

# Plonų TiO<sub>2</sub> sluoksnių paviršiaus modifikavimas Au ir Ag nanodalelėmis

## Surface modification of thin TiO<sub>2</sub> films by Au and Ag nanoparticles

Mantas Sriubas<sup>1</sup>, Vytautas Kavaliūnas<sup>1</sup>, Kristina Bočkutė<sup>1</sup>, Paulius Palevičius<sup>2</sup>, Marius Kaminskas<sup>1</sup>, Žilvinas Rinkevičius<sup>1,4</sup>, Minvydas Ragulskis<sup>2</sup>, Hidenori Mimura<sup>3</sup>, Giedrius Laukaitis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kauno technologijos universitetas, Fizikos katedra, Studentų g. 50, LT-51368, Kaunas, Lietuva

<sup>2</sup>Kauno technologijos universitetas, Matematinio modeliavimo katedra, Studentų g. 50, LT-51368, Kaunas, Lietuva

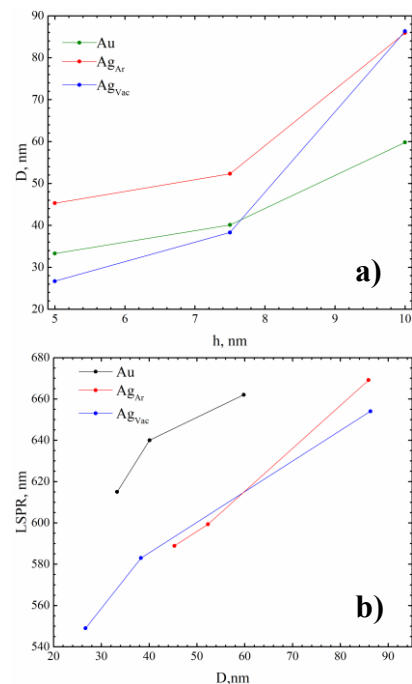
<sup>3</sup>Sizuokos universitetas, Elektronikos tyrimų institutas, 3-5-1, Hamamatsu, Shizuoka 432-8011, Japonija

<sup>4</sup>Karališkasis technologijos institutas, Chemijos, biotechnologijos ir sveikatos inžinerijos mokslų mokykla, Teorinės chemijos ir biologijos katedra, 109 61 Stokholmas, Švedija

TiO<sub>2</sub> pagrindu suformuotų heterostrukūrų panaudojimas, t.y. TiO<sub>2</sub> dekoravimas metalinėmis nanostrukūromis (NS), gali prailginti elektronų skylių porų gyvenimą ir pagreitinti redukcijos reakcijas arba leisti panaudoti lokalizuotą paviršinių plazmonų rezonansą (LSPR) puslaidininkinėje fotokatalizėje [1]. Šis reiškinys labai priklauso nuo nanostrukūrų geometrijos, medžiagos ir optinių padėklo ir supančios aplinkos savybių [2]. LSPR vyksta matomos šviesos srityje naudojant daugumą metalų ir metalų lydinių. Auksas ir sidabras yra dažniausiai naudojamos medžiagos, siekiant gauti paviršinio plazmonų rezonanso reiškinį. Rezonansinį dažnį galima keisti ne tik keičiant medžiagą, bet ir keičiant atstumus tarp nanodalelių, jų dydį, formą ir pasiskirstymą. Rezonansinis dažnis pereina į trumpesnius bangos ilgius, padidinus atstumą tarp nanostrukūrų, o, padidinus nanostrukūrų skersmenį, slenkasi į ilgesnius bangos ilgius. Tas pats efektas atsiranda, kai sferinių nanostrukūrų forma yra keičiama, pvz. į penkiakampę arba trikampę formas. Elektronų pluošto litografija, nano atspaudų litografija ir cheminė sintezė yra plačiai naudojamos technologijos metalinėms nanostrukūroms formuoti. Tačiau, šie metodai yra brangūs ir reikalaujantys daug laiko. Kitą vertus, plonų metalinių sluoksnių atkaitinimo metodas yra pigus ir paprastas, leidžiantis pagaminti norimų parametru nanostrukūras. Atkaitinant plonus metalinius sluoksnius žemesnėje nei lydymosi temperatūroje, jie suyra iki sferinės formos nanostrukūrų [3].

Šio tyrimo tikslas ištirti Au ir Ag nanostrukūrų formavimo parametrų ir LSPR priklausomybę. Tuo tikslu buvo suformuoti ploni TiO<sub>2</sub> sluoksniai ant SiO<sub>2</sub> ir kvarcinio stiklo padėklų, vėliau juos padengiant 5nm – 10 nm storio Au ir Ag sluoksniais, panaudojant megnetroninio nusodinimo metodą. Suformuotos plonasluoksnės sistemos buvo atkaitinamos Ar dujų ar vakuomo aplinkoje, 400°C - 800°C temperatūrų intervale. Gautos nanostrukūros buvo analizuotos SEM ir ImageJ. Nustatyta (1 pav.):

- atkaitinant storesnius sluoksnius, padidėja vidutinis nanostrukūrų skersmuo [4].
- vidutinis nanostrukūrų skersmuo priklauso nuo aplinkos savybių: Ag nanostrukūrų skersmenys mažesni, jei atkaitinama vakuume.
- LSPR slenkasi į ilgesnių bangos ilgių ruožą, didėjant nanostrukūrų skersmeniui.



1 pav. a) Vidutinio nanostrukūrų skersmens priklausomybė nuo Au ir Ag plonų plėvelių storio ir b) LSPR priklausomybė nuo vidutinio Au ir Ag nanostrukūrų skersmens.

*Reikšminiai žodžiai: nanostrukūros, lokalizuotas paviršinis plazmonų rezonansas, ploni sluoksniai.*

### Literatūra

- [1] S.N. Ahmed, W. Haider, Nanotechnology. 29 (2018). doi:10.1088/1361-6528/aac6ea.
- [2] E. Petryayeva, U. J. Krull, Anal. Chim. Acta, 2011: pp. 8-24. doi:10.1016/j.aca.2011.08.020.
- [3] M. Altomare, N.T. Nguyen, P. Schmuki, Chem. Sci. 7 (2016) 6865–6886. doi:10.1039/C6SC02555B.
- [4] M. Sriubas, V. Kavaliūnas, etc., Surf. Interfaces. 25 (2021) 101239. doi:10.1016/J.SURFIN.2021.101239.

### Padėka

Atlikti tyrimai buvo finansuoti iš Europos socialinio fondo (projektas Nr. 09.3.3-LMT-K-712-01-0162) pagal dotacijos sutartį su Lietuvos mokslo taryba (LMTLT).