

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій

(повне найменування факультету)

Кафедра експериментальної фізики

(повна назва кафедри)

Д и п л о м н а р о б о т а

бакалавра

(ступінь вищої освіти)

на тему: **«Вплив режимів фотохімічного поверхневого легування
сіркою на морфологію поверхні *n-GaAs*.»**

"Effect of photochemical surface sulphur doping regimes on *n-GaAs* surface morphology."

Виконала: студентка денної форми навчання
спеціальність: 104- Фізика та астрономія
Жуковська Олександра Вадимівна

Керівник к.ф.-м.н., доц. Маслєєва Н.В. _____

Рецензент к.ф.-м.н., доц. Михальчук В.В.

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

№ __ від __.__.2020 р.

Захищено на засіданні ЕК № __

протокол № __ від __.__.2020 р.

Оцінка _____ / _____ / _____
(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Завідувач кафедри

Голова ЕК

Сминтина В.А.

(підпис)

Шевчук В.Г.

(підпис)

Одеса – 2020

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1.ОСОБЛИВОСТІ СУЛЬФІДОВАНОЇ ПОВЕРХНІ <i>GaAs</i> І МОЖЛИВОСТІ ЇЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗОНДОВИХ МЕТОДІВ.....	4
1.1. Особливості технології халькогенідної пасивації.....	4
1.2. Застосування халькогенідної пасивації в напівпровідниковій електроніці.....	12
1.3. Аналіз методів дослідження поверхні за допомогою зондових методів.....	14
2.ВПЛИВ ФОТОХІМІЧНОГО ПОВЕРХНЕВОГО ЛЕГУВАННЯ СІРКОЮ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕРХНІ <i>n-GaAs</i>	19
2.1.Структура досліджених зразків і методика проведення дослідження морфології поверхні за допомогою АСМ.....	19
2.2.Характеристики атомно-силового мікроскопу NT-206 та особливості його роботи.....	23
2.3.Характеристики програми Gwyddion для обробки графічних зображень поверхні.....	24
2.4.Вплив режиму фотохімічного поверхневого легування сіркою на шорсткість <i>n-GaAs</i>	27
ВИСНОВКИ.....	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	33

ВСТУП

P-n переходи на основі *GaAs* є височутливими сенсорами парів аміаку. За допомогою фотохімічного поверхневого легування сіркою можна підняти газову чутливість таких структур. У даний час відсутні дослідження змін чутливості та морфології поверхні таких структур при різних умовах сульфідної обробки.

Мета роботи: визначення механізмів утворення пасивуючого покриття на поверхні *n-GaAs* після фотохімічного поверхневого легування сіркою.

Для досягнення мети проводилися дослідження морфології поверхні *n-GaAs* до та після сульфідної обробки з різною тривалістю. Поверхневе легування сіркою проводилося у 30% водному розчині сульфиду натрію при освітленні поверхні. Дослідження морфології поверхні здійснювалося за допомогою атомно-силового мікроскопу (АСМ) NT-206. Для обробки даних вимірювань використовувалась програма Gwyddion.

В результаті проведення досліджень встановлено, що поверхневе легування сіркою не відбувається одночасно по всій поверхні. Цей процес супроводжується утворенням локальних неоднорідностей. Середня шорсткість поверхні у однорідній частині зразків в процесі поверхневого легування майже не змінюється у розглянутому діапазоні тривалості сульфидування. В той же час шорсткість поверхні у неоднорідностях суттєво зростає при збільшенні тривалості фотохімічного поверхневого легування. При збільшенні тривалості обробки до 60 с спостерігалось локальне об'єднання неоднорідностей. Вимірювання величини та кроку хвилястості демонструє періодичність у розташуванні неоднорідностей.

Встановлено, що у розглянутому діапазоні тривалостей сульфідної обробки відношення ефективної площі поверхні зразка (з врахуванням неоднорідностей) до її пласкої проекції в процесі поверхневого легування сіркою змінювалося на 37%. Це може бути однією з причин зменшення газової чутливості *p-n* переходів на основі *GaAs* при збільшенні часу обробки.

ВИСНОВКИ

1. При фотохімічному поверхневому легуванні сіркою з малою тривалістю на поверхні *n-GaAs* утворюються локальні неоднорідності.
2. Середня шорсткість поверхні у однорідній частині зразків в процесі фотохімічного поверхневого легування несуттєво зростає.
3. Середня шорсткість поверхні у неоднорідних частинах зразків при збільшенні тривалості фотохімічного поверхневого легування збільшується в декілька разів.
4. Збільшенні тривалості обробки призводить до об'єднання локальних неоднорідностей і утворення суцільного покриття з Ga_2S_3 та продуктів реакції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. М.В. Лебедев. Модификация атомной и электронной структуры поверхности полупроводников $A^{III}B^V$ на границе с растворами электролитов. // Физика и техника полупроводников. 2020. Т. 54. №7. с. 587-630
2. В.Н. Бессолов, М.В. Лебедев. Халькогенидная пассивация поверхности полупроводников $A^{III}B^V$. // Физика и техника полупроводников. 1998 Т. 32. № 11. с.1281-1295.
3. В.Н. Бессолов, Е.В. Коненкова, М.В. Лебедев, D.R.T. Zahn. Химические эффекты при формировании электронной структуры поверхности полупроводников A^3B^5 , сульфидированной в растворах. // Физика твердого тела. 1999. Т. 41. №5. с.875 – 878.
4. В. Н. Бессолов, Е. В. Коненкова, М. В. Лебедев. Сравнение эффективности пассивации поверхности GaAs из растворов сульфида натрия и аммония. // Физика твердого тела. 1997. Т. 39. №1. с. 63 – 66.
5. Л.О.Матвеева, О.Ю.Колядіна, І.М.Матіюк, О.М.Мищук. Структурна досконалість і електронні параметри сульфідованої поверхні арсеніду галію. // Фізика і хімія твердого тіла. 2006. Т. 7. №3. с.461.
6. М.В. Лебедев. Роль сольватации сульфид-иона при модификации электронной структуры поверхности GaAs // Физика и техника полупроводников. 2001, Т.35. с.1347-1355.
7. В.Н. Бессолов, М.В. Лебедев, Т.В. Львова, Е.Б. Новиков. Сульфидная пассивация полупроводников A^3B^5 : модельные представления и эксперимент. // Физика твердого тела. 1992. Т. 34. №6. с. 1713 – 1718.
8. М.В. Лебедев, В.В. Шерстнев, Е.В.Куницына, И.А. Андреев, Ю.П.Яковлев. Пассивация фотодиодов для инфракрасной области спектра спиртовым сульфидным раствором. //Физика и техника полупроводников. 2011. Т. 45. №4. с. 535-539.
9. V.N.Bessolov, E.V. Konenkova, M.V. Lebedev. Sulfidization of GaAs in alcoholic solutions: a method having an impact on efficiency and stability of passivation. // Materials Science & Engineering, 1997, №44, с.376-379.
10. [Патент №2319798 «Способ получения атомно-гладкой поверхности полочки арсенида галлия» / Н.Н. Безрядин, Котов Г.И., Арсентьев И.Н., Стародубцев А.А., Старыгин В.Д. // опубл. 20.03.2008 Бюл. №8]
11. Щука А.А. Електроніка / Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008.- 752 с.;
12. Іванців Р.Д., Дупак Б.П. Методи дослідження поверхні зразка за допомогою атомно-силового мікроскопу на основі кантелевера механічного типу/ Науковий вісник НЛТУ України. –2013. –С.144 – 148.
13. Д. О. Филатов, И. А. Казанцева, Д. А. Антонов, И. Н. Антонов, М. Е. Шенина, О. Н. Горшков. Наблюдение квантоворазмерных эффектов при исследовании резистивного переключения в диэлектрических пленках с наночастицами Au методом туннельной атомно-силовой микроскопии. // Поверхность. Рентгеновские, синхронные и нейтронные исследования. 2019. № 1. с. 38-44.