

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИМЕСНЫХ СОСТОЯНИЙ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ γ -КВАНТАМИ В МОНОКРИСТАЛЛАХ TlGaSe_2

А.А. ИСМАИЛОВ, Н.Д. АХМЕДЗАДЕ, М.М. ШИРИНОВ

Институт Физики им. академика Г.М. Абдуллаева

НАН Азербайджана

AZ-1143 Баку, пр. Г. Джавида 33

10÷100кР доzasında γ -kvantları vasitəsi ilə şüalanmış və şüalanmamış TlGaSe_2 monokristalının elektrik xassələri öyrənilmiş və kompleks elektrofiziki parametrləri təyin edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, kiçik dozalarda ($D_\gamma > 50\text{kR}$) şüalanmış və şüalanmamış kristallarda elektrikkeçiricilikləri arasındakı fərq azdır, bu dozalarda yükdaşıyıcıların konsentrasiyası azalır ki, bu da şüalanmamış kristalda defektlərin sıxlığının çox olması ilə əlaqədardır. Şüalanma dozasının sonrakı artmasında elektrikkeçiriciliyi artır.

В работе изучены электрические свойства как исходного, так облученного γ -квантами дозами 10 и 100 кР. монокристаллов TlGaSe_2 , а также определены их комплексные электрофизические параметры. Установлено, что при облучении малыми дозами (до 50кР) изменение электропроводности облученного, по сравнению с не облученным кристаллом мало, при этом концентрация носителей тока уменьшается, что связано с большой плотностью дефектов в исходном материале. При увеличении дозы облучения электропроводность увеличивается.

In present work the electrical properties of both initial single crystals TlGaSe_2 and irradiated by γ -quants of 10 and 100кR ones are investigated. The complex electrophysical parameters of their single crystals are found. It is established that the irradiation by small dose (up to 50кR) leads to small change of electroconductivity of irradiated crystal in respect of non-irradiated one. More over the current carrier concentrations decreases, and this fact is connected with the increase of defect density in initial material. The electroconductivity increases at the irradiation increase.

1. ВВЕДЕНИЕ

Монокристаллы TlGaSe_2 являются одним из представителей класса полупроводниковых соединений типа $\text{A}^3\text{B}^3\text{C}_2^6$, кристаллизующихся в моноклинной сингонии. Одной из возможных групп симметрии этих кристаллов может быть C_2^4 или C_{2h}^2 [1].

Электрические и фотоэлектрические свойства этих кристаллов изучались в работах [2-3], однако до сих пор не были определены концентрации акцепторных примесей при облучении γ -квантами различных доз это и является целью настоящей работы.

2. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Исследованные соединения синтезировали методом прямого сплавления элементов полупроводниковой чистоты (класс В 3) а затем из них выращены монокристаллы методом Бриджмена. Образцы для измерений были изготовлены в сэндвич – варианте, так что внешнее постоянное электрическое поле было приложено поперек естественных слоёв монокристаллов, т.е. вдоль их С-оси. Контактным материалом к образцам TlGaSe_2 служила серебряная паста. Толщина монокристаллических образцов была порядка 300 мкм, а контактная площадь составляла $2 \cdot 10^{-2} \text{см}^2$.

Облучение образцов γ -квантами с энергией 1,25 МэВ (дозой $D_\gamma = 10 \div 100\text{kR}$) и плотностью потока излучения $1,4 \cdot 10^{11}$ квант/с·см² проводили при комнатной температуре на установке РХУНД-20000 (радиационная химическая установка непрерывного действия) от источника Co^{60} мощностью фазы в зоне облучения ~1,37 Р/с. Образцы при комнатной температуре имели удельное сопротивление для исходных $\rho = 2,2 \cdot 10^8 \text{ом}^1 \cdot \text{см}^1$, для облученных 50 и 100кР $\rho = 4,2 \cdot 10^8 \text{ом}^1 \cdot \text{см}^1$ и $\rho = 1,2 \cdot 10^8 \text{ом}^1 \cdot \text{см}^1$ соответственно.

Исследованы температурные зависимости вольтамперных характеристик (ВАХ) и тока как необлученных (исходных), так и облученных дозами 50 и 100кР структур $\text{Ag-TlGaSe}_2\text{-Ag}$ в температурном интервале 100÷300К.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке приведены темновые вольтамперные характеристики образцов необлученных (кривая 1), и, соответственно (кривая 2 и 3), облученных дозой 50кР и 100кР. Для исходного материала, ВАХ были линейными до напряженности поля $\sim 10^2 \text{В/см.}$, соответственно для облученных до 50кР $\sim 9 \cdot 10^1 \text{В/см.}$, и для 100кР $\sim 9,3 \cdot 10^1 \text{В/см.}$ При более высоких напряжениях наблюдался резкий рост тока с ростом напряжения, который можно аппроксимировать выражением $I \sim U^\alpha$ с $\alpha = 9,2$.

Для объяснения экспериментальных результатов по исследованию ВАХ использовали теорию токов, ограниченных пространственным зарядом (ТОПЗ), выражение для тока в которой записывается в виде [4].

$$I = \frac{9}{8} \varepsilon \varepsilon_0 \mu \theta \frac{V^2}{L^3}, \quad (1)$$

где ε_0 - диэлектрическая постоянная; ε - диэлектрическая проницаемость кристалла; θ - фактор захвата; L - толщина кристалла; μ - подвижность носителей заряда; V - приложенное электрическое напряжение.

При комнатной температуре определены следующие электрические параметры для исходного образца: концентрация ионизованных центров $N_i = 2,7 \cdot 10^{10} \text{см}^{-3}$, концентрация равновесных носителей $P_0 = 3 \cdot 10^9 \text{см}^{-3}$,

глубина залегания $E_t=2,6 \cdot 10^{-2}$ эВ; облученного (дозой $D_\gamma=50$ кР): $N_t=1 \cdot 10^{11}$ см⁻³, $P_0=2 \cdot 10^8$ см⁻³, $E_t=2,6 \cdot 10^{-2}$ эВ; облученного (дозой $D_\gamma=100$ кР): $N_t=5,4 \cdot 10^{10}$ см⁻³, $P_0=5 \cdot 10^9$ см⁻³, $E_t=2,6 \cdot 10^{-2}$ эВ.

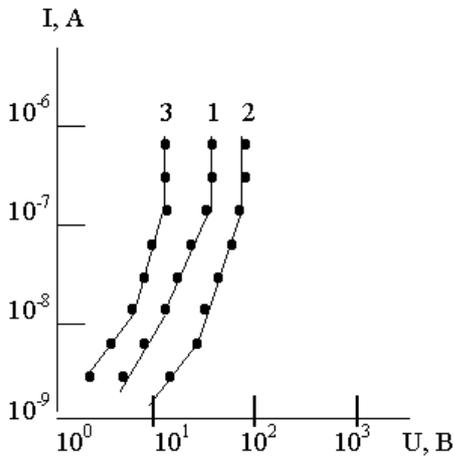


Рис. ВАХ монокристаллов $TlGaSe_2$: кривая 1-исходного образца, и соответственно облученных дозами 50 и 100кР (кривые 2 и 3).

Можно предположить, что γ -кванты создают дополнительные дефекты, приводящие к увеличению носителей заряда и при облучении большими дозами новые уровни не образуются, увеличивается концентрация электрически активных атомов, создающих акцепторные энергетические уровни. На основе проведенных экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Установлено, что при облучении малыми дозами изменение электропроводности облученного и необлученного кристалла мала. Это связано с большей плотностью структурных дефектов исходного кристалла.

2. Показано, что при облучении γ -квантами появляются акцепторные уровни, которые компенсируются глубокими донорами.

3. При облучении в больших дозах новые уровни не образуются, лишь увеличивается концентрация электрически активных атомов, создающих акцепторные энергетические уровни.

4. Определены параметры примесных состояний в монокристаллах $TlGaSe_2$ при облучении γ -квантами.

[1]. *D.V. Muller und H. Hahn.* Zur Struktur des $TlGaSe_2$. Z. Anorg. Chem., 1978, v.438, № 3, p.258-272.
 [2]. *А.М.Дарвиш, А.Э.Бахышов, В.И.Тагиров.* О механизме проводимости соединений $TlGaSe_2$. ФТП, 1977, т.11, №4, с.780-781.
 [3]. *С.Н.Мустафаева, С.Д.Мамедбейли, И.А.Мамедбейли* Частотная зависимость

проводимости монокристаллов $TlGaSe_2$. Неорганические материалы, РАН, 1994, т.30, №5, с.626-628.
 [4]. *М. Ламперт, П. Марк.* Инжекционные токи в твердых телах. Мир, Москва, 1973, 416с