

ПЕРЕНОС НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В СТРУКТУРЕ $\text{Al-Se}_{95}\text{As}_5\langle\text{EuF}_3\rangle\text{-Te}$ В СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ

^{1,2} С.Н. ГАРИБОВА, ¹С.И. МЕХТИЕВА, ¹А.И. ИСАЕВ, ¹Р.Ф. САДЫХЛЫ

¹Институт Физики НАН Азербайджана, пр. Г. Джавида 131, Аз 1143, Баку

²Университет Хазар, Департамент Физики и Электроники, ул. Мехсети 41,

Аз1096, Баку, Азербайджан

sqaribova1@gmail.com

В работе приведены результаты исследования влияния сильного электрического поля на перенос электрического заряда и установлено, что токопрохождение в структуре $\text{Al-Se}_{95}\text{As}_5\langle\text{EuF}_3\rangle\text{-Te}$ при приложении к теллуриевому электроду положительного потенциала осуществляется по механизму токов монополярной инжекции, ограниченных пространственными зарядами. Механизм переноса заряда происходит при участии заряженных дефектных центров - мелких ловушек создаваемых оборванными связями селена, и глубоких - атомами мышьяка. Исследованием температурной зависимости темновой проводимости и стационарной фотопроводимости, а также локсамперной характеристики предложен энергетический спектр локальных состояний, связанных с заряженными дефектами D^- и D^+ . Определены энергетическое положение и концентрация локальных состояний, связанные с центрами отрицательной корреляционной энергией (U^- -центры).

Ключевые слова: сильные электрические поля, электропроводность.

PACS: 73.50.Fq, 73.61.Jc.

ВВЕДЕНИЕ

Возросший в последнее время интерес к электрическим свойствам халькогенидного стеклообразного полупроводника (ХСП) связан с успехом использования их для оптической и электрической записи информации. ХСП обладают набором уникальных электрофизических характеристик, что обусловлено особенностями энергетического спектра электронов и соответственно транспорта носителей заряда. ХСП широко используются в электронике в качестве переключателей, датчиков и т.д. Первые же исследования показали перспективность применения тонких пленок этих материалов в электронике в качестве ключевых элементов и элементов памяти, запись информации на которых осуществляется за счет фазового перехода стекло-кристалл. Одним из ключевых параметров для понимания природы данного явления оказывается проводимость аморфных полупроводников в сильных электрических полях [1]. Ранние исследования, выполненные на основе ХСП сложных составов, показали, что электропроводность образцов экспоненциально растет при увеличении приложенного напряжения [2]. Увеличение электропроводности объяснялось либо возрастанием подвижности с ростом электрического поля, либо ростом температуры активной области [3], либо возрастанием концентрации носителей заряда [4-6].

Переход из высокоомного аморфного состояния в низкоомное кристаллическое происходит на фоне сильной нелинейности вольт-амперной характеристики (ВАХ). Известны различные модели, описывающие нелинейность ВАХ ХСП, но отсутствует общепризнанный механизм, объясняющий основные особенности ВАХ указанных материалов в сильном электрическом поле. Перенос носителей заряда в ХСП осуществляется в основном заряжен-

ными дефектами D^- и D^+ (так называемые U^- -центры), которые образуются из нейтральных дефектов.

Введение примеси EuF_3 в ХСП, проявляющейся в виде ионов позволяет направленно изменять электронные свойства, в частности, улучшить параметры переноса электрического заряда, повысить фоточувствительность [7, 8], и добиться повышения оптической прозрачности материала [9]. Это объясняется влиянием указанной примеси на параметры собственных заряженных дефектов (D^- и D^+), т.е. дефектов с отрицательной корреляционной энергией, так называемых U^- -центров. Одним из надежных способов, позволяющих выяснить механизм электронных процессов, ответственных за вышеперечисленные особенности, является исследование влияния сильного электрического поля на перенос электрического заряда, которому посвящена представленная работа.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОБРАЗЦОВ

Синтез Se-As-EuF_3 осуществлялся сплавлением соответствующих количеств химических элементов особой чистоты в вакуумированных до 10^{-6} мм рт.ст. кварцевых ампулах при температуре выше 1200 К во вращающейся печи с последующим охлаждением в режиме выключенной печи. Концентрация примеси лежала в пределах 0.005–1 ат%. Образцы для измерения вольт-амперной характеристики (ВАХ) представляли собой "сэндвич" с алюминиевыми и теллуриевыми электродами и изготавливались методом термического испарения в вакууме 10^{-6} мм рт.ст. Толщина пленок варьировалась в диапазоне 1–10 мкм. ВАХ структуры $\text{Al-Se}_{95}\text{As}_5\langle\text{EuF}_3\rangle\text{-Te}$ исследовались при приложении электрического напряжения обеих полярностей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис.1 представлены ВАХ аморфного селена и структуры Al-Se₉₅As₅<EuF₃>-Te при приложении к Te положительного (рис.1 а) и отрицательного (рис.1 б) потенциалов при комнатной температуре. Как видно, ВАХ состоит из нескольких участков, где при малых напряжениях наблюдается зависимость $I \sim V^n$ ($n \leq 1$). Далее наблюдается зависимость $I \sim V^n$, где n в разных участках ВАХ получает разные значения, что свидетельствует о переносе носителей заряда (дырок) в структуре Al-Se₉₅As₅<EuF₃>-Te осуществляемое по механизму токов монополярной инжекции, ограниченных пространственными зарядами (ТОПЗ) при участии ловушек захвата носителей заряда. Далее за омическим участком ВАХ следует участок, называемый “полное заполнение ловушек”, где наблюдается крутой рост силы тока, который сменяется квадратичной зависимостью $I \sim U^2$.

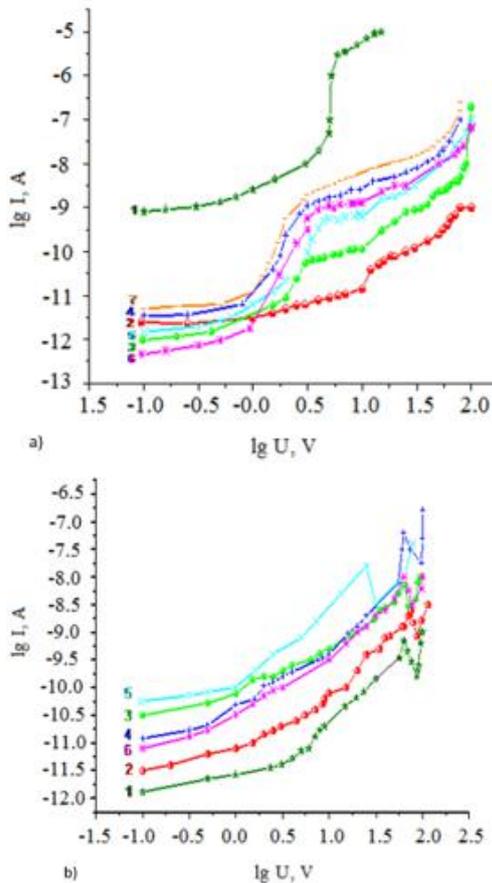


Рис. 1. а - вольтамперная характеристика аморфного селена и структуры Al-Se₉₅As₅<EuF₃>-Te при приложении к Te положительного потенциала (T≈300K): 1-Se, 2-Se₉₅As₅, 3-Se₉₅As₅(EuF₃)_{0.005}, 4-Se₉₅As₅(EuF₃)_{0.01}, 5-Se₉₅As₅(EuF₃)_{0.10}, 6 - Se₉₅As₅(EuF₃)_{0.50}, 7 - Se₉₅As₅(EuF₃)_{1.00}. б - вольтамперная характеристика аморфного селена и структуры Al-Se₉₅As₅<EuF₃>-Te при приложении к Te отрицательного потенциала (T≈300K): 1-Se₉₅As₅, 2-Se₉₅As₅(EuF₃)_{0.005}, 3-Se₉₅As₅(EuF₃)_{0.01}, 4-Se₉₅As₅(EuF₃)_{0.10}, 5 - Se₉₅As₅(EuF₃)_{0.50}, 6 - Se₉₅As₅(EuF₃)_{1.00}

Квадратичный участок сменяется участком, в котором наблюдается область более сильного возрастания тока, что обычно связывается с ионизацией локальных центров [10]. Перенос электрического заряда в структуре Al-Se₉₅As₅<EuF₃>-Te контролируется группами ловушечных центров захвата, расположенных в разные стороны от уровня Ферми. Одновременно, с этим, значения напряжений, при которых наблюдается участок, соответствующий резкому возрастанию тока, т.е. режиму соответствующему предельному заполнению ловушек смещается к высоким напряжениям, что свидетельствует об увеличении концентрации локальных состояний, являющихся ловушками захвата основных носителей заряда. В аморфном селене ловушки захвата основных носителей заряда (дырки) являются мелкими, т.е. находятся ниже равновесного значения уровня Ферми [11]. Предполагается, что в аморфном селене локальные состояния, контролирующие ВАХ связаны с заряженными собственными дефектами C₁⁻, обусловленными оборванными связями селена. В Se₉₅As₅ наряду с дефектами типа C₁⁻, существуют заряженные собственные дефекты P₂⁻, создаваемые атомами мышьяка с нарушенной координацией. Согласно форме ВАХ энергетическое положение локальных состояний, соответствующее указанным дефектам должно находиться выше уровня Ферми, являясь тем самым глубокими [11]. При низких напряжениях, дырки, инжектируемые в Se₉₅As₅ из теллурического контакта захватываются глубокими ловушками (E_{t2}), но благодаря присутствию равновесных дырок проводимость остается омической. С увеличением напряжения происходит заполнение центров E_{t2} и одновременно увеличивается концентрация свободных дырок и как только концентрация инжектированных свободных дырок превышает концентрацию равновесных дырок, ток резко возрастает с увеличением напряжения, т.е. наблюдается так называемый участок «предельного заполнения ловушек» (рис. 1а). Далее ток контролируется ловушками (E_t и E_{t1}), наблюдается ловушечный квадратичный закон. Увеличение крутизны ВАХ на последнем участке, связано с термополевой эмиссией дырок с уровней ловушек. При обратной полярности приложенного напряжения, режим ТОПЗ не наблюдается и происходит резкий рост тока, что также связано полевым опустошением ловушек (рис.1 б). При напряженности электрического поля 10⁵ В/см наблюдается N-образная ВАХ, такая нелинейность в сильном электрическом поле в работах [12, 13] связывалась с многофононной туннельной ионизацией U⁻ центров. Линейность ВАХ, представленная на рис. 2 как зависимость логарифма тока от величины напряжения, свидетельствует об ионизации или делокализации локальных состояний под действием электрического поля. На первом этапе процесса происходит тепловое возбуждение электрона до некоторого уровня энергии, затем возбужденные электроны туннелируют через потенциальный барьер, создаваемый электрическим полем D⁻ и короткодействующим полем D⁰ - центра. Принимая энергетическое расположение D⁰ - центра соответ-

ствующим глубине 0.6 эВ от края валентной зоны, авторами работы [14] рассчитана вероятность термоионизации в зависимости от приложенного электрического поля и установлено, что максимальная вероятность данного процесса должна иметь место при напряженности, превышающей 10^5 В/см. Уменьшение тока видимо, связано захватом свободных носителей заряда U^- - центрами или же рекомбинацией электронов и дырок.

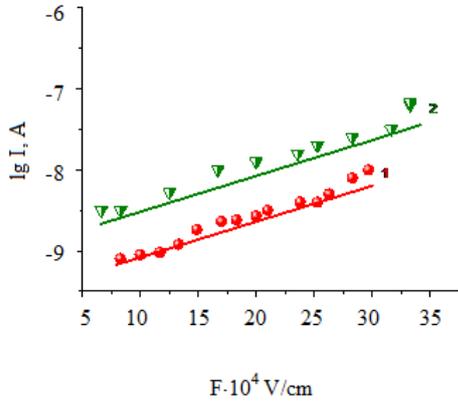


Рис. 2. Зависимости логарифма силы тока от напряженности приложенного электрического поля: 1- $\text{Se}_{95}\text{As}_5(\text{EuF}_3)_{0.005}$, 2- $\text{Se}_{95}\text{As}_5(\text{EuF}_3)_{0.5}$

На рис. 3 показана температурная зависимость тока при различных значениях приложенного электрического поля для структуры $\text{Al-Se}_{95}\text{As}_5\langle\text{EuF}_3\rangle\text{-Te}$.

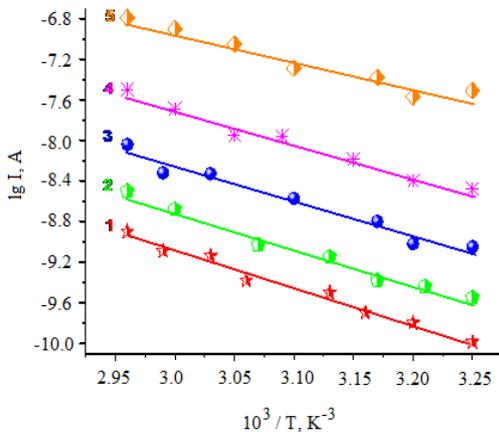


Рис. 3. Температурная зависимость силы тока при различных значениях приложенного электрического поля для структуры $\text{Al-Se}_{95}\text{As}_5\langle\text{EuF}_3\rangle\text{-Te}$: 1-10V, 2-18V, 3-32V, 4-56V, 5-100V.

На рис. 4 показана зависимость энергии активации проводимости от напряженности приложенного электрического поля для ХСП состава $\text{Se}_{95}\text{As}_5$, содержащего разные концентрации EuF_3 . Наблюдаемые особенности ВАХ в области сильных полей (где величина напряженности поля превышает 10^5 В/см) позволяют нам для интерпретации полученных результатов привлечь механизм, предложенный авторами работы [15], согласно которой величина тока

$$I = AV \exp\left(-\frac{Ea}{kT}\right), \quad (1)$$

Где Ea - энергия активации, k - постоянная Больцмана, T -температура, V -напряжение, приложенное к образцу, A - величина с размерностью проводимости, характерная для данного образца. Согласно [15]

$$A = Gq\mu_p V N_e, \quad (2)$$

где $G=S/d$ коэффициент, характеризующий геометрию образца, μ_p -подвижность дырок, N_e -концентрация эмиссионных центров, q -заряд электрона. Как видно из рис. 4 энергия активации электропроводности уменьшается с ростом напряженности электрического поля по закону:

$$Ea = B - qLF, \quad (3)$$

где B - характеризует высоту эмиссионного барьера и соответствует половине ширины запрещенной зоны, F - напряженность электрического поля, L - активационная длина в соответствии с [15]. Используя уравнения (1)-(3) и при учете $\mu_p = 10^{-4}$ см²/В·сек из кривых рис. 2 и рис. 4. определены параметры B , N_e и L , результаты которых представлены в таблице 1.

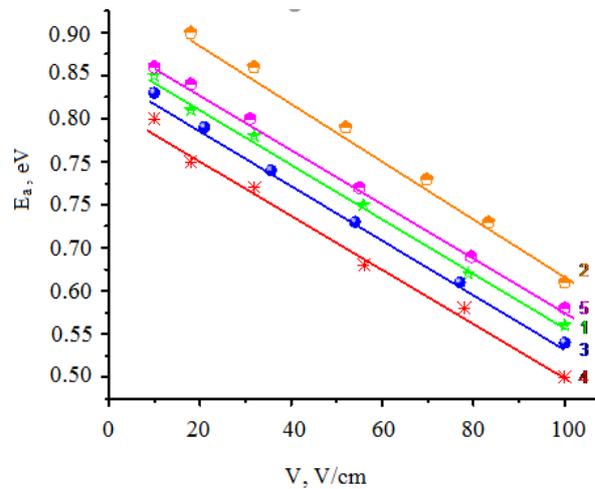


Рис. 4. Зависимость энергии активации проводимости от напряженности приложенного электрического поля структур: 1 - $\text{Al-Se}_{95}\text{As}_5\text{-Te}$, 2 - $\text{Al-Se}_{95}\text{As}_5\langle\text{EuF}_3\rangle_{0.01}\text{-Te}$, 3 - $\text{Al-Se}_{95}\text{As}_5\langle\text{EuF}_3\rangle_{0.005}\text{-Te}$, 4 - $\text{Al-Se}_{95}\text{As}_5\langle\text{EuF}_3\rangle_{0.5}\text{-Te}$, 5 - $\text{Al-Se}_{95}\text{As}_5\langle\text{EuF}_3\rangle_1\text{-Te}$.

Таблица 1.

| | N_e, cm^{-3} | $B, \text{эВ}$ | $L, \text{нм}$ |
|---|-----------------------|----------------|----------------|
| $\text{Se}_{95}\text{As}_5$ | $2 \cdot 10^{19}$ | 0.87 | 21 |
| $\text{Se}_{95}\text{As}_5(\text{EuF}_3)_{0.005}$ | $9.4 \cdot 10^{18}$ | 0.86 | 22 |
| $\text{Se}_{95}\text{As}_5(\text{EuF}_3)_{0.01}$ | $9.3 \cdot 10^{18}$ | 1.00 | 21 |
| $\text{Se}_{95}\text{As}_5(\text{EuF}_3)_{0.1}$ | $1.5 \cdot 10^{18}$ | 0.85 | 21 |
| $\text{Se}_{95}\text{As}_5(\text{EuF}_3)_{0.5}$ | $3.1 \cdot 10^{18}$ | 0.81 | 23 |
| $\text{Se}_{95}\text{As}_5(\text{EuF}_3)_1$ | $1.25 \cdot 10^{19}$ | 0.89 | 20 |

Если принять, что L - активационная длина, входящая в формулу (3), соответствует размерам областей с пониженной плотностью, то можем утверждать, что вводимые примеси, не влияя на размеры указанных областей, только изменяют концентрацию заряженных собственных дефектов. Как видно из таблицы, малые концентрации примеси EuF_3 уменьшают концентрацию эмиссионных центров, а большие увеличивают, но при этом значение L не изменяется. Предполагается, что в качестве эмиссионных выступают центры с отрицательной корреляционной энергией с уровнями энергии, расположенными вблизи середины запрещенной зоны, что позволяет нам для интерпретации полученных результатов привлечь представление, развитое в рамках модели заряженных собственных дефектов [16]. Согласно этой модели, перенос носителей заряда в ХСП контролируется U -центрами, представляющими собой заряженные дефекты D^+ и D^- , которые образуются из исходных нейтральных дефектов D^0 согласно реакции



где D^+ и D^- -центры являются ловушками для электронов и дырок. Предполагается, что роль D^- - центров в нашем случае играют центры C_T и P_2^- , связанные с оборванными связями селена и атомами мышьяка с нарушенной координацией, соответственно. А роль D^+ - центров играют трехкоординированные атомы мышьяка и селена. При введении в ХСП положительно заряженной примеси A^+ (предполагается, что европий, в основном проявляется в виде положительно заряженного иона Eu^{+3}) должен выполняться закон электронейтральности:

$$[A^+] + [D^+] = [D^-] \quad (5)$$

Согласно закону действующих масс количественное соотношение между концентрациями заряженных центров определяется выражением:

$$[D^+] [D^-] = [D^0]^2 = \text{const} \quad (6)$$

Согласно (5) и (6) при введении положительно заряженной A^+ примеси концентрация D^+ - центров должна уменьшаться, а концентрация D^- -центров увеличиваться. Действительно, при относительно больших концентрациях европия (0.5-1at%) концентрация D^- - центров увеличивается (таблица). Влияние EuF_3 при малых концентрациях не происходит в рамках модели заряженных собственных дефектов, т.е. в результате участия EuF_3 концентрация D^- - центров уменьшается. Такое же влияние на U^- -центры оказывают и примеси галогенов, т.е. примеси галогенов в малых концентрациях вследствие химической активности образуя ковалентную связь с мышьяком и селеном, уменьшают концентрацию собственных дефектов обоих знаков [9].

В работе исследованы температурные зависимости темновой проводимости (ТП) и стационарной фотопроводимости (ФП) (рис. 5), люксампер-

ной характеристики (ЛАХ) состава $\text{Se}_{95}\text{As}_5$, содержащей EuF_3 . Проводились измерения температурных зависимостей ТП и ФП в области температур 273 ÷ 340К, ЛАХ (рис. 6).

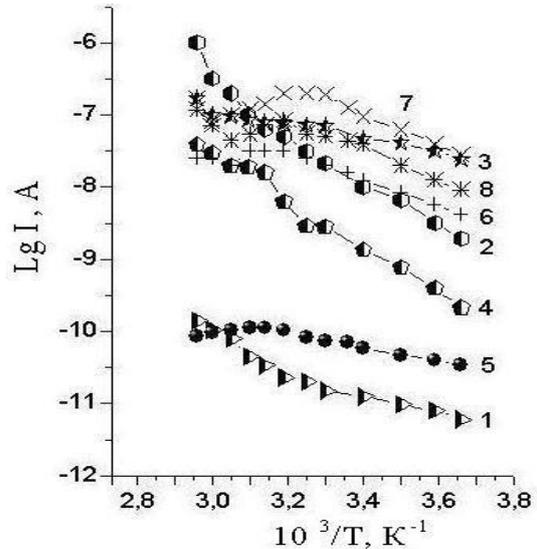


Рис. 5. Температурные зависимости темнового тока (кривые 1 – 4) и стационарного фототока (кривые 5–8) состава $\text{Se}_{95}\text{As}_5$ с добавкой EuF_3 : 1, 5 - $\text{Se}_{95}\text{As}_5$; 2, 6 - $\text{Se}_{95}\text{As}_5(\text{EuF}_3)_{0.01}$; 3, 7 - $\text{Se}_{95}\text{As}_5(\text{EuF}_3)_{0.10}$; 4, 8 - $\text{Se}_{95}\text{As}_5(\text{EuF}_3)_{1.00}$

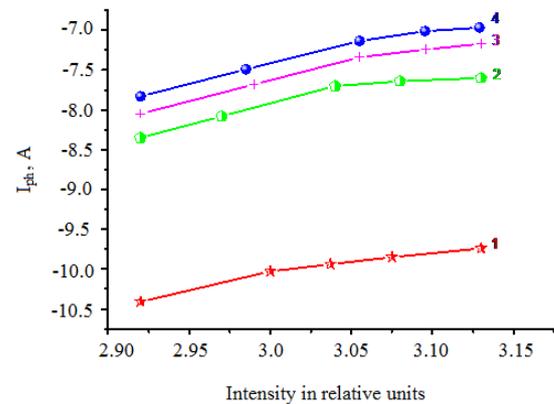


Рис. 6. Люксамперная характеристика ХСП состава $\text{Se}_{95}\text{As}_5$, содержащего EuF_3 : 1- $\text{Se}_{95}\text{As}_5$, 2- $\text{Se}_{95}\text{As}_5(\text{EuF}_3)_{0.01}$, 3- $\text{Se}_{95}\text{As}_5(\text{EuF}_3)_{0.10}$, 4- $\text{Se}_{95}\text{As}_5(\text{EuF}_3)_{1.00}$.

Для изменения интенсивности света использовался набор нейтральных светофильтров. Измерения проводились в стационарном режиме по стандартной методике.

На рис.5 приведены температурные зависимости темнового тока (кривые 1-4) и стационарного фототока (кривые 5-8) $\text{Se}_{95}\text{As}_5$ с примесью EuF_3 . При высоких температурах фототоки сравнимы или меньше по сравнению с темновым током и убывают экспоненциально с увеличением температуры ($I_{ph} = \exp(-\Delta E_m/kT)$) и линейно растут с увеличением интенсивности падающего света, т.е. реализуется мономолекулярный режим. Исследования показали, что с ростом интенсивности возбуждающего излучения энергия активации температурной зависимости фототока на низко- и высокотемператур-

ных участках ($\Delta E_b, \Delta E_m$) не изменяются, а положение максимума сдвигается в сторону высоких температур.

Энергии активации в участках, соответствующих мономолекулярному и бимолекулярному режимам рекомбинации выражаются в виде:

$$\Delta E_m = (E_d - E_v) - E_{\sigma} \quad (7),$$

$$\Delta E_b = (E_a - E_v)/2 \quad (8),$$

где E_d и E_a – энергии донороподобных и акцептоподобных уровней выше и ниже уровня Ферми. E_v – энергия края валентной зоны и E_{σ} – энергия активации темновой проводимости. Из данных по температурной зависимости темновой проводимости и фотопроводимости сделаны оценки положения уровней рекомбинации E_d и E_a относительно края валентной зоны, а также энергии активации темновой проводимости, т.е. положение уровня Ферми (E_f) относительно края валентной зоны (E_v), результаты которых представлены в таблице 2. На рис. 7 представлена схема энергетических уровней, где найденные значения E_d и E_a обозначены через T^+ и T^- .

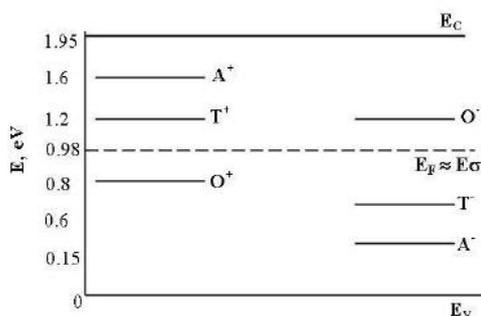


Рис. 7. Схема энергетических уровней, где найденные значения E_d и E_a обозначены через T^+ и T^- .

Таблица 2.

| EuF ₃ , ат.% | $E_a - E_v$, eV | E_{σ} , eV | $E_d - E_v$, eV |
|-------------------------|------------------|-------------------|------------------|
| 0 | 0.6 | 0.98 | 1.18 |
| 0.01 | 0.62 | 0.96 | 1.2 |
| 0.05 | 0.62 | 0.96 | 1.2 |
| 0.1 | 0.64 | 0.95 | 1.2 |
| 0.5 | 0.64 | 0.96 | 1.2 |
| 1 | 0.66 | 0.97 | 1.22 |

В таблице 2 приведено энергетическое положение акцепторо- и донороподобных центров ХСП Se₉₅As₅ с примесью EuF₃.

Если принять, что A^+ и A^- уровни, соответствующие энергетическому положению состояний, связанных с D^+ и D^- центрами, то уровни T^+ , T^- и O^+ , O^- соответствуют их возбужденным состояниям с нулевым зарядом (нейтральные дефекты D^0), где термические и оптические переходы между дефектами и зонами обозначены с помощью уровней T и O , соответственно. Судя по графику, представленному на рисунке 5, спектры 3 и 4 утверждают эти высказывания

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из исследований ВАХ установлено, что прохождение тока в структуре Al-Se₉₅As₅<EuF₃>-Te (при положительном потенциале в теллурическом электроде) осуществляется по механизму токов монополярной инжекции, ограниченных пространственными зарядами, при участии мелких и глубоких ловушек захвата. Мелкие ловушки (E_i, E_{i1}), соответствующие основному E_i и возбужденному E_{i1} состояниям заряженных собственных дефектов C_i^- – обусловлены оборванными связями селена, а глубокие E_{i2} – атомами мышьяка с нарушенной координацией. Установлено, что, EuF₃ в основном влияет на концентрацию глубоких ловушек, расположенных около уровня Ферми. В исследуемой структуре при отрицательном потенциале на теллурическом электроде при напряженностях приложенного электрического поля, превышающих 10^5 В/см наблюдается N -образная ВАХ. Наблюдаемые особенности ВАХ связывались с токопрохождением, где преобладающую роль играют процессы термической ионизации нейтральных и отрицательно заряженных U^- центров, а также процессы рекомбинации электронов и дырок, и захват носителей заряда на U^- центры. Показано, что примесь EuF₃ заметно изменяет концентрацию эмиссионных центров (U^- центров), расположенные вблизи уровня Ферми, а их энергетическое положение, длина активации остаются неизменными и не зависят от концентрации EuF₃ [17, 18]. Определено энергетическое положение локальных состояний, соответствующее основному (A^+ , A^-) и возбужденному (T^+ , T^- ; O^+ , O^-) состояниям заряженных дефектов (D^+ , D^- – центры).

- [1] С.А. Козюхин, Э.Н. Воронков. Неорганические материалы. 2008, т. 44, №11, с. 1323-1326.
- [2] K.D. Tsendin. J. of Optoelectronics and Adv. Mater. 2003, №5, p. 1011-1016.
- [3] A. Pirovano, A.L. Lacaita, F.P. Pelizzer, S.A.Kostylev, A. Benevenuti. IEEE Trans. Electron Devices. 2004, v. 51, p. 714-719.
- [4] E. Voronkov. J. Non-Cryst. Sol. 2007, v. 353, p. 2591-2594.
- [5] Kumar Praveen, R. Thangaraj. Solid State Commun. 2006, v.140, № 11-12, p. 525-528.
- [6] H.A. Abd El Ghanny, M.M. Wakkad, A. Abo Sehli, N. Assraan. Physica B. 2006, v.371, № 1, p. 35-42.
- [7] Н.Ф. Момм, Э.А. Дэвис. Электронные процессы в некристаллических веществах. М.: Мир, 1982, 662с.

- [8] Л.П. Казакова, Э.А. Лебедев, А.И. Исаев, С.И. Мехтиева, Н.Б. Захарова, И.И. Ятлинко. ФТП, 1993, т. 27, с. 959-965.
- [9] L.P. Kazakova, E.A. Lebedev, N.B. Zakharova, I.I. Yatlino, A.I. Isayev, S.I. Mekhtieva. J. Non - Cryst. Sol. 1994, v.167, pp.65-69.
- [10] E. Voronkov. J. Non-Cryst. Sol. 2007, v.353, pp. 2591-2594.
- [11] М. Ламперт, П. Марк. Инжекционные токи в твердых телах. М.: Мир, 1973. 416с.
- [12] В.Н. Абакумов, В. Карнус, В.И. Перель, И.Н. Яснеевич. ФТП. 1988, т. 22, с. 262-268.
- [13] В.Н. Абакумов, В.И. Перель, И.Н. Яснеевич. Безызлучательная рекомбинация в полупроводниках. СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН. 1997.
- [14] Н.А. Богословский, К.Д. Цендин. ФТП. 2009, №10, с.1378- 1382.
- [15] Э.Н. Воронков, С.А. Козюхин. ФТП. 2009, № 7, с. 953-956.
- [16] P.W. Anderson. Phys. Rev. Lett. 1975, № 15, pp. 953 -955.
- [17] А.И.Исаев, С.И.Мехтиева, С.Н.Гарибова, В.З. Зейналов. ФТП. 2012, № 9, с.1138-1142.
- [18] А.И.Исаев, С.И.Мехтиева, С.Н.Гарибова, В.З.Зейналов. ФТП. 2014, № 2, с. 158-162.

S.N. Garibova, S.I. Mekhtiyeva, A.I. Isayev, R.F. Sadikhli

TRANSFER OF CHARGE CARRIERS IN THE Al-Se₉₅As₅<EuF₃>-Te STRUCTURE IN STRONG ELECTRIC FIELDS

The paper presents the results of studying the influence of a strong electric field on the electric charge transfer and it was established that the current flow in the Al-Se₉₅As₅<EuF₃>-Te structure when a positive potential is applied to Te electrode is carried out according to the mechanism of monopolar injection currents limited by space charges. The charge transfer mechanism occurs with the participation of charged defect centers - small traps created by dangling bonds of selenium, and deep ones - by arsenic atoms. By studying the temperature dependence of dark conductivity and stationary photoconductivity, lux-ampere characteristic, the energy spectrum of local states associated with charged defects D^- and D^+ is proposed. The energy position and concentration of local states associated with negative correlation energy centers (U^- - centers) have been determined.

S.N. Qaribova, S.İ. Mehdiyeva, A.İ. İsayev, R.F. Sadıxlı

GÜCLÜ ELEKTRİK SAHƏSİNDƏ Al-Se₉₅As₅<EuF₃>-Te STRUKTURUNDA ELEKTRİK YÜKLƏRİNİN DAŞINMASI

İşdə Al-SeAs-Te strukturunda elektrik yükünün daşınma prosesinə güclü elektrik sahəsinin təsirinə həsr olunmuş tədqiqatların nəticələri şərh olunmuş və müəyyən edilmişdir ki, Te elektroduna müsbət potensial tətbiq olunduqda cərəyanaxma həcmli yüklərlə əhatələnmiş monopolyar injeksiya cərəyanları ilə baş verir. Yükdəşinmə mexanizmi yüklü defekt mərkəzlərinin - selenin qırılmış rabitələrinin yaratdığı dayaz və arsen atomlarının yaratdığı dərin tələlərin iştirakı ilə baş verir. Qaranlıq keçiriciliyinin temperatur asılılığı və stasionar fotokeçiricilik, lüks-ampere xarakteristikası tədqiqatlarından D^- və D^+ yüklü defektlərlə bağlı lokal səviyələrin enerji spektri təklif olunmuşdur. Mənfi korrelyasiya enerjili mərkəzlərlə (U^- - mərkəzlər) bağlı olan lokal halların enerji səviyyəsi və konsentrasiyası təyin edilmişdir.