



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2010149457/02, 29.05.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
29.05.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
04.06.2008 US 61/058,660

(43) Дата публикации заявки: 20.07.2012 Бюл. № 20

(45) Опубликовано: 20.06.2014 Бюл. № 17

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 7064073 B1, 20.01.2006. US 5248385 A, 28.09.1993. WO 2006024572 A1, 09.03.2006. RU 2162117 C2, 20.01.2001

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 11.01.2011

(86) Заявка РСТ:  
US 2009/045551 (29.05.2009)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2009/148930 (10.12.2009)

Адрес для переписки:

119019, Москва, Гоголевский бульвар, 11, этаж  
3, "Гоулингз Интернэшнл Инк.", В.А. Клюкину

(72) Автор(ы):

**ЛОБОДА,Марк (US)**

(73) Патентообладатель(и):

**ДОУ КОРНИНГ КОРПОРЕЙШН (US)**

**(54) СПОСОБ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКА И ПОЛУПРОВОДНИКОВОЕ УСТРОЙСТВО**

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к полупроводниковым материалам. Способ (вариант 1) включает обеспечение реакционной камеры, обеспечение полупроводниковой подложки, обеспечение прекурсорного газа или газов, выполнение эпитаксиального CVD выращивания легированного полупроводникового материала на подложке в реакционной камере для формирования первого слоя, продувку реакционной камеры газовой смесью, включающей водород и газ, содержащий галоген, с обеспечением уменьшения эффекта памяти легирующей примеси без удаления сопутствующего осажденного слоя из зоны

реакции и выполнение эпитаксиального CVD выращивания легированного полупроводникового материала на указанной подложке в реакционной камере для формирования второго слоя. Полупроводниковое устройство содержит полупроводниковый материал, полученный упомянутым способом. Способ (вариант 2) включает введение новой полупроводниковой подложки в указанную реакционную камеру после выполнения указанного процесса продувки и выполнение эпитаксиального CVD выращивания легированного полупроводникового материала на указанной новой полупроводниковой

подложке. Обеспечивается воспроизводимость электрических свойств при выращивании

полупроводниковых материалов. 3 н. и 10 з.п. ф-лы, 3 ил., 1 табл., 1 пр.

R U 2 5 2 0 2 8 3 C 2

R U 2 5 2 0 2 8 3 C 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*C23C 16/44* (2006.01)  
*H01L 21/205* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2010149457/02, 29.05.2009**  
 (24) Effective date for property rights:  
**29.05.2009**  
 Priority:  
 (30) Convention priority:  
**04.06.2008 US 61/058,660**  
 (43) Application published: **20.07.2012** Bull. № 20  
 (45) Date of publication: **20.06.2014** Bull. № 17  
 (85) Commencement of national phase: **11.01.2011**  
 (86) PCT application:  
**US 2009/045551 (29.05.2009)**  
 (87) PCT publication:  
**WO 2009/148930 (10.12.2009)**  
 Mail address:  
**119019, Moskva, Gogolevskij bul'var, 11, ehtazh 3,**  
**"Goulingz Internehshnl Ink.", V.A. Kljukinu**

(72) Inventor(s):  
**LOBODA,Mark (US)**  
 (73) Proprietor(s):  
**DOU KORNING KORPOREJShN (US)**

(54) **SEMICONDUCTOR GROWING METHOD AND SEMICONDUCTOR DEVICE**

(57) Abstract:  
 FIELD: electricity.  
 SUBSTANCE: group of inventions is related to semiconductor materials. A method (version 1) includes provision of a reaction chamber, a semiconductor substrate, a precursor gas or precursor gases, epitaxial CVD growing of a doped semiconductor material at the substrate in the reaction chamber in order to form the first layer, blowing of the reaction chamber with a gas mixture including hydrogen and halogen-containing gas with reduction of dopant memory effect without removal of the respective precipitated layer from the reaction zone and epitaxial CVD growing of the doped

semiconductor material at the above substrate in the reaction chamber in order to form the second layer. The semiconductor device contains the semiconductor material received by the above method. The method (version 2) includes introduction of a new semiconductor substrate in the above reaction chamber after the above blowing process and epitaxial CVD growing of the doped semiconductor material at the above new semiconductor substrate.

EFFECT: reproducibility of electrical properties during growing of semiconductor materials.

13 cl, 3 dwg, 1 tbl, 1 ex

RU 2 520 283 C 2

RU 2 520 283 C 2

Настоящее изобретение относится к способу уменьшения эффектов памяти во время эпитаксиального выращивания полупроводниковых материалов, и более конкретно, к способу химического осаждения из газовой фазы (CVD), в котором используется газовая смесь для очистки реакционной камеры между реакциями эпитаксиального выращивания и для обеспечения улучшенной воспроизводимости электрических свойств полупроводника.

Эпитаксия обычно используется в полупроводниковой промышленности, и особенно при изготовлении основанных на кремнии полупроводниковых материалов. При эпитаксии с химическим осаждением из газовой фазы (CVD), как правило, используется процесс, который включает транспорт газа-прекурсора в камеру выращивания или реакционную камеру, которая содержит подложку (выбранная подложка определяет кристаллическую структуру полученной CVD пленки), нанесение/адсорбцию реагентов на поверхность подложки, и десорбцию побочных продуктов, которые удаляются через выпускную трубу. Кроме того, эпитаксиальный слой может быть смешан с примесями во время процесса выращивания, чтобы управлять электрическими свойствами слоя. Полупроводниковые устройства на основе карбида кремния (SiC) могут быть последовательно легированы слоями примеси n- и p- SiC, эпитаксиально выращенными на подложке SiC. Типы и концентрации легирующей примеси часто обозначаются символами "n" или "p", применительно к примесям, которые генерируют электроны или дырки, соответственно, и сопровождаемые знакам "+" или "-", которые относятся к высоким и низким концентрациям легирующей примеси, соответственно. Высокие концентрации, как правило, лежат в пределах от  $5 \times 10^{17} \text{ см}^{-3}$  до  $1 \times 10^{20} \text{ см}^{-3}$ , в то время как низкие концентрации от  $5 \times 10^{13} \text{ см}^{-3}$  до  $5 \times 10^{17} \text{ см}^{-3}$ . Типичные легирующие примеси, используемые в процессах SiC, Si или SiGe CVD, включают бор (прекурсорный газ  $\text{B}_2\text{H}_6$  или  $\text{BCl}_3$ ), фосфор (прекурсорный газ  $\text{PH}_3$  или  $(\text{CH}_3)_3\text{P}$ ) и алюминий (прекурсорный газ  $(\text{CH}_3)_3\text{Al}$  и мышьяк ( $\text{AsH}_3$ )).

Типичные прекурсорные газы CVD для процессов SiC включают силаны ( $\text{R}_x\text{SiH}_{(4-x)}$  или  $\text{R}_x\text{SiCl}_{(4-x)}$ , где R может быть водородом или углеводородом), и углеводороды ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ). Типичные прекурсорные газы для кремниевых процессов CVD-силаны ( $\text{H}_x\text{SiH}_{(4-x)}$  или  $\text{H}_x\text{SiCl}_{(4-x)}$ ).

Типичные газы легирующей примеси, используемые в процессах GaAs CVD, являются силанами ( $\text{H}_x\text{SiH}_{(4-x)}$  или  $\text{H}_x\text{SiCl}_{(4-x)}$ ), органо-цинковыми составами или газами, содержащими углерод ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CCl}_4$ ), и типичные прекурсорные газы представляют собой триметилгаллий и арсин.

Типичные газообразные легирующие примеси, используемые в процессе GaN CVD, являются силанами ( $\text{H}_x\text{SiH}_{(4-x)}$  или  $\text{H}_x\text{SiCl}_{(4-x)}$ ), органо-магний или газами, содержащими углерод ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CCl}_4$ ), и типичные прекурсорные газы представляют собой триметилгаллий, азот и/или аммиак.

Однако при реакции выращивания, частично реагирующие прекурсорные газы и/или газы, используемые как легирующие примеси могут быть временно захвачены в зоне низкого расхода или в пористых материалах в реакционной камере. Кроме того, на стенках реакционной ячейки могут сформироваться дополнительные отложения, содержащие легирующую примесь. Скрытое освобождение и/или испарение частично реагировавших прекурсоров и дополнительных отложений могут привести к невоспроизводимости электрических свойств эпитаксиального слоя. Это явление обычно

упоминается как "эффекты памяти". Например, когда используется легирующая примесь триметилалюминий (ТМАИ), чтобы вырастить карбид кремния р-типа, это явление может распространиться в материалы графита, включающие зону реакции вакуумной камеры CVD. На стенках реакционной ячейки также формируется карбид кремния, содержащий алюминий. Циклический режим процесса в реакционной камере с течением времени испаряет отложения и перемещает "захваченный" алюминиевую легирующую примесь в зону реакции, где она затем вводится в сформированный эпитаксиальный слой. Это нежелательно там, где недавно сформированная пленка с примесями представляет собой пленку n-типа, поскольку остаточные примеси р-типа от дополнительного отложения карбида кремния также будут вносить примеси в карбид кремния, эффективно нейтрализуя электрический эффект легирующей примеси n-типа, т.е. камера "запомнила" предыдущий процесс выращивания р-типа.

Поскольку трудно предсказать явления эффекта памяти и количество легирующей примеси ТМАИ, возвращающегося в процесс, эффект приводит к невоспроизводимости заданной концентрации примеси в эпитаксиальном слое.

Хотя механическая очистка или замена загрязненных частей основания CVD являются возможным решением, оно является дорогостоящим и не практичным для непрерывного многослойного выращивания структуры типа р+/р.

Были предприняты другие попытки минимизировать эффекты памяти в эпитаксии SiC. Например, после стадии эпитаксиального выращивания SiC р-типа, камера может быть покрыта компонентом SiC n-типа низкой концентрации. См. Bemd Thomas и др., "Advances in 4H-SiC Homoepitaxy for Production and Development of Power Devices," Mater. Res. Soc. Symp.Proc. Vol.911, 2006. Этот процесс формирует пленочное покрытие на участках зоны реакции, покрытой/пропитанной дополнительным карбидом кремния р-типа, и предотвращает перенос примесей р-типа в последующем процессе эпитаксии. Однако хотя этот способ уменьшает эффекты памяти, он является неэффективным и дорогостоящим, поскольку он может привести к преждевременному износу компонентов зоны реакции и раннему формированию чрезмерного количества загрязняющих частиц.

Соответственно, имеется потребность в создании способа уменьшения явлений памяти, которые происходят во время эпитаксии полупроводниковых материалов, которая обеспечивает успешное выращивание химического осаждения эпитаксиального слоя из паровой фазы структур полупроводниковых приборов (CVD-технология) с хорошей воспроизводимостью электрических свойств.

Примеры воплощения настоящего изобретения удовлетворяют эту потребность, обеспечивая способ уменьшения или устранения эффекта памяти, который может иметь место во время эпитаксиального выращивания, путем продувки реакционной камеры CVD между реакциями эпитаксиального выращивания, используя газовую смесь, включающую водород и газ, содержащий галоген. Этот способ эффективно извлекает остаточную легирующую примесь из реакционной камеры. Способ использовался для успешного выращивания основанных на кремниевой подложке структур, таких как эпитаксиальные структуры n+SiC/n-SiC/p+SiC с хорошей воспроизводимостью. Способ также может использоваться для улучшения воспроизводимости при эпитаксиальном росте полупроводниковых материалов включая SiC, GaN, GaAs и SiGe. Способ также может использоваться, чтобы улучшить воспроизводимость при эпитаксиальном выращивании полупроводниковых материалов включая SiC, GaN, GaAs и SiGe.

Согласно одной цели настоящего изобретения, обеспечивается способ уменьшения эффектов памяти во время эпитаксиального выращивания полупроводниковых материалов, который включает обеспечение реакционной камеры; обеспечение

полупроводниковой подложки, обеспечение прекурсорного газа или газов; выполнение эпитаксиального CVD выращивания легированного полупроводникового материала на подложке в реакционной камере для формирования первого слоя; продувку реакционной камеры газовой смесью, включающей водород и газ, содержащий галоген, и выполнение эпитаксиального CVD выращивания второго легированного полупроводникового материала на подложке в реакционной камере, чтобы сформировать второй слой.

Во время процесса продувки полупроводниковая подложка может оставаться в камере, или она может быть удалена до процесса продувки. Альтернативно, полупроводниковая подложка (с первым слоем на ней) может быть удалена до процесса продувки, и может быть обеспечена новая полупроводниковая подложка после процесса продувки для эпитаксиального выращивания второго слоя.

Реакционная камера продувается при температуре примерно от 450°C до 1800°C, более предпочтительно при температуре примерно от 1000°C до 1600°C или выше, и наиболее предпочтительно при температуре примерно от 1300°C до 1600°C.

Газ, содержащий галоген, может быть выбран из HCl, Cl<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub>, ClF<sub>3</sub> и HBr.

В другом примере воплощения изобретения способ включает обеспечение реакционной камеры; обеспечение полупроводниковой подложки, обеспечение прекурсорного газа или газов; выполнение эпитаксиального CVD выращивания слоя SiC, легированного донорной примесью, выполнение эпитаксиального CVD выращивания слоя SiC, легированного акцепторной примесью; удаление подложки со слоями на ней, продувку камеры газовой смесью, включающей водород и газ, содержащий галоген, возвращение подложки со слоями на ней обратно в камеру;

обеспечение прекурсорного газа или газов; выполнение эпитаксиального выращивания CVD слоя полупроводникового материала SiC, легированного донорной примесью, в реакционной камере и выполнение эпитаксиального выращивания CVD слоя полупроводникового материала, легированного слоем акцепторной примесью SiC в реакционной камере.

В другом примере воплощения изобретения способ включает обеспечение реакционной камеры; обеспечение полупроводниковой подложки, обеспечение прекурсорного газа или газов; выполнение эпитаксиального CVD выращивания первого слоя SiC, легированного акцепторной примесью, в реакционной камере; продувку реакционной камеры газовой смесью, включающей водород и газ, содержащий галоген, и выполнение эпитаксиального CVD выращивания второго слоя SiC, легированного акцепторной примесью, имеющий более низкую концентрацию легирующей примеси, чем первый легированный акцепторной примесью слой SiC.

Способы, описанные выше, могут быть применены к структурам SiC, GaAs, GaN или SiGe, содержащих два или несколько эпитаксиальных слоев. Способ также может быть применен к структурам, где подложка и эпитаксиальные слои включают, по существу, тот же самый материал (гомозитаксия) или различные материалы (гетерозитаксия). В примерах воплощения, где структура SiC подложки сформирована указанным способом, полупроводниковое устройство SiC может быть сформировано на подложке, содержащей выращенные эпитаксиальные слои по CVD-технологии.

Соответственно, целью настоящего изобретения является обеспечение способа уменьшения эффектов памяти во время эпитаксиального выращивания полупроводниковых материалов. Эта и другие цели и преимущества настоящего изобретения станут очевидными из следующего подробного описания со ссылками на сопроводительные чертежи и приложенную формулу изобретения.

Фигура 1 - график, иллюстрирующий концентрацию алюминия в эпитаксиальном слое р+SiC CVD, сформированном в соответствии с примером воплощения настоящего изобретения;

Фигура 2 - график, иллюстрирующий концентрацию алюминия в сформированном эпитаксиальном слое р+SiC CVD; и

Фигура 3 - график, иллюстрирующий концентрацию азота в сформированном эпитаксиальном слое р+SiC CVD.

Примеры воплощения способа по настоящему изобретению обеспечивают несколько преимуществ перед известными способами эпитаксиального выращивания. Мы неожиданно нашли, что нежелательное допирование остаточными примесями р-типа в SiC может быть подавлено, чтобы обеспечить повторяемый последовательный рост структур р-п продувкой потоком высокотемпературного газа между процессами эпитаксиального выращивания. Также было найдено, что эффект памяти устраняется без существенного удаления дополнительных отложений из зоны реакции.

В предпочтительном примере воплощения настоящего изобретения для эпитаксии CVD SiC, температура в реакционной камере химического осаждения из газовой фазы поддерживается примерно на уровне 1550-1650°C и давление порядка 100-150 мбар. Подходящие исходные кремниевые газы для использования в способе включают дихлорсилан и трихлорсилан. Исходный углеродный газ может включить пропан. Газ-носитель может включать водород. Газ п-легирующей примеси может включить азот и газ р-легирующей примеси может включить триметилалюминий.

В одном примере воплощения способа по настоящему изобретению после формирования легированного акцепторной примесью эпитаксиального слоя, реакционная камера продувается смесью водорода и газа, содержащего галоген. Газ, содержащий галоген может включить HCl, Cl<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub>, ClF<sub>3</sub> или HBr и предпочтительно используется в концентрации примерно от 0,001% до 50%, более предпочтительно примерно от 0,05% до 20% и наиболее предпочтительно примерно от 0,1% до 10%. Однако нужно отметить, что количество содержащего галоген газа может измениться согласно размеру и площади поверхности реакционной камеры. В предпочтительном примере воплощения смесь включает примерно 60 sim H<sub>2</sub> и 100 seem HCl.

"Продувка" означает, что газовая смесь пропускается через камеру в отсутствие прекурсора, т.е., без элементов отложения. После продувки может быть выращен другой эпитаксиальный слой, легированный донорной примесью, или эпитаксиальный слой, легированный акцепторной примесью (n-слой и р-слой соответственно). Целевая концентрация легирующей примеси любого слоя n-типа или р-типа предпочтительно примерно от  $5 \times 10^{13} \text{ см}^3$  и  $1 \times 10^{19} \text{ см}^3$ .

В еще одном примере воплощения способа первый эпитаксиальный слой, легированный акцепторной примесью, выращивается после продувки газовой смесью, содержащей водород/галоген и затем выращивается второй эпитаксиальный слой, легированный акцепторной примесью, при этом концентрация легирующей примеси второго слоя ниже концентрации легирующей примеси первого слоя. В этом примере воплощения концентрация легирующей примеси первого слоя, легированного акцепторной примесью, примерно от  $1 \times 10^{16} \text{ см}^3$  до  $1 \times 10^{19} \text{ см}^3$  и концентрация легирующей примеси второго слоя, легированного акцепторной примесью, примерно от  $5 \times 10^{13}$  до  $1 \times 10^{17} \text{ см}^3$ . Использование продувки газовой смесью, содержащей водород/галоген эффективно удаляет остаточные примеси предшествующего эпитаксиального процесса выращивания в реакционной камере и значительно уменьшает эффект памяти.

Допирующие концентрации последовательных n-слоя и p-слоя или последовательных p+/p-слоев являются повторными, пока реакционная камера CVD продувается перед каждым последовательным эпитаксиальным процессом. Способ может использоваться чтобы вырастить ряд многослойных устройств SiC структуры, таких как точечные диоды, полевые транзисторы со структурой металл-полупроводник, биполярные плоскостные транзисторы и т.д.

Следует отметить, что в ситуациях, где эпитаксиальные SiC структуры требуют последовательного выращивания, где тип несущей легирующей примеси изменен, т.е. p-n, или где желателен третий слой, например, n-p-n-структура, продувка может быть выполнена после каждого процесса выращивания. Отметим, что стадия продувки может привести к вытравливанию части ранее выращенного слоя в образцах, где подложка остается в камере во время процесса продувки. Соответственно, чтобы получить желательную толщину r-слоя, слой должен первоначально быть выращен до толщины, которая включает дополнительный запас по толщине, который может быть вытравлен во время продувки, с тем, чтобы была достигнута желательная конечная толщина. Эта же методика может использоваться для выращивания множества слоев r-типа, где каждый последовательный слой имеет более низкую концентрацию легирующей примеси.

Для лучшего понимания настоящего изобретения оно иллюстрируется следующими примерами, которые, однако, не ограничивают его возможности.

#### Пример 1

Эпитаксиальный процесс выращивания SiC был выполнен при следующих условиях процесса в многопластинчатой, планетарной индуктивно нагреваемой реакционной камере CVD.

Температура	1550-1650°C
Давление	100-150 мбар
Исходный кремниевый газ	дихлорсилан или трихлорсилан
Исходный углеродный газ	пропан
Газ-носитель	водород
Газ n-легирующей примеси	N <sub>2</sub>
Газ r-легирующей примеси	триметилалюминий

Сразу после эпитаксиального роста SiC CVD структуры тонкой пленки, включающей n+(слой 1) n-(слой 2)/r+(слой 3), подложка была удалена из реакционной камеры, камера продувалась смесью 100 seem газа HCl и 60 sim H<sub>2</sub>. Смесью HCl/H<sub>2</sub> была введена в эпитаксиальный реактор SiC под давлением 500 мбар и температуре 1600°C и выдерживалась в течение 4 часов. После процедуры продувки новые подложки были загружены в камеру, и были выполнены процессы эпитаксии CVD SiC для низколегированного n-типа SiC. Результаты показаны в таблице 1.

Процесс	Тип выращивания	Отношение C/Si	Поток N <sub>2</sub> (seem)	Поток TMAI (seem)	Допирование (см <sup>3</sup> )
134	n-	1,65	0,05	0	1,84×10 <sup>15</sup>
135	n-	1,65	0,05	0	1,72×10 <sup>15</sup>
136	n-	1,65	0,05	0	1,65×10 <sup>15</sup>
137	p+	1,75	0	100	1,20×10 <sup>19</sup>
Продувка HCl/H <sub>2</sub>					
138	n-	1,65	0,05	0	2,10×10 <sup>15</sup>
139	p+	1,75	0	10	8,9×10 <sup>17</sup>



5	Продувка HCl/H <sub>2</sub>					
	140	n-	1,65	0,05	0	1,86×10 <sup>15</sup>
	141	p+	1	0	10	6,22×10 <sup>16</sup>
	Продувка HCl/H <sub>2</sub>					
	142	n-	1,65	0,05	0	8,28×10 <sup>14</sup>

Результаты показывают, что основной уровень легирования примесью n-типа был установлен тремя последовательным процессами выращивания (134-136) слоя с n-  
 10 примесью при постоянной низкой концентрации примесей порядка  $2 \times 10^{15} \text{ см}^3$  n-типа, как это было определено измерением в зондовой измерительной установке с ртутными контактами C-V. Затем было осуществлено выращивание слоя p+(эксперимент 137), сопровождаемого 4-часовой продувкой газов HCl/H<sub>2</sub>. Затем слой, легированный  
 15 донорной примесью, выращивался при аналогичных условиях, и была получена концентрация примеси  $2,1 \times 10^{15} \text{ см}^{-3}$  n-типа. Это указывает на то, что остаточный алюминий был удален из реакционной камеры, и при продувке HCl/H<sub>2</sub> был достигнут  
 чистый фоновый режим. В следующем эксперименте 138 цикл был повторен еще два  
 20 раза по очереди. Воспроизводимость концентрации n-легирующей примеси в слое показана в таблице 1. Как может быть видеть, контроль легирующей примеси в слое  
 n-типа был обеспечен в пределах коэффициента два.

Образец 137 был проанализирован с помощью вторичной ионной масс-спектропии (SIMS), и была обнаружена концентрация алюминия свыше  $1 \times 10^{19} \text{ см}^3$ , как показано  
 25 на фигуре 1. Образец 137 был также проанализирован с помощью вторичной ионной масс-спектропии, и было найдено, что концентрации азота и алюминия были ниже предела их обнаружения ( $2 \times 10^{15} \text{ см}^3$  и  $5 \times 10^{13} \text{ см}^3$ , соответственно), как показано на  
 фигурах 2 и 3.

Можно сделать вывод, что стадия продувки H<sub>2</sub>/HCl после выращивания  
 30 эпитаксиального слоя p+SiC эффективно удаляет остаточный алюминий из реакторной камеры и значительно уменьшает эффект памяти примеси.

После чтения подробного описания изобретения на предпочтительных примерах его воплощения, становится ясно, возможны модификации и изменения, не выходя из объема изобретения.

35

### Формула изобретения

1. Способ эпитаксиального выращивания полупроводникового материала, включающий:

- 40 обеспечение реакционной камеры;
- обеспечение полупроводниковой подложки;
- обеспечение прекурсорного газа или газов;
- выполнение эпитаксиального CVD выращивания легированного полупроводникового материала на указанной подложке в указанной реакционной камере для формирования первого слоя;

45 продувку указанной реакционной камеры газовой смесью, включающей водород и газ, содержащий галоген, с обеспечением уменьшения эффекта памяти легирующей примеси без удаления сопутствующего осажденного слоя из зоны реакции и

выполнение эпитаксиального CVD выращивания легированного полупроводникового материала на указанной подложке в указанной реакционной камере для формирования

второго слоя.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что указанную реакционную камеру продувают при температуре примерно от 450°C до 1800°C.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что указанную реакционную камеру продувают при температуре примерно от 1300°C до 1600°C.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что указанный полупроводниковый материал выбирают из SiC, GaN, GaAs и SiGe.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что указанный содержащий галоген газ выбирают из HCl, Cl<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub>, ClF<sub>3</sub> и HBr.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что указанную полупроводниковую подложку оставляют в указанной камере во время процесса продувки.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что указанную полупроводниковую подложку удаляют из указанной камеры до указанного процесса продувки и возвращают после указанного процесса продувки.

8. Способ по п.1, отличающийся тем, что указанный первый слой легированного полупроводникового материала содержит донорную примесь SiC, и указанный второй слой легированного полупроводникового материала содержит акцепторную примесь SiC.

9. Способ по п.1, отличающийся тем, что указанный первый слой легированного полупроводникового материала содержит акцепторную примесь SiC и указанный второй слой легированного полупроводникового материала содержит акцепторную примесь SiC, имеющую более низкую концентрацию легирующей примеси, чем указанный первый слой.

10. Способ по п.1, отличающийся тем, что концентрация указанного содержащего галоген газа составляет от 0,1% до 10%.

11. Способ по п.1, отличающийся тем, что первый слой выращивают до толщины, включающей дополнительную толщину, которая может быть вытравлена во время продувки с получением желаемой толщины слоя.

12. Полупроводниковое устройство, содержащее полупроводниковый материал, полученный способом по любому из пп.1-11.

13. Способ эпитаксиального выращивания полупроводникового материала, включающий:

обеспечение реакционной камеры;

обеспечение полупроводниковой подложки;

обеспечение прекурсорного газа или газов;

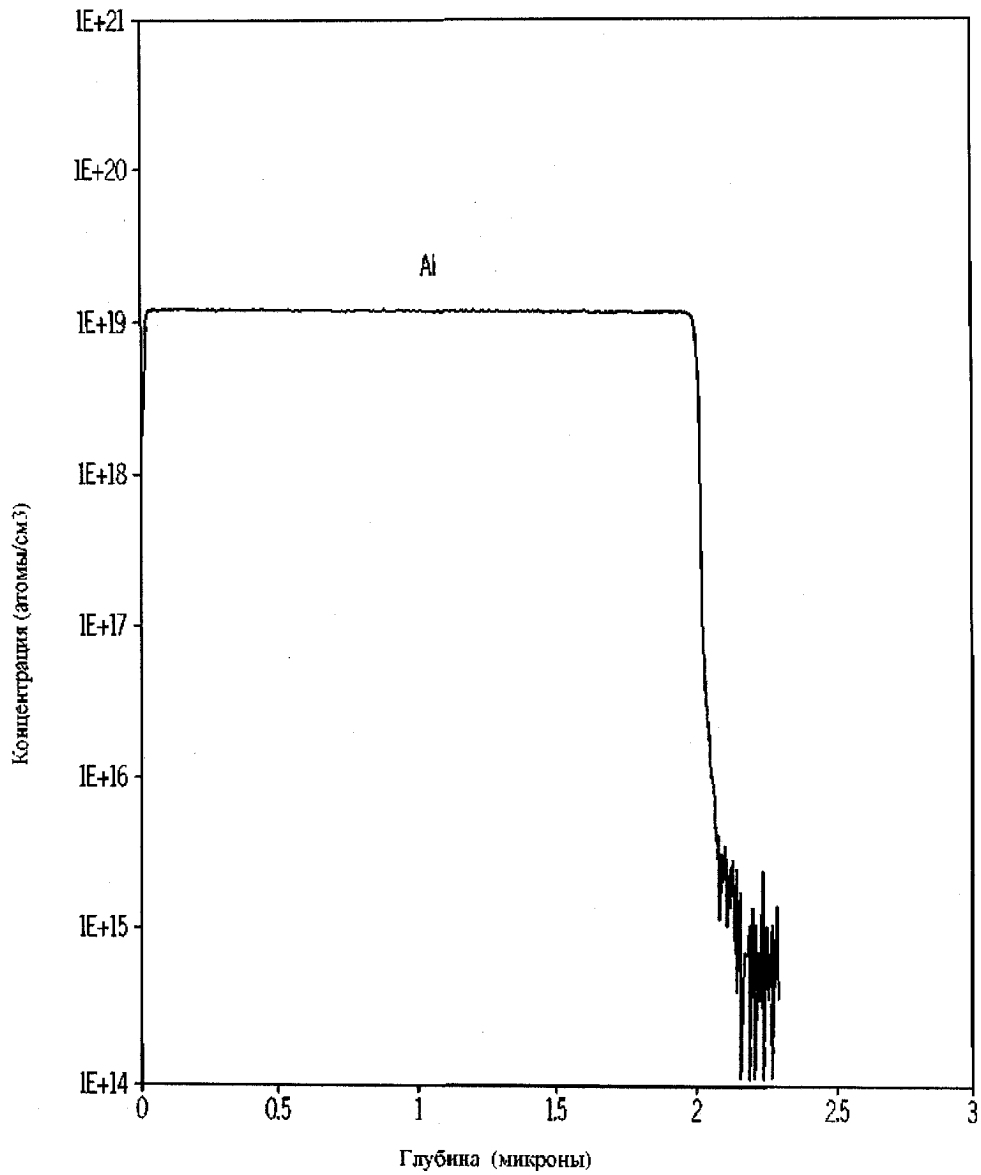
выполнение эпитаксиального CVD выращивания легированного полупроводникового материала на указанной подложке в указанной реакционной камере для формирования первого слоя;

удаление указанной подложки из указанной камеры;

продувку указанной реакционной камеры газовой смесью, включающей водород и газ, содержащий галоген, с обеспечением уменьшения эффекта памяти легирующей примеси без удаления сопутствующего осажденного слоя из зоны реакции;

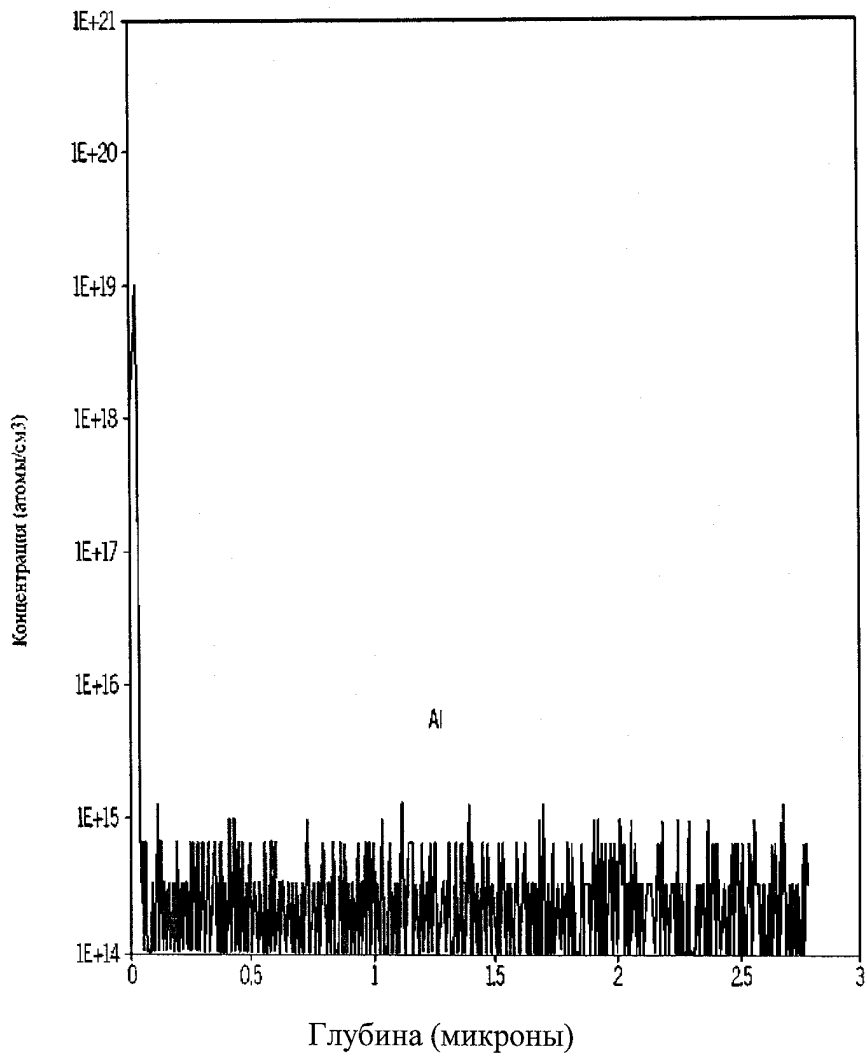
введение новой полупроводниковой подложки в указанную реакционную камеру после выполнения указанного процесса продувки и

выполнение эпитаксиального CVD выращивания легированного полупроводникового материала на указанной новой полупроводниковой подложке в указанной реакционной камере для формирования второго слоя.



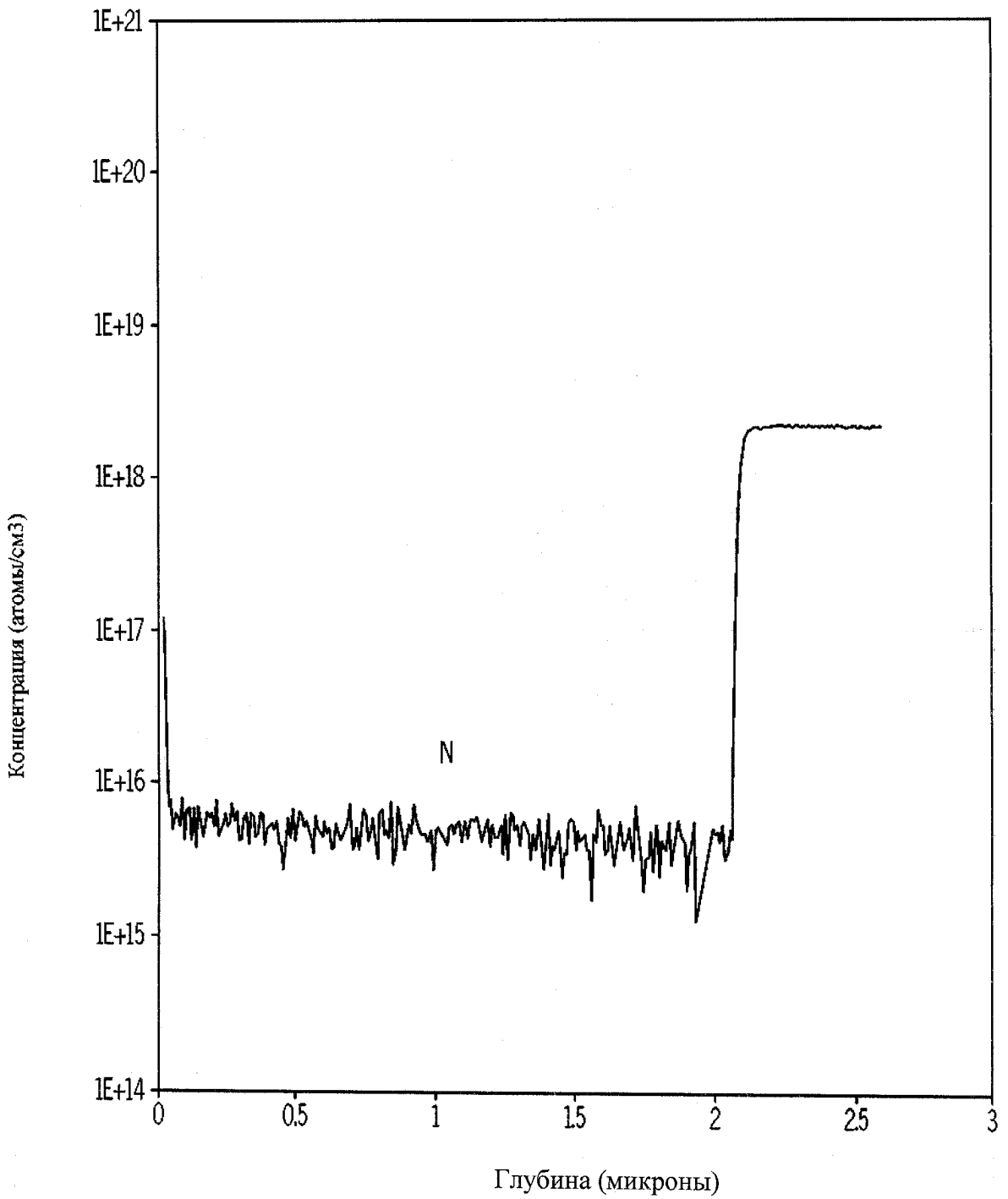
Концентрация алюминия в эпислое p+ SiC толщиной 2 микрона (тест 138), определенная вторичной ионной масс-спектроскопией (SIMS)

Фиг. 1



Концентрация азота в p-слое (тест 138),  
определенная вторичной ионной масс-спектроскопией  
(SIMS)

Фиг. 2



Концентрация азота в p-слое (тест 138),  
определенная вторичной ионной масс-спектроскопией

(SIMS)

Фиг. 3