

# Poliarizacijai jautri rezonansinė terahercų emisija iš n tipo GaAs/GaAs struktūrų su metaliniais metapaviršiais

## Polarization Resolved Resonant Terahertz Emission from n-GaAs/GaAs Structures with Metallic Metasurfaces

Barbora Škėlaitė<sup>1,2</sup>, Vladislovas Čižas<sup>1</sup>, Kęstutis Ikamas<sup>3</sup>, Vytautas Jakštas<sup>4</sup>, Domas Jokubauskis<sup>1</sup>, Andrius Bičiūnas<sup>1</sup>, Andrzej Urbanowicz<sup>1</sup>, Marius Treideris<sup>4</sup>, Renata Butkutė<sup>1</sup>, Linas Minkevičius<sup>1</sup> ir Ignas Grigelionis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fizinių ir Technologijos Mokslų Centras, Optoelektronikos skyrius, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius, Lietuva

<sup>2</sup>Vilniaus Universitetas, Fotonikos ir nanotechnologijų institutas, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius, Lietuva

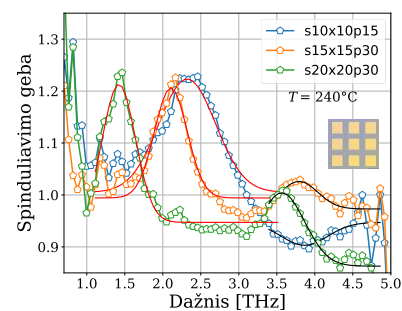
<sup>3</sup>Vilniaus Universitetas, Taikomosios elektrodinamikos ir telekomunikacijų institutas, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius, Lietuva

<sup>4</sup>Fizinių ir Technologijos Mokslų Centras, Fizikinių technologijų skyrius, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius, Lietuva  
[barbora.skelaite@ff.stud.vu.lt](mailto:barbora.skelaite@ff.stud.vu.lt)

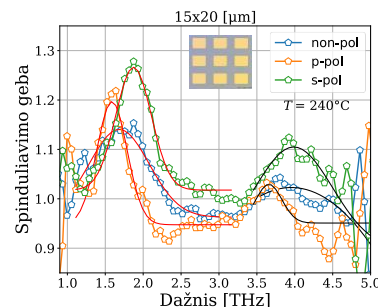
Sparčiai augantis terahercų technologijos taikymo poreikis reikalauja efektyvių, kompaktiškų ir lengvai valdomų kietojo kūno šaltinių [1]. Plačiai žinomi prietaisai (kvantiniai-kaskadiniai lazeriai, plazmoniniai šaltiniai, fotolaidžios antenos) reikalauja arba sudėtingos gamybos technologijos, arba papildomų didelių matmenų ir brangių elementų [2]. Patrauklia alternatyva šioje vietoje gali tapti kompaktiški šiluminiai šaltiniai, kurie yra nesunkiai pagaminami ir nereikalauja didelių ir brangių papildomų įrenginių [3]. Ant šiluminių šaltinių suformuoti metaliniai metapaviršiai leidžia keisti siaurų spinduliuotės linijų dažnį, kurių rezonanso kokybė kambario ir aukštesnėse temperatūrose nenusileidžia 2DEG plazmoninių prietaisų spinduliuotės rezonanso kokybei skysto helio ar azoto temperatūroje [4]. Šiame darbe eksperimentiškai tiriama terahercų spinduliuotė iš šiluminių šaltinių, pagamintų iš n-GaAs/GaAs struktūros su metaliniu metapaviršiumi, suformuotu iš periodinių kvadrato ar stačiakampio formos metaatomų.

Gauti emisijos spektrai kvadrato formos metaatomų (1 pav.) atveju turi rezonansinį pagrindinės harmonikos dažnį ties 2,32 THz, kai kvadrato kraštinės ( $d$ ) ilgis 10  $\mu\text{m}$ ; 2,11 THz, kai  $d = 15 \mu\text{m}$  ir 1,42 THz, kai  $d = 20 \mu\text{m}$ . Taip pat ties 3,79 THz ir 3,57 THz matomos 3-iosos harmonikos smailės atitinkamai esant 15  $\mu\text{m}$  ir 20  $\mu\text{m}$  ilgio kraštinėms. Tuo tarpu stačiakampio formos metapaviršiumi padengtų šiluminių šaltinių emisijos spektrai (2 pav.) skiriasi esant skirtingoms terahercinių bangų poliarizacijoms. Nepoliarizuotų bangų atveju pagrindinės harmonikos emisijos smailė yra ties 1,68 THz, s-poliarizacijos atveju 1,87 THz ir ties 1,59 THz p-poliarizacijos atveju. Taip pat matomos 3-iosos harmonikos amplitudės nepoliarizuotai, s-poliarizacijos ir p-poliarizacijos elektromagnetinei spinduliuotei atitinkamai ties 3,81 THz, 4,00 THz ir 3,65 THz.

Šiame darbe pademonstruotas poliarizacijai jautrus šiluminis šaltinis suderinamas su terahercine GaAs technologija. Tokiame įrenginyje dvigubą rezonansinį dažnį galima reguliuoti keičiant metaatomo kraštinės ilgį arba pasirenkant šviesos poliarizaciją.



1 pav. Eksperimentiniai THz šiluminių šaltinių su periodiniu iš kvadratinių metaatomų sudarytu metapaviršiumi atspindžio spektrai



2 pav. Eksperimentiniai THz šiluminio šaltinio su periodiniu stačiakampių formos metapaviršiumi atspindžio spektrai dviem statmenoms poliarizacijoms.

*Reikšminiai žodžiai: terahercai, šiluminiai šaltiniai, metapaviršius.*

### Padėka

Finansavimą skyrė Lietuvos mokslo taryba (LMTLT), sutarties Nr. [S-MIP-22-76]

### Literatūra

- [1] Alfred Leitenstorfer et al. J. Phys. D: Appl. Phys. **56** 223001 (2023).
- [2] L. Bosco et al. Applied Physics Letters, vol. **115**, pp. 010601 (2019).
- [3] Grigelionis, I. et al. Sensors **23**, 4600 (2023).
- [4] F. Alves et al. Opt. Express, vol. **20**, pp. 21025-21032 (2012).