Фотоиндуцированный нелокальный отклик в эпитаксиальных пленках $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ с инверсным энергетическим спектром

Казаков А.С.¹, Галеева А.В.¹, Артамкин А.И.¹, Дворецкий С.А.², Михайлов Н.Н.²,
Банников М.И.³, Данилов С.Н.⁴, Рябова Л.И.⁵, Хохлов Д.Р.^{1,3}

¹ Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, стр.2, Москва, 119991, Россия.

² Институт физики полупроводников СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. ак. Лаврентьева, 13

³ Физический институт имени П.Н. Лебедева РАН, 119991, Москва, Ленинский проспект, 53

⁴ Университет Регенсбурга, Регенсбург, D-93053, Германия.

⁵ Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, стр.3, Москва, 119991, Россия.

DOI 10.34077/Semicond2019-495

Твердые растворы $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ при $x < \sim 0.16$ характеризуются инверсным энергетическим спектром, обеспечивающим формирование топологической фазы. От большинства топологических изоляторов ее отличают сравнительно низкие концентрации свободных носителей заряда, в связи с чем оказывается возможным изучение транспорта в таких материалах в условиях фотовозбуждения. Ранее обсуждалось возможное влияние процессов с участием неравновесных носителей в объеме и на интерфейсах, включающих топологические состояния, на фотопроводимость в эпитаксиальных слоях $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ [1]. В настоящей работе изучен терагерцовый фотоотклик в структурах $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ с инверсным спектром в нелокальной конфигурации, позволяющей в ряде случаев установить вклад краевого транспорта.

Исследованные структуры $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ ($0.12 < x < 0.16$) толщиной ~ 4 мкм синтезированы на полуизолирующей подложке GaAs [013] с буферными слоями CdTe и ZnTe методом молекулярно-лучевой эпитаксии. Транспортные свойства структур изучены в диапазоне температур 4.2 – 300 К. Все образцы характеризуются n-типом проводимости. Значения концентрации свободных электронов в объеме составляют $\approx 10^{14} \text{ см}^{-3}$ при $T = 4.2$ К. Исследование фотопроводимости проведено в условиях возбуждения импульсным лазерным излучением в диапазоне частот 0.6 – 3.9 THz в магнитных полях до 4 Тл при $T = 4.2$ К. Измерения были проведены как в стандартной геометрии холловского мостика, так и в нелокальной конфигурации типа H-bar с различными геометрическими параметрами, в том числе с варьируемым расстоянием между парами токовых и потенциальных контактов.

Обнаружено, что амплитуда регистрируемого в нелокальной конфигурации фотоотклика практически не изменяется при увеличении расстояния между парой потенциальных контактов и токовых в пределах характерной длины образца (~ 5 мм). Наблюдаемое при этом изменение кинетики фотосигнала анализируется с учетом экспоненциального уменьшения плотности тока в объеме при удалении от токовых контактов и подавления объемного вклада в фотопроводимость. В слабом магнитном поле ($B < \sim 1$ Тл) нелокальный фотоотклик проявляет свойство асимметрии: изменяет знак на противоположный как при смене полярности магнитного поля, так и при замене потенциальных контактов на расположенные зеркально относительно пары токовых.

Полученные экспериментальные результаты указывают на то, что в эпитаксиальных пленках $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ в области составов, соответствующих инверсному энергетическому спектру, в условиях подсветки терагерцовым излучением может быть реализован нелокальный режим фотопроводимости, обусловленный формированием краевых каналов транспорта. Есть основания полагать, что наблюдаемый нелокальный транспорт фотовозбужденных носителей связан с присутствием топологических состояний.

[1] A.V. Galeeva, A.I. Artamkin, A.S. Kazakov et al. Beilstein J. Nanotechnol. **9**, 1035 (2018)