

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 535.37+548.4

МЕХАНИЗМ ВОЗБУЖДЕНИЯ ЦЕНТРОВ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ
В КРИСТАЛЛАХ MgF_2-Mn

Н. Г. Захаров, П. А. Родный

Исследование спектральных и кинетических свойств активаторной люминесценции позволяет получить важную информацию о миграции энергии в кристалле и параметрах возникающих центров окраски. Кристаллы MgF_2-Mn обладают интенсивной полосой рентгенолюминесценции в области 590 нм [1] (переход ${}^4G \rightarrow {}^6S$). При оптическом возбуждении

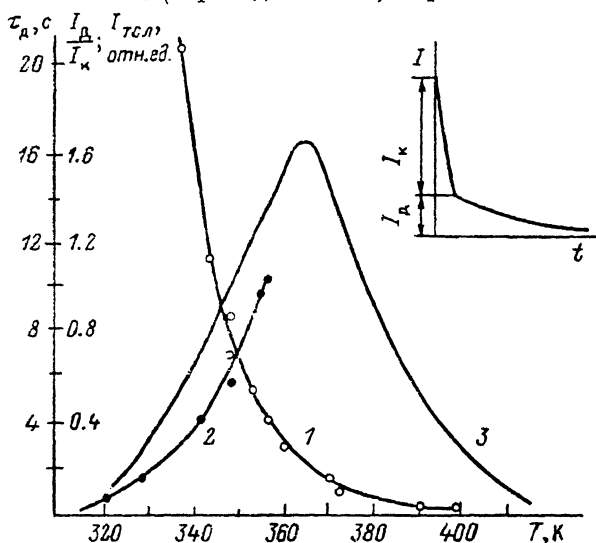


Рис. 1. Зависимость от температуры длительной компоненты τ_A РЛ (1), температурная зависимость отношения I_A/I_K (2), интенсивность ТСЛ (3).

На вставке — форма импульса РЛ.

свечение регистрируется только в облученных образцах [1]. С целью выяснения роли центров окраски в механизмах возникновения активаторной люминесценции в настоящей работе исследованы спектральные, временные и температурные (80—500 К) характеристики рентгенолюминесценции (РЛ) (возбуждение $U=40$ кВ, $I=15$ мА), фотолюминесценции (ФЛ), возбуждаемой ртутной лампой или лазером ЛГИ-21, а также спектры поглощения облученных $D \sim (1 \div 5) \cdot 10^2$ Гр образцов. Содержание марганца в кристаллах составляло от 0.01 до 1.0 мол %.

Экспериментально установлено, что спад РЛ в полосе 590 нм характеризуется двумя временами: коротким $\tau_K \approx 100$ мс, мало зависящим от температуры, и длительным τ_A , температурная зависимость которого приведена на рис. 1 (кривая 1). Соотношение интенсивностей короткой и длительной компонент зависит от температуры, изменение этого соотношения (кривая 2) хорошо коррелирует с пиком активаторной термостиму-

лированной люминесценции (ТСЛ) (кривая 3). Большое время спада свечения свидетельствует о рекомбинационной природе люминесценции MgF_2-Mn .

Спектр поглощения облученного кристалла MgF_2-Mn приведен на рис. 2 (кривая 3). Наиболее коротковолновая полоса соответствует поглощению F -центров в неактивированном MgF_2 , а полоса 320 нм относится к $F_2 (D_{2h})$ -центрам [2]. При большой концентрации активатора ($c > 0.3 \%$) и низкой температуре ($T < 100$ К) в спектре поглощения MgF_2-Mn регистрировалась дополнительная полоса 455 нм.

Спектр возбуждения люминесценции Mn^{+2} при комнатной температуре (рис. 2, кривая 1) состоял из трех полос, лежащих вблизи максимумов поглощения электронных центров окраски во фториде магния: F (255 нм), $F_2 (D_{2h})$ (320 нм) и $F_2 (C_{2h})$ (370 нм) [2]. При 80 К, кроме коротковолновых, регистрировались полосы возбуждения 420 и 445 нм (рис. 2, кривая 2).

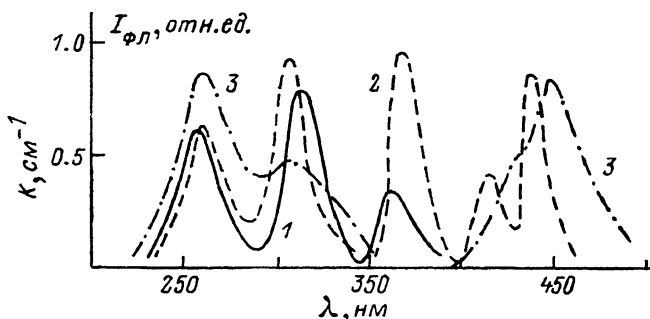


Рис. 2. Спектр возбуждения ФЛ кристалла MgF_2-Mn (0.1 мол.%) и спектр поглощения кристалла MgF_2-Mn (1 мол.%).

$T, K: 1 - 290, 2 - 80, 3 - 80.$

Полученные данные позволяют выявить влияние примеси на процесс дефектообразования в MgF_2 , а также роль центров окраски в возбуждении ионов Mn^{+2} при ФЛ и РЛ. Полосу поглощения 455 нм в кристаллах с большой концентрацией марганца можно отнести по аналогии с кристаллами CaF_2-Mn [3] и SrF_2-Mn [4] к $4s \rightarrow 4p$ -переходам иона Mn^+ . С предположением об образовании однозарядового иона при низких температурах согласуются данные об изменениях в спектрах ЭПР после облучения [5], а также выводы [6] о преимущественном образовании однозарядового состояния ионов переходных металлов при рентгеновском возбуждении.

Коротковолновые полосы возбуждения (рис. 2) свидетельствуют об участии в процессе F - и F_2 -центров окраски, которые расположены, по-видимому, вблизи ионов марганца [7]. При 80 К начало возбуждения люминесценции (полоса 445 нм) смещено в коротковолновую область относительно полосы поглощения ионов Mn^+ (455 нм). Очевидно, под действием фотонов с $\lambda \leq 445$ нм протекает реакция $Mn^+ \rightarrow Mn^{+2} + e^-$, т. е. в зоне проводимости создаются электроны, участвующие в возбуждении центров люминесценции. Полоса возбуждения 420 нм расположена в области поглощения центров окраски (предположительно F_2^+ -центров [8]), которые участвуют в ФЛ кристалла.

При низких температурах под действием рентгеновского излучения, кроме ионов Mn^+ , образуются и стабильные комплексы Mn -электронный центр окраски, участвующие в создании квантов ФЛ и низкотемпературной ТСЛ. При повышении температуры комплексы становятся нестабильными и возбуждение идет через F - и F_2 -центры. При $T > 300$ К в процесс включается механизм диффузии анионных вакансий, приводящий к увеличению интенсивности длительного компонента (рис. 1, кривая 2). Подтверждением этого служит близость энергии активации движения анионных вакансий в MgF_2 0.7 эВ [9] и уменьшения времени спада ФЛ (рис. 1, кривая 1). Кроме того, после выдержки образца в темноте уровень ФЛ

в начальный момент значительно превышает исходный уровень ФЛ. Следовательно, во время выдержки вследствие диффузии вакансий образуются оптически активные марганцевые комплексы.

Таким образом, в механизме люминесценции ионов Mn^{+2} в MgF_2 важную роль играют радиационные дефекты: образование их вблизи иона активатора при облучении или подход вследствие диффузии оказывается существенным как для рекомбинационного возбуждения иона, так и для частичного снятия запрета [7] на внутрицентровый переход в двухвалентном ионе марганца.

Л и т е р а т у р а

- [1] Ершов Н. Н., Захаров Г. М., Никитинская Т. И. и др. Опт. и спектр., 1978, т. 44, № 4, с. 740—742.
- [2] Bickton M. R., Pooley D. I. J. Phys. C, 1972, vol. 5, N 13, p. 1552—1563.
- [3] Баранов П. Г. ФТТ, 1980, т. 22, № 1, с. 229—232.
- [4] Alcalá R., Alonso P. J. J. Phys. C, 1980, vol. 13, N 32, p. 6049—6061.
- [5] Захаров Н. Г., Рейтеров В. М., Родный П. А. В кн.: VI Всес. конф. по радиационной физике и химии ионных кристаллов. Тез. докл. Рига, Ин-т физики АН ЛатвССР, 1986, ч. 1, с. 139—140.
- [6] Alonso P. J., Gonzalez J. C., Den Hartog H. W., Alcalá R. Phys. Rev. B, 1983, vol. 27, N 5, p. 2722—2729.
- [7] Yun S. J., Kappers L. A., Sibley W. A. Phys. Rev. B, 1973, vol. 8, N 2, p. 773—779.
- [8] Агафонов А. В., Головин А. В., Ершов Н. Н., Родный П. А. Изв. АН СССР. Сер. физ., 1986, т. 50, № 3, с. 544—546.
- [9] Лисицын В. Н., Яковлев В. Ю. Опт. и спектр., 1978, т. 44, № 3, с. 408—409.

Ленинградский политехнический
институт им. М. И. Калинина
Ленинград

Поступило в Редакцию
12 мая 1988 г.

УДК 537.624.21

Физика твердого тела, том 30, в. 12, 1988
Solid State Physics, vol. 30, № 12, 1988

АНОМАЛЬНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ СМЕЩЕНИЯ ТОЧКИ КЮРИ С ДАВЛЕНИЕМ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ АЛЮМИНИЯ И ОБЪЕМНАЯ МАГНИТОСТРИКЦИЯ В СОЕДИНЕНИЯХ $Dy(Co_{1-x}Al_x)_2$ И $Tb(Co_{1-x}Al_x)_2$

П. И. Леонтьев, А. С. Маркосян, С. А. Никитин, В. В. Снегирев

В последнее время все больший интерес исследователей привлекают интерметаллические соединения редкоземельных металлов и кобальта с кубической кристаллической решеткой типа фаз Лавеса RCO_2 . В этих соединениях наряду с локализованными магнитными моментами $4f$ -электронов редкоземельных атомов существует d -подсистема, образованная гибридизацией $3d$ -зоны кобальта и $5d$ -зоны редкоземельного металла и описываемая в рамках зонной модели магнетизма. Важную информацию об электронной структуре можно получить, исследуя влияние высокого давления на магнитные свойства этих соединений. Всестороннее сжатие, меняя межатомные расстояния, влияет на электронные параметры, что приводит к сильной зависимости магнитных свойств этих соединений от давления.

Нами была измерена удельная намагниченность σ соединений $Dy(Co_{1-x}Al_x)_2$ и $Tb(Co_{1-x}Al_x)_2$ в области температур 78—300 К в полях до 14 кЭ при атмосферном давлении и давлении 10^{10} дин/см². Из данных о влиянии давления на намагниченность были рассчитаны полевые и температурные зависимости производной удельной намагниченности по давлению $d\sigma/dp$. С помощью известной термодинамической формулы

$$(\partial I / \partial p)_H = -(\partial \omega / \partial H)_p, \quad (1)$$