

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

(повне найменування вищого навчального закладу)

Фізичний факультет

(повне найменування інституту/факультету)

Кафедра фізики твердого тіла і твердотільної електроніки

(повна назва кафедри)

Дипломна робота

магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Вплив режимів сульфідної обробки поверхні на газову чутливість *GaAs* p-n переходів»

«Effect of sulphide surface treatment on the gas sensitivity of the *GaAs* p-n junctions»

Виконав: студент денної форми навчання

спеціальність 8.04020301 Фізика

Бурка Денис Іванович

Керівник к.ф.-м.н., доц. Маслеєва Н.В.

Рецензент к.ф.-м.н., доц. Чебаненко А.П.

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

№ 14 від 02.06.2017 р.

Завідувач кафедри

Птащенко О.О.

(підпис)

Захищено на засіданні ЕК № 1

протокол № 14 від 20.06.2017 р.

Оцінка Відмінно / А / 90

(за національною шкалою, шкалою ECTS,

бали)

Голова ЕК

(підпис)

Калінчак В.В.

Одеса – 2017

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ВПЛИВ СУЛЬФІДНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХНІ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ АРСЕНІДУ ГАЛІЯ	4
1.1. Електронні процеси на поверхні <i>GaAs</i> при адсорбції кисню.....	4
1.2. Формування хімічних зв'язків на поверхні арсеніду галію при сульфідної обробки.....	7
1.3. Вплив сульфідної обробки поверхні на властивості напівпровідникових приладів.....	13
1.4. Газові сенсори та їх основні характеристики.....	17
2. ВПЛИВ ПАРІВ АМІАКУ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СУЛЬФІДОВАНИХ P-N ПЕРЕХОДІВ.....	21
2.1. Структура досліджених p-n переходів і методики вимірювання електричних характеристик на повітрі і в парах аміаку.....	21
2.2. Вплив сульфідної обробки поверхні на ВАХ p-n переходів на основі <i>GaAs</i>	24
2.3. Газова чутливість p-n переходів на основі <i>GaAs</i>	32
2.4. Вплив сульфідної обробки поверхні на чутливість p-n переходів до парах аміаку.....	40
ВИСНОВКИ.....	48
ЛІТЕРАТУРА.....	49

ВСТУП

Газові сенсори широко використовуються в сучасній техніці. Розширення сфер застосування газових сенсорів вимагає підвищення їхньої чутливості та селективності. Розробка методів підвищення чутливості напівпровідникових газових сенсорів, які працюють при кімнатній температурі - актуальне завдання сучасної електроніки.

Метою даної роботи було вивчення впливу режимів сульфідної обробки поверхні при освітленні на чутливість р-n переходів на основі *GaAs* до парів аміаку.

Для виконання поставленої мети вимірювалися вольтамперні характеристики прямих і зворотних струмів р-n переходів на основі *GaAs* у повітрі, в парах води і аміаку з різним парціальним тиском до і після сульфідної обробки поверхні з різною тривалістю при освітленні сфокусованих світлом від лампи розжарювання. Аналізувалися залежності додаткових прямих і зворотних струмів, що виникають в парах аміаку, від часу обробки поверхні і парціального тиску газу. Оцінювалася чутливість прямих і зворотних струмів р-n переходів на основі *GaAs* до парів аміаку до і після сульфідної обробки.

Виявлено, що чутливість р-n переходів на основі *GaAs* до парів аміаку, яка обумовлена утворенням поверхневого провідного каналу n-типу, зростає при збільшенні часу сульфідної обробки поверхні при освітленні і досягає максимальних значень при 40 с. Даний ефект можна пояснити зменшенням густини поверхневих станів за рахунок утворення зв'язків сірка - галій і збільшенням кількості вільних електронів у каналі. При подальшому збільшенні часу сульфідної обробки газова чутливість р-n переходів зменшується, що можна пояснити утворенням на поверхні шару аморфної сірки, який екранує електричне поле адсорбованих іонів аміаку.

РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ І ВИСНОВКИ


1. Чутливість прямих і зворотних струмів р-n-переходів на основі GaAs до парам аміаку пояснюється утворенням поверхневого провідного каналу n – типу під дією електричного поля адсорбованих іонів аміаку.

2. Сульфідна обробка р-n-переходів на основі GaAs при освітленні зменшує щільність поверхневих станів, що призводить до зменшення надлишкових прямих і зворотних струмів.

3. Сульфідна обробка поверхні при освітленні збільшує чутливість р-n-переходів на основі GaAs до парам аміаку за рахунок збільшення кількості вільних електронів у поверхневому провідному каналі.

4. Зменшення газової чутливості р-n-переходів на основі GaAs після тривалої сульфідної обробки поверхні при освітленні можна пояснити утворенням шару аморфної сірки, який екранує електричне поле адсорбованих іонів аміаку і за рахунок цього зменшує число вільних електронів в каналі.

5. Існує оптимальний час сульфідної обробки поверхні р-n-переходів на основі GaAs при освітленні, яке, з одного боку, максимально зменшує прямі і зворотні струми, виміряні на повітрі, а з іншого – максимально зберігає величину газової чутливості.



(Підпис автора роботи)

Бурка Д.І.

ЛІТЕРАТУРА

1. Старосельский В. И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники: учеб. пособие.//В. И. Старосельский — М.: Высшее образование; Юрайт-Издат, 2009. - 463 с.
2. Зи С., Физика полупроводниковых приборов: Кн. 1. Пер. с англ. – 2-е перераб. и доп. изд. – М.: Мир, 1984. – 456 с.
3. Кузнецов В. В., Лунин Л. С., Ратушный В. И.. Гетероструктуры на основе четверных и пятерных твердых растворов $A^{III}B^V$. Ростов н/Д.; СКНУ ВШ. - 2003. - 376с.
4. Бессолов В.Н., Коненкова Е.В., Лебедев М.В. Химические эффекты при формировании электронной структуры поверхности полупроводников $A^{III}B^V$, сульфидированной в растворах // Физика твердого тела. – 1999 - Т.41 - В.5 - С.875-878.
5. Современные проблемы физической химии поверхности полупроводников. Новосибирск.: Наука. Сибирское отделение.-1988.–245с.
6. В. Г. Божков, Н.А.Торхов, В. В. Ивонин, В. А. Новиков. Исследование свойств поверхности арсенида галлия методом сканирующей атомно-силовой микроскопии.// ФТП. - 2008. - Т. 42. – В.5. - С. 546-554.
7. П. В. Середин, А. В. Федюкин, И. Н.Арсентьев, Л. С. Вавилова, И.С.Тарасов. Структурные и оптические свойства GaAs(100) с тонким приповерхностным слоем, легированным хромом.//ФТП 2016.-В.7.–С.869-875.
8. Литвинова М. Б. Влияние примесей на излучательную рекомбинацию через центры EL2 в монокристаллах арсенида галлия //ФТП. - 2004. - Т. 38. – В.1 - С. 44-48.
9. Н.А.Торхов. Формирование структуры собственного оксида на поверхности n-GaAs при естественном окислении на воздухе.//ФТП. - 2003. - Т. 37, - В.10. - С. 1205-1213.

10. С. Е. Шарикова, С. В. Патапкин, А. В. Постиков, Д. И. Бажанов, Бы. В. Потапкин. Атомная и электронная структура поверхности GaAs (001)// ФТП. - 2007. - Т. 41. - В. 7. - С. 832-839.

11. А. В. Бакулин, С. Е. Шарикова. Адсорбция галогенов на As-стабилизированной β 2-GaAs (001) - (2x4) поверхности.//ФТП. - 2016 - Т. 50 - В. 2 - С. 171-179.

12. А. В. Бакулин, С. Е. Шарикова. Диффузия галогенов на Ga-стабилизированной ζ -GaAs(001) - (4x2) поверхности.//ФТП - 2016. - Т. 50 - В. 9. - С. 1153-1158.

13. В. Н.Бессолов, М. В. Лебедев. Халькогенідна пасивація поверхні напівпровідників $A^{III}B^V$ //ФТП.-1998.-Т. 32.-В. 11.-С. 1281-1298.

14. С. М. Авдеев Е. В. Еродеев, В. А. Кагадей. Исследование влияния сульфидной и ультрафиолетовой обработки поверхности n-i-GaAs на параметры омических контактов//ФТП.-2011.-Т. 45.-В. 8.- С. 1056-1061.

15. А. А. Щука. Электроника полупроводниковых приборов.//Санкт-Петербург: БХВ-Петербург.-2008-752С.

16. В. Н. Бессолов, А. Ф. Иванков, Б. Б. Коненкова, Н. В. Лебедев, В. С. Стрыканов. Кинетика пассивации поверхности GaAs (100) в водных растворах сульфида натрия. // ФТП. - 1996. - Т. 30. - С. 364 - 373.

17. Л. О. Матвеева, О. Ю. Колядіна, І.М.Матіюк, О. М. Міщук. Структурна досконалість і електронні параметри сульфідованої поверхні арсеніду галію.//Фізика і хімія твердого тіла.-2006.-Т.7. - В3. - С. 461-467.

18. Новоселова А. В. Физико-химические свойства полупроводниковых веществ. Справочник под ред. М.:Мир.-1978-68с.

19. М. В. Лебедев, В. А. Шерстнев Е. В. Куницына, В. А. Андреев, Ю. П. Яковлев. Пассивация фотодиодов для инфракрасной области спектра спиртовым сульфидным раствором. // ФТП. - 2011. - Т. 45. - В. 4. - С. 535 - 539.