

ИЗЛУЧАТЕЛЬНАЯ РЕКОМБИНАЦИЯ В СТЕКЛООБРАЗНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ Ge_2S_3 , Ge_2Se_3 И $\text{Ge} - \text{Pb} - \text{S}$

*В.А.Васильев, Б.Т.Коломиец, Т.Н.Мамонтова,
Г.Хр.Иванов*

Приводятся первые исследования рекомбинационного излучения в новой группе стеклообразных полупроводников. Показано наличие двух групп излучательных уровней в этих материалах.

Интенсивное развитие работ по исследованию излучательной рекомбинации в стеклообразных халькогенидах мышьяка As_2S_3 и As_2Se_3 на-

чавшееся в последние годы, способствовало получению ряда ценных сведений об энергетическом спектре локализованных состояний в их запрещенной зоне. Стало известно, например, что спектры фотолюминесценции этих материалов характеризуются довольно широкой полосой излучения при энергиях примерно равных половине оптической ширины запрещенной зоны. Наблюдаемые полосы излучения обусловлены, по мнению ряда авторов [1 – 7], переходами через глубокие рекомбинационные центры, которые связаны с дефектами структуры типа обрыва связей.

В данной статье приводятся первые результаты исследования рекомбинационного излучения в новой группе стеклообразных полупроводников на основе халькогенидов германия: Ge_2S_3 , Ge_2Se_3 и $\text{Ge} - \text{Pb} - \text{S}$.

Спектральное распределение рекомбинационного излучения исследовалось на свежих сколах массивных образцов при фотовозбуждении в интервале энергий 2 – 3 эВ и температуре 77К. Измерение спектральных характеристик проводилось после установления стационарного режима излучения, т. е. через 500 – 1000 сек от момента возбуждения [7, 8].

Результаты этих измерений для Ge_2S_3 и Ge_2Se_3 приведены на рис. 1. Видно, что как и в халькогенидах мышьяка имеет место широкая полоса излучения. Отличие состоит в том, что наблюдается тенденция к разделению на две полосы. Подобное разделение наблюдается и в спектрах фотолюминесценции стекол системы $\text{Ge} - \text{Pb} - \text{S}$ (рис. 2).

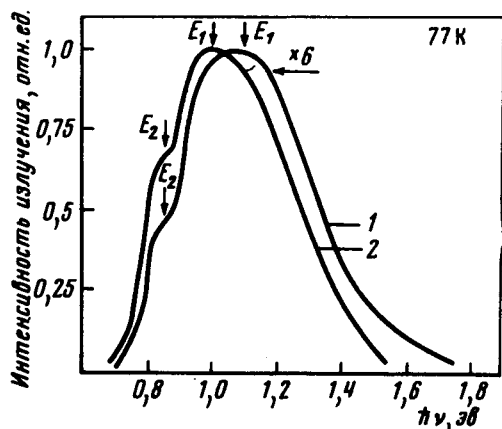


Рис.1. Спектры рекомбинационного излучения стеклообразных полупроводников: 1 – Ge_2S_3 , 2 – Ge_2Se_3

Основные параметры спектральных характеристик, изображенных на рис. 1 и 2, представлены в таблице¹⁾. Сопоставление их указывает на неизменность энергетического положения менее интенсивной полосы (E_2) во всех халькогенидах германия. Энергетическое же положение более интенсивной полосы (E_1) изменяется в зависимости от состава. Так, например, при увеличении содержания Pb и уменьшении содержания Ge полоса (E_1) сдвигается в область меньших энергий. Интенсивность полос (E_1) и (E_2), как это видно из таблицы, тоже изменяется.

¹⁾ Оптическая ширина запрещенной зоны Ge_2S_3 и Ge_2Se_3 $E_g \sim 2,4$ и $1,9$ эВ, соответственно при 77К.

Материал	Энергетическое положение полос излучения		Отношение интенсивности E_2/E_1 , отн. ед.	Интенсивность излучения, отн. ед.
	E_1 , эВ	E_2 , эВ		
Ge_2S_3	1,10	0,85	0,45	1,00
Ge_2Se_3	1,00	0,85	0,65	0,17
$Ge_{40,5}Pb_3S_{56,5}$	0,97	0,85	0,65	0,18
$Ge_{33,5}Pb_{10}S_{56,5}$	0,97	0,86	0,65	0,10
$Ge_{28,5}Pb_{15}S_{56,5}$	0,97	0,86	0,70	0,10
$Ge_{25,5}Pb_{18}S_{56,5}$	0,95	0,86	0,75	0,10
$Ge_{23,5}Pb_{20}S_{56,5}$	0,95	—	—	0,04

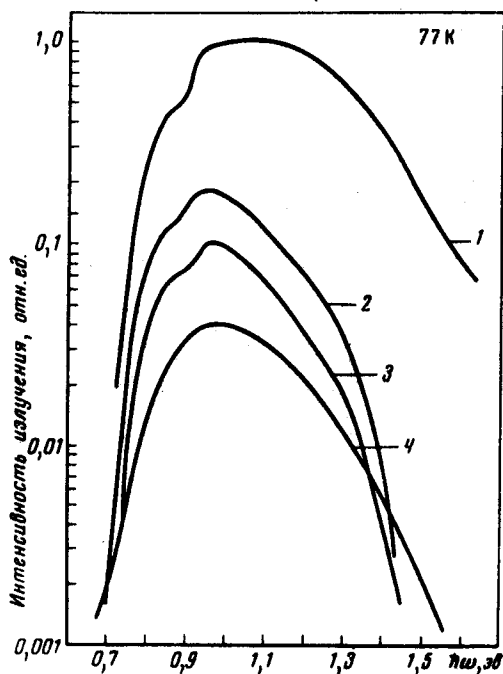


Рис.2 Спектры рекомбинационного излучения стеклообразной системы Ge - Pb - S: 1 - Ge_2S_3 , 2 - $Ge_{40,5}Pb_3S_{56,5}$, 3 - $Ge_{33,5}Pb_{10}S_{56,5}$, 4 - $Ge_{23,5}Pb_{20}S_{56,5}$

Полученные результаты, по нашему мнению, являются прямым свидетельством существования в запрещенной зоне стеклообразных халькогенидов германия двух групп излучательных рекомбинационных центров. Природа этих центров подлежит дальнейшему изучению, что внесет вклад в понимание энергетического спектра запрещенной зоны и электронных процессов неупорядоченных полупроводников.

В заключение авторы выражают благодарность В.М.Любину за полезную дискуссию при обсуждении и В.П.Шило за синтез стеклообразных материалов, исследованных в данной работе.

Литература

- [1] В.Т.Коломиец, Т.Н.Мамонтова, А.А.Бабаяев. *J.Non-Cryst. Solids* 4, 289, 1970; 8 — 10, 1004, 1972
- [2] Yu. N.Ivashchenko, В.Т.Коломиец, Т.Н.Мамонтова. *Phys. Stat. Sol. (a)* 24, 401, 1974; *Материалы Междунар. конф. Аморфные полупроводники 74, Райнхардсбрюн, ГДР, 1974, стр. 292.*
- [3] В.Т.Коломиец, Т.Н.Мамонтова, Е.А.Сморгопская, В.А.Васильев. *Proceedings of the 5th Intern. Conf. on Amorphous and Liquid Semiconductors. (Taylor and Francis Ltd, London) p. 939, 1974.*
- [4] S.G.Bishop, D.L.Mitchell. *Phys. Rev.*, B8, 5696, 1974.
- [5] S.G.Bishop, U.Strom, C.S.Guenzer. *Proceedings of the 5th Intern. Conf. on Amorphous and Liquid Semiconductors. (Taylor and Francis Ltd, London) p. 963, 1974.*
- [6] R.A.Street, T.M.Searle, I.G.Austin. *J. Phys.*, C6, 1830, 1973; *Phil. Mag.*, 29, 1157, 1974; *Proceedings of the 5th Intern. Conf. on Amorphous and Liquid Semiconductors. (Taylor and Francis Ltd, London), p. 953, 1974.*
- [7] В.А.Васильев, В.Т.Коломиец, Т.Н.Мамонтова. *Материалы Междунар. конф. Аморфные полупроводники 74, Райнхардсбрюн, ГДР, 1974, стр.296.*
- [8] F.Mollot, J.Cernogora, C.Benoit à la Guillaume. *Phys. Stat. Sol. (a)* 21, 281, 1974; 15, 401, 1973.
-