

Depoliarizacijos kompensavimas didelės galios Yb:YAG stiprintuve, panaudojant stikle įrašytas nanogardeles

Depolarization compensation in high power Yb:YAG amplifier with laser written nanogratings in fused silica

Raimundas Burokas^{1,2}, Orestas Ulčinas³, Kirilas Michailovas², Rokas Danilevičius², Andrejus Michailovas²

¹Fizinių ir technologijos mokslų centras, Savanorių pr. 231, LT-02300 Vilnius

¹EKSPLA, UAB, Savanorių pr. 237, LT-02300 Vilnius

²ALTECHNA R&D, UAB, Mokslininkų g. 6 A, LT-08412 Vilnius

r.burokas@ekspla.com

Didelio smailinio intensyvumo ir didelės vidutinės galios femtosekundinėse lazerinėse sistemose yra naudojama didelė kaupinimo galia, kuri iššaukia tokius šiluminius reiškinius aktyviajame elemente kaip depoliarizacija ar bifokusavimasis. Depoliarizuota šviesa sklisdama pro poliarizuojančius elementus sistemoje virsta nuostoliais, be to pasižymi erdviu netolygumu ir taip smarkiai apriboja didelės galios lazerių gamybą bei jų panaudojimą. Vienas iš dažniausiai naudojamų būdų depoliarizacijai kompensuoti yra panaudojant Faradėjaus rotatoriaus panaudojimas tarp dviejų aktyviųjų terpių arba pirmo ir antro praėjimo dviejų lėkių stiprintuvuose [1-2].

Šiame darbe pristatomas unikalus būdas kompensuoti depoliarizacijai, panaudojant lydytame kvarce įrašytas nanostruktūras. Lydytas kvarcas yra gerokai patvaresnis ir kompaktiškesnis lyginant su Faradėjaus rotatoriumi. Dvejojai šviesą laužiančios nanogardelės įrašytos femtosekundiniu lazeriu taip, kad sukurtų fazės vėlinimo profilį, atkartojantį aktyviajame elemente indukuotą šilumos, tik priešingo ženklo. Fazės vėlinimas tarp dviejų statmenų poliarizacijos komponentių visuose elementuose turėjo parabolinę priklausomybę, kuri aprašoma pagal formulę:

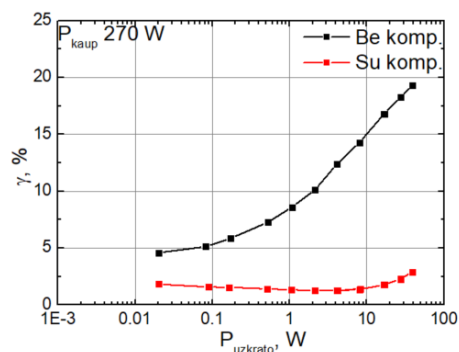
$$\varphi = M \left(\frac{r}{R}\right)^2 \quad (1)$$

čia fazės vėlinimas φ , išreikštas nanometrais, r – radialinė koordinatė, M – fazės vėlinimas atstume R , kuris visiems depoliarizacijos kompensatoriams buvo pasirinktas vienodas $R=1,5$ mm.

Darbo metu buvo išmatuotas depoliarizacijos laipsnio ir bifokusavimosi indukavimas Yb:YAG kristale, dviejų lėkių stiprintuve. Taip pat išmatuotos šių parametru priklausomybės nuo užkrato signalo galios, depoliarizuoto ir nedepoliarizuoto spindulio profilių kitimas, keičiant įvadinę užkrato galią. Esant maksimaliai 270 W kaupinimo galiai ir sustiprinto signalo galiai 131 W, gautas didžiausias depoliarizacijos laipsnis siekė 19,3%, o tai yra net 25,3 W galios nuostoliai. Atsirandantis bifokusavimasis, įneša 1,46 skėscių santykį pluošto skerspjūvio X ir Y kryptimis, o pluošto profilis pasidaro eliptinis.

Panaudojant depoliarizacijos kompensatorius buvo pademonstruotas didžiausias depoliarizacijos laipsnio sumažinimas nuo 19,3% iki 2,9% , esant maksimaliomis kaupinimo ir užkrato signalo galiomis. Didžiausias

santykis depoliarizacijos laipsnio sumažinimas nuo 14,3% iki 1,3% buvo pasiektas esant 8 W užkrato signalo galiai. Šiuo atveju depoliarizacijos laipsnis buvo mažiausias, o bifokusavimasis eliminuotas, tai yra pluošto skėscių santykis skirtingomis kryptimis sumažintas nuo 1,31 iki pradinio - 0,98. Pradinė pluošto profilio simetrija taip pat buvo atstatyta.



1 pav. Depoliarizacijos laipsnio priklausomybė nuo užkrato signalo be depoliarizacijos kompensatoriaus ir su kompensatoriumi.

Eksperimentiniai rezultatai rodo, kad depoliarizacijos kompensatoriai, paremti nanogardelių įrašymu lydytame kvarce, gerai kompensuoja depoliarizaciją, bifokusavimąsi ir pluošto profilio išdarymus, atsirandančius termiškai apkrautuose aktyviuosiuose elementuose ir yra tinkami naudoti šiluminiais reiškiniais kompensuoti juose. Daugiau rezultatų bus pristatyta konferencijos metu.

Reikšminiai žodžiai: depoliarizacija, depoliarizacijos kompensavimas, nanogardelės, Yb:YAG stiprintuvas.

Literatūra

- [1] W.C. Scott, M. de Wit „Birefringence compensation and TEM00 mode enhancement in Nd:YAG laser“, *Applied Physics*, (1971)
- [2] Jae Sung Shin, Sangwoo Park, Hong Jin Kong “Compensation of the thermally induced depolarization in a double-pass Nd:YAG rod amplifier with a stimulated Brillouin scattering phase conjugate mirror”, *Optics Communications*, (2010)