

Fotoninių kristalų šviesolaidžio dispersijos matavimas pasitelkiant superkontinuumo generaciją

Measurement photonic crystal fiber dispersion by means of supercontinuum generation

Julius Vengelis, Miglė Kuliešaitė, Vygas Jarutis, Valdas Sirutkaitis
Vilniaus Universitetas, Fizikos fakultetas, Lazerinių tyrimų centras, Saulėtekio al. 10, 10223 Vilnius
julius.vengelis@ff.vu.lt

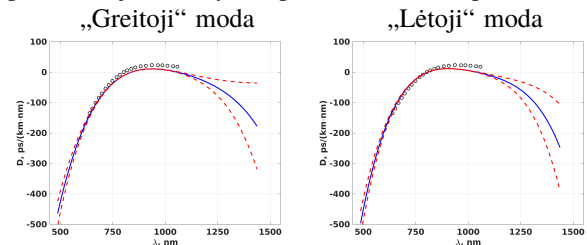
Labai plataus, daugiau kaip oktavos dažnių juostos pločio, optinio diapazono spinduliuotės (superkontinuumo) generacija yra plačiai tiriama netiesinės optikos reiškinys. Fotoninių kristalų šviesolaidžių (FKŠ) panaudojimas superkontinuumo generacijai suteikė naują impulsą šio reiškinio tyrimams ir leido jį pritaikyti tokiose srityse kaip optinė dažnių metrologija, spektroskopija, optinė koherentinė tomografija ir t.t. [1, 2]. Unikali FKŠ savybė yra tai, kad, keičiant juose esančių mikrostruktūrų formą, matmenis ir atstumą tarp jų, galima keisti FKŠ optinių savybių priklausomybę nuo spinduliuotės bangos ilgio. [3].

Viena iš svarbiausių FKŠ charakteristikų, didžiąja dalimi lemianti superkontinuumo spektro formavimąsi ir dinaminis reiškinys šio proceso metu, yra dispersija. Dėl to labai svarbu turėti patikimus ir tikslus metodus šiai charakteristikai nustatyti. Šiuo metu populiariausias metodas dispersijai įvertinti yra paremtas geometrine FKŠ mikrostruktūrų analize. Deja, šiuo atveju neatsižvelgiama į tai, kad mikrostruktūrų srities parametrai gali kisti išilgai FKŠ.

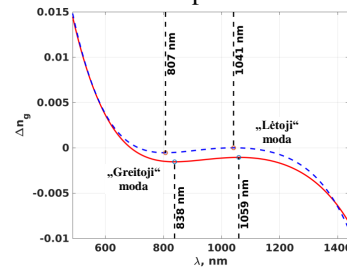
Šiame pranešime pristatome naują FKŠ dispersijos matavimo metodą, paremtą spektrogramų analize, kurios gaunamos atliekant kryžminės koreliacijos dažninės skyros optinės sklendės (angl. k. cross-correlation Frequency Resolved Optical Gating – XFROG) matavimus tarp tiriamame šviesolaidyje generuoto superkontinuumo ir atraminės spinduliuotės. Nauja metodika išbandyta su poliarizaciją išlaikančiu didelio netiesiškumo FKŠ.

Matavimo eiga: Yb:KGV osciliatoriaus generuojama $\lambda_c = 1030$ nm, $f_r = 76$ MHz, $\tau \approx 110$ fs trukmės spinduliuotė yra padalinama pluošto dalikliu ir viena dalis spinduliuotės yra panaudojama tiriamame FKŠ generuoti superkontinuumą. Toliau pasitelkiant kryžminės koreliacijos dažninės skyros optinės sklendės metodą atliekamas spektrogramos matavimas: superkontinuumo spinduliuotė ir kita dalis pradinės spinduliuotės (toliau – atraminė spinduliuotė) yra nekolineariai fokusuojamos į 300 μ m storio BBO kristalą, išpjautą $\theta=30^\circ$ ir $\phi=0^\circ$ kampais II tipo faziniam sinchronizmui, kuriame vyksta suminio dažnio generacija. Naudojant mikrometrinio žingsnio transliacinį staliuką, keičiamas atraminio impulso vėlinimas laike superkontinuumo spinduliuotės atžvilgiu ir tokiu būdu fiksuojama spektrograma – suminio dažnio spektro priklausomybė nuo atraminio impulso vėlinimo. Šiame pranešime parodome, kad tuo atveju, kai kaupinimo spinduliuotės bangos ilgis FKŠ yra anomalios grupinių greičių dispersijos srityje ir dėl to vyksta itin staigus spektro plitimas viename FKŠ taške, analizuojant išmatuotą spektrogramą, galima gauti daug informa-

cijos ne vien apie superkontinuumo generacijos dinamiką, bet ir apie patį FKŠ: nustatyti šviesolaidžio dispersinę charakteristiką (1 pav.), bangos ilgius, kuriems dispersija lygi nuliui (2 pav.), poliarizaciją išlaikančio FKŠ atveju šiuo metodu galima atskirai nustatyti dispersinę charakteristiką (1 pav.) bei grupinio lūžio rodiklio skirtumus tarp ortogonalų poliarizacijų modų (2 pav.) ir nustatyti FKŠ poliarizacijos išlaikymo spektrines ribas (2 pav.).



1 pav. Iš matavimo duomenų apskaičiuota dispersija ortogonalios poliarizacinėms FKŠ modoms (mėlyna vientisa linija) bei gamintojo pateikti duomenys (juodi apskritimai). Raudonos punktyrinės linijos žymi neapibrėžties ribas 95% pasiklovimo intervale.



2 pav. Lūžio rodiklio skirtumo tarp ortogonalų poliarizacinių FKŠ modų priklausomybė nuo bangos ilgio. Taškai su punktyrinėmis linijomis žymi bangos ilgius, kuriems FKŠ dispersija lygi nuliui.

Pristatytas FKŠ dispersijos matavimo metodas yra pakankamai paprastas, tikslus (absoliutinė neapibrėžtis $<2 \times 10^{-4}$), gali būti naudojamas poliarizaciją išlaikančių FKŠ dispersijos matavimams, o jo spektrinės matavimo ribos yra labai plačios, nes jas apsprendžia superkontinuumo spektro plotis.

Reikšminiai žodžiai: netiesinė optika, superkontinuumo generacija, fotoninių kristalų šviesolaidžiai, šviesolaidžių dispersijos matavimas

Literatūra

- [1] J. C. Knight, J. Broeng, T. A. Birks, and P. St. J. Russell, *Science* **282**, 1476 (1998).
- [2] J. M. Dudley, G. Genty, and S. Coen, *Rev. Mod. Phys.* **78**, 1135 (2006).
- [3] K. Saitoh and M. Koshiba, *Opt. Express* **13**, 267 (2005).