

низкой изотерме поля температур. После нагрева систему выдерживают в течение 2 ч в градиенте температур, направленном от подложки к источнику, для переноса твердого раствора $\text{Ge}_y\text{Si}_{1-y}\text{Si}$ на германиевую пластину. Затем изменяют направление градиента температур на противоположное и перекристаллизуют эпитаксиальный слой в обратной последовательности на кремниевую подложку. После остывания реактора до комнатной температуры выгружают структуры, травят для удаления остатков растворителя и проводят измерения электрофизических параметров.

В таблице приведены основные параметры процессов, а также параметры, характеризующие свойства полученных структур $\text{Ge-Si}_x\text{Ge}_{1-x}\text{Si}$.

В таблице приведены усредненные значения плотности дислокаций в гетероструктуре, измеренные при послойном ее сравнении. Толщина эпитаксиальных слоев структуры 35:145, мкм: Si 5-25, $\text{Ge}_y\text{Si}_{1-y}\text{Si}$ 10-15; Ge 20-105. Три пирамиды роста и другие дефекты отсутствовали. Из анализа таблицы видно, что при повышении и понижении температура пластины-источника и градиента температур наблюдалось повышение плотности дислокаций и изменение концентрации носителей (см. примеры 4 и 5).

Использование предлагаемого способа для получения слоев твердых растворов $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}\text{Ge}$ р-типа на кремний имеет следующие преимущества по сравнению с прототипом: улучшение морфологии и структурного совершенства слоев; в частности, из-за применения тонких зазоров и точного управления составом, более высокая точность управления составом твердого раствора, так как переменной в широких пределах величины при наращивании является концентрация компонента с мень-

шей температурой плавления германия. Точность управления составом оценивается величиной $\frac{d \times \text{Ge, Si}}{d l}$ которая при перекри-

- 5 сталлизации методом ЗПГТ повышается (производная становится меньше) при подпитке раствора-расплава источником компонента с меньшей температурой
- 10 плавления (величина $\frac{d \times \text{Ge, Si}}{d l} = 0,005-0,01$ ат.д/мкм в предлагаемом способе и 0,02-0,04 ат.д/мкм в известном способе), серийнопригодность из-за возможности использования подложек любых диаметров и серийного оборудования жидкофазной эпитаксии, расширение числа разновидностей получаемых эпитаксиальных структур, в том числе и резких гетеропереходов, снижение плотности дислокаций.

Формула изобретения

- Способ получения твердого раствора Si-Ge на кремниевой подложке, включающий формирование расплавленной зоны в зазоре между пластиной-подложкой и пластиной-источником, кристаллизацию раствора-расплава, содержащего германий и кремний, в поле температурного градиента с последующей его перекристаллизацией при изменении первоначального направления температурного градиента на противоположное, отличающийся тем, что, с целью получения резких гетеропереходов $\text{Ge-Si}_x\text{Ge}_{1-x}\text{Si}$ и улучшения структуры слоев, в качестве материала источника используют германий, процесс ведут при величине зазора между пластинами 0,05-0,4 мм, температуре источника 500-900°C, температурном градиенте 200-500 град/см, первоначальное направление которого выбирают от подложки к источнику.

Пример	Температура пластины-источника, °C	Градиент температуры между источником и подложкой, град/см	Величина зазоров, мм	Плотность дислокаций, см ⁻²	Концентрация носителей, см ⁻³
1	500	200	0,05	$5,5 \cdot 10^4$	$7 \cdot 10^{17}$
2	900	500	0,4	$5 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^{18}$
3	750	300	0,2	$1 \cdot 10^4$	$9 \cdot 10^{17}$
4	950	180	0,4	$8 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^{18}$
5	460	520	0,05	$7 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^{17}$



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

000165
ДЛЯ СЛУЖЕБНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ. ЭКЗ. №

(19) **SU** (11) **1658673 A1**

(51) **S** **C 30 B 19/00; 29/06-08**

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4738260/26

(22) 24.07.89

(75) В.А. Краснов, А.С. Саидов, Б. Сагаев,
Б.И. Сушко, В.А. Сахаров и А.С. Сергиенко

(53) 621.315.592 (088:8)

(56) Авторское свидетельство СССР

№ 811890, кл. С 30 В 19/04, 1975.

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СЛОЕВ ТВЕР-
ДОГО РАСТВОРА Si-Ge НА КРЕМНИЕВОЙ
ПОДЛОЖКЕ

(57) Изобретение относится к технологии
полупроводниковых материалов, может
быть использовано при производстве сол-

2

нечных элементов и обеспечивает получение резких гетеропереходов $\text{Ge-Si}_x\text{Ge}_{1-x}\text{-Si}$ и улучшение структуры слоев. Способ включает формирование расплавленной зоны в зазоре, равном 0,05–0,4 мм, между кремниевой пластиной-подложкой и германиевой пластиной-источником, кристаллизацию раствора-расплава, содержащего кремний, германий, галлий, в поле температурного градиента величиной 200–500 град/см и направлением от подложки к источнику и последующую перекристаллизацию при изменении направления температурного градиента на противоположный, 1 табл.

(19) **SU** (11) **1658673 A1**

дывают в тигель. Тигель с шихтой и собранный пакет из германиевых пластин-источников и кремниевых подложек помещают в установку жидкофазной эпитаксии вертикального типа. Температуру заливки раствора-расплава в зазор устанавливают на 10–20°С ниже температуры источника при последующей перекристаллизации. Пакет погружают в раствор-расплав, выдерживают 1–3 мин для полной заливки раствора-расплава в промежуток между пластинами-источниками и подложками. Далее пакет извлекают из раствора-расплава, нагрев установки отключают и после остывания по одной разгружают пары источник-подложка.

Затем полученные таким образом пары подложек (сандвичи) перегружают в камеру установки зонной перекристаллизацией градиентом температуры ЗПГТ, при этом германиевые источники располагают на

Изобретение относится к производству полупроводниковых материалов, а именно к структурным гетеропозициям, используемым для изготовления солнечных элементов.

Цель изобретения – получение резких гетеропереходов $\text{Ge-Si}_x\text{Ge}_{1-x}\text{-Si}$ и улучшение структуры слоев.

Приготавливают материалы для процесса: германий в виде пластины, кремниевую полированную пластину, кусочки германия и кремния для приготовления раствора-расплава. В качестве растворителя берут галлий. Состав шихты, г: галлия 200; кремний 6; германий 24. Пластины поликристаллического германия и подложки монокристаллического кремния попарно собирают в пакет. Между ними для образования зазора (для последующей заливки раствора-расплава) устанавливают графитовые разделительные кольца. Шихту закла-



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1658673

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:

"Способ получения слоев твердого раствора Si-Ge на кремниевой подложке"

Автор (авторы): Сапаев Баирам и другие, указанные в описании

они же

Заявитель

Заявка №

4738260 Приоритет изобретения 24 июля 1989г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

22 февраля 1991г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела

W. S. Zelen
Зелен