

Nusodinimo temperatūros įtaka bismuto ferito ir bismuto titanato plėvelių feroelektrinėms savybėms

Influence of deposition temperature on ferroelectric properties of bismuth ferrite and bismuth titanate thin films

Andrejus Litvakas¹, Aleksandras Iljinas^{1,2}, Vytautas Stankus¹, Vytautas Čiapas²

¹Kauno technologijos universitetas, Matematikos ir gamtos mokslų fakultetas, Studentų g. 50, LT-51368 Kaunas

²Kauno kolegija, Technologijos fakultetas, Pramonės pr. 20, LT-50468 Kaunas
andrejus.litvakas@ktu.edu

Bismuto titanatas (BIT) ir bismuto feritas (BFO) yra vienos perspektyviausių bešvinės feroelektrinės medžiagos. Šios medžiagos yra puikūs kandidatai į išliekamosios laisvosios kreipties atminties FRAM feroelektrinės ir MRAM magnetorezistivinės laisvosios kreipties atminties gamybai. BIT ir BFO plėvelių feroelektrinės savybės priklauso nuo padėklo medžiagos savybių (gardelės parametru ir šiluminio plėtimosi koeficiento), nusodinimo būdo, fazinės struktūros, plėvelės storio ir kitų savybių. Nusėdimo sąlygos ir padėklo temperatūra yra svarbiausi veiksniai, turintys įtakos elektrinėms ir magnetinėms BIT ir BFO plėvelių savybėms. Šiame darbe tirtos bismuto titanato ir bismuto ferito plėvelių struktūrinės, morfologinės ir feroelektrinės savybės.

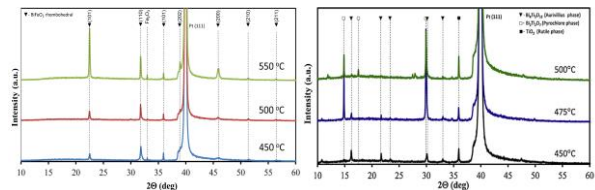
Plonos bismuto ferito ir bismuto titanato oksido plėvelės buvo nusodintos ant platinuoto silicio padėklo reaktyvaus magnetroninio sluoksnis po sluoksnio nusodinimo metodu deguonies dujų aplinkoje ($p = 1,33$ Pa slėgyje), esant įvairioms padėklo temperatūroms. Kaip padėklas buvo naudojama daugiasluoksnė sistema Pt/Ti/SiO₂/Si. Pt, Ti ir SiO₂ sluoksnių storis atitinkamai buvo 200 nm, 50 nm ir 1000 nm.

Plėvelių nusodinimas buvo atliekamas naudojant periodinį ir lygiagretų padėklo judėjimą virš magnetronų. Siekiant užtikrinti maždaug vieno atominio sluoksnio Bi₂O₃ arba Fe₂O₃ ir TiO₂ plėvelių storį, buvo pasirinktas 3s judesio periodas. Buvo naudojami trijų colių skersmens Bi arba Fe ir Ti diskiniai taikiniai (Kurt J. Lesker Company, Bi ir Ti 99,999 % grynumo).

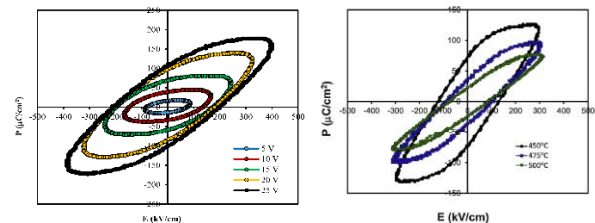
Šio magnetroninio nusodinimo metu mėginių temperatūra buvo keičiama nuo 400 °C iki 500 °C temperatūros. Magnetrono galia ir nusodinimo laikas (30 min.) buvo pasirinkti tokie, kad susidarytu 500 nm storio plėvelės. Mėginiai buvo analizuojami naudojant skenuojantį elektroninį mikroskopą (SEM) (RAITH-e-LiNE, Raith GmbH). Grūdelių dydis buvo nustatytas naudojant naudojant iSolution DT programinę įrangą.

Plonų plėvelių kristalografinė struktūra iširta rentgeno spindulių difrakcija (XRD) (Bruker D8 serijos difraktometras naudojantis monochromatinę Cu K α spinduliuotę su Bragg-Brentano geometrija).

Histerezei matuoti buvo pritaikytas Sawyer ir Tower polarizacijos-elektrinio lauko (P-E) metodas (1 k Ω varža ir 150 nF kondensatorius).



1 pav. Užaugintų dangų rentgenogramos. Kairėje - BFO (nusodintu 450 °C, 500 °C ir 550 °C temperatūroje), dešinėje - BIT (nusodintu 450 °C, 475 °C ir 500 °C temperatūroje).



2 pav. BFO dangos (kairėje) ir BIT (dešinėje) P-E histerezės kilpos

Histereze kilpų matavimai parodė, kad nusodintos BIT ir BFO plėvelės pasižymi feroelektrinėmis savybėmis. Taip pat, rezultatai parodė, kad šių medžiagų struktūra ir feroelektrinės savybės labai priklauso nuo auginimo temperatūros. BFO plėvelei, nusodintai 550 °C temperatūroje, buvo gautas didžiausias 210 kV/cm koercinis laukas ir 115 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ liekamoji polarizacija. Tai lemia plonos plėvelės nuotėkio srovė, kurią sąlygoja erdvės krūvio riboto laidumo mechanizmas.

BIT plėvelei, nusodintai 450 °C temperatūroje, buvo gautas didžiausias 130 kV/cm koercinis laukas ir 73 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ liekamoji polarizacija. Tyrimas parodė, jog feroelektrinės savybės yra labai jautrios plėvelių stochiometrijai.

Reikšminiai žodžiai: BIT, BFO, bismuto titanatas, bismuto feritas, feroelektrinės savybės.