

- [1] O s t e r b e r g U., M a r g u l i s W. // Opt. Lett. 1986. V. 11. P. 516.
- [2] S t o l e n R.H., T o m H. // Opt. Lett. 1987. V. 12. P. 585.
- [3] Б а р а н о в а Н.Б., З е л ь д о в и ч Б.Я. // Письма в ЖЭТФ. 1987. Т. 45. С. 717.
- [4] F a r r i e s M.C., R u s s e l l P.Sn.J., F e r m a n V.T., P a y n e D.N. // Electronics Lett. 1987. V. 23. P. 332.
- [5] А х м а н о в С.А., В и с л о у х В.А., Ч и р к и н А.С. Оптика фелтосекундных импульсов. Наука. 1988.

Поступило в Редакцию
1 июля 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 4

26 февраля 1991 г.

06.2;12

© 1991

ЛОКАЛЬНАЯ ЭПИТАКСИЯ КАРБИДА КРЕМНИЯ ИЗ ЖИДКОЙ ФАЗЫ

В.А. Д м и т р и е в, Л.Б. Е л ф и м о в,
Н.Д. И л ь и н с к а я, С.В. Р е н д а к о в а

Изготовление полупроводниковых приборов часто включает создание на поверхности приборных структур локальных областей полупроводника, свойства которых отличны от свойств остального материала: локальная диффузия, ионная имплантация. Для карбида кремния основным методом создания приборных структур является эпитаксия. Поэтому большое значение имеет разработка локальной эпитаксии SiC.

Известны успешные попытки вырастить локальные эпитаксиальные структуры карбида кремния из газовой фазы методом сублимации [1, 2] и методом газотранспортных реакций [3]. В меньшей степени исследован локальный рост SiC из жидкой фазы, несмотря на то, что жидкофазная эпитаксия карбида кремния широко используется для изготовления приборных структур. Нам известна единственная работа [4], в которой рассмотрена локальная эпитаксия SiC из жидкой фазы. В этой работе использован метод зонной плавки в температурном градиенте. Для выращивания локальных областей карбида кремния авторы [4] применили методику микропрофилирования источника, при которой вся поверхность подложки

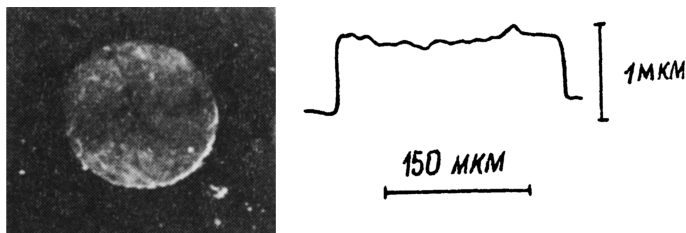


Рис. 1. Фотография и профиль поверхности локальной эпитаксиальной структуры, выращенной из расплава $Ga - Al - Si$, диаметр 300 мкм.

контактирует с раствором-расплавом. При этом, вообще говоря, возможен неконтролируемый рост эпитаксиального слоя на участках поверхности подложки, где формирование локальных структур не требуется.

В настоящем письме мы сообщаем о разработке метода локальной жидкофазной эпитаксии SiC с использованием защитной маски. Метод обеспечивает эпитаксиальный рост только на требуемых участках поверхности подложки.

Для традиционных/способов жидкофазной эпитаксии SiC [5-7], требующих температур ~ 1600 °С, применение защитной маски в процессе роста является проблематичным. Нами разработан метод низкотемпературной жидкофазной эпитаксии (НТЖЭ) SiC [8, 9], который позволил вырастить эпитаксиальные пленки и р-п переходы при рекордно низких для карбида кремния температурах ~ 1200 °С. Метод НТЖЭ мы и использовали для локальной эпитаксии SiC .

Подложками служили монокристаллические пластины SiC -6Н. Эпитаксию проводили на грани (0001) Si . В качестве маскирующего покрытия использовали пленку углерода, которую формировали по методике [10]. С помощью фотолитографии в пленке вскрывали окна различной конфигурации (круглые, прямоугольные) с линейными размерами 50-200 мкм.

Выращивание эпитаксиальных слоев проводили по описанной ранее методике НТЖЭ [8] на установке с высокочастотным нагревом в вертикальном кварцевом реакторе с водохлаждаемыми стенками. Использовали графитовый тигель с ячейками для расплавов. Рост проводили в поле температурного градиента ~ 30 град/см. В качестве растворителя использовали расплавы $Ga - Al - Si$, $Ge - Al - Si$ и $Ge - Si$. После эпитаксии маску удаляли.

В результате были выращены локальные структуры карбида кремния п- и р-типов проводимости толщиной 0.1-2.5 мкм (рис. 1). Скорость роста составляла 0.1-1 мкм/ч. Эти значения в 4-5 раз больше, чем значения скорости роста сплошного эпитаксиального слоя SiC в аналогичных условиях. Увеличение скорости роста при локальной эпитаксии в нашем случае существенно, т.к. ранее малые скорости роста при НТЖЭ затрудняли выращивание слоев карбида кремния толщиной более 1 мкм.

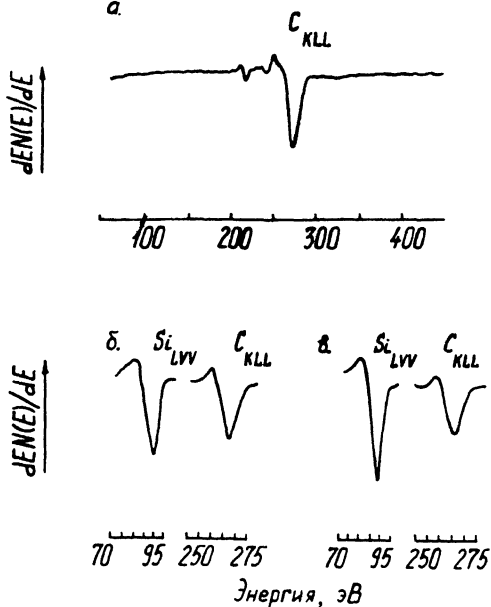


Рис. 2. Оже-спектр поверхности: а - углеродная маска до эпитаксии, б - маска после эпитаксии, в - локально выращенный слой карбида кремния.

Изучение геометрии выращенных структур показало, что при взаимодействии образца с жидкой фазой нарушения топологического рисунка маски не происходит. Форма выращенных структур воспроизводит геометрическую форму окон маски. Ростовая поверхность параллельна плоскости подложки (рис. 1). Боковая поверхность расположена под углом 90° к плоскости подложки.

Методом рентгеновской топографии на отражение установлено, что селективно выращенные области - монокристаллические.

Проведено изучение образцов методом сканирующей Оже-спектроскопии. В составе маскирующего покрытия до эпитаксии не было обнаружено других элементов, кроме углерода. Форма Оже-пика углерода соответствует связи C-C (рис. 2, а). После контакта с жидкой фазой обнаружено изменение состава поверхности маски. Установлено наличие кремния (до 30% атомной концентрации) и появление связей Si-C (рис. 2, б). В областях, не закрытых маской, до и после эпитаксии наблюдается соотношение интенсивности Оже-пиков кремния и углерода, соответствующее карбиду кремния (рис. 2, в). После удаления маски спектр Оже-электронов по всей поверхности образца совпадает со спектром карбида кремния.

Таким образом, представленные результаты демонстрируют возможность локальной эпитаксии карбида кремния из жидкой фазы с использованием маскирующего покрытия.

Авторы выражают сердечную благодарность Я.В. Морозенко за полезное обсуждение работы, А.И. Дементьевой за проведение фотолитографии, А.М. Черному за рентгеновские измерения, И.Д. Коваленко за помощь в оформлении работы.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] И в а н о в Е.Г. // Известия ЛЭТИ. 1980. В. 263. С. 44-48.
- [2] L u c h i n i n V.V., T a i r o v Yu.M. Abstract 176th Meeting of the Electrochemical Society. Hollywood, Florida. 1989. 706 p.
- [3] N i s h i n o S., T a k a h a s h i K., I s i d a H., S a r a i e J. Abstract 3rd International Conference on Amorphous and Crystalline Silicon Carbide. Washington D.C. 1990. P. IV 2.
- [4] T a i r o v Yu.M., P e e v N.S., S m i r n o v a N.A. et all. // Cryst. Res. Technol. 1986. V. 21. N 5. P. 605-612.
- [5] M u n c h W.V., K u r z i n g e r W. // Solid State Electronics. 1978. V. 21. N 9. P. 1129-1132.
- [6] I k e d a M., H a y a s a w a T., V a m a g i v a S. et all. // J. Appl. Phys. 1979. V. 50. N 12. P. 8215-8225.
- [7] Д м и т р и е в В.А., И в а н о в П.А., К о р к и н И.В. и др. // Письма в ЖТФ. 1985. Т. 11. В. 4. С. 238-241.
- [8] Д м и т р и е в В.А., Р е н д а к о в а С.В., Ч е р н о в М.А. В кн.: Тез докл. VII Всес. конф. по процессам роста и синтеза полупроводниковых кристаллов и пленок. Новосибирск. 1986. Т. 2. С. 13-14.
- [9] Р е н д а к о в а С.В. В кн.: Тез. докл. III Всес. сов. „Физика и технология широкозонных полупроводников“. Махачкала. 1986. С. 32-34.
- [10] L i o n s A.M., W i l k i n s C.W., R o b b i n s M. // Thin Solid Films. 1983. V. 103. P. 333-341.

Физико-технический
институт им. А.Ф. Иоффе
АН СССР,
Ленинград

Поступило в Редакцию
13 декабря 1990 г.