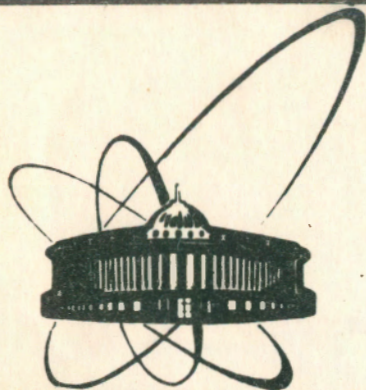


90-7



ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

A 91

P13-90-7

В.И. Астахов, А. Бишофф, А.С. Водопьянов,  
В.М. Головатюк, Р.Б. Кадыров, С.В. Кашигин<sup>1</sup>,  
Ю.С. Пахмутов<sup>1</sup>, В.Н. Рыжов, Е.А. Хлынов<sup>1</sup>,  
Э.Н. Цыганов

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК  
МИКРОПОЛОСКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ  
ДЛЯ ВЕРШИННОГО ДЕТЕКТОРА УКД

Направлено в "Краткие сообщения ОИЯИ"

<sup>1</sup>Центр научно-технического творчества  
молодежи "Дока", Зеленоград

1990

## Топология детекторов

Для изготовления полупроводниковых микрополосковых детекторов были использованы пластины кремния диаметром 76 мм и толщиной 380 мкм, ориентацией [100] с удельным сопротивлением около 1,5 кОм·см. Объемная концентрация примеси n-типа, измеренная холловским методом, составляет от  $2,5 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-3}$  до  $3,0 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-3}$ .

На каждой пластине были изготовлены по 4 детектора: два размером 48 x 13,5 мм и два тестовых размером 48 x 2,5 мм. Детекторы представляют собой матрицы, состоящие из диодных полосок длиной 48 мм, шириной 10 мкм, расположенные с шагом 25 мкм. На рис. 1, 2 представлены фотографии фрагментов двух сторон детектора в масштабе 1200 : 1. Считывание информации происходит с каждой второй полоски. Такие полоски, называемые активными, на фотографии выглядят более светлыми. Для устранения влияния токов утечки детектора на вход усилителя съем сигналов с полоски производится через разделительные емкости /4/. Емкости выполнены непосредственно на детекторе путем нанесения слоя двуокиси кремния толщиной 200 нм на имплантированную зону p-n перехода с последующим нанесением на эту зону слоя алюминия /5/. Активные полоски имеют на обоих концах контактные площадки размером 40x50 мкм. Площадки позволяют подсоединяться к усилителю, а также наращивать длину детектора путем соединения соответствующих полосок на разных детекторных пластинах. Каждая полоска через индивидуальный резистор, в виде полоски из поликремния длиной 160 мкм и сопротивлением 600 кОм, соединена с общей шиной из алюминия шириной 50 мкм. Активная область детектора окружена охранной рамкой шириной 60 мкм. Охранная рамка, так же как и полоски, выполнена в виде p-n перехода. Для измерения токов утечки на всех диодных полосках имеются контактные площадки размером 45 x 30 мкм. На поверхность детектора со стороны диодных полосок нанесено защитное покрытие в виде пиролитического окисла.

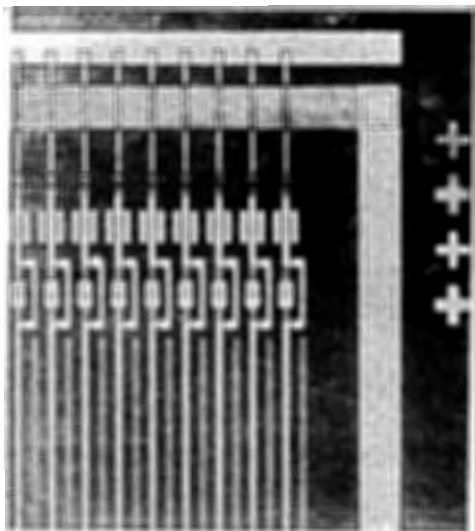


Рис. 1. Фрагмент детектора со стороны смещения активных полосок.

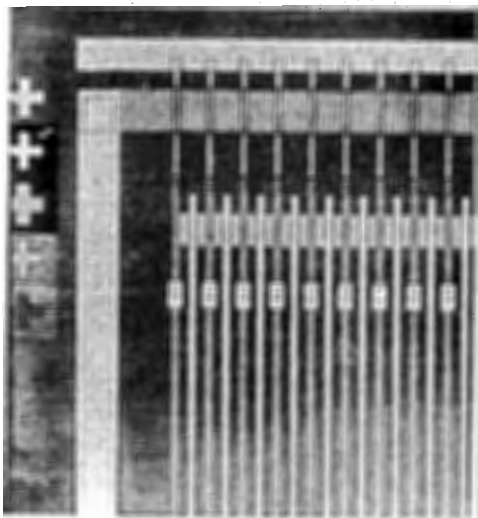


Рис. 2. Фрагмент детектора со стороны смещения пассивных полосок.

При создании детекторов пластины подвергались обработке методом планарной полупроводниковой технологии, используемой при производстве интегральных микросхем и других изделий микроэлектроники.

В процессе изготовления микростриповых детекторов были проведены следующие операции:

1. Обработка пластин в серноперекисном и перекисноаммиачном растворах. Окисление при температуре 1000 °С во влажном кислороде (рис.3-1).

2. Двухкратное нанесение фоторезиста на лицевую сторону. Стравливание окисла кремния с обратной стороны в буферном травителе (раствор HF и  $\text{NH}_4\text{F}$  в  $\text{H}_2\text{O}$ ), рис.3-2.

3. Снятие фоторезиста в смеси Каро ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ). Легирование обратной стороны фосфором. Низкотемпературный отжиг (рис.3-3).

4. Фотолитография N1 "диоды" (рис.3-4). На рис.3-4 и всех последующих показаны два вида сечения - поперек (слева) и вдоль полоски (справа).

5. Травление окисла кремния в буферном травителе. Снятие фоторезиста. Имплантация ионов бора с энергией 25 кэВ (рис.3-5).

6. Окисление при температуре 1000 °С в парах соляной кислоты и кислороде (рис.3-6).

7. Фотолитография N2 "контакты для поликремниевого резистора". Травление окисла. Снятие фоторезиста в смеси Каро (рис.3-7).

8. Освежение (короткое травление окисла  $\text{SiO}_2$ ) перед осаждением поликремния. Осаждение поликремниевой пленки. Имплантация ионов бора (рис.3-8).

9. Фотолитография N3 "резистор". Жидкое химическое травление поликремния. Снятие фоторезиста в смеси Каро (рис.3-9).

10. Окисление при температуре 1000 °С в атмосфере кислорода и паров  $\text{HCl}$ . Фотолитография N4 "контакты". Травление окисла кремния. Снятие фоторезиста в смеси Каро (рис.3-10).

11. Освежение перед напылением алюминия. Напыление алюминия. Фотолитография N5 "металлизация". Травление алюминия (раствор  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  в  $\text{H}_2\text{O}$ ). Снятие фоторезиста в моноэтаноламине (рис.3-II).

12. Осаждение пиролитического окисла в качестве пассивирующего покрытия (рис.3-12). Фотолитография N6 "пассивация". Травление

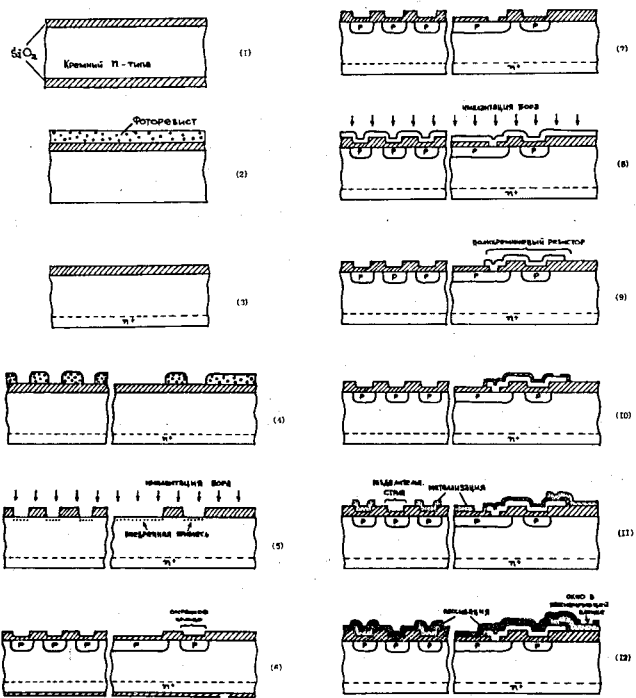


Рис. 3. Последовательность технологических операций.

пассивации. Снятие фоторезиста в моноэтаноламине. Выжигание алюминия при температуре 300 °С в течение 15 мин в атмосфере аргона.

### Результаты измерений

Для определения рабочего напряжения, при котором наступает полное обеднение, были проведены измерения емкости обратносмещенных р-п переходов в зависимости от напряжения, приложенного к детектору. Для проведения этих измерений использовался прибор Е7-12. На рис.4 показана зависимость суммарной емкости всех 512 полосок детектора от приложенного напряжения. Из рисунка видно, что полное обеднение р-п перехода

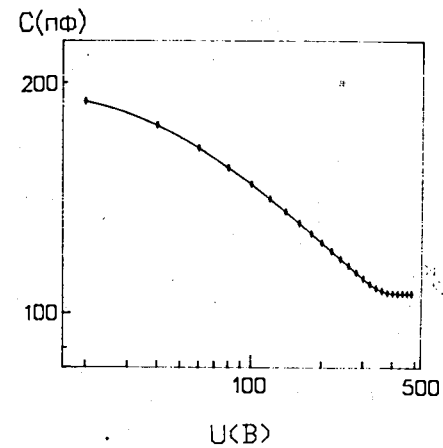


Рис. 4. Зависимость суммарной емкости всех 512 полосок детектора от приложенного напряжения.

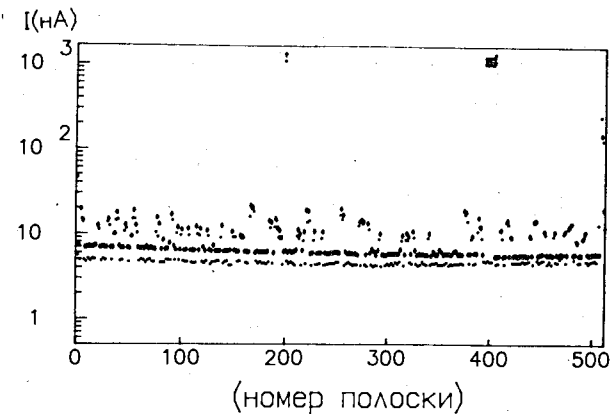


Рис. 5. Распределение токов утечки по отдельным полоскам (кружочками показаны значения токов для пассивных полосок).

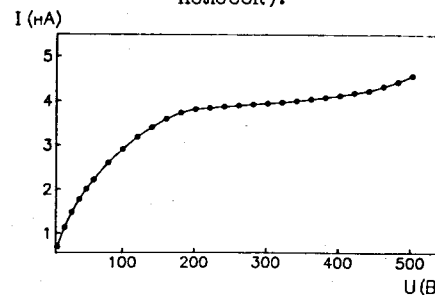


Рис. 6. Вольт-амперная характеристика для одной типичной полоски.

наступает при 380 вольтах. Представленная зависимость подтверждает тот факт, что удельное сопротивление материала детектора составляет  $1,5 \text{ КОМ} \cdot \text{см}$ .

На рис.5 представлены значения токов утечки на отдельных полосках одного из детекторов при напряжении 400 вольт (кружочками показаны значения токов для пассивных полосок). Наиболее вероятное значение тока утечки составляет 5-7 нА. Такая величина токов утечки детекторов является удовлетворительной, т.к. их шумовой вклад в этом случае не превышает вклада реальных входных усилителей электронно-регистрающего тракта. Однако около 2 % полосок имеют токи больше 100 нА. Стрелочками обозначены диоды с током утечки больше 1 мкА.

Вольт-амперная характеристика для одной типичной полоски показана на рис.6.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Denisov S.P. Workshop on the experimental program at UNK ( proceedings ). Serpukhov, 1988, p. 343.
2. Водопьянов А.С. и др. ОИЯИ, Д13-88-764, Дубна, 1988.
3. Belau E. et al. Nucl.Inst. and Meth., 1983, 214, p.253.
4. Weilhammer P. CERN-EP/86-54, Geneva, 1986.
5. Caccia M. et al. Nucl.Inst. and Meth., 1987, A260, p.124.

Рукопись поступила в издательский отдел  
5 января 1990 года.