

Micro-Inclusion Engineering via Sc Incompatibility for Luminescence and Photoconversion Control in Ce³⁺-Doped Tb₃Al_{5-x}Sc_xO₁₂ Garnet

Autorzy

Karol Bartosiewicz
Robert Tomala
Damian Szymański
Benedetta Albini
Justyna Zeler
Masao Yoshino
Takahiko Horiai
Paweł Socha
Shunsuke Kurosawa
Kei Kamada
Pietro Galinetto
Eugeniusz Zych
Akira Yoshikawa

Rok wydania

2024

Czasopismo

Materials

Numer woluminu

17

Strony

2762/1-2762/26

DOI

10.3390/ma17112762

Streszczenie

Aluminum garnets display exceptional adaptability in incorporating mismatching elements, thereby facilitating the synthesis of novel materials with tailored properties. This study explored Ce³⁺-doped Tb₃Al_{5-x}Sc_xO₁₂ crystals (where x ranges from 0.5 to 3.0), revealing a novel approach to control luminescence and photoconversion through atomic size mismatch engineering. Raman spectroscopy confirmed the coexistence of garnet and perovskite phases, with Sc substitution significantly influencing the garnet lattice and induced A_{1g} mode softening up to Sc concentration x = 2.0. The Sc atoms controlled sub-eutectic inclusion formation, creating efficient light scattering centers and unveiling a compositional threshold for octahedral site saturation. This modulation enabled the control of energy transfer dynamics between Ce³⁺ and Tb³⁺ ions, enhancing luminescence and mitigating quenching. The Sc admixing process regulated luminous efficacy (LE), color rendering index (CRI), and correlated color temperature (CCT), with adjustments in CRI from 68 to 84 and CCT from 3545 K to 12,958 K. The Ce³⁺-doped Tb₃Al_{5-x}Sc_xO₁₂ crystal (where x = 2.0) achieved the highest LE of 114.6 lm/W and emitted light at a CCT of 4942 K, similar to daylight white. This approach enables the design and development of functional materials with tailored optical properties applicable to lighting technology, persistent phosphors, scintillators, and storage phosphors.

Słowa kluczowe

energy transfer, Ce³⁺ luminescence, Tb³⁺ luminescence, photoconversion, white LED, Raman spectroscopy, thermoluminescence, single crystal, garnet, perovskite

Kolekcja

Naukowa

Język

Angielski

Typ publikacji

Artykuł

Licencja otwartego dostępu

CC-BY

Licencja na prawach której można swobodnie kopiować, rozprowadzać, zmieniać i remiksować objęty prawem autorskim utwór (Utwór-przedmiot prawa autorskiego) pod warunkiem podania imienia i nazwiska autora utworu pierwotnego oraz źródła pochodzenia utworu.

Pełny tekst licencji:

<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/pl/legalcode>

Adres publiczny

<http://dx.doi.org/10.3390/ma17112762>

Strona internetowa wydawcy

<http://www.mdpi.com/journal/metals>

Plik został wygenerowany dnia 2026-08-28 23:13:10

Adres w repozytorium <https://old.chem.uni.wroc.pl/pl/repozytorium/65DoU2W>.