

Plonų 6ScAlSZ sluoksnių, suformuotų garinant elektronų spinduliu, savybių tyrimas

Investigation of the properties of 6ScAlSZ thin ceramic films formed by e-beam evaporation

Darius Virbukas^{1,2}, Mantas Sriubas¹, Nursultan Kainbayev^{1,3}, Kristina Bočkutė¹, Giedrius Laukaitis¹

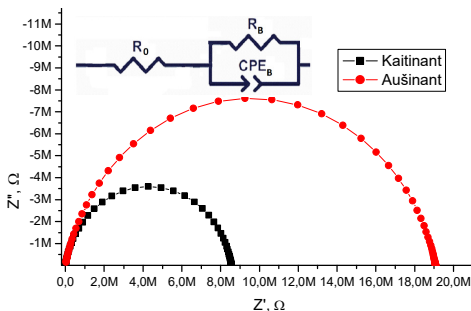
¹Kauno technologijos universitetas, Matematikos ir gamtos mokslų fakultetas, Studentų g. 50, LT-51368 Kaunas

²Kauno kolegija, Technologijų fakultetas, Pramonės pr. 20, LT-50468 Kaunas

³Kazachstano Al-Farabi nacionalinis universitetas, Šiluminės ir techninės fizikos katedra, 71 Al-Farabi Ave., 050040 Almata, Kazachstanas
darius.virbukas@ktu.lt

Nelegiruotas ZrO₂ pasižymi žemu deguonies jonų laidumu dėl mažos deguonies vakansijų koncentracijos ir polimorfino pobūdžio. ZrO₂ elektrolitų joninis laidumas priklauso nuo priemaišų atominių spindulių, priemaišų koncentracijos, elektrostatinės sąveikos tarp priemaišų ir deguonies vakansijų bei fazinės sudėties. Nustatyta, kad optimali priemaišų koncentracija yra apie 8–10 mol.%. Laidumas mažėja esant didesnei ar mažesnei priemaišų koncentracijai dėl priemaišų klasterių formavimosi arba mažos deguonies vakansijų koncentracijos. Cirkonio dioksidas, legiruotas 6 mol% Sc (6ScSZ), turi vieną didžiausią joninį laidį 1000°C temperatūroje. Tačiau laidumas tampa lygus arba mažesnis nei YSZ laidumas esant 500°C dėl padidėjusios aktyvacijos energijos. Norint padidinti deguonies joninį laidumą ir kubinės fazės stabilumą, 6ScSZ galima legiruoti nedideliais kiekiais (0,5–2 mol%) CeO₂, Gd₂O₃, Sm₂O₃, Bi₂O₃, Yb₂O₃ ir Al₂O₃ [1]. Legiruojant Al₂O₃, gali pasikeisti kristalinė 6ScSZ struktūra, turinti įtakos mechaninėms ir elektrinėms savybėms [2]. Be to, skirtingi formavimo metodai ir jų pasirinkti technologiniai parametrai irgi lemia legiruoto ScSZ joninį laidį.

Šiame darbe nagrinėjamos skandžio ir aliuminio oksidu stabilizuoto cirkonio oksido (ZrO₂:Sc₂O₃:Al₂O₃ 93:6:1 mol%) (6ScAlSZ) plonų sluoksnių, suformuotų garinant elektronų spinduliu, savybės.



1 pav. 6ScAlSZ keramikos $-ImZ(ReZ)$ priklausomybė, esant 8 Å/s nusodinimo greičiui

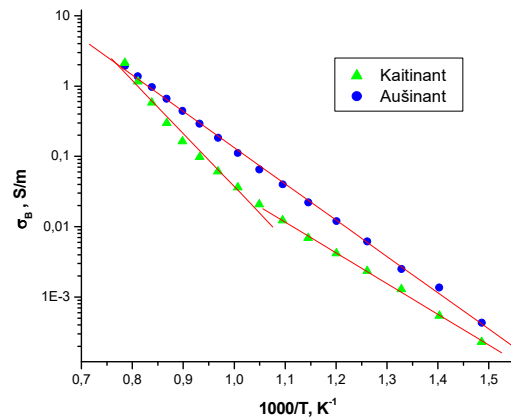
Plonasluoksnės 6ScAlSZ keramikos buvo suformuotos, esant 8 Å/s nusodinimo greičiui ir 450 °C padėklo temperatūrai. Plonų sluoksnių elektrinių savybių tyrimui buvo naudojamas kompleksinės varžos spektrometras. Elektrinės keramikų savybės tirtos 673–1273 K temperatūrų ir $10^{-1} \leq f \leq 10^6$ Hz dažnių intervaluose. Ramano spektroskopija buvo naudojama nustatyti plonų dangų fazinę sudėtį.

Suformuotų plonų sluoksnių laidumas apskaičiuotas iš $-ImZ(ReZ)$ priklausomybės (1 pav.) ir buvo gautos

laidžio priklausomybės nuo temperatūros (2 pav.). Aktyvacijos energija (ΔE_a), esant skirtingiems temperatūrų intervalams, pateikta 1 lentelėje.

1 lentelė. 6ScAlSZ plonų sluoksnių aktyvacijos energijos ΔE_a , esant skirtingiems temperatūrų intervalams.

Temperatūra, K	Kaitinant		Aušinant
	673-913	913-1273	1273-673
Aktyvacijos energija, eV	0,873	1,511	1,032



2 pav. 6ScAlSZ plonų sluoksnių laidžio priklausomybė nuo temperatūros

Buvo nustatyta, kad vyksta fazinis virsmas (2 pav.) ir pakinta fazinė junginio sudėtis (2 lentelė).

2 lentelė. 6ScAlSZ keramikos fazinė sudėtis prieš ir po kompleksinės varžos matavimų.

	Monoklininė	Tetragoninė	Kubinė
Prieš	18 %	82 %	0%
Po	16 %	61 %	23%

Iš atliktų tyrimų galime teigti, kad įterpiant nedidelį kiekį Al₂O₃ į Sc₂O₃-ZrO₂ junginį, ploni sluoksniai, suformuoti garinant elektronų spinduliu, pasižymi mišria fazine sudėtimi, turinčia įtakos elektrinėms savybėms.

Reikšminiai žodžiai: elektronų spindulio nusodinimo metodas, cirkonio oksidas stabilizuotas itrio oksidu.

Literatūra

- [1] Cun Xin Guo, Jian Xin Wang, Chang Rong He, Wei Guo Wang. Ceramics International 39 (2013) 9575–9582.
- [2] S.P.S. Badwal, F.T. Ciacchi, S. Rajendran, J. Drennan. Solid State Ionics 109 (1998) 167–186.

Padėka

Tyrimai buvo finansuoti Europos regioninės plėtros fondo (projektas Nr. 01.2.2-LMT-K-718-01-0071) pagal dotacijos sutartį su Lietuvos mokslo taryba (LMTLT).