

Plonų dielektrinių sluoksnių, formuojamų atominio storio sluoksnio nusodinimo metodu, augimo greičio dinamikos tyrimas

Investigation of growth rate dynamics of dielectric thin films deposited by atomic layer deposition

Mantas Drazdys¹, Darija Astrauskytė¹, Ramutis Drazdys¹

¹Mikrooptinių komponentų laboratorija, Fizinių ir technologijos mokslų centras, Savanorių pr. 231, 02300 Vilnius
mantas.drazdys@ftmc.lt

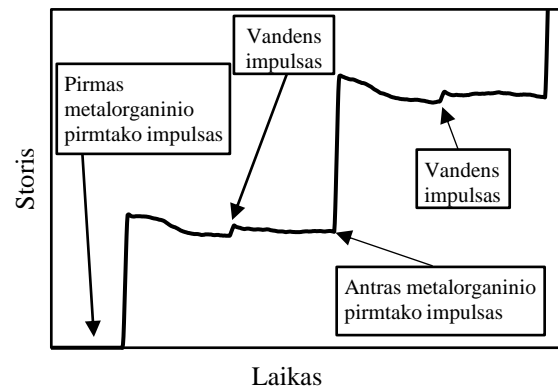
Fizinio garų nusodinimo technologijos buvo ir yra vienas pagrindinių įrankių, labai reikalingų optinių komponentų, naudojamų lazeriuose ir lazerinėse technologijose gamybai. Tačiau tobulėjant lazerinėms technologijoms atsiranda poreikis tokių komponentų, kurių gamyba fizinio garų nusodinimo metodais, dėl technologinių suvaržymų, neužtikrina reikalaujamų dangos charakteristikų viso dengiamo komponento paviršiuje. Tai dažniausiai yra sudėtingos formos pagrindai, tokie kaip fotoniniai kristalai, lęšiai, mikrooptiniai komponentai ir kt.

Viena iš alternatyvių technologijų, leidžiančių nusodinti tolygias dangas ant sudėtingos formos pagrindų, yra atominio storio sluoksnio nusodinimo (ALD – angl. k. *atomic layer deposition*) technologija. ALD yra cheminio garų nusodinimo technologijos atšaka, kurios veikimo principas yra pagrįstas nuosekliomis pirmtakų reakcijomis su dengiamais paviršiais, suformuojant atominio storio sluoksnius, kas leidžia labai tiksliai kontroliuoti nusodinamo sluoksnio storį. Kadangi ALD yra cheminis nusodinimo metodas, nusodintų sluoksnių kokybę ir savybes nulemia pirmtakų ir paviršių reakcijos [1].

Nusodinant ultra-plonas dangas pradinis sluoksnio augimo greitis yra esminis faktorius, nulemiantis optinės dangos charakteristikas. Pastebėta, kad sluoksnio augimo greitis gali kisti priklausomai nuo paviršiaus, ant kurio yra nusodinamas sluoksnis, savybių. Šis kitimas dažniausiai stebimas pirmus 10 – 30 ciklų [2]. Toks sluoksnio augimo greičio kitimas neturi įtakos, kai nusodinami sąlyginai stori, 100 nm ir daugiau, sluoksniai. Tačiau nusodinant ultra-plonus 1 – 20 nm sluoksnius sluoksnio augimo greičio kitimas daro stiprią įtaką galutinio sluoksnio storio tikslumui.

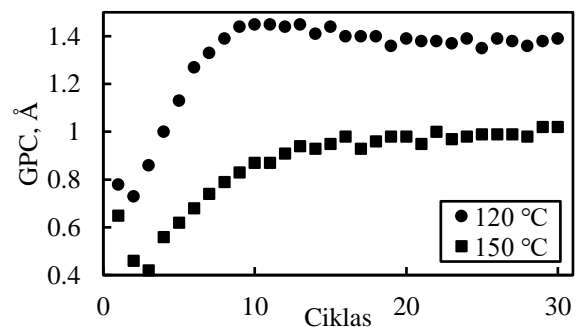
Šiame darbe naudojant terminį ALD procesą ir in situ kvarcinio kristalo mikrosvarstyklių (QCM – angl. k. *quartz crystal microbalance*) monitoringą buvo tirtas sluoksnių augimo greičio (GPC – angl. k. *growth per cycle*) kitimas nusodinant HfO₂, TiO₂, Ta₂O₅ ir Al₂O₃ ant skirtingų medžiagų paviršių. Šio tyrimo metu ploni sluoksniai buvo nusodinami 120°C ir 150°C temperatūrose naudojant metalorganinius pirmtakus ir dejonizuotą vandenį. Kiekvienas ALD ciklas susidėjo iš keturių žingsnių: metalorganinio pirmtako impulso, reaktoriaus prasiurbimo, vandens

impulso ir reaktoriaus prasiurbimo (1 pav.).



1 pav. QCM monitoringo parodymai dviejų ALD ciklų metu.

Tyrimų metu pastebėta, jog kai kuriais atvejais pradinis sluoksnio augimo greitis gali būti daugiau nei dvigubai mažesnis lyginant su stabilium augimo greičiu (2 pav.) Kita vertus, nusodinant Ta₂O₅ sluoksnį ant Al₂O₃ stebimas stabilus augimas nuo nusodinimo proceso pradžios. Daugeliu atvejų tiesinis sluoksnių augimas prasideda po 15 – 20 ciklų.



2 pav. HfO₂ augimas ant SiO₂.

Reikšminiai žodžiai: dielektriniai sluoksniai, atominio storio sluoksnio nusodinimas, sluoksnių augimo dinamika.

Literatūra

- [1] Tiznado et al., Rev. Mex. Fis. **58**, 459-465 (2012).
- [2] C. W. Wiegand et al., Chem. Mater. **30**, 1971-1979 (2018).