

УДК 621.382.3

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК $n-p-n-p$ -СТРУКТУР

Г. М. АВАКЬЯНЦ, А. Г. МАНУКЯН, Г. С. КАРАЯН, А. А. ДЖЕРЕДЖЯН

Институт радиофизики и электроники АН АрмССР

(Поступила в редакцию 15 декабря 1982 г.)

Путем численного расчета на ЭВМ определены исходные параметры и найдены режимы технологии пятислойных структур. На основе этих данных изготовлены структуры типа $n-p-n-p$ и измерены их электрофизические характеристики. Все структуры имели вольт-амперные характеристики с двумя участками отрицательного дифференциального сопротивления. Исследован промежуточный участок с положительным дифференциальным сопротивлением для разных механизмов образования срыва напряжения на обратном смещенных $p-p$ -переходах.

Для обоснования теории неоднородных полупроводниковых структур, предложенной в работах [1—5], методом двусторонней диффузии примесей в n -тип кремния был изготовлен ряд $n-p-n-p$ -пятислойных структур. Путем решения обратной задачи теории были проведены численные расчеты на ЭВМ и определены исходные параметры структур и режимы технологии.

Известно, что геометрическая симметрия относительно середины структур приводит к симметрии и самой вольт-амперной характеристики (ВАХ) структур [3—5]. Экспериментальные ВАХ наших структур показаны на рис. 1а—в. Они соответствуют лавинным, тепловым и омическим механизмам образования участка отрицательного дифференциального сопротивления (ОДС). Было изготовлено и исследовано много структур, но здесь приводятся лишь типичные ВАХ.

Действия того или другого механизма образования ОДС на ВАХ данной структуры мы добивались путем выбора исходных параметров. У всех структур второй участок с ОДС возникает за счет эффекта плазменно-полевого взаимодействия [2—4]. В этом мы убедились, проводя различные измерения. В частности, было установлено, что в третьем переходе утечка тока практически отсутствует (ток утечки не превосходил 80 нА, в то время как ток во внешней цепи был порядка 12 мкА).

Протяженность промежуточного участка положительного дифференциального сопротивления (ПДС) между участками ОДС на ВАХ этих структур очень трудно варьировать в широком интервале. Это является следствием того факта, что и начало, и конец участка ПДС обусловлены рекомбинацией носителей в первом переходе. Чтобы быть в этом уверенными, мы разработали и изготовили аналогичные структуры с омическими утечками в третьем переходе. У этих структур протяженность участка

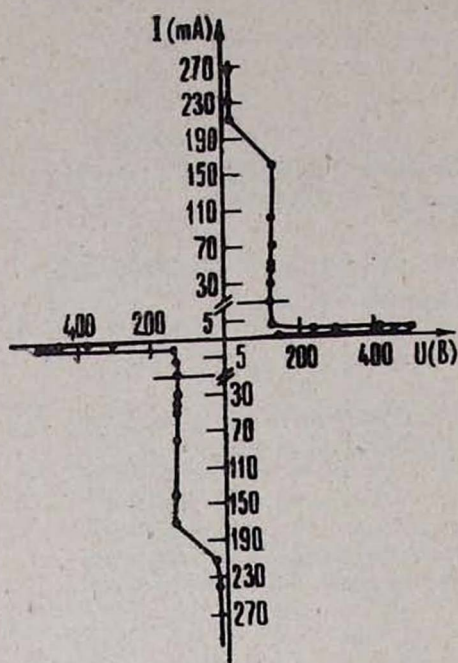


Рис. 1а.

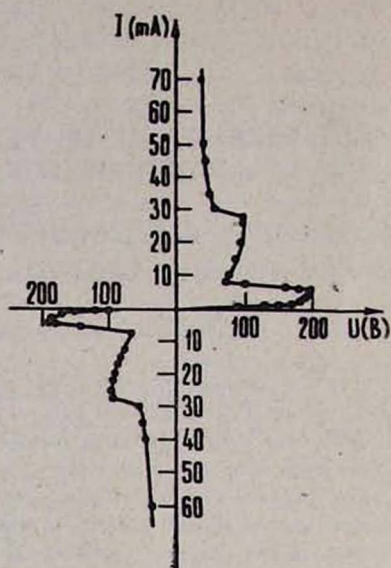


Рис 1б.

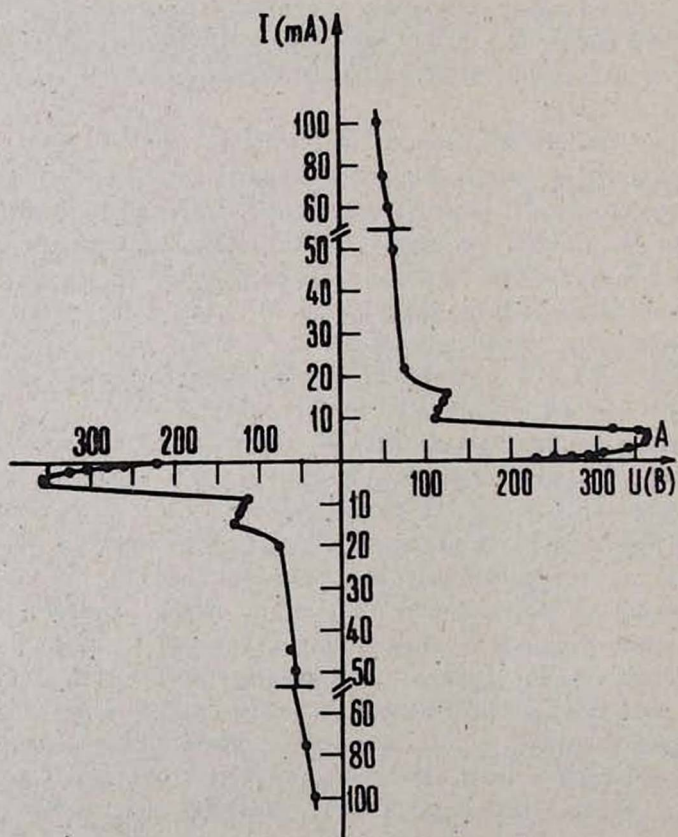


Рис 1в.

Рис. 1. ВАХ структур с разными механизмами образования ОДС: а — лавинный механизм, б — тепловой механизм, в — омический механизм.

ПДС увеличилась в 4—5 раз (ср. рис. 1в с рис. 2, обе зависимости — для случая омического механизма образования участка ОДС на ВАХ структур). Структуры имели три электрода.

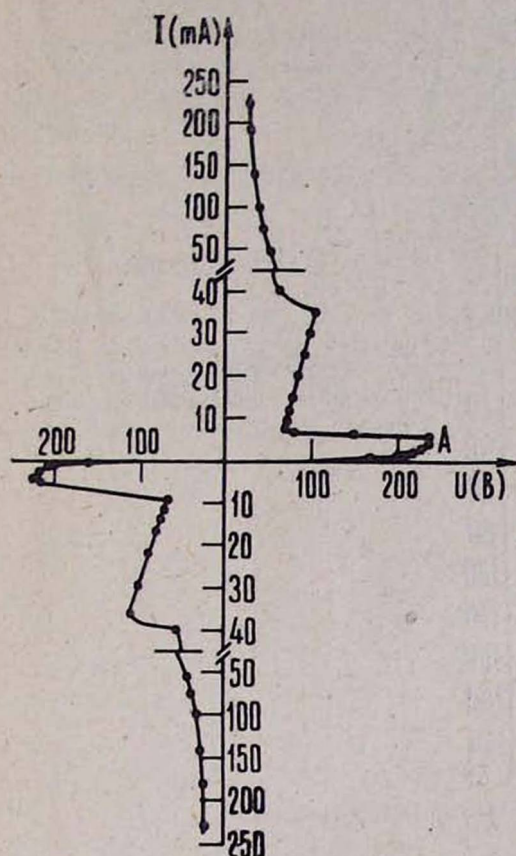


Рис. 2. ВАХ структуры с омической утечкой в третьем переходе.

Путем измерения вольт-емкостных характеристик (ВЕХ), четвертого и второго переходов было выяснено, что первый из них является резким (т. е. распределение концентраций примесей можно считать ступенчатым), а второй — линейным.

ВАХ полученных нами структур отвечают требованиям работы [6], и на основе этих структур можно создать оптические спектроанализаторы, если сделать их с оптическим управлением (способ управления структурами не меняет свойств ВАХ).

Протяженностью участка ПДС можно варьировать и в более широком интервале, если отказаться от симметричности ВАХ. Это показали и наши опыты. По той же технологии были изготовлены асимметричные структуры. Асимметрия вводилась путем сошлифования одной, из поверхностей кристалла после первой диффузии (при создании слоев p -типа). У полученных структур протяженность участка ПДС была в 2—3 раза больше, чем у предшествующих структур (см. рис. 3). Свойства их ВАХ и ВЕХ соответствовали предсказанным на основе теории свойствам. Изменение траектории точки A на плоскости (U, I) в зависимости от величины управляющего сигнала для случая лавинного механизма образования ОДС

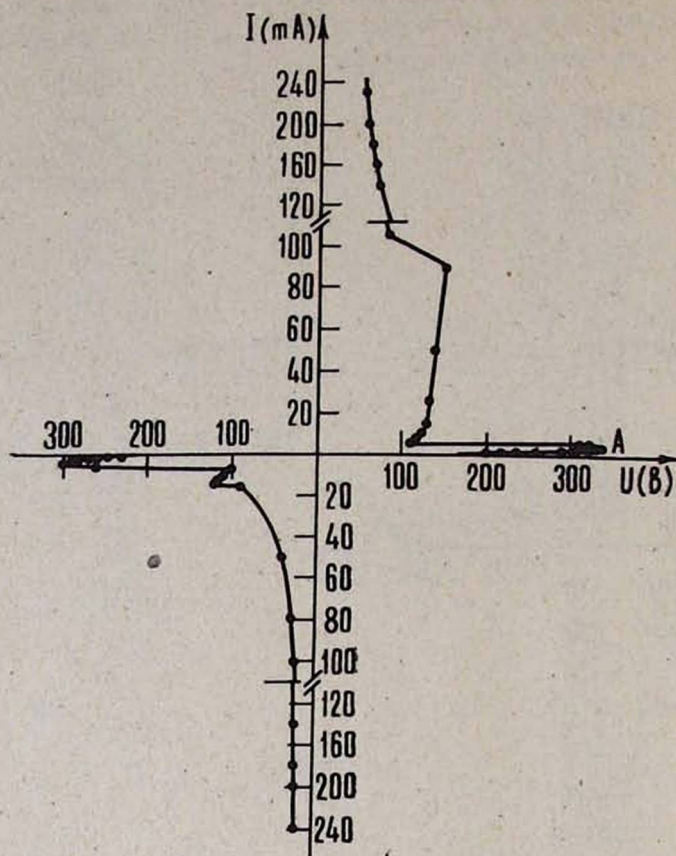


Рис. 3. ВАХ асимметричной структуры.

качественно совпадает с результатами работы [7], а в случае других механизмов — с соответствующими опытными данными [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакьянц Г. М., Караян Г. С., Джереджян А. А. Изв. АН АрмССР, Физика, 9, 402 (1974).
2. Караян Г. С. Сб. Полупроводниковые гетероструктуры и фотопреобразователи солнечной энергии. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1982, стр. 39.
3. Авакьянц Г. М., Караян Г. С., Джереджян А. А. Изв. АН АрмССР, Физика, 8, 205 (1973).
4. Караян Г. С. Кандидатская диссертация, Ереван, 1976.
5. Джереджян А. А. Кандидатская диссертация, Одесса, 1980.
6. Барковская К. Ф., Бодласкин Б. Г. Микроэлектроника, 4, 130 (1975).
7. Грехов И. В., Шуман В. Б. Сб. Физика электронно-дырочных переходов и полупроводниковых приборов. Изд. Наука, Л., 1969, стр. 202.
8. Кремниевые вентили. Под ред. Юдицкого С. Б. Изд. Энергия, М., 1968.

n-p-n-p-n-ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐԻ ՈՐՈՇ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԻ ՓՈՐՁԱՐԱՐԱԿԱՆ
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Գ. Մ. ԱՎԱԳՅԱՆՑ, Ա. Հ. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ, Հ. Ս. ՂԱՐԱՅԱՆ, Հ. Հ. ԶԵՐԵԶՅԱՆ

Կատարված է թվային հաշվարկ, որի հիման վրա պատրաստվել են *n-p-n-p-n*-կառուցվածք-
ների ջափված են նրանց էլեկտրաֆիզիկական պարամետրերը: Բոլոր կառուցվածքների վոլտ-
ամպերային բնութագրերի վրա դիտվել են բացասական դիֆերենցիալ դիմադրության երկու
տեղամասեր:

EXPERIMENTAL STUDY OF CERTAIN CHARACTERISTICS FOR
n-p-n-p-n-STRUCTURES

G. M. AVAKYANTS, A. H. MANUKYAN, H. S. KARAYAN, H. H. JEREJYAN

By means of computerized calculation initial parameters for five-layer structu-
res were determined and the production cycles were obtained. On the basis of these
data *n-p-n-p-n* type structures were made and their electrophysical characteristics
have been measured. All the structures had current-voltage characteristics with two
regions of negative differential resistance.