

СЕКЦИЯ 6. Полупроводниковая микро- и наноэлектроника в решении проблем информационных технологий и автоматизации

происходит их взаимное сближение и в результате формируются различные комбинации таких элементарных ячеек вплоть до формирования нанокристаллов ВР в области высокой концентрации электронейтральных молекул B^-P^+ . В результате того кремния могут быть сформированы в различных нанокристаллов. Каждый новый нанокристаллы сформировал свои собственные энергетические зоны, подвижность носителей заряда и структуру зоны. Это на основе кремния материал, свойства и параметры для создания различных и что самое главное они отличаются от электрических, фотоэлектрических и оптических свойств [3].

Следующая задача, кремния диффузия примесных атомами бора знание распределения диффузия примесных атомами фосфора исследовать было привнесено диффузия Si_2BP обязательно проверить, если ячейку, это совершенствование технологи формирования элементарных ячеек Si_2BP и получение материала с заданными параметрами, более подробное исследование их электрических, фотоэлектрических и оптических свойств, а так же определение их функциональных возможностей для использования таких материалов в оптоэлектронике и фотоэнергетике.

Использованные литературы

1. М. К. Бахадирханов, Н. Ф. Зикриллаев, С. Б. Исамов, Х. С. Турекеев, С. А. Валиев. ФТП, 2022, том 56, вып. 2 (199-203)
2. М. К. Бахадырханов, С. Б. Исамов. ЖТФ, 2021, том 91, вып. 11
3. М. К. Бахадырханов, З. Т. Кенжаев, С. В. Ковешников, А. А. Усмонов, Г. Х. Мавлонов Неорганические материалы, 2022, том 58, № 1, с. 3–9

ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ЛЕГИРОВАННОГО ГЕРМАНИЯ НА ДИФФУЗИЮ АТОМОВ МАРГАНЦА В КРЕМНИИ

Н.Ф. Зикриллаев, С.Б. Исамов, Г.А. Кушиев, О.Б. Турсунов, М.Ф.

Хуснитдинов

Ташкентский государственный технический университет

E-mail: gkushiyev@inbox.ru:

Легирование одиночными примесными атомами кремния была достаточна изучена и привела к бурному развитию отрасли микроэлектроники [1-2]. На сегодняшний день удалось создать нанокластеров примесных атомов в решетки кремния, т.е. получены объемно-наноструктурированные материалы. Это привело к открытию новые грани возможности кремния [3]. Представляет интерес

СЕКЦИЯ 6. Полупроводниковая микро- и наноэлектроника в решении проблем информационных технологий и автоматизации

исследование диффузии кремния с двумя типами примесных атомов. Поэтому в данной работе представлены результаты исследования фотоэлектрических свойств кремния легированного марганцем и германием.

Для исследования воздействий примесей германия и марганца между собой при диффузии их в решетке кремния был выбран материал предварительно легированный германием при выращивании кремния ($N_{Ge}=9 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$). Для всех случаев размеры образцов были одинаковыми $V = 8 \times 3 \times 2 \text{ мм}^3$. Процесс низкотемпературной диффузии проводился следующим образом: диффузор с образцом кремния в вакуумной ампуле помещался в диффузионную печь при комнатной температуре ($T = 300 \text{ К}$). Затем печь нагревали до минимальной температуры $5 \text{ }^\circ\text{C/мин}$ при $T_{\min} = 630^\circ\text{C}$ и выдерживали при этой температуре в течение 30 минут. Затем температуру печи поднимали до необходимого максимального значения $T_{\max} = 1010 \text{ }^\circ\text{C}$, и выдерживали образец при этой температуре в течение 10 минут. Значения T_{\max} и T_{\min} (максимальное и минимальное), а также время выдержки при заданной температуре зависит от температуры диффузора. В качестве контрольного материала был выбран монокристаллический кремний марки КДБ-3. Диффузия марганца проводилась в идентичных условиях.

Исследование спектральной зависимости фотопроводимости полученных образцов, содержащих нанокластеры марганца, производили в интервале температур ($T=77 \div 350 \text{ К}$) в широком диапазоне спектров ИК излучения на спектрометре ИКС-21, оснащенной специальным криостатом. При изучении спектральной зависимости ФП интенсивность монохроматического света сохраняется неизменной на уровне $J = 10^{-5} \text{ Вт/см}^2$. Изменение интенсивности ИК излучения осуществилось с помощью калиброванных сеток, устанавливаемая между окном ИКС-21 и глобаром [4-5]. Чтобы исключить попадание рассеяние света в спектрометре, а также фонового излучения на образце во время исследований были использованы фильтры из двухсторонно полированных кремниевых пластин толщиной $d \sim 380 \text{ мкм}$, которые поставлены непосредственно в окошке криостата.

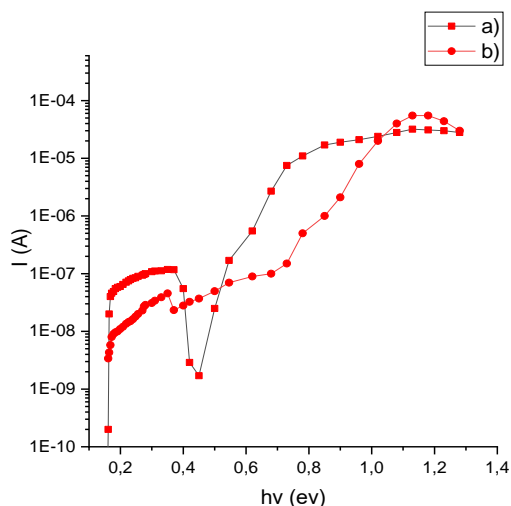


Рис.1. Спектральная зависимость фотопроводимости кремния легированного атомами марганца $T=100\text{ K}$ a) SiMn , $\rho=2,5 \cdot 10^2\text{ Om}\cdot\text{sm}$ b) $\text{Si}\langle\text{GeMn}\rangle$, $\rho=4,3 \cdot 10^2\text{ Om}\cdot\text{sm}$

Таким образом установлено, что при диффузии атомов марганца в кремний предварительно легированной при выращивание кремния атомами германия происходит взаимосвязь между атомами Ge и Mn. Подтверждением этого можно приводит эффект исчезновения энергетического уровня марганца в кремний который является ответствен за гашения фотопроводимости в результате совместной диффузии этих примесей [6]. В настоящее время ведется исследование увеличения растворимости атомов Mn в решетке кремния для обеспечения большой вероятности взаимодействия Ge и Mn.

Использованные литературы

1. Бахадырханов М.К., Абдурахмонов Б.А., Зикриллаев Х.Ф. О состоянии германия в кремнии условиях низкотемпературной диффузии // Технология, оборудование и новые материалы, Приборы. 2018. №5 (215) С. Т39-43.
2. Бахадырханов М.К., Мавлянов Г.Х., Исамов С.Б., Илиев Х.М., Аюпов К.С., Сапарниязова З.М., Тачилин С.А. Электрофизические свойства кремния, легированного марганцем методом низкотемпературный диффузия // Неорганические материалы. 2011. Т 47. № 3. С. 545-550.
3. Bakhadyrkhanov M.K., Ismaylov B.K., Tachilin S.A., Ismailov K.A., Zikrillaev N.F. Influence of electrically neutral nickel atoms on electrical and recombination parameters of silicon // Journal Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics. 2020. V. 23, No 4. pp. 361-365. doi.org/10.15407/spqeo23.04.361 PACS 61.72
4. [Bakhadyrkhanov M.K.](#), [Isamov S.B.](#), [Iliev K.M.](#), [Tachilin S.A.](#), [Kamalov K.U.](#) Silicon-based photocells of enhanced spectral sensitivity

СЕКЦИЯ 6. Полупроводниковая микро- и наноэлектроника в решении проблем информационных технологий и автоматизации

with nano-sized graded band gap structures // Applied Solar Energy. 2014. 50(2). pp. 61–63.

5. Камилов Т.С., Аксенова Л.Л., Шарипов Б.З., Эрнст И.В. Исследование токовых неустойчивостей в гетеропереходах $Mn_4Si_7-Si<Mn>-Mn_4Si_7$ и $Mn_4Si_7-Si<Mn>-M$. Физик.

6. Орехов А.С., Камилов Т.С., Ибрагимова Б.В., Ивакин Г.И., Ключковская В.В. Структура термоэлектрических пленок высшего силицида марганца на кремнии по данным электронной микроскопии. ФТП. 2017, Т.51. В.6. С. 740-743

РАЗВИТИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ (ВИЭ) В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

Н. Абдурашулов

Совместный Белорусско-Узбекский межотраслевой институт прикладных технических квалификаций в городе Ташкенте

Как показывает мировая практика, существенный спрос на продукцию индустрии возобновляемых источников энергии (далее ВИЭ) могут обеспечить малые производители энергии – собственники индивидуальных домов в жилом секторе, государственные и некоммерческие организации, а также неэнергоёмкие коммерческие предприятия и организации. Однако стоимость энергии, вырабатываемой такими малыми производителями, а следовательно, и потенциал спроса существенно зависят от возможностей подключения малых энергетических установок к общей сети. Энергетические объекты, подключенные к общей сети, могут работать без дорогостоящих систем накопления энергии, продавать излишки произведенной электроэнергии другим потребителям, поэтому срок окупаемости таких систем в разы меньше, чем срок окупаемости автономных систем энергоснабжения.

Несмотря на то, что многие возобновляемые источники энергии в ряде регионов мира уже конкурентоспособны по издержкам в сравнении с традиционной и атомной энергетикой, ВИЭ все еще нуждаются в государственной поддержке. В настоящее время большинство стран мира осуществляют государственную поддержку возобновляемой энергетики: хотя бы один инструмент такой поддержки используется в 140 странах.

Наиболее быстрыми темпами в последние годы развивались технологии практического использования фотоэлектрических преобразователей энергии, ежегодный прирост которых составлял порядка 60%. Высокими темпами внедрялись и другие технологии использования