

## ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗЫЗЛУЧАТЕЛЬНЫХ ПЕРЕХОДОВ С НИЗКОЛЕЖАЩИХ УРОВНЕЙ ИОНА $Dy^{3+}$ В КРИСТАЛЛАХ СО СТРУКТУРОЙ ГРАНАТА

В. И. Жеков, В. В. Кочурихин, А. В. Лапин, Т. М. Мурина,  
А. В. Попов, А. М. Прохоров, В. Б. Сулаев

*Измерены вероятности безызлучательных переходов с низколежащих уровней ионов  $Dy^{3+}$  в кристаллах со структурой граната. Рассмотрена возможность получения генерации в области 3—4 мкм.*

В настоящее время активно ведется поиск лазерных сред для создания твердотельных лазеров, работающих в области 3—4 мкм.

Во фторидных кристаллах, активированных ионами  $Dy^{3+}$ , наблюдается генерация на переходах  ${}^6H_{11/2} \rightarrow {}^6H_{13/2}$ ;  ${}^6H_{13/2} \rightarrow {}^6H_{15/2}$  в спектральной области 3—4 мкм [1, 2]. Представляется интересным рассмотреть возможности оксидных кристаллов со структурой граната для получения генерации на данных переходах. Одной из задач в этом случае является измерение вероятностей многофононных внутрицентровых переходов с этих уровней. В работе [3] предложена методика измерения релаксационных параметров низколежащих уровней ионов  $Dy^{3+}$  в различных кристаллах, которая основана на механизме формирования антистоксовой люминесценции с уровня  ${}^4F_{9/2}$  за счет ступенчатого перепоглощения квантов по схеме  ${}^6H_{15/2} \rightarrow {}^6F_{9/2} \rightarrow {}^6H_{11/2} \rightarrow {}^4G_{11/2} \rightarrow {}^4F_{9/2}$  или  ${}^6H_{15/2} \rightarrow {}^6F_{9/2} \rightarrow {}^6H_{13/2} \rightarrow {}^4I_{15/2} \rightarrow {}^4F_{9/2}$ . По интенсивности антистоксовой люминесценции с уровня  ${}^4F_{9/2}$  можно судить о населенности исследуемых низколежащих уровней. Разрешение метода определяется длительностями зондирующих импульсов и в нашем случае оно равно  $2 \cdot 10^{-8}$  с.

В настоящей работе приведены результаты измерений данным методом наблюдаемых времен жизни уровней  ${}^6H_{9/2}$ ,  ${}^6H_{11/2}$ ,  ${}^6H_{13/2}$  иона  $Dy^{3+}$  в кристаллах со структурой граната, выращенных методом Чохральского. В исследуемых кристаллах концентрация активных центров составляла 5 ат.%. Кинетика со всех исследуемых уровней носила одноэкспоненциальный характер. Результаты измерений приведены в табл. 1. Как видно, люминесценция с уровней  ${}^6H_{9/2}$ ,  ${}^6H_{11/2}$ ,  ${}^6H_{13/2}$  иона  $Dy^{3+}$  сильно потушена, квантовый выход составляет  $10^{-4} - 10^{-6}$ , что на порядок меньше, чем во фторидных кристаллах [3]. Следовательно, для получения генерации необходимо использовать когерентную накачку с высокой плотностью энергии.

Т а б л и ц а 1

Наблюдаемые времена жизни энергетических уровней  
иона  $Dy^{3+}$  в оксидных кристаллах при температуре 300 К\*

Кристалл	Время жизни, мкс			Вероятность многофононных переходов $W_{jj}$ , $s^{-1}$ ** ${}^6H_{13/2} \rightarrow {}^6H_{15/2}$
	${}^6H_{9/2}$	${}^6H_{11/2}$	${}^6H_{13/2}$	
$Y_3Al_5O_{12}$	< 0,02	0,02	6	$1,2 \cdot 10^4$
$YAlO_3$	< 0,02	0,08	35	$1,3 \cdot 10^3$
$Gd_3Ga_5O_{12}$ ***	< 0,02	0,35	46	
$Gd_3Ga_5O_{12}$	< 0,02	0,29	27	
$Gd_3Ga_4AlO_{12}$ ***			32	
$Gd_3Ga_4AlO_{12}$			23	
$Gd_3Ga_3Lu_2O_{12}$			70	

\* Вероятности излучательных переходов с этих уровней не превышают  $100 s^{-1}$  по оценкам /4/.

\*\* Теоретические значения из работ /4, 5/ при  $T = 0$  К.

\*\*\* Концентрация  $Dy^{3+}$  — 15%.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Багдасаров Х. С. и др. XIII Международная конф. по когерент. и нелинейн. оптике, Минск, 1988. Тез. докл., ч. 2, с. 248.
2. Barnes N. P., Allen R. E. IEEE Journal of Quantum Electronics, QE-27, 277 (1991).
3. Жеков В. И. и др. Квантовая электроника, 1992, в печати.
4. Каминский А. А., Антипенко Б. М. Многоуровневые функциональные схемы кристаллических лазеров., М., 1989 г.
5. Перлин Ю. Е. и др. ФТТ, 24, 685 (1982).

Институт общей физики РАН

Поступила в редакцию 24 июля 1992 г.