

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра лазерной физики и спектроскопии

ШЕСТАК

Станислав Витальевич

АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫЕ И ФАЗОВО-ЧАСТОТНЫЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ
МОЩНЫХ СВЧ ФОТОДИОДОВ ДЛЯ СИСТЕМ РАДИОФОТОНИКИ

Реферат дипломной работы

Научные руководители:
кандидат физико-математических
наук, Чиж Александр Леонидович,
кандидат физико-математических
наук, доцент кафедры лазерной фи-
зики и спектроскопии БГУ Тарасов
Дмитрий Сергеевич

Минск, 2021

РЕФЕРАТ

Шестак Станислав Витальевич

Дипломная работа 37 страницы, 18 рисунков, 43 источников.

Амплитудно-частотные и фазово-частотные характеристики мощных СВЧ фотодиодов для систем радиофотоники

Научные руководители – заведующий лабораторией радиофотоники ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника» НАН Беларуси, кандидат физико-математических наук Чиж А.Л., доцент кафедры лазерной физики и спектроскопии БГУ, кандидат физико-математических наук Тарасов Д.С.

Ключевые слова: радиофотоника, мощный СВЧ фотодиод, $p-i-n$ фотодиод, фотодиод Шоттки, $p-i-n$ фотодиод с частично обедненным поглощающим слоем, $p-i-n$ фотодиод с переносом одного типа носителей заряда.

Цель работы – исследования $p-i-n$ фотодиода с частично обедненной поглощающей областью и диаметром фоточувствительной области 20 мкм на основе двойной наногетероструктуры $p^+-\text{InP} / p^+-\text{InGaAs} / n^0-\text{InGaAs} / n^+-\text{InP}$ и его амплитудно-частотных и фазово-частотных характеристик для устройств и систем радиофотоники.

Объектом исследования является $p-i-n$ фотодиод с частично обедненной поглощающей областью.

Методы исследования: измерения фазы СВЧ-сигнала от постоянной составляющей фототока, исследования полученных амплитудно-частотных и энергетических характеристик.

Полученные результаты и их новизна. Полученные амплитудно-частотные и фазово-частотные характеристики исследуемого $p-i-n$ фотодиода помогают установить физические закономерности и характерные технологические особенности, определяющие функциональные возможности высокоскоростных фотодиодов. По результатам дипломной работы была опубликована статья в сборнике трудов 9-ой Международной школе-конференции «Современные проблемы физики», которая проходила в г. Минск, 4-6 ноября 2020 года, название статьи «Энергетические характеристики мощного $p-i-n$ фотодиода СВЧ-диапазона на основе двойной гетероструктуры InGaAs/InP ». (авторы С.В.Шестак, К.Б.Микитчук, А.Л.Чиж)

Также результаты данного исследования могут быть использованы для получения более точных результатов на предприятиях, занимающихся изготовлением аналогичных фотодиодов.

РЕФЕРАТ

Шастак Станіслаў Вітальевіч

Дыпломная праца 37 старонкі, 18 малюнкаў, 43 крыніц.

Амплітудна-частотныя і фазава-частотныя характарыстыкі магутных ЗВЧ фотадыёдаў для сістэм радыёфотоники

Навуковыя кіраўнікі - загадчык лабараторыі радыёфотоники ДНВА «Оптыка, оптаэлектроніка і лазерная тэхніка» НАН Беларусі, кандыдат фізіка-матэматычных навук Чыж А.Л., дацэнт кафедры лазернай фізікі і спектраскапіі БДУ, кандыдат фізіка-матэматычных навук Тарасаў Д.С.

Ключавыя словы: радыёфотоника, магутны ЗВЧ фотадыёд, *p-i-n* фотадыёд, фотадыёд Шоттки, InGaAs,, *p-i-n* фотадыёд з часткова збедненых паглынальным пластом, *p-i-n* фотадыёд з пераносам аднаго тыпу носбітаў за-шэрагу.

Мэта работы - даследаванні *p-i-n* фотадыёд з часткова збедненай паглынальнай вобласцю і дыяметрам фотаадчувальных вобласці 20 мкм на аснове двайны наногетэраструктуры $p + -\text{InP} / p + -\text{InGaAs} / n0\text{-InGaAs} / n + -\text{InP}$ і яго амплітудна-частотных і фазава-частотных характарыстык для ву-снаў-ройств і сістэм радыёфотоники.

Аб'ектам даследавання з'яўляецца *p-i-n* фотадыёд з часткова абед-ненной паглынальнай вобласцю.

Метады даследавання: вымярэння фазы ЗВЧ-сігналу ад пастаяннай складнікам фототока, даследаванні атрыманых амплітудна-частотных і энер-гетычных характарыстык.

Атрыманыя вынікі і іх навізна. Атрыманыя амплітудна-частотныя і фазава-частотныя характарыстыкі доследнага *p-i-n* фотадыёд дапамагаюць ўсталяваць фізічныя заканамернасці і характэрныя тэхналагічныя асаблівасці, якія вызначаюць функцыянальныя магчымасці высо-коскоростных фотадыёдаў. Па выніках дыпломнай працы была апубл-каваць артыкул у зборніку прац 9-ай Міжнароднай школе-канферэнцыі "Сучасныя праблемы фізікі», якая праходзіла ў г. Мінск, 4-6 лістапада 2020 года, назву артыкула «Энергетычныя характарыстыкі магутнага *p-i-n* фотадыёд ЗВЧ-дыяпазону на аснове двайны гетэраструктур InGaAs / InP ». (Аўтары С.В.Шестак, К.Б.Микитчук, А.Л.Чиж)

Таксама вынікі дадзенага даследавання могуць быць выкарыстаны для атрымання больш дакладных вынікаў на прадпрыемствах, якія займаюцца вырабам аналагічных фотадыёдаў.

ABSTRACT

Thesis work 37 pages, 18 figures, 43 sources.

Amplitude-frequency and phase-frequency characteristics of high-power microwave photodiodes for microwave photonics systems

Scientific supervisors – Head of the Laboratory of Microwave photonics of the State Research Institute "Optics, Optoelectronics and Laser Technology" of the National Academy of Sciences of Belarus, Candidate of Physical and Mathematical Sciences Chizh A. L., Associate Professor of the Department of Laser Physics and Spectroscopy of the BSU, Candidate of Physical and Mathematical Sciences Tarasov D. S.

Keywords: Microwave photonics, high-power microwave photodiode, *p-i-n* photodiode, Schottky photodiode, *p-i-n* photodiode with a partially depleted absorbing layer, *p-i-n* photodiode with the transfer of one type of charge carriers..

The aim of the work is to study studies of a *p-i-n* photodiode with a partially depleted absorbing region and a photosensitive region diameter of 20 μm based on the $p + -\text{InP} / p + -\text{InGaAs} / n_0\text{-InGaAs} / n + -\text{InP}$ double nanoheterostructure and its amplitude-frequency and phase-frequency characteristics for devices and microwave photonics systems..

Object of study: is a *p-i-n* photodiode with a partially depleted absorbing layer.

Main research methods: measuring the phase of the microwave signal from the constant component of the photocurrent, studying the obtained amplitude-frequency and energy characteristics.

The results obtained and their novelty: The obtained amplitude-frequency and phase-frequency characteristics of the *p-i-n* photodiode under study help to establish physical laws and characteristic technological features that determine the functionality of high-speed photodiodes. Based on the results of the thesis, an article was published in the collection of proceedings of the 9th International School-Conference "Modern Problems of Physics", which took place in Minsk, November 4-6, 2020, the title of the article "Energy characteristics of a high-power pin of a microwave photodiode based on double heterostructure $\text{InGaAs} / \text{InP}$ ". (authors S.V. Shestak, K.B. Mikitchuk, A.L. Chizh)

Also, the results of this study can be used to obtain more accurate results at enterprises manufacturing similar photodiodes.