

О ВОЗМОЖНОСТИ РАБОТЫ ЛАВИННЫХ МДП-ФОТОПРИЕМНИКОВ И ДРУГИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЯДЕРНОФИЗИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ В ГЛУБОВОДНЫХ УСЛОВИЯХ

С.Я. Алейников*), Е.Г. Ананьин*), Т.С. Артемьева*), И.М. Железных***), А.Б. Кравченко, А.Ф. Кулешов**), В.Т. Пака**), З.Я. Садыгов***), В.Н. Сойфер*), В.Э. Шубин, И.В. Штраух***), В.Ф. Шипова*)

УДК 621.383.4

Изучены особенности работы лавинных МДП-фотоприемников и других элементов ядернофизической аппаратуры в условиях высокого гидростатического давления. Показано, что в проекте ДЮМАНД следует ориентироваться на использование полупроводниковых элементов с пластмассовым корпусом.

Твердотельные аналоги фотоэлектронных умножителей — лавинные полупроводниковые фотоприемники, в частности лавинные МДП-фотоприемники (металл-диэлектрик-полупроводник), в последнее время рассматриваются как перспективные детекторы черенковского излучения для глубоководных мюонных и нейтринных экспериментов (проект ДЮМАНД) /1,2/. Использование фотоприемников, также как и элементов полупроводниковой электроники, способных выдержать высокие гидростатические давления (до 600 атм), позволило бы значительно упростить глубоководную установку и уменьшить ее стоимость /3/.

В настоящей работе изучены особенности работы лавинных МДП-фотоприемников и других элементов ядернофизической аппаратуры в условиях высокого гидростатического давления. Испытания полупроводниковых элементов глубоководной аппаратуры проводились в малогабаритной поршневой камере, заполненной глицерином. Давление в камере создавалось с помощью обычного гидравлического пресса.

*) Тихоокеанский океанологический институт ДВНЦ.

**) Институт океанологии АН СССР.

***) Институт ядерных исследований АН СССР.

В экспериментах использовались лавинные МДП-фотоприемники типа Si-SiO₂-Au с рабочей площадью около 3 мм². Образцы получались с помощью стандартной методики, принятой в изготовлении кремниевых приборов.

С целью возможной вариации экспериментальной установки также исследовалось влияние высокого давления на спектральную и импульсную характеристики излучения полупроводниковых светодиодов. Оказалось, что светодиоды АЛ304, АЛ305, АЛ307 с пластмассовым корпусом при давлении 1000 атм работают в соответствии с паспортными характеристиками. Поэтому при испытании лавинных МДП-фотоприемников световоды закреплялись специальными держателями над рабочей поверхностью фотоприемников, и все устройство помещалось в камеру высокого давления. Все измерения проводились через час после достижения давления требуемой величины.

Нами контролировались следующие характеристики лавинных МДП-фотоприемников: коэффициент умножения фототока, напряжение пробоя поверхности полупроводника и емкость диэлектрического слоя структуры.

Испытания показали, что вышеуказанные характеристики лавинных МДП-фотоприемников при увеличении давления до 1000 атм не изменяются. Экспериментальная ошибка при измерении коэффициента умножения, напряжения пробоя поверхности полупроводника и емкости диэлектрического слоя лавинных МДП-фотоприемников составила около 5 — 7%.

Контроль за работой других элементов ядернофизической аппаратуры, таких как микросхемы, транзисторы, диоды и т.д. осуществлялся осциллографом по следующим параметрам: амплитуда, длительность, время нарастания и спада выходного импульса. Длительность входного импульса составляла 1 мкс, а характерные времена нарастания и спада — около 20 нс.

Эксперименты показали, что при точности экспериментальной установки, равной 10%, вышеуказанные характеристики микросхем, транзисторов, диодов с пластмассовым корпусом, а также керамических конденсаторов и резисторов не изменяются при увеличении гидростатического давления до 1000 атм. Транзисторы, диоды и другие полупроводниковые элементы ядернофизической аппаратуры с металлическим корпусом работают нормально до 200 : 600 атм. При достижении этого давления металлический корпус элементов сильно деформируется, и происходит обрыв или короткое замыкание проводов, обеспечивающих соединение кристалла с выводными контактами. Нами было замечено, что если произвести вскрытие металлического корпуса, то эти элементы работают нормально при увеличении

Результаты испытаний полупроводниковых транзисторов, диодов и других элементов ядернофизической аппаратуры

Испытываемый элемент	Корпус	Предельное рабочее давление
Транзистор	КТ315	пластмассовый
	КТ313А	— " —
	КТ313В	— " —
	КТ305Д	металлический
	КТ305И	— " —
	КТ305Д	вскрытый
Стабилитрон	КС133А	металлический
	КС133А	вскрытый
	КС170А	пластмассовый
Диод	Д9	стеклянный
	КД503	— " —
	КД202В	металлический
		пластмассовый
Конденсатор	КМ5	керамический
Резистор	МЛТ-0,25	— " —

давления до 1000 атм. Результаты испытаний сведены в табл. 1.

Таким образом, как показывают эксперименты, глубоководная аппаратура в проекте ДЮМАНД должна ориентироваться на использование полупроводниковых элементов с пластмассовым корпусом. При этом нет необходимости размещать их в дорогостоящих герметических корпусах высокого давления и использовать сложные герморазъемы; достаточно помещать их в легкие, дешевые пластмассовые контейнеры, заполненные диэлектрической жидкостью.

Поступила в редакцию 5 ноября 1983 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. I.M. Zheleznykh, Proc. 1978 DUMAND Summer Workshop, ed. A. Roberts, v. 1, p. 127.
2. И.М. Железных, А.Ф. Плотников, В.Э. Шубин, II Всесоюзный съезд океанологов, тезисы докладов, вып. 4, стр. 12, Севастополь, 1982 г.
3. А.Б. Кравченко и др., II Всесоюзный съезд океанологов, тезисы докладов, вып. 4, стр. 13, Севастополь, 1982 г.