

р-п переход в объеме и на поверхности топологических изоляторов Bi_2Te_3 и $\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x}\text{Te}_3$

В. А. Голяшов¹, К. А. Кох², О. А. Шегай¹, О. Е. Терещенко¹

¹Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, Новосибирск.

²Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск.

тел: (383)330-44-75, факс: (383)333-27-71, эл. почта: golyashov@isp.nsc.ru

Ряд соединений V_2VI_3 , в частности Bi_2Te_3 и $\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x}\text{Te}_3$, являются трехмерными топологическими изоляторами (ТИ). В объеме они являются узкозонными полупроводниками ($E_g \sim 150\text{--}200$ мэВ), а на их поверхности (0001) в запрещенной зоне присутствуют проводящие поверхностные состояния с законом дисперсии, образующим конус Дирака. Однако высокая концентрация свободных носителей в объеме, обусловленная большой плотностью дефектов кристаллической структуры, и, как следствие, закрепление уровня Ферми в разрешенных зонах и сильное шунтирующее действие объема не позволяют выделить поверхностные состояния в транспортных измерениях. В данной работе рассматривается возможность управления уровнем Ферми в объеме и на поверхности ТИ путем создания р-п перехода [1] в объеме ТИ.

На основании равновесной фазовой диаграммы и условий роста в модифицированном методе Бриджмена был предсказан и реализован встроенный р-п переход в соединениях $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_3$ и Bi_2Te_3 , механизм формирования которого связан с эффектом сегрегации компонентов в процессе кристаллизации.

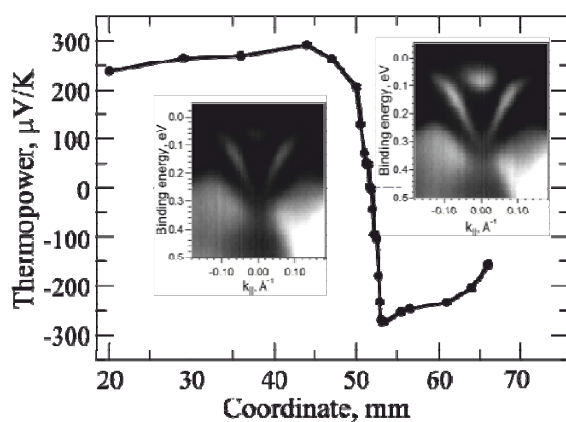


Рис. 1. Зависимость термоэдс от координаты вдоль поверхности (0001) кристалла $\text{Bi}_{1.4}\text{Sb}_{0.6}\text{Te}_3$. Смена знака указывает на наличие р-п перехода. На вставках - дисперсионные зависимости, полученные методом фотоэмиссии с угловым разрешением для поверхности (0001) в р- и n- областях кристалла, соответственно (направление Г-К, $h\nu=23\text{эВ}$).

Изменяя соотношение $\text{Bi}(\text{Sb})/\text{Te}$ в растворе-расплаве удалось получить р-п переход в кристаллах с начальными составами расплавов $\text{Bi}_{1.9}\text{Te}_{3.1}$ и $\text{Bi}_{1.34}\text{Sb}_{0.66}\text{Te}_3$. Вблизи р-п перехода в обоих кристаллах наблюдалось наличие нескольких типов носителей. При этом в n- области кристалла $\text{Bi}_{1.9}\text{Te}_{3.1}$ измеренная подвижность электронов достигала $\sim 70000 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$ при концентрации $\sim 2 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Обнаружено, что на поверхности (0001) как в р-, так и n- областях кристаллов формируется приповерхностный изгиб зон вниз, что может приводить к формированию двумерного электронного газа (рис.1). В работе обсуждаются механизмы транспорта носителей в р-п переходе, включающие транспорт по ТИ состояниям и в 2D электронном газе.

Литература

- [1] К.А. Кох, С.В. Макаренко, В.А. Голяшов, О.А. Шегай, О.Е. Терещенко. CrystEngComm. 16 (2014) 581-584