

## ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ОТ ТОЛЩИНЫ ТОНКИХ ПЛЕНОК $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Меньшикова С.И., Рогачева Е.И.

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»,  
г. Харьков*

$\text{Bi}_2\text{Se}_3$  – узкозонный полупроводник, который известен как перспективный термоэлектрический (ТЭ) материал. Возможность увеличения ТЭ добротности в структурах с низкой размерностью на основе соединений  $\text{V}_2\text{VI}_3$ , установленная экспериментально в [1], а ранее предсказанная теоретически [2], способствует исследованию кинетических свойств тонких пленок  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ .

В тонких пленках возможно проявление классического размерного эффекта (КлРЭ), который наблюдается в случае, когда толщина пленки  $d$  порядка средней длины свободного пробега носителей заряда [3]. Ранее [4] для пленок  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ , полученных термическим испарением в вакууме кристалла, экспериментально наблюдалось увеличение электропроводности  $\sigma$  с ростом  $d$ , что авторы связали с проявлением КлРЭ и удовлетворительно описали в рамках теории Фукса-Зондгеймера. При более низких температурах исследования толщинных зависимостей ТЭ свойств тонких пленок  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  не проводились.

Цель работы – установить влияние толщины пленки  $d$  на величину электропроводности в тонких пленках  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  при температуре жидкого азота.

Объектами исследования были тонкие пленки  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  ( $d = 15 - 365$  нм), выращенные термическим испарением в вакууме ( $\sim 10^{-5} - 10^{-6}$  Па) кристаллов  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  с последующим осаждением на стеклянные подложки. Толщину и скорость конденсации на подложку, которая составляла  $0.1 - 0.15$  нм/с, контролировали с помощью предварительно откалиброванного кварцевого резонатора. Электропроводность  $\sigma$  измеряли при постоянном токе с погрешностью, не превышающей  $\pm 5\%$ , при температуре  $77$  К.

Установлено, что тонкие пленки  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  обладают  $n$ -типом проводимости, как и исходный кристалл. Показано, что характер зависимости  $\sigma(d)$  тонких пленок при температуре жидкого азота аналогичен полученному в работе [4] при комнатной температуре: величина  $\sigma$  увеличивается по мере роста толщины пленки. Наблюдаемый характер зависимости  $\sigma(d)$  поясняется как проявление КлРЭ, связанного с увеличением вклада диффузного рассеяния электронов на интерфейсах тонкой пленки по мере уменьшения ее толщины.

### Литература:

1. Venkatasubramanian, R. Thin-film thermoelectric devices with high room-temperature figures of merit / R. Venkatasubramanian, E. Siiivola, T. Colpitts, et al. // Nature. – 2001. – 413. – P. 597-602.
2. Hicks L.D. Effect of quantum-well structures on the thermoelectric figure of merit / L.D. Hicks, M.S. Dresselhaus // Phys. Rev. B. – 1993. – 47. – 12727.
3. Комник Ю.Ф. Физика конденсированных металлических пленок / Комник Ю.Ф. – М.: Наука, 1979. – 270 с.
4. Menshikova, S.I. Dependence of electrical conductivity on  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  thin film thickness / S.I. Menshikova, E.I. Rogacheva, A.Yu. Sipatov, et al. // Func. Mat. - 2017. - 24,4. - P. 555-558.