

# Indžio-alavo oksido plonų sluoksnių auginimas magnetroninio nusodinimo vakuume metodu ant polimerinių padėklų

## Growth of indium-tin oxide thin films by magnetron deposition on polymer substrates

Aleksandras Iljinas<sup>1</sup>, Valerijus Marudinas<sup>1</sup>, Ruslanas Ramanauskas<sup>1</sup>, Remigijus Kaliasas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kauno technologijos universitetas, Matematikos ir Gamtos mokslų fakultetas, Studentų g. 50, LT-51368 Kaunas

<sup>2</sup>Panevėžio kolegija, Technologijos mokslų fakultetas, Laisvės a. 23, LT-35200, Panevėžys

[aleksandras.iljinas@ktu.lt](mailto:aleksandras.iljinas@ktu.lt)

Visų šiuolaikinių optoelektronikos prietaisų viena iš sudedamųjų dalių yra ploni optiškai skaidrūs ir elektros srovei laidūs sluoksniai. Skystųjų kristalų vaizduokliuose šie sluoksniai yra skaidrūs elektrodai, kuriais yra valdomas vaizduoklio skaidrumas šviesai.

Optiškai skaidrūs ir elektrai laidūs sluoksniai - tai sluoksniai, kurių optinis pralaidumas regimosios šviesos spektre (380 nm - 760 nm) yra virš 80 %, optinis draustinės juostos plotis nemažesnis kaip 3 eV, o savitoji varža nedidesnė kaip  $10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$  eilės.

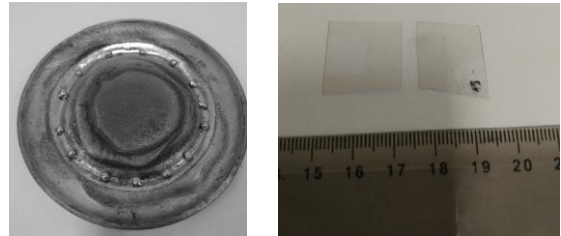
Šiam tikslui plačiausiai naudojami indžio oksidų ( $\text{In}_2\text{O}_3$ ) su alavo oksido ( $\text{SnO}_2$ ) priemaišomis (ITO) sluoksniai, o šių sluoksnių formavimui dažniausiai taikomi fizikinio nusodinimo iš garų fazės vakuume metodai.

ITO sluoksnių auginimui dažniausiai naudojamas radio dažnio (RF) arba reaktyvus magnetroniniai nusodinimai. Norint užauginti kokybiškus sluoksnius (kuo didesnis optinis pralaidumas ir kuo didesnis elektrinis laidumas) vienas iš svarbesnių sintezės parametrų yra padėklo temperatūra sluoksnio augimo metu. Nuo jos labiausiai priklauso sluoksnio kristališkumas. Esant žemai formavimo temperatūrai, nevyksta ITO sluoksnio kristalizacija, kas lemia nepakankamas sluoksnių savybes (mažą elektrinį laidumą bei optinį skaidrį). Auginant sluoksnius ant polimerinių padėklų temperatūra dažniausiai negali būti didelė už 100 °C. Viršijus šią temperatūrą - drastiškai keičiasi padėklo savybės, jis minkštėja ir auginama medžiaga pradeda įsiterpti į polimerą. Dėl šios priežasties, siekiant gauti pakankamo kristališkumo sluoksnius, suformuotų dangų negalima atkaitinti aukštesnėse temperatūrose. Todėl užauginti optiškai skaidrius ir elektros srovei laidžius sluoksnius ant polimerinių padėklų yra didelis iššūkis.

Ploni indžio-alavo oksido sluoksniai buvo auginami ant polietileno teraftalato padėklų standartinė magnetroninio nusodinimo vakuume įranga. Magnetrone yra indžio katodas (taikiny) į kurio dulkėjimo (erozijos) zoną įdedamos alavo granules, taip įvedant alavo priemaišas į dangą (1pav). Keičiant įdedamų alavo granuliu skaičiui (masei), gaunamos skirtingos sudėties dangos.

Morfologiniai tyrimai buvo atliekami skenuojančios elektroninės mikroskopijos (SEM) metodu. Sluoksnių struktūra buvo tiriama Rentgeno spindulių difrakcijos (XRD) metodu. Suformuotų medžiagų elementinė sudėtis analizuojama rentgeno spindulių energijos dispersijos spektrometrija (EDX). Dangų elektrinės

savybės buvo nustatytos matuojant dangų paviršines varžas keturių zondų metodu. Optinės charakteristikos buvo matuojamos spektrometru, kuris leidžia keisti krentančios šviesos bangos ilgį nuo 250 nm iki 850 nm. Juo galima išmatuoti šviesos pralaidumo priklausomybes nuo šviesos bangos ilgio. Dangų optiniu draustinių juostų pločiui nustatyti naudotas Tauco metodas.



1 pav. Indžio katodas su alavo granulėmis (kairėje), suformuotų dangų nuotrauka (dešinėje)

1 lentelė. Elektrinės ir optinės indžio-alavo oksidų charakteristikos

	Bandinys				
	0,02	0,04	0,08	0,1	0,14
m(Sn), g	0,02	0,04	0,08	0,1	0,14
m(In)/m(Sn)	19,3	17,9	8	6,8	4,8
dangoje					
d, nm	282	263	235	254	258
$R_{\square}$ , k $\Omega$ /Sq	8,62	5,52	0,919	1,16	5,41
$\rho$ , m $\Omega$ -m	2,43	1,45	0,216	0,295	1,39
$T_{\text{vid}}$ , % (400-750 nm)	78	66	72	60	67
$\alpha \cdot 10^6$ , m <sup>-1</sup> (550 nm)	2,0	3,0	3,8	3,5	4,0
$E_g$ , eV	3,80	3,80	3,75	3,65	3,80

Didinant alavo masę nuo 0,02 g iki 0,14 g sluoksnio formavimo metu alavo kiekis ITO sluoksnyje didėjo nuo 4,9 % iki 17,4 %, o draustinės juostos plotis kinta 3,65 - 3,80 eV ribose. Optimaliu optinių ir elektrinių savybių deriniu, mažiausia paviršine varža (919  $\Omega$ /Sq), ir nedideliu sugerties koeficientu (3,8  $10^6 \text{ m}^{-1}$ ) pasižymi danga, kurioje indžio ir alavo masių santykis buvo lygus ~8. Rentgeno difrakcijos tyrimai parodė kad visų dangų struktūra yra amorfinė.

*Reikšminiai žodžiai: indžio-alavo oksidas (ITO), skaidrios regimai šviesai ir laidžios elektros srovei plonos dangos, dangos ant polimerinių padėklų, magnetroninis nusodinimas.*