

Didelio pasikartojimo dažnio žalia šviesa žadinamo superkontinuumo generacija ir optinis pažeidimas CaF_2 ir BaF_2 kristaluose

High repetition rate green-pumped supercontinuum generation and multipulse optical damage in CaF_2 and BaF_2

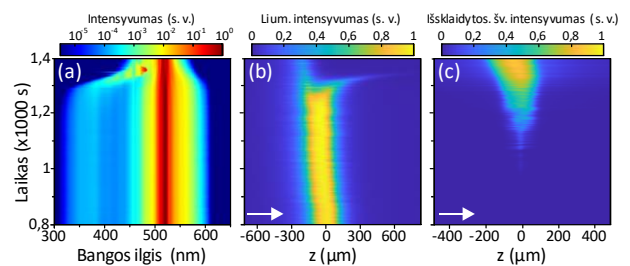
Vaida Marčiulionytė¹, Vytautas Jukna¹, Gintaras Tamošauskas¹, Audrius Dubietis¹
¹Vilniaus universitetas, Lazerinių tyrimų centras, Saulėtekio al. 10, LT-10223 Vilnius
vaida.marciulionyte@ff.vu.lt

Superkontinuumo generacija yra netiesinės optikos reiškiny, kai labai platus ir tolydaus spektro koherentinė spinduliuotė yra formuojama didelės smailinės galios lazerio impulsams sklindant skaidria netiesine terpe [1]. Vienas sudėtingiausių uždavinių yra superkontinuumo generacija ultravioletinėje (UV) spektro srityje, nes trūksta plačiu draustinės energijos tarpu, maža chromatinė dispersija ir dideliu skaidrumo langu pasižymintį medžiagų bei žinių apie optimalias eksperimento sąlygas. Labiausiai superkontinuumo spektras į UV pusę plinta šarminių metalų fluoriduose, tačiau veikiant net žemu (1 kHz) impulsų pasikartojimo dažniu yra sparčiai kuriami spalviniai centrai, kurie išsivysto į katastrofinį medžiagos pažeidimą. Dėl to, BaF_2 ir CaF_2 kristalai turi būti nuolat sukami arba transliuojami skersai lazerio pluoštui esant standartinėms (aštriai fokusuojant) žadinimo sąlygoms [2-4]. Tačiau iki šiol superkontinuumo generacijos tyrimų BaF_2 ir CaF_2 kristaluose esant didesniai nei 1 kHz pasikartojimo dažniui dar nebuvo atlikta.

Šiame darbe buvo ištirti superkontinuumo generacijos dėsningumai netransliuojamuose 25 mm ilgio BaF_2 ir CaF_2 kristaluose esant švelniam ($\text{NA} = 0,004$) fokusavimui, žadinant antrosios Yb:KGW lazerio harmonikos (150 fs, 515 nm) impulsais esant 10 kHz pasikartojimo dažniui. Gauti rezultatai buvo lyginami su aštraus ($\text{NA} = 0,012$) fokusavimo sąlygomis generuojamu superkontinuumu netransliuojamuose 6 mm ilgio BaF_2 ir 5 mm ilgio CaF_2 kristaluose.

Tyrimo metu buvo išmatuota didžiausia superkontinuumo spektro plėtra į UV sritį (iki ~300 nm) CaF_2 kristale, o BaF_2 kristale spektras išplito iki ~380 nm. Abiejuose kristaluose stebėtas superkontinuumo spektro siaurėjimas laike (žr. 1 pav.), kurį lemia spalvinių centrų susidarymas relaksuojant autolokalizuotiems eksitonams, dėl kurių atsiranda defektai ir medžiagos struktūriniai pokyčiai vėliau išsivystantys į optinį pažeidimą [4]. BaF_2 ir CaF_2 kristaluose nuo defektų išsklaidyta šviesa (515 nm) pastebėta ankščiau už spartų superkontinuumo spektro siaurėjimą ir reikšmingą luminescencijos pėdsako padėties ir formos pokytį. Švelnaus fokusavimo sąlygomis stabilus superkontinuumo generacija CaF_2 kristale ~30 kartų ilgesnė nei esant aštriam fokusavimui. Atlikta skaitmeninio modeliavimo rezultatų analizė parodė, kad švelnaus fokusavimo sąlygomis CaF_2 kristale sukuriama ~1,7 karto mažesnis laisvųjų elektronų plazmos tankis, o tai lemia mažesnę ilgai gyvuojančių spalvinių centrų ir defektų kiekį

medžiagoje. Atlikus spektrinius ir laikinius autolokalizuočių eksitonų luminescencijos matavimus, atskleistas laikinis sugertos energijos persiskirstymo ir optinį pažeidimą šiuose kristaluose lemiančių spalvinių centrų susidarymo paveikslas [5].



1 pav. Superkontinuumo spektro (a), luminescencijos intensyvumo išilgai šviesos gijos (b) ir išsklaidytos šviesos intensyvumo (c) laikinė dinamika, kai superkontinuumas generuojamas 25 mm ilgio CaF_2 kristale naudojant švelnų fokusavimą, balta rodyklė žymi spinduliuotės sklaidimo kryptį

Reikšminiai žodžiai: superkontinuumas, ultravioletinė spinduliuotė, BaF_2 , CaF_2 .

Literatūra

- [1] A. Dubietis, G. Tamošauskas, R. Šuminas, V. Jukna, A. Couairon, *Lith. J. Phys.* **57**, 133-157 (2017).
- [2] E. Riedle, M. Bradler, M. Wenninger, C. F. Sailer, I. Pugliesi, *Faraday Discuss.* **163**, 139-158 (2013).
- [3] J. Wang, Y. Zhang, H. Shen, Y. Jiang, Z. Wang, **56**, 076107 (2017).
- [4] S. Mao, F. Quere, S. Guizard, X. Mao, R. Russo, G. Petite, P. Martin, *Appl. Phys. A.* **79**, 1695-1709 (2004).
- [5] V. Marčiulionytė, V. Jukna, G. Tamošauskas, A. Dubietis, *Sci. Rep.* **11**, 15019 (2021).