

Ilgašvyčio fosforo $Zn_3Ga_2Ge_2O_{10}:0,5\%Cr^{3+}$ emisijos spartos priklausomybė nuo temperatūros

Dependence of persistent $Zn_3Ga_2Ge_2O_{10}:0,5\%Cr^{3+}$ phosphor emission rate on temperature

Jonas Gradauskas^{1,2}, Jolanta Stupakova^{2,3}, Algirdas Sužiedėlis^{1,2}, Erika Jočytė², Artūras Jukna²

¹Fizinių ir technologijos mokslų centras, Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius

²Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius

³Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija, Antakalnio g. 54, LT-10303 Vilnius

jonas.gradauskas@ftmc.lt

Pasauliui susirūpinus dėl nuolat senkančių iškastinio kuro atsargų ir sparčios klimato kaitos, imtasi labai plačiai domėtis saulės energijos panaudojimo galimybėmis. Saulės modulių sistemos tampa vis paklausesnės energijos gamyboje tiek gyvenamųjų namų, tiek ūkio, tiek pramonės sektoriuose. Tačiau toks atsinaujinančios energijos panaudojimas, pasitelkus saulės elementus, negali visapusiškai užtikrinti energijos gamybos tamsiuoju paros metu. Generuotą saulės šviesos energiją būtina akumuliuoti, o tai reikalauja itin didelių investicijų. Ši problema skatina ieškoti kitų galimybių efektyviai išnaudoti gaunamą saulės šviesą. Vienas iš tokių būdų – ilgašvyčių fosforų sugebėjimas skleisti šviesą nesant apšvietimo duotu laiko momentu. Ilgašvyčiai fosforai, pasižymintys rekombinacine liuminescencija, gali švytėti tam tikrą laiką net nutraukus sužadinimo šaltinį. Paprastai fosforų švytėjimo trukmės trumpėja, keliant jų temperatūrą. Šiame darbe pateikiamas ilgašvyčio fosforo $Zn_3Ga_2Ge_2O_{10}:0,5\%Cr^{3+}$ fotoluminescencinių charakteristikų tyrimas mažinant jo temperatūrą. Medžiagos pasirinkimą lėmė jos populiarumas bei emituojamos šviesos bangos ilgis [1].

Buvo tiriamos fosforo emisijos charakteringosios laiko pastoviosios, jį apšviečiant 466 nm bangos ilgio spinduliuote skirtingomis laiko trukmėmis bei esant skirtingai aplinkos temperatūrai. Tiriamojo bandinio sužadinimo trukmės: 1 min, 5 min, 10 min ir 20 min. Pastebėta, kad fosforo emisijos intensyvumo gesimą laike galima aprašyti dviem laiko pastoviosiomis [2]:

$$I(t) = I_0 + A_1 e^{-t/\tau_1} + A_2 e^{-t/\tau_2} \quad (1)$$

čia I_0 – galutinė intensyvumo vertė, $A_{1,2}$ – pradinės spinduliavimo intensyvumo pastoviosios, t – laikas, τ_1 – pirminė, greitoji emisijos gesimo laiko pastovioji (trukmė), τ_2 – lėtoji emisijos gesimo laiko pastovioji (trukmė).

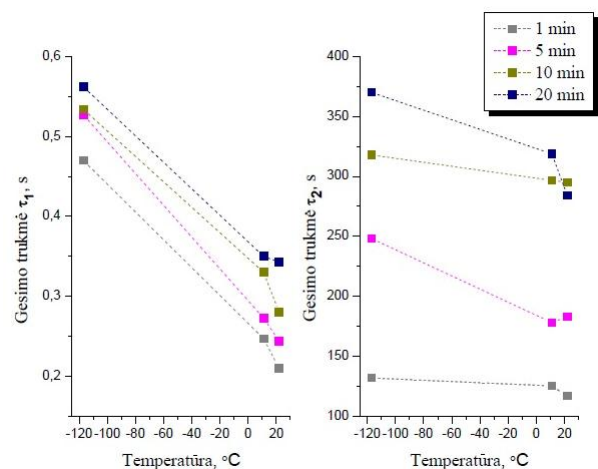
Apšvitinus tiriamąjį $Zn_3Ga_2Ge_2O_{10}:0,5\%Cr^{3+}$ fosforo bandinį 466 nm bangos ilgio spinduliuote, jo emisijos gesimo laike pobūdžiui turi įtakos fosforo temperatūra. Tai matomai susiję su gardelės fononais bei krūvio mobilumo priklausomybe nuo temperatūros. Tiek τ_1 , tiek ir τ_2 vertės didėja žemėjant fosforo temperatūrai. Ši priklausomybė pavaizduota 1 pav. Matyti, kad greitojo gesimo trukmės τ_1 vertės labiau priklauso nuo temperatūros - jos padidėjo ~1,5-2 kartus bandinį atšaldžius nuo 20 °C iki -117 °C temperatūros. Tuo tarpu lėtojo gesimo trukmės τ_2 tame pačiame temperatūru

intervale kito silpniau, ~1,1 – 1,4 kartus.

Apšvitos trukmė taip pat įtakoja būdingųjų gesimo laiko trukmių vertes: kuo ilgesnė buvo apšvita, tuo τ_1 ir τ_2 vertės didesnės, t.y. tuo lėčiau fosforas emituoja sukauptą energiją. Ši tendencija išlieka nepakitusi, kintant fosforo temperatūrai.

Reiktų taipogi paminėti, jog po atšaldymo $Zn_3Ga_2Ge_2O_{10}:0,5\%Cr^{3+}$ fosforą atšildžius iki kambario temperatūros, abi būdingosios gesimo trukmės pakito. Jos tapo šiek tiek mažesnėmis, lyginant su gautomis -117°C temperatūroje, tačiau visgi išliko ilgesnės negu buvo iki šaldymo (22 °C).

Taigi, žeminant $Zn_3Ga_2Ge_2O_{10}:0,5\%Cr^{3+}$ fosforo temperatūrą, galima sulėtinti jo emisijos spartą ir tokiu būdu ilgesnį laiką išlaikyti jo akumuliuotą šviesos energiją.



1 pav. Būdingųjų emisijos gesimo trukmių τ_1 ir τ_2 priklausomybės nuo temperatūros esant skirtingoms apšvitos trukmėms

Reikšminiai žodžiai: ilgašvytis fosforas, emisijos trukmė, laiko pastovioji

Literatūra

- [1] Z. Y. Lu, F. Liu, Nature Materials, **11**, 58 (2012).
- [2] P. K. Bhushan, S. Tamboli, N. S. Dhoble, A. K. Sinha, M. N. Singh, S. J. Dhoble, H.C. Swart, Mater. Chem. Phys. **187**, 233 (2017).