

Релаксационные свойства контакта металл–халькогенидный стеклообразный полупроводник

© В.Т. Аванесян, В.А. Бордовский, Р.А. Кастро

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 191186 Санкт-Петербург, Россия

(Получена 21 января 1997 г. Принята к печати 14 апреля 1997 г.)

Приведены результаты изучения температурной зависимости емкости контакта Al-As₂Se₂ в области инфранизких частот и оценены значения параметров, характеризующих процессы накопления зарядов.

Введение

Использование метода емкостной спектроскопии для халькогенидных стеклообразных полупроводников (ХСП) позволяет проводить исследование влияния различных условий возбуждения на вид функции плотности локализованных состояний [1]. В то же время методом динамических вольт-амперных характеристик (ДВАХ) установлено влияние температуры на емкость барьера Al-As₂Se₃, коррелирующее с представлением о существовании квазинепрерывного спектра локализованных состояний в запрещенной зоне [2]. Результаты исследования долговременной релаксации фотопроводимости (ФП) стеклообразного As₂Se₃ [3] показывают, что основные ее характеристики могут быть описаны на основе модели, учитывающей дисперсионный характер механизма переноса зарядов. Вместе с тем долговременные процессы релаксации ФП связаны с характерными для высокоомных материалов эффектами релаксации тока в образце, обусловленными накоплением и перераспределением связанных зарядов [4].

В настоящей работе развивается метод емкостной спектроскопии с целью дальнейшего изучения свойств, отражающих динамические характеристики области барьера металл–ХСП.

Методика эксперимента

Исследование проводилось на пленках As₂Se₃ толщиной ~ 1.0 мкм, изготовленных методом термического испарения в вакууме. Образцы имели сэндвич конфигурацию с алюминиевыми электродами и площадью контактов 14.0 мм². Кривые токов изотермической релаксации регистрировались с применением электрометрического усилителя (диапазон измеряемых токов обеих полярностей от 10⁻¹⁵ до 10⁻⁷ А), источника стабилизированного напряжения (U = 0.1 В) и двухкоординатного потенциометра. Во время измерений температура менялась в пределах T = 294–344 К.

Результаты и обсуждение

Кривые релаксации тока в As₂Se₃ для разных температур (рис. 1) характеризуются одним участком гиперболического спада по закону I(t) ~ t⁻ⁿ (n = 0.8–0.1), отвечающим временному интервалу Δt = 1–100 с.

Теория эстафетного механизма переноса зарядов в структурах металл–диэлектрик–металл (МДМ) приводит к зависимости тока от времени [5]

$$I = UC_c\tau/(\tau + t)^2 \quad (1)$$

при значении постоянной $\tau = L^3/\mu d_c U$; где τ — характеристическая постоянная времени; L — толщина слоя диэлектрика; μ — эффективная подвижность носителей заряда; d_c — ширина области накопления зарядов вблизи контакта; U — приложенное напряжение. Мгновенное время релаксационного процесса $\tau_i = I/(dI/dt)$ характеризуется соотношением [6]

$$\tau_i = I/(dI/dt) = (\tau + t)/2. \quad (2)$$

С учетом экспериментальной n(T) для семейства кривых I(t) (рис. 1) и выражений (1), (2) емкость контакта C_c как функция температуры может быть определена в виде

$$C_c = 4I_0 \exp(bT)t_0/U n_0 T(2a + 2 - n_0 T), \quad (3)$$

где I₀, n₀, a, b — постоянные, t₀ — время поляризации, соответствующее окончанию релаксационного процесса (t₀ = 100 с). Полученная температурная зависимость C_c(T) (рис. 2) характеризуется энергией активации E_A ~ 1.3 эВ и совпадает с закономерностью, установленной авторами [1] для переменного тока.

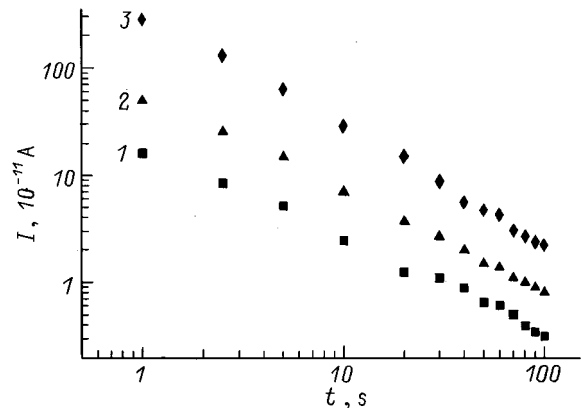


Рис. 1. Кривые релаксации темнового тока в As₂Se₃ при разных температурах, К: 1 — 294, 2 — 314, 3 — 344.

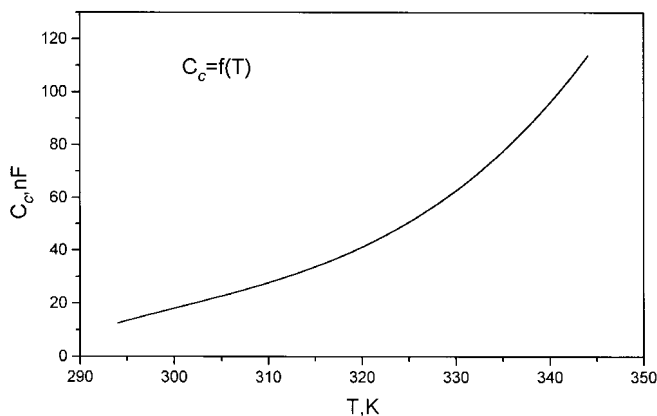


Рис. 2. Температурная зависимость емкости контакта, рассчитанная по формуле (3).

Принимая во внимание связь между мгновенным временем релаксации для гиперболического спада и постоянной τ можно прийти к временной зависимости ширины области накопления зарядов

$$d_c = nL^3 / (2 - n)t\mu U. \quad (4)$$

Из последнего выражения следует уменьшение толщины слоя емкости контакта и увеличение значения электрического поля E_c со временем в приконтактной области. В частности, окончание релаксационного процесса ($t_0 = 100$ с) характеризуется значениями $d_c = 1.24 \cdot 10^{-2}$ м и $E_c = 8.06 \cdot 10^3$ В/см.

Заключение

Характер релаксационных процессов в пленках As_2Se_3 указывает на существование недебаевского механизма дисперсии, который отвечает несимметричному распределению времен релаксации, и определяет влияние контактных явлений на процессы релаксации заряда. Большое значение энергии активации E_A (порядка ширины запрещенной зоны) говорит об участии в образовании барьерной емкости даже самых глубоких состояний.

Список литературы

- [1] Г.А. Бордовский, М.Р. Каничев. ФТП, **24**, 527 (1990).
- [2] А.А. Симашкевич, С.Д. Шутов. ФТП, **28**, 611 (1994).
- [3] K. Shimakawa, Y. Yano, Y. Katsuma. Philos. Mag. B, **54**, 285 (1986).
- [4] N. Anisimova, V. Avanesyan, G. Bordovski, R. Castro, A. Nagaytcev. Proc. 8th Int. Symp. on Electrets. (Paris, France, 1994) p. 136.
- [5] Б.Л. Тиман. ФТП, **7**, 225 (1973).
- [6] А.М. Андриеш, М.Р. Черный. В сб.: Кристаллические и стеклообразные полупроводники (Кишинев, Штинница, 1977) с. 127.

Редактор В.В. Чалдышев

Relaxation of contact metal–chalcogenide vitreous semiconductor

V.T. Avanesyan, V.A. Bordovski, R.A. Castro

A.I. Herzen State Pedagogical University,
191186 St. Petersburg, Russia

Abstract The results of a study of the temperature dependence of the contact capacitance $Al-As_2Se_3$ in the infralow frequency region are reported. Parameters describing the process of the charge accumulation were estimated.