

чины равного ширине запрещенной зоны и распространяющегося в глубь кристалла на несколько постоянных решетки, приводит к смещению края зоны поверхностных состояний и резко увеличивает степень локализации волновых функций поверхностных состояний. Так как вклад в полевую эмиссию определяется прозрачностью внешнего потенциального барьера, локализация волновых функций поверхностных состояний является определяющей. Таким образом, можно считать, что электронно-полевая спектроскопия позволяет исследовать не только плотность и распределение по энергиям поверхностных состояний, но и их степень локализации. Процедура построения зависимости $\mathcal{R}(E)$ свидетельствует о том, что вторая особенность также связана с вкладом в полевую эмиссию еще одной зоны поверхностных состояний. Влияние внутреннего поля не столь существенно сказывается на этой зоне поверхностных состояний, т. к. она расположена глубоко в валентной зоне.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Н е с т е р е н к о Б.А., С н и т к о О.В. Физические свойства атомарно-чистой поверхности полупроводников. Киев: Наукова думка, 1983. 161 с.
- [2] S t e s l i s k a М., P e r k a l Z. // Phisica С. 1981. V. 111 В. Р. 35.

Ленинградский государственный университет

Поступило в Редакцию
14 июня 1988 г.
В окончательной редакции
25 января 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 5
05.2; 06.2

12 марта 1989 г.

МОДУЛЯЦИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ КРЕМНИЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЛОКАЛЬНОГО ЛАВИННОГО ПРОБОЯ P-P-ПЕРЕХОДА

Ю.П. К у з н е ц о в, В.В. Н о в и к о в,
Э.Е. П а х о м о в, В.А. Ч е ц к и й

Нами наблюдалась модуляция электропроводности кремния в сильном электрическом поле с насыщенной дрейфовой скоростью основных носителей заряда под действием локального лавинного пробоя p-p-перехода, область которого расположена на значительном (20–100 мкм) расстоянии от детектирующего резистора в планарно-эптаксиальной структуре, показанной на рис. 1. Исследуемая структура имела осевую симметрию относительно центра диффузионной p+ области, а детектирующий резистор \mathcal{R} имел кольцевую форму и был

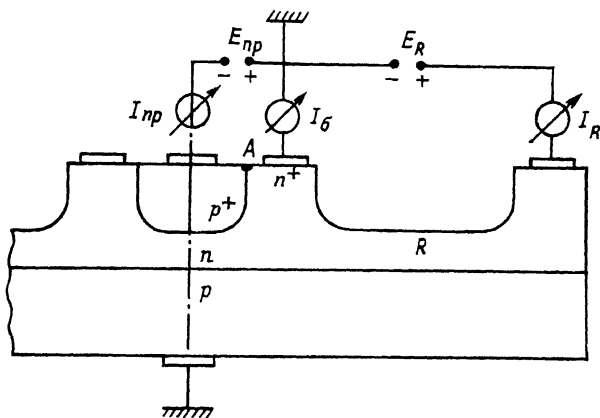


Рис. 1. Исследуемая структура с детектирующим резистором и схема включения.

сформирован удалением части p -области (например, травлением). Лавинный пробой в рассматриваемой структуре локализуется в точке А. Цепи тока лавинного пробоя p - p -перехода и тока детектирующего резистора R имеют общее сопротивление растекания омического p^+ контакта, которое не превышало 10–20 Ом.

На рис. 2 представлены вольтамперные характеристики детектирующего резистора без лавинного пробоя (кривая 1) и при протекании тока пробоя величиной 1 и 5 мА (кривые 2, 3) при напряжении пробоя $E_{пр} = 6$ В. Нелинейность исходной вольт-амперной характеристики резистора обусловлена насыщением дрейфовой скорости носителей и уменьшением поперечного сечения резистора за счет расширения области объемного заряда p - p -перехода под резистором по мере увеличения напряжения $E_{пр}$. Такая форма вольт-амперной характеристики является удачной, т. к. увеличение протекающего через резистор тока при появлении лавинного пробоя нельзя объяснить добавочным падением напряжения в области общего контактного сопротивления.

Из кривых 2 и 3 видно, что под действием лавинного пробоя наблюдается модуляция электропроводности кремния в высокоомной части резистора, расположенного на значительном расстоянии от области пробоя. Зависимость электропроводности от тока пробоя носит линейный характер: при токе пробоя 5 мА электропроводность увеличилась в 1.5 раза.

Феноменологически модуляцию электропроводности можно объяснить каналированием генерируемых лавинным пробоем основных носителей заряда вдоль нижнего p - p -перехода в область резистора. Возможными механизмами каналирования являются следующие.

1. Горячие основные носители, генерированные при лавинном пробое p - p -перехода, претерпевают переход в особое энергетическое состояние [1], в котором они охлаждаются гораздо медлен-

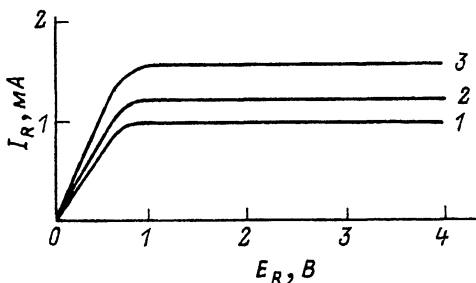


Рис. 2. Вольт-амперные характеристики детектирующего резистора.
 1 - $I_{пр} = 0$, 2 - $I_{пр} = 1$ мА, 3 - $I_{пр} = 5$ мА.

нее, чем в обычных условиях, и, следовательно, проходят гораздо большее расстояние, чем общепринятое расстояние охлаждения горячих носителей (порядка 100 \AA).

2. Горячие носители охлаждаются на общепринятом расстоянии, но генерированные при лавинном пробое фононы образуют направленную вдоль р-р-перехода деформационно-потенциальную волну, в минимумах которой собираются основные носители заряда (бунчировка) [2, 3], которые и переносятся в детектирующий резистор.

Авторы благодарят О.В. Константинова и И.В. Попова за участие в экспериментальной проверке результатов работы и их обсуждение.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Красюк Б.А., Пахомов Э.Е., Стрижевский В.Н. // Изв. АН Латв. ССР. Сер. физ. и техн. наук. 1983. № 1. С. 115-119.
- [2] Новиков В.В., Пахомов Э.Е. // Микроэлектроника. 1985. Т. 14. № 3. С. 268-269.
- [3] Конуэлл Э. Кинетические свойства полупроводников в сильных электрических полях. М.: Мир, 1970. 384 с.

Поступило в Редакцию
 27 декабря 1988 г.