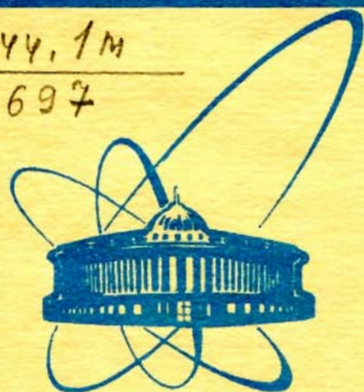


СЗУУ, 1М

Г-697



сообщения
Объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

4909/2-79

3/12-79

13 - 12567

М.Г. Горнов, Ю.Б. Гуров, М.А. Мороховец,
К.Н. Неймарк, Б.П. Осипенко

ПОВЕРХНОСТНО-БАРЬЕРНЫЕ ДЕТЕКТОРЫ
ИЗ КРЕМНИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО ФОСФОРОМ
В ПОТОКЕ ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ

1979

13 - 12567

М.Г. Горнов,¹ Ю.Б. Гуров,¹ М.А. Мороховец,²
К.Н. Неймарк,³ Б.П. Осипенко

**ПОВЕРХНОСТНО-БАРЬЕРНЫЕ ДЕТЕКТОРЫ
ИЗ КРЕМНИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО ФОСФОРОМ
В ПОТОКЕ ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ**

¹ Московский инженерно-физический институт

² Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности

³ Запорожский титано-магнелевый комбинат

Горнов М.Г. и др.

13 - 12567

Поверхностно-барьерные детекторы из кремния,
легированного фосфором в потоке тепловых нейтронов

Исследована возможность получения методом нейтронного легирования кремния n -типа, пригодного для изготовления поверхностно-барьерных детекторов.

Разрешение детекторов, изготовленных из такого кремния, составило $\delta E \approx 21$ кэВ для $E_n \approx 5,5$ МэВ.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований, Дубна 1979

Gornov M.G. et al.

13 - 12567

Surface-Barrier Detectors Made of Silicon
Alloyed by Phosphor in the Thermal Neutron Flux

A possibility of producing silicon of n -type adequate for preparing surface barrier detectors by the neutron alloyage method is investigated. The resolution of detectors made of such silicon was $\delta E \approx 21$ keV for ≈ 55 MeV.

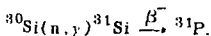
The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems; JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

Полупроводниковые детекторы получают все более широкое распространение в науке и технике. Создаются приборы и экспериментальные установки, включающие в себя десятки полупроводниковых детекторов различных типов. Повышаются требования к параметрам детекторов и их геометрическим размерам. В связи с этим все более острым становится вопрос получения исходного материала для их изготовления.

Наиболее распространенными и простыми в изготовлении являются поверхностно-барьерные детекторы из кремния n -типа ¹. Однако существуют серьезные трудности в получении исходного материала для таких детекторов, особенно для детекторов большого диаметра и с достаточной толщиной чувствительной области, поскольку монокристаллы кремния n -типа с удельным сопротивлением более 500 Ом.см и диаметром более 30 мм пока промышленностью не производятся. Значительно более доступен монокристаллический высокоомный кремний p -типа.

Одним из способов получения кремния n -типа из кремния p -типа является легирование фосфором в потоке тепловых нейтронов. Метод основан на ядерной реакции с участием изотопа ^{30}Si ^{2/}



Вследствие однородного распределения изотопа ^{30}Si в объеме кристалла и достаточно малого сечения реакции /0,11 бари/ распределение атомов фосфора, введенных таким способом, также в высокой степени однородно.

К недостаткам метода обычно относят уменьшение времени жизни в образцах по сравнению с исходными, связанное с образованием дефектов кристаллической решетки при облучении и обязательному процессу отжига при достаточно высокой температуре ^{3/}.

В настоящей работе исследована возможность получения методом нейтронного легирования однородного кремния *n*-типа, пригодного для изготовления качественных поверхностно-барьерных детекторов.

В качестве исходного был выбран монокристалл кремния *p*-типа диаметром 47 мм, выращенный методом бестигельной зонной плавки в атмосфере $Ag + H_2$ /10·1 по объему/. Удельное сопротивление кристалла, измеренное 4-зондовым методом и с помощью вольт-емкостных характеристик переходов, полученных напылением алюминия на травленую неокисленную поверхность, составляло - 8000 Ом.см, время жизни, измеренное по спаду фотопроводимости, - 500 ÷ 600 мкс. Кристалл перед облучением был разрезан на шайбы толщиной 1 мм.

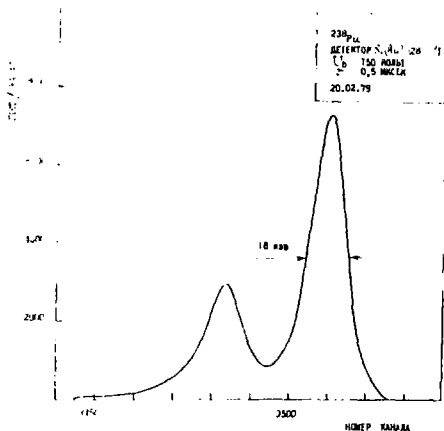
Облучение проводилось в потоке тепловых нейтронов с малой примесью быстрых /кадмиевое отношение, измеренное по Au, 1 500/. Интегральный поток при облучении составил $4,3 \cdot 10^{18}$ н/см² при плотности $3,7 \cdot 10^{11}$ н/см². с. Отжиг облученного материала проводился на воздухе при трех значениях температуры - 650 °C в течение двух часов, 800 °C и 900 °C в течение одного часа.

Удельное сопротивление полученных образцов, измеренное с помощью 4-зондового метода и уточненное по вольт-емкостным характеристикам изготовленных из данных образцов поверхностно-барьерных Si(Au) ППД, составило - 800 Ом.см, что находится в согласии с ожидаемым.

Из полученных пластин для каждого из режимов отжига были изготовлены Si(Au) ППД с диаметром чувствительной области 6 мм и полной толщиной - 600 ÷ 800 мкм.

Разрешение изготовленных ППД составило /18 ÷ 21/ кЭВ по α -частицам. На рисунке для иллюстрации качества ППД представлен спектр α -частиц ²³⁸Pu, измеренный с помощью ППД из пластины, прошедшей отжиг при температуре 650 °C.

В настоящее время нами проводятся исследования возможности получения методом нейтронного легирования более высо-



коомных образцов кремния для изготовления поверхностно-барьерных детекторов с большей толщиной чувствительной области.

В заключение мы хотели бы выразить благодарность А.П.Крюкову, В.А.Гайну и О.М.Гребенниковой за помощь при выполнении работы. Авторы благодарят также Л.А.Миронову и В.Г.Жукову за изготовление ППД и подготовку материала к облучению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акимов Ю.К. и др. Полупроводниковые детекторы ядерных частиц и их применение, Атомиздат, М., 1967.
2. Tapenbaum M., Mills A.D. *Journal Electrochemical Society*, 1961, v.108, p.170.
3. Клиничук К.Д., Липовченко Н.М., Меркер Р. Влияние термообработки на электрические свойства кремния. Сб.: "Полупроводниковая техника и микроэлектроника", вып. 25, Наукова думка, Киев, 1977.

Рукопись поступила в издательский отдел
20 июня 1979 года.