

Nespinduolinių nuostolių tyrimas holografiškai vaizdinant dinaminį šilumos lęšį

Evaluation of non-radiative losses by holographic probing of dynamic thermal lens

Balys Momgaudis, Andrius Melninkaitis

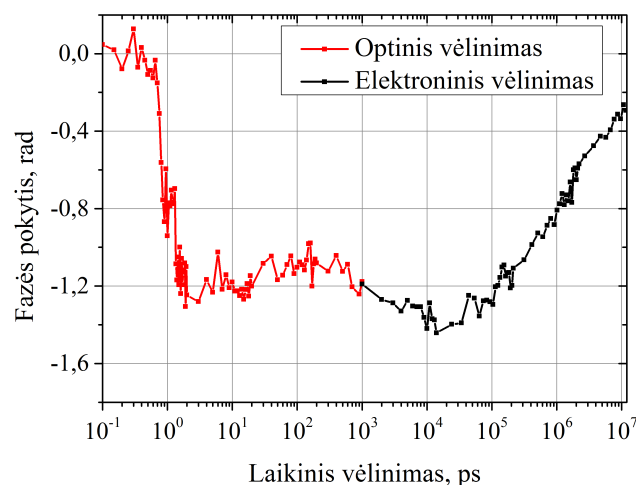
Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Saulėtekio al. 9, 10222 Vilnius

B.momgaudis@gmail.com

Lazerio šviesa ypatinga tuo, jog leidžia lokalizuoti didelį energijos kiekį ir dėl to randa pritaikymą daugybėje skirtingų sričių: medžiagų apdirbime, medicinoje, moksliniuose tyrimuose ir kitur. Dažnai tokiuose taikymuose ribojančiu faktoriumi tampa optiniai elementai, o tiksliau – jų optinis atsparumas. Maksimalus spinduliuotės intensyvumas yra ribojama silpniausio sistemos elemento. Taigi, optinis pažeidimas yra aktuali problema, tačiau bendros optinio pažeidimo teorijos vis dar nėra. Šiuo metu norint įvertinti optinių elementų atsparumą dažniausiai yra atliekami lazeriu indukuotos pažaidos eksperimentai [1], tačiau šis metodas turi nemažai trūkumų. Vienas jų – negalima įvertinti, kokia dalis energijos dalyvavo sąveikoje. Galima pamatuoti tik pro bandinį prasklidusią ir atsispindėjusią energiją, tačiau nėra aišku, kiek energijos buvo išsklaidyta ir kiek jos liko sugerta medžiagoje, o taip pat, nagrinėjant tik liekamuosius struktūrinius pokyčius nežinoma, kokie procesai ir kada įvyko medžiagoje, kuris procesas lėmė pažaidos susiformavimą.

Šio darbo tikslas geriau suprasti pažeidimo metu vykstančius procesus. Tyrimo objektas yra dinaminiai procesai vykstantis sužadinus dielektrinę terpę intensyvia lazerine spinduliuote, laiko intervale nuo kelių nanosekundžių iki dešimčių mikrosekundžių. Procesų stebėjimui buvo panaudota skaitmeninės holografinės mikroskopijos ir žadinančio-zonduojančio impulso eksperimento metodikos [2]. Norint pasiekti laikinius intervalus ties kuriais stebimi šiluminiai procesai, sistema buvo patobulinta įdiegiant papildomą zonduojantį nanosekundinių impulso trukmių lazerį. Naudoti lazeriai buvo sinchronizuoti ir įdiegta programiška valdoma elektroninė vėlinimo linija. Eksperimento metu lydyto kvarco bandinio žadinimui buvo naudojamas 1,6 μJ , 380 fs trukmės S poliarizacijos impulsas su 1030 nm centrinių bangos ilgiu. Dinaminis medžiagos atsakas į žadinančią spinduliuotę buvo registruojamas holografiškai laikiniame intervale nuo 20 fs iki 12 μs . Įvertinta fazės pokyčio priklausomybė nuo laiko pateikta pirmame paveikslėlyje. Procesai nuo 0,1 iki 12 μs buvo atpažinti kaip šilumos plitimas iš sužadintos srities į medžiagos tūrį [3], buvo stebimas nykstantis šiluminio lęšio poveikis. Norint įvertinti šiluminę energiją likusią medžiagoje po jos sužadavimo, buvo parašyta programa šilumos plitimo modeliavimui, paremta paprastu baigtinių skirtumų metodu [4]. Eksperimentiniai duomenys ir duomenys gauti skaitmeniškai modeliuojant davė analogišką fazės pokyčio signalo gesimą. Atliekant simuliaciją buvo keičiama pradinė šilumos kiekio vertė ir gauti duomenys mažiausiu kvadratų metodu lyginami su eksperimentiniais. Tokių būdu pirmą kartą holografiškai buvo įvertinta liekamoji šiluminė energija po vieno im-

pulso sukkelto medžiagos sužadavimo. Gauta liekamosios energijos vertė medžiagoje 108 nJ su 8 nJ paklaida, sudaro 6,75 % pradinės žadinančio impulso energijos.



1 pav. Fazės pokyčio priklausomybė nuo laikinio vėlinimo, po medžiagos sužadavimo intensyvia spinduliuote.

Reikšminiai žodžiai: Netiesinė optika, šiluminiai nuostoliai, holografija, optinė pažaida.

Literatūra

- [1] B. C. Stuart, et al. *Phys. Rev. Lett.* **74**(12) 2248 (1995)
- [2] N. Šiaulyš, L. Gallais, and A. Melninkaitis, *Opt. Lett.*, **39**, 2164–7 (2014).
- [3] M. Sakakura, M. Terazima, Y. Shimotsuma, K. Miura, and K. Hirao, *Opt. Express* **15**, 16800–16807 (2007).
- [4] N. Ozisik, *Finite difference methods in heat transfer* (CRC press, Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo, 1994).