

ВЛИЯНИЕ ГАММА И ЭЛЕКТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЙ НА ВОЛЬТАМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОНОКРИСТАЛЛОВ СЕЛЕНИДА ИНДИЯ

**А.А.ИСМАИЛОВ¹, Т.Б. ТАГИЕВ², Н.Д.АХМЕДЗАДЕ¹,
М.М. ШИРИНОВ¹, Ф.П. АБАСОВ²**

¹*Институт Физики им. академика Г.М. Абдуллаева НАН Азербайджана
A Z 1143, Баку, пр. Г. Джавида, 33*

²*Институт Радиационные Проблемы НАНАзербайджана
A Z 1143, Баку, пр. Г. Джавида, 31а
E-mail: alekper-size@rambler.ru*

Тəmiz və müxtəlif faizli staniumla aşqarlanmış indium selenin volt-ampere xarakteristikasına otaq temperaturunda γ - və electron şüalanmasının təsiri öyrənilmişdir. Göstərilmişdir ki, az dozalarda monokristal γ -kvatları ilə şüalandırıldıqda deşiklərin konsentrasiyasının azalması, başlangıç materialdakı akseptor səviyyələrinin kompensasiyası ilə əlaqədardır. Elektronla şüalananda donor səviyyə yaranır. Aşqarlı birləşmə şüalandırıldıqda heç bir hadisə baş vermir.

Исследованы вольтамперные характеристик при комнатной температуре до и после облучения γ -квантами и электронный пучком в монокристаллах селенида индия как чистого так и легированного с примесями олова. Установлено, что уменьшение концентрации дырок облучения γ -квантами при низких дозах обусловлена компенсацией исходных уровней дефектами акцепторного типа, созданными донорными уровнями междоузельного селена. А после облучения электронным пучком, создаваемая донорного уровня.

В отличие от «чистых» в электрических свойствах кристаллов содержащих примеси, после облучение γ -квантами и электронным пучком существенного изменения не произошло.

In the room temperature The volt-ampere characteristics of pure and doped monocrystals InSe before and after electron, γ -radiation were investigated In the room temperature. Its established this, decrease of holes concentration at low doses radiation is related with compensation of initial levels by defects acceptor type which were made by donor levels interknot selenium.

Donor levels in crystals are created after radiation. Unlike pure crystals essential changes didn't do electrical properties of crystals by radiation of electron, γ -quantum's.

Селенид индия принадлежит к группе слоистых полупроводниковых соединений A^3B^6 , кристаллизующихся в слоистую структуру типа GaS. Характер химической связи и электронные свойства эти полупроводников обусловлен непарным числом электронов. Такие неполновалентные соединения, как GaS, GaSe и InSe стабилизируются обычно в решетке со слоистой и цепочечной структурой. Избыток электронов компенсируется катионными парами, вследствие чего образуется структура энергетических зон [1].

В последнее годы проблемы влияния радиации, на надежность и стабильность работы приборов полупроводниковой электроники стали весьма актуальными. В процессе облучения свойства полупроводниковых материалов и изготовленных на их основе приборов претерпевают существенные изменения. Предполагают, что простейшими радиационными дефектами в кристалле являются вакансии и смешанные в междоузлия атомы, т.е. дефекты Френкеля. Вследствие возникновения различного рода радиационных дефектов, изменяют концентрацию, подвижность и время жизни носителей заряда. Эффективность радиационного воздействия в большой мере зависит от степени совершенства исходных материалов, характера их легирования, от их геометрии [2].

Для исследования электрических свойств монокристаллы InSe, InSe+0,2%Sn, InSe+0,4%Sn были синтезированы сплавлением компонентов в соответствии со стехиометрией в вакуированных кварцевых ампулах. В качестве исходных компонентов использованы особо

чистые элементы: In-000, Se-ОСЧ 2-17-4. После синтеза полученные поликристаллы были выращены методом Бриджмена. В качества омических контактов использована серебряная паста. Electroдами служили медные провода. Контакты наносились на противоположные поверхности образцов.

Облучение образцов γ -квантами с энергией 1,25 МэВ (дозой $D\gamma=90$ крад) и плотностью потока излучения $1,4 \cdot 10^{11}$ квант/с·см² проводили при комнатной температуре на установка РХУНД-20000 (радиационная химическая установка непрерывного действия) от источника Co^{60} с мощностью фазы в зоне облучения ~1,37 Р/с.

Дополнительно для исследования электронного облучения на электропроводность образца с этой же партии с теми электрическими характеристиками как и начально показываемого. После необлученного образца в тот же образец облучались электронным пучком энергией 4 МэВ (дозой $\Phi=6 \cdot 10^{12}$ электрон/см²) с помощью установки ЭЛУ-4 (электронная линейная ускоритель).

Доза облучения накапливалась путем последовательной экспозиции в одном и том же образце.

Целью проведенного эксперимента явились исследования влияния облучения γ -квантами и электронным пучком на вольтамперные характеристики (ВАХ) селенида индия как специально нелегированного, так и легированного примесями олова различной концентрации и определение природы образуемого дефекта.

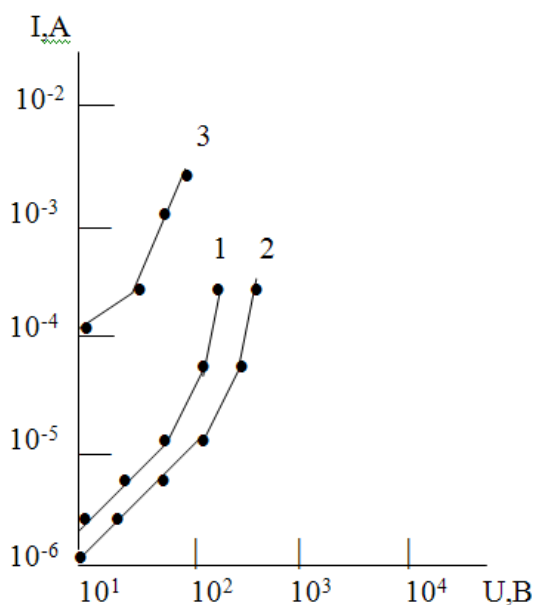


Рис. ВАХ монокристаллов селенида индия при комнатной температуре; 1-до облучения, 2-после γ -облучения дозой 50крад., 3-после электронные облучения дозой $\Phi=6 \cdot 10^{12}$ электрон/см².

На рисунке представлены результаты ВАХ при комнатной температуре до облучения (кривая 1), после воздействия облучения γ -квантами (кривая 2) и после облучения электронным пучком (кривая 3). Из рисунка видно, что до и после облучения γ -квантами ВАХ аппроксимирует на три участка. Первый омический участок, второй «ловушечный» квадратичный участок, третья область резкого роста. При воздействии электронного облучения ВАХ аппроксимирует на два участка.

Для объяснения экспериментальных результатов была использована теория токов, ограниченных пространственным зарядом (ТОПЗ) выражение для которых записывается в виде [3]:

$$I = \frac{9}{8} \epsilon \epsilon_0 \mu \theta \frac{V^2}{L^3}$$

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

До облучения γ -квантами: фактор захвата $\theta=0,21$; равновесная концентрация носителей тока $P_0=1 \cdot 10^{11}$ см⁻³; концентрации ионизованных центров $N_i=4 \cdot 10^{12}$ см⁻³, энергия глубина залегания $E_i=0,41$ эВ.

После облучения γ -квантами (доза $D\gamma=50$ крад) получены следующие результаты: фактор захвата $\theta=0,03$; равновесная концентрация носителей тока $P_0=2,1 \cdot 10^{10}$ см⁻³; концентрации ионизованных центров $N_i=6 \cdot 10^{11}$ см⁻³; энергия глубины залегания $E_i=0,35$ эВ.

До облучения электронными пучками: фактор захвата $\theta=0,21$; равновесная концентрация носителей тока $P_0=1 \cdot 10^{11}$ см⁻³; концентрации ионизованных центров $N_i=4 \cdot 10^{12}$ см⁻³, энергия глубина залегания $E_i=0,41$ эВ.

После облучения электронными пучками (доза $\Phi=6 \cdot 10^{12}$ электрон/см²) получены следующие результаты: фактор захвата $\theta=0,035$; равновесная концентрация носителей тока $P_0=1,2 \cdot 10^{10}$ см⁻³; концентрации ионизованных центров $N_i=4,1 \cdot 10^{11}$ см⁻³; энергия глубины залегания $E_i=0,30$ эВ.

Полученные результаты свидетельствует о том, что при облучение образец γ -квантами уменьшается ток которого связано уменьшение концентрации дырок при низких дозах облучения обусловлено компенсацией исходных уровней дефектами акцепторного типа созданными донорными уровнями междоузельного селена.

Облучение электронными пучками с дозой ($\Phi=6 \cdot 10^{12}$ электрон/см²) ток увеличивает. Полученные результаты свидетельствуют о появлении донорных уровней.

В отличие от «чистых» кристаллов, в кристаллах содержащих примеси после облучения γ -квантами и электронным пучком соответственно (дозой до $D\gamma=50$ крад и $\Phi=6 \cdot 10^{12}$ электрон/см²) в электрических свойствах существенного изменения не происходит. Такое же поведение электропроводности и температурной зависимости в моноселениде индия и InSe+0,2 %Sn, InSe+0,4%Sn наблюдалось под давлением [4,5].

[1]. И.И.Григорчук, З.Д.Ковалюк, С.П.Юрценюк Получение и свойства интеркалированных слоистых соединения типа A^3B^6 . Изв.АН СССР, Неорган. материалы.1981, т.17, №3, с.412-415.
 [2]. Ф.П.Кориунов, Г.В.Гатальский, Г.М.Иванов Радиационные эффекты в полупроводниковых приборах.- Минск: Наука и техника 1978, -231с.
 [3]. М.Ламперт, П.Марк Инжекционные токи в твердых телах. Москва, Мир, 1973, -416с.

[4]. Ш.Г.Гасымов, А.А.Исмаилов, Т.С.Мамедов, К.Р.Аллахвердиев Влияние давления на электропроводности и эффект Холла в монокристаллах селенида индия. // ФТП, -1992, т.26, №11, с. 1995-1997.
 [5]. А.А.Исмаилов Электрические свойства моноселенида индия. // ЖХП, -2005, N 2, с.173-174