

Savirankiai metapaviršiai: nuo jutiklių iki taikymų fotokatalizei

Self-assembled metasurfaces for sensing and photocatalysis

Asta Tamulevičienė^{1,2,3*}, Nadzeya Khinevich¹, Tomas Klinavičius¹, Mindaugas Juodėnas¹, Sigita Tamulevičiūtė^{1,2},
Tomas Tamulevičius^{1,2,3}

¹Kauno technologijos universitetas, Medžiagų mokslo institutas, K. Baršausko g. 59, LT-51423 Kaunas

² Kauno technologijos universitetas, Matematikos ir gamtos mokslų fakultetas, Studentų g. 50, LT-51368 Kaunas

³UAB Nanoversa, K. Baršausko g. 59, LT-51423 Kaunas

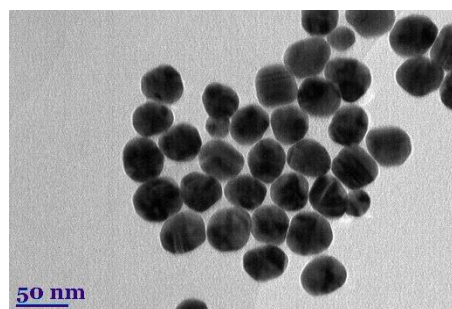
asta.tamuleviciene@ktu.lt

Metapaviršiai yra vieni pažangiausių dirbtinai suformuotų darinių tyrinėjamų pastaruoju metu. Jie dažnai formuojami naudojant dielektrines medžiagas, nes lyginant su metalais, yra išvengiama energijos nuostolių [1]. Pagrindinė metapaviršių dizaino idėja yra struktūrų formavimas iš tam tikrų, už bangos ilgį mažesnių, struktūrinių vienetų siekiant išgauti norimas optines savybes ir funkcijas. Šiuo požiūriu tauriųjų metalų nanodalelės pasižymi unikaliomis šviesos sklaidymo ir sugerties savybėmis suteikia papildomų pranašumų metapaviršių taikymuose. Didžiausia dalis šiuo metu tyrinėjamų paviršių yra formuojami naudojant brangias technologijas, tokias kaip elektronų litografija, reaktyvus joninis ėsdinimas ir vakuuminis garinimas. Tačiau pasitelkus saviorganizacijos ant paviršių su kliūtimis procesus suformuojami tvarkingi nanodalelių masyvai ir išvengiama brangių ir sudėtingų technologijų naudojimo. Parinkus tauriųjų metalų nanodalelių dydį ir jų išsidėstymą galima keisti paviršiumi būdingo gardelės rezonanso (*angl.* surface lattice resonance) padėtį [2]. Buvo pademonstruota, kad tokios struktūros sėkmingai gali būti naudojamos paviršiuje stiprinamos Ramano sklaidos (SERS) signalo stiprinimui kai paviršiaus gardelės rezonanso padėtis sutampa su žadinančio lazerio bangos ilgiu [2].

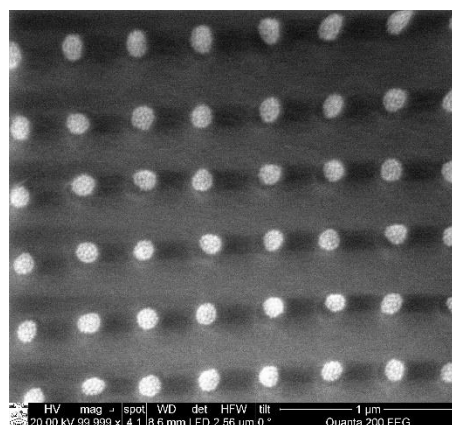
Šiame darbe Au ir Ag nanodalelės buvo sintetamos cheminės sintezės būdu naudojant užuomazgų auginimo metodą [3, 4]. Parinkus sintezės sąlygas, galima keisti dalelių dydį nuo 20 iki 200 nm ir nusodinus nanodaleles ant paviršiaus koreguoti paviršiaus gardelės rezonanso padėtį. Nanodalelių optinių savybių vertinimas atliktas naudojant AvaSpec 2048 (Avantes) optinį spektrometrą 190-1000 nm intervale. Suformuotų dalelių geometriniai matmenys nustatyti naudojant skenuojantį elektroninį mikroskopą SEM Quanta 200 FEG (FEI) ir pralaidumo elektronų mikroskopą TEM Tecnai G20 (FEI). Nanodalelės iš koloidinio tirpalo buvo nusodintos į 400 nm periodo gardelės masyvus replikuotus polidimetilsiloksane naudojant kapiliarinio nusodinimo metodiką [2]. Parinkus kliūčių matmenis ir nanodalelių dydį, vienoje kliūtyje galima nusodinti vieną arba daugiau dalelių.

1 paveiksle pateikta vieno sintezės etapo metu gautų vidutinio 40 nm dydžio aukso nanodalelių mikrofotografija. Šias daleles nusodinus į masyvus buvo suformuoti periodiškai nanodalelių rinkiniai. SEM analizė (2 pav.) patvirtino, jog dalelės buvo tvarkingai nusodintos visame analizės plote. Toliau tokie

metapaviršiai gali būti sėkmingai naudojamos SERS jutikliuose bei fotokatalizės procesų tyrimams [5].



1 pav. Aukso nanodalelių TEM mikrofotografija



2 pav. 400 nm periodiškumo šablone saviorganizacijos būdu nusodintos Au nanodalelės

Reikšminiai žodžiai: aukso nanodalelės, metapaviršiai, jutikliai, fotokatalizė.

Literatūra

- [1] A. Ali, A. Mitra, B. Aïssa, *Nanomaterials* (Basel). 12, 1027 (2022).
- [2] N. Khinevich, M. Juodėnas, A. Tamulevičienė, T. Tamulevičius, S. Tamulevičius, M. Talaikis, G. Niaura, *Sensor Actuat B-Chem*, 394, 134418 (2023)
- [3] N. Bastus, F. Merkoçi, J. Piella, V. Puentes, *Chem. Mater.* 26, 2836 (2014);
- [4] N. Bastus, J. Comenge, V. Puentes, *Langmuir* 27, 11098 (2011)
- [5] E. Cortés, F.J. Wendisch, L. Sortino, A. Mancini, S. Ezenzam, S. Saris, L. de S. Menezes, A. Tittel, H. Ren, S.A. Maier, *Chem. Rev.* 122, 15082 (2022)