

Lazerinių diodų fosforinių keitiklių šiluminio gesinimo slopinimas panaudojant hBN daleles

The reduction of thermal quenching effect in laser-excited phosphor converters using hBN particles

Akvilė Zabaliūtė-Karaliūnė, Justina Aglinskaitė, Pranciškus Vitta

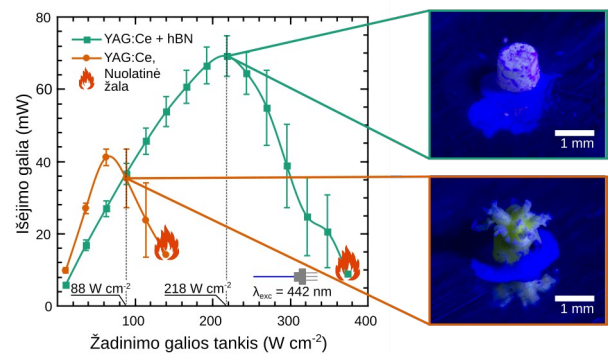
Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Fotonikos ir nanotechnologijų institutas, Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius
akvile.zabaliute@ff.vu.lt

Dėl ekonomiško, patvarumo ir patogumo kietakūniai šviesos šaltiniai jau spėjo įsitvirtinti daugelyje apšvietimo sričių. Tačiau esant aukštomis maitinimo srovės tankio vėrtėms puslaidininkiniai šviestukai patiria našumo krypti, todėl nėra itin tinkami taikymams, reikalaujantiems didelio išėjimo galios tankio, pvz. kryptiniam apšvietimui, automobilių žibintams ir pan. Tokioje srityse kur kas pranašesni lazeriniai diodai (LD) [1], kurie jau sėkmingai taikomi kai kurių modelių automobilių žibintuose. Bet čia atsiranda kitų problemų – norint išgauti baltą šviesą kietakūniuose šviesos šaltiniuose naudojami konversijos fosfore šviesos keitikliai, kurie, žadinami intensyvia lazerio spinduliuote, pernelyg įkaista ir yra pažeidžiami. Tai ypač aktualu silikoniniams šviesos keitikliams, kadangi dėl mažo silikono šiluminio laidumo perteklinė šiluma negali būti nuvedama [2].

Silikoninių šviesos keitiklių žadinimo galios tankį galima padidinti pagerinus jų šiluminį laidumą. Tai galima atlikti sumaišius silikoną su šviesai skaidriomis ar jų atspindinčiomis bei dideliu šiluminiu laidumu pasižyminčiomis dalelėmis. Šiame darbe nagrinėjama heksagoninio boro nitrido (hBN) mikrodalelių įtaka silikoninių-fosforinių keitiklių šiluminiam laidumui, fotoluminescencijos intensyvumui, kvantinei išėigai, spalvinėms savybėms bei optinės išėjimo galios priklausomybei nuo žadinančio lazerio spinduliuotės galios tankio [3]. Siekiant įvertinti hBN įtaką minėtoms savybėms, tyrimas atliekamas su dviem skirtingų tipų fosforais: sparčiu temperatūrinu fotoluminescencijos gesimu pasižyminčiu Eu^{2+} legiruotu chalkogenidu, bei itin stabilu ir plačiai naudojamu Ce^{3+} legiruotu itrio aluminio granatu (YAG:Ce). Rezultatai parodė, kad panaudojant hBN miltelius, silikono šiluminis laidumas gali būti padidinamas iki penkių kartų. Dėl šios priežasties keitikliai su hBN gali ištvirti didesnes žadinimo galias – tai puikiai iliustruoja 1 pav. Čia oranžinė kreivė vaizduoja įprasto 15 wt% silikoninio YAG:Ce keitiklio optinės išėjimo galios priklausomybę nuo žadinančio lazerio ($\lambda_{\text{exc}} = 442 \text{ nm}$) spinduliuotės galios tankio, o žalia kreivė 15 wt% YAG:Ce keitiklio su 30 wt% hBN milteliais optinės galios priklausomybę. Oranžinė liepsna žymi žadinimo galią, kuomet bandinys pažeidžiamas. Sveikas YAG:Ce + hBN bandinys pavaizduotas viršutinėje nuotraukoje, o pažeistas YAG:Ce – apatinėje. Iš grafiko galime matyti, kad keitiklis su hBN dalelėmis ištvėria didesnes žadinimo galias ir juo galime pasiekti daugiau negu

pusantro karto aukštesnę maksimalią optinę išėjimo galią. Tyrimai taip pat atskleidė, kad, papildžius silikoninius šviesos keitiklius hBN milteliais, stabilėnis išlieka ir jų spinduliuojamos šviesos spalvis bei santykinis šviesinis veiksmingumas.

Konferencijoje pristatomi rezultatai parodo, kad hBN dalelės puikiai tinka siekiant pagerinti lazeriniuose dioduose naudojamų silikoninių-fosforinių šviesos keitiklių šiluminė savybė, stabilizuoti jų fotoluminescencijos spektrų spalvinė charakteristikas bei padidinti optinę išėjimo galią.



1 pav. Kairėje: optinės išėjimo galios priklausomybė nuo žadinančios spinduliuotės galios tankio įprastame YAG:Ce keitiklyje (oranžinė) ir keitiklyje su 30 wt% hBN (žalia); liepsna žymi žadinimo galią, kuomet bandinys pažeidžiamas; Dešinėje: viršutinė nuotrauka vaizduoja nepažeistą, apatinė – pažeistą bandinį

Reikšminiai žodžiai: fotoluminescencija, lazeriniai diodai, fosforai, šiluminis laidumas.

Literatūra

- [1] J. Piprek, Appl. Phys. Lett. **109**, 021104 (2015).
- [2] Cozzan, C. et al., Monolithic translucent BaMgAl10O17:Eu2+ phosphors for laser-driven solid state lighting. AIP Adv. **6**, 105005 (2016).
- [3] A. Zabaliūtė-Karaliūnė, J. Aglinskaitė, and P. Vitta, Sci. Rep. **11**, 6755 (2021).