

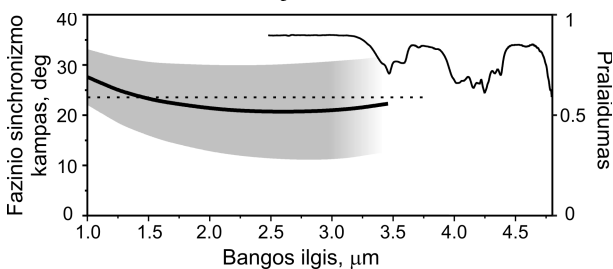
Vienalaikis femtosekundinių impulsų charakterizavimas dažnių skyros laiko sklendės (FROG) metodu ploname BBO kristale 1.3-4 μm spektro srityje

Simultaneous characterization of femtosecond pulses by means of Frequency-Resolved Optical Gating (FROG) in a thin BBO crystal in the 1.3-4 μm spectral range

Gintaras Tamošauskas, Gvidas Beresnevičius, Julius Lukošius, Agnė Marcinkevičiūtė, Audrius Dubietis
Vilniaus universitetas, Kvantinės elektronikos katedra, Saulėtekio al. 10, LT-10223 Vilnius
gintaras.tamosauskas@ff.vu.lt

Dažnių skyros laiko sklendės metodas (angl. FROG) ir įvairios jo išpildymo versijos yra vienas plačiausiai naudojamų metodų charakterizuoti itin trumpus šviesos impulsus [1]. Šiame darbe pristatome vienalaikį ultratrumpųjų impulsų charakterizavimą FROG metodu 1.3-4 μm spektro srityje, kuris yra nekritiškas šviesos impulsų poliarizacijai.

Tyrimas remiasi keliomis prielaidomis, keliamomis femtosekundinių impulsų netiesinei sąveikai, vykdančiai optinės sklendės funkciją netiesiniuose kristaluose. Pavyzdžiui, generuojant suminių dažnių, netiesinis kristalas yra plonas, todėl palaiko plačią sąveikos dažnių juostą. Taip pat sąveika neturi būti išotinta užtikrinant tiesinį signalo atitikimą tiriamo šviesos impulso amplitudei. Šios sąlygos skatina FROG matavimams rinktis itin plonus netiesinius kristalus, net iki 5 μm storio, ypač vienu metu charakterizuojant keletą skirtingo bangos ilgio impulsų [2]. Populiariaus, taikomo artimoje IR srityje, $\beta\text{-BaB}_2\text{O}_4$ (BBO) kristalo lūžio rodikliai yra apibrėžti iki 3.18 μm [3], o skaidrumo riba vertinama 3.5 μm . Mes išmatavome plono 0.2 mm storio BBO kristalo pralaidumą ir nustatėme, kad egzistuoja praskaidrėjimo juostos, leidžiančios itin plonus, mažiau nei 50 μm storio, kristalus taikyti FROG matavimams iki 4.7 μm . Kol kas negalima apskaičiuoti fazinio sinchronizmo kampų išplėstinėje IR srityje, nes nėra žinomi lūžio rodiklių kitimo dėsniai.

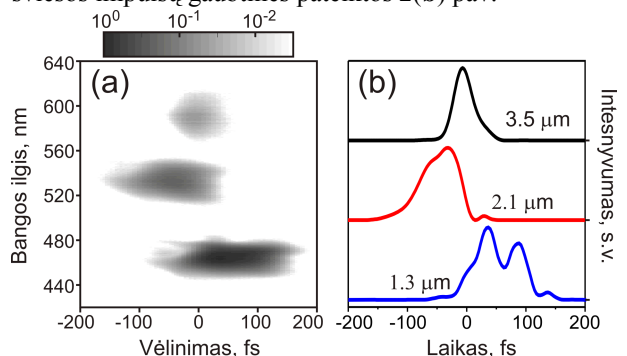


1 pav. Fazinio sinchronizmo kampas I tipo BBO kristale sumuojant 720 nm ir 1-3.5 μm . Ištininė plona kreivė rodo 20 μm storio kristalo pralaidumą.

Fazinio sinchronizmo kreivė 1 pav. bei pilka zona, apimanti erdvinio priėmimo kampą 20 μm storio kristalui, rodo, kad plono kristalo derinti nėra būtinybės, jei skenuojantis šviesos impulsas yra 700-800 nm bangos ilgio ir galima vykdyti vienalaikį skirtingų bangos ilgių impulsų nuo 1.1 μm iki, tikėtina, 4.7 μm matavimą.

Praktiškai vienu metu išmatuoti trys šviesos

impulsai, generuoti Ti:safyro lazeriu kaupinamo šviesos parametrinio generatoriaus (signalinis 1.3 μm ir šalutinis 2.1 μm statmenų poliarizacijų impulsai) bei skirtuminio dažnio 3.5 μm šviesos impulsas. Visos trys bangos kolineariai sukirstos su nekolineariniu optinio parametrinio generatoriaus (angl. NOPA) 720 nm 30 fs trukmės skenuojančiu impulsu BBO kristale. Kristalo fazinio sinchronizmo plokštuma buvo pasukta 45° kampu s ir p poliarizuotų bangų atžvilgiu, taip pasiekiant, kad visos keturios bangos (trys tiriamos ir skenuojanti) skiltų į e ir o poliarizuotas bangas kristale. Suminių dažnių generuoja o bangų projekcijos nepriklausomai nuo pradinės bangos poliarizacijos. Keičiant skenuojančio NOPA impulso vėlinimą registruojama visų trijų šviesos impulsų vienalaikė kryžminė frogograma, kuri pavaizduota 2(a) pav. Atstatytos iš FROG pėdsakų normuotos amplitudės šviesos impulsų gaubtinės pateiktos 2(b) pav.



2 pav. a) Laiko skyros spektrograma. b) Šviesos impulsų gaubtinės, atstatytos FROG algoritmu.

Šioje schemoje, išlaikant kristalo orientaciją, charakterizuoti ir 4 μm bangos ilgio impulsai. Dalinė sugertis BBO kristale netrukdo charakterizuoti šviesos impulsus 1.3-4 μm spektro srityje. Toks matavimo metodas gali būti taikomas optimizuoti tribanges netiesines sąveikas, pavyzdžiui, skirtuminio dažnio generavimą.

Reikšminiai žodžiai: ultratrumpieji šviesos impulsai, šviesos impulsų charakterizavimas.

Literatūra

- [1] R. Trebino, *Frequency-resolved optical gating: the measurement of ultrashort laser pulses* (Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London, 2000).
- [2] Y. Nakano, T. Imasaka, *Appl. Phys. B* **123**, 157 (2017).
- [3] D. Zhang et al., *Opt. Commun.* **184**, 485-491 (2000).