

Optinio židinio linijų kontrolė naudojant vektorinius Matje pluoštus

Control of optical focal lines using vector Mathieu beams

Vitalis Vosylius^{1,2}, Sergej Orlov²

¹Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Saulėtekio al. 9, LT-10222 Vilnius

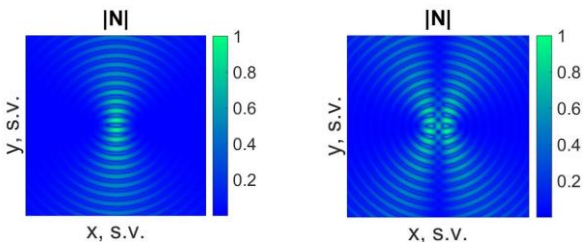
²Fizinių ir technologijos mokslų centras, Fotoninių technologijų industrinė lab., Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius

vitalis.vosylius@ff.stud.vu.lt

Sufokusuoti lazerio pluoštai su ilgomis židinio linijomis ir mažais skersiniais matmenimis yra plačiai pritaikomi lazeriniame medžiagų apdirbime, ypač kai yra formuojamos struktūros, kurių dydis yra palyginamas su naudojamu bangos ilgiu. Nedifraguojantys Beselio pluoštai yra puikus pavyzdys optinio lauko, kuris dėl savo formos gali būti laikomas optine adata [1]. Kitas nedifraguojančių pluoštų šeimos pavyzdys yra Matje pluoštai, kurie gaunami sprendžiant Helmholtzo lygtį elipsinėje koordinatinių sistemoje. Elipsiškumo parametras suteikia dar vieną laisvės laipsnį (lyginant su Beselio pluoštais), kuris padeda valdyti pluošto geometriją. Dėl savo unikalių formos – asimetrinio skersinio skirstinio, šie pluoštai gali būti laikomi kontroliuojamo pločio optiniais peiliais. Eksperimentiškai nustatyta, kad nuo pluošto poliarizacijos priklauso mikroapdirbimo proceso našumas bei kokybė [2]. Todėl svarbu kontroliuoti optinio židinio linijos poliarizaciją ašies aplinkoje. Šiame darbe lazerio pluoštus aprašome vektorinės teorijos formalizme iš skaliarinių Matje pluoštų gaudami vektorinius, pasinaudojus klasikiniu metodu, apibūdintu [3].

$$\mathbf{M}(\mathbf{r}) = (\nabla \times \mathbf{e})\psi(\mathbf{r}), \quad \mathbf{N}(\mathbf{r}) = \frac{1}{k} \nabla \times \mathbf{M}(\mathbf{r}) \quad (1)$$

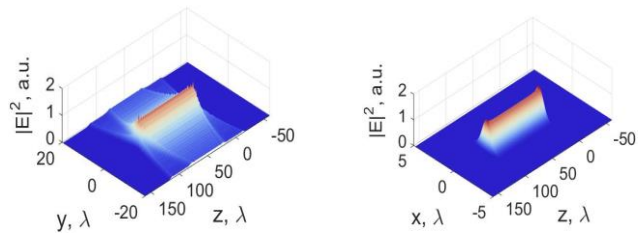
Čia \mathbf{e} yra vienetinis pastovus vektorius Dekarto koordinatinių sistemoje, k – bangos skaičius, skaliarinis m -tosios eilės Matje pluoštas [4], \mathbf{N} yra skersinė magnetinė, o \mathbf{M} yra skersinė elektrinė vektorinės Helmholtzo lygties modas.



1 pav. Skersinė magnetinė elektromagnetinio lauko moda naudojant \mathbf{e}_z vektorizacijos vektorių esant $m = 0$ (kairėje) ir $m = 1$ (dešinėje)

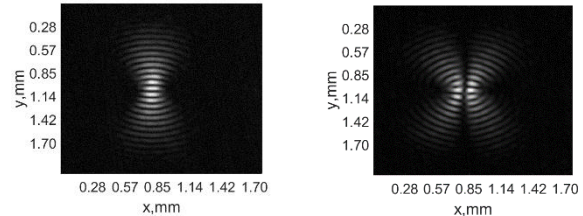
Sudėjus vektorinius Matje pluoštus su skirtingomis bangos vektoriaus projekcijomis bei skirtingomis kompleksinėmis amplitudėmis, gauname norimą elektromagnetinio lauko pasiskirstymą ant ašies.

Pluošto intensyvumo pasiskirstymas laiptelio funkcijos skirstinio atveju xz ir yz plokštumose pavaizduotas 2 pav.



2 pav. Intensyvumo pasiskirstymai ant ašies yz ir xz plokštumose

Pasinaudojus erdviu šviesos moduliatoriumi eksperimentiškai gauname Matje pluoštus su skirtingomis m vertėmis.



3 pav. Eksperimentiškai gauti lyginiai Matje pluoštai, kai $m = 0$ (kairėje) ir $m = 1$ (dešinėje)

Šiame darbe bus pristatytas metodas, leidžiantis suformuoti valdomo pločio optinius peilius su kontroliuojamu ašinio intensyvumo profiliu bei dalinai kontroliuojama poliarizacija. Taip pat bus aptarti pirmieji eksperimentiniai rezultatai.

Reikšminiai žodžiai: nedifraguojantys pluoštai, Mathieu pluoštai, erdvinis šviesos moduliatorius.

Literatūra

- [1] A. Chafiq, Z. Hricha, and A. Belafhal, *Opt. Commun.*, **275**, 165-169 (2007).
- [2] V. G. Niziev, A. V. Nesterov *J. Phys. D: Appl. Phys.* **32** 1455 (1999).
- [3] J. Stratton, *Electromagnetic Theory*, An IEEE Press classic reissue (Wiley, 2007).
- [4] C. Alpmann, R. Bowman, M. Woerdemann, M. Padgett, and C. Denz, *Opt. Express* **18**, 26084-26091 (2010).
- [5] M. Zamboni-Rached, E. Recami, and Hugo E. Hernandez-Figueroa. *JOSA A*, **22**, 2465-2475, (2005).