

*Шарибаев Носир Юсупжанович, доцент
Наманганский инженерно-технологический институт*

ТЕРМООБРАБОТКА И ЛЕГИРОВАНИЯ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

Аннотация: изучены процессы изготовления и эксплуатации полупроводниковых приборов сопровождаются различными термическими и радиационными воздействиями, что приводит к изменениям электрофизических свойств полупроводниковых материалов и приборов на их основе. Тем не менее, к полученным полупроводниковым приборам предъявляются жесткие требования по стабильности их параметров в различных радиационных и термических условиях работы.

Ключевые слова: полупроводник, термические условия, электроника, кремний.

*Sharibaev Nosir Yusupzhanovich, Associate Professor
Namangan Engineering Technological Institute*

HEAT TREATMENT AND ALLOYING OF SINGLE CRYSTALLINE SILICON

Abstract: The processes of manufacturing and operation of semiconductor devices are studied, accompanied by various thermal and radiation effects, which leads to changes in the electrophysical properties of semiconductor materials and devices based on them. Nevertheless, stringent requirements are imposed on the obtained semiconductor devices with respect to the stability of their parameters under various radiation and thermal operating conditions.

Key words: semiconductor, thermal conditions, electronics, silicon.

Уровень развития современной полупроводниковой электроники тесно связан с достижениями в технологии полупроводниковых материалов. История технологии полупроводникового кремния характеризуется непрерывным стремлением к совершенству. Это вызвано тем, что совершенство кристаллов, однородность свойств по объему не только влияет на рабочие характеристики приборов и микросхем, но и

определяет эффективность их производства. С увеличением степени интеграции свойства отдельного элемента все более определяются окольными свойствами кристаллической подложки. Кремний является основным материалом для изготовления интегральных схем высокой эффективности. Возможность совершенствования полупроводниковых приборов заложена в повышении качества подложек, характеристики которых находятся в прямой зависимости от свойств монокристаллов и изготавливаемых из них пластин. Задача получения монокристаллов с равномерным распределением электрических свойств, пониженным содержанием остаточных фоновых примесей и структурных дефектов весьма актуальна. Таким образом, один из главных путей улучшения качества изделия полупроводниковой микроэлектроники - это улучшение качества исходных кристаллов кремния.

Термостабильность свойств кристаллов кремния относится к основным параметрам качества полупроводникового материала. Именно термостабильность свойств кристаллов кремния определяет устойчивость к деградации параметров микроэлектронных приборов при повышенных температурах и расширяет области их применения. Термостабильность кристаллов кремния имеет также существенное значение при изготовлении микроэлектронных приборов, поскольку в технологических процессах кристалл подвергается воздействию высоких температур, которые часто необратимо ухудшают свойства исходных кристаллов.

проблема обусловлена с одной стороны необходимостью выяснения закономерностей в процессах деградации электрофизических свойств кремния и управления ими, с другой необходимостью создания полупроводниковых приборов на основе кремния со стабильными параметрами.

Перспективными путями управления процессами деградации электрофизических параметров кремния являются его термообработка и легирование редкоземельными элементами (РЗЭ) и переходными

металлами. Следует подчеркнуть, что РЗЭ после введения в монокристалл не проявляют электрической активности, то есть не образуют электрически активных комплексов. Основная цель работы заключалась в комплексном исследовании электрофизических характеристик и особенностей структуры, выборе легирующих добавок и разработке способов термообработки промышленного кремния для повышения термостабильности полупроводниковых приборов на его основе.

Конкретные задачи заключались в следующем:

проведение комплексного исследования электрофизических и физико-химических свойств монокристаллического кремния, различных промышленных марок, в широком интервале температур (от азотной до 1600k), в том числе, исследование параметров электронного переноса в кремнии с целью оценки степени однородности высокоомного кремния;

исследование влияния термической обработки на структуру и свойства

монокристаллического кремния;

разработка режимов и способов термообработок подложек кремния;

изучение кинетики распада пересыщенных твердых растворов на основе кремния, определение механизмов распада;

расчет энергии связи и зарядовой плотности кремния при легировании двумя примесями, основанный на применении системы неполяризованных ионных радиусов (СНИР).

получение на основе термостабильного и радиационностойкого Si ультрапрецизионных стабилитронов и транзисторов.

Научная новизна работы:

Выполнены экспериментальные исследования гальваномагнитных эффектов в монокристаллическом высокоомном кремнии p-типа проводимости в области температур 140-540k. Разработаны критерии, позволяющие оценить степень неоднородностей кремния.

Проведены экспериментальные высокотемпературные исследования (от комнатной до 1600k) электрофизических параметров кремния различных промышленных марок. На кривых температурной зависимости постоянной Холла в области температур 1000k зафиксирован переход от n-типа проводимости к p-типу для кремния, полученного различными методами: Чохральского (Cz), бестигельной зонной плавкой БЗП (Fz) и нейтронного трансмутационного легирования (НТЛ).

Определено, что высокоомный монокристаллический кремний n-типа проводимости весьма чувствителен к условиям и режимам термообработки. Установлено, что диффузионное легирование БЗП кремния диспрозием позволяет повысить термостабильность кремния.

Показано влияние легирующей добавки на радиационную и термическую стойкость кремния. Проведен расчет энергии связи и зарядовой плотности кремния при легировании двумя примесями. Установлено, что натрий во взаимодействии с редкоземельными и переходными металлами способствует увеличению энергии связи в кремнии.

Проведено исследование кинетики распада пересыщенных твердых растворов на основе кремния. Показано, что полученные кинетические кривые относятся к классическим кинетическим кривым распада. Установлено, что атомы гадолиния стабилизируют состояние атомов золота в кремнии, атомы вольфрама атомов натрия, атомы германия - атомов марганца, что в итоге замедляло распад твердых растворов.

Литература

1. Кожитов Л.В., Пильдон В.И., Батавин В.В., Тимошина М.И. «О возможности повышения радиационной стойкости кремния путем его легирования». //Тезисы докладов Всероссийская научная конференция «Физика полупроводников и полуметаллов» г. Санкт-Петербург, 2002г.
2. Кольцов В.Б., Зубков А.М., Тимошина М.И. «Методика исследований электрофизических свойств монокристаллов кремния в широком интервале

- температур». //Тезисы докладов Всероссийская научная конференция «Физика полупроводников и полуметаллов» г. Санкт-Петербург, 2002г
3. Н.Ю. Шарибаев, М.Тургунов, Моделирование энергетического спектра плотности состояний в сильно легированных полупроводниках, Теория и практика современной науки №12(42), 2018 с.513-516
 4. Н.Ю. Шарибаев, Ж Мирзаев, ЭЮ Шарибаев, Температурная зависимость энергетических щелей в ускозонных полупроводниках, Теория и практика современной науки, № 12(42), 2018 с. 509-513
 5. М. Тулкинов, Э. Ю. Шарибаев, Д. Ж . Холбаев. Использование солнечных и ветряных электростанций малой мощности. "Экономика и социум" №5(72) 2020.с.245-249.
 6. Холбаев Д.Ж., Шарибаев Э.Ю., Тулкинов М.Э. Анализ устойчивости энергетической системы в обучении предмета переходные процессы. "Экономика и социум"№5(72)2020. с.340-344.
 7. Шарибаев Э.Ю., Тулкинов М.Э. Влияние коэффициента мощности на потери в силовом трансформаторе. "Экономика и социум" №5(72) 2020. с. 446-450.
 8. Askarov D. Gas piston mini cogeneration plants-a cheap and alternative way to generate electricity //Интернаука. – 2020. – №. 44-3. – С. 16-18.
 9. Dadaboyev Q,Q. 2021 Zamonaviy issiqlik elektr stansiyalaridagi sovituvchi minorani rekonstruksiya qilish orqalitexnik suv isrofini kamaytirish "International Journal Of Philosophical Studies And Social Sciences" in vol 3 (2021) 96-101
 10. В Kuchkarov, О Mamatkarimov, and А Abdulkhayev. «Influence of the ultrasonic irradiation on characteristic of the structures metal-glass-semiconductor». ICECAE 2020 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 614 (2020) 012027 Conference Series: