

Исследование методов формирования контактных слоёв кремния для рiп-диодов СВЧ диапазона

Д.В. Пухов¹, А.С. Дубкова¹, Н.Б. Гудкова¹

¹ АО «НПП «Исток» им. Шокина»

Аннотация: в данной работе предложены и апробированы способы формирования контактных слоёв кремния для рiп-диодов методами ионного легирования и эпитаксиального наращивания для улучшения рабочих характеристик.

Ключевые слова: кремний, ионная имплантация, газофазная эпитаксия, рiп-диод.

1. Введение

Твердотельные источники СВЧ излучения средней и малой мощности находят широкое применение в науке и технике благодаря высокой надёжности, долговечности, малым размерам и массам. В настоящее время, наряду с транзисторными и гибридными микросхемами, диодами Ганна и лавинно-пролётными диодами, в качестве активных элементов таких устройств также используются рiп-диоды.

На сегодняшний день формирование контактного слоя проводится методом ионного легирования. Метод ионной имплантации позволяет получать слои с высоким уровнем легирования, однако из-за необходимости получения больших концентраций атомов бора ($\sim 10^{19}$ - 10^{20} см⁻³) в р⁺⁺-слое, процесс занимает продолжительное время (порядка нескольких рабочих дней). Альтернативным методом получения легированных слоёв является эпитаксиальное наращивание. Метод газофазной эпитаксии при пониженной температуре позволяет получать тонкие высоколегированные слои менее чем за 2 часа.

2. Подготовка образцов и измерения

Цель работы – определение оптимальных методов формирования контактных слоёв кремния для рiп-диодов СВЧ диапазона. Для эксперимента было изготовлено несколько образцов рiп-структур, в которых активный i-слой сформирован методом эпитаксиального наращивания при пониженной температуре, а контактный р⁺⁺-слой методами: 1 – ионной имплантации, 2 – эпитаксиального наращивания, 3 – комбинированным методом (эпитаксиальный рост основного р-слоя с поверхностным подлегированием).

Главным требованием к структурам для рiп-диодов является малое значение поверхностного сопротивления. В таблице 1 представлены значения поверхностного сопротивления образцов.

Таблица 1. Поверхностное сопротивление образцов

№ образца	Способ формирования контактного слоя	R _s , Ом
1	Комбинированный	11
2		12
3	Эпитаксия	50
4		50
5	Ионная имплантация	17
6		20

В таблице видно, что поверхностное сопротивление структур, полученных методом эпитаксии имеют наибольшее значение. В то же время структуры, которые формировались методом ионной имплантации и комбинированным методом имеют поверхностное сопротивление в несколько раз меньше и различаются незначительно.

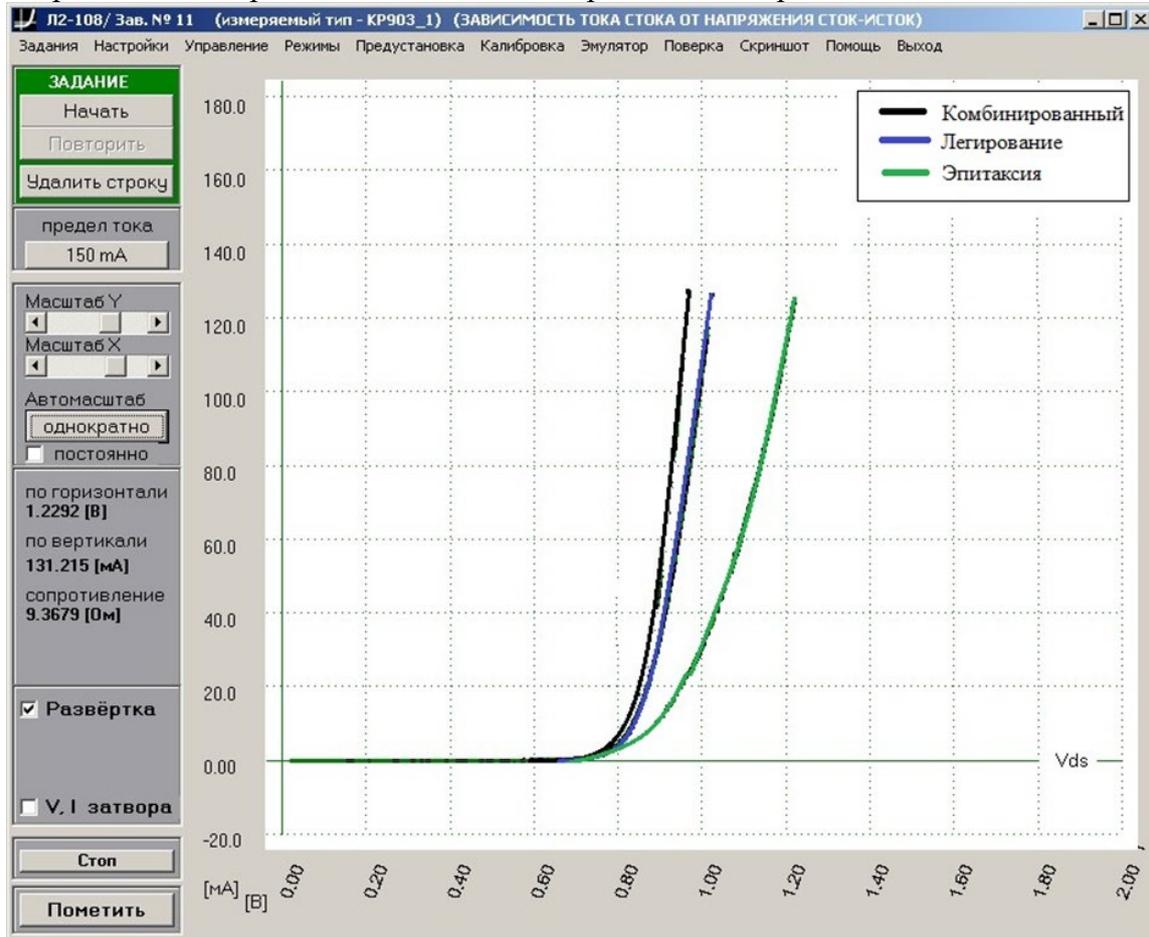


Рисунок 1. Вольтамперные характеристики рiп-диодов

На рисунке 1 представлены вольтамперные характеристики диодов. Работа рiп-диода характеризуется крутизной ВАХ и падением прямого напряжения U_{ds} . Как видно из представленных характеристик, наилучшими параметрами обладает диод, полученный на структуре, сформированной комбинированным методом.

3. Заключение

В работе показана возможность получения контактного p^{++} -слоя комбинированным методом, который представляет собой наращивание контактного p^{++} -слоя эпитаксией из газовой фазы при пониженном давлении и температуре с последующим подлегированием поверхности. Полученные опытным путем значения дают возможность сделать вывод о том, что данный метод является оптимальным для получения структур рiп-диодов, так как показывает лучшие рабочие характеристики и снижает время формирования контактного слоя в 4 раза.

Список литературы

1. Хахин Н.Б., Никулов В.В., Ефанов Н.Н. Выращивание кремниевых р-i-n структур в низкотемпературном процессе эпитаксии при пониженном давлении/ Электронная техника, сер. Электроника СВЧ, 4 (408). - 1988. – С. 67-69.
2. Мейер Дж. Ионное легирование полупроводников. – Мир, 1973.
3. Буренков А.Ф. Таблицы параметров пространственного распределения ионно-имплантированных примесей. – БГУ им. Ленина, 1980.