

## ПОЛУЧЕНИЕ И РЕНТГЕНОВСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$

© 2016 г. Г.Д. КАРДАШОВА<sup>1</sup>, Б.А. БИЛАЛОВ<sup>1</sup>, Н.Р. ЮНУСОВА<sup>3</sup>, Т.Н. ШАМХАЛОВА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Дагестанский государственный университет, г. Махачкала,

<sup>2</sup>Дагестанский государственный технический университет, Махачкала,

<sup>3</sup>Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва  
e-mail: gulya-ka11@yandex.ru, bil-bilal@yandex.ru, naida.yunusova1994@mail.ru

Тонкие пленки, и в особенности - наноструктурированные тонкие пленки, используются в самых разнообразных областях науки и техники, например, в качестве защитных покрытий, для преобразования солнечной энергии в электрическую, в сверхпроводниковых приборах, в интегральной и функциональной микро- и наноэлектронике, компьютерной технике, в медицине, фармакологии, и т.п. [1].

У исследователей, заинтересовавшихся в исследовании тонких пленок, имеется широкий выбор методов их изготовления. В общем случае, эти методы могут быть разбиты на два класса. Один класс объединяет методы, основанные на физическом испарении или распылении материала из источника (например, термическое испарение или ионное распыление) [2]. В другом классе собраны методы, основанные на использовании химических реакций. В данной работе была предпринята попытка совершить классификацию методов получения тонких пленок, основанную на таком принципе подразделения.



Рис. 1. Установка электронно-лучевого нагрева УВН – РЭ.

После рассмотрения различных методов получения тонких пленок сделан вывод, что нет оптимального выбора метода получения тонких пленок. Выбор метода зависит от типа требуемой пленки, от ограничений в выборе подложек и часто, особенно в случае многократного осаждения, от общей совместимости различных процессов, протекающих при применении этого метода [4].

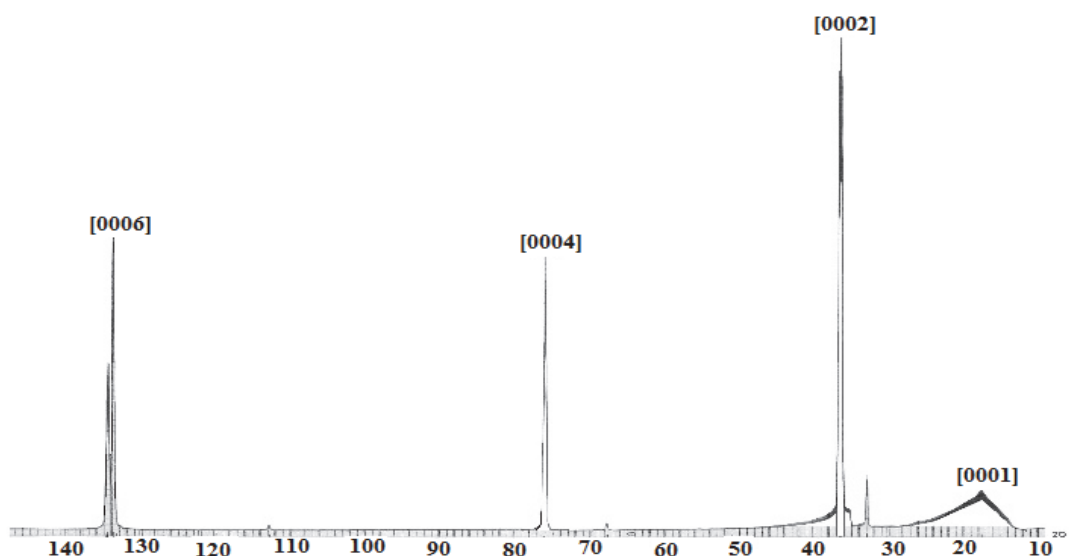


Рис. 2. Дифрактограмма образца  $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$  с  $x = 0,03$ .

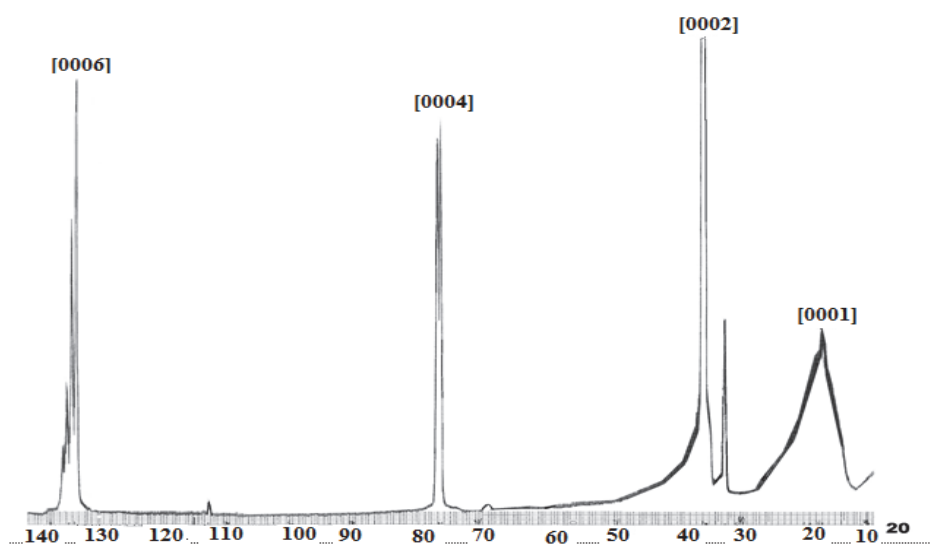


Рис. 3. Дифрактограмма образца  $(\text{SiC})_{1-x}(\text{AlN})_x$  с  $x = 0,075$ .

Одной из главных проблем при получении карбида кремния и твердых растворов на его основе является проблема получения высоких температур, при которых начинается испарение карбида кремния и других составляющих твердых растворов. Эта температура доходит до 2500 – 3000 °С. Проблема заключается в поиске материала, в котором находилась бы шихта для последующего испарения. Этот материал должен выдерживать огромные температуры, не расплавляясь и не испаряясь при этом [4]. Для этих целей чаще всего используют тигли из высокоплотных марок графита. Однако, при росте SiC на подложках карбида кремния, происходит пассивация подложки атомами углерода, поскольку диссоциативное разложение карбида кремния становится заметным уже при 800 °С, а при 1400 °С образование на поверхности SiC монослоя углерода происходит за время порядка 1 минуты. Кардинальное решение проблемы получения высоких температур, высокотемпературного тигля, освобождения от углерода удастся получить, применив метод электронно-лучевого нагрева. Причем этим методом мы предлагаем нагревать как шихту для испарения, так и саму подложку карбида кремния для нанесения на неё пленок карбида кремния и твердых растворов на её основе.

Для этого:

1. Использована установка электронно-лучевого нагрева УВН – РЭ (рис. 1). Спроектировано и изготовлено устройство для нагрева подложек до 2000<sup>0</sup>С, в основе, которой лежит подогрев электронным пучком.

2. Разработан способ получения и экспериментально определены оптимальные условия выращивания карбида кремния и эпитаксиальных слоев твердых растворов (SiC)<sub>1-x</sub>(AlN)<sub>x</sub> электронно-лучевым испарением из поликристаллических спеков (SiC) - (AlN) с различным соотношением компонентов для получения растворов разных составов.

3. Получены эпитаксиальные слои SiC и твердых растворов на его основе достаточно высокого качества. Совершенство полученных пленок и их монокристалличность подтверждена рентгеновскими дифрактограммами (рис. 2, 3).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Петухов В.Ю., Гумаров Г.Г.* Ионно-лучевые методы получения тонких пленок. // Учебно-методическое пособие для студентов физического факультета. - Издание 2-е, исправленное и дополненное. Казань. 2010. 87 с.
2. *Лапшинов Б.А.* Нанесение тонких пленок методом вакуумного термического испарения. // Метод указания к лабораторной работе по дисциплинам «Технология материалов и изделий электронной техники» и «Технология создания технических систем». Моск. гос. ин-т электроники и математики. - М., 2006. 30с
3. *Антоненко С.В.* Технология тонких пленок: Учебное пособие. - М.: МИФИ, 2008. 104 с.
4. *Лебедев А.А.* Параметры глубоких центров в карбиде кремния. //Физика и техника полупроводников. – 1999. Т33, вып. 2, с. 129–155.