

Optinių bangolaidžių integravimas į lydytą kvarcą femtosekundiniais šviesos impulsais

Optical waveguide integration in fused silica with femtosecond laser pulses

Audrius Puišys, Domas Paipulas, Valdas Sirutkaitis

Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Lazerinių tyrimų centras Saulėtekio al.10, 10223 Vilnius

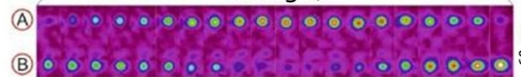
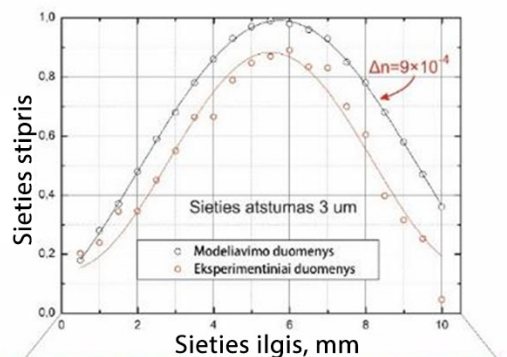
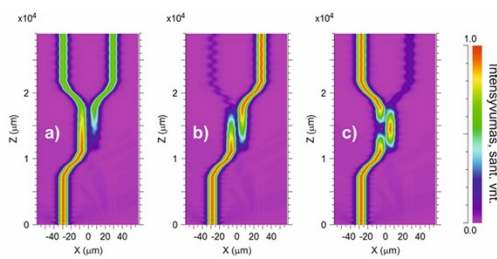
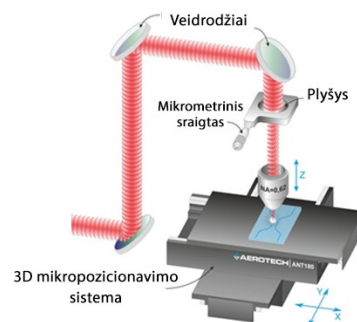
domas.paipulas@ff.vu.lt

Pastaruoju metu skaidrių dielektrinių medžiagų, tokių kaip lydytas kvarcas, apdirbimas panaudojant femtosekundinės trukmės lazerinius šviesos impulsus tampa vis daugiau dėmesio sulaukiančia ir nuolatos augančia mokslinių tyrimų ir optinių technologijų sritimi. Tai lėmė šiuolaikinės ultratrumpųjų impulsų lazerinės sistemos, leidžiančios praktiškai be terminių efektų formuoti paviršines bei tūrines mikrometrinių matmenų medžiagos modifikacijas su pakitusiu lūžio rodikliu, o šias modifikacijas išnaudoti fotoninių elementų formavimui [1].

Vienas paprasčiausių ir fundamentaliausių tokių elementų – bangolaidžiai, suformuoti iš taip vadinamų I tipo modifikacijų (sričių su padidėjusiu lūžio rodikliu), turintys daug potencialo juos pritaikant telekomunikacijų, mikrofluidikos, sensorių ar astrofizikinių matavimų srityse.

Šiame darbe pristatomos tokių bangolaidžių integravimo į lydyto kvarco tūrį galimybės, panaudojant Yb:KGW lazerinę sistemą, generuojančią 320 fs trukmės impulsus. Įprastai laikoma, jog optinių bangolaidžių įrašinėjimas lydytame kvarce su >180 fs trukmės impulsais yra sunkiai realizuojamas, nes tokie impulsai indukuoja taip vadinamas II tipo modifikacijas, savitvarbias nanogardelės, kurios sklaido spinduliuotę ir nepalaiko bangolaidžiavimo reiškinių [2]. Šiame darbe demonstruojama, jog panaudojant plyšio metodiką lazerio pluoštui formuoti bei optimizavus impulso energiją ir pluošto fokusavimo gylį, įmanoma slopinti sferinių aberacijų poveikį fokusuojamam lazerio pluoštui ir formuoti simetriniu skerspjūviu pasižyminčias I tipo lydyto kvarco modifikacijas, o jų pagrindu – visame regimajame spektro ruože veikiančius vienamodžius bangolaidžius ir šakotuvus, palaikančius 632,8 nm bangos ilgio Gauso modos sklaidimą (1 pav.). Panaudojant Fabry – Perot interferometrinį bei „cut back“ metodus, skirtus bangolaidžių šviesos sklaidimo nuostolių koeficiento matavimui, nustatyta, jog minimali šių bangolaidžių sklaidimo nuostolių vertė siekia 0,79 dB/cm ir atitinka tipines nuostolių vertes, gaunamas bangolaidžius formuojant su titano safyro sistemomis, generuojančiomis <100 fs trukmės impulsus.

Šie rezultatai rodo, jog tinkamai parinkus pluošto fokusavimo sąlygas, I tipo modifikacijas (t. y. tolygų lūžio rodiklio padidėjimą be nanogardelių formavimosi) lydytame kvarce yra įmanoma įrašyti ir ilgesniais nei 180 fs impulsais, kas atveria naujas galimybes formuoti integruotos optikos ar sudėtingesnės architektūros mikrosistemas.



Bangolaidžio modos (B-įvadinis portas)

1 pav. Tiesioginis bangolaidžių integravimas lydytame kvarce plyšio metodu (*viršuje*). Bangolaidinių šakotuvų, veikiančių gėstančio lauko sietimi, modeliavimo (*viduryje*) (dalinimas: (a) 50 %, (b) 100 % ir (c) 0 % perkaupimo atvejais) ir eksperimentiniai rezultatai (*apačioje*).

Reikšminiai žodžiai: integruota optika, optiniai bangolaidžiai, lydyto kvarco modifikavimas, femtosekundinis mikroapdirbimas

Literatūra

- [1] R. Osellame, H. J. W. M. Hoekstra, G. Cerullo, M. Pollnau, Laser Photon. Rev. **5** (3), 442–463 (2011),
- [2] C. Hnatovsky, R. S. Taylor, Appl. Phys. Lett. **87**, 14104 (2005)