

Nano-skulptūrinių anizotropinių dangų pagrindu suformuoti optiniai elementai, skirti didelės galios lazerinės spinduliuotės poliarizacijos valdymui

Evaporated anisotropic nano-sculptured optical coatings for polarization control in high-power lasers

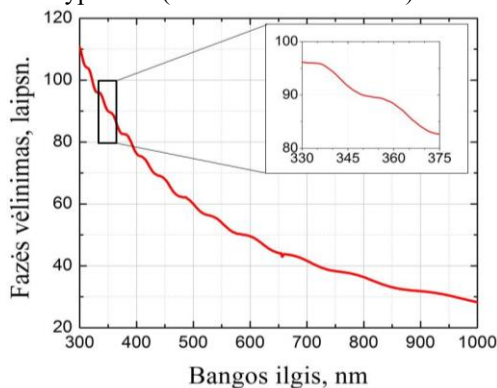
Lina Grinevičiūtė¹, Rytis Buzelis¹, Ramutis Drazdys¹, Andrius Melninkaitis², Algirdas Selskis¹, Tomas Tolenis¹

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

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

lina.grineviciute@ftmc.lt

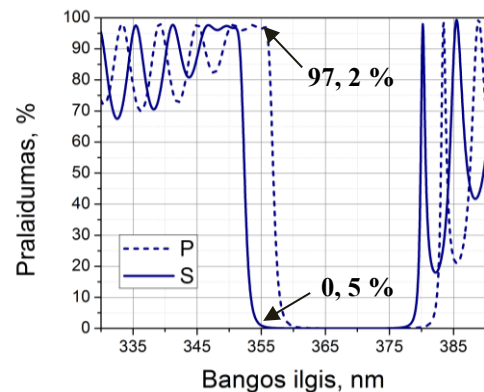
Optiniai elementai, kurie skirti kontroliuoti šviesos poliarizaciją, yra vieni iš pagrindinių sudedamųjų dalių lazerinėse sistemose. Poliarizacijos rūšies keitimui ir spinduliuotės intensyvumo valdymui naudojami optiniai elementai – fazinės plokštelės ir poliarizatoriai. Fazinės plokštelės gali būti 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 visų šių minusų – formuojant fazines plokšteles ir poliarizatorius garinimo kampu technologija (angl. Glancing angle deposition). Slystančiu kampu ant pagrindo nusodintos plonos dangos pasižymi kokybiškų optinių elementų formavimui reikalingomis savybėmis. Anizotropiškumas šiose dangose gali būti gaunamas manipuluojant padėklo padėtimi proceso metu. Elektronų pluoštu išgarinti medžiagos atomai nusėdę ant kampu pakreipto pagrindo šešėliuoja sritis į kurias nebegali tiesiogiai nusėsti ar difunduoti kiti atomai dėl per mažos energijos. Taip formuojasi nano-sruktūrinė danga su pasviromis kolonomis, kurių dydis ir forma priklauso nuo garinimo parametrų [1]. Šviesai krentant statmenai į tokią dangą, stebimas optinis anizotropiškumas – atomų šešėliavimo kryptimi S lūžio rodiklis yra mažesnis (danga formuojasi retesnė) nei jai statmena kryptimi P (didesnis lūžio rodiklis).



1 pav. Suformuotos 355 nm ilgio bangai $\lambda/4$ fazinės plokštelės fazės vėlinimo dispersija

Eksperimentiškai nustatytus optimalius garinimo parametrus, kurie leidžia formuoti dangas pasižyminčias didžiausiu fazės vėlinimu, buvo užgarinta fazinė plokštelė iš SiO₂ medžiagos. Jos fazės vėlinimo dispersija pateikta 1 pav. Ši $\lambda/4$ fazinė plokštelė 355 nm bangos ilgiui buvo testuojama lazerinėje sistemoje (355 nm, 5,4 ns, 100 Hz, spindulio diametras 60 μ m), remiantis ISO 21254-2 standartu. Nustatyta **24,4 J/cm²** pažaidos slenksčio vertė 1-on-1 matavimui, ir šiek tiek mažesnė **21,3 J/cm²** vertė 1000-on-1 matavimui.

Kombinuojant nanostruktūrinius ir tankius izotropinius sluoksnius galima formuoti optinį elementą su Brego veidrodžio sritimi. Dėl nevienodų lūžio rodiklių statmenomis kryptimis (P ir S poliarizacijoms) porėtuose anizotropiniuose sluoksniuose, elemente formuojasi dvi veidrodžio zonos, kurios spektre pasislinkusios viena kitos atžvilgiu. Tokiu būdu, sumodeliavus dangą konkrečiam bangos ilgiui, P poliarizacijos šviesa praleidžiama pro elementą, o S poliarizacijos šviesa yra atspindima (žr. 2 Pav.).



2 pav. Sumodeliuotas poliarizatoriaus spektras 355 nm bangai, kai šviesa krenta statmenai į paviršių

Kadangi toks poliarizatorius taip pat formuojamas naudojant tik vieną medžiagą, pvz., tankų ir porėtą SiO₂, jis pasižymi dideliais lazerinės spinduliuotės slenksčiais, kaip ir fazinė plokštelė.

Reikšminiai žodžiai: fazinės plokštelės, poliarizatoriai, nano-skulptūrinės dangos, garinimas elektronų pluoštu

Literatūra:

[1] A. Lakhtakia ir R. Messier, Sculptured thin films: nanoengineered morphology and optics. Bellingham, Wash: SPIE Press, 2005