Uniwersytet Wrocławski

Repozytorium

Plik pochodzi z repozytorium Wydziału Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego

From Deep Cryogenics to Extreme Heat: Unlocking Single-Ion Luminescent Thermometry with Pr^{3+}-Activated $Ca_3Sc_2Si_3O_{12}$ and $Ca_3Sc_2Ge_3O_{12}$ Garnets

Autorzy

Dagmara Kulesza

Justyna Zeler

Markus Suta

Eugeniusz Zych

Rok wydania

2025

Czasopismo

Chemistry of Materials

Numer woluminu

37

Strony

7778-7792

DOI

10.1021/acs.chemmater.5c01216

Kolekcja

Naukowa

Język

Angielski

Typ publikacji

Artykuł

Streszczenie

Luminescence thermometry is gaining prominence as a noncontact-reading temperature sensing technique, offering high precision, robustness, and material tunability. In this work, we report Pr^{3+}-doped garnets, $Ca_3Sc_2Si_3O_{12}$:0.1% Pr and $Ca_3Sc_2Ge_3O_{12}$:0.1% Pr, as promising candidates for wide-range optical thermometry based on both emission intensity and decay time metrics. The silicate garnet exhibits a record operational range of 25–1225 K, with relative thermal sensitivity spanning 0.5–1.3%·K^{-1} over 250–1225 K, sustained by intense and thermally controlled $4f^15d^1 \rightarrow 4f^2$ emission. Temperature-dependent luminescence measurements reveal a continuous and monotonic decrease in both emission intensity and lifetime, supporting two-modal reliable, quantitative thermal readout. At elevated temperatures (≥900 K), thermally stimulated back-transfer from the $^1D_2$ to the $^3P_0$ level activates an additional $^3P_0/^1D_2$ intensity ratio metric, achieving 0.44%·K^{-1} sensitivity. The germanate counterpart shows strong performance in the 20–225 K range, with relative sensitivities exceeding 5%·K^{-1}. These Pr^{3+}-activated phosphors, featuring submicron particle size, phase stability, and broad thermal response, enable multimodal, single-ion thermometry across a continuous, ultrawide temperature span. These findings highlight the potential of garnet hosts for next-generation luminescent thermometers in high-demand environments such as catalysis, aerospace, nuclear monitoring, and space exploration.

Słowa kluczowe

Energy, Luminescence, Materials, Phonons, Phosphors, Quenching, Thermodynamic properties

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/10.1021/acs.chemmater.5c01216

Strona internetowa wydawcy

https://www.acs.org/content/acs/en.html

Plik został wygenerowany dnia 2026-05-03 16:40:42

Adres w repozytorium https://old.chem.uni.wroc.pl/pl/repozytorium/AA7zQT0.