

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

Б 44

P6-87-518

Е. Бельцаж<sup>1</sup>, И. Брыловска<sup>2</sup>, Н. Н. Калинина,  
А. Котлярски<sup>1</sup>, Б. П. Осипенко, А. В. Ревенко,  
М. Слапа<sup>1</sup>, Д. Срнака<sup>3</sup>, Я. Юрковски

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ  
ДЛЯ ДЕТЕКТОРОВ ЯДЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
ИЗ ГЕРМАНИЯ ВЫСОКОЙ ЧИСТОТЫ

<sup>1</sup>Институт ядерных проблем, Свєрк, ПНР

<sup>2</sup>Университет им. Марии Кюри-Скловской, Люблин, ПНР

<sup>3</sup>Институт ядерной физики, Ржеж, ЧССР.

1987

## ВВЕДЕНИЕ

Продолжение работ по повышению надежности полупроводниковых детекторов привело к необходимости защиты от внешнего влияния /р-п/-переходов в германиевых детекторах. На кремниевых детекторах в качестве защитного покрытия используется двуокись кремния, полученная анодным окислением кремниевых заготовок<sup>/1/</sup>.

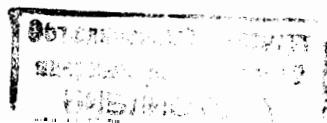
Окиси германия термически не стабильны и склонны к гидролизу, поэтому в качестве защитных покрытий не могут быть использованы. Целесообразно использовать для защитного покрытия однородные по структуре и свойствам пленки стекловидной фазы двуокиси кремния - кварцевого стекла. Существует несколько методов осаждения стеклообразной двуокиси кремния ( $\text{SiO}_2$ ) на поверхность полупроводника. Наиболее подходящим для нашего случая является вакуумное напыление  $\text{SiO}_2$  при распылении кварца электронным лучом. В этом случае нанесение покрытия осуществляется без заметного нагрева поверхности подложки, что обеспечивает неизменность свойств исходного материала.

Цель данной работы - показать возможность использования стекловидной двуокиси кремния для защиты германиевых детекторов от влияния внешней среды.

## НАНЕСЕНИЕ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ

Для отработки метода защитных покрытий была изготовлена партия из 20 плоскопараллельных детекторов из германия высокой чистоты. Размер рабочей поверхности детекторов от 0,25 до 10  $\text{см}^2$ , толщина около 8 мм. Используемый германий имел разностную концентрацию примеси от  $0,9 \times 10^{10}$  до  $3 \times 10^{10} \text{ см}^{-3}$ . Детекторы изготавливались по методике, описанной в работе<sup>/2/</sup>.

Нанесение защитного покрытия окиси кремния проводилось в вакуумной установке, оснащенной электронной пушкой и устройством для вращения образца. Перед тем, как поместить образец в вакуумную установку, его тщательно травили и отмывали в деионизированной воде. Схема нанесения  $\text{SiO}_2$  на германиевый детектор приведена на рис.1. Образец устанавливается под углом к потоку распыляемого  $\text{SiO}_2$  таким образом, чтобы пленка равномерно наносилась на стенки канавки детектора. Во время распыления  $\text{SiO}_2$  образец вращается со скоростью 6 об/мин.



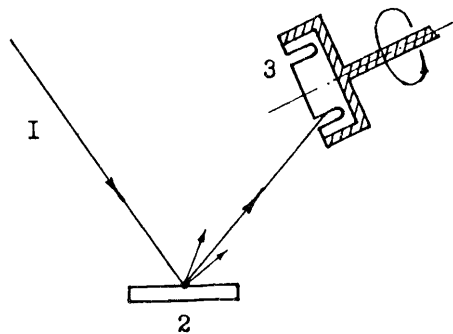


Рис.1. Схема нанесения окиси кремния: 1 - электронный пучок, 2 - пластина из кварца высокой чистоты, 3 - детектор.

### СВОЙСТВА ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

На рис.2 приведены вольт-амперные характеристики одного из детекторов, снятые при температуре жидкого азота. Из этого рисунка видно, что защитные покрытия позволяют заметно увеличить число термоциклов детектора без ухудшения его характеристик. Санитарная обработка детекторов с защитным покрытием различными жидкостями: водой, ацетоном, этиловым спиртом, трихлорэтиленом, не изменяет характеристик, если после отмывки проводится кратковременный 5-минутный нагрев детектора в вакууме при температуре около  $300^{\circ}\text{C}$ .

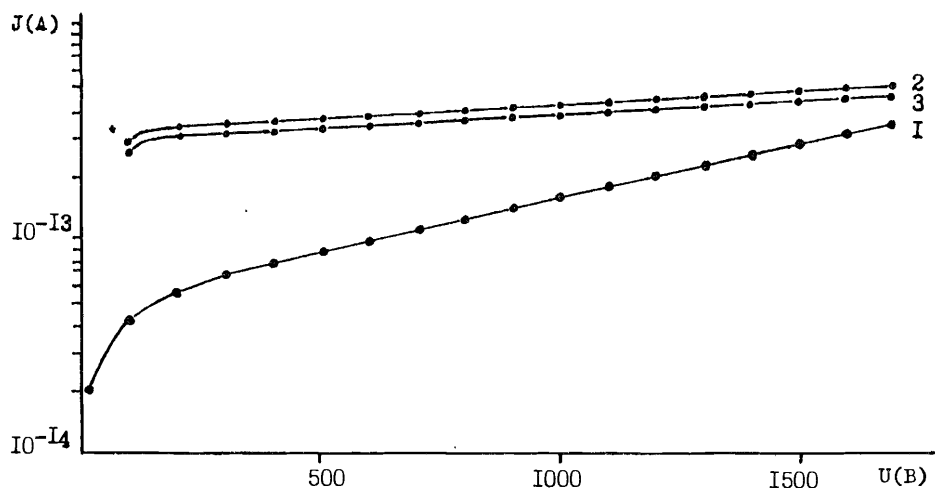


Рис.2. Вольт-амперные характеристики детектора  $\phi$  6 мм,  $W = 7$  мм: 1 - до нанесения защитного покрытия, 2 - после нанесения защитного покрытия, 3 - после 100 термоциклов детектора.

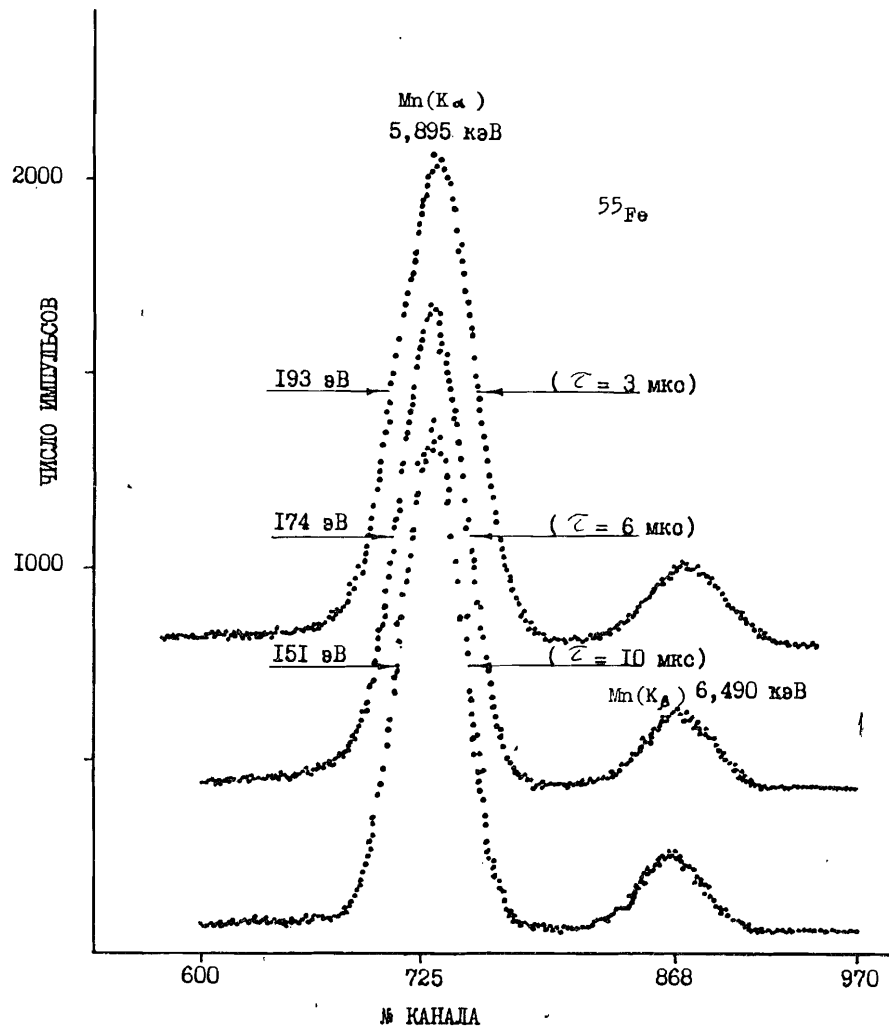


Рис.3. Спектры рентгеновского излучения  $^{55}\text{Fe}$  в зависимости от времени формирования импульсов.

Состав пленок  $\text{SiO}_2$  определялся из спектров обратного рассеяния, полученных при облучении защищенной поверхности детектора  $\alpha$ -частицами с энергией 2,4 МэВ под углом  $135^{\circ}$ . Обработка спектров показала, что отношение атомов кислорода к атомам кремния близко к двум. Толщина пленок от 0,055 до 0,115 мкм.

Из вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик определены диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$  и напряжение пробоя  $E_{пр}$ :  $\epsilon = 3,8 \div 3,9$ ;  $E_{пр} \geq 5 \cdot 10^7$  В/см.

На рис. 3 показаны спектры рентгеновского излучения  $^{55}\text{Fe}$ , снятые с помощью этого же детектора. Из приведенных рисунков видно, что при оптимальных значениях формирования импульсов от детектора можно получить энергетическое разрешение, близкое к предельному.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненная работа показала, что выбранный метод позволяет изготавливать германиевые детекторы с хорошо защищенными  $p$ - $n$ -переходами. Это позволяет значительно увеличить число охлажденный детектора и при необходимости проводить санитарную обработку без ухудшения его характеристик.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бельцаж Е. и др. ОИЯИ, 13-86-153, Дубна, 1986.

Рукопись поступила в издательский отдел  
7 июля 1987 года.

Бельцаж Е. и др.

P6-87-518

Защитные покрытия для детекторов ядерного излучения из германия высокой чистоты

Показана возможность нанесения защитного покрытия на переходы детекторов из германия высокой чистоты. Покрытия стекловидной двуокиси кремния наносились в вакуумной установке, оснащенной электронной пушкой. У защищенных детекторов значительно увеличилось число термоциклов без ухудшения характеристик и появилась возможность проводить санитарную обработку детекторов.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод О.С.Виноградовой

Belcatz E. et al.

P6-87-518

Protective Coating for High Purity Germanium Detectors

The possibility of applying the protective coating on  $pn$ -junctions of HPGe-detectors was shown. The glassy  $\text{SiO}_2$  coating was applied in vacuum unit equipped with electron gun. The coating markedly increases the number of detector thermocycles and makes possible the periodic cleaning of detectors.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987