

Skulptūrinių plonų sluoksnių pagrindu suformuoti silicio oksido veidrodžiai didelės galios lazeriams

Sculptured thin film based all-silica mirrors for high power lasers

Lukas Ramalis¹, Ugnė Norkutė¹, Rytis Buzelis¹ ir Tomas Tolenis^{1,2}

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

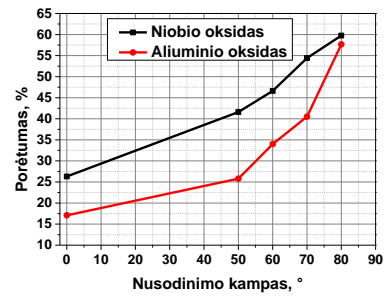
²ELI Beamlines, Čekijos mokslų akademijos fizikos institutas, Za Radnicí 835, Dolní Brežany, Čekija
lukas.ramalis@ftmc.lt

Šiuolaikiniai modernūs ir inovatyvūs lazeriniai įrenginiai pasižymi didelių galių spinduliuote. Vieni iš pagrindinių komponentų lazerinėje sistemoje yra optiniai elementai padengti plonais sluoksniais, kurie dažniausiai apriboja išeinamos lazerinės spinduliuotės galią dėl sąlyginai mažos indukuotos pažaidos slenksčio vertės. Siekiant padidinti atsparumą lazeriniai spinduliuotei, optiniai elementai yra modifikuojami įvairiais būdais, įskaitant sluoksnių medžiagų inžineriją arba elektrinio laukio pasiskirstymo optimizavimą formuojant daugiasluoksnę struktūrą [1].

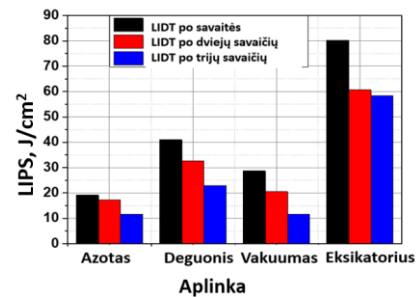
Optiniai dangai sąveikaujant su didelės energijos nanosekundiniais lazeriniais impulsais, medžiagoje susidaro įtempiai dėl terminio plėtimosi, kas gali tapti pažeidimo priežastimi. Taigi šiame darbe yra tiriami porėti nanostruktūrizuoti sluoksniai, kurie pasižymi mažomis vidinių įtempių vertėmis. Kita optinį atsparumą ribojanti priežastis yra pati medžiaga, todėl būtina ištirti plonų sluoksnių optinio atsparumo priklausomybes tiek nuo medžiagų nanostruktūros, tiek nuo draustinės juostos tarpo.

Taikant šiuolaikinę medžiagų inžinerijos technologiją – garinimo kampu metodiką, yra suformuojamas skirtingo porėtumo vienasluoksnių dangos skirtingoms medžiagoms (niobio ir aliuminio oksidai) [2]. Šioms dangoms atlikta struktūrinė ir optinė analizė bei optinio atsparumo matavimai (1 pav.). Taip pat, taikant garinimo kampu technologiją buvo suformuota sudėtingesnė daugiasluoksnių struktūra – veidrodis, naudojant tik silicio oksido medžiagą, kuris pasižymi dideliu atspindžiu (>99%) esant 355 nm bangos ilgiui ir pasižymi dideliu atsparumu nanosekundinio režimo lazerio spinduliuotei (60 J/cm²) (2 pav.).

Iš literatūros yra žinoma, jog porėtos dangos yra linkusios absorbuoti aplinkoje esančias vandens ar kitas kenksmingas daleles, todėl būtina izoliuoti tokius elementus nuo aplinkos poveikio. Siekiant išvengti porėtų sluoksnių degradacijos lazerinio atsparumo atžvilgiu, dangos yra patalpinamos į skirtingas aplinkas, norint išsiaiškinti tinkamą būdą porėto elemento stabiliam laikymui.



1 pav. Porėtumo priklausomybė nuo garinimo kampo skirtingoms medžiagoms



2 pav. Lazerio indukuotos pažaidos slenksčio matavimų rezultatai skirtingose aplinkose

Ištirus vienasluoksnių dangas bei silicio oksido veidrodžius naudojant garinimo kampu technologiją, matome, kad dangos pasižymi labai geru lazerinės spinduliuotės atsparumu lyginant su standartiniais Brego veidrodžiais. Skirtingų aplinkų tyrimas Po bandinių laikymo skirtingose aplinkose, LIPS matavimai parodė, kad eksikatoriuje laikomos porėtos dangos optinis atsparumas ir spektrinės savybės nekinta. Atlikta struktūrinė ir optinė analizė, kuri lyginama su įprastais dangų nusodinimo metodais.

Reikšminiai žodžiai: skulptūrinės dangos, Brego veidrodis, garinimo kampu technologija, lazerio-indukuotas pažaidos slenkstis.

Tyrimai buvo finansuoti Lietuvos Mokslo Tarybos (LMTLT), projektas UnCoatPower (No S-MIP-20-61).

Literatūra

- [1] L. Grinevičiūtė, R. Buzelis, L. Mažulė, A. Melninkaitis, S. Kičas, T. Tolenis, Enhancement of high reflectivity mirrors using the combination of standard and sculptured thin films, Optics and laser technology, Elsevier, Vol 129, 2020.
- [2] Hodgkinson, I. & Wu and Q. H. Serial bideposition of anisotropic thin films with enhanced linear birefringence. Appl. Opt. 38, 3621–3625 1999.