

РАДИАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ФОТОДИОДОВ НА ОСНОВЕ СЕЛЕНИДА ИНДИЯ

Р.Ю. АЛИЕВ, Д.И.КАРАЕВ, К.А. АСКЕРОВ
 Институт Фотозлектроники АН Азербайджана
 370141, г. Баку, ул. Ф.Агаева 555 квартал

Исследовалось влияние гамма-квантов, электронного, протонного и импульсного гамма-нейтронного облучений на фотозлектрические свойства фотодиодов, изготовленных на основе селенида индия. Установлено, что изменение фотозлектрических параметров фотодиодов связано со специфической особенностью кристаллической структуры селенида индия - слоистостью. Дефекты, созданные высокоэнергетическими облучениями, образуются и накапливаются в межслоевых областях кристалла, и при температурном отжиге они практически исчезают.

Одной из важных задач фотозлектроники является создание радиационно-стойких фотопреобразователей, работающих в ближней инфракрасной области спектра. Известно несколько работ, посвященных исследованию ВАХ и объемных характеристик диодов на основе селенида индия [1, 2] и влиянию ионизирующих излучений на их фотозлектрические свойства [3].

В данной статье рассматривается влияние гамма-квантов флюэнсами 10^7 и 10^8 Р, электронного облучения с энергией 6 МэВ флюэнсами $1,2 \cdot 10^{12}$ см⁻² и $1,31 \cdot 10^{14}$ см⁻², протонного облучения флюэнсами $1,0 \cdot 10^{12}$ см⁻² и $5,0 \cdot 10^{13}$ см⁻² и импульсного гамма-нейтронного облучения флюэнсами $3,5 \cdot 10^{12}$ см⁻² и $1,2 \cdot 10^{14}$ см⁻² на спектральные и частотные характеристики фотодиодов на основе селенида индия. До и после произведенных облучений фотодиодов исследовались их монохроматическая, интегральная и вольт-ваттная чувствительности.

Для изготовления фотодиодов использовались монокристаллические образцы селенида индия с исходными параметрами при 300К: концентрация и подвижность основных носителей заряда 10^{14} - 10^{15} см⁻³ и 800 - 1200 см²/В-с, соответственно; удельное сопротивление 10 - 100 Ом-см. Фотодиодные структуры получались с помощью вакуумного напыления золота на горячие монокристаллические слои селенида индия с последующим отжигом в течение двух часов при температуре 250°C . Конструкция указанных фотодиодов и их основные параметры описаны в работе [4].

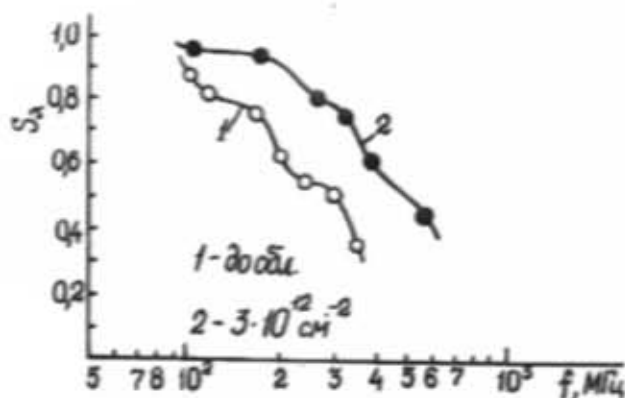


Рис. 1. Частотные характеристики фотодиодов на основе селенида индия до и после импульсного гамма-нейтронного облучения при 300К.

На рис.1 показаны частотные характеристики фотодиодов до и после воздействия импульсного гамма-нейтронного облучения флюэнсом $3,0 \cdot 10^{12}$ см⁻². То обстоятельство, что частотные характеристики фотодиодов расширились до гигагерцовой области, можно объяснить расширением области объемного заряда в них в результате воздействия облучения, следствием чего является уменьшение емкости р-п перехода и, следовательно, увеличение полосы пропускания. Частотный диапазон фотодиодов при одиночном воздействии гамма-нейтронного импульса увеличивается на 10-15%.

Аналогичные изменения в частотных характеристиках фотодиодов наблюдались после электронного, протонного и гамма облучений.

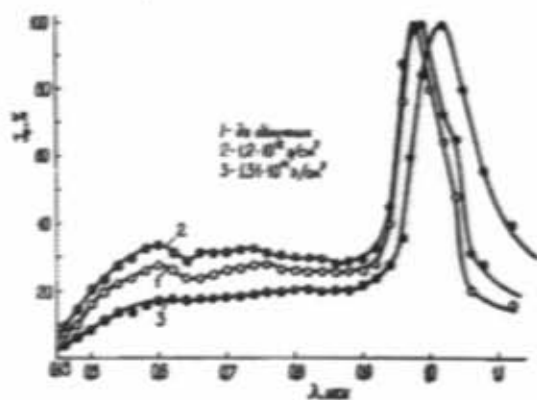


Рис. 2. Спектральное распределение фотоочувствительности фотодиодов на основе селенида индия до и после облучения электронами с энергией 6 МэВ при 300К.

На рис. 2 приведено спектральное распределение фотоочувствительности исследованных фотодиодов при комнатной температуре до и после электронного облучения. Фотодиоды, подвергшиеся воздействию ионизирующего излучения, обладали фотоочувствительностью в области спектра $0,45$ - $1,1$ мкм с максимумом вблизи $\lambda_{max} = 0,95$ мкм. Из рис. 2 также следует, что фотоочувствительность при флюэнсе $1,2 \cdot 10^{12}$ см⁻² в коротковолновой области спектра несколько увеличивается, а следующий флюэнс электронов приводит к ее уменьшению и сдвигу основного максимума в сторону более длинных волн. Из спектральных характеристик рассчитаны значения: монохроматической чувствительности - $0,95$ - $4,0$ А/Вт; вольт-ваттной чувствительности - $(1,3$ - $7,1) \cdot 10^4$ В/Вт и интегральной чувствительности к источнику "А" - $(10$ - $20)$ мА/лм. Практически

одинаковые изменения наблюдались и при других использованных типах облучений. В случае гамма-нейтронного облучения при флюэнсе $1,2 \cdot 10^{14}$ см⁻² уменьше-

ние чувствительности происходило по всей области спектра.

Полученные результаты расчетов приведены в таблице.

Таблица

Фотоэлектрические параметры	Тип облучения											
	Электронное			Протонное			Импульсное гамма-нейтронное			Гамма		
	Доза обл.	$1,2 \cdot 10^{13}$ э/см ²	$1,31 \cdot 10^{14}$ э/см ²	Доза обл.	$1 \cdot 10^{13}$ Р/см ²	$5 \cdot 10^{13}$ Р/см ²	Доза обл.	$3,5 \cdot 10^{13}$ н/см ²	$1,2 \cdot 10^{12}$ н/см ²	Доза обл.	10^5 Р	10^6 Р
Монохроматическая чувствительность, S_{λ} , А/Вт	1.6	2.1	1.2	2.1	2.85	1.95	1.35	1.45	0.95	1.5	1.8	1.15
Вольт-ваттная чувствительность, $I_{\lambda} 10^4$, В/Вт	2.5	3.1	2.2	4.5	5.2	4.0	3.2	3.8	2.9	1.9	2	1.7
Интегральная чувствительность, U , мА/лм	11.0	16.2	1.0	15.3	18.3	14.5	8.5	9.3	6.2	7.5	6.5	7.5

Из проведенного эксперимента можно сделать предположение, что ряд изменений фотоэлектрических параметров фотодиодов при облучении частицами высоких энергий, по видимому связано со специфической особенностью кристаллической структуры слоистых материалов, т.е. со взаимодействием радиационных дефектов, возникающих в кристаллических слоях и межслойных промежутках. Невысокие, по сравнению со слоем, энергетические барьеры, существующие в межслойных промежутках, благоприятствуют миграции радиационных дефектов. Это, в свою очередь, облегчает процесс образования комплексов из радиационных и исходных дефектов в межслоевом промежутке, который приводит к изменению времени релаксации фототока и, следовательно, изменению фоточувствительности [5].

Для выяснения причины деградации основных параметров фотодиодов в результате воздействия ионизирующего излучения, в эксперименте одновременно облучались фоточувствительные элементы и, созданные на их основе, фотодиоды. Изменения основных параметров в них практически не отличались, что указывает на незначительное влияние облучения на элементы конструкции фотодиода.

Дефекты, созданные в фотодиодах в результате электронного и протонного облучений, практически восстанавливаются после однократного отжига при температуре ~100-130°C. После облучения импульсными гамма-нейтронами с последующим отжигом при указанной температуре дефекты восстанавливаются не полностью, около 80%.

Полученные результаты позволяют утверждать, что фотодиоды на основе селенида индия являются радиационно-стойкими и, следовательно, могут быть использованы в условиях повышенной радиации.

Полученные результаты позволяют утверждать, что фотодиоды на основе селенида индия являются радиационно-стойкими и, следовательно, могут быть использованы в условиях повышенной радиации.

[1] К.А. Аскеров, Э.М. Алиев, Ф.К. Исаяев, Д.Г. Амиров. ДАН Азерб. ССР, 1990, т.1, с.21-23.
 [2] I. Hasegawa, Y. Abe Phys. Stat. Sol. 1982, 70, p.615-621.
 [3] Р.Ю. Алиев, Д.И. Кароев, К.А. Аскеров. Материалы респ. научной конференции "Физика-93", Баку, 1991, 126 с.

[4] К.А. Аскеров, Ф.К. Исаяев, Д.Г. Амиров. Из кн. "Дефектообразование и диффузионные процессы в некоторых слоистых полупроводниках", Баку, Азерб. вестр, 1991, 126 с.
 [5] К.А. Аскеров, Ф.И. Исмаилов, Ф.А. Зайтов и др. Изв. АН Азерб. ССР, 1986, №7, с.60-64.

R.Ya. Əliyev, S.İ. Qarayev, K.Ə. Əsgərov

INDIUM SELENİD ƏSASLI FOTODİODLARIN RADİASİYAYA DAVAMLILIĞI

Məqalədə laylı indium selenid əsasında hazırlanmış fotodiodların fiziki parametrlərinə müxtəlif növ ionlaşdırıcı şüaların təsirinə baxılmışdır.

Müəyyən edilmişdir ki, ionlaşdırıcı şüaların təsiri ilə fotodiodların xassələrinin dəyişməsi laylı indium selenid kristal strukturunun spesifik xüsusiyyətləri ilə əlaqədardır.

Göstərilmişdir ki, əmələ gələn defektlər layarası fəzada toplanır və termik işləmə nəticəsində praktiki olaraq aradan çıxır.

R.Yu. Aliyev, D.I. Qarayev, K.A. Askerov

RADIATION RESISTIVITY OF PHOTODIODES ON THE InSe BASIS

The influence of the ionizing radiation on the photoelectric properties of photodiodes, fabricated on the basis of layered InSe are investigated.

It has been established that variation of photoelectric parameters of diodes under effect of ionizing radiation relates with specific peculiarities of crystal structure of layered InSe.

It has been shown that the defects created by high ionizing radiation form and storage at interlayer crystal gap and disappear under temperature annealing.

Дата поступления: 02.04.96

Редактор: Д.Ш. Абдиев