

Subnanosekundinių impulsų kombinuotos parametrinio stiprinimo sistemos optimizavimas

Development and investigation of subnanosecond pulse combined optical parametric amplifier

Augustė Stravinskaitė, Gabrielė Stanionytė, Jonas Banys, Julius Vengelis
Lazerinių tyrimų centras, fizikos fakultetas, Vilniaus universitetas, Lietuva
auguste.stravinskaite@ff.stud.vu.lt

Šiais laikais lazeriai tapo nepakeičiamais prietaisais, naudojamais daugelyje taikymo sričių: medžiagų apdirbime, mokslo tyrimuose, spektroskopijoje, statybose, medicinoje, gynyboje ir kitose srityse. Tačiau lazeriai yra spektriškai riboti prietaisai – turi fiksuotą bangos ilgį, kurį yra sudėtinga arba neįmanoma keisti. Tačiau netiesinėje optikoje egzistuoja metodai galintys padėti efektyviai pakeisti lazerių spinduliuotės bangos ilgį. Tam tikslui naudojami parametriniai šviesos generatoriai (OPG) bei parametriniai šviesos stiprintuvai (OPA) leidžiantys tolygiai ir efektyviai reguliuoti spinduliuotės bangos ilgį plačiame spektriniame diapazone. Parametriniai šviesos generatoriai iš kaupinimo bangos leidžia sugeneruoti dvi mažesnio dažnio bangas, tuo tarpu parametriniai šviesos stiprintuvai generuoja skirtuminio dažnio bangą ir taip pat sustiprina užkrato bangą. Dauguma parametrinių šviesos generatorių yra ultratrumpų (mažiau nei 100 ps) ir ilgų (daugiau nei 1 ns) impulsų trukmės, tuo tarpu subnanosekundiniai (daugiau už 100 ps, tačiau mažiau nei 1 ns) parametriniai šviesos generatoriai yra labai sunkiai realizuojami, nes parametrinės generacijos slenkstis yra aukštesnis nei netiesinės terpės pažeidimo slenkstis, o tai reikštų, kad terpė gali būti pažeidžiama anksčiau nei pats įvyksta netiesinis procesas (parametrinis stiprinimas arba generacija) įvyksta. [1-3]. Vienas iš būdų šiam ribojimui apeiti yra užkrato spinduliuotės naudojimas [4, 5], bet dėl subnanosekundinių lazerių veikos ypatumų (ženklus laikinio tirtėjimo efektas pasyvios kokybės moduliacijos veikoje) kaupinimo ir užkrato šaltiniai turi būti to paties lazerio kas komplikuoja efektyvaus ir didelio spektrinio galios tankio užkrato šaltinio realizavimą.

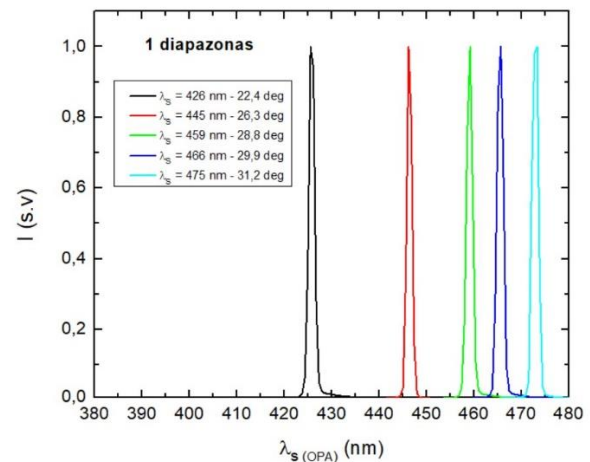
Šio tyrimo tikslas buvo realizuoti ir ištirti subnanosekundinę optinio parametrinio stiprintuvo sistemą, kuri naudoja 15 mm ličio triborato (LBO) kristalą kaip netiesinę terpę ir užkrato spinduliuotę sugeneruotą MgO:PPLN OPG. Kaupinimo banga šioje sistemoje buvo naudojama Nd:YAG MOPA mikrolazerio 3-oji harmonika ($\lambda=354,6$ nm), o užkrato spinduliuotė kuriama to paties Nd:YAG MOPA mikrolazerio 1-ąją harmoniką ($\lambda=1064$ nm) naudojant kaip kaupinimą MgO:PPLN OPG.

Šio darbo metu buvo ištirtos tokios kombinuotos LBO OPA sistemos spektrinės, energinės ir laikinės charakteristikos. MgO:PPLN OPG kristalo gardelių periodai buvo keičiami nuo 27,58 μm iki 31,59 μm , o signalo bangos diapazonas atitinkamai kito nuo 1400 nm iki 2128 nm. LBO kristale signalinės bangos generavimas pasiektas per optinį parametrinį stiprinimą

skirtuminio dažnio bangos (sugeneruotos MgO:PPLN OPG) pagalba. Skirtuminio dažnio bangos diapazonas buvo nuo 425 nm iki 475 nm, kurį riboja užkrato spinduliuotės bangos ilgio keitimo ribos (1400 nm - 2128 nm). Didžiausia pasiekta signalo galia 475 nm bangos ilgio srityje buvo 24,1 mW, kas atitiko maksimalų 37% keitimo efektyvumą. Optinio parametrinio stiprintuvo sotes režimas buvo pasiektas su 85 mW kaupinimo galia, kas rodo, kad įrenginys yra optimizuotas dabartinėmis sąlygomis. Be to, matuojant signalo impulso trukmę nustatyta, kad impulsų trukmė buvo subnanosekundinio diapazono ribose: nuo 212 ps iki 432 ps.

Šio tyrimo rezultatai bus naudojami tolesnei efektyvių subnanosekundinių OPG/OPA sistemų plėtrai.

Šis darbas bendrai finansuotas iš Europos regioninės plėtros fondo lėšų (projekto Nr. 01.2.2-LMT-K-718-03-0004) pagal dotacijos sutartį Lietuvos mokslo taryba (LMTLT).



1 pav. 1 diapazono signalinės bangos spektrai esant skirtingiems LBO kristalo kampams

Literatūra

- [1] M. H. Dunn and M. Ebrahimzadeh, Parametric Generation of Tunable Light from Continuous-Wave to Femtosecond Pulses, *Science* **286**, 1513– 1518 (1999).
- [2] A. Dubietis, *Netiesinė optika*, (Publisher Vilnius University, Vilnius 2011).
- [3] R. W. Boyd, *Nonlinear Optics* ed. 3 (Academic press, New York 2008).
- [4] G. Stanionytė, E. Vėjalytė, V. Tamulienė, V. Jarutis, J. Vengelis, Subnanosecond widely-tunable in the visible spectrum range LBO based optical parametric amplifier, *Journal of Optics* **24**(4), 045506 (2022).
- [5] G. Stanionytė, V. Tamulienė, R. Grigonis, J. Vengelis, Investigation of a widely-tunable subnanosecond BBO-based optical parametric amplifier, *Lithuanian Journal of Physics* **62**(1), 10-20 (2022).