

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОНКОПЛЁНОЧНОЙ
СТРУКТУРЫ СЕРЕБРО-СЕЛЕН-АЛЮМИНИЙ

С.И.Коняев, Х.И.Кляус

Оциллограмма вольтамперной характеристики тонкопленочного переключающего элемента со структурой $Ag-Se-Al$ приведена на рис.1. Некоторые экспериментальные данные этого элемента описаны в работах [1, 2]. Структура $Ag-Se-Al$ изготавливалась методом вакуумного осаждения исходных материалов на изолирующую подложку. Толщины плёнок были следующие:

$Ag = 2000 \text{ \AA}$, $Se = 6000 \text{ \AA}$,
 $Al = 2500 \text{ \AA}$. Площадь электродов изменялась от 10^{-4} до 10^{-1} см^2 .

Вольт-амперная характеристика элемента в координатах \sqrt{I} и U приведена на рис. 2. На этом рисунке ясно виден порог, вызванный контактной разностью потенциалов металлических электродов $U_{отс.} = 0,5 \text{ в}$. Ширина слоя пространственного заряда, определенная по емкости при нулевом смещении C_0 и отнесенная ко всей площади электродов, составляет $W = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ см}$. Максимальная напряженность поля от контактной разности потенциалов в диэлектрике при отсутствии внешнего напряжения $E_0 = 3 \cdot 10^4 \text{ в/см}$.

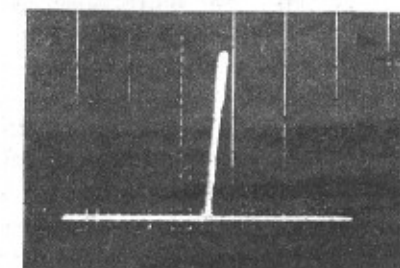


Рис. 1. Оциллограмма вольтамперной характеристики тонкопленочного переключающего элемента. Частота переключения 100 Гц, цена деления по оси $I = 0,1 \text{ в/дел.}$, по оси $U = 2 \cdot 10^{-5} \text{ а/дел.}$

Рис. 2. Вольтамперная характеристика тонкопленочного переключающего элемента в координатах \sqrt{I} и U . 1 — 20° C , 2 — 40° C , 3 — 60° C , 4 — 80° C .

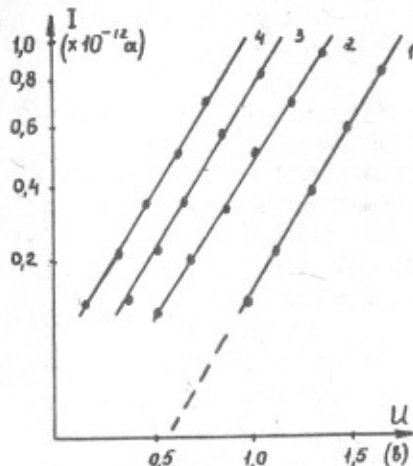


Рис. 2. Вольтамперная характеристика тонкопленочного переключающего элемента в координатах \sqrt{I} и U . 1 — 20° C , 2 — 40° C , 3 — 60° C , 4 — 80° C .

Переключение элемента из состояния низкой проводимости в состояние высокой проводимости происходит на квадратичном участке вольтамперной характеристики. Ток, протекающий через элемент в состоянии высокой проводимости, при изменении температуры образца от 173° K до 400° K практически не изменяется. Изменение величины тока до включения I_0 от температуры иллюстрируется на рис. 2. Эта область вольтамперной характеристики исследовалась при токах меньших чем ток включения элемента $I_{вкл} \approx 10^{-10} \text{ а}$.

Вольтамперная характеристика исследовалась на постоянном токе (плюс источника напряжения на серебряном электроде).

Кривая зависимости обратного тока элемента от освещенности приведена на рис.3. При интенсивности освещения $F = 1,5 \cdot 10^4 \text{ лк}$ обратный ток $\sim 10^{-6} \text{ а}$ и при дальнейшем увеличении интенсивности светового потока величина тока остается практически постоянной.

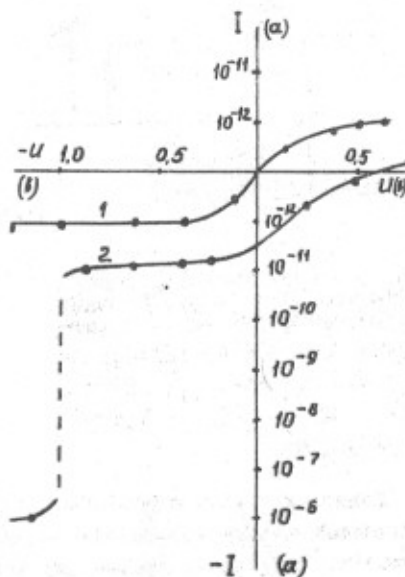


Рис. 3. Вольтамперная характеристика элемента: 1 — в темноте, 2 — при освещенности $1,5 \cdot 10^4 \text{ лк}$.

На основании измерения проводимости структуры $Ag-Se-Al$ в состоянии низкой и высокой проводимости определены концентрации носителей в прикатодной области $n \approx 10^5 \text{ см}^{-3}$ и $n \approx 10^{15} \text{ см}^{-3}$ соответственно.

Отсутствие заметной температурной зависимости от тока после включения говорит о металлическом характере проводимости, что можно объяснить обогащением ионами серебра прикатодной области ($Se-Al$) под воздействием внешнего напряжения в результате чего наступает вырождение селена. После снятия внешнего напряжения под воздействием контактной разности потенциалов $U_{отс.}$ происходит обеднение этой области, что приводит к пере-

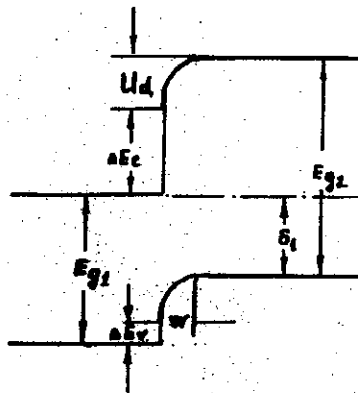


Рис. 4. Энергетическая зонная диаграмма ГП тонкопленочной структуры $Ag-Se-Al$ в равновесии при $300^\circ K$. $E_{g1} = 1,5 \text{ эВ}$, $E_{g2} = 2,2 \text{ эВ}$, $w = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ см}$, $\delta = 0,82 \text{ эВ}$, $\Delta E_c = 0,9 \text{ эВ}$, $\Delta E_v = 0,2 \text{ эВ}$.

Данные для построения этой диаграммы были получены из исследования параметров вольтамперных и вольтемкостных характеристик. Величина разрывов зон составляет $\Delta E_c = 0,9 \text{ эВ}$, $\Delta E_v = 0,2 \text{ эВ}$. При построении энергетической диаграммы использовались следующие данные $U_{отс.} = 0,5 \text{ в}$, $E_{g1} = 1,5 \text{ эВ}$, $E_{g2} = 2,2 \text{ эВ}$ [4].

ключению элемента в состояние низкой проводимости. Следует отметить, что в селенном серебре [2] находится избыточная концентрация атомов серебра и он близок к вырождению. Поэтому вся контактная разность потенциалов практически приложена к обедненной области (к селену).

Представление о существовании двух областей слабого (Se) и сильного (Ag, Se) легирования дает возможность предполагать существование гетероперехода (ГП) в структуре $Ag-Se-Al$. На основании этого возможно качественное построение энергетической зонной диаграммы (рис. 4) [3].

На основании сопоставления приведенных экспериментальных данных с теорией ТОПЗ для диэлектриков с ловушками найдено выражение для определения величины тока срыва

$$j = \frac{e \mu_n (ne)^2 d}{9 \epsilon \theta}$$

где μ_n - подвижность электронов в селене, n - концентрация электронов, e - их заряд, ϵ - диэлектрическая постоянная селена, $\theta = \frac{N_c}{N_t} \exp\left(-\frac{E}{kT}\right)$ - степень заполнения ловушек, d - протяженность слаболегированной области.

Вычисленное значение тока срыва по приведенной формуле дает удовлетворительное совпадение с величиной полученной экспериментально.

Л и т е р а т у р а

1. КОРНЕВ С.И., МИШИН А.И. - В сб. "Вычислительные системы", вып. 26, Новосибирск, "Наука" СО, 1967.
2. ШАПОЧАНСКАЯ В.В., КОРНЕВ С.И., КЛЯУС Х.И. - ФТП, вып. 5, т. 4, 1970.
3. R.L. Anderson. *Sol. St. Electron.*, 5, 341, 1962.
4. ЧИЖИКОВ Д.М., СЧАСЛИНЫЙ В.П. Селен и селениды. "Наука", 1964.