

УДК 621.383

## Влияние ионизирующих излучений на работоспособность фотодиодов на основе теллурида галлия

К. А. Аскеров, Ф. К. Исаев, Д. И. Караев, Р. Ю. Алиев

Институт фотоэлектроники НАН Азербайджана, г. Баку, Республика Азербайджан

*Рассмотрено влияние факторов ядерного взрыва на основные параметры фотодиодов, разработанных на основе слоистого монокристалла теллурида галлия и работающих в спектральном диапазоне 0,4—1,1 мкм. В результате проводимых исследований установлено, что среднее значение времени потери (или восстановления) работоспособности фотодиодов на основе теллурида галлия в условиях импульсного гамма-облучения и импульсного нейтронного облучения составляет  $\tau \leq 1,8$  с.*

Разработка новых видов фотоприемников, стойких к воздействию ионизирующих излучений различного вида, предназначенных для видимой и ближней ИК-областей спектра, является одной из важных задач, стоящих перед современной наукой.

В данной работе рассматривается влияние факторов ядерного взрыва на основные параметры фотодиодов, разработанных на основе слоистого монокристалла теллурида галлия и работающих в спектральном диапазоне 0,4—1,4 мкм.

Для изготовления фотодиодов на основе теллурида галлия использовались монокристаллические образцы со следующими исходными параметрами: концентрация основных носителей заряда  $p = 10^{15} - 10^{16}$  см<sup>-3</sup>, подвижность этих зарядов  $\mu_p = 40 - 600$  см<sup>2</sup>/В·с, удельное сопротивление  $\rho = 10 - 10^3$  Ом·см при 300 К.

Исследуемые фотодиоды изготавливались путем сплавления олова на свежесколотую поверхность тонких слоев теллурида галлия толщиной 100—500 мкм в водородной печи с температурой нагрева 450—500 °С и выдержкой 15—20 мин при заданной температуре.

В работе [1] приводится комплекс технологических и экспериментальных исследований, включающих в себя разработку конструкции и изготовление фотодиодов на основе теллурида галлия. До, после и в процессе облучения измерялись спектральное распределение чувстви-

тельности, напряжение сигнала и шума фотодиодов. Измерения в процессе облучения проводились на импульсной гамма-установке и гамма-нейтронном реакторе с помощью специально разработанных для дистанционных и автоматизированных измерений параметров фотодиодов [2].

Спектральные характеристики фотодиодов измерялись через 6—11 сут после облучения по стандартной методике с помощью монохроматора МДР-4 при смещениях напряжения на фотодиоды, равного  $\pm 3$  В.

В процессе проведения испытания на импульсной гамма-установке и на импульсном реакторе фиксировались осциллограммы по регистрации изменения напряжения сигнала  $U_s$  и напряжения шумов  $U_n$  по двум каналам с двух фотодиодов для испытания образцов одновременно. По значениям  $U_s$  и  $U_n$  определялось время потери (или время восстановления) работоспособности фотодиодов.

Результаты регистрации одновременно снятых изменений  $U_s$  и  $U_n$  приведены на рис. 1. Как видно, из рисунка, на импульсной гамма-установке при длительности импульса  $\tau = 10,3 - 10,9$  нс определяемые по изменению значения  $U_s$  при мощности  $P_\gamma = 1,7 \cdot 10^{10}$  р/с время восстановления работоспособности диода составляет  $\tau_r \leq 0,7$  с, а по изменению значения при  $U_n$  мощности  $3,08 \cdot 10^{10}$  р/с определяемое  $\tau_r \leq 0,005$  с.

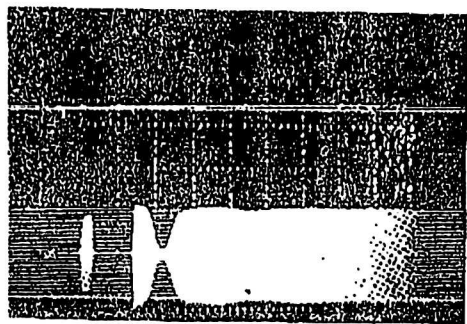


Рис. 1. Осциллограммы изменений сигнала и шума фотодиодов на основе теллурида галлия, снятые в момент ядерного взрыва с флюенсом нейтронов  $\Phi = 3,08 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2}$

В результате измерений на импульсном реакторе по восстановленным значениям  $U_s$  и  $U_n$  найдены следующие величины для времени потери (или восстановления) работоспособности фотодиодов: при флюенсе нейтронов  $\Phi = 3,8 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2}$   $\tau_r \leq 1,8 \text{ с}$ , определяемое по восстановленному значению  $U_s$ , а по восстановленному значению  $U_n$  при флюенсе нейтронов  $\Phi = 3,35 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2}$  —  $\tau_r \leq 0,01 \text{ с}$ .

Таким образом, с учетом результатов проводимых исследований установлено, что среднее значение времени потери работоспособности фотодиодов на основе теллурида галлия в условиях импульсного гамма-облучения и импульсного нейтронного облучения составляет  $\tau_r \leq 1,8 \text{ с}$  (определено по восстановленному значению  $U_s$ ), а по восстановленному значению  $U_n$   $\tau_r \leq 0,05 \text{ с}$  при суммарном флюенсе нейтронов  $\Phi = 6,39 \times 10^{12} \text{ см}^{-2}$  и максимальной мощности гамма-излучения  $P_\gamma = 4,15 \cdot 10^{10} \text{ р/с}$ . Найденные значения времени потери работоспособности по значениям сигнала и шума сильно отличаются друг от друга. Поэтому считаем неправильным определять время потери работоспособности фотодиодов только по одному значению сигнала и шума. Через 6–11 сут после облучения этих же фотодиодов снималось их спектральное распределение чувствительности. На рис. 2 приведены спектральные характеристики одного из исследуемых фотодиодов после импульсных гамма- и гамма-нейтронного облучений. Как видно из рис. 2, чувствительность фотодиодов на основе теллурида галлия до облучения проявляется в области спектра 0,45–1,1 мкм с максимумом длины волны  $\lambda = 0,95 \text{ мкм}$ . После облучения

фотодиодов их чувствительность увеличивается и максимум ее сдвигается в длинноволновую область спектра. Фотоответ таких фотодиодов в максимуме спектральной характеристики составляет  $\sim 0,55 \text{ А/Вт}$ , а величина вольт-ваттной чувствительности —  $2,1 \cdot 10^4 \text{ В/Вт}$ .

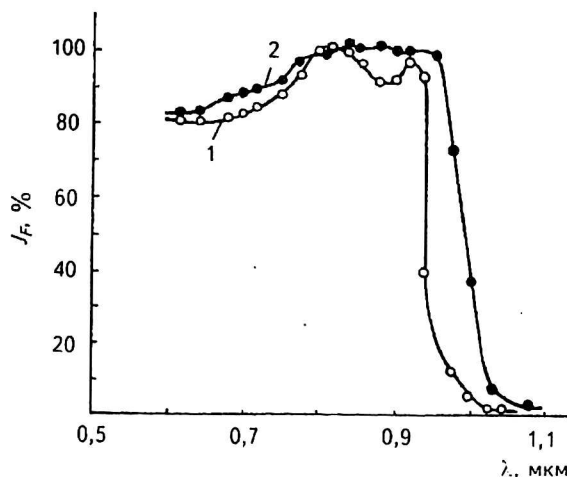


Рис. 2. Спектральное распределение fotocувствительности фотодиодов на основе теллурида галлия до и после облучения импульсным гамма- и гамма-нейтронным излучением: 1 — до облучения; 2 —  $6,39 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2}$ ;  $4,15 \cdot 10^{10} \text{ р/с}$

По мнению авторов, увеличение fotocувствительности фотодиодов в результате воздействия ионизирующих излучений связано со специфическими особенностями слоистого теллурида галлия.

Результаты исследования воздействий импульсных гамма-излучений и импульсных нейтронов показывают, что фотоприемники слоистого теллурида галлия открывают возможность использовать их в системах, работающих в видимой и ближней ИК-областях спектра, в частности, в астронавигации.

### Л и т е р а т у р а

1. Аскеров К. А., Исаев Ф. К., Амиров Д. Г. Дефектообразование и диффузионные процессы в некоторых слоистых полупроводниках. — Баку: Азернешр, 1991. С. 126.
2. Аскеров К. А., Оруджева С. А., Исаев Ф. К. Методика испытаний фотоприемников и фотоприемных устройств в процессе воздействия ионизирующего излучения// ДАН Азерб. Респ., 1992. № 4.

## Influence of ionizing radiation on efficiency of photodiodes on the basis of gallium telluride

K. A. Askerov, F. K. Isayev, D. I. Karayev, R. Yu. Aliyev

Institute of Photoelectronics, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Republic of Azerbaijan

*In the present paper the effect of the factors of the nuclear explosion on the basic parameters of photodiodes, designed on the basis of a layered single crystals of gallium tellu-*

*ride, operating in a spectral range 0.4–1.1  $\mu\text{m}$  has been considered. As a result of conducted investigations it is established that the mean value of time of losses (or restoring) of the efficiency of photodiodes on the basis of gallium telluride under conditions of a pulsing gamma-irradiation and pulsing neutron irradiation equals  $\tau \leq 1.8$  s. Results of study of the effect pulsing gamma-irradiation and pulsing neutron-irradiation show that photoreceivers on the basis of GaTe crystals is perspective for systems operating in visible and near IR region.*