

Naujos kartos optiniai komponentai: nuo skaidrinančių iki aukšto atspindžio dangų

New generation optical components: from anti- to high-reflection coatings

Tomas Tolenis¹, Lina Grinevičiūtė¹, Andrius Melninkaitis², Rytis Buzelis¹, Lina Mažulė², Linas Smalakys², Mindaugas Ščiuka², Algirdas Selskis¹

¹Fizinių ir technologijos mokslų centras, Savanorių pr. 231, 02300 Vilnius

²Vilniaus universitetas, Lazerinių tyrimų centras, Saulėtekio al. 10, LT-10223 Vilnius

tomas.tolenis@ftmc.lt

Dauguma lazerinių sistemų charakteristikų yra apribotos jas sudarančių optinių komponentų atsparumo spinduliutei, ilgaamžiškumo, spektrinių savybių ir kt. Nuolatiniai tyrimai optinių dangų srityje leidžia tobulinti plonų sluoksnių parametrus. Vienas iš pagrindinių parametru yra lazerio spinduliuote indukuotos pažaidos slenkstis (LIPS), kuris apibūdina spinduliuotės energijos kiekį, kuriuo danga gali būti apšviesta, jos nepažeidžiant. Optinių dangų pažaidos slenkščio tyrimai vykdomi jau nuo pat lazerio atradimo. Dauguma jų apima daugiasluoksnių dangų dizaino optimizavimą ir medžiagų inžineriją. Pastaroji tiria plonų sluoksnių formavimo technologijas, jų optimizavimą, medžiagų maišymą ir t.t. Medžiagų maišymas leidžia padidinti individualių sluoksnių optinį atsparumą ir keisti jų lūžio rodiklį [1]. Optinio elemento pažaidos slenkstis paprastai yra apribotas didelio lūžio rodiklio medžiagos, kuri pasižymi mažesniu atsparumu lazerinei spinduliuotei dėl mažo draustinės juostos tarpo.

Konferencijos metu ketinama pristatyti novatorišką metodiką, kuri leidžia garinant vien didelį draustinės juosto tarpą turinčią medžiagą (SiO_2) keisti individualių sluoksnių lūžio rodiklį. Tai atliekama naudojant plonų sluoksnių dengimo slystančiu kampu technologiją, kurios metu kontroliuojamas sluoksnių porėtumas keičiant garinimo kampą.

Naudojant dengimo slystančiu kampu technologiją buvo suformuotos vienasluoksnės silicio oksido dangos ir ištirtos jų charakteristikų priklausomybės nuo garinimo kampo. Buvo pastebėta, kad didinant garinimo kampą didėja dangos porėtumas ir lazerinės pažaidos slenkstis UV spektrinėje srityje. Pastarieji tyrimai leido suformuoti naujos kartos optinius komponentus, pasižyminčius dideliu optiniu atsparumu.

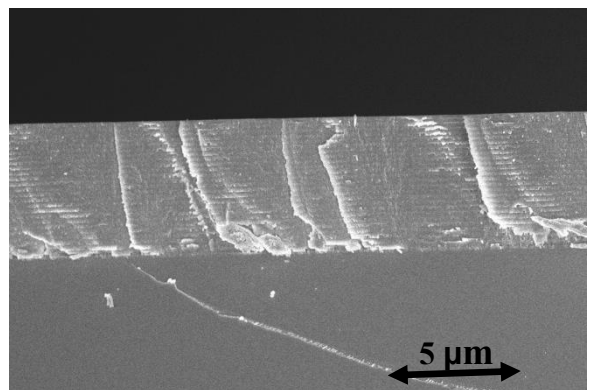
Nanostruktūrinio silicio oksido pagrindu buvo suformuotos įvairaus spektro skaidrinančios dangos: plačiajuostės, plačiakampės ir daugiabangės. Lyginant jas su standartinėmis metodikomis suformuotomis skaidrinančiomis dangomis buvo pastebėta, kad iš porėto silicio oksido suformuotos dangos pasižymi mažesniais įtempiais ir ženkliai didesnėmis LIPS vertėmis. Pažeidimo slenkstis ties 355 nm banga siekė 15 J/cm^2 matuojant nanosekundžių trukmės impulsiniu lazeriu [2]. Tokios dangos gali būti dengiamos tiek ant stiklo padėklų, tiek ant netiesių kristalų.

Tyrimo metu taip pat buvo suformuota aukšto atspindžio danga, naudojant vien SiO_2 medžiagą. Ši novatoriška technologija leido išvengti mažą draustinės juostos tarpą turinčių sluoksnių, kurie paprastai yra

visos dangos pažaidos priežastis. Tokių daugiasluoksnių dangų sukūrimas leidžia atverti naujus kelius optinių dangų, naudojamų didelių galių lazerinėse sistemose, srityje. Nanostruktūrinio silicio oksido pagrindu suformuotos aukšto atspindžio dangos pasižymėjo itin aukštu optiniu atsparumu. Tiriant vidinį dangos pažeidimo slenkstį, buvo nustatyta, kad jis siekia daugiau nei 60 J/cm^2 .

Išsamesni tyrimai taip pat atskleidė, kad tokių porėtų dangų spektras priklauso nuo aplinkos sąlygų. Tai lėmė kombinuotos metodikos tyrimų atsiradimą. Jų metu jonapluoščio dulkinimo technologija suformuoti veidrodžiai yra padengiami nuo kelių iki kelių dešimčių sluoksnių nanostruktūrinio SiO_2 pagrindu. Tokios hibridinės dangos pasižymi spektriniu stabilumu ir didesne LIPS verte.

Apibendrinant, dengimo slystančiu kampu technologija buvo suformuotos tiek skaidrinančios, tiek aukšto atspindžio optinės dangos, garinant vien SiO_2 medžiagą. Abiejų tipų dangos pasižymi ženkliai didesnėmis LIPS vertėmis lyginant su standartinėmis dangomis. Ši metodika leidžia formuoti naujos kartos optinius komponentus, naudojamus didelės galios lazerinėse sistemose.



1 pav. Nanostruktūrinio silicio oksido pagrindu suformuoto veidrodžio skerspjūvio SEM nuotrauka

Reikšminiai žodžiai: optinės dangos, dengimas slystančiu kampu, silicio dioksidas, lazeriu indukuotos pažaidos slenkstis.

Literatūra

- [1] A. Melninkaitis, T. Tolenis, L. Mažulė, et al. *Apl. Opt.* **50**(9), C188 (2011).
- [2] T. Tolenis, L. Grinevičiūtė, R. Buzelis, et al. *Opt. Mat. Exp.* **7**(4), 1249 (2017).