

ПРИМЕСНАЯ ЗОНА КОБАЛЬТА В СПЛАВАХ $Pb_{1-x-y}Sn_xCo_yTe$

Шевченко И. В., Скипетров Е. П., Константинов Н. С.,
Богданов Е. В., Скипетрова Л. А., Кнотько А. В.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
г. Москва, Россия, E-mail: ilia.vs.msu@gmail.com

В сплавах на основе теллурида свинца глубокие уровни примесей 3d переходных металлов с переменной валентностью (Sc, Ti, V, Cr, Fe, Ni) в основном являются резонансными. В PbTe уровни элементов из первой половины ряда расположены в зоне проводимости, а уровни Fe и Ni – в валентной зоне. Энергетическое положение уровней Co, Cu и Zn пока не определено, но именно они вызывают особый интерес, так как могут находиться на фоне состояний «тяжелой» Σ -зоны и приводить к увеличению термоэлектрической эффективности сплавов [1].

С целью обнаружения примесного уровня Co в настоящей работе исследованы температурные зависимости сопротивления и коэффициента Холла образцов из двух монокристаллических слитков $Pb_{1-x-y}Sn_xCo_yTe$ ($x=0.08$, $y=0.01$ и $y=0.02$) при вариации концентраций олова и кобальта вдоль слитков.

Установлено, что в сплавах с содержанием олова $x=0.05-0.15$, как и в исследованных ранее сплавах $Pb_{1-x-y}Sn_xNi_yTe$, легирование приводит к пиннингу уровня Ферми примесным уровнем кобальта, расположенным в валентной зоне. В рамках двухзонного закона дисперсии Кейна получены зависимости концентрации дырок и энергии Ферми при $T=4.2$ К от концентрации олова для серий образцов из слитков 1199 ($y=0.01$) и 1083 ($y=0.02$) (рис. 1). Для согласованного объяснения этих результатов предложена модель перестройки электронной структуры при изменении состава матрицы, предполагающая существенное (~ 15 мэВ) уширение примесного уровня, емкость и степень заполнения которого электронами зависят от концентрации примеси. В рамках этой модели определены положение середины примесной зоны в PbTe и скорость ее движения относительно потолка валентной зоны при увеличении содержания олова, оценены ее емкость и термический коэффициент движения относительно потолка валентной зоны. Предложены диаграммы перестройки электронной структуры сплавов в условиях «мягкой» стабилизации уровня Ферми в примесной зоне Co с ростом концентрации олова и температуры.

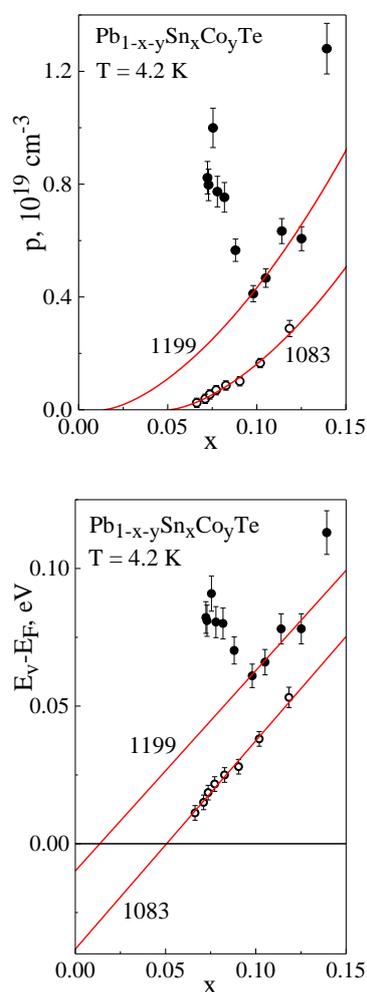


Рис. 1. Зависимости концентрации дырок и энергии Ферми от состава матрицы.

Литература

1. Heremans J.P., Jovovic V., Toberer E.S., Saramat A., Kurosaki K., Charoenphakdee A., Yamanaka S., Snyder G.J. // Science. – 2008. – V. 321. – No. 5888. – P. 554-557.