

## ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ФОТОДИОДОВ НА ОСНОВЕ СЕЛЕНИДА ИНДИЯ

К.А.АСКЕРОВ

Институт Фотоэлектроники АН Азербайджана  
370141, г.Баку, ул. Ф.Агасва, 555-й квартал

Исследовалось влияние имитирующих факторов ядерного взрыва и протонного облучения на фотоэлектрические свойства фотодиодов на основе селенида индия. Установлено, что импульсное гамма излучение и импульсное нейтронное облучение приводит к улучшению фотоэлектрических и частотных характеристик исследуемых фотодиодов. Показано, что большие флюенсы протонного облучения облегчают процесс образования комплексов в межслойном промежутке слоистого селенида индия, вследствие чего несколько ухудшаются фотоэлектрические параметры фотодиодов.

В настоящее время большой практический и научный интерес представляют разработка технологии и изготовление радиационно-стойких фотоприемников на основе слоистых соединений для ближней ИК-области спектра. Такие фотодиоды могут применяться в приборах видимого и ближнего ИК-излучения, работающих в условиях повышенной радиации. Физические основы технологии изготовления фотодиодов на основе селенида индия подробно описаны в работе [1]. Влияние ионизирующих излучений различного вида на электрофизические и фотоэлектрические свойства монокристаллических образцов селенида индия и фотоэлектрические свойства монокристаллических образцов селенида индия и фотодиодов на его основе исследовано в работах [2-5]. Однако, подробное исследование радиационной стойкости фотодиодов на основе селенида индия изучено недостаточно. Данная статья посвящается исследованию влияния имитирующих факторов ядерного взрыва и протонного облучения на фотоэлектрические свойства фотодиодов на основе селенида индия. Исследуемые фотоприемники были подвергнуты следующим типам ионизирующих излучений:

- на воздействие поражающих факторов ядерного взрыва с уровнем нейтронов с энергией  $> 0,1$  МэВ и флюенсом  $3,0 \cdot 10^{12}$  см $^{-2}$  и импульсного гамма-излучения с мощностью  $1,0 \cdot 10^{10}$  Р/с;
- на воздействие протонного излучения с флюенсом  $5,0 \cdot 10^{13}$  см $^{-2}$ .

До и после указанных выше видов ионизирующего излучения изменялись спектральные характеристики, амплитудно-частотные характеристики, монохроматическая и вольт-ваттная чувствительность фотодиодов.

Результаты измерений указанных параметров исследуемых фотодиодов при напряжении 3 В до и после облучения приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы значения монохроматической и вольт-ваттной чувствительности фотодиодов на основе селенида индия после воздействия указанных факторов

несколько увеличиваются, что показывает возможность использования этих фотодиодов в условиях повышенной радиации. Увеличение fotocувствительности фотодиодов наблюдалось после импульсного гамма и нейтронного облучения (рис.1). Как видно из рисунка в коротковолновой области спектра наблюдается значительное увеличение, а в длинноволновой области резкий спад fotocувствительности.

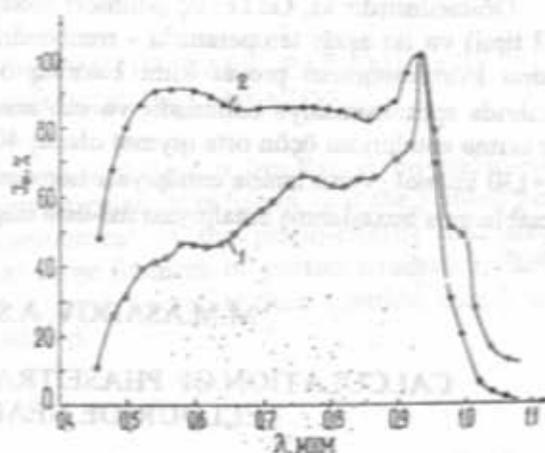


Рис.1 Спектр fotocувствительности фотодиодов после импульсного гамма (1) и нейтронного (2) облучения

При этом основной максимум не смещается. Иная картина наблюдается при облучении фотодиодов на основе селенида индия протонами с флюенсом  $5,0 \cdot 10^{13}$  см $^{-2}$  (рис.2). В этом случае fotocувствительность в коротковолновой области спектра уменьшается и, наоборот, в длинноволновой области спектра увеличивается имеет тенденцию к росту дополнительного максимума. При этом основной максимум несколько сдвигается в длинноволновую сторону спектра. Наблюдаемые изменения в результате воздействия ионизирующего излучения могут быть связаны с образованием радиационных дефектов, созданных в слоистых структурах селенида индия.

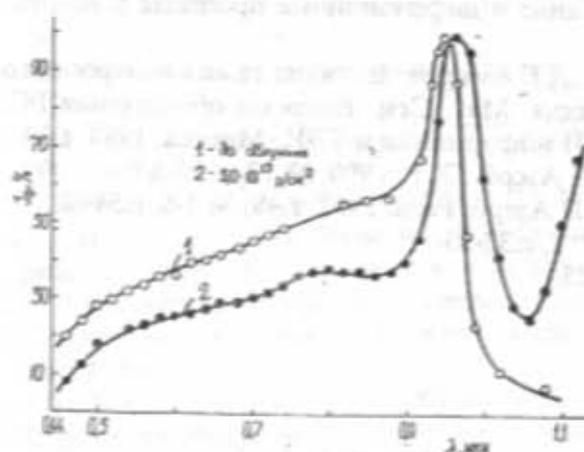


Рис.2 Спектр fotocувствительности фотодиодов до облучения (1) и после облучения (2) протонами

Амплитудно-частотная характеристика  $U_c = \varphi(f)$  фотодиодов измерялась по известному методу в полосе частот 100-1000 МГц.

Неравномерность АЧХ определяли по формуле:

$$n = 20 \lg \frac{U_{cmax}}{U_{cmin}}$$

где,  $U_{cmax}$  и  $U_{cmin}$  соответственно максимальное и минимальное напряжение сигнала фотоотклика в измеряемой полосе частот.

В результате воздействия импульсного гамма и импульсного нейтронного излучения на частотных характеристиках фотодиодов на основе селенида индия наблюдалось увеличение диапазона частот. Частотный диапазон при одиночном воздействии ионизирующего излучения увеличился на 10-20 %. Результаты воздействия импульсного гамма излучения и импульсного нейтронного облучения существенно влияют на увеличение монохроматической, вольт-ваттной и интегральной чувствительности

фотодиодов, в которых они повышаются приблизительно на 20-40 %. Неравномерность амплитудно - частотной характеристики увеличивается на 40-65 %. Это объясняется тем, что в результате облучения происходит расширение области объемного заряда фотодиода, следствием чего является уменьшение емкости р-п перехода и, следовательно, увеличение полосы пропускания. Полученные результаты могут быть использованы при изготовлении фотодиодов, работающих в ближней части ИК-области спектра.

Исследовано также влияние изохронного отжига продолжительностью 30 минут на фотоэлектрические свойства облученных фотодиодов. Выяснено, что после изохронного отжига в интервале 70-130° (с шагом в 20 градусов) фотоэлектрические параметры исследуемых фотодиодов почти полностью восстанавливаются. Установлено, что дефекты вводимые облучением являются нестабильными, они исчезают за одну стадию изохронного отжига, т.е. происходит постепенная рекомбинация радиационных дефектов.

При малых флюенсах облучения, по всей вероятности, в основном происходит перераспределение примесей золота, являющейся компенсирующим элементом при получении р-п перехода, вследствие чего получается более совершенный и стабильный р-п переход и fotocувствительность фотодиодов увеличивается [6]. С ростом флюенсов облучения миграция радиационных дефектов в межслойном промежутке слоистого кристалла селенида индия облегчает процесс образования комплексов, приводящих к некоторой деградации фотоэлектрических параметров фотодиодов.

Наконец, на основании проводимых исследований можно рекомендовать эти виды фотоприемников для работы в условиях повышенной радиации.

Параметры фотодиодов	До облучения	Импульсное гамма и импульсное нейтронного облучения $\Phi_n = 3,0 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2}$ $P_n = 1,0 \cdot 10^{10} \text{ P/C}$	До облучения	Протонное облучение $5,0 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-2}$
$S_{\lambda max}, \text{ А/Вт}$	2,6	3,2	2,1	1,95
$J, \text{ В.В/Вт}$	$4,3 \cdot 10^4$	$8,2 \cdot 10^4$	$4,5 \cdot 10^4$	$4,0 \cdot 10^4$
$J_i, \text{ мА/ЛМ}$	15	18	15,3	14,5
$\Delta f, \text{ МГц}$	400	800	-	-
$n, \text{ ЭБ}$	8	3,5 ( $\Delta f=400$ ) 5,2 ( $\Delta f=800$ )	-	-

1. К.А.Аскеров, Ф.К.Исаев, Д.Г.Амиров. Дефектообразование и диффузионные процессы в некоторых слоистых полупроводниках. Азернепр, 1991, 126 с.
2. Э.Ю.Саласв, Ф.И.Исмайлов, Ф.А.Зайтов, К.А.Аскеров, Д.Г.Амиров. Влияние гамма-нейтронного облучения на электрофизические свойства селенида индия. Мат. Сем. Вопросы обеспечения РС, РЭА, ЭРИ и материалов к воздействию ИИ и ЯВ. ЦНИИ информации и ТЭИ, Москва, 1984, с.39.
3. К.А.Аскеров, Э.М.Алиев, Ф.К.Исаев, Д.Г.Амиров. ДАН Азерб. ССР, 1990, № 12, с. 85-87.
4. Р.Ю.Алиев, Д.И.Караев, Д.С.Амиров, К.А.Аскеров. ДАН Азерб. Респ. 1992, т.48, № 1-6, с.58-60.
5. Р.Ю.Алиев, Д.И.Караев, К.А.Аскеров. "Физика", 1996, " 2, с.32-33.
6. H.Saito, J.C.Rigg, J.H.Granford. Phys. Rev. 1996, 144, p.725.

K.Ə.ƏSGƏROV

### INDIUM SELEN FOTODİODUNUN ƏSAS PARAMETRLƏRİNƏ NÜFUZEDİCİ ŞÜALANMANIN TƏSİRİ

Məqalədə indium selen fotodiodunun fotoelektrik xassələrinə nüvə partlayışı faktorlarının və proton şüalanmasının təsiri tədqiq edilmişdir. Təsdiq edilmişdir ki, impulsu qamma və impulsu neytron şüaları tədqiq edilən fotodiodların fotoelektrik və tezlik karakteristikalarını yaxşılaşdırır. Fotoelektrik parametrlərin pisləşməsi böyük flüensli proton şüalanması nəticəsində laylı indium selen kristalının laylar arası məsafədə komplekslərin əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır.

K.A.ASKEROV

### INFLUENCE OF THE IONIZING IRRADIATION ON THE BASIC PARAMETERS OF PHOTODIODES ON THE BASE OF INDIUM SELENIDE

Influence of the simulating factors of nuclear explosion and proton irradiation on photo-electric properties of photo diodes on the basis Indium selenide was investigated. It is found, that the pulsing gamma irradiation and pulsing neutron irradiation results in improvement of the photo-electric and frequent characteristics of investigated photodiodes. It is shown, that large fluences of proton irradiation facilitate process of formation of complexes in interlayer space of an interval layered indium selenide, owing to that photo-electric parameters of photodiodes are a little bit degraded.

Дата поступления: 19.05.97.

Редактор: Д.Абдинов

№	Тема	Автор	Стр.	Год
1	Дефектообразование и диффузионные процессы в некоторых слоистых полупроводниках	К.А.Аскеров, Ф.К.Исаев, Д.Г.Амиров	126	1991
2	Влияние гамма-нейтронного облучения на электрофизические свойства селенида индия	Э.Ю.Саласв, Ф.И.Исмайлов, Ф.А.Зайтов, К.А.Аскеров, Д.Г.Амиров	39	1984
3	ДАН Азерб. ССР	К.А.Аскеров, Э.М.Алиев, Ф.К.Исаев, Д.Г.Амиров	85-87	1990
4	ДАН Азерб. Респ.	Р.Ю.Алиев, Д.И.Караев, Д.С.Амиров, К.А.Аскеров	58-60	1992
5	"Физика"	Р.Ю.Алиев, Д.И.Караев, К.А.Аскеров	32-33	1996
6	Phys. Rev.	H.Saito, J.C.Rigg, J.H.Granford	725	1996