

Pikosekundinių procesų impulsinės elektronikos elementuose skaičiavimo metodai

Methods of calculation of picosecond processes in pulsed electronics elements

Ferdinandas Vaitiekūnas

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

ferdinandasv@gmail.com

Impulsinės elektronikos [1] elementuose dominuoja tokie fizikiniai reiškiniai: diodo bazėje sukaupto krūvio išsiurbimo, tranzistorinis, lauko, griūtinės jonizacijos, rezonansinio tuneliavimo, fotonų generacijos, sinchrofotelektroninis.

Vieningą matematinį modelį sudaro dvimatės tolydumo, Puasono, srovės ir kitos lygtys [2, 3]. Jis skirtas diodų, bipolinių ir lauko tranzistorių dariniuose su įvairia jų geometrija bei priemaišų koncentracija, su skirtingais legiravimo profiliais ir kontaktų išdėstymu pernašos procesų skaičiavimui. Šių vienmačių lygčių su griūtinės jonizacijos įvertinimu sistema, modeliuoja plazmos susidarymo mechanizmus TRAPATT diodų bazėje [4].

Impulsinių virpesių generavimą rezonatoriuje su TRAPATT diodu, įvertinus rezonatoriaus ir diodo bei generuojamų virpesių parametrus, skaičiuoja sintezės uždavinys [5].

Pagal bipolinio tranzistoriaus fizikinę ekvivalentinę schemą sudaryta integro-diferencialinių lygčių sistema. Ji sprendžiama grandinių teorijos metodais ir skaičiuoja pereinamuosius procesus, įvertina induktyvumą, talpų bei varžų įtaką [6].

Pernašos metodą sudaro lygčių sistema, kuri išreiškia impulsinio proceso dinamiką bipolinio ir lauko tranzistoriaus kanale. Skaičiuojami decimetrinėse bangose generuojamų impulsinių virpesių parametrai, kurie priklauso nuo darinio ribinio dažnio reikšmių jo lauke, darbo režimo, reaktyvumų ir kitų faktorių. [7].

Paskaičiuota tunelinių diodų ir supergardielių veikimo sparta, padaryta šio parametro skirtumų palyginamoji analizė [8]. Sprendžiant Šredingerio lygtį išskirtos supergardielių energinės minizonos. Pasiūlytos supergardielių su įvairiu potencinių duobių ir barjerų periodiškumu, tai praplėtė jų funkcionalumą [9].

Sprendžiant greičio lygtis išanalizuota lazerių moduliacija įtampos, srovės, galios ir decimetrinių bangų signalu. Optimizuoti lazerio suderinimo su bangolaidžiu būdai, gautos minimalaus atspindžio sąlygos [10].

Aptikta trumpų šviesos impulsų generacija, lazeriui dirbant subharmoninio rezonanso režimu. Sprendžiant greičio lygčių sistemą pateiktas fizikinių procesų išaiškinimas ir generavimo sąlygos [11].

Lazerio, veikiančio išoriniame rezonatoriuje, analizė parodė, kad generuojamų šviesos impulsų pasikartojimo dažnis priklauso nuo moduliacijos dažnio santykio su rezonatoriaus rezonansiniu dažniu [12]. Balansinių lygčių modeliu įvertinta pernašos metu fotonų bei elektronų tankio dinamika, išaiškinti femtosekundinių impulsų formavimo mechanizmai.

Į lazerį arba į elektriškai veikiančią darinį, impulsinio įjungimo proceso metu, iš šalutinio lazerio, sinchroniškai su moduluojančios srovės signalu, injekuojamas nepalyginamai mažesnės trukmės šviesos impulsas. Greičio lygčių sistema aprašo optimalias tokio pereinamojo proceso sąlygas [13]. Elektrinis darinys vienu metu gali būti moduluojamas elektros srove ir šviesos srautu.

Vidinis foto efektas elektriniame darinyje padidina srovės tankį ir elemento ribinį dažnį. Darinio geba generuoti impulsinius virpesius su maksimaliu pasikartojimo dažniu skaičiuojama formule [14].

Skaičiavimai vienodais metodais leidžia tiksliau palyginti dariniuose veikiančių skirtingų dominuojančių fizikinių mechanizmų impulsines savybes. Šių metodų visuma sudaro impulsinės elektronikos teoriją, kuri patvirtina ir išaiškina eksperimentiškai stebimus impulsinius procesus decimetrinėse bangose.

Reikšminiai žodžiai: impulsinis procesas, modelis.

Literatūra

- [1]. F. Vaitiekūnas. Impuls ele. // 39th LNCF. (2011).
- [2]. Ф.К. Вайтекунас, В.И. Жалкаускас, Г.П. Казакевичене. Электронная техника, сер. 2. Полу-провод-вые приборы. Москва, **1** (180), 8–15 (1986).
- [3]. Ф. Вайтекунас, В. Жалкаускас, Г. Казакевичене. Л. физ. сбор. **32**(4), 578–588 (1992).
- [4]. Vaitiekūnas, J. Vyšniauskas. Electron. Letters. V. **7** (21), 822–824 (1981).
- [5]. Ф. Вайтекунас, Г. Дзмида, Ю. Вишняускас и др. Теория оптимальных решений. Инст. Мат. Киберн. АН Лит. ССР, Вильнюс, (1984) **10**, 77–97.
- [6]. Ф.К. Вайтекунас, Ч.И. Павасарис, А.М. Власкин, А.А. Волгин. Материалы 1 Республ. н.-т. конф. по генерир. импульсов. Вильн., 1978, 85–88.
- [7]. F. Vaitiekūnas. // 40th LNCF. (Viln. 2013). – 38.
- [8]. Ф.К. Вайтекунас, К.В. Суткус. Электрон. тех. Серия полупродниковые приборы. **1**, 3–6 (1979).
- [9]. Ф.К. Вайтекунас, К.В. Суткус. Осциллографические методы измерений. III Всесо. конф., М., 1979.
- [10]. Ф. Вайтекунас, С. Куршялис. Лит. физическ. сборник. **31** (6), 441–452 (1991).
- [11]. Ф. Вайтекунас, С. Куршялис, С. Стасявичюс. Лит. физический сборник, **30** (6), 732–741 (1990).
- [12]. S. Kuršelis, K. Sutkus, G. Šimėnas, F. Vaitiekūnas. ISRAMT'89 Beijing, China, (1989), 21.
- [13]. Ф.К. Вайтекунас, С.К. Куршялис, Г.Ф. Вайтекунас. Электронная тех., серия Лазерная техника и оптоэлектроника. **1**, 46–50 (1987).
- [14]. F. Vaitiekūnas. // 41th LNCF. (V, 2015), 207.