

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій

(повне найменування інституту/факультету)

Кафедра експериментальної фізики

(повна назва кафедри)

Д и п л о м н а р о б о т а

магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

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

«Effect of surface sulphide doping on the morphology of *n-GaAs* surface»

Виконав: студент денної форми навчання

спеціальність: 104- Фізика та астрономія

Мальцев Сергій Васильович

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

Рецензент к.ф.-м.н., доц. Горбачов В.Е.

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

№ __ від __.__.2019 р.

Захищено на засіданні ЕК № __

протокол № __ від __.__.2019 р.

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

Завідувач кафедри

Голова ЕК

(підпис) Сминтина В.А.

(підпис) Шевчук В.Г.

Одеса – 2019

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОВЕРХНІ <i>GaAs</i> ТА МЕТОДИ ЇЇ ДОСЛІДЖЕННЯ	4
1.1. Вплив сульфідної обробки на характеристики поверхні <i>GaAs</i>	4
1.2 Застосування сульфідної пасивації	8
для покращення характеристик напівпровідникових приладів	8
1.3. Загальна характеристика зондових методів дослідження поверхні напівпровідників.	11
2. ОСОБЛИВОСТІ СУЛЬФІДОВАНОЇ ПОВЕРХНІ <i>n-GaAs</i>	23
2.1. Структура досліджених зразків і методика проведення дослідження морфології поверхні за допомогою АСМ.....	23
2.2. Особливості розміщення та роботи АСМ NT-206.....	29
2.3 Характеристики програми Gwyddion для обробки графічних зображень поверхні.....	31
2.4. Аналіз морфології сульфідованої поверхні <i>n-GaAs</i>	33
ВИСНОВКИ.....	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	43

ВСТУП

У зв'язку з різким погіршенням стану світової екології та небезпекою багатьох промислових підприємств для стану здоров'я людини існує гостра необхідність у виробництві високочутливих газових сенсорах. Існуючі газові сенсори на основі оксидів мають чутливість, яка не повністю задовольняє сучасним вимогам, і тому потребують заміни на інші. Відомо, що високочутливими сенсорами парів аміаку є p - n переходи на основі $GaAs$. Підняти газову чутливість таких структур можна за допомогою поверхневого легування сіркою.

Метою роботи було з'ясування причини зменшення газової чутливості p - n - переходів на основі $GaAs$ при збільшенні часу поверхневого легування.

Для виконання поставленої мети проводилися дослідження морфології поверхні n - $GaAs$ до та після поверхневого легування сіркою з різною тривалістю.

Дослідження морфології поверхні проводилися за допомогою атомно силового мікроскопу (АСМ) NT-206. Обробка даних вимірювань здійснювалась з використанням програми Gwiddion. В результаті проведення досліджень встановлено, що після поверхневого легування сіркою на поверхні утворюються локальні неоднорідності. При цьому середня шорсткість поверхні у однорідній частині зразків в процесі поверхневого легування змінювалася несуттєво, а у неоднорідностях вона зростала при збільшенні часу обробки. При збільшенні тривалості обробки до 60 с спостерігалось локальне об'єднання неоднорідностей. Відношення ефективної площі поверхні зразка (з врахуванням неоднорідностей) до її пласкої проекції в процесі поверхневого легування сіркою змінювалось на 1%. Таким чином, зміна морфології поверхні не може бути причиною зменшення газової чутливості p - n переходів на основі $GaAs$ при збільшенні часу обробки.

ВИСНОВКИ

1. При поверхневому легуванні сіркою на поверхні *n-GaAs* утворюються локальні неоднорідності.
2. Середня шорсткість поверхні у однорідній частині зразків в процесі поверхневого легування змінюється несуттєво.
3. Середня шорсткість поверхні у неоднорідностях збільшується при збільшенні тривалості поверхневого легування.
4. При збільшенні тривалості обробки до 60 с спостерігається локальне об'єднання неоднорідностей. Це свідчить про те, що сполука Ga_2S_3 , яка утворюється після поверхневого легування сіркою, не повністю вкриває поверхню зразка.
5. Відношення ефективної площі поверхні зразка (з врахуванням неоднорідностей) до її плоскої проекції в процесі поверхневого легування сіркою змінюється на 1%.

Мальцев С.В. _____

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бессолов В.Н., Лебедев М.Б., Халькогенідна пасивація поверхні напівпровідника $A^{III}B^V$ // Фізика і техніка напівпровідників. –1998. – Т. 32. – № 11. –с. 1281-1295.
2. [Патент №2319798 «Способ получения атомно-гладкой поверхности полужки арсенида галлия» / Н.Н. Безрядин, Котов Г.И., Арсентьев И.Н., Стародубцев А.А., Старыгин В.Д. // опубл. 20.03.2008 Бюл. №8]
3. C.J. Sandroff, R.N. Nottenburg, J.-C. Bischoff, R. Bhat. Dramatic enhancement in the gain of a GaAs/AlGaAs heterostructure bipolar transistor by surface chemical passivation // Appl. Phys. Lett. –V.51. –№33. –1997. –P. 691 – 697.
4. K.C. Hwang, S.S. Li. J. Proceedings of the International Workshop on Physics and Technology of Thin Films// Appl. Phys. –67. –21. –1990. –P. 529 – 541.
- 5.M.G. Mauk, S. Xu, D.J. Arent, R.P. Mertens, G. Borghs Study of novel chemical surface passivation techniques on GaAs pn junction solar cells// . Appl. Phys. Lett. –54. –213. –2009. –P. 213 – 217.
6. C.J. Sandroff, M.S. Hegde, C.C. Chang. J. Vac. Sci. Technol. B, Structure and stability of passivating arsenic sulfide phases on GaAs surfaces// Appl. Phys. Lett. -7. -841. -1989. –P. 841 – 848.
7. Щука А.А. Електроніка / Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008.- 752 с.;
8. 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.
9. Терещенко О.Е. Новые Ga-обогащенные реконструкции на поверхности GaAs(001) / О.Е. Терещенко, К.В. Торопецкий, С.В. Еремеев, С.Е. Кулькова // Письма в ЖЭТФ – 2009. – Т. 89 – С. 209-214.
10. Луфт Б.Д., Перевошиков В.А. Физико-химические методы обработки поверхности полупроводников; М. «Радио и Связь»,1982,-С. 3-134.
11. Матвеева Л.О., Колядіна О.Ю., Матіюк І.М., Міщук О.М. Структурна досконалість і електронні параметри сульфітованої поверхні арсеніду галію/ФІЗИКА І ХІМІЯ ТВЕРДОГО ТІЛА Т. 7, № 3 (2006) С. 461-467