

Взаимодействие оптических центров Pr^{3+} в кристалле Y_2SiO_5

Ю. В. Малюкин, П. Н. Жмурин, А. Н. Лебеденко, М. А. Шолкина,
Б. В. Гринев

Институт монокристаллов НАН Украины, пр. Ленина, 60, г. Харьков, 61001, Украина
E-mail: malyukin@isc.kharkov.com

Н. В. Знаменский, Э. А. Манькин, Ю. В. Орлов, Е. А. Петренко,
Т. Г. Юкина

*Российский научный центр «Курчатовский институт»
пл. Курчатова, 1, г. Москва, 123182, Россия*

Статья поступила в редакцию 6 сентября 2001 г.

На основании исследования оптических спектров и затухания свечения неэквивалентных оптических центров Pr^{3+} в кристалле Y_2SiO_5 показано, что ионы активатора неравномерно заселяют неэквивалентные катионные узлы кристаллической решетки. При возбуждении в области оптических переходов ${}^3H_4 \rightarrow {}^1D_2$ в интервале температур 6–80 К перенос энергии электронного возбуждения между ионами Pr^{3+} , локализованными в разных катионных узлах, отсутствует. Закон затухания люминесценции оптических центров Pr^{3+} определяется концентрацией ионов активатора и имеет сложный немонотонный характер; тушение люминесценции ионов Pr^{3+} связано с образованием их димеров.

На підставі дослідження оптичних спектрів і гасіння випромінювання нееквівалентних оптичних центрів Pr^{3+} в кристалі Y_2SiO_5 показано, що іони активатора нерівномірно заселяють нееквівалентні катіонні вузли кристалічної ґратки. При збудженні в області оптичних переходів ${}^3H_4 \rightarrow {}^1D_2$ в інтервалі температур 6–80 К перенесення енергії електронного збудження поміж іонами Pr^{3+} , що локалізовані в різних катіонних вузлах, відсутнє. Закон гасіння люмінесценції оптичних центрів Pr^{3+} визначається концентрацією іонів активатора і має складний немонотонний характер; гасіння люмінесценції іонів Pr^{3+} пов'язано з утворенням їх димерів.

PACS: 78.20.-e, 42.70.Gi

1. Введение

Интенсивное исследование оптических и люминесцентных свойств активированных редкоземельными ионами (РЗ) кристаллов оксиортосиликатов обусловлено поиском новых материалов для лазерных, дисплейных и сцинтилляционных разработок [1–7]. В кристаллах оксиортосиликатов примесные РЗ ионы образуют неэквивалентные оптические центры. Выяснение возможных механизмов взаимодействия между ними в настоящее время является актуальной задачей.

В элементарной ячейке Y_2SiO_5 (YSO) существует два неэквивалентных катионных узла Y^{3+} с разным координационным окружением [3,8]. Поэтому в кристалле YSO ионы Pr^{3+} образуют два оптических центра, для которых в дальнейшем будут использованы следующие обозначения: оптические центры I типа и II типа [9–11]. В связи с этим возникает два важных и в прикладном, и в фундаментальном аспекте вопроса. Первый, как заселяют ионы Pr^{3+} неэквивалентные катионные узлы YSO? Второй, существует ли взаимодействие между примесными ионами Pr^{3+} , которые находятся в разных катионных узлах?

Частично и первый, и второй вопрос уже обсуждались в [11,12]. Однако более детальное экспериментальное изучение этих вопросов с использованием техники селективного возбуждения неэквивалентных оптических центров Pr^{3+} впервые представлено в настоящей работе. Так, в [11] на основании анализа изменения интегральной интенсивности спектральных линий двух оптических центров сделан вывод о неравномерном заселении неэквивалентных катионных узлов YSO ионами Pr^{3+} . Этот вывод требует дальнейшего количественного уточнения, необходимо выяснить, как изменяется среднее расстояние между оптическими центрами Pr^{3+} при увеличении концентрации ионов активатора в кристалле YSO.

В кристалле YSO при селективном возбуждении оптических центров Pr^{3+} I типа в области резонансного перехода ${}^3H_4 \rightarrow {}^3P_0$ в спектре люминесценции, соответствующем оптическим переходам ${}^1D_2 \rightarrow {}^3H_4$ с метастабильного уровня терма 1D_2 , обнаружены спектральные линии, принадлежащие оптическим центрам Pr^{3+} II типа [12]. Концентрация ионов активатора в этом случае составляла 0,1 ат.%. Спектральные особенности и наличие участка нарастания на экспериментальной кривой затухания люминесценции оптических центров Pr^{3+} II типа (см. рис. 3 в [12]) свидетельствовали о переносе энергии электронных возбуждений между неэквивалентными оптическими центрами Pr^{3+} [12]. Это наблюдение пока не нашло должного объяснения.

Отметим, что перенос энергии между неэквивалентными оптическими центрами РЗ ионов в кристаллах тесно связан с важной проблемой создания интенсивно люминесцирующих стехиометрических материалов для микролазеров [13]. В [13] впервые была сформулирована идея получения интенсивной люминесценции стехиометрических редкоземельных ионов, т.е. ионов, регулярно входящих в кристалл. Суть идеи состоит в том, что редкоземельные ионы, регулярно входящие в кристаллическую решетку, должны быть разделены протяженными изолирующими комплексами для обеспечения слабого взаимодействия между ионами. Интенсивная люминесценция наблюдалась в кристаллах $\text{NdP}_5\text{O}_{14}$, $\text{Nd}_x\text{La}_{1-x}\text{P}_5\text{O}_{14}$, $\text{NdLiP}_4\text{O}_{12}$ и $\text{NdAl}_3(\text{BO}_3)_4$ [13–17]. Однако в некоторых случаях [18] люминесценция стехиометрических РЗ ионов сильно гасится. Это обусловлено появлением в кристалле нескольких оптических центров, несмотря на то что РЗ ионы регулярно входят в кристаллическую решетку. Точная микроскопическая природа многоцентровости в стехиометрических кристаллах не ясна и, вероятно,

связана с неконтролируемым дефектным составом кристаллической решетки. В то же время в кристаллах оксиортосиликатов примесные РЗ ионы образуют два четко выраженных типа оптических центров [9–11], что представляет возможность исследовать закономерности переноса энергии в таких системах.

Для ответа на поставленные вопросы в настоящей работе впервые использовалось селективное возбуждение оптических центров Pr^{3+} в кристалле YSO на переходе ${}^3H_4 \rightarrow {}^1D_2$ и измерение кривых затухания люминесценции. При анализе последних использованы известные закономерности изменения формы кривой затухания люминесценции примесных ионов при концентрационном тушении и миграции энергии возбуждения [19].

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Эксперименты проводили на оборудовании, детально описанном в [9–11]. Для вариации температуры исследуемых образцов использован оптический криостат с регулировкой температуры. Образцы находились в парах гелия. Кристаллы YSO : Pr^{3+} с разной концентрацией ионов активатора (0,3; 0,6 и 1,8 ат.%) выращены методом Чохральского.

Селективная люминесценция неэквивалентных оптических центров Pr^{3+} в кристалле YSO возбуждалась в области оптических переходов ${}^3H_4 \rightarrow {}^1D_2$ (линии поглощения оптических центров I типа обозначены цифрой, а II типа — цифрой со звездочкой) (рис. 1,а) [9–11]. Используя перестраиваемый по частоте узкополосный ($\Delta\nu_{FWHM} \sim 0,1 \text{ см}^{-1}$) лазер, для каждого оптического центра был получен свой спектр люминесценции (в спектре люминесценции оптических центров I типа спектральные линии обозначены цифрой, а II типа — цифрой со звездочкой) (рис. 1,б). Спектры люминесценции не изменялись при перестройке лазерной линии по спектральным линиям мультиплета 1D_2 для каждого оптического центра (рис. 1,а). Особо отметим, что при селективном возбуждении одного оптического центра Pr^{3+} в кристалле YSO на переходе ${}^3H_4 \rightarrow {}^1D_2$ спектр люминесценции второго оптического центра Pr^{3+} не наблюдался ни при изменении концентрации ионов активатора, ни при изменении температуры в интервале 6–80 К.

Затухание люминесценции неэквивалентных оптических центров в кристалле YSO : Pr^{3+} с минимальной концентрацией ионов активатора (0,3 ат.%) описывалось экспоненциальным законом [11]. На рис. 2 отчетливо видно отклонение кривых затухания свечения от экспоненциального

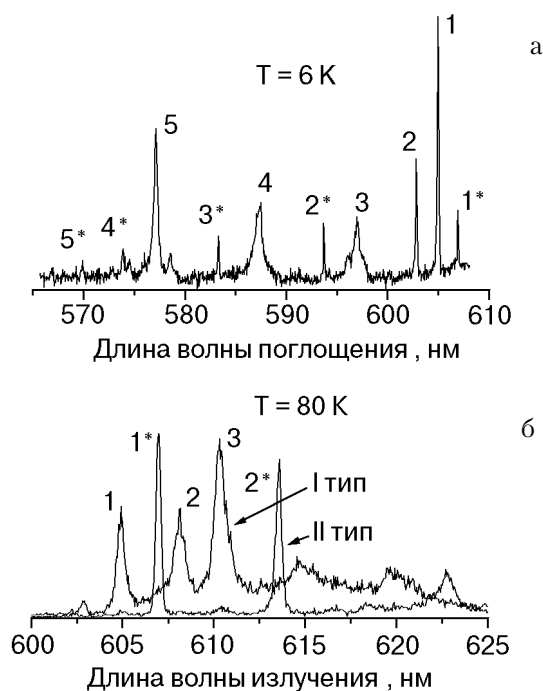


Рис. 1. Спектры поглощения на переходе $^3H_4 \rightarrow ^1D_2$ (а) и люминесценции на переходе $^1D_2 \rightarrow ^3H_4$ (б) двух оптических центров Pr^{3+} в кристалле YSO. Цифрой обозначены спектральные линии оптических центров Pr^{3+} I типа, а цифрой со звездочкой — II типа. Спектральные линии 1 и 1* соответствуют оптическим переходам между нижними штарковскими компонентами термов 3H_4 и 1D_2 двух оптических центров Pr^{3+} .

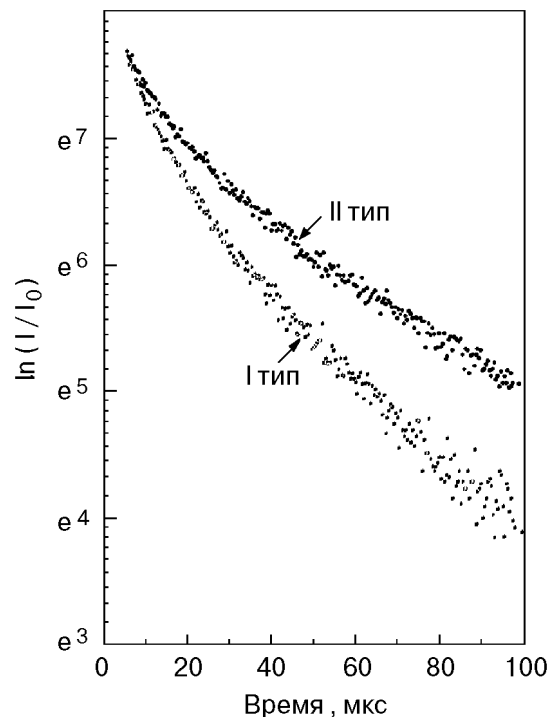


Рис. 2. Кривые затухания люминесценции двух оптических центров Pr^{3+} в кристалле YSO при $T = 80$ К. Кривые затухания люминесценции сняты на длине волны спектральных линий 1 и 1* при селективном возбуждении неэквивалентных оптических центров Pr^{3+} .

закона, которое обусловлено повышением концентрации ионов Pr^{3+} выше 0,3 ат.%. Чем выше концентрация примесных ионов, тем сильнее кривые затухания свечения обоих оптических центров отклоняются от экспоненциального закона. Для кристалла с максимальной концентрацией ионов активатора затухание люминесценции обоих оптических центров Pr^{3+} зависит от температуры в интервале 6–80 К. В кристалле с промежуточной концентрацией ионов активатора мы наблюдали слабую температурную зависимость кривых затухания свечения только для оптических центров первого типа. При изменении температуры в интервале 6–80 К кривые затухания свечения претерпевали изменение на временах более 40 мкс, соответствующих длинным временам распада. При более высокой температуре люминесценция на длинных временах затухала быстрее. Начальные участки кривых затухания люминесценции (для времен менее 40 мкс после импульса возбуждения) оставались практически неизменными.

В пределах достигаемой плотности возбуждения мы не обнаружили какого-либо изменения формы кривых затухания свечения обоих оп-

тических центров. Кроме того, геометрия эксперимента была такова, что путь распространения фотонов люминесценции в образцах был минимальным ($\sim 0,1$ мм), что исключало влияние эффекта перепоглощения на форму кривых затухания люминесценции.

Прогрессирующее отклонение кривых затухания свечения оптических центров Pr^{3+} от экспоненциального закона на начальном этапе (рис. 2) при увеличении концентрации ионов активатора означает, что происходит перенос энергии возбуждения на ловушки [19]. Их природу обсудим ниже. Кроме того, на основании температурной зависимости параметров затухания свечения оптических центров Pr^{3+} на длинных временах следует ввести в рассмотрение миграцию энергии электронного возбуждения. Миграция и перенос на ловушки энергии электронного возбуждения ионов Pr^{3+} обусловлены диполь-дипольным взаимодействием между соответствующими парами [19]. В этом случае затухание свечения доноров (ионов Pr^{3+}) описывается следующей зависимостью [19]:

$$I_d(t) = I_0 \exp \left(-\frac{t}{\tau_0} - \alpha \sqrt{t/\tau_0} - \beta \frac{t}{\tau_0} \right), \quad (1)$$

$$\alpha = 7,4 \cdot R_0^3 c_{\text{тр}}, \quad (2)$$

$$\beta = 8,6 \cdot R_0^{3/2} (D\tau_0)^{3/4} c_{\text{тр}}, \quad (3)$$

где τ_0 — постоянная затухания люминесценции доноров в отсутствие ловушек; R_0 — критический радиус переноса энергии электронного возбуждения; D — коэффициент диффузии энергии электронного возбуждения; $c_{\text{тр}}$ — концентрация ловушек.

В кристалле YSO : Pr³⁺ с малой (0,3 ат.%) концентрацией ионов активатора соотношение (1) описывает чисто экспоненциальное затухание свечения при условии $\alpha = 0$ и $\beta = 0$. Аппроксимация экспериментальных кривых в этом случае позволяет определить константы экспоненциального затухания свечения для первого ($\tau_0^1 = 108$ мкс) и второго ($\tau_0^2 = 145$ мкс) типов люминесценции. Найденные временные константы не изменялись в интервале температур 6–80 К [11]. Чтобы корректно использовать соотношение (1) для аппроксимации кривых затухания свечения оптических центров Pr³⁺ в образцах со средней и максимальной концентрацией ионов активатора, необходимо придать конкретное значение и физический смысл параметрам, входящим в соотношения (2) и (3). В частности, условие $\alpha > 0$ и $\beta = 0$ означает, что в системе происходит перенос энергии возбуждения доноров на ловушки в отсутствие миграции, и кривая затухания свечения должна отклоняться от чисто экспоненциального закона [19]. А при условии $\alpha = 0$ и $\beta > 0$ имеет место миграция энергии возбуждения, кривая затухания свечения остается экспоненциальной с константой распада, зависящей от температуры [19].

Разумное значение R_0 можно получить из эксперимента следующим образом. В образце с промежуточной концентрацией ионов активатора (0,6 ат.%) затухание люминесценции второго типа близко к экспоненциальному и описывается соотношением (1) при $\alpha = 0,14$ и $\beta = 0$. Это означает, что перенос энергии электронного возбуждения на ловушки только зарождается, а миграция энергии по диффузному механизму отсутствует. Для этого случая мы можем оценить среднее расстояние между оптическими центрами Pr³⁺ второго типа. Учтем, что в элементарной ячейке кристалла YSO содержится 8 формульных единиц Y₂SiO₅ [3,8]. Существенно повысить точность оценки среднего расстояния между оптиче-

скими центрами Pr³⁺ могут результаты работы [20], согласно которой квадрат дипольного момента (d_1) на переходе $^3H_4 \leftrightarrow ^1D_2$ для оптических центров Pr³⁺ первого типа в 1,36 раз больше, чем для второго (d_2). Интересно, что отношение $\tau_0^1/\tau_0^2 = 1,34$ дает такую же величину. Отношение интегральных интенсивностей спектральных линий 1 и 1* равно примерно трем. Однако с учетом $(d_2/d_1)^2 = 1,34$ можно утверждать, что реальное заселение ионами Pr³⁺ катионных узлов первого типа в решетке YSO в 2,24 раза больше по сравнению с заселением катионных узлов второго типа. Следовательно, из общей концентрации ионов активатора 0,6 ат.% на образование оптических центров второго типа расходуется только 0,21 ат.%. Их концентрация составит $\sim 3,3 \cdot 10^{19}$ см⁻³, и среднее расстояние между ними равно 31 Å. Это расстояние можно принять в качестве R_0 .

Если $R_0 = 31$ Å, то, воспользовавшись соотношением (2) при $\alpha = 0,14$, находим концентрацию ловушек $c_{\text{тр}} = 6,3 \cdot 10^{17}$ см⁻³, которая почти на два порядка отличается от концентрации доноров (оптических центров второго типа). Неконтролируемые примеси не могут выступать в качестве ловушек, так как в используемом для активации кристаллов YSO сырье их концентрация по крайней мере на три порядка ниже.

По-видимому, в качестве ловушек могут выступать ассоциаты (скорее всего, димеры) ионов Pr³⁺. Их наличие подтверждается появлением дополнительных концентрационно зависимых спектральных линий в образцах YSO : Pr³⁺ с высокой концентрацией ионов активатора [11]. С учетом топологии решетки YSO при концентрации ионов Pr³⁺ равной 0,6 ат.% среди оптических центров второго типа будем иметь 1,7% ионных пар. Их концентрация составит $\sim 5,6 \cdot 10^{17}$ см⁻³, что близко по значению к вычисленной концентрации ловушек ($c_{\text{тр}} \sim 6,3 \cdot 10^{17}$ см⁻³).

Представленные выше численные оценки параметров, входящих в соотношения (2) и (3), позволяют провести полный анализ экспериментальных кривых затухания свечения в кристаллах YSO : Pr³⁺ со средней и высокой концентрацией ионов активатора. В таблице представлены результаты аппроксимации экспериментальных кривых затухания люминесценции исследуемых образцов при температурах 1,5 и 77 К с использованием соотношения (1), в котором варьировались параметры α и β . Используя численные значения параметров α и β , а также $R_0 = 31$ Å, для каждого случая вычислены концентрация ловушек и коэффициент диффузии энергии электронного возбуждения. Как и следовало ожидать,

Параметры аппроксимации кривых затухания свечения ионов Pr^{3+} в кристалле Y_2SiO_5

Т, К	0,3 ат.% Pr^{3+}		0,6 ат.% Pr^{3+}		1,8 ат.% Pr^{3+}	
	I тип	II тип	I тип	II тип	I тип	II тип
77	$\tau_0 = 108 \cdot 10^{-6}$	$\tau_0 = 145 \cdot 10^{-6}$	$\tau_0 = 108 \cdot 10^{-6}$	$\tau_0 = 145 \cdot 10^{-6}$	$\tau_0 = 108 \cdot 10^{-6}$	$\tau_0 = 145 \cdot 10^{-6}$
	$\alpha = 0$	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,14$	$\alpha = 2,3$	$\alpha = 1,98$
	$\beta = 0$	$\beta = 0$	$\beta = 0,19$	$\beta = 0$	$\beta = 1,24$	$\beta = 0,99$
			$c_{\text{tr}} = 1,8 \cdot 10^{18}$	$c_{\text{tr}} = 6,3 \cdot 10^{17}$	$c_{\text{tr}} = 10^{19}$	$c_{\text{tr}} = 8,9 \cdot 10^{18}$
		$D = 2,7 \cdot 10^{-10}$		$D = 3,5 \cdot 10^{-10}$	$D = 2,2 \cdot 10^{-10}$	
1,5					$\tau_0 = 108 \cdot 10^{-6}$	$\tau_0 = 145 \cdot 10^{-6}$
					$\alpha = 2,3$	$\alpha = 1,98$
					$\beta = 0,73$	$\beta = 0,54$
					$c_{\text{tr}} = 10^{19}$	$c_{\text{tr}} = 8,9 \cdot 10^{18}$
				$D = 1,7 \cdot 10^{-10}$	$D = 0,97 \cdot 10^{-10}$	

П р и м е ч а н и е: Размерность параметров: τ_0 (с); c_{tr} (см^{-3}); D ($\text{см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$).

величина коэффициента диффузии энергии электронного возбуждения уменьшается с понижением температуры. То есть диффузия энергии электронного возбуждения примесных ионов Pr^{3+} носит термоактивационный характер.

Данные таблицы говорят о том, что при увеличении концентрации ионов активатора в кристалле YSO от 0,3 до 0,6 ат.% миграция энергии возбуждения происходит только для оптических центров Pr^{3+} первого типа. Следовательно, при увеличении концентрации активатора среднее расстояние между примесными ионами Pr^{3+} реально уменьшается. На основании только спектральных данных [11] такой вывод сделать невозможно. Дело в том, что при увеличении концентрации ионов активатора Pr^{3+} возможно образование и рост их кластеров. Тогда, начиная с некоторой концентрации ионов Pr^{3+} , дальнейшее ее увеличение приводило бы к росту кластеров, а среднее расстояние между ионами Pr^{3+} не изменялось.

Отсутствие спектральных линий, принадлежащих свечению оптических центров II типа, при селективном возбуждении оптических центров I типа на переходе ${}^3H_4 \rightarrow {}^2D_2$ указывает на отсутствие переноса энергии возбуждения между неэквивалентными оптическими центрами Pr^{3+} . Однако селективное возбуждение оптических центров Pr^{3+} I типа на оптическом переходе ${}^3H_4 \rightarrow {}^3P_0$ приводит к переносу энергии возбуждения к цент-

рам Pr^{3+} II типа [12]. Причем перенос энергии осуществляется между метастабильными уровнями мультиплета 1D_2 после завершения безызлучательной релаксации ${}^3P_0 \rightarrow {}^1D_2$ с большими стоксовыми потерями [12]. В результате безызлучательной релаксации ${}^3P_0 \rightarrow {}^1D_2$ на одном примесном центре рассеивается энергия $\sim 4000 \text{ см}^{-1}$. Поэтому можно предположить, что большое количество фононов, возникающих в результате диссипации этой избыточной энергии, стимулирует перенос энергии между неэквивалентными оптическими центрами Pr^{3+} в кристалле YSO.

Заключение

Сложный закон затухания люминесценции неэквивалентных оптических центров в кристалле YSO : Pr^{3+} при концентрации ионов активатора 0,6 ат.% и выше обусловлен миграцией энергии электронного возбуждения по однотипным ионам Pr^{3+} и переносом энергии на центры тушения. В качестве ловушек энергии электронного возбуждения выступают димеры ионов активатора. В зависимости от концентрации активатора затухание люминесценции двух неэквивалентных оптических центров может существенно различаться. Последние два факта могут играть негативную роль в случае использования активированных оксиортосиликатов в качестве сцинтилляторов. Не-

смотря на то что частотный сдвиг между метастабильными уровнями терма 1D_2 двух оптических центров Pr^{3+} невелик ($\sim 50 \text{ см}^{-1}$), при их селективном возбуждении в области переходов $^3H_4 \rightarrow ^1D_2$ перенос энергии электронного возбуждения между ними отсутствует. В противоположность этому при селективном возбуждении оптических центров Pr^{3+} первого типа на переходе 3H_4 возможен перенос энергии на второй тип оптических центров с участием фононов.

1. А. А. Каминский, *ДАН СССР* **319**, 1037 (1981).
2. М. Malinowski, М. F. Jourbert, and В. Jacquier, *J. Lumin.* **60–61**, 179 (1994).
3. С. L. Melcher, R. A. Manente, С. A. Peterson, and J. S. Schweitzer, *J. Crystal Growth* **128**, 1001 (1993).
4. С. L. Melcher and J. S. Schweitzer, *IEEE Trans. Nucl. Sci.* **39**, 502 (1992).
5. P. Dorenbos, С. W. E. van Eijk, A. J. J. Bos, and С. L. Melcher, *J. Lumin.* **60–61**, 979 (1994).
6. Н. Suzuki, Т. A. Tombrello, С. L. Melcher, and J. S. Schweitzer, *Nucl. Instrum. and Meth. Phys. Res.* **A320**, 263 (1992).
7. Yun Liu, Chao-Nan Xu, Hiroaki Matsui, Takeshi Imamura, and Tadahiko Watanabe, *J. Lumin.* **87–89**, 1297 (1994).
8. J. Felsche, *The Crystal Chemistry of Rare-earth Silicates*, in: *Structure and Bonding* **V13**, Springer-Verlag (1973), p. 99.
9. Ю. В. Малюкин, Б. И. Минков, Р. С. Борисов, В. П. Семиноженко, Н. В. Знаменский, Э. А. Манькин, Д. В. Марченко, Е. А. Петренко, *ФНТ* **24**, 571 (1998).
10. Р. С. Борисов, Б. В. Гринеv, Н. В. Знаменский, Ю. В. Малюкин, Э. А. Манькин, Д. В. Марченко, Б. И. Минков, Е. А. Петренко, *ЖЭТФ* **115**, 704 (1999).
11. Ю. В. Малюкин, Р. С. Борисов, П. Н. Жмурин, А. Н. Леbedenko, Б. В. Гринеv, Н. В. Знаменский, Э. А. Манькин, Ю. В. Орлов, Е. А. Петренко, Т. Г. Юкина, *ФНТ* **26**, 1207 (2000).
12. Ю. В. Малюкин, Р. С. Борисов, А. Н. Леbedenko, Н. И. Леонюк, М. Рут, *ФНТ* **26**, 494 (2000).
13. H. G. Danielmeyer and H. P. Weber, *IEEE J. Quantum Electronics* **QE-8**, 805 (1972).
14. H. G. Danielmeyer, *J. Lumin.* **12–13**, 179 (1976).
15. J. M. Flaherty and R. C. Powell, *Phys. Rev.* **B19**, 32 (1978).
16. K. Otsuka, T. Yamada, M. Saruwatari, and T. Kimura, *IEEE J. Quantum Electronics* **11**, 330 (1975).
17. Y-P. Hong and K. Dwight, *Mater. Res. Bull.* **9**, 1661 (1974).
18. F. Kellendonk and G. Blasse, *J. Chem. Phys.* **72**, 561 (1981).
19. V. M. Agranovich and M. D. Galanin, *Electronic Excitation Energy Transfer in Condensed Matter* Noth-Holand, Amsterdam (1982).
20. Y. Sun, F. Konz, R. L. Cone, and R. W. Equall, in: *International Conference on Dynamical Processes in Excited States of Solids*, July 1–4, (Lyon, book abstracts), (2001), p. 79.

Interaction of optical centers of Pr^{3+} in Y_2SiO_5 crystals

Yu. V. Malyukin, P. N. Zhmurin, A. N. Lebedenko,
M. A. Sholkina, B. V. Grinev, N. V. Znamenskii,
E. A. Manykin, Yu. V. Orlov, E. A. Petrenko, and
T. G. Yukina

The experimental data on optical spectra and luminescence decay of nonequivalent optical centers of Pr^{3+} in Y_2SiO_5 crystals suggest that the activator ions occupy nonuniformly nonequivalent cation sites of the crystal lattice. On excitation in the region of $^3H_4 \rightarrow ^1D_2$ optical transitions, the electronic excitation energy transfer between Pr^{3+} ions localized at different cation sites is not observed in the 6–80 K temperature range. The luminescence decay of Pr^{3+} optical centers is governed by a concentration of the activator ions and reveals a complicated nonexponential law. The luminescence quenching of the Pr^{3+} ions is associated with the formation of their dimers.