**Тезисы к научно-исследовательской работе: «Влияние электронного и ионного облучений на люминесцентные свойства нитрида галлия»**

Петров Ю.В.1, Красникова А.Э2

*1 Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия*

*2 Академическая гимназия им. Д.К.Фаддеева СПбГУ, г. Санкт-Петербург, Россия*

[*st085026@student.spbu.ru*](mailto:st085026@student.spbu.ru)

*Цель работы:*оценка возможности использования сфокусированных пучков заряженных частиц для локального управления свойствами полупроводника.

*Задачи работы:*

Изучение свойств физики полупроводников, методов синтеза и свойств нитрида галлия.

Изучение принципов работы электронных микроскопов и систем со сфокусированным ионным пучком.

Исследование спектра катодолюминесценции нитрида галлия.

Исследование влияния облучения ионами гелия на люминесцентные свойства нитрида галлия.

Исследование влияния облучения электронами на люминесцентные свойства нитрида галлия.

*Актуальность:* Нитрид галлия представляет практический интерес для оптических и электронных применений. Интерес к оптическим устройствам на основе GaN возрос в связи с изобретением высокоэффективных синих светодиодов (в 2014 году японские ученые получили Нобелевскую премию за это изобретение). Нитрид галлия также используется в высокотемпературной электронике, так, полупроводник используется в транзисторах с высокой подвижностью электронов (HEMT), они имеют более высокую производительность при больших мощностях.

*Описание работы:* Свойства материалов часто могут изменяться за счет добавления примесей или образования дефектов. Особенно сильно изменения заметны в полупроводниках, где даже, казалось бы, незначительное добавление примесей существенно сказывается на свойствах материала.

Материалом для изучения в работе был выбран нитрид галлия. Нитрид галлия – прямозонный полупроводник с широкой запрещенной зоной, высокой подвижностью электронов и гексагональной структурой. В эксперименте использовались два образца, выращенные разными технологиями (HVPE и MOCVD [1, 2]).

Сначала были изучены принципы работы сканирующего ионного гелиевого микроскопа и сканирующего электронного микроскопа с системой регистрации катодолюминесценции [3]. Электронный пучок взаимодействует с образцом, что приводит к возникновению возбужденных состояний электронов материала, в которых они регистрируются детекторами. В работе регистрировались вторичные электроны, регистрация которых и позволяет получать изображение с поверхности образца. Также с помощью системы регистрации катодолюминесценции фиксировалось катодолюминесцентное излучение (свечение вещества при его облучении быстрыми электронами).

Изначально спектр был снят с необлученного образца двумя способами: в точке и с большей поверхности. Это позволило выбрать оптимальную методику снятия спектров в конкретных экспериментальных условиях. Используя выбранную методику, спектры обоих образцов были пересняты. Были объяснены зафиксированные полосы люминесценции [4].

В ходе эксперимента один из образцов был облучен разными дозами ионов гелия. Облучались небольшие области – квадраты со стороной шесть микрометров. Было выяснено, что с увеличением дозы люминесценция гаснет. Были рассмотрены возможные причины ее затухания, с помощью программы SRIM оценена глубина проникновения ионов и количество дефектов, создаваемых ими.

Другой образец был облучен электронами разных энергий (5-20 кэВ). Была найдена зависимость интенсивности катодолюминесцентного излучения от времени облучения электронами. Было выяснено, при каких значениях энергии люминесценция быстрее гаснет. С помощью программы CASINO оценена глубина проникновения электронов, выявлена зависимость плотности потерь энергии от энергии электронов.

*Краткий вывод:* Таким образом, была оценена возможность локального управление свойствами полупроводника с помощью ионного и электронного пучков. Возможно гасить люминесценцию с помощью ионного и электронного облучений. При облучении электронным пучком возможно усиливать интенсивность излучения. Облучая образец, возможно влиять на его удельное сопротивление.

1. M. Matloubian and M. Gershenzon*. MOCVD epitaxial growth of single crystal GaN, AIN,* 1985.
2. Dirk Ehrentraut, Elke Meissner, Michal Bockowski. *Technology of Gallium Nitride Crystal Growth,* 2010.
3. Ю.В. Петров. *Теоретические основы сканирующей электронной микроскопии для пользователей МРЦ-НТ,* 2012
4. M.A. Reshchikov and Hadis Morkoc. *Luminescence properties of defects in GaN,* 2005.
5. Chris G. Van de Walle. *First-principles calculations for defects and impurities: Applications to Ⅲ-nitrides,* 2003.
6. S. C. Binari, H. B. Dietrich, G. Keiner, L. B. Rowland, K. Doverspike and D. K. Wickenden. *H, He, and N implant isolation of n-type GaN,* 1995
7. Л.С. Стильбанс. *Физика полупроводников,* 1967.
8. Wesch, Wendler. *Ion Beam Modification of Solids,* 2016.