

Termografinių fosforų spektrinių savybių charakterizavimas optinės termometrijos taikymams

Characterization and spectral properties of thermographic phosphors for optical thermometry applications

Anastasija Supranovič¹, Akvilė Zabaliūtė-Karaliūnė¹, Artūras Katelnikovas², Pranciškus Vitta¹

¹Vilniaus Universitetas, Fizikos fakultetas, Fotonikos ir Nanotechnologijų Institutas, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius

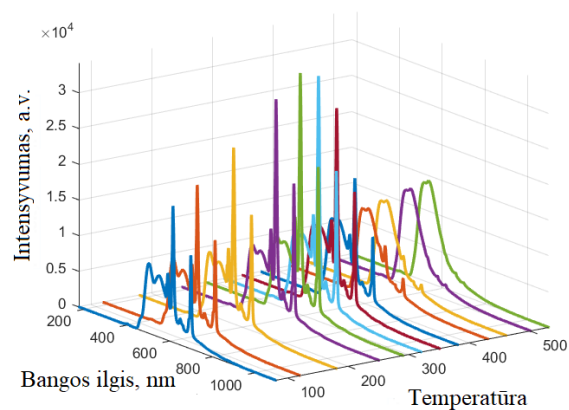
²Chemijos Institutas, Chemijos ir Geomokslų fakultetas, Vilniaus Universitetas, Naugarduko 24, 03225 Vilnius
anastasija.supranovic@ff.stud.vu.lt

Paviršiaus temperatūros matavimas yra esminis daugelio pramoninių procesų ir jų optimizavimo veiksnys. Norint atlikti tikslius temperatūros matavimus, galima taikyti daugelį įvairių jutiklių ir prietaisų, pavyzdžiui, termoporas, termistorius ar infraraudonosios spinduliuotės (IR) matuoklius. Temperatūros jutikliai, tokie kaip termoporos, turi kontaktą su paviršium, kas savo ruožtu turi įtakos prietaiso tikslumui ir todėl tokie sensoriai nejaučia temperatūros svyravimų mikronų skalėje.[1] Dėl to paviršiaus temperatūros įvertinimui labiau tinka bekontaktiniai termometrai. Nors IR termometrai ir suteikia bekontaktinio matavimo galimybę, tačiau jų signalai gali būti paveikti šiluminės foninės spinduliuotės. Kita prieš tai minėtų metodų alternatyva yra fosforų termometrija, kuri veikia liuminescencinių fosforų pagrindu. Tokie termometrai pagrįsti fosforų fotoluminescencijos (FL) intensyvumo, spektro formos ar FL gesimo trukmės priklausomybe nuo temperatūros.[1,2]

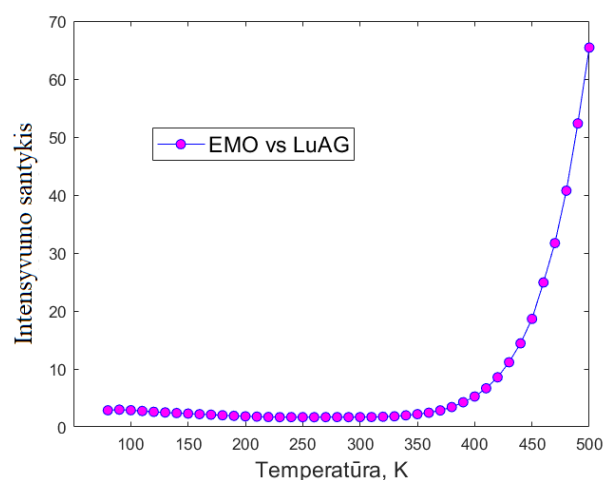
Šiuo tyrimu siekiama ištirti retųjų žemių elementų pagrindu sintetintų fosforų pritaikomumą optinei termometrijai, panaudojant FL spektro smailių intensyvumo santykio metodiką. Šiame darbe nagrinėjamos termografinių $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:0.5\%:\text{Ce}^{3+}$ (LuAG) ir $\text{Eu}_2\text{Mo}_4\text{O}_{15}$ (EMO) fosforų spektrinės savybės bei vertinamas jų tinkamumas optiniam termometrui. Bandiniai buvo ruošiami maišant 30 wt% fosforo miltelių su silikonu ir paliekant sustingti 0.5 mm gylio formelėse.

Temperatūrai jautrių fosforų savybės ištirtos taikant kelis metodus. Šiame darbe įvertinti fosforų kvatiniai našumai (QE) bei atlikti šiluminiai FL matavimai kriostate, o fosforų spektrų priklausomybė nuo temperatūros parodyta 1 (a) pav. Iš gautų spektrų apskaičiuoti FL intensyvumo santykiai tarp skirtingų EMO smailių bei tarp EMO ir LuAG fosforų (1 (b) pav.). Tyrimo metu taip pat apskaičiuotos jautrumo funkcijos (*angl. sensitivity*) vertės ir įvertinta optinio termometro (arba EMO ir LuAG fosforu pasiekiamą) rezoliucija.

Kaip ir tikėtasi, FL spektrai parodė, kad EMO fosforas yra jautresnis aplinkos temperatūros pokyčiams, tuo tarpu LuAG yra stabilesnis keičiantis temperatūrai. Aukščiausia pasiekta jautrumo vertė $S_A = 0.028 \text{ K}^{-1}$ prie 450 K ir 1.4 K rezoliucija pagrindžia šių dviejų fosforų tinkamumą optiniam termometrui.



(a)



(b)

1 pav. Išmatuota $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:0.5\%:\text{Ce}^{3+}$ ir $\text{Eu}_2\text{Mo}_4\text{O}_{15}$ fosforų mišinio FL spektrų priklausomybė nuo temperatūros (a) ir apskaičiuotas jų smailių intensyvumo santykis (b).

Reikšminiai žodžiai: fosforai, fotoluminescencija, optinė termometrija.

Literatūra

[1] X. Wang, Q. Liu, Y. Bu, RSC Adv **105**, 86219–86236 (2015).

[2] Y. Zhao, X. Wang, Y. Zhang, Y. Li, J. Alloy. Compd. **817** (2020).