

- [1] Агеев В.Н., Бурмистрова О.П., Кузнецов Ю.А. // УФН. 1989. Т. 158. В. 3. С. 389-416.
- [2] Агеев В.Н., Бурмистрова О.П., Магомедов А.М., Якшинский Б.В. // ФТТ. 1990. Т. 32. В. 3. С. 801-809.
- [3] Ageev V.N., Burmistrova O.P., Magomedov A.M., Yakshinskiy B.V. // Surf.Sci. 1990. V. 230. P. 295-298.
- [4] Агеев В.Н., Магомедов А.М., Якшинский Б.В. // ФТТ. 1991. Т. 33. В. 1. С. 158-165.
- [5] Агеев В.Н., Джалилов С.Т., Ионов Н.И., Потехина Н.Д. // ЖТФ. 1976. Т. 46. В. 5. С. 1019-1029.
- [6] Агеев В.Н., Афанасьева Е.Ю., Галль Н.Р., Михайлов С.Н., Рутьков Е.В., Тонтегоде А.Я. // Поверхность. 1987. В. 5. С. 7-14.
- [7] Агеев В.Н., Гомоюнова М.В., Пронин И.И., Хорунжий С.В. // Поверхность. 1988. В. 5. С. 57-63.
- [8] Ageev V.N., Burmistrova O.P., Yakshinskiy B.V. // Surf. Sci. 1988. V. 194. P. 101-114.

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

Поступило в Редакцию
18 октября 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 4

19 февраля 1991 г.

06.2;12

© 1991

ЛЕГИРОВАНИЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ АЗОТОМ ПРИ БЕСКОНТЕЙНЕРНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ЭПИТАКСИИ

В.А. Д м и т р и е в, А.Е. Ч е р е н к о в

Метод бесконтейнерной жидкостной эпитаксии (БЖЭ) был предложен для выращивания карбидкремниевых р-п структур [1]. В этом методе раствор-расплав находится во взвешенном состоянии в ВЧ электромагнитном поле, что исключает контакт раствора-расплава и какого-либо контейнера. Метод был успешно применен для изготовления р-п структур ряда новых полупроводниковых приборов на основе карбида кремния, в том числе первого SiC-динистора и диодетового светодиода [2, 3]. Однако до последнего

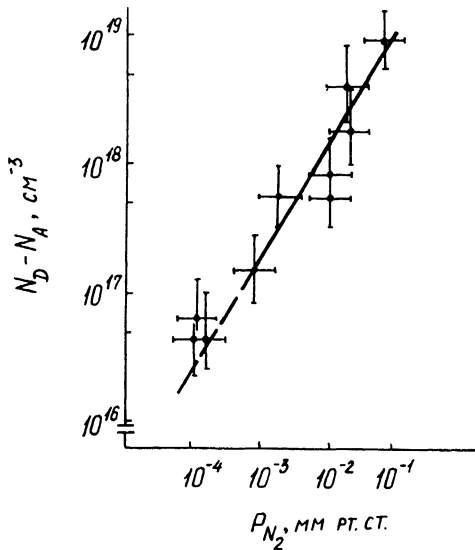


Рис. 1. Зависимость концентрации нескомпенсированной донорной примеси $N_D - N_A$ в эпитаксиальных слоях от давления азота в реакторе.

времени отсутствовала методика управляемого легирования SiC донорной примесью при БЖЭ. Настоящее сообщение посвящено методике легирования эпитаксиальных слоев карбида кремния азотом (азот — основной донор в SiC) при БЖЭ.

Эпитаксию проводили на установке, описанной в [4]. В качестве растворителя использовали кремний с удельным сопротивлением $\sim 100 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ (300 К). Подложками служили монокристаллы SiC — 6Н п-типа проводимости, выращенные по методу Лели. Слой выращивали на грани (0001) Si . Эпитаксиальный рост приводили при пониженном давлении газа (He) в реакторе. Система откачки обеспечивала минимальное значение давления остаточной атмосферы в реакторе во время эпитаксии $\sim 1 \cdot 10^{-4}$ мм рт.ст. Выращенные при этом давлении слои SiC были п-типа проводимости и имели концентрацию $N_D - N_A = (3-6) \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$.

Легирование эпитаксиальных слоев донорной примесью проводили путем напуска газообразного азота в реактор во время проведения БЖЭ. Давление азота в реакторе варьировали в различных процессах эпитаксии от $5 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ мм рт.ст.

Концентрацию $N_D - N_A$ в выращенных слоях определяли по вольт-фарадным характеристикам (ВФХ). Измерения ВФХ выполняли как на барьерах Шоттки, напыленных на поверхность эпитаксиального слоя, так и с использованием р-п переходов. Р-п переходы фор-

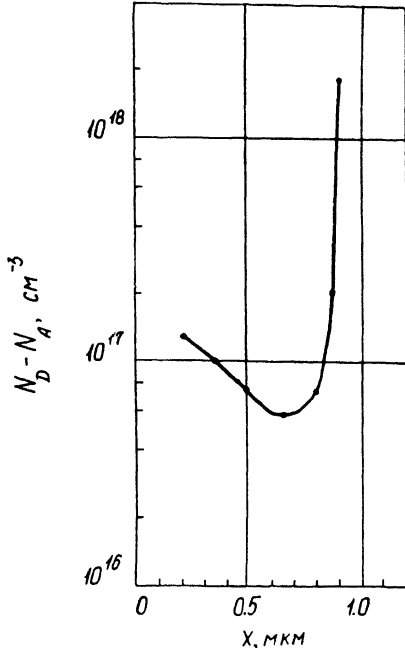


Рис. 2. Профиль распределения концентрации $N_D - N_A$ по толщине эпитаксиального слоя, полученный путем изменения давления азота в реакторе во время эпитаксии. Точка $x = 0$ соответствует поверхности эпитаксиального слоя.

мировали путем выращивания на исследуемом p -слое следующего p^+ -слоя, легированного алюминием.

Проведенные измерения показали, что концентрация $N_D - N_A$ в слоях, легированных азотом, изменяется в пределах $8 \cdot 10^{16} - 1 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ при изменении давления азота в реакторе от 5×10^{-4} до $1 \cdot 10^{-1}$ мм рт.ст. (рис. 1). Изменение давления азота в реакторе непосредственно во время эпитаксиального роста позволило впервые вырастить слой карбида кремния с управляемым профилем легирования (рис. 2). Существенно, что уменьшение давления азота в реакторе приводит к очистке раствора-расплава и, соответственно, к снижению концентрации $N_D - N_A$ в эпитаксиальных слоях. Это позволяет в одном эпитаксиальном процессе выращивать последовательно p^+ -слой, а затем p -слой. В целом, управление профилем легирования эпитаксиальных слоев может быть использовано при изготовлении ряда SiC приборов, в частности, полевых транзисторов с модулированным легированием p -канала.

Авторы выражают сердечную благодарность П.А. Иванову, Д.А. Плоткину и К.В. Василевскому за проведение $C-V$ измерений, Т.П. Самсоновой, А.Л. Сыркину, М.Г. Растегаевой, И.Д. Коваленко за помощь в изготовлении образцов, Я.В. Морозенко за полезное обсуждение работы.

- [1] Дмитриев В.А., Иванов П.А., Коркин И.В. и др. // Письма в ЖТФ. 1985. Т. 11. В. 4. С. 238-241.
- [2] Dmitriev V.A., Levinshtein M.E., Vainshtein S.N., Shelokov V.E. // Electronics Letters. 1988. V. 24. N 16. P. 1031-1033.
- [3] Дмитриев В.А., Коган Л.М., Морозенко Я.В. и др. // ФТП, 1989. Т. 23. В. 1. С. 39-43.
- [4] Дмитриев В.А., Попов И.В., Челноков В.Е. В кн.: Процессы роста полупроводниковых кристаллов и пленок. Тез. докл., Новосибирск, 1988. С. 74-81.

Поступило в Редакцию
13 декабря 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 4

26 февраля 1991 г.

01; 06.3; 07

© 1991

МОДУЛЯЦИОННАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ В ОПТИЧЕСКИ БИСТАБИЛЬНОЙ СРЕДЕ

Х.В. Н е р к а р а р я н

Недавно было обнаружено, что в средах, где при увеличении входной интенсивности возрастает коэффициент поглощения, наблюдается явление безрезонаторной оптической бистабильности [1, 2]. В этих условиях при заданном значении входной интенсивности среда может находиться в двух устойчивых состояниях, один из которых характеризуется относительно слабым, а другой – сильным поглощением излучения. В настоящей работе будет показано, что из-за особенностей граничных условий на поверхности раздела между линейной и нелинейной средами может возникнуть ситуация, когда ни одно из указанных устойчивых состояний не реализуется. Тогда входящая в среду волна находится в неустойчивом состоянии, в результате чего излучение модулируется.

В оптически бистабильной среде нарастание коэффициента поглощения может быть обусловлено увеличением либо температуры образца, либо концентрации взаимодействующих квазичастиц. Для определенности здесь мы будем рассматривать вторую из указанных ситуаций, которую можно описать с помощью следующей системы уравнений: