

Elektrinių parametrų charakterizavimas „peteliškių“ formos THz jutikliuose su integruota difrakcine plokščia optika

Electrical characterisation of the „bow-tie“ THz detector integrated with diffractive flat optics

Matas Bernatonis^{1,2}, Vytautas Jakštas¹, Renata Butkutė¹, Andrius Bičiūnas¹, Karolis Redeckas^{1,2}, Kasparas Stanaitis^{1,2}, Ignas Grigelionis¹, ir Linas Minkevičius¹

¹Fizinių ir technologijos mokslų centras, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius

²Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Saulėtekio al. 9, 10222 Vilnius
matas.bernatonis@ftmc.lt

Elektromagnetinė terahercinio (THz) dažnio spinduliuotė pasižymi savybe prasiskverbti pro tokius žmogaus akiai nepermatomus objektus kaip tekstilė, popierius, plastikas. Tai leidžia užtikrinti efektyvią saugumo kontrolę oro uostose [1] ir identifikuoti žalingas, narkotines arba sprogiasias medžiagas neardant pačios pakuotės. Dabartinis THz spinduliuotės panaudojimas yra ribojamas rinkoje esančių šaltinių stoka, aplinkos sugertimi, bei detektorių trūkumu. Egzistuojantys kambario temperatūroje veikiantys jutikliai, tokie kaip mikrobolometrai, JFET ir MOSFET (lauko tranzistoriai) [2] pasižymi sudėtinga konstrukcija, dideliu elektrostatiniu jautrumu, bei komerciniu neprieinamumu.

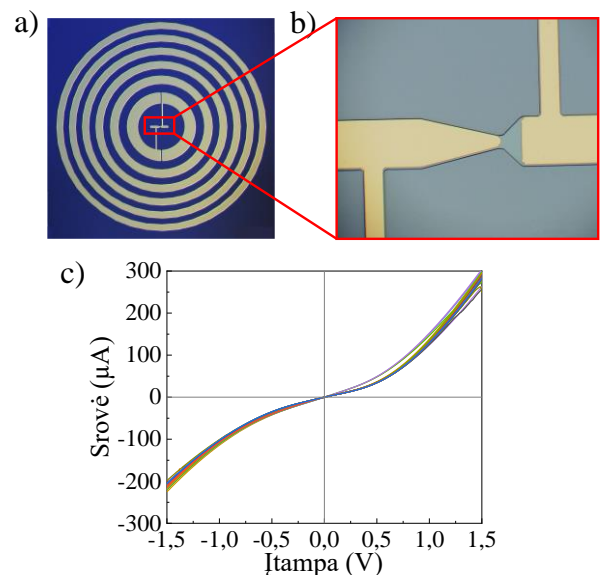
Šiame darbe naudojamas vienas iš populiarių THz dažnių ruožo detekcijai skirtų sprendimų, panaudojant „peteliškių“ formos detektorių [3]. Tokio tipo detektoriai nereikalauja nuolatinės postūmio įtampos darbo taškui parinkti, o jų asimetrinė struktūra leidžia detektuoti THz spinduliuotę. Siekiant stipresnio detektoriaus atsako, panaudotas naujas detektoriaus ir spinduliuotės sąsajos sprendimas, kai tiek detektorius, tiek difrakcinė optika yra talpinamos ant lusto paviršiaus (1.a pav). Naujo tipo „peteliškės“ formos jutikliai išsiskiria gerokai paprastesne ir pigesne gamybos technologija [4] ir padidintu detektoriaus jautrumu, efektyvumu, bei vaizdo raiškos kokybę.

„Peteliškės“ tipo jutikliai buvo gaminami iš ant InP padėklo molekulinio pluošto epitaksijos (MBE) būdu užaugintos InGaAs struktūros (1a,b pav.). „Peteliškės“ formos jutiklis buvo suformuotas pasitelkiant UV fotolitografijos ir šlapaus puslaidininkio ėsdinimo technologija. Metalizacija buvo atlikta elektronų pluošto metodu. Tyrimo metu buvo analizuojamas detektorių gamybos atsikratomumas tiek tomis pačiomis auginimo sąlygomis, tiek pakeitus MBE auginimo parametrus. Bandinių aktyvūs sluoksnis pasižymėjo skirtingu legiravimu ir storium, bei buvo auginami esant skirtingoms temperatūroms.

Naudojantis zondiniu manipulatoriumi buvo matuojamos jutiklių voltamperinės charakteristikos. Išmatuoti 27 pirmojo MBE auginimo demonstruoja gerą voltamperinių charakteristikų atsikratomumą (1.c pav.). Šiose charakteristikose stebėta pagamintų diodų asimetrija, kuri siekia 33%.

Apibendrinant tyrimo rezultatus, atsižvelgiant į asimetrinę voltamperinę charakteristiką, darytina išvada,

kad naujas pasiūlytas „peteliškės“ tipo detektoriaus ir difrakcinės optikos sąsajos metodas yra tinkamas didelio atsako detektoriaus gamybai. Didelis atsikratomumas tarp skirtingų to pačio ruošinio bandinių parodo optimaliai pasirinktus auginimo parametrus.



1 pav. InGaAs „peteliškės“ tipo THz detektoriaus ir charakterizavimo rezultatai. a) Pilnas „peteliškės“ tipo jutiklio su zoninėmis plokštėmis vaizdas. b) Jutiklio aktyvioji sritis. c) To paties ruošinio 27 atskirų jutiklių voltamperinės charakteristikos.

Padėka

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

Literatūra

- [1] G. Valušis et al., „Roadmap of Terahertz Imaging 2021“, *Sensors* 21(12), 4092, 2021.
- [2] J. Elham et al., „Sensitivity of Field-Effect Transistor-Based Terahertz Detectors“, *Sensors* 21(9), 2909, 2021.
- [3] L. Minkevičius et al., „On-chip integration of laser-ablated zone plates for detection enhancement of InGaAs bow-tie terahertz detectors“, *Electronics Letters*, 50(19), 1, 2014.
- [4] V. Palenskis et al., „InGaAs Diodes for Terahertz Sensing—Effect of Molecular Beam Epitaxy Growth Conditions“, *Sensors* 18(11), 3760, 2018.