

ВЛИЯНИЕ ПОДЛОЖКИ НА ПРОЯВЛЕНИЕ РАЗМЕРНЫХ ЭФФЕКТОВ В ТОНКИХ ПЛЕНКАХ PbTe

Меньшикова С.И., Рогачева Е.И., Сипатов А.Ю.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

PbTe – один из лучших среднетемпературных термоэлектрических (ТЭ) материалов. Теоретически предсказанное и затем экспериментально подтвержденное увеличение ТЭ добротности в сверхрешетках на основе соединений IV-VI привлекают внимание к изучению свойств PbTe в низкоразмерном состоянии. Когда толщина тонкой пленки d становится соизмерима с длиной волны де Бройля λ_F , может наблюдаться квантовый размерный эффект (КРЭ).

В тонких пленках PbTe, выращенных на сколах (001)KCl, наблюдались осцилляции ТЭ и гальваномагнитных свойств с ростом d [1,2], что авторы связывали с проявлением КРЭ. Изучение КРЭ возможно на образцах с высокой степенью структурного совершенства. Известно, что лучшими для получения пленок PbTe являются сколы (111)BaF₂. Тем не менее, размерные эффекты в пленках PbTe, выращенных на (111)BaF₂, практически не исследовались.

Цель работы – установить влияние ориентации пленки на характер толщинных зависимостей кинетических свойств тонких пленок PbTe.

Тонкие пленки ($d = 10 - 190$ нм) получали термическим испарением в вакууме ($\sim 10^{-5} - 10^{-6}$ Па) кристаллов PbTe, содержащих избыточных 2 ат.% Pb, на сколах (111)BaF₂ при температуре (600 ± 10) К. На поверхность пленки был нанесен защитный слой Al₂O₃ толщиной $\approx 15-20$ нм. Толщину пленок контролировали с помощью кварцевого резонатора. Электропроводность σ и коэффициент Холла R_H измеряли стандартным dc методом с точностью $\pm 5\%$. Коэффициент Зеебека S измеряли компенсационным методом относительно Cu с точностью $\pm 3\%$.

Результаты измерений R_H и S показали, что пленки PbTe<Pb> с толщинами $d \geq 35$ нм, как и пленки, выращенные в ориентации (001) с $d > 75$ нм [2], имеют проводимость n -типа. На участке толщин $d \leq 35$ нм выявлена периодическая инверсия знака носителей заряда и экстремумы в области p - и n -типа, что для пленок, полученных на (001)KCl [2], не наблюдалось. Отмечено, что положения экстремумов в p -области совпадают с таковыми для пленок p -PbTe<Pb>, выращенных в ориентации (001). Данный факт может указывать на то, что обнаруженные экстремумы связаны с квантованием дырочного газа.

Литература:

1. Rogacheva E.I. Oscillatory behavior of the transport properties in PbTe quantum wells / E.I. Rogacheva, O.N. Nashchekina, S.N. Grigorov, M.A. Us, M.S. Dresselhaus, S.B. Cronin // Nanotechnology. – 2003. – 14(1). – P. 53-59.
2. Olkhovskaya S.I. Size effects in lead telluride thin films and thermoelectric properties / S.I. Olkhovskaya, E.I. Rogacheva // J. Thermoelectricity. – 2013. – № 5. – P. 22-27.