

Stipraus kolegiravimo Mg^{2+} jonais poveikis šviesos emisijai ceriu legiruotuose daugiakomponenčiuose granatiniuose sintiliatoriuose

Impact of heavy Mg^{2+} codoping on light emission in Ce-doped multicomponent garnet scintillators

Arnoldas Solovjovas¹, Saulius Nargelas¹, Miroslav Kucera², Yauheni Talochka¹, Žydrūnas Podlipskas¹, Zuzana Lucenicova², Gintautas Tamulaitis¹

¹ Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Fotonikos ir nanotechnologijų institutas, Saulėtekio al. 3., LT-10257 Vilnius

² Charles University, Faculty of Mathematics and Physics, Ke Karlovu 2027/3, 12116, Prague

arnoldas.solovjovas@ff.vu.lt

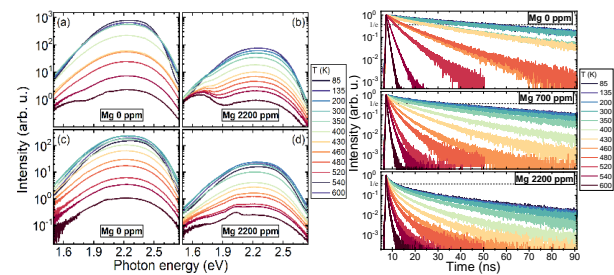
Sintiliuojančių medžiagų jonizuojančiosios spinduliuotės detektoriams savybės yra labai svarbios šių detektorių taikymui didelės energijos fizikos eksperimentuose (CERN ir kitose didelėse infrastruktūrose), medicininiuose vaizdinimo prietaisuose, saugumo sistemose. Taikymams minėtose srityse yra aktualūs sintiliatorių našumas, didelis medžiagos tankis, radiacinis atsparumas, kaina. Pastaruoju metu itin svarbu pagerinti sintiliatorių greitaveiksmiškumą. Itin didelio dėmesio sulaukia monokristaliniai ceriu legiruoti gadolinio aliuminio galio granatai (GAGG:Ce). Jie patrauklūs dėl didelio medžiagos tankio, itin aukšto fotokonversijos našumo (>50000 fot/MeV) ir didelės sintiliacinio atsako spartos. Parodyta, kad šių kristalų kolegiravimas divalenciais jonais leidžia paspartinti liuminescencijos gesimą, kas yra aktualu sintiliatorių taikymuose didelės energijos fizikos eksperimentuose.

Šiame darbe yra tiriamas stipraus kolegiravimo Mg jonais poveikis $(Lu, Gd)_3(Ga, Al)_5O_{12}:Ce, Mg$ (LuGGAG) daugiakomponenčių granatinių sintiliatorių, užaugintų skystos fazės epitaksijos (angl. *Liquid Phase Epitaxy*) metodu, šviesos emisijos savybėms. Šis sluoksninių auginimo metodas yra patrauklus dėl mažesnių kaštų ir leidžia lanksčiau keisti elementinę auginamo sluoksnio sudėtį nei Czochralski metodas, naudojamas aukštos kokybės monokristalams auginti. Tyrimė buvo naudojami LuGGAG sintiliatoriai, kuriuose kolegiravimas Mg jonais kinta nuo 0 ppm iki 2200 ppm. Tyrimai atlikti naudojant šviesos sugerties metodus ir fotoluminescencijos spektroskopiją su laikine skyra. Tirtų bandinių optinės sugerties spektrams matuoti naudotas Perkin Elmer 950 spektrofotometras. Femtosekundinio Yb:KGW lazerio (Pharos, *Light Conversion*) ir optinio parametrinio stiprintuvo (Orpheus, *Light Conversion*) sistema spinduliuojanti 250 fs trukmės impulsus buvo naudojama selektyviam Ce^{3+} jonų sužadimui, o fotoluminescencijos spektrai ir gesimo kinetikos buvo registruojamos Hamamatsu CCD kamera ir 200 ps laikinės skyros Becker&Hickl laike koreliuotų pavienių fotonų skaičiavimo sistema. Tyrimai atlikti bandinius patalpinus kriogeninėje sistemoje, leidžiančioje keisti temperatūrą nuo 80 K iki 600 K.

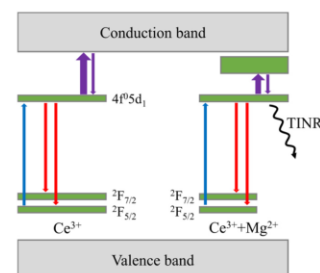
Ištirtos fotoluminescencijos spektrų ir gesimo kinetikų temperatūrinės priklausomybės (1 pav. ir 2 pav.)

rodo mažėjantį fotoluminescencijos intensyvumą ir spartėjantį gesimą, didėjant kolegiruojančio Mg jonų kiekiui. Skaičiavimai rodo, kad emisijos savybių pokyčio priežastis yra besiformuojantys nespindulinės rekombinacijos centrai - $Ce^{3+}+Mg^{2+}$, kai kolegiruojantis Mg jonas atsiduria greta aktyvatoriaus jono Ce^{3+} (žr. 2 pav.).

Pastarieji centrai sukuria nespindulinės rekombinacijos kanalą, su nuo temperatūros nepriklausančia 10,6 ns rekombinacijos trukme ir termiškai aktyvuoto liuminescencijos gesinimo kelią su 0,2 eV barjeru, kuomet įprastų Ce^{3+} centrų fotoluminescencijos terminio gesinimo barjeras yra 0,48 eV.



1 pav. Fotoluminescencijos spektrų ir gesimo kinetikų temperatūrinės priklausomybės nekolegiruotame (Mg 0 ppm) ir Mg kolegiruotuose bandiniuose (Mg 700 ir Mg 2200 ppm)



2 pav. Ce^{3+} ir $Ce^{3+}+Mg^{2+}$ centrų LuGGAG matricioje energijos lygmenų schema

Reikšminiai žodžiai: sintiliatoriai, fotoluminescencija, granatai, spektroskopija.