

Cinko oksido nanodalelių sintezė vakuuminio plazminio purškimo metodu ir struktūrinių savybių tyrimas

Synthesis of Zinc Oxide Nanoparticles by Vacuum Plasma Spraying and Investigation of Structural Properties

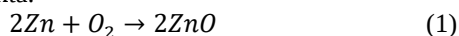
Mindaugas Ilickas^{1,2}, Brigita Abakevičienė^{1,2}

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

²Kauno technologijos universitetas, Medžiagų mokslo institutas, K. Baršausko g. 69, LT-51423 Kaunas

mindaugas.lickas@ktu.edu

ZnO yra gan minkšta medžiaga, kietumas pagal Moso skalę yra ~4,5 [1]. ZnO turi platų funkinių savybių intervalą, juos pritaikant optoelektronikoje, spintronikoje ir pjezoelektriniuose keitikliuose. ZnO yra puslaidininkis, nano- ir mikrostruktūrų požiūriu tai yra labai nepaprasta medžiaga, turinti plačią draustinę juostą, literatūroje pateikiama, jog ši vertė yra $E = 3,37$ eV [2], taip pat turi gan didelę branduolio rišančiąją energiją (60 meV), todėl ZnO dažniausiai pasirenkamas ultravioletiniams (UV) optoelektronikos taikymams. Tetrapodą sudaro keturios strypo formos struktūros (1 D nanovielos), kurios dar vadinamos „kojomis“. Jos tarpusavyje yra susijungusios per centrinę šerdį, viena kitos atžvilgiu (sudaro 3D struktūrą), šių nanovelių kampų vertės yra intervale $105^\circ - 110^\circ$ [3]. Ši unikali tetrapodų forma yra didelis privalumas jų pritaikyme. Jėgos veikiančios išilgai vienos „kojos“ yra perkeliama į kitą, o tai užtikrina aukštą šios nanostruktūros stabilumą. Jei kartu susikaupia didelis skaičius tetrapodų, jie sugeba sukurti unikalią makroskopinę struktūrą, turinčią labai didelį poringumą, kurio beveik neįmanoma pasiekti naudojant sferines nanodaleles [3]. ZnO sugerties maksimumas susidaro ties bangos ilgiu $\lambda = 375$ nm, kas atitinka ultravioletinių spindulių regioną (10-400 nm). ZnO nanostruktūros gali būti išgaunamos išgarinant grynus Zn miltelius atmosferoje. Vykstanti sintezės reakcija pateikta:



Susidaro baltos spalvos ZnO milteliai.

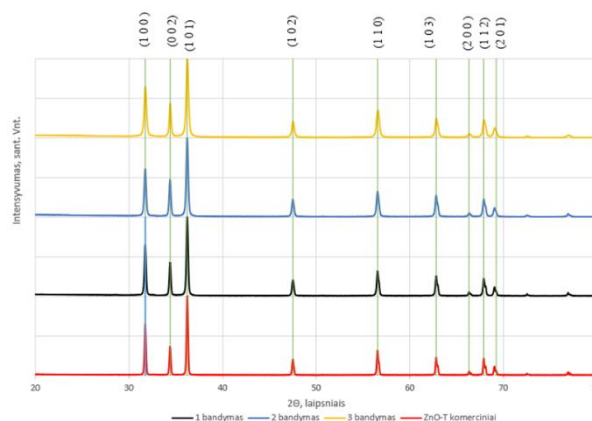
Šio darbo tikslas yra cinko oksido (ZnO) nanodalelių sintezė vakuuminio plazminio purškimo metodu ir struktūrinių savybių tyrimas. Šiuo metodu ZnO sintezė plazminio purškimo būdu buvo vykdoma pirmą kartą Lietuvoje.

Susintetintų nanomiltelių, vakuuminio plazminio purškimo metodu, analizei naudota rentgeno spindulių difrakcijos (XRD) metodika.

Visos rentgeno spindulių difrakcijos tyrimo smailės (žr. 1 pav.) buvo indeksuotos pagal šešiakampę viurcito kristalinę struktūrą su labiausiai pageidaujamomis plokštumomis (1 0 0), (0 0 2) ir (1 0 1) pagal JCPDS duomenų bazę (kortelės Nr. 00-036-1451).

Atlikus Rentgeno spindulių difrakcijos tyrimą nustatyti susidarančių ZnO-T tipo dalelių kristalitų dydžiai, yra tarp 30 nm ir 40 nm (Literatūroje [4] minima, jog įvairiais metodais gaunamas kristalitų dydis yra 8-55 nm, todėl XRD duomenimis suskaičiuoti kristalitų dydžiai yra teisingi), nustatyta pagrindinė (1 0

1) ir antrinės cinko oksido formavimosi plokštumos, rastas susidarančių defektų skaičius mėginyje. Nustatytos kristalinės gardelės konstantos a ir c bei jų santykis a/c , šie dydžiai atitinkamai yra $a = 3,0378$ Å, $c = 5,0829$ Å ir $c/a = 1,673$, lyginant su teoriniais dydžiais ($a = 3,2495$ Å, $c = 5,2069$ Å, $c/a = 1,602$) matoma, jog gautosios konstantos yra mažesnės, o c/a santykis 0,07 didesnis.



1 pav. Rentgeno spindulių rentgenogramos: kreivė juoda spalva – lanko srovės stipris – 600 A, pirminių Ar dujų srautas – 35 l/min; kreivė mėlyna spalva – pirminių Ar dujų srautas 70 l/min, galia – 40 kW; kreivė gelsva spalva – pirminių Ar dujų srautas, 20 l/min; kreivė raudona spalva – komerciniai milteliai

Reikšminiai žodžiai: didelės išeigos sintezė, cinko oksidas, nanodalelės.

Literatūra

- [1] A. Hernández Battez et al. CuO, ZnO₂ and ZnO nanoparticles as antiwear additive in oil lubricants. Elsevier, **265(3-4)**, 422–428, 2008.
- [2] Jagadish, C, et al. Zinc Oxide Bulk, Thin Films and Nanostructures: Processing, Properties, and Applications, 1-20, (2006).
- [3] Mishra, Y., et al. ZnO tetrapod materials for functional applications. Materials Today, **21(6)**, 631–651, (2018).
- [4] S. Bai, et al. Quantum-sized ZnO nanoparticles: Synthesis, characterization and sensing properties for NO₂. Journal of Materials Chemistry, **21(33)**, 12288, 2011.

Mokslinis tyrimas finansuotas Europos socialinio fondo lėšomis pagal priemonę Nr. 09.3.3-LMT-K-712-24-0026 „Mokslininkų, kitų tyrėjų, studentų mokslinės kompetencijos ugdymas per praktinę mokslinę veiklą“.