

# Verbetering van koste-effektiewe $\text{SrB}_6\text{O}_{10}:\text{Sm}^{2+}$ -fosformateriale vir die gebruik in sonsspektrumomskakeling en lumiserende sonkonsentreerders

GJ (Johané) Odendaal, LJB Erasmus, RE Kroon, HC Swart

Departement Fisika, Universiteit van die Vrystaat, Suid-Afrika

**Korresponderende outeur:** Johané Odendaal **E-pos:** [OdendaalGJ@ufs.ac.za](mailto:OdendaalGJ@ufs.ac.za)

## Enhancing cost-effective $\text{SrB}_6\text{O}_{10}:\text{Sm}^{2+}$ phosphors for solar cell spectral matching and luminescent solar concentrators:

Strontium borate materials doped with divalent samarium ( $\text{Sm}^{2+}$ ) exhibit promising potential as down-shifting phosphor materials to be utilised in the application field of luminescent solar concentrators (LSCs). This work explores methods to increase the  $\text{Sm}^{2+}$  ions' luminescence efficiency inside the strontium hexaborate ( $\text{SrB}_6\text{O}_{10}$ ) host structure.

Onlangse navorsing oor sonenergie het die potensiaal van strontium-boraat-materiale gedoteer met divalente samarium ( $\text{Sm}^{2+}$ ) as 'n belowende kandidaat vir gebruik in die toepassingsgebied van lumineserende-sonkonsentreerders (LSKs) beklemtoon. Hierdie fosformateriaal se fotolumineserende eienskappe toon 'n merkwaardige omskakelingseffektiwiteit, stem goed ooreen met die maksimum spektrale reaksie van sonselle en hou groot potensiaal in om die effektiwiteit van LSKs te verbeter deur sonstraling na langer golflengtes om te skakel. Hierdie studie ondersoek potensiële strategieë om die reduksie van trivalente samarium ( $\text{Sm}^{3+}$ ) na  $\text{Sm}^{2+}$  te fasiliteer en die luminesensie-effektiwiteit van  $\text{Sm}^{2+}$ -ione binne die strontium-heksaboraat-gasheerstruktuur te verbeter.

Gedurende 'n hoë-temperatuur vastetoestandreaksie is strontium-heksaboraat gedoteer met samarium ( $\text{SrB}_6\text{O}_{10}:\text{Sm}$ ) gesintetiseer. Die fasevorming van die  $\text{SrB}_6\text{O}_{10}$ -struktuur is deur X-straal-poeierdiffraksie bevestig en die plaatagtige morfologie van die monsters is deur die skandeerelektronmikroskopiebeelde sigbaar. Verder is die teenwoordigheid van Sr, B, O,  $\text{Sm}^{3+}$ , en  $\text{Sm}^{2+}$  bevestig deur X-straal-fotoelektron-spektroskopie. Die fotoluminesensie resultate het getoon dat die materiaal deur 240 tot 560 nm straling opgewek kan word. Die emissie van die materiaal tussen 540 en 680 nm hou verband met die  ${}^4\text{G}_{5/2} \rightarrow {}^6\text{H}_J$  ( $J = 5/2, 7/2, \text{ en } 9/2$ ) spektrale oorgange van die  $\text{Sm}^{3+}$ -ioon en die emissie tussen 680 en 830 nm hou verband met  ${}^5\text{D}_0 \rightarrow {}^7\text{F}_J$  ( $J = 0, 1, 2, 3, \text{ en } 4$ ) spektrale oorgange van die  $\text{Sm}^{2+}$ -ioon.

Die materiaal is verder mede-gedoteer met magnesium (Mg), kalsium (Ca), barium (Ba), yttrium (Y), lantaan (La) of europium (Eu), om te poog om die emissie van die  $\text{Sm}^{2+}$ -ione te verbeter. Die  $\text{SrB}_6\text{O}_{10}:\text{Sm},\text{Mg}$ -monster het die mees intense  $\text{Sm}^{2+}$ -emissie getoon in vergelyking met die ander monsters. Hierdie monster het die  $\text{Sm}^{2+}$ -emissie-intensiteit met 'n faktor van 9.9 verbeter. Die absorpsie tussen 300 en 600 nm het ook toegeneem met die dotering van Mg of Eu. Die mede-dotering met Eu het aangedui op 'n ladingkompenseringsmeganisme wat die omskakeling van  $\text{Sm}^{3+}$  na  $\text{Sm}^{2+}$  bevorder en sodoende die emissie vanaf die  $\text{Sm}^{2+}$ -ione verhoog. Daarenteen het die mede-dotering met Mg eerder gedui op 'n meganisme gekoppel aan die versterking van die emissie van al die lumineserende sentrums.

Tydens die optimeringsproses van die  $\text{SrB}_6\text{O}_{10}:\text{Sm},\text{Mg}$ -fosformateriaal is dit bevestig dat die vloeï van 'n  $\text{H}_2/\text{Ar}$ -reducerende atmosfeer tydens die na-sintese-termiese-uitgloeiingsproses effektief is om  $\text{Sm}^{3+}$  na  $\text{Sm}^{2+}$  om te skakel. Terselfdetyd het die bevindings van X-straal-poeierdiffraksie en die Scherrer-metode aangedui dat die verbetering in emissie toegeskryf kan word aan die verbetering in kristalliniteit wat geassosieer kan word met die dotering met Mg.

Die geoptimaliseerde monster,  $\text{Sr}_{0,895}\text{B}_6\text{O}_{10}:\text{Sm}_{0,005}\text{Mg}_{0,10}$ , het toepassingspesifieke luminiserende eienskappe, insluitend 'n groot Stokes-gaping, absorpsie tussen 300 en 600 nm, en emissie tussen 680 en 830 nm. Die interne-kwantumeffektiwiteit van die materiaal is vasgestel as 100% by 'n opwekkingsgolflengte van 300 nm. Die kombinasie van hierdie eienskappe maak hierdie fosformateriaal 'n belowende kandidaat vir gebruik in sonsspektrumomskakeling en lumiserende-sonkonsentreerders.

**Nota:** 'n Seleksie van referaatopsommings: Studentesimposium in die Natuurwetenskappe, 30-31 Oktober 2024, Universiteit van die Vrystaat. Reëlingskomitee: Prof Rudi Pretorius (Departement Geografie, Universiteit van Suid-Afrika); Dr Hertzog Bisset (Suid-Afrikaanse Kernenergie-korporasie; Dr Ernie Langner (Departement Chemie, Universiteit van die Vrystaat); Dr Wynand Nel (Departement Rekenaarwetenskap en Informatika, Universiteit van die Vrystaat) en Prof Liesl van As (Departement Dierkunde en Entomologie, Universiteit van die Vrystaat).