

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОНИКАЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОНОКРИСТАЛЛОВ СЕЛЕНИДА ИНДИЯ, ЛЕГИРОВАННЫХ СЕРЕБРОМ ГЕРМАНИЯ

Ф.К. ИСАЕВ, , Дж.И. КАРАЕВ,

Азербайджанский Медицинский Университет им. Н. Нариманова,
Баку, ул. Бакиханова, 23

К.А. АСКЕРОВ, С.А. ОРУДЖЕВА, Р.Ю. АЛИЕВ

Институт Фотоэлектроники АН Азербайджана,
Баку, ул. Академика З. Халилова

В настоящей статье было изучено спектральная и интегральная фоточувствительность до и после воздействия на монокристаллы селенида индия легированных серебром и германием гамма-квантами в интервале доз 10^4 - 10^8 Р и импульсных нейтронов флюенсом 10^{12} - 10^{14} см $^{-2}$.

Облучение гамма-квантами InSe: Ag дозой до 10^5 Р не приводит к заметным изменениям фоточувствительности собственного поглощения, а чувствительность в коротковолновой области заметно уменьшается. Дальнейшее увеличение дозы гамма-квантов до 10^8 Р изменяет фоточувствительность всего лишь на 15-20%.

Все более растущий интерес к исследованию радиационных эффектов в слоистых полупроводниках типа A III B VI [1-3] и фотоприемниках на их основе [4-8] связан прежде всего с тем, что с помощью облучения можно создать очень большой набор типов дефектов, в том числе и таких, которые не характерны для равновесного состояния кристалла. Изменяя энергию облучающих частиц, температуру облучения и отжига, примесный и дефектный составы облучаемого кристалла, можно весьма значительно трансформировать спектр радиационных дефектов.

Практическое значение радиационных исследований более очевидно. Полупроводниковые приборы часто работают в условиях, когда они могут подвергаться воздействию проникающей радиации. Поэтому представляло интерес изучение последствий воздействия гамма-квантов и нейтронного облучения на фотоэлектрические характеристики кристаллов InSe, что и предпринято в настоящей статье.

Измерение проводилось на монокристаллических образцах, легированных серебром и германием. Соответствующие примеси при этом вводились по формуле замещения в катионной части в пределах не более 0,05+ \pm 0,1 ат.% непосредственно при синтезе самого соединения.

Измерения проводились на плоско-параллельных монокристаллических пластинках, отколовшихся от массивного слитка. Измерительными электродами служили индийские контакты, запаянные на свежие сколы.

Спектральные характеристики снимались по стандартной методике [9], в режиме малого нагрузочного сопротивления.

Как спектральная, так и интегральная фоточувствительность к источнику "A" (Si) измерены до и после воздействия на исследуемые образцы гамма-квантами (источник кобальт-60) в интервале доз $D_f=10^4$ - 10^8 Р (мощности 30+650 Р/сек) и гамма-импульсных нейтронов в интервале флюенсов 10^{12} - 10^{14} см $^{-2}$.

Влияние предварительно облучения гамма-квантами на фотоэлектрические характеристики изучено на примере легированных серебром и германием (0,05 ат.%) кристаллов InSe.

Спектральные характеристики изученного образца InSe: Ag (0,05 ат.%) до (кривая 1) и после (кривые 2-4) облучения гамма-квантами различной интенсивности доз приведены на рис. 1. Как следует из рис. 1, исследуемый образец InSe: Ag (0,05 ат.%) обладает фоточувствительностью в широкой области спектра - $\lambda=0,33$ - $1,3$ мкм. Помимо основного максимума, при $1,02$ - $1,06$ мкм наблюдается и коротковолновый - $0,45$ - $0,47$ мкм (см. кривая 1 на рис. 1).

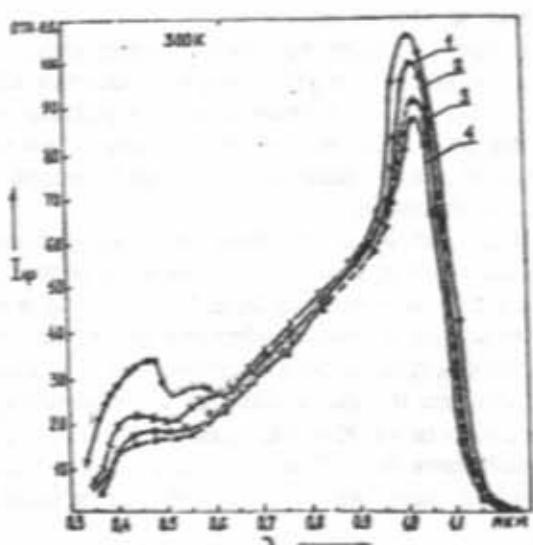


Рис. 1. Спектральные характеристики монокристаллов InSe: Ag (0,05 ат.%) до (кривая 1) и после (кривые 2-4) облучения гамма-квантами (1- E=0, 2- E=10⁸ Р, 3- E=10⁹ Р).

Наши экспериментальные данные показывают, что предварительное облучение гамма-квантами дозой до 10^5 Р не приводит к заметным изменениям фоточувствительности в области собственного поглощения. Изменение фоточувствительности наблюдалось после флюенса 10^6 Р. При этом чувствительность в коротковолновой области заметно уменьшается. Дальнейшее увеличение флюенса гамма-квантов до 10^8 Р изменяет фоточувствительность в максимуме спектральной характеристики всего лишь на 15+20%.

Аналогичные изменения фотодиэлектрических характеристик после воздействия гамма-квантами наблюдались также на образцах кристаллов InSe:Ge (0,06 ат.-%); выявлено, что при облучении гамма-квантами фоточувствительность в этих кристаллах в зависимости от флюенса облучения или увеличивается, или уменьшается; вплоть до значения флюенса 10^5 Р фоточувствительность данных образцов практически остается без изменения, то есть до указанного флюенса данные кристаллы могут служить как устойчивые к радиации приемники электромагнитного излучения соответствующего диапазона.

С дальнейшим ростом флюенса предварительного облучения гамма-квантами фоточувствительность данных образцов изменилась в пределах 40-50% от исходного. Следовательно, для данной области дозы гамма-квантов эти кристаллы могут быть использованы в качестве "запоминающего" гамма-детектора.

Для отмеченных выше обоих типов образцов определена также интегральная фоточувствительность к источнику "A" при напряжении смещения $U_{cm} \approx 10$ В, $T=300$ К и максимумами спектральной характеристики ($\lambda_{max}=1,02 \pm 1,06$ мкм). Величина интегральной чувствительности (Si) для различных типов изученных образцов в исходном их состоянии варьировалась в пределах 10+60 мА/дм.

Для образцов, легированных серебром, в частности, изменение интегральной чувствительности при дозах 10^8 Р, не превышало 10 % от исходного.

Изучено также влияние импульсного нейтронного облучения на легированные указанными примесями кристаллы InSe. На рис. 2 и 3 приведены спектральные характеристики до и после облучения различными флюенсами нейтронов для образцов InSe:Ag (0,1 ат.-%) и InSe:Ge (0,1 ат.-%) соответственно.

Как следует из представленных на этих рисунках спектральных характеристик, предварительное облучение нейтронным флюенсом образца InSe:Ag (0,1 ат.-%), в частности, при малых флюенсах нейтронов до 10^{12} см $^{-2}$, изменение фоточувствительности незначительно. В то время как после флюенса 10^{13} см $^{-2}$ наблюдается увеличение фоточувствительности на 30+40%, дальнейшее увеличение флюенса нейтронов до 10^{14} см $^{-2}$ приводит к уменьшению фоточувствительности не более 40+50% от исходного значения.

В отличие от предыдущего, в образцах, легированных германием InSe:Ge (0,1 ат.-%), вследствие предварительного нейтронного облучения имеет место только лишь уменьшение фоточувствительности, причем во всей области спектра (см. рис. 3).

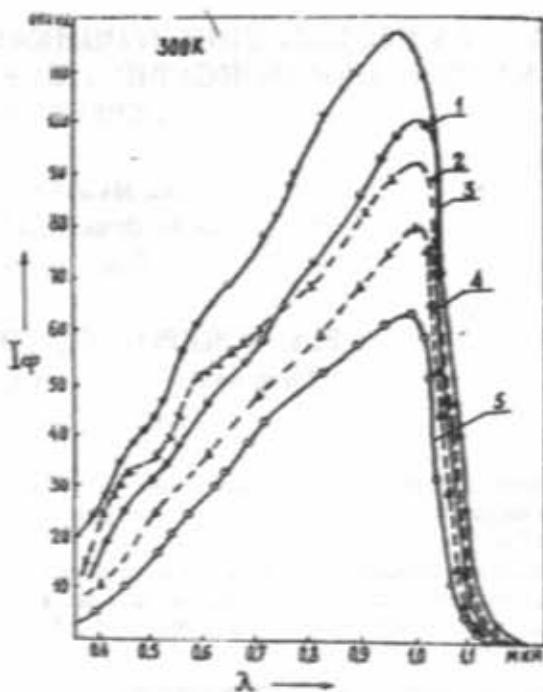


Рис. 2. Спектральные распределения фотопроводимости InSe: Ag (0,1 ат.-%) до (кривая 1) и после (кривые 2-5) облучения нейтронными потоками различной интенсивности (1- $\Phi=0$; 2- $\Phi=10^{12}$ н/см 2 ; 3- $\Phi=10^{13}$ н/см 2 ; 4- $\Phi=5 \cdot 10^{13}$ н/см 2 ; 5- $\Phi=10^{14}$ н/см 2).

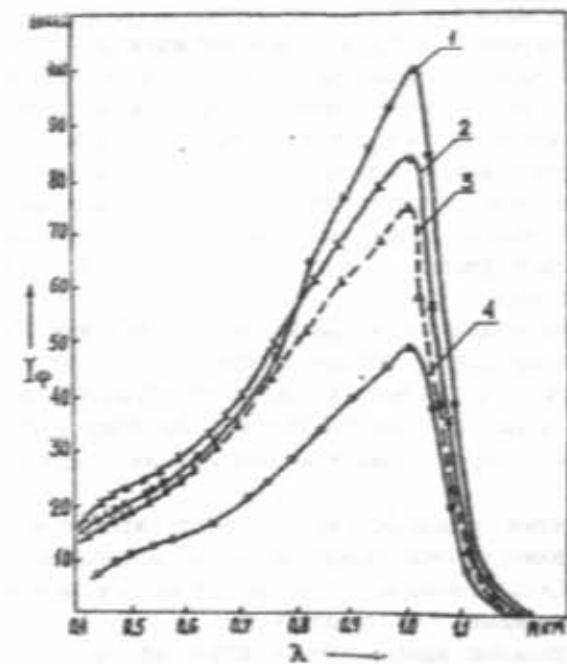


Рис. 3. Спектральные характеристики образца InSe: Ge (0,1 ат.-%) до (кривая 1) и после (кривые 2-4) облучения различными потоками нейтронов (1- $\Phi=0$; 2- $\Phi=10^{12}$ н/см 2 ; 3- $\Phi=10^{13}$ н/см 2 ; 4- $\Phi=10^{14}$ н/см 2).

При максимальном флюенсе нейтронов изменение фоточувствительности не превосходит 50%. А интегральная фоточувствительность к источнику "A" образцов InSe: Ag (0,1 ат.-%), в частности, при малых флюенсах нейтронов практически не изменилась.

Изменение интегральной чувствительности при больших флюенсах нейтронов (до 10^{14} см $^{-2}$) составило 20-30%.

Из всего изложенного выше фактического материала, следует, что отмеченные выше легированные кристаллы InSe перспективны для разработки на их основе новых типов гамма и нейтронных детекторов с "памятью".

В указанных типах детекторах окажется возможным длительное запоминание информации о предварительном воздействии нейтронного облучения и вычитание их при лазерном возбуждении на длине волн 1,05 мкм, соответствующей максимуму спектральной чувствительности собственной фотопроводимости материала детектора.

Физический механизм наблюдаемых изменений, вызванных воздействием ионизирующих излучений при этом, по всей вероятности, обусловлен возникновением нестабильных радиационных дефектов, склонившихся в межслойном промежутке кристалла, устранимых вследствие последующего отжига или выдержки после облучения.

- [1] К.А. Аскеров, Ф.И. Исмайлов, Ф.А. Запитов, Э.М. Алиев, Д.Г. Амирзов, Ф.К. Исаев. Известия АН Азерб. ССР, №4, 1989.
- [2] К.А. Аскеров, Ф.К. Исаев, Д.Г. Амирзов. "Дефектообразование и диффузионные процессы в некоторых слоистых полупроводниках". Баку, Азеришр, 1991.
- [3] Э.Ю. Салаев, Ф.И. Исмайлов, Ф.А. Запитов, К.А. Аскеров и др. Всесоюзный семинар по радиационным эффектам в полупроводниках и полупроводниковых приборах. Тезисы докладов ИФАН Азерб. ССР, 1980, с. 126.
- [4] К.А. Аскеров, Э.М. Алиев, Ф.К. Исаев, Д.Г. Амирзов. ДАН Азерб. ССР, №12, 1990.
- [5] К.А. Аскеров, С.А. Оруджева, Ф.К. Исаев. Доклады АН Азерб. Респ., №4, 1992.
- [6] Ф.К. Исаев, С.А. Оруджева, К.А. Аскеров. Тезисы докладов Республиканской Научной конференции "Физика-93", часть II, с. 96, Баку, сентябрь, 1993 г.
- [7] С.А. Оруджева, Ф.К. Исаев, К.А. Аскеров и др. Доклады АН Азерб. Респ. №4, 1994 г.
- [8] Д.Ш. Абдинов, К.А. Аскеров, Р.Ю. Алиев, Д.И. Караваев, С.А. Оруджева. Тезисы докладов Республиканской Научной конференции "Физика-93" часть I, Баку, сентябрь 1993.
- [9] ГОСТ 1777288 - Принципы излучения полупроводниковые фотозелектрические и фотоприемные устройства. Методы измерения фотозелектрических параметров и определения характеристик. Москва, изд. стандартов - 1986.

F.K. Isaev, K.Ə. Əskərov, C.İ. Qarayev, S.Ə. Orucova, R.Y. Əliyev

GÜMÜŞ VƏ GERMANİUM İLƏ LEGİRƏ OLUNMUŞ INSE MONOKRİSTALLARININ SPEKTRAL XASSƏLƏRİNƏ NUFÜZEDİCİ ŞÜALANMANIN TƏ'SİRİNİN TƏDQİQİ

Məqalədə gümüş və germanium ilə legirə olunmuş InSe monokristallarının fotoelektrik xarakteristikalarına qamma-kvantlar və impuls neytronlarla şialandırmanın tə'siri bütövülmüşdür. Nümunelerin 10^4 - 10^6 P qamma-kvantlar intervallında və 10^{12} - 10^{14} impuls neytron dosaları hədudunda şialandırılmasıdan sonra (və ondan evvel da) spektral və integrall fotosensitivşəhərləri tədqiq edilmişdir. InSe: Ag monokristallarının 10^6 P qamma-kvantları ilə şialandırılması onların maksuslu udma fotosensitivşəhərini əsaslı doyuşmamış, lakin spektrin qısa dalğalı hissəsində onu keskin azaltmışdır. Həmin nümunelerin qamma kuantalarla şialandırılmışdan dozasi 10^6 P qədər artırıqda onların fotosensitivşəhəri cəmi 15-20% doyuşmışdır.

F.K. Isaev, K.A. Askerov, Dzh.I. Karaev, S.A. Orudzheva, R.Yu. Aliyev

THE INFLUENCE OF GAMMA-RAY QUANTUMS AND IMPULSIVE NEUTRON IRRADIATION ON PHOTOELECTRIC PROPERTIES OF INDIUM SELENIDE SINGLE CRYSTALS

In this paper we investigate the influence of gamma-ray quantum and neutron irradiation on photoelectric characteristics of single crystals which has practical value, in the sense that semiconductive devices operate in conditions of the penetrating radiation effect on them. The measurement is carried out for single crystalline samples doped with silver and germanium. Spectral and integral photosensitivities before and after the influence by the gamma-ray quantum samples are measured over the dose range $D_g = 10^4$ - 10^6 R and impulsive neutrons of fluence 10^{12} - 10^{14} cm $^{-2}$.

The irradiation of InSe:Ag by gamma-ray quantum up to 10^6 R dose does not bring about a perceptible changes of the photosensitivity of intrinsic-absorption and the sensitivity decreases perceptibly in the short-wave range. The further increase of gamma-ray quantum dose up to 10^6 R changes the photosensitivity only for 15-20 %.

Дата поступления: 26.04.97

Редактор: С.А. Алиев