Особенности спектров фотопроводимости эпитаксиальных пленок PbSnTe(In)

Иконников А.В.¹, Черничкин В.И.¹, Дудин В.С.¹, Акопян Д.А.¹, Акимов А.Н.²,
Климов А.Э.², Терещенко О.Е.², Рябова Л.И.¹, Хохлов Д.Р.¹

¹ МГУ им. М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, 1

² ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

DOI 10.34077/Semicond2019-325

Твердые растворы на основе халькогенидов свинца и, в частности PbSnTe, традиционно рассматривались как перспективные материалы для приемников и лазеров инфракрасного диапазона на межзонных переходах [1]. Однако, оказалось, что уникальные свойства ряда примесей (например, индием) [2] позволяют использовать эти материалы в качестве примесных приемников терагерцевого (ТГц) и даже суб-ТГц диапазонов [3]. Тем не менее, в литературе практически не представлены спектры фотопроводимости (ФП) в указанных материалах, что бы позволило напрямую извлечь информацию об энергетическом спектре примесных состояний. Это связано с высокой фоточувствительностью образцов, в результате чего засвеченный теплыми частями криостата образец оказывается в состоянии с высокой проводимостью, на фоне которой не удастся зарегистрировать фотоотклик. В настоящей работе удалось выполнить измерения спектров ФП за счет выбора образцов с уровнем легирования In, недостаточным для стабилизации уровня Ферми [2], и с быстрым временем релаксации, что позволило наблюдать фотоотклик даже в условиях фоновой засветки.

Исследуемые образцы были выращены методом молекулярно-пучковой эпитаксии как на подложках BaF₂, так и Si. Толщина пленок Pb_{1-x}Sn_xTe составляла 1–2 мкм, состав x был около 0.25. Спектры ФП измерялись с помощью фурье-спектрометра Bruker Vertex 70v при $T = 4.2$ — 40 К.

В спектрах наблюдались как особенности, связанные с межзонной фотопроводимостью, так и пики, связанные с примесно-дефектными центрами (рис. 1). Увеличение температуры приводило к сдвигу красной границы межзонного поглощения (направление сдвига определялось как изменением ширины запрещенной зоны, так и уменьшением концентрации носителей заряда и, соответственно, уменьшением эффекта Бурштейна — Мосса), в то время, как положение примесных линий не изменялось. Анализ изменений интенсивности примесных особенностей в спектрах ФП при изменении температуры и при подсветке синим светодиодом позволил разделить примесные линии, связанные с объемными и поверхностными состояниями. Предложена модель, описывающая энергетические уровни примесных состояний.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты № 18-02-00795, 17-02-00575).

[1] D. Khokhlov (Ed.) *Lead Chalcogenides: Physics & Applications* (NewYork: Taylor & Francis, 2003).

[2] Б. А. Волков, Л. И. Рябова, Д. Р. Хохлов // УФН **172**, 875 (2002).

[3] А. В. Галеева, Л. И. Рябова, А. В. Никорич и др. // Письма в ЖЭТФ **91**, 37 (2010).

Рис. 1. Спектры фотопроводимости в структуре Pb_{0.74}Sn_{0.26}Te(In).