

1D plazmoninių gardelių formavimas naudojantis tiesioginiu lazeriniu rašymo metodu

Formation of 1D plasmonic grating using direct laser writing method

Kipras Čepaitis, Kernius Vilkevičius, Evaldas Stankevičius

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Lazerinių technologijų skyrius, Savanorių pr. 231, 02300 Vilnius

kipras.cepaitis@ff.stud.vu.lt

Įvairūs plazmoninių metalų mikrodariniai yra plačiai tyrinėjami dėl jų panaudojimo jutikliuose, saulės elementuose, paviršiaus sustiprintoje Ramano spektroskopijoje (SERS) bei magnetiniame įrašyme šilumos pagalba (HAMR) [1]. Atskirus darinius sugrupavus į gardelę, pavienių darinių lokalizuoti plazmonai tarpusavyje sąveikauja ir sužadina hibridinius plazmonus, kurie pasižymi intensyvesniu ir siauresniu rezonansu.

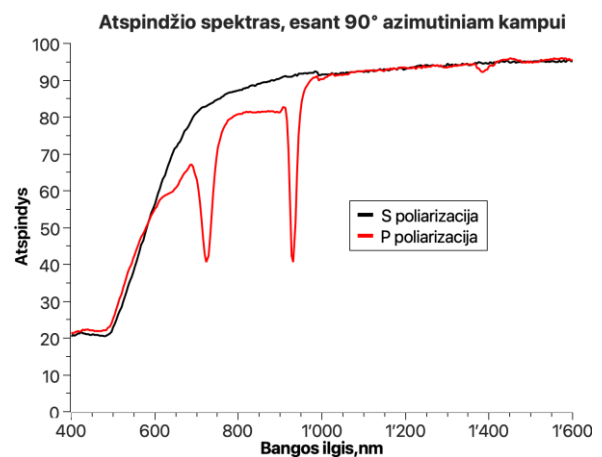
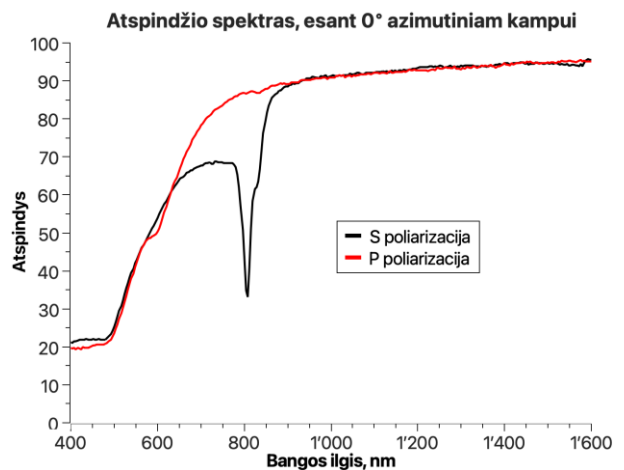
Dažnai tokios gardelės yra formuojamos litografiniais metodais, tačiau tam reikalingos vakuuminės sistemos apsunkina industrinį pritaikymą. Šių masyvų formavimas tiesioginio lazerinio rašymo metodu leidžia lengviau bei greičiau apdirbti tauruosius metalus bei pritaikyti jų plazmonines savybes. Šioje technologijoje lazerio spindulys aštriai sufokusuojamas į metalo paviršių ir lazerio impulsas modifikuoja arba abliuoja ploną dangą. Impulsams persiklojant, gaunamos linijos, kurios ir sudaro vienmatę gardelę [2].

Formuojamų linijų storis priklauso nuo lazerio impulso energijos, fokusavimo sąlygų ir metalo sluoksnio storio. Kadangi impulso energija yra sukoncentruota spindulio centre, gaunama modifikacija ar abliacija priklauso ir nuo to, kiek impulsai persikloja vienas su kitu.

Šiame darbe gardelė yra formuojama femtosekundiniu lazeriu, o bandinių atspindžio spektrai matuojami spektrofotometru. Registruojant atspindžio spektrą pastebėta, jog gardelės rezonansinis atsakas priklauso nuo krentančios spinduliuotės poliarizacijos. Krentant S poliarizacijai, gaunamas vienas sugerties rezonansas ties gardelės periodo bangos ilgiu. Pasukus bandinį 90 laipsnių, gaunami du rezonansai krentant P poliarizacijos šviesai, tačiau S poliarizuota spinduliuotė nebesugeriama (1 pav.). Taip pat buvo ištirta rezonansų bangos ilgio priklausomybė nuo mikrodarinių periodo. Kadangi įvairiems jutikliams ar optiniams įrenginiams svarbu turėti stipresnį jautrumą ties tam tikrais bangos ilgiais, svarbu sugebėti nuspėti, ties kuriuo bangos ilgiu atsiras rezonansas suformavus gardelę. Teoriniams apskaičiavimams galima naudoti viendimensinės gardelės difrakcijos formulę [3]:

$$\lambda_{rez} = \frac{d}{m} \left(\pm \sqrt{\frac{\epsilon_d \epsilon_m}{\epsilon_d + \epsilon_m} - \sin^2 \theta} \right) \quad (1)$$

Naudojant praktinius rezultatus ištirta rezonanso bangos ilgio priklausomybė nuo šviesos kritimo kampo, o jie gerai atitinka teorinius skaičiavimus.



1 pav. Gardelių atspindžio spektrai, esant 0° ir 90° azimutiniams kampams, spinduliuotei į bandinį krentant 8° kampu.

Reikšminiai žodžiai: 1D gardelė, aukso mikrodariniai, tiesioginis lazerinis rašymas.

Literatūra

- [1] T. Iqbal, *Current Applied Physics*, 15, 1445-1452 (2015).
- [2] K. Yang et. al, *Advanced Materials*, 33, 2007988 (2021)
- [3] E. Stankevičius et. al, *Advanced Optical Materials*, 9, 2100027 (2021)