EN31.

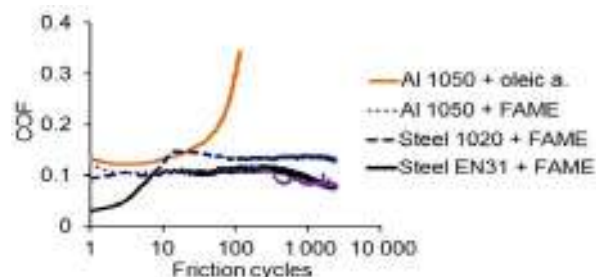


Fig. 1. Effects of oils and surfaces on friction under oscillatory (FAME) and linear (oleic a.) regimes.

Oleic a. performed much worse than FAME despite higher viscosity. Results show that friction reduction is more dependent on employed oil than on surface nature, but the latter is still very important.

Literature

1. T. Matijošius, A. Ručinskienė, A. Selskis, G. Stal-nionis, K. Leinartas, S.J. Asadauskas, Surf. Coat. Technol. 307, 610-621 (2016).

STUDY ON BACKGROUND PROFILE OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS (VOCs) FROM HUMAN BREATH

Adrian Vicent-Claramunt, Evaldas Naujalis

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Metrologijos skyrius
Lukiškių g. 9, LT-01108 Vilnius, el. p.: adrian.vicent@ftmc.lt

Volatile organic compounds (VOCs) can be found free in the environment and within our bodies. A total of 1840 VOCs have been reported from human emissions [1]. These VOCs are either produced endogenously or absorbed from the environment [2] and are mainly collected from breath, saliva, blood, milk, skin secretions, urine and feces.

VOC content in human emissions varies depending on every person. Also different VOC patterns could be found on the same person, but depending on other several “internal” factors (gender, age, stress, exercise, diet, etc.) and external factors (cosmetics, pollution, etc.). Apart from all those factors, the detection of “unusual” compounds, or unusual levels of compounds present in the body could give us information about the “presence” of a disease.

Exhaled breath is the media from where we could find most of the VOCs present in our body. Several methods are used for VOC detection on exhaled breath [3]

One of those methods is thermal desorption coupled with gas chromatography and mass spectrometry (TD-GC/MS), where the breath of the patient is collected into a tube filled with a sorbent (*Fig. 1*). Breath goes through this sorbent and VOC's get trapped. After breath is collected, the tube is heated up and all trapped compounds get desorbed into the CG system, where they could be separated and detected.

Single-Bed Tube (Tenax® TA)



Fig.1: Tenax® TA sorption tube.

The possibilities on human breath sampling method were investigated and optimized. The samples were collected into 4 TD tubes at a flow of 1 L/min during 15 min at once. And then desorbed using helium as carrier gas, desorption flow- 60 mL/min, desorption time- 5 min, TD oven

temperature- 320°C and injected into the GC system, using DB-5MS (60x0.25x0.1) column, gas flow of 1 mL/min, ramp of temperatures of 35°C for 5 min, heat 10°C/min up to 120°C and hold for 5 min, heat 15°C/min up to 220°C and hold for 10 min. Magnet scan mode was selected for the range 50 to 220 m/z. In order to establish the potential compounds eluted, NIST Mass spectra library was used.

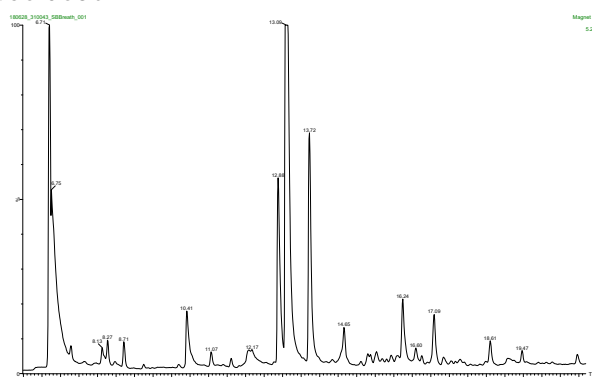


Fig. 2: Chromatogram of breath sample.

Breath from the same person (Fig.2) was analysed two times a day during several days in order to understand the variation in VOC's content before and after lunch and during different days.

Compounds like Benzene, Toluene and Xylene (BTX) are common contaminants coming from the environment that could be found in breath, others like Limonen are very often present in food. Other like Acetone, Methyl Propyl Sulfide or some alcohols could be considered as possible biomarkers.

Bibliography

1. De Lacy Costello B, Amann A, Al-Kateb H, Flynn C, Filipiak W, et al. (2014) A review of the volatiles from the healthy human body. J Breath Res 8: 014001. doi:10.1088/1752-7155/8/1/014001.
2. Li J, Peng Y, Liu Y, Li W, Jin Y, et al. (2014) Investigation of potential breath biomarkers for the early diagnosis of breast cancer using gas chromatography-mass spectrometry. Clin Chim Acta 436: 59-67. doi:10.1016/j.cca.2014.04.030.
3. Shende P, Vaidya J, Kulkarni YA, Gaud RS (2017) Systematic approaches for biodiagnostics using exhaled air. J Control Release 268: 282-295. doi:10.1016/j.jconrel.2017.10.035.

MECHANOCHEMIŠKAI PERDIRBTOS GUMOS DALELĖS – SAVYBĖS IR IŠŠŪKIAI

Karolis Petrauskas, Svajus Asadauskas

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Tribologijos lab., Saulėtekio 3, LT-10257, Vilnius
el. p.: karolis.petrauskas89@gmail.com

Gamtą tausojanti perdirbimo technologija bei lengvai panaudojamas produktas – tik keli iš būdų paskatinti antrinį perdirbto vulkanizuoto kaučiuko panaudojimą [1]. Siekiant įrodyti mechanocheminio perdirbimo privalumus sunkvežimių padangų nuorėžos buvo perdirbtos į gumos miltelius naudojant mechaninį šlyties agregatą XSK-360 ir literatūroje nurodomus mažamolekulius perdirbimo priedus, turinčius amido funkcines grupes [2]. Eksperimentai buvo atliekami vienodomis sąlygomis – 16 ciklų, kambario temperatūra. Buvo gauti gumos mėginiai 1A, 2A, 3A, 4A, 5A. Iš žaliavinių sunkvežimių padangų nuorėžų (OA), nusijotos smulkios sunkvežimių padangų nuorėžų frakcijos (OA') ir perdirbtų gumos dalelių, pagamintų eksperimentų 1A ir 2A metu, buvo suformuoti gumos gaminiai, papildomai pridedant 30% natūralaus kaučiuko, sieros ir kitų priedų. Po vulkanizacijos (30 min, 150°C) [2] nustatytos mechaninės savybės, pateikiamos 1 lentelėje. Kaip matyti iš šių duomenų, gumos dalelių dydis turi didelę įtaką galutinio gumos gaminių savybėms – mažesnės dalelės leidžia pagaminti geresnėmis mechaninėmis savybėmis pasižyminčius gaminius. Taip pat svarbu pastebėti, jog mechanocheminis gumos dalelių apdorojimas leidžia pasiekti dar geresnius gumos gaminių mechaninius rodiklius. Tai sietina tiek su pakitusia dalelių paviršiaus morfologija, tiek su pokyčiais pačioje gumos matricoje.

Vienas svarbiausių parametru, nusakantis vulkanizuotų elastomerų molekulinį būvį, yra sieros skersinių ryšių tankis (SSRT) gumos matricoje. Siekiant eliminuoti tyrimo paklaidas, atsirandančias dėl mažo tiriamų gumos dalelių dydžio, buvo vadovaujamasi modifikuota analizės procedūra [3]. Analizės rezultatai pateikiami 2 lentelėje.

Kaip matyti iš antroje lentelėje pateiktų duomenų gumos dalelių SSRT tiesiogiai priklauso nuo jų granulometrinės sudėties – smulkesnės granules pasižymi mažesnėmis SSRT vertėmis. Šį fenomeną būtų galima sieti su perdirbimo specifika – smulkesnės gumos granulės gaunamos iš didesnių granulų mechaninės šlyties būdu. Dėl kovalentinių ryšių palaikomos trimatės gumos struktūros perdirbimo metu neišvengiamai vyksta cheminių ryšių skilimas. Sieros tilteliniai ryšiai gumos matricoje yra energetiškai silpniausi, todėl atlikus didelį kiekį perdirbimo ciklų jie bus labiausiai linkę nutrūkti. Šį procesą iliustruoja

eksperimentiniai duomenys.

Sumažėjęs SSRT yra siektinas rezultatas gumos perdirbime – mažiau sutinklintos gumos granulės turi didesnę mineralinių alyvų, naudojamų gumos gaminių gamyboje, įvertį, todėl naujo gumos gaminių matricoje tolygiau pasiskirsto vulkanizacijos agentai ir įvairūs priedai, taip suteikdami gaminiui geresnes mechanines savybes.

Rezultatai rodo, jog mechanocheminis gumos perdirbimo metodas yra tinkamas smulkių gumos dalelių, kurios gali pakeisti kaučiuką naujuose gumos dirbiniuose, gamybai.

1 lentelė. Mechaninės gumos dirbinių charakteristikos.				
Mėginys	Dalelių (d<850 μm) kiekis, %	Kietumas, Shore A	Įtempis, MPa	Išlįsta nutrūks-tant, %
OA	29	52	6,3	200
OA'	100	54	7,9	257
1A	55	56	13,9	307
2A	71	56	12,9	313

2 lentelė. SSRT priklausomybė nuo dalelės dydžio.			
Mėginys	SSRT, mol/m ³ dalelių frakcijoje		
	d>850 μm	850 μm > d>425 μm	d < 425 μm
3A	274	260	232
4A	286	280	195
5A	291	263	222

Autoriai dėkingi Artūrai Juknai ir Tadui Ikanavičiui iš UAB "Gumos Technologijos" už gumos mėginius ir pagalbą mechano-cheminio perdirbimo metu. Gumos receptūras kūrė, vulkanizavo ir tyrė V. Žilinskaitė iš UAB "Techniniai gumos gaminiai".

Literatūra

1. M. Myhre, S. Saiwari, W. Dierkes, J. Noordermeer. Rubber Chem. Technol. 85, 408 (2012);
2. S. Asadauskas, A. Jukna, „Devulcanizing agent for production of reclaim rubber powder“, Europos patentas EP 2 909 240 B1 (2016);
3. K. Petrauskas, V. Žaržojūtė, A. Jukna, S. Asadauskas. Chemija. 28, 193 (2017).

ĮVAIRIOS SUDĖTIES KATALIZATORIŲ SINTEZĖ IR TAIKYMAS KURO ELEMENTE VYKSTANČIOMS REAKCIJOMS

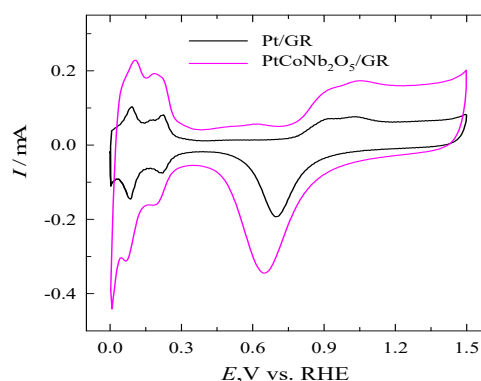
Raminta Stagniūnaitė, Virginija Kepenienė, Jūratė Vaičiūnienė, Vidas Pakštas,
Loreta Tamašauskaitė Tamašiūnaitė, Eugenijus Norkus

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Katalizės skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: raminta.stagniunaite@ftmc.lt

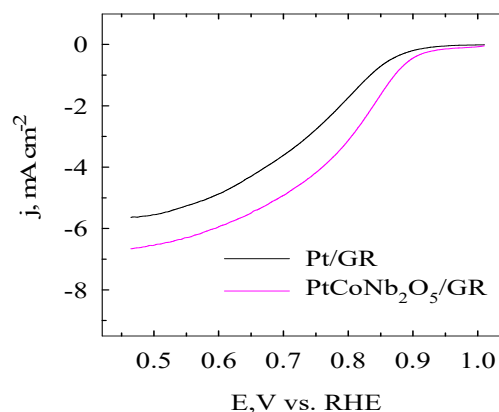
Gera žinoma, kad kuro elementai jau taikomi energetikos, aviacijos, transporto, elektronikos pramonėje. Pastaraisiais dešimtmečiais yra kuriamos technologijos, kad būtų gaunama efektyvi ir „žalia“ energija [1]. Tai siejama su energetikos krize bei, žinoma, globaliniu atšilimu. Taigi, kuro elementai yra vieni geriausių alternatyvių energijos šaltinių – jie gali paversti cheminę energiją elektros energija neteršdami aplinkos. Nors Pt, Au ir kiti taurieji metalai paprastai naudojami kaip katalizatoriai, tačiau šiuo metu yra aktyviai ieškoma elektrokatalitiškai aktyvių medžiagų, kurios galėtų patobulinti ar net visiškai pakeisti tauriuosius metalus katalizatoriuose [2-3].

Šiame darbe buvo tirtas trijų grupių katalizatorių elektrokatalizinis aktyvumas kuro elementuose vykstančioms reakcijoms. Buvo suformuoti Au, Pt, Co, bei Co_3O_4 turintys katalizatoriai, nusodinti ant anglies, grafeno, Nb_2O_5 /grafeno ir CeO_2 /anglies pagrindų. Sintezės buvo vykdomos mikrobangų reaktoriuje. Katalizatoriai buvo formuojami reduktoriais naudojant etilenglikolio, glicerolio, β -ciklodekstrino bei morfolinborano tirpalus. Katalizatorių sudėtis bei paviršiaus morfologija buvo charakterizuota naudojant indukuotos plazmos optinės spektroskopijos, Rentgeno spindulių difrakcijos, skenuojančios elektroninės mikroskopijos ir peršviečiamos elektroninės mikroskopijos metodus. Elektrocheminiai matavimai buvo atliekami naudojant potenciostatą-galvanostatą Autolab su sukamojo disko elektrodu.

Katalizatorių elektrokatalitiškai aktyvus paviršiaus plotas buvo nustatytas iš ciklinių voltamperometrinių (CV) kreivių užrašytų 0,5 M H_2SO_4 tirpale, esant 50 mV/s skleidimo greičiui (1 pav.). Deguonies redukcijos tyrimai buvo atliekami O_2 prisotintame 0,1 M NaOH tirpale, skleidimo greičiui esant 5 mV/s, sukant elektrodą nuo 400 iki 2000 apsisukimų per minutę (apm) (2 pav.). Elektrokatalizinio aktyvumo tyrimai etilenglikolio oksidacijai buvo atliekami 1 M etilenglikolio ir 0,5 M NaOH tirpale, skleidimo greičiui esant 50 mV/s.



1 pav. Pt/GR ir $\text{PtCoNb}_2\text{O}_5/\text{GR}$ katalizatorių CV kreivės užrašytos 0,5 M H_2SO_4 tirpale, skleidimo greičiui esant 50 mV/s.



2 pav. Pt/GR ir $\text{PtCoNb}_2\text{O}_5/\text{GR}$ katalizatorių deguonies redukcijos voltamperometrinių kreivių palyginimas elektrodo sukimo greičiui esant 1600 apm.

Nustatyta, kad katalizatoriai, kuriuose buvo panaudoti metalų ar metalų oksidų priedai pasižymi didesniu elektrokataliziniu aktyvumu deguonies redukcijos ir etilenglikolio oksidacijos reakcijoms, lyginant su gryniais Au ir Pt katalizatoriais.

Literatūra

1. Z.F. Pan et. al., Prog. Energy Combust. Sci. 66, 141-175 (2018).
2. H. Peng et. al., J. Power Sources 390, 165-167 (2018).
3. S. Bhagade et. al., Catal. Today 309, 147-152 (2018).