

Grafeno monosluoksniai lankstiesiems elektrochrominiams prietaisams

Graphene monolayers for flexible electrochromic devices

Asta Tamulevičienė^{1,2}, Rimantas Gudaitis¹, Erika Rajackaitė¹, Šarūnas Meškiniš¹, Sigintas 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

Lanksčios elektronikos prietaisų paklausa smarkiai prisidėjo prie lanksčių elektrodų, kurie galėtų atlaikyti įvairias deformacijas (tempimas, lenkimas, suvyniojimas), vystymo. Grafenas dėl savo įspūdingų elektrinių (didelis krūvininkų judris), optinių (skaidrumas optiniame intervale >97%) ir mechaninių (Jungo modulis siekia 1100 TPa) savybių pritraukia vis daugiau dėmesio kaip perspektyvi lanksčių elektrodų medžiaga. Todėl grafeno pritaikymas elektriniuose prietaisuose, tokiuose kaip organiniai fotoelementai, baterijos, tranzistoriai, jutikliai yra plačiai tyrinėjamas [1].

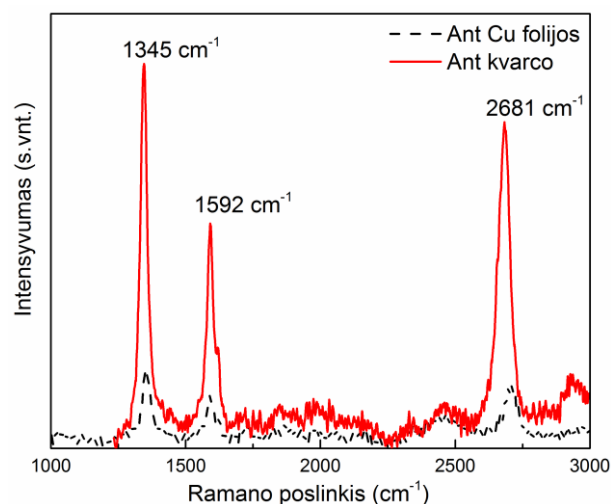
Grafenas gali būti formuojamas eile metodų, pvz. mechaninis grafito sluoksniavimas, epitaksinis nusodinimas, cheminis nusodinimas iš garų fazės ir kt. Verta paminėti, jog cheminis nusodinimas iš garų fazės yra vienas dažniausiai naudojamų metodų dėl galimybės atlikti grafeno nusodinimą dideliame plote. Dažniausiai nusodinimas yra atliekamas ant įvairių metalų (pvz. Ni, Cu) folijos, kuri atlieka katalizatoriaus vaidmenį grafeno sluoksnio formavime. Užaugintas grafeno sluoksnis gali būti perneštas (ištirpinant metalo foliją) ant praktiškai bet kokio pagrindo, įskaitant ir polimerus kas leidžia panaudoti šiuos sluoksnius lanksčių prietaisų kūrimui [2].

Šiame darbe grafeno sluoksniai buvo formuojami ant vario folijos mikrobangų plazma aktyvuotu cheminiu nusodinimu iš garų fazės (2,45 GHz IPLAS CYRANNUS). Nusodinimas vykdomas dviem etapais: 1) *atkaitinimas vandenilio aplinkoje* (galia - 1,3 kW, slėgis - 30 mbar, H₂ srautas - 200 sccm, proceso trukmė - 30 min, pagrindo temperatūra 440 °C); 2) *auginimas* (galia - 1,1 kW, slėgis - 30 mbar, H₂ srautas - 200 sccm, CH₄ srautas - 25 sccm, proceso trukmė - 10 min, pagrindo temperatūra 440 °C). Grafeno pernešimui ant skaidrių polietileno ir kvarcinio stiklo pagrindų, vario folija buvo ištirpinta geležies chlorido (FeCl₃) tirpale.

Grafeno sluoksnių, nusodintų ant vario folijos ir perneštų ant skaidrių pagrindų, apibūdinimui buvo panaudota Ramano sklaidos spektroskopija (Renishaw inVia spektrometras, bangos ilgis 532 nm, 50x objektyvas), kuri yra plačiai naudojama kaip nedestruktyvus grafeno apibūdinimo metodas. Optinės suformuotų sluoksnių savybės buvo tirtos 190-1000 nm intervale naudojant Avantes spektrometrą. Paviršiaus morfologija iširta atominių jėgų mikroskopu JPK, NanoWizard®3.

1 paveiksle pateiktas grafeno, nusodinto ant vario folijos ir pernešto ant kvarco, Ramano sklaidos spektrai. Spektre stebimos trys smailės: G smailė ties 1592 cm⁻¹

(sp² ryšiais susijungusių anglies atomų virpesiai plokštumoje), D ir D' smailės atitinkamai ties 1345 cm⁻¹ ir 1620 cm⁻¹ (grafene stebimos dėl susidariusių taškinių defektų), bei 2D smailė ties 2681 cm⁻¹. Analizuojant 2D smailės formą galima nustatyti kiek grafeno sluoksnių sudaro suformuotą struktūrą [3]. Šiuo atveju 2D smailė buvo aproksimuojama vienu Lorencianu, ir gautas smailės pusplotis ~46 cm⁻¹.



1 pav. Grafeno, suformuoto ant vario folijos ir pernešto ant kvarco, Ramano sklaidos spektras

Remiantis Ramano sklaidos spektroskopijos rezultatais (2D smailė aproksimuojama vienu Lorencianu, o pusplotis 46 cm⁻¹, G smailė yra ties 1592 cm⁻¹) galima teigti, jog suformuotas grafeno monosluoksnis. Šie sluoksniai bus panaudoti formuojant organinius elektrochrominius prietaisus.

Reikšminiai žodžiai: grafenas, elektrochrominiai prietaisai, plazma aktyvuotas cheminis nusodinimas iš garų fazės.

Literatūra

- [1] J. W. Jo, J. U. Lee, W. H. Jo, PolymInt **64**, 1676 (2015).
- [2] H. Chang, H. Wu, Adv. Funct. Mater., **23**, 1984 (2013).
- [3] N. Woehrl, O. Ochedowski, S. Gottlieb, K. Shibasaki, S. Schulz, AIP Adv. **4**, 047128 (2014).