

ULTRASPARČIŲ PROCESŲ TYRIMAI PUSLAIDININKIUOSE DVIGUBO ŽADINIMO TERAHERCINĖS EMISIJOS METODU

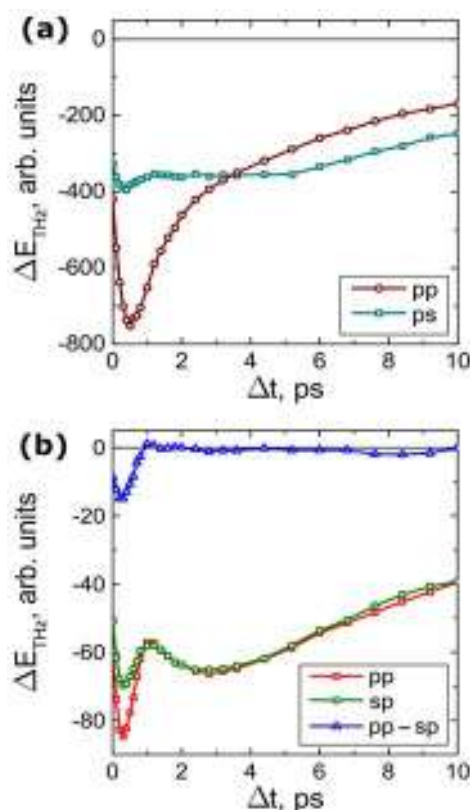
Ieva Beleckaitė, Lukas Burakauskas ir Ramūnas Adomavičius

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Optoelektronikos skyrius
Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, el. p.: ieva.beleckaite@ftmc.lt

Dvigubo žadinimo (DPP – *double-pump-pulse*) terahercinių (THz) impulsų emisijos metodas yra viena iš laikinės THz spektroskopijos sistemos modifikacijų. Pagrindinė metodo idėja – bandinį žadinti dviem optiniais impulsais vietoj paprastai naudojamo vieno. Pirmą kartą DPP metodas buvo panaudotas THz impulsus emituojančių fotolaidžių antenų tyrimams [1]. Vėliau ši technika sėkmingai pritaikyta įvairių puslaidininkinių medžiagų bei jų nanodarinių [2, 3] tyrimuose. DPP THz impulsų emisijos metodo pagalba buvo tirtos THz impulsų emisijos sotos ypatybės, THz generacijos mechanizmai bei krūvininkų dinamika puslaidininkiuose. Neseniai, L. Peters grupė pastebėjo, kad stipri THz spinduliuotės difrakcija gali komplikuoti DPP THz impulsų emisijos metodu išmatuotų kinetinių interpretaciją ir pasiūlė naudoti tik silpnai fokusuotus žadinančios lazerio spinduliuotės pluoštelius [4]. Tokiu atveju smarkiai nukentia metodo laikinė bei erdvinė skyra, todėl mes išanalizavome metodo veikimą aštraus fokusavimo sąlygomis ir parodėme, kad net esant smarkiam žadinančio pluoštelio fokusavimui DPP THz impulsų emisijos metodas gali būti sėkmingai pritaikytas subpikosekundinių procesų tyrimams.

Šiame darbe ištirta THz impulsų generacijos dinamika viename iš efektyviausių paviršinių THz emiterių – p-tipo indžio arsenido padėkle (p-InAs). Nustatyta, kad per pirmas kelias pikosekundes po sužadavimo THz impulso generacija labiausiai priklauso nuo paviršinių elektrinių laukų persiskirstymo dėl optinio lygiavimo (*optical alignment*) ir foto-Demberio efekto. Vėliau ima dominuoti ekranavimas laisvaisiais krūvininkais [5]. Atlikti eksperimentai parodė, kad THz impulsų generavimo dinamika smarkiai priklauso nuo žadinančios šviesos poliarizacijos (1 pav.). Nustatyta, kad keičiant pirmo žadinančio impulso poliarizaciją, galima pasirinkti sugeneruotų elektrinių laukų kryptis, o keičiant antrojo žadinančio impulso – kontroliuoti THz impulsus emituojančio elektrinio dipolio orientaciją puslaidininkio paviršiaus atžvilgiu. Atlikti tyrimai parodė, kad pirmasis impulsas padidina krūvininkų koncentraciją ir sustiprina paviršinį elektrinį lauką. Šis laukas stabdo statmeno paviršiui bei skatina lygiagretaus puslaidininkio paviršiui elektrinio dipolio formavimąsi. DPP metodo laikinė skyra yra keli

šimtai femtosekundžių, todėl šiuo metodu galima tyrinėti tokius sparčius procesus, kaip balistinio elektronų judėjimo dinamika. Dėl puikios metodo laikinės skyros, mums pavyko eksperimentiškai patvirtinti fotokrūvininkų judėjimą lygiagrečiai puslaidininkio paviršiui, numatytą [6] darbe.



1 pav. DPP signalo amplitudės priklausomybė nuo vėlinimo tarp dviejų žadinančių impulsų. (a) Pirmas optinis impulsas visada yra p optinės poliarizacijos, o antrasis p (pp) arba s (ps) optinės poliarizacijos. (b) Antrasis impulsas yra p optinės poliarizacijos, o pirmasis p (pp) arba s (sp) optinės poliarizacijos.

Literatūra

1. M. Tonouchi et al, Japanese Journal of Applied Physics 41(6B), L706 (2002).
2. R. Adomavičius et al, Applied Physics Letters 87(19), 191104 (2005).
3. A. Arlauskas et al, Nano Letters, 14(3), 1508 (2014).
4. L. Peters et al, Nano Energy 46, 128 (2018).
5. I. Beleckaitė et al, Lithuanian Journal of Physics, 58(1), 116 (2018).
6. Y.V. Malevich et al, Journal of Applied Physics, 115(7), 073103 (2014).