

УДК 548-1

Бобонов Д.Т.

Старший преподаватель

Исломов М.Х.

Ассистент

Джизакский политехнический институт

НЕРАВНОВЕСНЫЕ ПРОЦЕССЫ В СИЛЬНОКОМПЕНСИРОВАННОМ КРЕМНИИ

Аннотация: Показано что, управляя структурой комплексов – кластеров примесных атомов и их концентрацией в сильно компенсированном кремнии – можно изменять фундаментальные параметры исходного материала, что позволяет использовать их при разработке принципиально новых классов nano электронных приборов. Практически – это новый подход к созданию квантово-размерных структур в кремнии.

Ключевые слова: кремний, компенсация, диффузия, nano кластер, соединение сера, диффузия.

Bobonov D.T.

Senior Lecturer

Islomov M.Kh.

Assistant

Jizzakh Polytechnic Institute

NONEQUILIBRIUM PROCESSES IN HIGHLY COMPENSATED SILICON

Abstract: It is shown that by controlling the structure of complexes - clusters of impurity atoms and their concentration in highly compensated silicon - it is possible to change the fundamental parameters of the source material, which allows them to be used in the development of fundamentally new classes

of nanoelectronic devices. In practice, this is a new approach to creating quantum-sized structures in silicon.

Key words: silicon, compensation, diffusion, nanocluster, sulfur compound, diffusion.

Проходят активные исследования по созданию новых нанокластерных материалов с высокой компенсацией. В результате мировых исследований в области разработки электронных устройств на основе этих материалов получены научные выводы, направленные на управление электрофизическими характеристиками полупроводников [1,2]. Эти исследования включают в себя следующие аспекты:

1. Внедрение различных входных атомов в кристаллическую решетку методом высокотемпературной диффузии.
2. Перевод кремния с входными атомами в ферромагнитное состояние при низких температурах [3,4].
3. Определение свойств компенсированных структур на основе кремния.

Мировые исследования компенсированного кремния и кластеров, основанных на нем, сосредоточены на нескольких ключевых направлениях:

- Разработка диодов с улучшенными характеристиками на основе кремния с введенными атомами редкоземельных элементов [5,6].
- Разработка процессов получения наноразмерных структур в компенсированном кремнии.
- Исследование электрофизических свойств сверхкомпенсированных полупроводников и создание многофункциональных устройств на их основе.
- Разработка магнитных, температурных, давления и фотосенсоров.

- Идентификация и обоснование квантовых и наномасштабных эффектов в трехмерных нанокластерах.

В настоящее время акцентируется внимание на определении технологических условий, способствующих возникновению неравновесных процессов в сверхкомпенсированном кремнии, а также на изучении физических явлений и эффектов, происходящих в структурах, созданных на основе нового материала [7]. В свете их функциональных возможностей особое внимание уделяется созданию нового класса электронных устройств и датчиков. Это требует проведения целенаправленных научных исследований, включающих определение электрофизических параметров исходного полупроводникового материала, состава переходной группы железа и изовалентных атомов свинца, выбор методов легирования, связанных с природой атомов свинца, а также изучение новых физических явлений в кремниевых материалах и создание нового класса электронных устройств и датчиков на основе их функциональных возможностей [8].

На основе знаний технологических методов формирования кластеров в кремнии были изучены и проанализированы законы управления взаимодействием междуслойных атомов и концентрацией структур и комплексов в кристаллической решетке. Было установлено, что образование объемных нанокластеров можно управлять, зная благоприятные термодинамические условия взаимодействия межмолекулярных атомов [9,10]. На основе полученных результатов было выявлено, что электрофизические параметры сверхкомпенсированного кремния зависят от электрофизических параметров исходных материалов, типа вводимых атомов, электроактивности в кремнии, расположения входных атомов в кристаллической решетке кремния и условий температурной обработки на технологических этапах [11,12].

Созданная технология двухступенчатой диффузии не только предотвращает образование силицидов металлических элементов на поверхности кремния, но также предотвращает поверхностную эрозию и другие дефекты на поверхности и лицевой стороне материала. Эта диффузионная технология создает благоприятные условия для размещения и взаимодействия поступающих атомов в решетке кремния [13,14].

Изучение электрофизических параметров сильнокомпенсированного кремния имеет важное значение для разработки новых материалов с улучшенными свойствами. Таблица 1 представляет собой данные по исходному материалу и параметрам температуры диффузии, а также давлению диффузионного пара.

Введение	Исходный материал		Температура диффузии диапазон T, °C	Диффузионный пара давление, атм.
	p, Ом · см	Вставить		
Мистер	2–5	<i>n</i>	1140–1180 гг.	0,8-1
РС	1–2	<i>n</i>	11:20–11:50	1-1,2
С	1–2	<i>n</i>	1180–1200	1-1,1
Се	0,5–1	<i>n</i>	12:20–12:50	1-1,1
Ни	40–60	<i>n</i>	1200–1250	-
Кр	10	<i>n</i>	1240–1250	-
Фе	10	<i>n</i>	1180–1200	-

Таблица 1. Электрофизические параметры сильно компенсированного кремния и исходного материала в зависимости от температуры диффузии и вида вводимых атомов.

На основе данных данной таблицы можно сделать вывод, что изменения электрофизических параметров сильно компенсированного кремния зависят от температурных и временных параметров диффузии, а также от природы вводимых атомов, будь то связанный q-электрон или дыра к проводимости. Отмечено, что данные параметры исходного кремниевого материала в равновесии не подвергаются существенным изменениям при сильно компенсированной экстракции кремния [15,16].

Использованные источники:

1. Mustofoqulov, J. A., & Bobonov, D. T. L. (2021). “MAPLE” DA SO’NUVCHI ELEKTROMAGNIT TEBRANISHLARNING MATEMATIK TAHLILI. *Academic research in educational sciences*, 2(10), 374-379.
2. Mustofoqulov, J. A., Hamzaev, A. I., & Suyarova, M. X. (2021). RLC ZANJIRINING MATEMATIK MODEL VA UNI “MULTISIM” DA HISOBLASH. *Academic research in educational sciences*, 2(11), 1615-1621.
3. Иняминов, Ю. А., Хамзаев, А. И. У., & Абдиев, Х. Э. У. (2021). Передающее устройство асинхронно-циклической системы. *Scientific progress*, 2(6), 204-207.
4. Каршибоев, Ш. А., Муртазин, Э. Р., & Файзуллаев, М. (2023). ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ. *Экономика и социум*, (4-1 (107)), 678-681.
5. Мулданов, Ф. Р., Умаров, Б. К. У., & Бобонов, Д. Т. (2022). РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЙ, АЛГОРИТМА И ЕГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЦА ЧЕЛОВЕКА. *Universum: технические науки*, (11-3 (104)), 13-16.
6. Мулданов, Ф. Р., & Иняминов, Й. О. (2023). МАТЕМАТИЧЕСКОЕ, АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ РОБОТА-АНАЛИЗАТОРА В ВИДЕОТЕХНОЛОГИЯХ. *Экономика и социум*, (3-2 (106)), 793-798.
7. Ирисбоев, Ф. Б., Эшонкулов, А. А. У., & Исломов, М. Х. У. (2022). ПОКАЗАТЕЛИ МНОГОКАСКАДНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ. *Universum: технические науки*, (11-3 (104)), 5-8.
8. Zhabbor, M., Matluba, S., & Farrukh, Y. (2022). STAGES OF DESIGNING A TWO-CASCADE AMPLIFIER CIRCUIT IN THE “MULTISIM” PROGRAMM. *Universum: технические науки*, (11-8 (104)), 43-47.

9. Каршибоев, Ш. А., & Муртазин, Э. Р. (2021). Изменения в цифровой коммуникации во время глобальной пандемии COVID-19. *Молодой ученый*, (21), 90-92.
10. Каршибоев, Ш., & Муртазин, Э. Р. (2022). ТИПЫ РАДИОАНТЕНН. *Universum: технические науки*, (11-3 (104)), 9-12.
11. Омонов С.Р., & Ирисбоев Ф.М. (2023). АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА ЭМС НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОЙ ПЛАТФОРМЫ R&S ELEKTRA. *Экономика и социум*, (5-1 (108)), 670-677.
12. Саттаров Сергей Абудиевич, & Омонов Сардор Рахмонкул Угли (2022). ИЗМЕРЕНИЯ ШУМОПОДОБНЫХ СИГНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ АНАЛИЗАТОРА СПЕКТРА FPC1500. *Universum: технические науки*, (11-3 (104)), 17-20.
13. Абдиев, Х., Умаров, Б., & Тоштемиров, Д. (2021). Структура и принципы солнечных коллекторов. In *НАУКА И СОВРЕМЕННОЕ ОБЩЕСТВО: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ* (pp. 9-13).
14. Раббимов, Э. А., & Иняминов, Ю. О. (2022). ВЛИЯНИЕ ОКИСНОЙ ПЛЕНКИ НА КОЭФФИЦИЕНТЫ РАСПЫЛЕНИЯ КРЕМНИЯ. *Universum: технические науки*, (11-6 (104)), 25-27.
15. Mustafaqulov, A. A., Sattarov, S. A., & Adilov, N. H. (2002). Structure and properties of crystals of the quartz which has been growth up on neutron irradiated seeds. In *Abstracts of 2. Eurasian Conference on Nuclear Science and its Application*.
16. Раббимов, Э. А., Жўраева, Н. М., & Ахмаджонова, У. Т. (2020). Влияние окисной пленки на коэффициенты распыления кремния. *Экономика и социум*, (6-2 (73)), 187-189.

17. Бобонов Д.Т. Электрические свойства и нестабильность тока в кремнии, легированном селеном; Электрические имущество и обслуживание пряжка и силикон легированный селен _ - 2010.