

# Polarizacinis skirtuminės bangos pašalinimas didinant optinio parametrinio stiprinimo efektyvumą

## Polarization-based idler elimination: enhancing the efficiency of optical parametric amplification

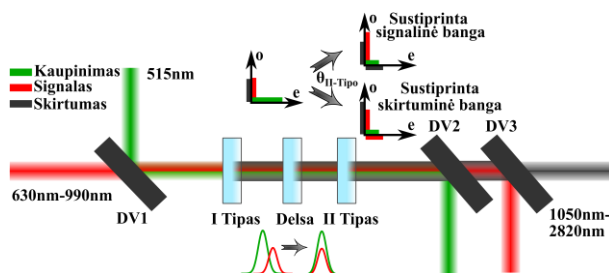
Gaudenis Jansonas<sup>1,2</sup>, Rimantas Budriūnas<sup>1,2</sup>, Gintaras Valiulis<sup>1</sup>, Arūnas Varanavičius<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Vilniaus universitetas, Lazerenių tyrimų centras, Saulėtekio al. 10, LT-10222 Vilnius

<sup>2</sup>Light Conversion, UAB, Keramikų g. 2B, LT-10233 Vilnius

[gaudenisjansonas@yahoo.com](mailto:gaudenisjansonas@yahoo.com)

Derinamo bangos ilgio femtosekundiniai lazeriniai šaltiniai yra labai svarbūs šiandieniniame moksle. Realizuojant tokius šaltinius dažnai yra naudojami optiniai parametriniai stiprintuvai (OPS). Juose įprastas praktinis energijos keitimo iš kaupinimo į signalinę bangą efektyvumas  $\eta_{ks}$  nesiekia daugiau nei 20%, o kaupinimo nuskurdinimas – 30%. Pagrindinis keitimo ribojantis reiškinys yra atgalinė konversija. Ją galima nuslopinti tinkamai pašalinus skirtuminę bangą iš netiesinės sąveikos. Praktiškai tai buvo realizuota pasinaudojant nekolinearus kaupinimo pernaudojimo schemomis [1] arba skirtuminės bangos sugertimi [2]. Šie sprendimai reikalauja didelio optinės schemos ploto arba egzotinių medžiagų, todėl siekiant spręsti šias problemas mes pasiūlėme poliarizaciškai atskirti skirtuminę bangą nuo sąveikos naudojant I ir II tipų stiprinimo procesų kombinaciją toje pačioje stiprinimo pakopoje, kaip parodyta 1 pav. Antrojo tipo netiesiniame kristale nėra realizuojamos fazinio sinchronizmo sąlygos anksčiau sugeneruotai skirtuminei bangai, todėl ji efektyviai nebedalyvauja tolimesnėje sąveikoje. Šitai stiprinimas tęsiasi generuojant statmenos poliarizacijos skirtuminę bangą. Tokioje konfigūracijoje derinant II tipo kristalo polinį kampą  $\theta$  galima išsirinkti netiesinę sąveiką, kurios metu toliau yra stiprinama skirtuminė banga, šitai realizuojant signalo eliminavimą ir padidinant skirtuminės bangos generavimo efektyvumą.

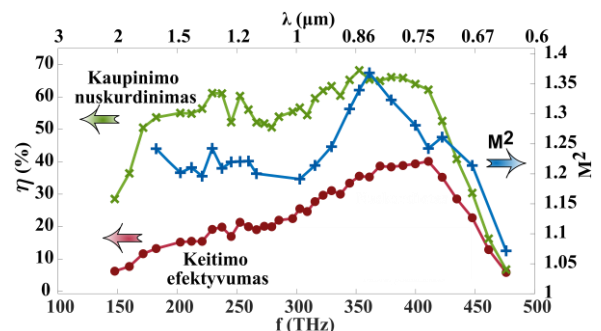


1 pav. Pagrindinės optinio parametrinio stiprinimo pakopos schema. DV – dichroinis veidrodis, o ir e žymi paprastosios ir nepaprastosios poliarizacijos ašis.

Idėja buvo išpildyta naudojant komercinį kaupinimo lazerį (Carbide, Light Conversion). Impulsų centrinis bangos ilgis  $\lambda$  buvo 1030 nm, trukmė – 300 fs, energija – 400  $\mu$ J, maksimali vidutinė galia – 80 W. Pagrindinė pakopa buvo kaupinama 515 nm ir 212  $\mu$ J impulsais. Užkratui buvo naudojama derinamo bangos ilgio (630 nm – 990 nm) mažos energijos (<1,1  $\mu$ J) spinduliuotė.

Siekiant kompensuoti laikinį signalinio ir kaupinimo impulsų išbėgimą buvo naudojamas trečias dvejopalaūžis delsos kristalas (1 pav.), kuriame stiprinimas nevyko. Schemoje naudoti tik standartiniai  $\beta$ -BaB<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (BBO) kristalai. Bangos ilgio derinimas buvo pasiektas sukant stiprinimo kristalų  $\theta$  ir keičiant delsą tarp užkrato ir kaupinimo impulsų. Stiprintuvo išėjime buvo stebimi vidutiniškai 100 cm<sup>-1</sup> spektrinio pločio ir <300 fs trukmės impulsai be jokio išorinio spaustuvo.

Pagrindiniai mūsų siūlomo OPS parametrai visame bangos ilgio derinimo ruože pavaizduoti 2 pav. Matyti, jog aukšti keitimas ir kaupinimo nuskurdinimas yra stebimi didžiojoje dalyje bangos ilgio derinimo ruožo, o pluošto kokybės parametras  $M^2$  vis dar išlieka <1,4. Buvo pasiektas 68% smailinis kaupinimo nuskurdinimo lygis, o maksimalus  $\eta_{ks}$  siekė 40%, kai  $M^2 = 1,25$ .



2 pav. Pagrindiniai eksperimentinio energijos keitimo charakterizavimo rezultatai.  $\eta$  – efektyvumas,  $f$  – nešantysis dažnis.

Apibendrinant, naudojantis poliarizaciniu skirtuminės bangos pašalinimu galima kompaktiškai ir žymiai padidinti siauros spektrinės juostos optinio parametrinio stiprinimo keitimą iš kaupinimo į signalą pasitelkiant standartinius netiesinius kristalus ir neprarandant paprasto bangos ilgio derinimo galimybių.

*Reikšminiai žodžiai: skirtuminės bangos pašalinimas, optinis parametrinis stiprinimas, aukštas efektyvumas, aukšta pluošto kokybė.*

### Literatūra

- [1] M. Schultze, T. Binhammer, G. Palmer, M. Emons, T. Lang, and U. Morgner, *Opt. Express* **18**, 27291–27297 (2010).
- [2] J. Ma, J. Wang, P. Yuan, G. Xie, K. Xiong, Y. Tu, X. Tu, E. Shi, Y. Zheng, and L. Qian, *Optica* **2**, 1006–1009 (2015).