

ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОРЕЗИСТОРОВ НА ОСНОВЕ КРИСТАЛЛОВ $n\text{-TiSbSe}_2$

И. Н. Гринчешен, А. В. Зайковский, В. Ф. Красовский, Н. С. Попович

В [1-3] были детально исследованы фотоэлектрические свойства монокристаллов $n\text{-TiSbSe}_2$ и изучены барьерные структуры на их основе. Согласно предложенной в [2] рекомбинационной модели, кроме «быстрых» рекомбинационных центров, в $n\text{-TiSbSe}_2$ присутствуют «медленные» r -центры и уровни прилипания для основных носителей заряда. Фоточувствительность указанных кристаллов при этом определяется степенью заполнения электронами акцепторных центров, лежащих выше потолка валентной зоны на 0.35 эВ.

Ниже приводятся результаты исследования характеристик фоторезисторов, созданных на основе монокристаллов $n\text{-TiSbSe}_2$.

Для приготовления образцов использовались монокристаллы $n\text{-TiSbSe}_2$, полученные по методике, описанной в [2], с темновым удельным сопротивлением ~ 200 Ом·см и подвижностью носителей заряда ~ 50 см²/В·с. Из монокристаллического слитка скалывались пластины толщиной 0.03—0.06 мм, из которых вырезали площадки каждая размером 3×5 мм. На полученных площадках формировалась структура фоторезистора одного из двух типов — поперечного или продольного. Омические контакты создавались путем термического напыления слоя Al на свежий скол полупроводника. Для продольной конструкции фоторезисторов один из контактов создавался полупрозрачным.

Все измерения проводились при 300 К. Из данных по исследованию вольт-амперных характеристик установлено, что фоторезисторы на основе кристаллов $n\text{-TiSbSe}_2$ обладают линейной и симметричной вольт-амперной характеристикой (ВАХ). В общем виде ВАХ описывается соотношением

$$I = I_T + I_\phi = I_T + S_A \cdot P, \quad (1)$$

где I_T — темновой ток, I_ϕ — фототок, S_A — токовая чувствительность фоторезистора, P — мощность падающего излучения на фоточувствительную поверхность.

С другой стороны, фототок определяется выражением [4]

$$I_\phi = \Phi_0 \cdot \eta \cdot q \cdot A \cdot \tau / t_r, \quad (2)$$

где Φ_0 — плотность потока фотонов, η — квантовый выход, A — площадь чувствительной области фоторезистора, τ — время жизни свободных носителей, t_r — время пролета этих носителей [4].

Здесь t_r можно представить в виде

$$t_r = L^2 / \mu \cdot U, \quad (3)$$

где L — расстояние между контактами, U — рабочее напряжение, μ — подвижность носителей.

Усиление определяется отношением τ / t_r и может быть существенно больше единицы в образцах с большим временем жизни свободных носителей и малым расстоянием между контактами.

На рис. 1 приведены спектральные характеристики фоторезисторов на основе кристалла $n\text{-TiSbSe}_2$ для продольного (кривая 1) и поперечного (кривая 2) типов конструкции. Как видно, максимум фоточувствительности приходится на область 1.4—1.45 мкм, а спектральная характеристика имеет дельтаобразную форму с крутым спадом в длинноволновой области спектра и сравнительно пологим — в коротковолновой.

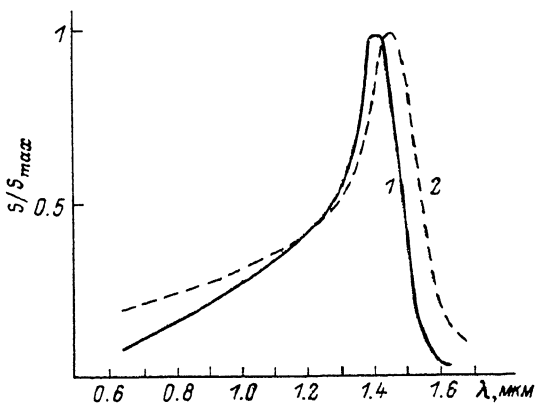


Рис. 1.

Тип конструкции	A, мм ²	$\lambda_{\text{макс}}$, мкм	Длинноволновая граница чувствительности, мкм	U, В	R _т , Ом	I _т , мА	S _A , А/Вт	Постоянная времени τ , с
Продольный	15	1.45	1.65	0.5	30—50	10	20	5·10 ⁻⁶
Поперечный	15	1.45	1.60	1.5	3000	0.5	5	5·10 ⁻⁴

Обращает на себя внимание сдвиг длинноволновой границы фоточувствительности в коротковолновую область в случае продольного типа конструкции фоторезистора.

Люкс-амперная характеристика линейна в пределах двух порядков изменения интенсивности падающего излучения (рис. 2, 1 — продольная, 2 — поперечная конструкция). Далее наклон характеристики становится равным 0.5, что объясняется изменением характера рекомбинации неравновесных носителей.

Важной характеристикой фоторезистора является время фотоответа, которое определяется временем пролета носителей между контактами фоторезистора. В случае конструкции

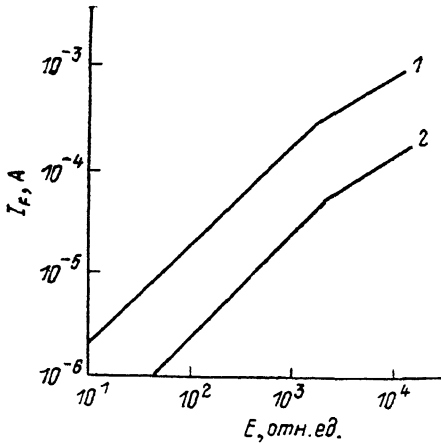


Рис. 2.

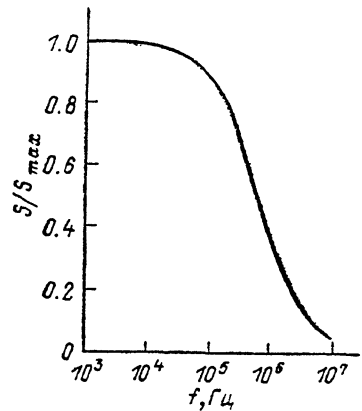


Рис. 3.

продольного типа (малое расстояние между контактами) частотная характеристика приведена на рис. 3. Как видно, фототок заметно начинает падать при частоте модуляции оптического сигнала $\sim 10^6$ Гц. При этом коэффициент усиления порядка 100, а чувствительность на длине волны $\lambda = 1.45$ мкм составляет 20 А/Вт.

Основные характеристики фоторезисторов на основе $n\text{-TiSbSe}_2$ продольного и поперечного типов конструкции приведены в таблице.

Из таблицы видно, что фоторезисторы с продольным типом конструкции отличаются высокой чувствительностью. При этом уровень шумов у них очень мал, что определяется малым сопротивлением образца.

Таким образом, на основе кристаллов $n\text{-TiSbSe}_2$ созданы эффективные фоторезисторы, работающие в диапазоне волн 1.3—1.45 мкм, которые могут представлять интерес для волоконнооптических линий связи.

Список литературы

- [1] Гринчешен И. Н., Попович Н. С. // ФТП. 1985. Т. 19. Вып. 2. С. 230—233.
- [2] Гицу Д. В., Гринчешен И. Н., Красовский В. Ф., Попович Н. С. // ФТП. 1988. Т. 22. Вып. 1. С. 152—154.
- [3] Гринчешен И. Н., Городецкий И. Я., Красовский В. Ф., Нурмухаммедов К. Н. // Изв. АН МССР. Сер. физ.-техн. и мат. наук. № 2. 1987. С. 62—64.
- [4] Зи С. М. Физика полупроводниковых приборов. М.: Энергия. 1973. 655 с.

Институт прикладной физики АН МССР
Кишинев

Поступило в Редакцию
8 июня 1988 г.