

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет радиофизики и компьютерных технологий
Кафедра квантовой радиофизики и оптоэлектроники

Аннотация к дипломной работе

**ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КВАНТОВОРАЗМЕРНЫХ
ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ AlInGaN**

Макаренко Александр Дмитриевич

Научный руководитель – профессор Афоненко А.А.

Минск,
2018

РЕФЕРАТ

Дипломная работа: 24 страницы, 8 рисунков (схемы, графики), 8 таблиц, 9 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ, КВАНТОВОРАЗМЕРНЫЙ ЭФФЕКТ ШТАРКА, МЕЖЗОННЫЕ ПЕРЕХОДЫ

Объектом исследования являются полупроводниковые гетероструктуры.

Цель работы: установление влияния квантоворазмерного эффекта Штарка на оптические характеристики квантоворазмерных гетероструктур в системе AlInGaN.

В работе проведен теоретический анализ явления пьезоэлектрической поляризации в AlInGaN гетероструктурах. Разработана программа для расчёта уровней энергии и волновых функций в системе AlInGaN с учетом спонтанной и пьезоэлектрической поляризации.

Рассчитаны уровни электронов и дырок в квантовой яме $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}/\text{GaN}/\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ шириной 5 нм. Найдено, что квантоворазмерный эффект Штарка приводит к длинноволновому смещению спектра межзонных излучательных переходов – в квантовой яме $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}/\text{GaN}/\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ длина волны после учёта эффекта изменилась с 381 до 388 нм. Установлено, что под влиянием эффекта Штарка снижается вероятность излучательной рекомбинации вследствие уменьшения перекрытия волновых функций электронов и дырок - в результате расчётов для квантовой ямы $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}/\text{GaN}/\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ получено снижение вероятности переходов практически в 4 раза.

Результаты могут быть использованы при разработке полупроводниковых лазеров УФ диапазона.

РЭФЕРАТ

Дыпломная праца: 24 старонкі, 8 малюнкаў (схемы, графікі), 8 табліц, 9 крыніц, 1 дадатак.

Ключавыя словы: ПАЎПРАВАДНІКОВЫЯ ГЕТЭРАСТРУКТУРЫ, КВАНТАВАПАМЕРНЫ ЭФЕКТ ШТАРКА, МІЖЗОНАВЫЯ ПЕРАХОДЫ.

Аб'ектам даследвання з'яўляюцца паўправадніковыя гетэраструктуры.

Мэта працы: усталяванне ўплыву квантавапамернага ефекту Штарка на аптычныя характарыстыкі квантавапамерных гетэраструктур у сістэме AlInGaN.

У працы праведзены тэарэтычны аналіз з'явы п'езаэлектрычнай палярызацыі ў AlInGaN гетэраструктурах. Распрацавана праграма для разліку роўняў энергіі і хвалевых функцый у сістэме AlInGaN з улікам спантаннай і п'езаэлектрычнай палярызацыі.

Разлічаны роўні электронаў і дзірак у квантавай яме $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}/\text{GaN}/\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ шырынёй 5 нм. Знойдзена, што квантавапамерны эффект Штарка прыводзіць да даўгахвалевага зрушэння спектра міжзонавых выпрамяняльных пераходаў – у квантавай яме $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}/\text{GaN}/\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ даўжыня хвалі пасля ўліку ефекту змянілася з 381 да 388 нм. Усталявана, што пад уплывам ефекту Штарка зніжаецца імавернасць выпрамяняльнай рэкамбінацыі з прычыны змяншэння перакрыцця хвалевых функцый электронаў і дзірак - у выніку разлікаў для квантавай ямы $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}/\text{GaN}/\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ атрымана зніжэнне імавернасці пераходаў практычна ў 4 разы.

Вынікі могуць быць скарыстаны пры распрацоўцы паўправадніковых лазераў УФ дыяпазону.

ABSTRACT

Graduation paper: 24 pages, 8 figures (diagrams, graphs), 8 tables, 9 references, 1 appendix.

Key words: SEMICONDUCTOR HETEROSTRUCTURES, QUANTUM-CONFINED STARK EFFECT, INTERBAND TRANSITIONS

The object of research are semiconductor heterostructures.

Objective: study of the influence of quantum-confined Stark effect on the optical characteristics of quantum-well heterostructures in the AlInGaN system.

A theoretical analysis of piezoelectric polarization in AlInGaN heterostructures was carried out. A program for calculation of energy levels and wave functions in the AlInGaN system considering spontaneous and piezoelectric polarization was developed.

The electron and hole energy levels in the quantum well $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}/\text{GaN}/\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ with a width of 5 nm were calculated. It is found that the quantum-confined Stark effect leads to a long-wavelength shift of the spectrum of interband radiative transitions-in the quantum well $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}/\text{GaN}/\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ the wavelength changed from 381 to 388 nm. It is found that under the influence of the Stark effect the probability of radiative recombination decreases due to a decrease in the overlap of the wave functions of electrons and holes. As a result of calculations for the quantum well $\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}/\text{GaN}/\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}$, the probability of transitions is reduced by almost 4 times.

The results can be used in development of semiconductor UV lasers.