

2009», 20-24 апреля 2009 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2009. – 356-358с.

3. Закирова Х.Д. Психологический феномен цветоощущения в учебно-познавательной деятельности студентов. ГЕО-Сибирь-2010. Т.6. сб.матер. V

4. Междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь-2010», 19-29 апреля 2010 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2010. – 240-242 с.

5. Закирова, Х.Д. Психофизическое воздействие цветоощущения на эффективность познавательной деятельности личности [Текст] / Х.Д. Закирова // Сб. матер. V Междунар. науч. Конгресса «Гео-Сибирь-2013». – 2013- Т. 6. – С.128-130.

Закирова Хуршида Джураевна

Профессор кафедры иностранных языков, Уфимский государственный нефтяной технический Университет филиал ФГБОУ ВО УГНТУ в г.Октябрьском

Рахимов Ньматжон Рахимович

Д.т.н., профессор кафедры разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений Уфимский государственный нефтяной технический Университет филиал

ФГБОУ ВО УГНТУ в г.Октябрьском

Тел.: +7 962 536 1275

Эл. почта: nerah@rambler.ru

Zakirova Kh.D., Rakhimov N.R.

Development of the Program for Processing the Results of Testing on the Examination of the Substitute's Color Protection

This article presents the results of the study of the psychological aspect of color perception, and the role of the last religion, cognitive activity in the daily life of people.

This article is devoted to the experimental study of the effect of color on human learning and cognitive activity on the example of secondary and higher educational process taking into account personal characteristics. A computer program has been created for processing the results of testing by definition in connection with the perception of color with the emotional state and stable psychological characteristics of the subject.

Keywords: color - a characteristic perception function, color science, game technologies, Visual Basic 6

УДК.621.385

И.П.Парманкулов

ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОКРИСТАЛЛОВ СИЛИЦИДА МЕТАЛЛОВ

Мақолада кремний монокристалли сиртини 0,5 КэВ дан 5 КэВ гача энергияда, 10^{16} см⁻² дан 10^{17} см⁻² гача дозада барий ва кобальт ионлари билан нурлантириб ва 900 К дан 1400 К гача бўлган ҳароратда 30 минут давомида отжиг қилиниб ҳосил қилинган кремний силициди нанокристалларини текшириш натижалари келтирилган. Ҳосил қилинган кремний силициди асосида наонэлектроника асбобларини яратиш мумкинлиги кўрсатилган.

Калит сўзлар: микроэлектроника, наноэлектроника, радиоэлектроника, нанокристалл, барий, кобальт, ион имплантация, отжиг, автоматика, ахборот техникаси, электрон микроскопия, оже чўққи, материал, МДЯ структураси.

Введение

В последнее годы, из-за бурного развития микро- и наноэлектроники, повысились требования к созданию материалов по недорогостоящим технологиям, на основе которых можно создавать новые приборы твердотельной электроники, используемые в радиоэлектронике, автоматике и информационной технике.

В работе [1] исследовались образования и модификации нанокристаллических включений кремния в плёнках α -Si:H методом просвечивающей электронной микроскопии, где для получения плёнок использовался сложный процесс, требующий дорогостоящих материалов и установок.

Целью исследований является получение нанокристаллов силицидов кремния на основе бария и кобальта и

установление пригодности таких материалов для изготовления приборов нанoeлектроники.

Для этого подготовлены образцы нанокристаллов силицида металла, полученные облучением поверхности кремния ионами бария и кобальта с энергией от 0,5 до 5 кэВ и дозой от 10^{16} до 10^{17} см⁻² с последующим отжигом.

Исследование проводилось с помощью установки, описанной в работе [2]. При этом ионная имплантация, отжиг и исследования проводились на одной и той же универсальной экспериментальной установке в условиях сверхвысокого вакуума ($P = 10^{-8}$ Па). Отжиг осуществлялся температурным прогревом в интервале температур от 900 К до 1400 К в течение 30 минут.

Основная часть

На рис. 1 приведены электронно-микроскопические снимки поверхности Si (111), легированного ионами Ba⁺ с энергией $E_0 = 1$ кэВ

Видно, что, начиная с $D = 10^{14}$ см⁻², на поверхности Si появляются отдельные точечные участки сильно нарушенных слоев. При увеличении дозы облучения до $D \gg 2 \times 10^{15}$ см⁻² диаметр некоторых точечных участков увеличивается до 10 – 15 нм. С дальнейшим ростом дозы облучения размеры этих участков практически не меняются, появляются новые, аналогичные предыдущим, островковые фазы. При $D = (1-3) \times 10^{16}$ см⁻² происходит полное перекрещивание границ отдельных кластерных фаз и дальнейшее увеличение дозы не приводит к заметному изменению топографии поверхности. В данном случае, как с научной, так и с практической точки зрения, наибольший интерес представляют результаты, полученные при дозе $D \gg 10^{15}$ см⁻², когда формируются отдельные кластерные участки. Вследствие этого, на одном и том же приповерхностном слое образуются чередующиеся островки кремния и новых фаз.

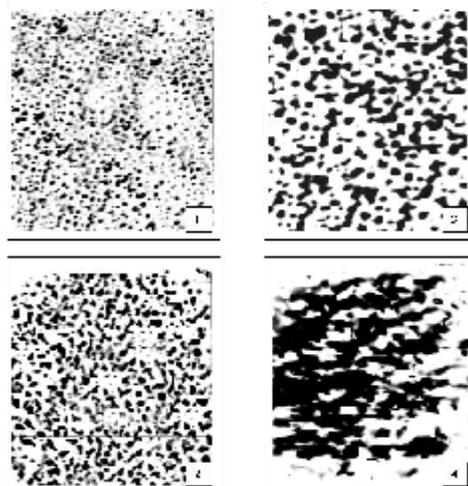


Рис.1. Электронно-микроскопические картины кремния, имплантированного ионами Ba⁺, с энергией 1 кэВ при D , см⁻²: 1 – 2×10^{14} ; 2 – 6×10^{14} ; 3 – 2×10^{15} ; 4 – 4×10^{16} .

На рис 2 приведены оже – спектры ионно – имплантированного кремния до и после отжига. Видно, что уже при $D = 10^{15}$ см⁻² интенсивность оже– пика $L_{23}VV$ кремния ($E = 91$ эВ) резко уменьшается, и появляются новые пики ($E = 93$ и 96 эВ), характерные для силицидов типа Ba_xSi_y. При дозе $D = 2 \times 10^{16}$ см⁻² пик Si уменьшается до 8 – 10 раз, а интенсивность пиков Ba_xSi_y резко увеличивается. Для целенаправленной модификации поверхности ионно- имплантированных материалов проводился постимплантационный отжиг.

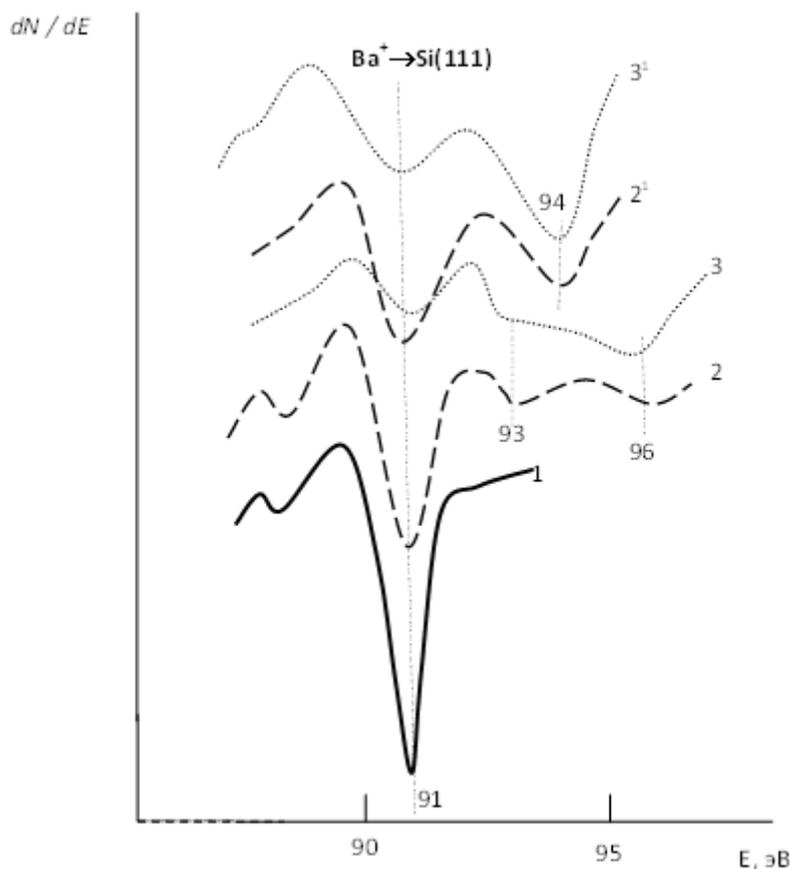


Рис. 2. Оже – пик $L_{23}VV$ кремния, имплантированного ионами Ba^+ с $E_0=1$ кэВ с разными дозами до (2, 3) и после (2', 3') прогрева при $T = 1300$ К. 1 – чистый Si (111); 2, 2' - $D=10^{15}$ $см^{-2}$; 3, 3' - $D=2 \times 10^{16}$ $см^{-2}$.

При этом значение температуры отжига определялось типом ионов. В случае отжига Si, имплантированного ионами Ba^+ , значение оптимальной температуры было $T=1300$ К. Как видно из фиг. 2 положение оже – пиков Si, имплантированных с дозами 10^{15} и 2×10^{16} $см^{-2}$ практически не отличаются друг от друга, т.е. в обоих случаях образуется соединение $BaSi_2$ (пик при $E = 94$ эВ). Однако интенсивность ожепика $BaSi_2$ для случая $D = 2 \times 10^{16}$ $см^{-2}$ (сплошная пленка) 3 раза больше, чем для случая $D = 10^{15}$ $см^{-2}$, когда $BaSi_2$ формируется в виде отдельных островков. Поэтому можно полагать, что на поверхностной области Si образуются отдельные участки, состоящие из соединения $BaSi_2$, кристаллическая структура и кристаллографическая ориентация которых совпадает со структурой и ориентацией подложки (Si (100)). Эти участки в

перспективе могут использоваться как отдельные элементы ПДП, МДП или других структур.

Аналогичные данные получены и для Si (111), имплантированного ионами Co^+ .

В этом случае совершенные эпитаксиальные нанокристаллы и нанопленки $CoSi_2$ формируются при температуре отжига $1200^{\circ}C$. Это доказано результатами ДБЭ. На рис. 3 приведены электронограммы поверхности Si, имплантированного ионами Ba^+ и Co^+ с $D = 5 \times 10^{15}$ $см^{-2}$ и подвергнутых высокотемпературному отжигу. Как уже показано выше в первом случае образуются эпитаксиальные нано-кристаллы $BaSi_2$, а во втором нанокристаллы $CoSi_2$. Видно, что в случае $BaSi_2$ на картине ДБЭ имеются некоторые двойниковые рефлексы и слабый диффузный фон, а в случае $CoSi_2$ практически не образуют-

ся двойниковые рефлекссы и фон, характерный для аморфных пленок. Раздвоение рефлекссов на электронограммах системы $\text{BaSi}_2 - \text{Si}$ объясняется несоответствием их постоянных решеток: для Si $a = 5,43 \text{ \AA}$, для BaSi_2 $a = 6,54 \text{ \AA}$. Отличие постоянных решеток приводит также к возникновению напряжения сопрягающихся поверхностей Si и BaSi_2 , вследствие чего происходит некоторое разупорядочение приграничных слоев, а на электронограммах появляется «диффузный фон». Что касается системы CoSi_2 и Si , то параметры их решеток почти совпадают друг с другом

($a_{\text{CoSi}_2} = 5,40 \text{ \AA}$) и, следовательно, не происходит заметного изменения кристалличности поверхности. Состав и кристаллическая структура нанокристаллов и сплошной пленки практически не отличаются друг от друга. Исходя из этого, можно полагать, что электронные свойства этих структур идентичны.

Заключение. Результаты исследований показывают, что нанокристаллы силицида бария и кобальта, полученные методом ионной имплантации в сочетании с прогревом, можно использовать в качестве материала для изготовления приборов нанoeлектроники.

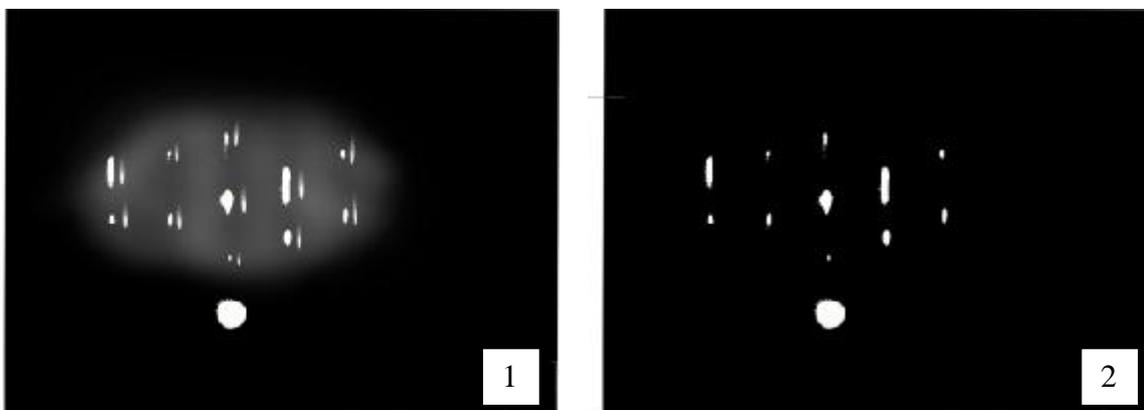


Рис.3. ЛБЭ картины наноструктур на кремнии: 1 – BaSi_2 . 2 – CoSi_2 .

Литература

1. Афанасьев В.П. и др. “Исследование образования и модификации нанокристаллических включений кремния в плёнках $a\text{-Si:H}$ методом просвечивающей электронной микроскопии”. Физика и техника полупроводников, 2004, том 38, вып. 2, стр. 226-229.

2. Нормурадова М.Т., Умирзакова Б.Е. “Энергетические спектры поверхности твердых тел, имплантированных ионами низких энергий”. Ташкент. Изд. «Фан». 1989. 158 с.

В статье приводятся результаты исследования нанокристаллов силицида металла, полученного облучением поверхности кремния ионами бария и кобальта энергией от 0,5 до 5 КэВ и дозой от 10^{16} до 10^{17} см^{-2} с последующим отжигом при температурном интервале от 900 К до 1400 К в течение 30 минут. Показано, что

полученные нанопленки силицида кобальта можно использовать в качестве материала для изготовления приборов нанoeлектроники.

Ключевые слова: микроэлектроника, нанoeлектроника, радиоэлектроника, нанокристалл, барий, кобальт, ионная имплантация, отжиг, автоматика, информационная техника, электронная микроскопия, оже пики, материал, МДП структура.

The statistical results of the nanocrystals of metal silicide’s research obtained by irradiating a silicon surface with barium and cobalt ions energy from 0.5 to 5 KeV and a dose of 10^{16} to 10^{17} cm^{-2} , followed by annealing at a temperature range from 900 K to 1400 K for 30 minutes is described in the article. Moreover, it is shown that the obtained nanofilms of cobalt silicide can be used as material for the manufacture of nanoelectronics devices.

Key words: microelectronics, nanoelectronics, radioelectronics, nanocrystal, barium, cobalt, ion implantation, annealing, automation, information technology, electron microscopy, Auger peaks, material, MIS structure.

Parmankulov Isamiddin Pattaevich

The Research of Nanocrystals of Silicide Metals

The statistical results of the nanocrystals of metal silicide's research obtained by irradiating a silicon surface with barium and cobalt ions energy from 0.5 to 5 KeV and a dose

of 10^{16} to 10^{17} cm^{-2} , followed by annealing at a temperature range from 900 K to 1400 K for 30 minutes are described in the article. Moreover, it is shown that the obtained nanofilms of cobalt silicide can be used as material for the manufacture of nanoelectronics devices.

Key words: microelectronics, nanoelectronics, radioelectronics, nanocrystal, barium, cobalt, ion implantation, annealing, automation, information technology, electron microscopy, Auger peaks, material, MIS structure.

УДК:620.179:681.787

К.П.Абдурахманов, З.Т.Азаматов, И.А.Кулагин, В.И.Редкоречев

ИНТРОСКОПИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛАСТИН

В работе проведены исследования по развитию методов интроскопии полупроводниковых пластин с использованием когерентного и некогерентного излучения. Представлены теоретические основы методов и разработанное экспериментальное оборудование. Описана методика анализа дефектов в поле некогерентного излучения на основе сравнения с эталонным образцом. Представлена развитая методика контроля крупномасштабных неоднородностей, основанная на анализе восстановленных интерферограмм в процессе остывания полупроводниковой пластины. Интерферограммы восстанавливались на основе сравнения голограмм, полученных при освещении когерентным источником излучения. Представлена методика определения дефектности кремниевых пластин, основанная на сравнительном анализе Фурье образов голографических интрограмм.

Ключевые слова: полупроводниковые пластины, дефекты, интроскоп, голографическая интерферометрия.

I. Введение

При создании микроэлектронных приборов все возрастающую роль приобретает развитие различных методов (в том числе экспресс-методов) неразрушающей диагностики и контроля на всех технологических этапах их производства: контроль исходных материалов, полуфабрикатов и готовых изделий, а также анализ причин отказов, возникающих в процессе испытаний и эксплуатации. Это обусловлено, в частности, тем, что в процессе эксплуатации полупроводниковых приборов при их отказе расходы на их восстановление более чем на порядок превышают расходы при их изготовлении [1]. Для локальной диагностики используются различные методы, наиболее приемлемыми и универ-

сальными среди которых являются электронно-зондовые и оптические зондовые методы [2-4]. По сравнению с электронно-зондовыми методами оптическая диагностика позволяет визуализировать объемные электрически нейтральные дефекты, такие как кислородные и металлические преципитаты, дефекты упаковки, дислокации, линий скольжения и пустоты в пластинах кремния, арсенид галлия, германия и в изделиях на их основе, а также визуализировать существующие в них различные микрополя. Значительная глубина проникновения ИК-излучения в полупроводниковых материалах в сочетании с регистрацией сигналов-откликов различной физической природы позволяет реализовать комплексную диагностику микроэлектронных изделий и материалов с применением