

УДК 548.0+535.35

ФИЗИКА

Х. С. БАГДАСАРОВ, А. А. КАМИНСКИЙ, А. М. КЕВОРКОВ,
академик А. М. ПРОХОРОВ, С. Э. САРКИСОВ, Т. А. ТЕВОСЯН

**ЛАЗЕРНЫЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛА $Y_2SiO_5 - Nd^{3+}$ ПРИ ИЗЛУЧЕНИИ
НА ПЕРЕХОДАХ ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$ И ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{13/2}$**

Найдены условия и синтезированы расплавленным методом лазерные монокристаллы Y_2SiO_5 с ионами Nd^{3+} . Это соединение образуется в окисной системе $Y_2O_3 - SiO_2$ с соотношением компонентов 1:1. Кристаллы оксортосиликата иттрия по данным работы (1) двуосные, положительные с $N_g=1,825$ и $N_p=1,807$. Их температура плавления составляет $1980 \pm 30^\circ C$, а оптический диапазон прозрачности простирается почти от $\sim 0,18$ до $\sim 4,9 \mu$ (при толщине образца ~ 1 мм).

Импульсное стимулированное излучение кристалла $Y_2SiO_5 - Nd^{3+}$ (~ 2 вес.%) было зарегистрировано при температурах 300 и $77^\circ K$ на линиях двух переходов: ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$ ($\sim 2100 \text{ см}^{-1}$) в спектральной области $1,075 \mu$ и ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{13/2}$ ($\sim 4100 \text{ см}^{-1}$) в области $1,36 \mu$ с использованием экспериментальной техники, описанной в работах (2, 3). Большинство измеренных спектрально-лазерных характеристик приводится в табл. 1.

Таблица 1

Переход	T, °K	λ_r, μ	$E_{II}, \text{ Дж}$	$\Delta\nu_r, \text{ см}^{-1}$	$\Delta\nu_{\text{люм}}, \text{ см}^{-1}$
${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$	300	1,0715	4	1	13
		1,0742	5	1	17
		1,0782	2	3	20
	77	1,0710	2	<1	2
		1,0781	0,5	<1	4
${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{13/2}$	300	1,3585	4	—	20
	77	1,3580	2	—	5

Примечания. 1. Значения пороговых энергий возбуждения E_{II} пересчитаны на длину кристаллов, которые представляли собой стержни длиной ~ 20 и диаметром ~ 5 мм с плоскопараллельными торцами ($\sim 5''$). Приведенным значениям E_{II} соответствуют пропускания интерференционных сферических зеркал 1%, с использованием которых создавались конфокальные оптические резонаторы ($R=576$ мм для $\lambda_r=1,075 \mu$ и $R=600$ мм для $\lambda_r=1,36 \mu$), а также эллиптические осветительные системы с Хе-лампами типа ИФП-400, окруженными фильтрами из стекла ЖС-17. При $77^\circ K$ оптическая связь активных элементов с зеркалами резонатора осуществлялась при помощи специальных кварцевых световодов. 2. Ширина линий генерации $\Delta\nu_r$ определялась при трехкратном превышении энергий возбуждения $E_{\text{воз}}$ над E_{II} . 3. Ширина линий люминесценции $\Delta\nu_{\text{люм}}$ измерялась по уровню 0,5.

Нами также был поставлен опыт по получению генерации на линиях перехода ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{9/2}$ при $77^\circ K$. Здесь стимулированное излучение не было обнаружено.

Спектральный состав генерации, соответствующий линиям основного перехода, изучался фотографически (см. рис. 1) на дифракционном спектрографе ДФС-8 ($\sim 6 \text{ Å/мм}$) с использованием и.-к. пленки И-1070, а на линиях перехода ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{13/2}$ фотоэлектрическим методом посредством дифракционного монохроматора на базе прибора SPM-2 ($\sim 3 \text{ см}^{-1}$) и фотодиода

InAs ($\tau=10^{-6}$ сек.). В первом случае точность измерений составляла $\pm 0,5 \text{ \AA}$, во втором $\pm 10 \text{ \AA}$.

Анализ спектров поглощения и люминесценции показал, что ионы Nd^{3+} в Y_2SiO_5 входят в состав, как минимум, двух типов активаторных центров*. Так, при 300°K в спектре люминесценции, связанном с основным переходом ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$, уверенно наблюдаются 17 линий, из которых шесть при 77°K «вымораживаются».

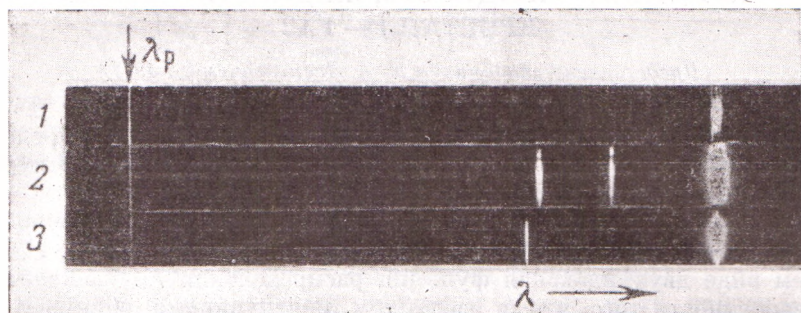


Рис. 1. Спектры стимулированного излучения кристалла $\text{Y}_2\text{SiO}_5 - \text{Nd}^{3+}$, соответствующие переходу ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$ при различных условиях: 1 — 300°K , $E_{\text{воз}}=1,5E_{\text{п}}$; 2 — 300°K , $E_{\text{воз}}=5E_{\text{п}}$; 3 — 77°K , $E_{\text{воз}}=5E_{\text{п}}$. Реперная линия с $\lambda_{\text{р}}=10561,5 \text{ \AA}$ отмечена стрелкой

В работе также было определено (без разделения активаторных центров) люминесцентное время жизни лазерных метастабильных уровней состояния ${}^4F_{3/2}$. Измерение дало значение $\sim 240 \text{ мсек}$.

В заключение добавим, что нами были также получены кристаллы оксиортосиликатов некоторых редкоземельных элементов, в том числе и Er_2SiO_5 с ионами Ho^{3+} и Tm^{3+} . Предварительные результаты исследования спектральных параметров последних свидетельствуют, что они могут быть потенциальными активными средами для твердотельных ОКГ.

Авторы благодарят Л. Ли за помощь в спектральных измерениях.

Институт кристаллографии им. А. В. Шубникова и
Физический институт им. П. Н. Лебедева
Академии наук СССР
Москва

Поступило
12 VII 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. А. Торопов, В. Н. Барзаковский и др. Диаграммы состояния силикатных систем (справочник), «Наука», 1965. ² А. А. Каминский, ЖЭТФ, 58, 407 (1970). ³ А. А. Kaminskii, P. V. Klevtsov et al., IEEE J. Quant. Electronics, QE-8, 457 (1972). ⁴ P. A. Arsenev, L. N. Raiskaya, R. K. Sviridovaya, Phys. Stat. Sol. (a), 13, K45 (1972).

* Этот факт, а также приведенные данные генерационных измерений ставят под серьезное сомнение все результаты, списанные в работе (4).