

Vektorinių Beselio pluoštų linijinių optinių židinių inžinerija

Engineering of optical focal lines with vector Bessel beams

Alfonas Juršėnas, Sergej Orlov

Fizinių ir technologijos mokslų centras, fotoninių technologijų industrinė laboratorija, Sauletekio al. 3, LT-10257 Vilnius
alfonsas.jursenas@ftmc.lt

Daugelyje lazerinio mikroapdirbimo taikymų naudojami pluoštai, pasižymintys ilga ašinio intensyvumo zona, bei mažais skersinio intensyvumo matmenimis. Tokios intensyvumo formos pluoštai dar vadinami optinėmis adatomis. Naudojant optinių adatų pluoštus galima suformuoti struktūras, kurių matmenys yra artimi (arba mažesni) negu krentančio pluošto bangos ilgis [1].

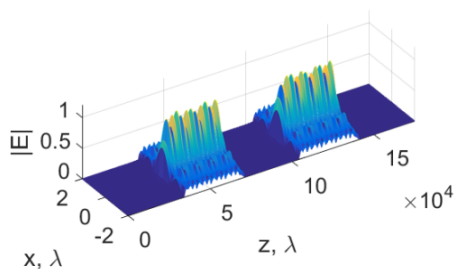
Yra žinoma, jog mikroapdirbimo metu suformuojamų struktūrų kokybė (pjūvių, gręžimo kraštų lygumas ir kita) priklauso nuo poliarizacijos [2], todėl svarbu kontroliuoti optinės adatos poliarizaciją. Kitas atvejis, kai svarbu kontroliuoti pluošto poliarizaciją, yra elektrinių krūvių turinčių dalelių lazerinis greitinimas [3].

Dažnai kaip optinė adata yra naudojamas Beselio pluoštas, jis įprastai aprašomas skaliarine teorija. Šiame darbe taikome vektorinį Beselio pluošto aprašymą, kuris galioja ir tada, kai pluoštas yra fokusuojamas didelės skaitinės apertūros lęšiais. Vektoriniai Beselio pluoštai yra apskaičiuojami iš skaliarinių taikant formalizmą aprašytą [4]

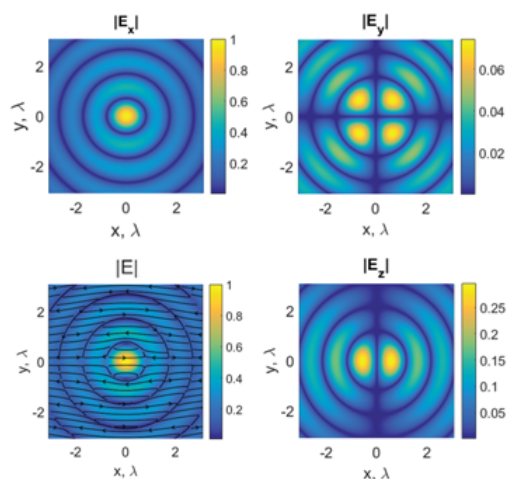
$$\mathbf{M} = \nabla \times (\mathbf{a}\Phi), \quad \mathbf{N} = \frac{1}{k} \nabla \times \mathbf{M} \quad (1)$$

čia \mathbf{a} - pastovus vektorius Dekarto koordinatų sistemoje, k - bangos skaičius, Φ - skaliarinis m -tos eilės Beselio pluoštas, kur m reiškia topologinį krūvį, \mathbf{M} - statmena vektoriui \mathbf{a} skersinė elektrinė moda, \mathbf{N} - skersinė magnetinė moda. Elektromagnetiniai laukai $\mathbf{E} = \mathbf{M}$ ir $\mathbf{H} = \mathbf{N}$ tenkina vektorinę Helmholco lygtį bei yra tarpusavyje statmeni vektoriniai laukai. Elektrinių laukų funkcijas \mathbf{M} bei \mathbf{N} naudojame kaip bazines funkcijas optinių adatų sudarymui.

Šiame darbe nagrinėjame, kaip parenkant topologinį krūvį m , bei vektorines kraštines sąlygas nustatantį vektorių \mathbf{a} , galima valdyti elektrinio lauko poliarizaciją pluošto sklaidimo ašies aplinkoje.



1 pav. Išilginis optinės adatos elektrinio lauko modulio $|E|$ pasiskirstymas.



2 pav. Skersinis optinės adatos elektrinio lauko modulio $|E|$ (bei el. lauko komponentių modulius: $|E_x|$, $|E_y|$, $|E_z|$) pasiskirstymas.

Šiame darbe parodome, jog galima valdyti elektrinio lauko \mathbf{E} ašinio intensyvumo pasiskirstymą šioms poliarizacijoms: dvi skersinės ir viena išilginė. Taip pat mes pademonstruojame būdą, sumažinti vektorinio Beselio pluošto skersinius matmenis.

Aptariamas eksperimentinis įgyvendinimas naudojant erdvinius šviesos modulatorius bei alternatyvius metodus.

Reikšminiai žodžiai: lazerinis mikroapdirbimas, lazerio pluoštų formavimas

Literatūra

- [1] H. Misawa, S. Juodkazis (ed.), *3D laser microfabrication: principles and applications*, John Wiley & Sons, 2006.
- [2] V. G. Niziev, A. V. Nesterov 1999 J. Phys. D: Appl. Phys. 32 1455
- [3] M. Zhu, Q. Cao, H. Gao, JOSA A 31(3), 500–504 (2014).
- [4] J. Stratton, *Electromagnetic Theory*, An IEEE Press classic reissue (Wiley, 2007).