

# Vektoriniai pluoštai absorbuojančioje terpėje lazerinio mikroapdirbimo taikymams

## Vector electromagnetic fields in absorbing medium for laser microfabrication applications

Alfonas Juršėnas, Sergej Orlov

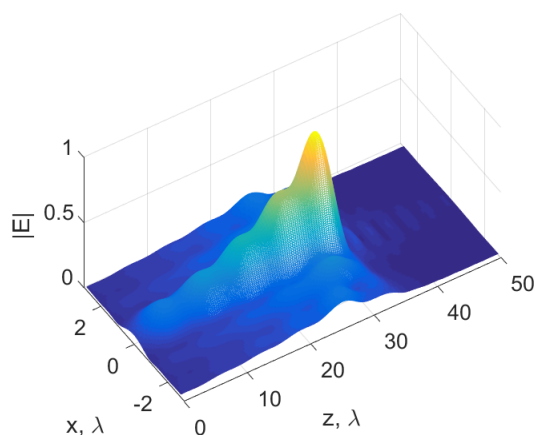
Fizinių ir technologijos mokslų centras, fotoninių technologijų industrinė laboratorija, Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius  
alfonsas.jursenas@ftmc.lt

Silicio fotonikoje yra didelis funkcinių elementų (šviesos moduliatorių, bangolaidžių bei detektorių ir k.t.) poreikis. Įprastai šie elementai yra suformuojami naudojantis litografijos arba ėsdinimo metodais, tačiau tokiu būdu panaudojamas tik paviršinis apdirbamos medžiagos sluoksnis. Siekiant sukurti trimates struktūras reikalingas lazerinis mikroapdirbimas medžiagos tūryje, tai jau yra taikoma dielektrinėms medžiagoms, tačiau silicio atveju iškyla sunkumų dėl stiprios šviesos sugerties [1, 2].

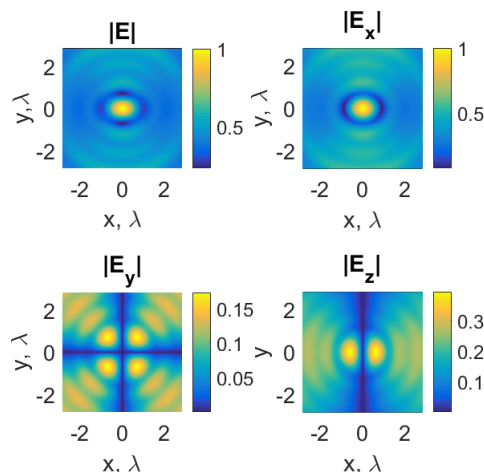
Šiame darbe pristatome metodą, kurį taikant galima sudaryti stacionarų šviesos intensyvumo pasiskirstymą viduje absorbuojančios terpės ir net kompensuoti tiesinę sugertį pluoštui skverbiantis į medžiagą. Šiame metode lazerio šviesą aprašome vektoriniais Beselio pluoštais, kurie yra analitiniai vektorinės Helmholco lygties sprendiniai ir juos apskaičiuojame iš skaliarinių sprendinių naudodami formalizmą, pateikiamą [3]

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

čia  $\Phi$  – skaliarinis  $m$ -tos eilės Beselio pluoštas,  $k$  – bangos skaičius, Elektromagnetiniai laukai  $\mathbf{M}$ ,  $\mathbf{N}$  - tarpusavyje statmeni vektorinės Helmholco lygties sprendiniai. Elektrinis laukas, yra nusakomas vektoriniais sprendiniais  $\mathbf{M}$  arba  $\mathbf{N}$ . Čia  $\mathbf{N}$  - skersinė magnetinė moda,  $\mathbf{M}$  - skersinė elektrinė moda.



1 pav. Išilginis elektrinio lauko modulio  $|E|$  pasiskirstymas absorbuojančioje terpėje.



2 pav. Elektrinio lauko modulio  $|E|$  bei komponenčių ( $E_x, E_y, E_z$ ) modulių skersiniai pasiskirstymai

Tinkamai parinkus fazes bei amplitudes vektorinių Beselio pluoštų superpozicijoje gauname, jog ši superpozicija įveikia tiesinę absorbciją ir gali pasiekti mikroapdirbimui reikšmingus intensyvumus medžiagos gylyje. Šiame darbe taip pat nagrinėjame fizinius apribojimus pluošto skvarbos gyliui, pateikiame galimas eksperimentines realizacijas.

*Reikšminiai žodžiai: lazerinis mikroapdirbimas, lazerio pluoštų formavimas*

### Literatūra

- [1] EV Zavedeev, VV Kononenko, VM Gololobov, and VI Konov., Laser Physics Letters, 11:036002, 2014.
- [2] PC Verburg, GR Römer, AJ Huis In't Veld., Optics express, 22:21958–21971, 2014.
- [3] J. Stratton, *Electromagnetic Theory*, An IEEE Press classic reissue (Wiley, 2007).