

# Plazmoninės savybės pasižymintys periodiniai aukso mikrogumbeliai, suformuoti tiesioginiu lazeriniu rašymo metodu

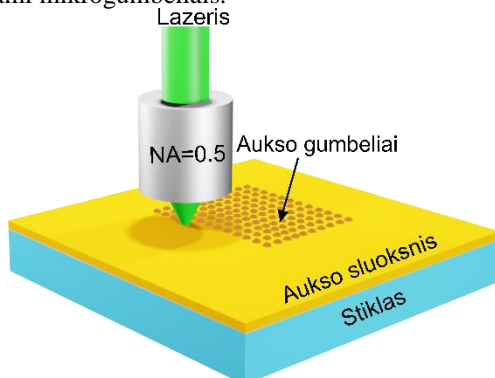
## Periodic gold microbumps with plasmonic properties, produced using direct laser writing method

Kernius Vilkevičius, Evaldas Stankevičius

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Savanorių per. 231, 02300 Vilnius

[kernius.vilkevicius@ftmc.lt](mailto:kernius.vilkevicius@ftmc.lt)

Tauriųjų metalų struktūros plačiai tiriamos dėl plazmoninių savybių, kurios plačiai taikomos jutiklių srityje. Pavieniai dariniai pasižymi tik vienos rūšies plazmonine moda, tuo tarpu suformavus periodinių mikrodarinių gardeles, jos sužadina hibridines plazmonines modas. Įprastai tokios gardelės gaminamos litografiniais metodais, tačiau šiame darbe parodomas alternatyvus metodas šių darinių formavimui – tiesioginis lazerinis rašymas, kuris gali būti paprastesnis ir nereikalaujantis sudėtingos vakuuminės įrangos [1]. Periodiniai mikrodariniai formuojami naudojant tik vieną aštriai sufokusuoto femtosekundinio lazerio impulsą. Tokiu impulsu paveikta aukso danga modifikuojama ir iš tolygaus metalo susidaro tuščiaviduriai iškilimai, vadinami mikrogumbeliais.



1 pav. Aukso mikrogumbelių formavimas tiesioginio lazerinio rašymo metodu

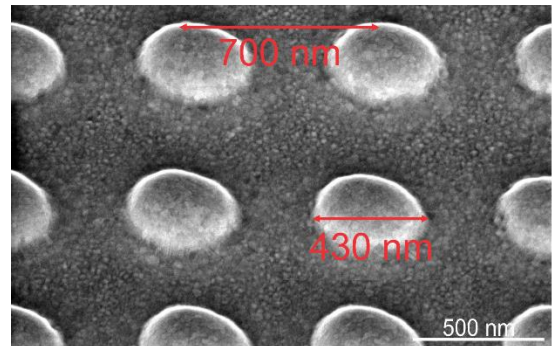
Suformuotos gardelės, kurių periodas artimas šviesos bangos ilgiui, sužadina hibridinę gardelės plazmonų poliaritoną. Ši moda susidaro hibridizuojantis paviršiaus poliaritonui, lokalizuotiems plazmonams bei išsklaidytai nuo gardelės šviesai. Hibridinio poliaritono rezonansas pasižymi atskirų modų savybėmis – jis yra stipresnis, siauresnis bei turi nemažą dispersiją.

Plazmoninės mikrogumbelių gardelių savybės buvo tiriamos spektrofotometru, matuojant bandinių atspindžio spektrą. Tyrimo metu buvo nustatyta keletas tendencijų. Pirmiausia, gardelės rezonansinis atsakas priklauso nuo krentančios spinduliuotės poliarizacijos – naudojant  $p$  poliarizuotą spinduliuotę susidaro du rezonansai ties skirtingais bangos ilgiais, tuo tarpu naudojant  $s$  poliarizuotą šviesą gaunamas sugertis tik ties vienu bangos ilgiu. Taip pat nustatyta rezonanso priklausomybė nuo spinduliuotės kritimo kampo į bandinį bei nuo gardelės periodo tarp mikrodarinių.

Formuojant mažų matmenų gardeles bei norint turėti sugertį ties tam tikru bangos ilgiu, svarbu žinoti, kokių periodu reikia formuoti mikrodarinius. Naudojant viendimensinės gardelės difrakcijos formulę (1), buvo sudarytas nesudėtingas modelis rezonansinio bangos ilgio skaičiavimui. Teoriškai suskaičiuoti rezultatai labai gerai atitinka praktiškai suformuotų ir išmatuotų gardelių rezonansus. Modelis pagrįstas šia formule:

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

Struktūros, žadinančios hibridines plazmonines modas, pasižymi didesniu optiniu jautrumu, tad jų optinis pritaikymas yra gana platus. Dėl mažų matmenų, tokios gardelės gali būti naudojamos biologiniuose jutikliuose įvairių navikų, alergenų ar antigenų detekcijai. Taip pat ypatingos optinės savybės leidžia darinius pritaikyti netiesinėje optikoje, fotoniniuose įrenginiuose ir net plazmoniniuose nanolazeriuose.



2 pav. Periodiniai aukso mikrogumbeliai

*Reikšminiai žodžiai:* aukso mikrogumbeliai, tiesioginis lazerinis rašymas, mikrodarinių gardelė, hibridinis gardelės plazmonų poliaritonas.

### Literatūra

[1] E. Stankevičius et al. *Adv. Opt. Mater.* **9**, p. 2100027 (2021).