

*БЕЙСЕМБЕТОВ И.К., НУСУПОВ К.Х., БЕЙСЕНХАНОВ Н.Б.,
ЖАРИКОВ С.К., КЕНЖАЛИЕВ Б.К., АХМЕТОВ Т.К., СЕИТОВ Б.Ж.*

(Казахстанско-Британский технический университет, г. Алматы)

ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ И РЕНТГЕНОВСКАЯ РЕФЛЕКТОМЕТРИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК SiC НА Si

Аннотация

В работе методами инфракрасной спектроскопии и рентгеновской рефлектометрии исследованы характеристики пленки $\text{SiC}_{0,7}$, синтезированной методом ионной имплантации. Выполнено математическое разложение ИК-спектра поглощения пленки. Определены площади 12 компонент спектра, включая: компоненты при $612,6 \text{ см}^{-1}$ ($S=6,96$ ед.) – углерод в положении замещения; 739 см^{-1} ($S=13,16$ ед.) и $674,1 \text{ см}^{-1}$ ($S=9,57$ ед.) – слабые удлиненные Si–C-связи аморфного карбида кремния; 780 см^{-1} ($S=5,24$ ед.) – близкие к тетраэдрической Si–C-связи (794 см^{-1}) кристаллического SiC; $817,7 \text{ см}^{-1}$ ($S=5,93$ ед.) и $883,5 \text{ см}^{-1}$ ($S=6,39$ ед.) – укороченные Si–C-связи. Методом рентгеновской рефлектометрии обнаружены осцилляции интенсивности, отнесенные к интерференции рентгеновских отражений в слоях $\text{SiC}_{0,7}$ и SiO_2 . Моделированием с помощью программы Release получена теоретическая кривая, близкая к экспериментальной.

Ключевые слова: карбид кремния, ионная имплантация, структура, кристаллизация.

Кілтті сөздер: кремний карбиді, иондық имплантация, құрылым, кристалдану.

Keywords: silicon carbide, ion implantation, structure, crystallization.

Введение

Карбид кремния, обладающий высокой твердостью (4-е место после алмаза) [1], химической и радиационной стойкостью, высокой температурой плавления, является перспективным материалом для применения как в микроэлектронике [2], так и в качестве жаростойких и абразивных материалов, используемых для конструкций передней стенки термоядерных реакторов, в покрытиях корпуса космических кораблей типа «Спейс Шаттл» [3], при изготовлении буров и нарезных дисков из SiC и т.д. Электронные приборы на основе SiC (полевые транзисторы, диоды и др.) обладают рядом преимуществ, среди которых – возможность работы при температурах до 600°C , высокие быстродействие и радиационная стойкость [4, 5]. Способность карбида кремния к окислению с образованием SiO_2 может найти применение в устройствах, изготовленных

на подложке Si (мощные МОП-транзисторы и др.). Синтез SiC высокодозовой имплантацией ионов C в Si представляет фундаментальный научный интерес [6–9], например, для создания покрытий и изолирующих слоев SiC при изготовлении интегральных схем.

В данной работе методами инфракрасной спектроскопии и рентгеновской рефлектометрии исследуются характеристики пленок SiC_{0,7}, синтезированных методом ионной имплантации.

Эксперимент

Имплантация углерода была произведена в монокристаллические пластины Si ориентации (100) размером 7×7×0,3 мм³ и удельным сопротивлением 4–5 Ом·см [10, 11]. Для предотвращения разогрева образца (20–25°C) плотность ионного тока не превышала 3 мкА/см².

Для получения однородных слоев SiC_{0,7} ($N_C/N_{Si} = 0,7$) с прямоугольным профилем распределения атомов C в Si имплантация ионов углерода различных энергий и доз в кремний была осуществлена последовательно в порядке, как указано в Табл.1 [10]. Отжиг образцов был выполнен при температуре 1250°C в течение 30 мин в атмосфере Ar с незначительным содержанием O₂. Состав и структура пленки были исследованы методом ИК-спектроскопии с использованием ИК-спектрометра Nicolet iS-50 (Thermo Scientific, USA). Были определены параметры пленки методом рентгеновской рефлектометрии при малых углах скольжения θ путем регистрации угловой зависимости коэффициента отражения с использованием двух спектральных линий CuK _{α} (0.154 нм) и CuK _{β} (0.139 нм) на установке “Complexray C6”. Селекция спектральных линий CuK _{α} и CuK _{β} из полихроматического спектра осуществлялась с помощью полупрозрачного и объемного монохроматоров из пиролитического графита с углом мозаичности 0,5° [12, 13].

Таблица 1 - Величины энергии E и дозы D ионов ¹²C⁺ в Si, использованных для формирования слоев SiC_{0,7}

E , кэВ	40	20	10	5	3
$D(\text{SiC}_{0,7})$, 10 ¹⁷ см ⁻²	2,80	0,96	0,495	0,165	0,115

Результаты

На рис.1 приведен ИК-спектр поглощения синтезированного слоя SiC_{0,7} после ионной имплантации. Имеющееся программное обеспечение к установке Nicolet iS-50 позволяет осуществить математическое разложение ИК-спектра поглощения и представить его как

сумму 12 компонент спектра. При этом были определены положение, площадь и амплитуда каждой компоненты.

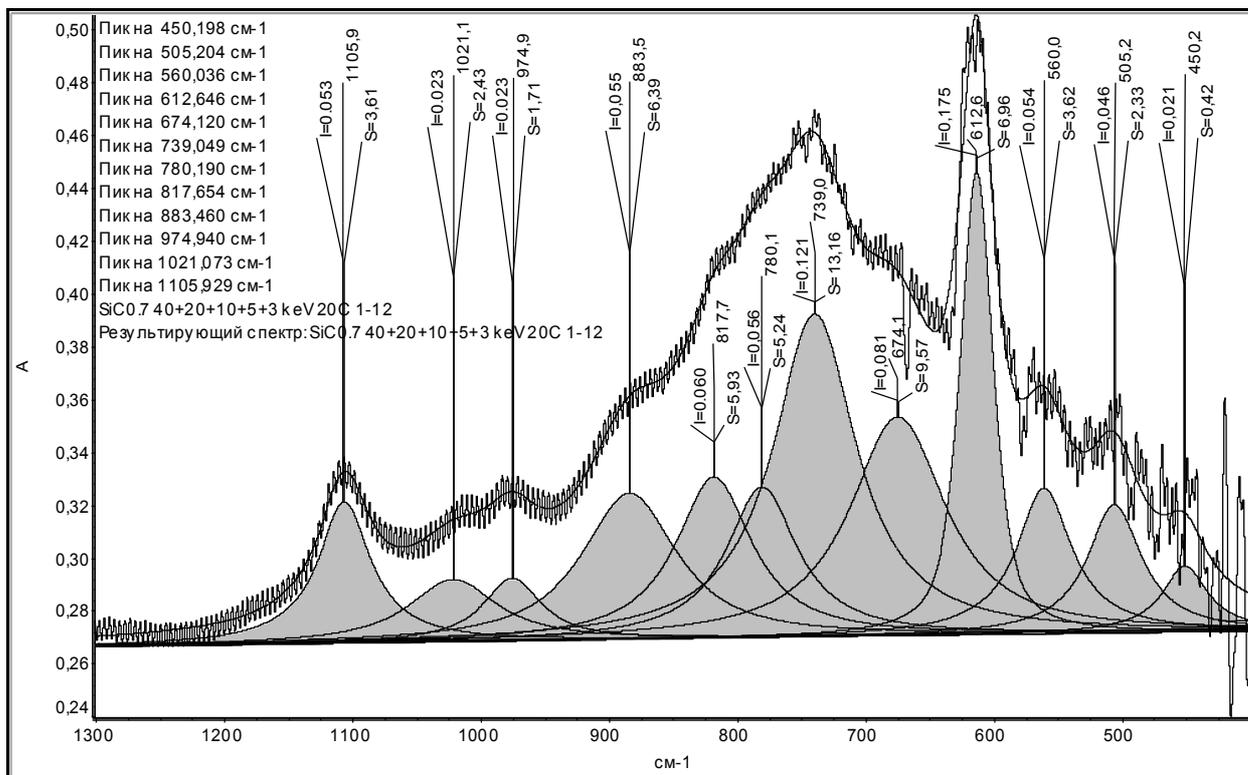


Рисунок 1 – Математическое разложение ИК-спектра поглощения слоя SiC_{0,7}, синтезированного методом ионной имплантации

На рисунке 1 видно, что имеется компонента с максимумом пика при 1105,9 см⁻¹, отражающая присутствие междоузельного кислорода в исследуемом образце [14]. Как было показано в [15], эта полоса поглощения окисла является суммой четырех профилей, обусловленных поперечными валентными колебаниями мостикового кислорода, входящего в состав таких молекулярных комплексов, как SiOSi₃, SiO₂Si₂, SiO₃Si, SiO₄, SiOSi₃, SiO₂Si₂. Положение максимума при 1105,9 см⁻¹ свидетельствует о превалировании в слое окисла комплексов SiO₄ (1100 см⁻¹).

Кроме того наблюдается компонента, характерная для углерода в положении замещения с максимумом при 612,6 см⁻¹, немного превышающем характерное значение 607 см⁻¹ [14]. Среди остальных 10 компонент следует отметить компоненту при 739 см⁻¹ с максимальной площадью 13,16 ед. и компоненту при 674,1 см⁻¹ (S=9,57 ед.), характерных для слабых удлиненных Si-C-связей аморфного карбида кремния, компоненту при 780 см⁻¹ (S=5,24 ед), характерную для Si-C-связей близких к тетраэдрической (794 см⁻¹)

кристаллического SiC, а также компоненту при $817,7 \text{ см}^{-1}$ ($S=5,93 \text{ ед.}$) и при $883,5 \text{ см}^{-1}$ ($S=6,39 \text{ ед.}$), характерных для укороченных Si-C-связей.

Наличие резкого перехода «пленка SiC – подложка Si» в случае высокодозовой имплантации ионов углерода в кремний, обусловленного уменьшением проективного пробега R_p и страгглинга ΔR_p , позволяет предположить, что можно провести измерения толщины и плотности пленки методом рентгеновской рефлектометрии. Этот метод используется, как правило, для осажденных пленок с очень резким переходом «пленка-подложка» и для ионно-имплантированных слоев обычно не применяется. Были исследованы параметры пленки $\text{SiC}_{0,7}$ этим методом при малых углах скольжения θ путем регистрации угловой зависимости коэффициента отражения с использованием двух спектральных линий CuK_α (0,154 нм) и CuK_β (0,139 нм) на установке “ComplexXRay C6”.

Были обнаружены осцилляции интенсивности, отнесенные к интерференции рентгеновских отражений в слоях $\text{SiC}_{0,7}$ и SiO_2 (рис. 2а). Первый максимум отражения с интенсивностью $I_1 = 93207$ импульсов наблюдается под углом $2\theta = 0,418^\circ$. Величина угла полного внешнего отражения была оценочно определена как угол, где интенсивность отражения приблизительно равна половине первого максимума $I = I_1/2 = 46603$ импульса, то есть $2\theta_c = 0,449^\circ$, или $\theta_c = 0,2245^\circ = 3,918 \text{ мрад}$. С помощью программы Henke [16] определено, что это значение θ_c соответствует плотности пленки $2,37 \text{ г/см}^3$, что близко к плотности кристобалита (SiO_2) $2,32 \text{ г/см}^3$. Далее, с увеличением угла падения интенсивность отражения снова увеличивается до $I_2 = 76831$ импульса, что указывает на наличие более плотной структуры. Дальнейшее падение интенсивности до значения 17298 импульсов ($I_2/2 = 38415$ импульсов) происходит при $2\theta_c = 0,486^\circ$, или $\theta_c = 0,243^\circ = 4,241 \text{ мрад}$, что соответствует плотности $2,77 \text{ г/см}^3$ и близко к плотности кварца ($2,65 \text{ г/см}^3$), либо $\text{SiC}_{0,5}$ ($2,77 \text{ г/см}^3$). Далее наблюдается повторный рост интенсивности до $I_3 = 34416$ импульсов (рис. 2а) и последующий непрерывный спад до появления осцилляций.

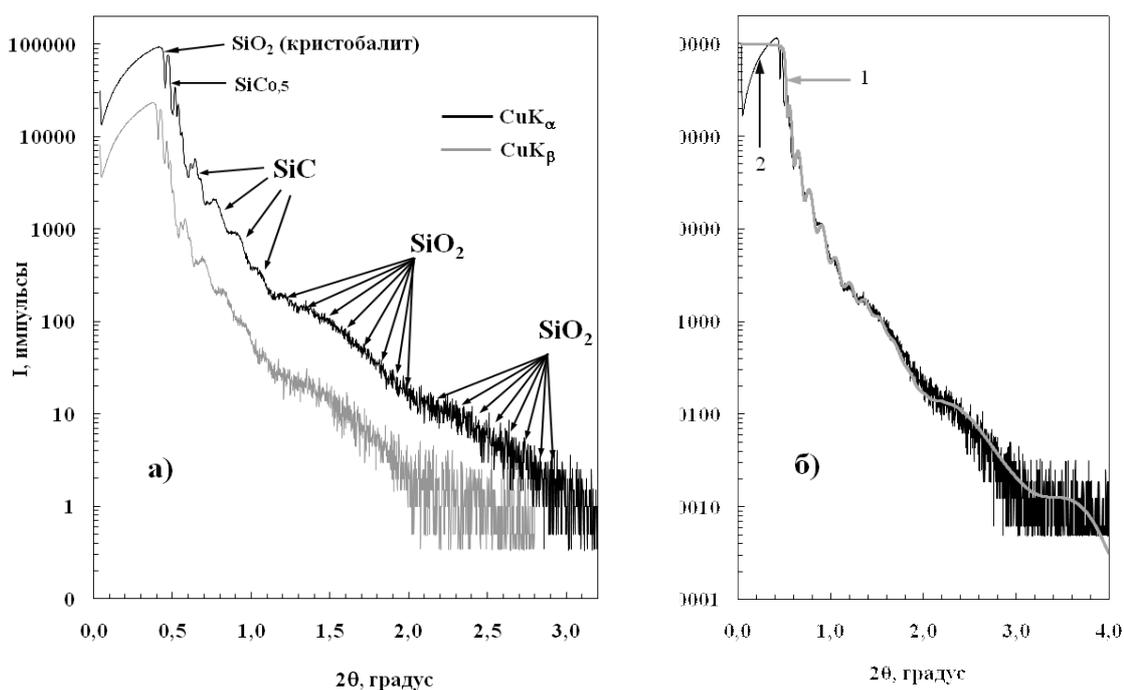


Рисунок 2 – Рентгеновская рефлектометрия с использованием двух спектральных линий CuK_α (0,154 нм)

и CuK_β (0,139 нм) (Complexray C6) параметров пленок $\text{SiC}_{0,7}$ после отжига при температуре 1250°C (а)

и моделирование с помощью программы Release [17] (б)

Моделирование с помощью программы Release [17] позволяет получить теоретическую кривую, близкую к экспериментальной (рис. 3а). Основные параметры системы, позволившей получить приемлемое совпадение экспериментальной и расчетной кривых, были следующие:

1) слой $\text{SiC}_{2,0}$ толщиной $d = 2.0$ нм, плотностью $\rho = 3,26$ г/см³ и шероховатостью поверхности $\sigma = 0,44$ нм;

2) слой SiO_2 толщиной $d = 5.3$ нм, плотностью $\rho = 2.88$ г/см³ и шероховатостью границы раздела ($\text{SiC}_{2,0} - \text{SiO}_2$) $\sigma = 1.1$ нм;

3) слой $\text{SiC}_{0,8}$ толщиной $d = 1.5$ нм, плотностью $\rho = 3.03$ г/см³ и шероховатостью границы раздела ($\text{SiO}_2 - \text{SiC}_{0,8}$) $\sigma = 0$ нм;

4) слой $\text{SiC}_{0,6}$ толщиной $d = 43.7$ нм, плотностью $\rho = 2.85$ г/см³ и шероховатостью границы раздела ($\text{SiC}_{0,8} - \text{SiC}_{0,6}$) $\sigma = 0$ нм;

5) подложка кремния плотностью $\rho = 2,33$ г/см³ и шероховатостью поверхности $\sigma = 1.8$ нм.

Общая толщина слоя оказалась 52.5 нм, что меньше ожидаемой. Это может быть обусловлено эффектом распыления при высокодозовой имплантации углерода в кремний и требует анализа.

Выводы

Методами инфракрасной спектроскопии и рентгеновской рефлектометрии исследованы характеристики пленки $\text{SiC}_{0,7}$, синтезированной методом ионной имплантации. Выполнено математическое разложение ИК-спектра поглощения пленки. Определены площади 12 компонент спектра, включая: компоненты при 612,6 см⁻¹ (S=6,96 ед.) – углерод в положении замещения; 739 см⁻¹ (S=13,16 ед.) и 674,1 см⁻¹ (S=9,57 ед.) – слабые удлиненные Si–C-связи аморфного карбида кремния; 780 см⁻¹ (S=5,24 ед.) – близкие к тетраэдрической Si–C-связи (794 см⁻¹) кристаллического SiC; 817,7 см⁻¹ (S=5,93 ед.) и 883,5 см⁻¹ (S=6,39 ед.) – укороченные Si–C-связи.

Методом рентгеновской рефлектометрии обнаружены осцилляции интенсивности, отнесенные к интерференции рентгеновских отражений в слоях $\text{SiC}_{0,7}$ и SiO_2 .

Моделированием с помощью программы Release получена теоретическая кривая, близкая к экспериментальной. Кривая соответствует системе с основными параметрами:

1) слой $\text{SiC}_{2.0}$ толщиной $d = 2.0$ нм, плотностью $\rho = 3,26$ г/см³ и шероховатостью поверхности

$\sigma = 0,44$ нм; 2) слой SiO_2 ($d = 5.3$ нм, $\rho = 2.88$ г/см³, $\sigma_{(\text{SiC}_{2.0} - \text{SiO}_2)} = 1.1$ нм);

3) слой $\text{SiC}_{0.8}$ ($d = 1.5$ нм, $\rho = 3.03$ г/см³, $\sigma_{(\text{SiO}_2 - \text{SiC}_{0.8})} = 0$ нм); 4) слой $\text{SiC}_{0.6}$ ($d = 43.7$ нм, $\rho = 2.85$ г/см³, $\sigma_{(\text{SiC}_{0.8} - \text{SiC}_{0.6})} = 0$ нм); 5) подложка Si ($\rho = 2,33$ г/см³, $\sigma_{(\text{SiC}_{0.6} - \text{Si})} = 1.8$ нм).

ЛИТЕРАТУРА

1 Liao F., Girshick S.L., Mook W.M., Gerberich W.W., Zachariah M.R. Superhard nanocrystalline silicon carbide films // *Appl. Phys. Lett.* 2005. Vol. 86. P. 171913–171915.

2 Афанасьев А.В., Ильин В.А., Корляков А.В., Лебедев А.О., Лучинин В.В., Таиров Ю.М. Карбид кремния. Вклад СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Признание и перспективы // В кн. Физика и Технология микро- и наносистем. Под редакцией Лучинина В.В. и Малиновского В.В. Санкт-Петербург: Изд. "Русская коллекция". 2011. С. 50–86.

3 Oguri K., Sekigawa T. Heat resistant material and hot structure member both space shuttle, space shuttle, and method for producing heat resistant material for space shuttle // *United State Patent*. Sep.16, 2004. Pub. № US 2004/0180242 A1.

4 Yan H., Wang B., Song X.M., Tan L.W., Zhang S.J., Chen G.H., Wong S.P., Kwok R.W.M., Leo W.M.L. Study on SiC layers synthesized with carbon ion beam at low substrate temperature // *Diamond and related materials*. 2000. V. 9. P. 1795–1798.

5 Chen D., Wong S.P., Yang Sh., Mo D. Composition, structure and optical properties of SiC buried layer formed by high dose carbon implantation into Si using metal vapor vacuum arc ion source // *Thin Solid Films*. 2003. V. 426. P.1–7.

6 Liangdeng Y., Intarasiri S., Kamwanna T., Singkarat S. Ion beam synthesis and modification of silicon carbide // In book: Ion beam applications in surface and bulk modification of insulators. Austria, Vienna: IAEA-TECDOC-1607. 2008. P. 63–92.

7 Lindner J.K.N. High-dose carbon implantations into silicon: fundamental studies for new technological tricks // *Appl.Phys. A*. 2003. Vol. 77. P. 27–38.

8 Borders J.A., Picraux S.T., Beezhold W. Formation of SiC in silicon by ion implantation // *Appl.Phys.Lett.* 1971. V. 18. 11. P. 509–511.

9 Bayazitov R.M., Haibullin I.B., Batalov R.I., Nurutdinov R.M., Antonova L.Kh., Aksenov V.P., Mikhailova G.N. Structure and photoluminescent properties of SiC layers on Si, synthesized by pulsed ion-beam treatment // *Nucl. Instrum. and Meth. in Phys. Res. B*. 2003. V. 206. P. 984–988.

10 Nussupov K. Kh. and Beisenkhanov N.B. The Formation of Silicon Carbide in the SiC_x Layers (x = 0.03–1.4) Formed by Multiple Implantation of C Ions in Si // In book: Silicon Carbide - Materials, Processing and Applications in Electronic Devices. Moumita Mukherjee (Ed.). Chapter 4. Rijeka, Croatia: *InTech*. 2011. P. 69–114.

11 Нусупов К.Х., Бейсенханов Н.Б., Валитова И.В., Дмитриева Е.А., Жумагалиулы Д., Шиленко Е.А. Структурные исследования тонких слоев кремния, многократно имплантированных ионами углерода // *Физика твердого тела*. 2006. Т. 48. Вып.7. С. 1187–1200.

12 Touryanski A.G., Vinogradov A.V., Pirshin I.V. X-ray reflectometer // Patent no. 6041098. US Cl. 378-70. – Official Gazette March 21, 2000. – P. 2960.

13 Турьянский А., Герасименко Н., Пиршин И., Сенков В. Многофункциональный рентгеновский комплекс для исследования наноструктур // *Наноиндустрия*. 2009. 5. С. 40-45.

14 Бринкевич Д.И., Вабищевич Н.В., Просолович В.С. Формирование примесно-дефектных комплексов в кремнии, выращенном при наложении на расплав магнитных полей // *Вестник БГУ, серия 1*. – 2010. - №1. – С. 41-45.

15 Лисовский И.П., Индутный И.З., Гненный Б.Н., Литвин П.М., Мазунов Д.О., Оберемок А.С., Сопинский Н.В., Шепелявый П.Е. Фазово-структурные превращения в пленках SiO_x в процессе вакуумных термообработок // *Физика и техника полупроводников*. – 2003. – Т. 37, вып.1. – С. 98-103.

16 Henke B.L., Gullikson E.M., Davis J.C. // *Atomic Data and Nuclear Data Tables*. – 1993. – V.54, № 2. – (http://henke.lbl.gov/optical_constants/). – P. 181.

17 Апрельов С.А. Многоволновая рентгеновская рефлектометрия для анализа многокомпонентных пространственно упорядоченных структур // Автореф. канд. дисс., 2007. – 23 с.

REFERENCES

1 Liao F., Girshick S.L., Mook W.M., Gerberich W.W., Zachariah M.R. Superhard nanocrystalline silicon carbide films. *Appl. Phys. Lett.* **2005**. Vol. 86. P. 171913.

2 Afanas'ev A.V., Il'in V.A., Korlyakov A.V., Lebedev A.O., Luchinin V.V., Tairov Yu.M. Karbid kremniya. Vklad SPbGETU «LETI». Priznanie i perspektivy. V kn.: *Fizika i tekhnologiya mikro- i nanosistem. Pod redakciei Luchinina V.V. i Malinovskogo V.V. Sankt-Peterburg: Izd. "Russkaya kollekcija"*. **2011**. S. 50–86. (in Russ.).

3 Oguri K., Sekigawa T. Heat resistant material and hot structure member both space shuttle, space shuttle, and method for producing heat resistant material for space shuttle. *United State Patent. Sep.16, 2004. Pub. № US 2004/0180242 A1*.

4 Yan H., Wang B., Song X.M., Tan L.W., Zhang S.J., Chen G.H., Wong S.P., Kwok R.W.M., Leo W.M.L. Study on SiC layers synthesized with carbon ion beam at low substrate temperature. *Diamond and related materials*. **2000**. V. 9. P. 1795–1798.

5 Chen D., Wong S.P., Yang Sh., Mo D. Composition, structure and optical properties of SiC buried layer formed by high dose carbon implantation into Si using metal vapor vacuum arc ion source. *Thin Solid Films*. **2003**. V. 426. P.1–7.

6 Liangdeng Y., Intarasiri S., Kamwanna T., Singkarat S. Ion beam synthesis and modification of silicon carbide. In book: *Ion beam applications in surface and bulk modification of insulators. Austria, Vienna: IAEA-TECDOC-1607*. **2008**. P. 63–92.

7 Lindner J.K.N.. High-dose carbon implantations into silicon: fundamental studies for new technological tricks. *Appl.Phys. A*. **2003**. Vol. 77. P. 27-38.

8 Borders J.A., Picraux S.T., Beezhold W. Formation of SiC in silicon by ion implantation. *Appl.Phys.Lett.* **1971**. V. 18. 11. P. 509–511.

9 Bayazitov R.M., Haibullin I.B., Batalov R.I., Nurutdinov R.M., Antonova L.Kh., Aksenov V.P., Mikhailova G.N. Structure and photoluminescent properties of SiC layers on Si, synthesized by pulsed ion-beam treatment. *Nucl. Instrum. and Meth. in Phys. Res. B*. **2003**. V. 206. P. 984–988.

10 Nussupov K. Kh. and Beisenkhanov N.B. The Formation of Silicon Carbide in the SiC_x Layers (x = 0.03–1.4) Formed by Multiple Implantation of C Ions in Si. In book: *Silicon Carbide - Materials, Processing and Applications in Electronic Devices. Moumita Mukherjee (Ed.). Chapter 4. Rijeka, Croatia: InTech*. **2011**. P. 69-114.

11 Nussupov K.Kh., Beisenkhanov N.B., Valitova I.V., Dmitrieva E.A., Zhumagaliuly D., Shilenko E.A. Strukturnie issledovaniya tonkikh sloev kremniya, mnogokratno implantirovaniykh ionami ugleroda. *Fizika tverdogo tela*. **2006**. V.7.S.1187-1200. (in Russ).

12 Touryanski, A.G., Vinogradov, A.V., Pirshin, I.V. X-ray reflectometer. *Patent no. 6041098, US Cl. 378-70*. **2000**. *Official Gazette March 21, 2000*. p. 2960.

13 Touryanski A., Gerasimenko N., Pirshin I., Senkov V. Mnogofunktsionalnyii rentgenovskii reflektometr dlya issledovaniya nanostruktur. *Nanoindustriya*. **2009**. 5. pp. 40-45. (In Russ).

14 Brinkevich D.I., Vabishevich N.V., Prosolovich V.S. Formirovanie primesno-defektnykh kompleksov v kremnii, vyrashennom pri nalozhenii na rasplav magnitnykh poleii. *Vestnik BGU*. **2010**. Ser. I. №1. S. 41-45 (in Russ).

15 Lisovskii I.P., Indutnii I.Z., Gnennii B.N., Litvin P.M., Mazunov D.O., Oberemok A.S., Sopinskii N.V., Shepeliavyyi P.E. Fazovo-strukturnye prevrasheniya v plenkakh SiO_x v processe vakuumnykh termoobrabotok. *Fizika i tekhnika poluprovodnikov*. **2003**. T.37. V.1. S.98-103. (In Russ).

16 Henke B.L., Gullikson E.M., Davis J.C. Atomic Data and Nuclear Data Tables. **1993**. V.54, № 2. (http://henke.lbl.gov/optical_constants/). P. 181.

17 Aprelov S.A. Mnogovolnovaya rentgenovskaya reflektometriya dlya analiza mnogokomponentnykh prostranstvenno uporyadochennykh struktur. *Aftoreferat kandidatskoi dissertatsii*. **2007**. 23 s. (in Russ).

Резюме

Бейсембетов И.Қ., Нүсіпов К.Х., Бейсенханов Н.Б.,

Жарықов С.Қ., Кенжалиев Б.К., Ахметов Т.К., Сейітов Б.Ж.

(Қазақстан-Британ техникалық университеті, Алматы қ.)

SI БЕТІНДЕГІ SiC ҚАБЫРШАҚТАРЫН ИНФРАҚЫЗЫЛ СПЕКТРОСКОПИЯ

ЖӘНЕ РЕНТГЕНДІК РЕФЛЕКТОМЕТРИЯ ӘДІСТЕРІ АРҚЫЛЫ ЗЕРТТЕУ

Жұмыста инфрақызыл спектроскопия және рентгендік рефлектометрия әдістері арқылы иондық имплантация әдісімен синтезделген SiC_{0,7} қабыршағының сипаттамалары зерттелген. Қабыршақтың ИҚ-жұтылу спектрін математикалық жіктеу жүзеге асырылған. Спектрдің 612,6 см⁻¹ (S=6,96 бірлік) - көміртегі орын басу жағдайында; 739 см⁻¹ (S=13,16 бірлік) және 674,1 см⁻¹ (S=9,57 бірлік) – аморфты кремний карбидінің ұзартылған әлсіз Si–C байланыстары; 780 см⁻¹ (S=5,24 бірлік) – кристалдық SiC–нің (794 см⁻¹) тетраэдрлік байланысқа жақын Si–C байланыстары; 817,7 см⁻¹ (S=5,93 бірлік) және 883,5 см⁻¹ (S=6,39 бірлік) – қысқартылған Si–C-байланыстар; компоненттерін қоса алғанда 12 компонентінің аудандары анықталған. Рентгендік рефлектометрия әдісімен SiC_{0,7} және SiO₂ қабаттарындағы рентгендік шағылулар интерференциясына жататын қарқындылық

осцилляциялары табылған. Release бағдарламасының көмегімен үлгілеу арқылы эксперименттік қисыққа жақын теориялық қисық алынған.

Тірек сөздер: кремний карбиді, иондық имплантация, құрылым, кристалдану.

Summary

*Beisembetov I.K., Nussupov K.KH., Beisenkhanov N.B.,
Zharikov S.K., Kenzhaliev B.K., Akhmetov T.K., Seitov B.ZH.*

(Kazakh-British Technical University, Almaty)

IR SPECTROSCOPY AND X-RAY REFLECTOMETRY OF SiC THIN FILMS ON Si

In this paper, the characteristics of SiC_{0.7} films synthesized by ion implantation were investigated using infrared spectroscopy and X-ray reflectometry. The mathematical decomposition of the infrared absorption spectrum of the film was performed. The areas of 12 spectral components were determined including: component at 612.6 cm⁻¹ (S = 6.96 un) is a local vibration (607 cm⁻¹) of substitutional carbon in a Si crystal lattice, 739 cm⁻¹ (S = 13.16 un) and 674.1 cm⁻¹ (S = 9.57 un) – elongated weak Si-C-bonds of amorphous silicon carbide, 780 cm⁻¹ (S = 5.24 un) – close to the tetrahedral Si-C-bonds (794 cm⁻¹) of crystalline SiC; 817.7 cm⁻¹ (S = 5.93 un), and 883.5 cm⁻¹ (S = 6.39 un) – shortened Si-C-bonds. Intensity oscillations attributed to the interference of X-ray reflections in the layers of SiC_{0.7} and SiO₂ were detected by X-ray reflectometry. Simulation using the Release program permits to obtain the theoretical curve, which is close to the experimental one.

Keywords: silicon carbide, ion implantation, structure, crystallization

Поступила 30.09.2013 г.