

**сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна**

P13-84-708

А.А.Александров*, В.Ф.Кушнирук, Ю.В.Пятков*,
А.В.Рыхлюк, Ю.П.Харитонов, И.А.Шляпина*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЛЕКЦИИ
ПО ВРЕМЕННЫМ ПАРАМЕТРАМ СИГНАЛА
ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ
СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ДЕТЕКТОРОВ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ

* Московский инженерно-физический институт

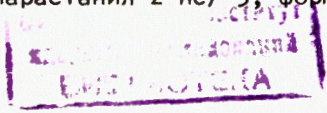
Исследование временных параметров импульсов полупроводниковых детекторов /ППД/ тяжелых ионов позволяет получить дополнительную информацию о качестве детектора и характеристиках регистрируемых частиц. Из работы /1/ следует, что в ППД тяжелых ионов величина плазменного времени $T_{пл}$, т.е. времени, в течение которого происходит рассасывание области с высокой плотностью носителей заряда, связана с зарядом регистрируемого иона Z и напряженностью электрического поля F в детекторе соотношением $T_{пл} = kZ^n \cdot F^{-1}$, где k – постоянная для используемого материала детектора величина, а показатель степени n связан с ионным зарядом частицы.

Флуктуации напряженности электрического поля приводят к ухудшению энергетического разрешения ППД вследствие зависимости рекомбинационных потерь заряда от величины $T_{пл}$. Используя отбор импульсов по времени нарастания токового импульса, а следовательно, и по величине плазменного времени, можно существенно снизить разброс рекомбинационных потерь и улучшить тем самым энергетическое разрешение ППД. Зависимость $T_{пл}$ от Z дает возможность проводить идентификацию регистрируемых ионов по заряду.

В настоящей работе приводятся предварительные результаты исследования возможности отбора токовых импульсов по фронту нарастания для улучшения энергетического разрешения ППД тяжелых ионов, а также для разделения регистрируемых ионов по заряду. Исследуемые детекторы поверхностно-барьерного типа изготавливались по обычной методике и имели следующие характеристики:

величина удельного сопротивления n -кремния	- 500 Ом·см;
площадь рабочей поверхности S	- 1 см ² ;
энергетическое разрешение по α -частицам ^{238}Pu	- 20±40 кэВ.

Детекторы исследовались на пучке ионов ^{129}Xe , полученных на ускорителе У-300 Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ. Ионы с энергией 120 МэВ рассеивались на углеродно-висмутовой фольге толщиной ~100 мкг/см² и попадали на исследуемый ППД, расположенный под углом ~30° к первичному пучку. Энергетический разброс пучка с учетом исходной монохроматичности и используемой геометрии рассеяния оценивался в 2,5%. Блок-схема регистрирующей электронной аппаратуры представлена на рис.1. С ППД снимаются одновременно два сигнала – энергетический и временной. Энергетический тракт состоит из зарядочувствительного усилителя 1, линейного усилителя 2, блока микросекундной задержки 3 и многоканального амплитудного анализатора 4. Временной тракт включает в себя токовый усилитель ORTEC 574 с входным сопротивлением 50 Ом /использовались 3 усилительные секции с общим коэффициентом усиления 64 и временем нарастания 2 нс/ 5; формирователь временной



привязки к уровню 0,3 от амплитуды токового импульса 6; формирователь временной привязки 7 к уровню 0,9/2/; блоки наносекундной задержки 8 и 9; время-амплитудный преобразователь 10 и одно-канальный анализатор 11. Приведенная схема позволяет проводить отбор импульсов в заданном диапазоне длительности фронтов.

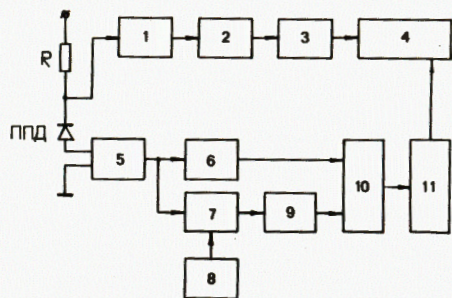
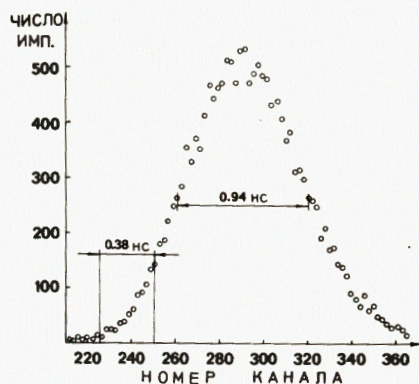


Рис.1. Блок-схема регистрирующей аппаратуры.

Рис.2. Распределение фронтов токовых импульсов для ионов ^{129}Xe .



Эксперимент проводился в следующем порядке. Сначала визуально на осциллографе С 1-75 исследовались параметры токового импульса, после чего подбиралась величина задержки 8 в устройстве временной привязки к уровню 0,9/2/. Затем на многоканальном анализаторе снималось распределение фронтов токовых импульсов. Полученное таким образом распределение при напряжении смещения 50 В для одного из ППД представлено на рис.2. Распределение имеет симметричный вид с шириной на полувысоте 0,94 нс. Из полного спектра длительностей фронтов "вырезалось" окно шириной 0,4 нс со стороны коротких фронтов, как показано на рисунке. Амплитудные спектры ионов ксенона, снятые при напряжении 50 В без отбора /спектр 1/ и с отбором /спектр 2/ по длительности фронта токового импульса, приведены на рис.3. Положения пиков и их ширина определялись при помощи ЭВМ методом подгонки гауссианом. Как видно из рисунка, разрешение ППД при использовании временного отбора улучшается с $4,7 \pm 0,1\%$ до $3,4 \pm 0,1\%$. Следовательно, применение временного отбора приводит к исключению одной из составляющих энергетического разброса, равной 3,2%.

При исследовании возможности разделения ионов по заряду на ППД подавалось напряжение смещения 200 В, а временное "окно" выставлялось равным 0,5 нс со стороны коротких фронтов пика ксенона. На рис.4 /спектр 1/ представлен амплитудный спектр ионов ксенона и выбитых из мишени ионов висмута без временного

Рис.3. Амплитудные спектры ионов ^{129}Xe : 1 - без отбора по длительности фронта импульсов; 2 - с отбором по длительности фронта импульсов.

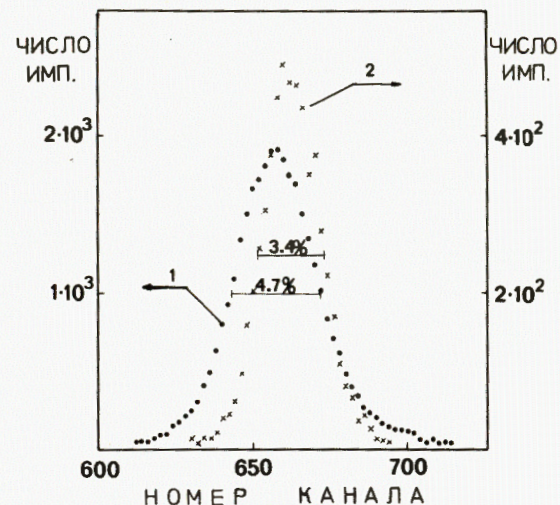
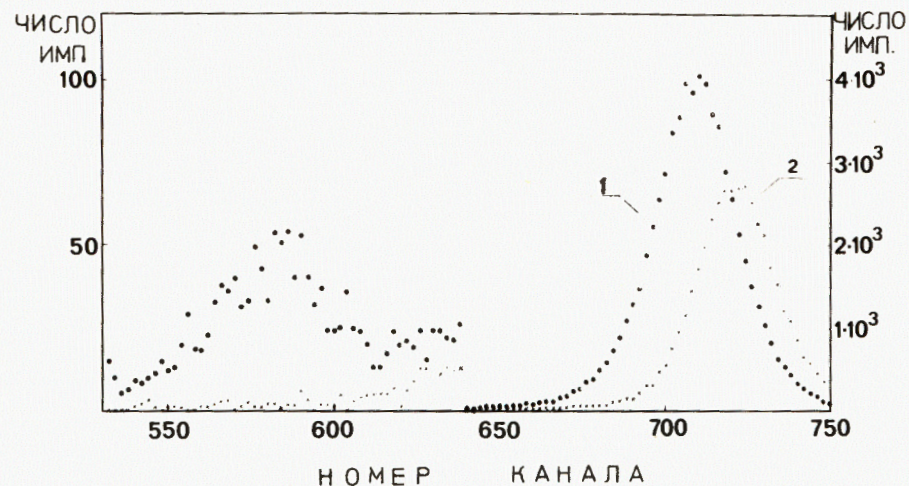


Рис.4. Амплитудные спектры ионов ^{129}Xe и Bi : 1 - спектр без временного отбора; 2 - спектр с временным отбором.



отбора. При введении временного отбора пик висмута полностью исчезает /спектр 2/. Таким образом, введение временного отбора позволило разделить ионы с $Z_1 = 54$ и $Z_2 = 83$. Предельное разрешение, которое может быть достигнуто, определяется качеством материала, из которого изготовлен детектор, и временным разрешением электронной аппаратуры.

В заключение авторы выражают благодарность академику Г.Н.Флорову за постоянный интерес к работам по полупроводниковым детекторам и С.М.Лукиянову за помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Siebt W., Sundström K.E., Tove P.A. Nucl. Instr. and Meth., 1973, 113, p.317.
2. Александров А.А., Мокроусов В.А., Пятков Ю.В. ПТЭ, 1982, №4, с.122-124.

Рукопись поступила в издательский отдел
2 ноября 1984 года.

Александров А.А. и др.

P13-84-708

Использование селекции по временным параметрам сигнала для улучшения спектрометрических характеристик детекторов тяжелых ионов

Исследованы возможности улучшения энергетического разрешения полупроводниковых детекторов тяжелых ионов и разделения ионов по заряду с помощью отбора импульсов по длительности фронта токовых импульсов. Получено распределение фронтов токовых импульсов для ^{129}Xe с энергией 120 МэВ. Ширина распределения на полувысоте составляет 0,94 нс при напряжении 50 В для детектора, изготовленного из n-кремния с удельным сопротивлением 500 Ом·см. Применение отбора по длительности фронта токовых импульсов позволило улучшить энергетическое разрешение с 4,7 до 3,4%. Показана возможность разделения ионов по заряду. Введение временного отбора позволило разделить ионы с $Z = 54$ и $Z = 83$.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.
Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Aleksandrov A.A. et al.

P13-84-708

Using of Selection by Signal Parameters for Improvement of Spectrometric Characteristics of Heavy Ion Detectors

The possibilities of improvement of energy resolution of heavy ion semiconductor detectors and ion charge separation by time selection of current pulses are investigated. The rise time distribution of current pulses for pulses for 120 MeV ^{129}Xe ions is obtained. Full width at half maximum is 0.94 ns for a detector made from 500 $\Omega\cdot\text{cm}$ n-Si at 50 V. Using the time selection of current pulses allows one to improve the energy resolution from 4.7% to 3.4%. The possibility of charge separation of heavy ions is shown. Using the time selection permitted to separate ions with $Z = 54$ and $Z = 83$.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984