

СВЕРХБЫСТРАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ CsI

Э.Д.Алукер, В.В.Гаврилов, Р.Г.Дейч, С.А.Чернов

Обнаружена сверхбыстрая люминесценция в CsI с $\tau \leq 10$ пс, связанная, по-видимому, с излучательными переходами в расщепленной валентной зоне.

В настоящее время обнаружено три типа быстрой фундаментальной (не связанной с дефектами) люминесценции ионных кристаллов: фундаментальная плазменная люминесценция (ФПЛ), связанная с излучательными переходами в электронно-дырочной плазме, создаваемой при мощном возбуждении¹, люминесценция нерелаксированных экситонов^{2, 3} и межзонная (кросс) люминесценция (МЛ), связанная с излучательными переходами между различными валентными зонами ($2p$ -зона фтора и $5p$ -зона бария в BaF_2)⁴. Время затухания МЛ в BaF_2 составляет ~ 600 пс⁵. Для ФПЛ и люминесценции нерелаксированных экситонов времена затухания экспериментально не измерены, но по оценкам^{1, 2} они должны быть значительно меньше, чем для МЛ.

Нами обнаружена сверхбыстрая люминесценция CsI ($\tau \leq 10$ пс), не связанная с дефектами и отличающаяся по своей природе от перечисленных выше видов фундаментальной люминесценции ионных кристаллов.

Люминесценция возбуждалась импульсами высокоэнергетических электронов (энергия 450 кэВ, длительность импульса на полувысоте 50 пс, плотность тока на образце $\sim 100 \text{ А/см}^2$). Спектральный состав свечения анализировался монохроматором SPM-2, для регистрации люминесцентного сигнала использовалась электронно-оптическая камера АГАТ-СФ-1 (временное разрешение в условиях эксперимента ~ 10 пс). Максимум обнаруженной люминесценции расположен при 1,9 эВ (рис. 1), форма импульса люминесценции повторяет в пределах погрешности эксперимента форму возбуждающего импульса, что позволяет дать для времени затухания этой люминесценции оценку $\tau < 10$ пс (рис. 2).

Спектральный состав, выход и кинетика ($\tau \leq 10$ пс) обнаруженной люминесценции не зависят от температуры в области $80 \div 400$ К и не меняются при введении радиационных дефектов и примесей (облучение образцов, активация Na и Tl).

Эти факты, а также крайне малое время затухания свидетельствуют о фундаментальном характере люминесценции с максимумом 1,9 эВ. Спектральный состав обнаруженной люминесценции резко отличается от известных типов фундаментальной люминесценции (узкие полосы в районе 6 эВ в случае люминесценции нерелаксированных экситонов², бесструктурное свечение, охватывающее всю видимую и ближнюю ультрафиолетовую область спектра в случае ФПЛ¹, а также от межзонной люминесценции, которая должна лежать в районе ~ 6 эВ⁶). Это позволяет сделать вывод о том, что мы имеем дело с новым типом фундаментальной люминесценции.

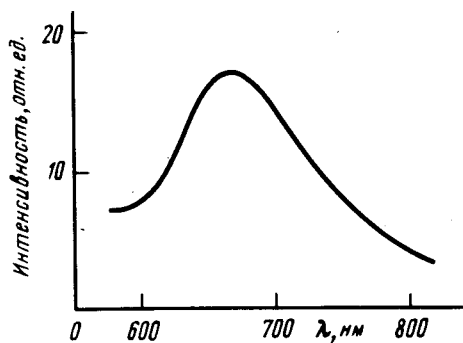


Рис. 1. Спектр сверхбыстрой люминесценции CsI

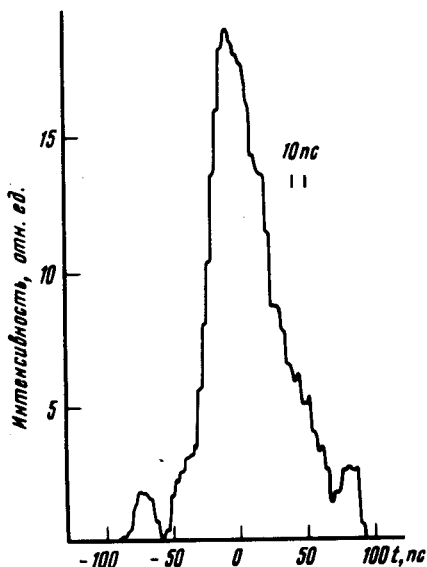


Рис. 2. Форма импульса сверхбыстрой люминесценции CsI при 1,9 эВ

Мы предполагаем, что обнаруженное свечение связано с излучательными переходами между подзонами валентной зоны CsI, расщепленной в результате спин-орбитального взаимодействия ($j = 3/2$ и $j = 1/2$). Доводами в пользу этого предположения является совпадение области свечения с данными по расщеплению этой зоны⁶ и полосой поглощения, приписываемой переходам дырок между указанными подзонами⁷ и очень малое время затухания этой люминесценции (≤ 10 пс).

Правильность предлагаемой интерпретации будет проверена измерениями спектров возбуждения обнаруженного свечения.

Авторы благодарны Г.С.Думбадзе и А.Э.Алукеру за помощь в эксперименте.

Литература

1. Вайсбурд Д.И., Семин Б.Н., Таванов Э.Г., Матлис С.Б., Балычев И.Н., Геринг Г.И. Высокоэнергетическая электроника твердого тела, Новосибирск: Наука, 1982, с. 227.
2. Луцик Ч.Б. Экситоны. Под ред. Э.И.Рашба, М.Д.Стерджа, М.: Наука, 1985, с. 362.
3. Hizhnyakov V.V., Plekhanov V.G., Shepelev V.V., Zavt G.S. Phys. Status Solidi (b), 1981, 108, 531.
4. Александров Ю.М., Махов В.Н., Родный П.А., Сырейщикова Т.И., Якименко М.Н. ФТТ, 1984, 26, 2865.
5. Laval M., Moszynski M., Allemond R., Cormoreche E., Guinet P., Odru R., Vacher J. Nucl. Instrum. Meth., 1983, 206, 169.
6. DiStefano T.H., Spicer W.E. Phys. Rev. B, 1973, 1554, 1564.
7. Алукер Э.Д., Гаврилов В.В., Гадонас Р.А., Дейч Р.Г., Красаускас В.В., Пискаускас А.С. ФТТ, 1987, 29, 1600.