Поверхностные состояния в PbSnTe:In МДП-транзисторе с индуцированным каналом

Климов А.Э.^{1,2}, Акимов А.Н.¹, Ахундов И.О.¹, Голяшов В.А.^{1,3}, Горшков Д.В.¹, Ищенко Д.В.¹, Сидоров Г.Ю.¹, Супрун С.П.¹, Тарасов А.С.¹, Эпов В.С.¹, Терещенко О.Е.^{1,3}

¹ ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

² НГТУ, 630073, Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20

³ Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2

DOI 10.34077/Semicond2019-78

В области $x \sim (0,22-0,28)$ проводимость узкозонного ($E_g < 0,07$ эВ) $Pb_{1-x}Sn_xTe:In$ может быть близка к собственной с удельным сопротивлением при гелиевых температурах $\rho > 10^8$ Ом·см [1]. На поверхности таких изолирующих пленок, полученных методом молекулярно-лучевой эпитаксии, возможно формирование тонких слоев PbSnTe с составами, соответствующими кристаллическому топологическому изолятору (КТИ) [2]. Особый интерес представляют исследования транспортных свойств КТИ, обусловленных дираковскими поверхностными состояниями, которые в PbSnTe:In могут присутствовать на фоне обычных поверхностных локализованных состояний.

Нами впервые исследован PbSnTe:In МДП-транзистор (МДПТ), схематично изображенный на Рис. 1. Применение пленки лавсана в качестве диэлектрика позволило сравнивать свойства одного и того же МДПТ при разных состояниях поверхности. На Рис. 2 в качестве примера приведены затворные характеристики до и после обработки поверхности PbSnTe:In с удалением окислов [3] и осаждением пассивирующего слоя Al_2O_3 . Сплошные и пунктирные кривые соответствуют двум последовательным измерениям. Видно, что обработка поверхности привела к радикальному изменению характеристик.

Рассмотрены квазистационарные ВАХ МДПТ в режиме токов, ограниченных пространственным зарядом. Исследованы особенности протекания тока в n^+-i-n^+ канале МДПТ при скоростях изменения затворного напряжения $|U_{gate}| = 2,5 - 250$ В/с и различных зависимостях $U_{gate}(t)$, включая резкую смену его полярности, в условиях освещения МДПТ и при его отсутствии, в температурном диапазоне $T = 4,2 - 25$ К. На качественном уровне полученные результаты объясняются экранированием электрического поля затвора как свободными электронами, так и электронами, захватываемыми на ловушки на поверхности, свойства которых зависят от ее обработки. Это необходимо учитывать в дальнейшем при анализе транспорта в КТИ структурах на основе PbSnTe:In.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 17-02-0575а.

[1] Б.А. Волков и др. УФН, **172**, 875 (2002).

[2] Su-Yang Xu et al., Nature Communications, **3**, 1192 (2012).

[3] O.E. Tereshchenko et al., J. Vac. Sci. Technol., **A17**, 2655 (1999).

Рис.1. – Схема экспериментальной МДП-структуры.

Рис.2. – Затворные характеристики МДПТ до (1) и после (2) обработки поверхности с нанесением на нее слоя Al_2O_3 .