

Vektorinių sufokusuotų židinio modų analizė

Analysis of vector focus wave modes

Ada Gajauskaitė, Sergej Orlov

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Fotoninių technologijų industrinė laboratorija, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius
ada.gajauskaite@ftmc.lt

Nedifraguojančių ir dispersiškai neplintančių lazerio šviesos impulsų generavimas ir matematinis aprašymas tiesinėje dispersinėje terpėje yra viena iš aktualių šiandienos klasikinės optikos temų. Šiuo metu esančios technologijos leidžia sukurti trumpus, siekiančius kelių femtosekundžių trukmes, nedifraguojančius impulsus, kurių aprašymui yra surasta keletas modelių (X bangos, Beselio X impulsai, sufokusuotos židinio modos (angl. *Focus Wave modes*, trump. *FWM*) ir kt.) [1, 2]. Pastarasis modelis yra bendriausias nedifraguojančio impulso aprašymas visoje medžiagos dispersijos srityje. Viena iš įdomių FWM savybių yra galimybė valdyti impulso grupinį greitį. Priklausomai nuo kampinės dispersijos didumo, grupinis greitis gali būti didesnis, mažesnis, lygus šviesos greičiui ar net neigiamas [3, 4].

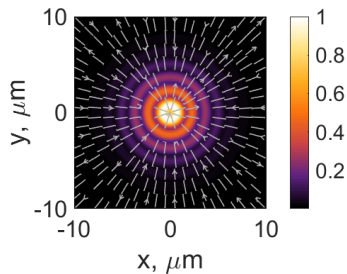
Šiame darbe aptariamos tiesinės, azimutinės ir radialinės poliarizacijos vektorinės sufokusuotos židinio modos ir jų sklindimas tiesinėje dispersinėje terpėje – BK7 stikle. Sufokusuotos židinio modos sudarytos iš skirtingo dažnio Beselio pluoštų superpozicijos. Impulsai aprašomi skaitiškai integruojant (1) formulę.

$$\mathbf{M}(\mathbf{r}, t) = \int_0^\infty S(\omega) \mathbf{M}_0(\mathbf{r}; \omega) e^{-i\omega t} d\omega, \quad (1)$$

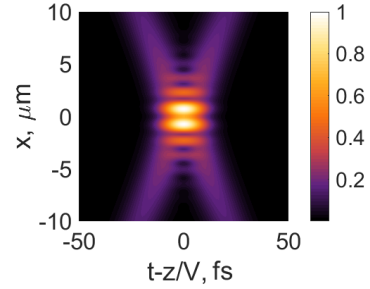
kur $S(\omega)$ – impulso dažnių spektras, $\mathbf{M}_0(\mathbf{r}; \omega)$ – vektorinis ω dažnio pluoštas, t – laikas. Tam, kad FWM impulsas sklistų dispersinėje terpėje nepasireiškiant impulso dispersijai, turi būti suformuojama impulso kampinė dispersija t.y. kiekvienas ω dažnio Beselio pluoštas turi būti formuojamas su Beselio kūgio kampų, tenkinančiu sąlyga:

$$\theta(\omega) = \arccos \left[\frac{c}{Vn(\omega)} + \frac{\gamma c}{\omega n(\omega)} \right], \quad (2)$$

kur $n(\omega)$ – medžiagos lūžio rodiklis, c – šviesos greitis, V ir γ – pasirenkamos konstantos. Parametro V fizikinė prasmė – impulso grupinis greitis. Gauti radialinės poliarizacijos elektrinio lauko $\mathbf{E} = \mathbf{M}$ impulso skirstiniai parodyti 1 pav. ir 2 pav.

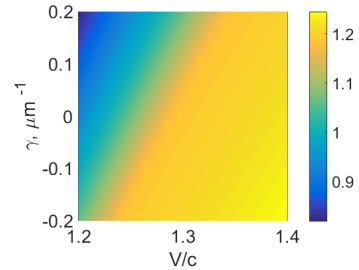


1 pav. Radialinės poliarizacijos FWM elektrinio lauko $|\mathbf{E}|$ skersinis skirstinys. Linijos parodo elektrinio lauko kryptį.



2 pav. Radialinės poliarizacijos FWM elektrinio lauko $|\mathbf{E}|$ išilginis skirstinys.

Radialinės poliarizacijos impulsas turi didesnę išilginę elektrinio lauko komponentę lyginant su tiesinės poliarizacijos impulsu. Išilginės elektrinio lauko komponentės (E_z) santykio su skersine komponente [$E_r = (E_x^2 + E_y^2)^{1/2}$] priklausomybė nuo laisvai pasirenkamų V ir γ parametru parodyta 3 pav.



3 pav. E_z/E_r santykio priklausomybė nuo V ir γ parametru radialinės poliarizacijos FWM.

Kaip matyti iš 3 pav. pluošto elektrinio lauko komponentių santykis didumas gali būti keičiamas parinkus Beselio kūgio kampą ir impulso kampinę dispersiją.

Darbe taip pat aptariamos vektorinių impulsų trukmės priklausomybė nuo V ir γ parametru bei impulso transformacijos sklindant tiesine dispersine terpėje.

Reikšminiai žodžiai: Impulsai, sufokusuotos židinio modos, dispersija

Literatūra

- [1] P. Saari, H. Sonajalg, *Laser Phys.* **7**, 32–39 (1997).
- [2] K. Reivelt, P. Saari, *J. Opt. Soc. Am. A* **17**, 1785–1790 (2000).
- [3] C. J. Zapata-Rodriguez, M. A. Porras, *Opt. Lett.* **31**, 3532–3534 (2006).
- [4] M. A. Porras, G. Valiulis, P. Di Trapani, *Phys. Rev. E* **68**, 016613 (2003).