

Amorfinių nanokompozitinių anglies dangų formavimas naudojant švino sluoksnį

Synthesis of amorphous nanocomposite carbon films using lead layer as catalyst

Marius Černauskas^{1,2}, Liutauras Marcinauskas², Pavels Onufrijevs³, Valdas Šablinskas¹

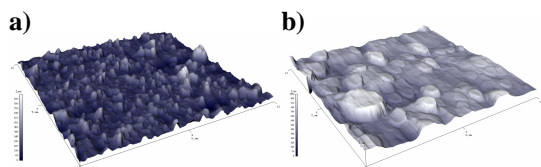
¹Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Saulėtekio al. 9, LT-10222 Vilnius

²Kauno technologijos universitetas, Studentų g. 50, LT-51368 Kaunas

³Riga Technical University, Faculty of Materials Science and Applied Chemistry, P. Valdena 3/7, LV-1048 Riga
marcernauskas@gmail.com

Amorfinės nanokompozitinės anglies dangos ir nanodariniai (nanovamzdeliai, nanokūgiai, fulerenai) dėka savo unikalių savybių yra plačiai taikomi jutiklių gamyboje, elektronikoje, biomedicinoje [1-2]. Dabartiniu metu vykdomi intensyvūs moksliniai tyrimai siekiant gauti naujus metodus ar pagerinti esamas, anglies nanostruktūrų formavimo technologijas. Anglies nanostruktūrų susidarymo procesuose didelį vaidmenį atlieka katalizatoriai, kurie leidžia padidinti cheminių reakcijų greitį, tuo pačiu metu sumažinant proceso vyksmo temperatūrą [3]. Pagrindinis darbo tikslas buvo naudojant plazma aktyvuoto cheminio nusodinimo iš garų fazės metodą iš C_2H_2 plazmos, naudojant švino katalizatorių, suformuoti anglies nanokompozitus bei įvertinti sintezės temperatūros įtaką gautų dangų struktūrai.

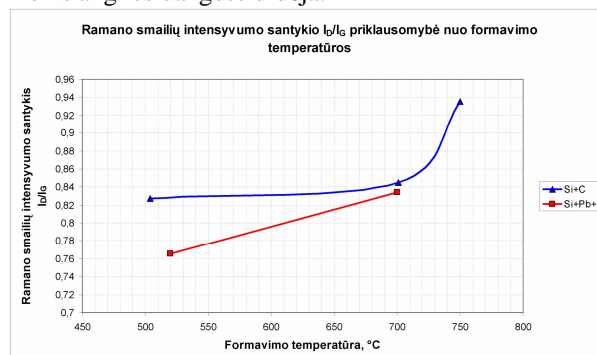
Formavimui buvo naudotas silicio (100) orientacijos padėklas, ant kurio magnetroniniu dulkinimu buvo nusodintas švino sluoksnis. Švino sluoksnio storis buvo 320-350 nm. Suformuotos švino dangos buvo atkaitinamos vakuuminėje kameroje, 40 Pa slėgio argono dujų atmosferoje, iki dangų formavimo temperatūros. Atkaitinimas ir anglies dangų formavimas buvo atliekamas 500 °C – 750 °C temperatūrų intervale. Amorfinių anglies dangų sintezei naudota acetileno dujų plazma, laikant dujų srautą 0,889 cm³/s. PECVD kameros darbinis slėgis kito 40-80 Pa ribose, bandinių priešitampis buvo -300 V, formavimo laikas 90 s. Suformuotų dangų paviršius buvo tiriamas skenuojančiu elektroniniu (SEM) JEOL JSM6490LV, bei atominės jėgos NT-206 (AFM) mikroskopais. Elementinė sudėtis nustatoma Rentgeno spindulių energijos dispersijos spektrometrija (EDS). Dangų struktūros pokyčiai tirti FTIR (Perkin Elmer) ir mikro-Ramano (RS) spektroskopu (Renishaw inVia) naudojant 514 nm bangos ilgio ir 2 μm skersmens spindulį. Dangų optinės savybės buvo matuotos Gaertner L117 nulinio elipsometru.



1 pav. Anglies dangų AFM nuotraukos (520 °C): a) be katalizatoriaus, b) su Pb katalizatoriumi.

Atlikti AFM tyrimai parodė, kad formuojant anglies dangą su švino sluoksnio, paviršiuje susiformuoja įvairaus dydžio salelės (1 pav.). Iš dangų AFM paviršiaus

nuotraukų matome, kad 520 °C temperatūroje suformuotų dangų šiurkštumas (R_a) - 70 ir 93 nm, o vidutinis dalelių aukštis 235 ir 674 nm. Didinant formavimo temperatūrą iki 700 °C, dangų, su Pb sluoksniu, šiurkštis sumažėja iki 11 nm. EDS matavimai parodė, kad didėjant formavimo temperatūrai C/O koncentracijos santykis dangose mažėja, t.y. deguonies kiekis anglies dangose didėja.



2 pav. Suformuotų dangų Ramano I_D/I_G santykio priklausomybė nuo temperatūros

RS analizė parodė, kad visų dangų spektruose stebimos atskiros D ir G smailės. Kuomet dangos formuojamos ant Si/Pb padėklų, didinant padėklo temperatūrą nuo 520 °C iki 700 °C, G smailės padėtis slenkasi į mažesnių verčių sritį, o pusplotis padidėja nuo 33 cm⁻¹ iki 47 cm⁻¹. D ir G smailių intensyvumų santykis (I_D/I_G) išauga nuo 0,76 iki 0,83. G juostos pusplotio padidėjimas ir I_D/I_G santykio didėjimas rodo, kad keliant formavimo temperatūrą dangose mažėja struktūrų tvarkingumas ir sp^3 hibridizacijos anglies jungčių t.y. susiformuoja daugiau anglies jungčių su deguonimi [1]. RS spektrai parodo, kad galima efektyviai sumažinti C=C, C=O, CH_x ryšių kiekį dangoje naudojant švino katalizatorius, nors jo aktyvumą riboja susidaręs PbO_x .

Reikšminiai žodžiai: amorfinės anglies dangos, nanokompozitai, nanostruktūros, temperatūra, švinas.

Literatūra

- [1] J. Robertson. Diamond-like amorphous carbon. - Materials Science and Engineering, 37, 2002, 129–281 p.
- [2] V. Jourdain, C. Bichara. Current understanding of the growth of carbon nanotubes in catalytic chemical vapour deposition // Carbon. 2013. Vol. 58. 2–39 p.
- [3] N. Dwivedi, S. Kumar, H. K. Malik. Role of base pressure on the structural and nano-mechanical properties of metal/diamond-like carbon bilayers // Applied Surface Science. 2013. Vol. 274. 282–287 p.