

Indiepte-studie van kamertemperatuur CuO nanostruktuur-gebaseerde gassensors voorberei deur sonochemiese sintese

Authors:

Dina N Oosthuizen^{1,2},
DE Motaung¹ en HC Swart¹

Affiliations:

¹ Departement Fisika,
Universiteit van die Vrystaat
² NCNSM-Groep,
Wetenskaplike en
Nywerheidsnavorsingsraad

Corresponding author:

Dina Oosthuizen
oosthuizendn@gmail.com
Departement Fisika,
Universiteit van die
Vrystaat, Posbus 339,
Bloemfontein, 9300

How to cite this article:

Dina N Oosthuizen,
DE Motaung en HC Swart,
Indiepte-studie van
kamertemperatuur CuO
nanostruktuur-gebaseerde
gassensors voorberei deur
sonochemiese sintese,
*Suid-Afrikaanse Tydskrif
vir Natuurwetenskap en
Tegnologie* 37(1) (2018)

Copyright:

© 2018. Authors.
Licensee: *Die Suid-
Afrikaanse Akademie vir
Wetenskap en Kuns*. This
work is licensed under
the Creative Commons
Attribution License.

In depth study on room-temperature CuO nanostructure based gassensors prepared by sonochemical synthesis: The gas sensing properties of sonochemically prepared CuO nanostructures were investigated. The CuO prepared at 75 °C, showed high sensitivity and selectivity to NO₂ gas, due to the crystallite size, higher BET surface and point defects.

Gassensors speel 'n belangrike rol in die naspeuring en monitering van lae konsentrasies van toksiese en plobbare gasse (Grzegorz, Anna & Piotr 2016). Die hoofdoel van enige gassensor is om akkurate en betroubare intydse inligting oor die chemiese samestelling van die omliggende omgewing deur te gee. Dit word sodoende aangewend om publieke en huishoudelike veiligheid, industriële prosesse en omgewingsbesoedeling te verbeter. Analiste van Technavio (Verenigde Koninkryk) voorspel dat die globale gassensorindustrie teen 'n saamgestelde jaarlikse koers van 5.80 % gedurende die periode 2017 tot 2021 gaan groei (Technavio 2017).

Tans word uitgebreide navorsing oor die gebruik van metaaloksied-halfgeleiers as gassensering materiale onderneem. Metaaloksied gassensors werk op die beginsel van chemiese weerstand, waar die elektriese geleivermoë of resistiwiteit van 'n dun laag in die teenwoordigheid van 'n teikengas gemeet word. Die ontluikende velde van nanowetenskap en nanotegnologie het tot beduiende vooruitgang in die navorsing en ontwikkeling van metaaloksied-nanostruktuur-gebaseerde gassensors gelei (Grzegorz, Anna & Piotr 2016; Kim & Lee 2014; Korotcenkov 2007).

Ons rapporteer die kamertemperatuur gassensering eienskappe van 'n reeks koperoksied (CuO) nanostruktuur materiale wat met die hulp van sonochemiese sintese geskep is. Die morfologie van die CuO-materiale (insluitend nanoplaatjies en blomagtige nanoplaatjies) wissel soos die reaksietoestande aangepas word. Die CuO-materiale is volledig gekarakteriseer met behulp van X-straaldiffraksie (XRD), skanddeur (SEM) en transmissie elektronmikroskopie (TEM), fotoluminesensie spektroskopie (PL) en Brunauer-Emmett-Teller (BET) oppervlakte-analise, voordat gassenseringstoetse daarop uitgevoer is. Die diffraksiepatrone van die CuO-nanostrukture, met XRD waargeneem, dui grootte-afhanklike verbreding aan as gevolg van die afname in nanoplaatjie grootte soos wat die reaksietemperatuur toeneem. Voor die gasontledingstoetse kan plaasvind, is die dun laag CuO-gassensors voorberei deur die CuO-materiale in etanol te dispergeer en deur drupbedekking op etskring-aluminiumsubstrate te deponer. Die voorbereide sensors se sensitiwiteit is getoets deur blootstelling aan konsentrasies van 10 tot 100 dpm, van die volgende gasse: CO, H₂S, NO₂, NH₃ en CH₄. Hoë sensitiwiteit van 344 dpm⁻¹ met selektiwiteit van NO₂-gas, is by kamertemperatuur gevind vir die CuO-materiaal wat by reaksietemperatuur van 75 °C gevorm is. Die hoër senseringseienskappe is as gevolg van die klein kristallietgrootte, hoër BET-oppervlakte en puntdefekte. Die goeie reaksie- en hersteltyd, sowel as die hoë sensitiwiteit bevestig die moontlikheid dat die CuO-materiaal 'n kandidaat vir die waarneming van NO₂-gas by kamertemperatuur is (Oosthuizen, Motaung & Swart, 2018). Die kamertemperatuur CuO-bevindinge is eiesoortig weens die effektiewe waarneming van die teikengas wat normaalweg slegs by temperature bo 100 °C plaasvind (Volanti et al 2013; Park et al 2014).

Nota: 'n Seleksie van referaatopsommings: Studentesimposium in die Natuurwetenskappe, 2–3 November 2017, Universiteit van Pretoria, Suid-Afrika. Reëlingskomitee: Prof Rudi Pretorius (Departement Geografie, Universiteit van Suid-Afrika); Dr Hertzog Bisset (Suid-Afrikaanse Kernenergie-korporasie – Necsa); Prof Marilé Landman (Departement Chemie, Universiteit van Pretoria).

Literatuurverwysings

- Jasinski, G., Strzelczyk, A. & Koscinski, P., 2016, 'Gas sampling system for matrix of semiconductor gas sensors', in P. Jasiński, K. Górecki & R. Bogdanowicz (eds.), *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 104(1– 012033), IOP Publishing
- Technavio, 2017, *Global Industrial Gas Sensors 2017-2021*, aanlyn geraadpleeg op 11 Augustus 2018 by <https://www.giiresearch.com/report/inf528196-global-industrial-gas-sensors.html>
- Kim, H.J. & Lee, J.H., 2014, 'Highly sensitive and selective gas sensors using p-type oxide semiconductors: Overview', *Sensors and Actuators B: Chemical*, 192, 607-627.
- Korotcenkov, G., 2007, 'Metal oxides for solid-state gas sensors: What determines our choice?' *Materials Science and Engineering: B*, 139(1), 1-23.
- Oosthuizen, D.N., Motaung, D.E. & Swart, H.C., 2018, 'In depth study on the notable room-temperature NO₂ gas sensor based on CuO nanoplatelets prepared by sonochemical method: Comparison of various bases', *Sensors and Actuators B: Chemical*, 266, 761-772.
- Volanti, D.P., Felix, A.A., Orlandi, M.O., Whitfield, G., Yang, D.J., Longo, E., Tuller, H.L. & Varela, J.A., 2013, 'The role of hierarchical morphologies in the superior gas sensing performance of CuO-based chemiresistors', *Advanced Functional Materials*, 23(14), 1759-1766.
- Park, S., Kim, S., Sun, G.J., Lee, W.I., Kim, K.K. & Lee, C., 2014, 'Fabrication and NO₂ gas sensing performance of TeO₂-core/CuO-shell heterostructure nanorod sensors', *Nanoscale Research Letters*, 9(1), 638.