



III ШЎҒБА. ЯРИМЎТКАЗГИЧ МАТЕРИАЛЛАРДАГИ КИРИШМА ВА НУҚСОНЛАР

- М.К. Бахадырханов, Х.М. Илиев, М.О. Турсунов, С.В. Ковешников, Н. Норкулов, М.Х. Маджитов.** *Состояние атомов теллура в решетке кремния* 153
- Ш.Х. Далиев, К.А. Исмайлов, А.Д. Палуанова, Х.Ю. Утемуратова, Ш.А. Исмоилов, Ж.А. Эргашев.** *Влияние степени совершенства поверхности кремния на формирование дефектных центров тугоплавких элементов* 154
- Н.Ф. Зикриллаев, М.К. Ҳаққулов, Ф.Қ. Шакаров, С.Й. Махмудов.** *Без эрозийная технология получения и элементные состав кремния, легированного примесными атомами серы* 155
- Ш.Б. Утамурадова, Э.М. Наурзалиева.** *Влияние примесей серебра на электрические параметры кремния* 156
- Ш.Б. Утамурадова, Ш.П. Усманова, Ж.Ж. Хамдамов, Х.Ж. Матчанов.** *Исследование взаимодействия примесей редкоземельных элементов с кислородом в кремнии* 157
- Э.Х. Беркинов, Р.М. Турманова, Н.А. Тургунов.** *Распределение атомов технологических примесей по объему примесных скоплений никеля в кремнии* 158
- С.М. Отажонов, Н.Э. Алимов, К.А. Ботиров.** *Влияние электрического поля на фоточувствительность гетероструктуры CdTe-ZnSe с глубокими примесными уровнями* 160
- Ш.Б. Утамурадова, Х.Х. Келдиев, К.М. Файзуллаев.** *Влияние электронейтральных примесей на поведение кобальта в кремнии* 162
- М.Ю. Ташметов, Ш.М. Махкамов, Ф.Т. Умарова, А.Б. Нормуродов, Н.Т. Сулайманов, М.Н. Эрдонов.** *Нанокластеры кремния, содержащие примеси водорода и углерода* 163
- Ш.Б. Утамурадова, Х.И. Каландаров, С.А. Рахманов, Й.Р. Равшанов** *Об особенностях образования наноразмерных дефектов в кремнии с примесью марганца* 165
- А.А. Po'latov, D.A.Yusupov, J.J. Soyipov, A.Karimov.** *Geterostrukturalar asosida yuqori samaradorlikdagi tezkor fotoqabulgilgichlar yaratishdagi ba'zi xususiyatlar* 166
- Ш. Махкамов, М.Ю. Ташметов, Ш.А. Махмудов, А.К. Рафиков, А.А. Сулаймонов, М.Ф. Жўраева.** *Исследование формирование низкоразмерных дефектных состояний в выращенном монокристаллическом кремнии с участием кислорода* 168
- Ш.Б. Утамурадова, С.С. Насриддинов, Д.М. Есбергенов.** *Электрофизические характеристики образцов Si<Ni>, Si<Zn> И Si<Ni, Zn>* 170
- Н.А. Султанов, З. Мирзажонов, Ф.Т. Юсупов.** *Влияние ориентированной деформации на глубокие уровни примесей и радиационных дефектов в кремнии* 171

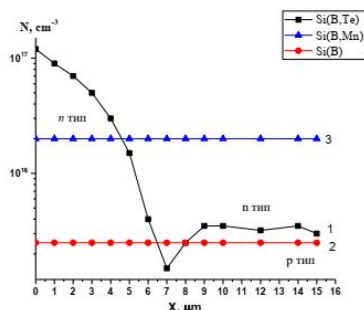


Рис 3. Концентрационное распределение носителей заряда 1. - $Si <B, Te>$, 2. - $Si <B, >$, 3. - $Si <B, Mn>$.

Таким образом, Определены оптимальные режимы безэрозионной технологии диффузии Te, в Si с поэтапным повышением температуры с определенными интервалами выдержки на каждом этапе.

Такие новые материалы, то есть кремний, обогащенный бинарными ячейками типа Si_2MnTe , позволяют создать на их основе новые оптоэлектронные и наноэлектронные приборы, а также высокоэффективные фотоэлементы на основе кремния, обладающие такими же или лучшими

параметрами, чем дорогие многокаскадные фотоэлементы на основе $A^{IV}B^{VI}$. [4,5]

Литература

- [1] Bakhadyrkhanov M.K., Mavlonov G.Kh., Isamov S.B., Iliev Kh.M., Ayupov K.S., Saparniyazova Z.M., and Tachilin S.A. Transport Properties of Silicon Doped with Manganese via Low Temperature Diffusion // Inorganic Materials. 2011. Vol. 47, No. 5, Pp. 479-483.
- [2] Bakhadyrkhanov M.K., Iliev Kh.M., Tursunov M.O., Isamov S.B., Koveshnikov S.V., Madjitov M. Kh. Electrical Properties of Silicon Doped with Manganese via High – Temperature Diffusion // Inorganic Materials. 2021. Vol. 57, No. 7. Pp. 655-662.
- [3] Bakhadyrkhanov M.K., Isamov S.B., Zikrillae N.F., Tursunov M.O. Anomalous Photoelectric Phenomena in Silicon with Nanoclusters of Manganese Atoms // Semiconductors, 2021, Vol. 55, No. 6, Pp. 636–639
- [4] Iliev Kh.M., Tursunov M.O., Koveshnikov S.V., Khudaynazarov Z.B. Research of properties of silicon with binary nanoclusters with participation of Mn and Se atoms // Semiconductor Physics and Microelectronics. 2020, Vol. 2, Issue 2. Pp. 59–62.
- [5] Iliev Kh.M., Tursunov M.O., Ismailov K.A., Ismaylov B.K. Formation of complexes consisting of impurity Mn atoms and group VI elements in the crystal lattice of silicon // Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics – Ukraine, 2021. – Vol. 24. – No 3. – Pp. 255-260.

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ СОВЕРШЕНСТВА ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ДЕФЕКТНЫХ ЦЕНТРОВ ТУГОПЛАВКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Ш.Х.Далиев, К.А.Исмаилов, А.Д.Палуанова, Х.Ю.Утемуратова, Ш.А.Исмоилов, Ж.А.Эргашев,

Научно-исследовательский институт физики полупроводников и микроэлектроники при Национальном университете Узбекистана,
г. Ташкент, Узбекистан
e-mail: shakhrukhd@mail.ru

Известно, что формирование дефектных центров в кремний определяется наличием специально введенных примесей, создающих в запрещенной зоне кремния ряд глубоких уровней и оказывающих заметное влияние на электрофизические параметры кремния [1-2].

Ранее [3] нами из предварительных результатов изучения развития дефектной структуры кремния с примесями тугоплавких элементов было установлено, что энергетический спектр глубоких уровней, создаваемых специально введенными примесями и их концентрации зависят от присутствия в объеме кремния тех или иных

неконтролируемых примесей, их состояния в решетке Si, а также от наличия микродефектов.

Целью настоящей работы являлось выяснение влияния состояния поверхности образцов кремния перед диффузионным введением примесей тугоплавких элементов.

В данной работе в качестве объекта исследования мы выбрали атомы вольфрама, титана и гафния в кремнии. В качестве исходных образцов использовался кремний марок КЭФ, КДБ и БКЭФ с различными удельными сопротивлениями, легирование их вольфрамом, титаном и гафнием производилось диффузионным методом в вакууме



из нанесенного слоя металлической примеси особой чистоты (99.999%). Диффузия проводилась при $900 \div 1200^\circ\text{C}$ в течение $2 \div 100$ часов. Для легирования был использован p-Si с исходным удельным сопротивлением от $1 \div 300$ Ом.см и p-Si от $1 \div 300$ Ом.см. Скорость охлаждения образцов после диффузии изменялась от $0.1^\circ\text{C}/\text{с}$ до $40 - 70^\circ\text{C}/\text{с}$.

Поверхность образцов кремния перед диффузионным введением вольфрама, титана и гафния подвергалась различным механическим и химическим обработкам, то есть создавалась различные состояния поверхности.

Из емкостных измерений исследуемых образцов с различной предварительной обработкой поверхности определен энергетический спектр глубоких уровней в образцах p-Si<W>, p-Si<Ti> и p-Si<Hf>.

Полученные результаты позволили выявить некоторые закономерности в формировании дефектной структуры монокристаллического

кремния с примесями тугоплавких элементов в зависимости от степени совершенства поверхности кремния. Установлено, что чем больше количество и размеры различных структурных дефектов на поверхности кремния перед введением примесей тугоплавких элементов, тем меньше концентрация глубоких уровней, образуемых при диффузионном введении примесей тугоплавких элементов. Отсюда следует, что дефекты на поверхности кремния являются своеобразным геттером для примесей тугоплавких элементов.

Литература:

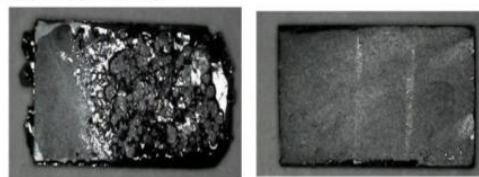
1. Мильвидский М.Г., Освенский В.Б. Структурные дефекты в монокристаллах полупроводников. Москва: Металлургия, 1984, 256 с.
2. Kolbensen B.O., Cerva H., Zoth G. // Sol.St. Phenomena. 2001. 76-77, 1.
3. Далиев Х.С., Утамурадова Ш.Б., Каландаров Э.К., Далиев Ш.Х. // Письма в ЖТФ, 2006, Т.32. В.11. С.11-15.

БЕЗ ЭРОЗИЙНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ЭЛЕМЕНТНЫЕ СОСТАВ КРЕМНИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО ПРИМЕСНЫМИ АТОМАМИ СЕРЫ

Н.Ф.Зикриллаев, М.К.Хаққулов, Ф.Қ.Шакаров, С.Й.Махмудов
Ташкентский государственные технический университет

Изучение природы глубоких уровней (ГУ) является одной из актуальных проблем в области физики компенсированных полупроводников. В настоящее время имеются достаточно много экспериментальных данных [1-5] посвященных изучению роли глубоких уровней примесных атомов, внедренных в полупроводниковый материал диффузионным методом. Особенно подробно изучена роль ГУ примесных атомов в кремнии, однако результаты полученных данных в одном и том же материале разными авторами существенно отличаются друг от друга [4-5]. Диффузия примесей в кремний проводилась по новой разработанной технологии с двухэтапное режимы. Первоначально, относительно низкой температурах $T \leq 400^\circ\text{C}$, осуществилась загонка примесных атомов в кремний, и вторым технологическим режимом производилась разгонка примесных атомов в объем кремния в интервале температуры $T = 1000 \div 1250^\circ\text{C}$. Диффузия примесей проводилась в кварцевых ампулах, откаченного вакуума до $P = 10^{-5}$ мм.рт.ст. с учетом упругости паров примесных атомов во время диффузии. Диффузия серы в кремнии

проводилась в интервале температур $T = 1100 \div 1250^\circ\text{C}$. В качестве исходного материала был использован



а б

Рис. 1. Представление состояние поверхности кремния, легированного примесными атомами серы без учета (рис. 1-а) и с учетом упругости давления паров (рис 1-б).

промышленный монокристаллический кремний марки КДБ-10 и КЭФ-100 с до точности массы примесного атомов серы 0,001 грамм и содержания кислорода в исходном материале было $\text{No}_2 \leq 10^{18} \text{ cm}^{-3}$.

Из анализа литературных данных установлено, что в процессе диффузионного легирования кремния с примесными атомами серы происходит сильная эрозия поверхности кремния,

