

УДК 621.315.529.

О.В.Степанова (4 курс, каф. ПФОТТ), М.К.Житинская, к.ф.-м.н., доц.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОРОДНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ $A^V B^VI$

Твердые растворы на основе Bi_2Te_3 являются эффективными материалами для термоэлектрических преобразователей энергии. Эти кристаллы обладают анизотропией физических свойств: диффузии, теплопроводности, электропроводности и т.д. и поэтому при выращивании они всегда имеют различного типа неоднородности.

В связи с этим задача повышения электрической однородности этих полупроводниковых кристаллов является весьма актуальной. Эксперименты проводились на кристаллах стехиометрического состава и легированных примесями In, Sb, Sn, выращенных методом Чохральского и методом направленной кристаллизации.

Степень однородности кристаллов оценивается по распределению термоэдс по поверхности образца. Под пространственной электрической однородностью подразумевается степень равномерности распределения основных носителей тока по объему кристалла.

Зависимость термоэдс от концентрации основных носителей тока в кристалле, можно увидеть из формулы. Для невырожденного случая, когда $\mu^* < -2$.

$$S = \frac{k_0}{q} \left[r + 2 + \ln \frac{2(2\pi m^* k_0 T)^{\frac{3}{2}}}{h^3 n} \right],$$

где: q – заряд частицы, K_0 – постоянная Больцмана, m^* – приведенная масса, h – постоянная Планка, n – концентрация основных носителей тока, r – параметр характеризующий механизм рассеивания.

Видно, что с увеличением количества введенной примеси в кристалл, падает значение термоэдс. Следовательно, по разбросу значений термоэдс измеренных в разных точках можно судить о степени неравномерности распределения основных носителей тока по объему образца, и тем самым об однородности кристалла.

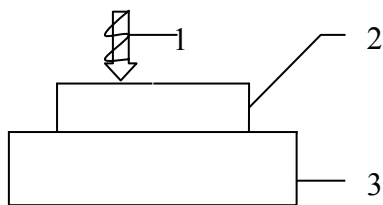


Рис. 1. Схема измерительной установки

Схема измерительной установки представлена на рис. 1, где 1 - термозонд, 2 - образец, 3 - подложка из хорошо проводящего материала (медь). Термозонд поддерживают при постоянной температуре, которая больше температуры подложки. За счет разницы температур между торцами образца возникает градиент температур, а вследствие этого возникает термоэдс.

Полученные экспериментальные результаты представлены на рис 2, где N - количество проведенных измерений, S - коэффициент термоэдс.

В случае стехиометрического состава образца неоднородность кристалла довольно велика (широкий купол). Введение определенной примеси в кристалл позволяет улучшить в некоторых случаях их однородность.

Легирование оловом кристаллов Bi_2Te_3 сопровождается образованием пика плотности состояний вблизи вершины дополнительного экстремума валентно зоны, пропорционального количеству введенной примеси. Резонансные состояния при дополнительном легировании $\text{Bi}_2\text{Te}_3\langle\text{Sn}\rangle$ электрически активной примесью, частично заполнены электронами - это приводит к выравниванию уровня Ферми.

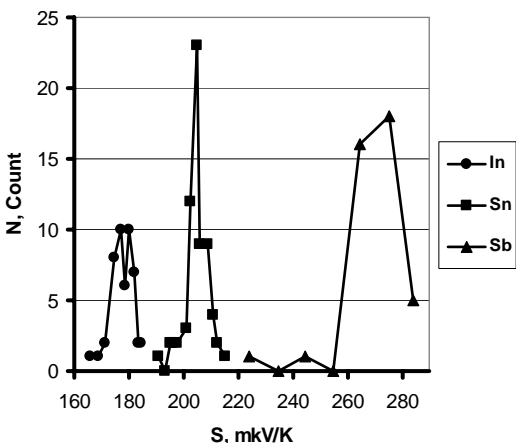


Рис. 2. Зависимость коэффициента термоэдс от количества измерений

Оно происходит, если концентрация дефектов относительно мала по сравнению с количеством введенных атомов олова. Это и обуславливает высокую пространственную электрическую однородность кристаллов.

При легировании другими примесями выравнивание основных носителей тока в объеме кристалла происходит в меньшей мере.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Житинская М.К., Немов С.А., Свечникова Т.Е., ФТТ, т. 40, Вып 8, 1428-1432, (1998).
2. Житинская М.К., Немов С.А., Свечникова Т.Е., Рейншаус П., Мюллер Э. ФТП. Т. 34, Вып. 12, 1417-1418, (2000).