

Sidabro nanodalelių, suformuotų lazerine abliacija skystyje, taikymas paviršiuje stiprinamos Ramano sklaidos jutikliams

Application of Silver Nanoparticles Synthesized by Laser Ablation in Liquid for Surface-Enhanced Raman Scattering Sensors

Asta Tamulevičienė^{1,2}, Jaunius Mykolaitis², Aivaras Sartanavičius², Mindaugas Juodėnas¹, Tomas Tamulevičius^{1,2}

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

²Kauno technologijos universitetas, Matematikos ir gamtos mokslų fakultetas, Studentų g. 50, LT-51368 Kaunas
asta.tamuleviciene@ktu.lt

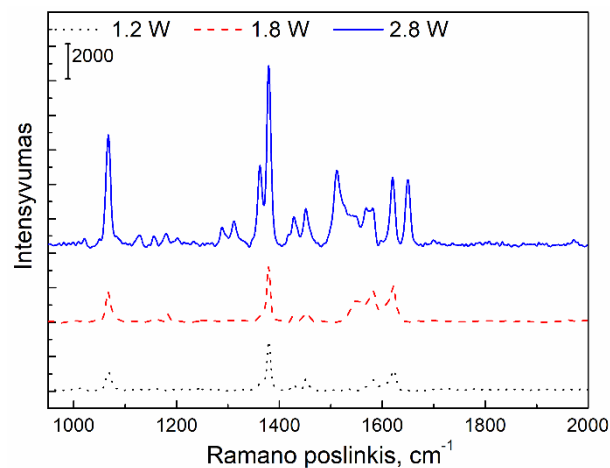
Pastaruoju metu tauriųjų metalų (Ag, Au) nanodariniai yra plačiai tyrinėjami dėl savo ypatingų optinių, elektrinių, mechaninių savybių ir daug žadančių taikymo galimybių, pvz.: katalizėje, paviršiuje stiprinamos Ramano sklaidos (SERS) jutikliuose, biovaizdinimui, fotošiluminei terapijai, saulės elementų efektyvinimui ir t.t. Iki šiol palyginus daug yra pasiekta metalų nanodarinių sintezės srityje, kai galima suformuoti nanodarinius atitinkamos formos, dydžių skirstinio (monodispersiškumo), kristališkumo ir t.t. [1]. Šių dalelių formavimui plačiai naudojami cheminės sintezės metodai, tačiau šiuo metodu dalelės turi apsauginį sluoksnį iš paviršiaus aktyvių medžiagų stabdanti dalelių augimą ir agregaciją. Naudojant metalo lazerinę abliaciją skystyje, pvz.: vandenyje, galima lengvai ir greitai suformuoti nanodaleles kurių paviršius išvis nebūtų pasidengęs stabilizuojančių medžiagų sluoksniu [2].

Šiame darbe sidabro nanodalelės buvo formuojamos lazerinės abliacijos būdu iš 99.9% grynumo sidabro taikinio (UAB „Lietuvos monetų kalykla“) distiliuotame vandenyje naudojant FemtoLab mikro-/nanoapdirbimo sistemą („Altechna R&D“, „Workshop of Photonics“) su femtosekundiniu Yb:KGW lazeriu Pharos („Light Conversion“). Išlaikant pastovų impulsų skaičių ir keičiant 1030 nm bangos ilgio lazerio galią nuo 1.2 W iki 2.8 W buvo suformuoti skirtingos koncentracijos sidabro tirpalai. 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 Tecnai G20 (FEI). Ramano sklaidos spektriniai matavimai atlikti naudojant 532 nm žadinimą inVia (Renishaw) spektrometru. Ramano signalo stiprinimo (SERS) eksperimentuose kaip analitinė medžiaga buvo naudojamas 10^{-6} – 10^{-8} M koncentracijos 2-naftalentiolis (2NT) (Sigma Aldrich).

Keičiant lazerio galią nuo mažiausios iki didžiausios, sidabro darinių koncentracija tirpale padidėjo nuo 9,49 mg/l iki 91,27 mg/l. Ištyrus suformuotų tirpalų optinę sugertį ties ~400 nm buvo identifikuota sidabro nanodariniams būdinga paviršiaus plazmonų smailė. Didėjant nanodarinių koncentracijai smailės plotis didėjo kas parodė, jog tirpale yra įvairaus dydžio dalelių. Atlikus SEM analizę nustatyta, jog pavienių dalelių dydis keičiant formavimo sąlygas kito nežymiai, tačiau

didėjant lazerio galiai (ir darinių koncentracijai), buvo stebimas dalelių sulipimas į didesnius agregatus.

Fotofizikiniu metodu susintetintų Ag darinių tirpalo su 10^{-6} M koncentracijos 2NT molekulėmis Ramano sklaidos stiprinimo rezultatai yra apibendrinti 1 pav. Nepriklausomai nuo naudotos galios buvo užregistruotas Ramano sklaidos stiprinimas. Verta paminėti, kad visais atvejais buvo užregistruotas tiriamos medžiagos signalas, tačiau didžiausias smailių intensyvumas nustatytas kai tiriamoji medžiaga buvo sumaišyta su koloidiniu tirpalu suformuotu naudojant didžiausią galią. Tikėtina, jog tiriamoje zonoje buvo daugiau sidabro nanodalelių kurios galėjo sąveikauti su tiriamos medžiagos molekulėmis ir stiprinti jų sklaidos signalą.



1 pav. 10^{-6} M koncentracijos 2NT SERS signalas išmatuotas naudojant skirtingomis sąlygomis (vidutinė lazerio galia nurodyta legendoje) suformuotus sidabro koloidinius tirpalus

Reikšminiai žodžiai: sidabro nanodalelės, lazerinė abliacija, paviršiuje stiprinama Ramano sklaida, 2-naftalentiolis

Literatūra

- [1] Y. Chen, Z.X. Fan, Z.C. Zhang, W.X. Niu, C.L. Li, N.L. Yang, B. Chen, H. Zhang, *Chem. Rev.*, **118**, 6409 (2018).
- [2] H. Qayyum, W. Ahmed, S. Hussain, G.A. Khan, Z.U. Rehman, S. Ullah, T.U. Rahman, A.H. Dogar, *Opt Laser Technol.* **129**, 106313 (2020)