

УДК 535.89

ФИЗИКА

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

**СТИМУЛИРОВАННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ИОНОВ  $Nd^{3+}$  В КРИСТАЛЛЕ  
 $SrAl_{12}O_{19}$  НА ПЕРЕХОДАХ  $^4F_{5/2} \rightarrow ^4I_{11/2}$  И  $^4F_{5/2} \rightarrow ^4I_{13/2}$**

Настоящая работа продолжает исследования по поиску лазерных соединений в окисных системах  $MeO - Al_2O_3$  (где  $Me - Ca, Sr$  и  $Ba$ ), начатые в наших работах (<sup>1, 2</sup>). В этой заметке будут описаны некоторые основные спектрально-генерационные характеристики ОКГ на основе алюмината стронция  $SrAl_{12}O_{19}$  ( $SrO \cdot 6Al_2O_3$ ), активированного ионами  $Nd^{3+}$ .

Соединение  $SrAl_{12}O_{19}$  кристаллизуется в гексагональной сингонии (см. <sup>(3)</sup>) и имеет температуру плавления  $1950 \pm 30^\circ C$ . Диапазон оптической прозрачности  $SrAl_{12}O_{19}$  простирается от 0,2 до 5,8 мкм (при толщине слоя  $\approx 1$  мм). Этот кристалл обладает совершенной спайностью в плоскости (0001) и характеризуется коэффициентами  $N_g = 1,702$  и  $N_p = 1,694$ . По сравнению с  $SrAl_4O_7$  (<sup>2</sup>) соединение  $SrAl_{12}O_{19}$  имеет значительно больший коэффициент распределения ( $> 0,6$ ) неодима. Эффект стимулированного излучения ионов  $Nd^{3+}$  в  $SrAl_{12}O_{19}$  был открыт при  $300^\circ K$  на линиях двух переходов  $^4F_{5/2} \rightarrow ^4I_{11/2}$  (см. рис. 1) и  $^4F_{5/2} \rightarrow ^4I_{13/2}$ .

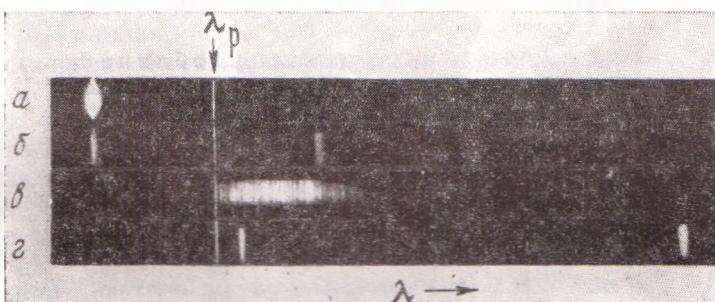


Рис. 1. Спектры стимулированного излучения кристаллов  $SrAl_{12}O_{19} - Nd^{3+}$  при  $300^\circ K$  в схеме обычного ОКГ (a) и ОКГ с к.а.с. (b). c – спектр генерации в схеме обычного ОКГ, неодимового стекла ЛГС-2, использованного в качестве комбинирующей среды. z – спектр стимулированного излучения кристалла  $SrAl_4O_7 - Nd^{3+}$  при  $77^\circ K$  (<sup>2</sup>).

Стрелкой указана реперная линия с  $\lambda_p = 10561 \text{ \AA}$ .

В генерационных экспериментах использовались активные элементы длиной  $\sim 10$  мм с плоскопараллельными торцами ( $\sim 10''$ ), которые возбуждались в эллиптическом осветителе излучением Хе лампы ИФП-400. Конфокальный оптический резонатор ( $R = 576$  мм на  $\lambda = 1,06$  мкм и  $R \approx 600$  мм на  $\lambda = 1,3$  мкм) создавался внешними сферическими зеркалами с диэлектрическим интерференционным покрытием с пропусканием на волнах генерации  $\sim 1\%$ .

Анализ спектров поглощения и люминесценции показал, что ионы  $Nd^{3+}$  в  $SrAl_{12}O_{19}$  входят в состав нескольких различающихся по строению

активаторных центров. Это хорошо видно из спектров люминесценции ( ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$ ), показанных на рис. 2. Полученные нами результаты по измерению спектрально-генерационных параметров  $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}-\text{Nd}^{3+}$  сведены в табл. 1.

Точность измерения длины волны генерации  $\lambda_g$  в области 1,06 мкм составляла  $\pm 1 \text{ \AA}$  (фоторегистрация, ДФС-8), а в спектральном районе

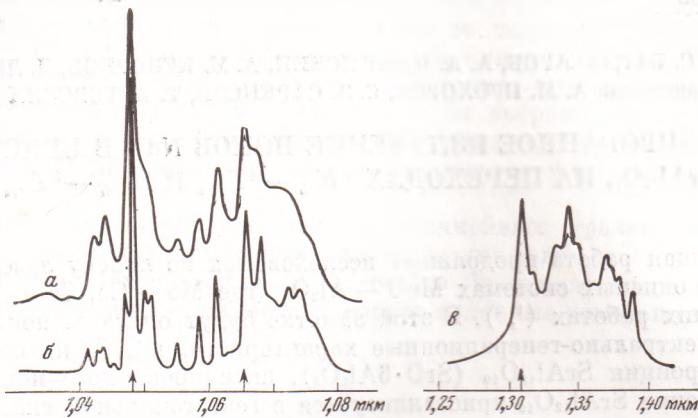


Рис. 2. Спектры люминесценции ионов  $\text{Nd}^{3+}$  в  $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}$ , связанные с переходами  ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$  при  $300^\circ\text{K}$  (a) и при  $77^\circ\text{K}$  (b) и  ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{13/2}$  при  $300^\circ\text{K}$  (c)

$1,3 \text{ мкм} - \pm 10 \text{ \AA}$  (фотоэлектрическая регистрация, ИК-монохроматор). Линия, отмеченная звездочкой, зарегистрирована в ОКГ с комбинированной активной средой (к.а.с.) (4). Значения пороговых энергий возбуждения  $E_p$  пересчитаны на длину кристалла. В табл. 1  $\Delta\nu_g$  — ширина линии генерации при энергии возбуждения, в три раза большей  $E_p$ .

Таблица 1

Переход	$\lambda_g, \text{ мкм}$	$E_p, \text{ дж}$	$\Delta\nu_{\text{пом}}, \text{ см}^{-1}$	$\Delta\nu_g, \text{ см}^{-1}$
${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$	1,0491	14	13	2
	1,0621 *	—	15	—
${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{13/2}$	1,3065	30	15	—

Укажем также, что люминесцентное время жизни метастабильного состояния  ${}^4F_{3/2}$  ионов  $\text{Nd}^{3+}$  в  $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}$  при  $300^\circ\text{K}$  составляет  $400 \pm 20 \text{ мксек}$ .

На двух переходах в тех же условиях опыта нами при  $300^\circ\text{K}$  также получена генерация кристаллов  $\text{CaSc}_2\text{O}_4-\text{Nd}^{3+}$  (на  $\lambda_g=10720, 10755, 10868$  и  $13565 \text{ \AA}$  с  $E_p=2,3; 2,7; 1$  и  $1,5 \text{ дж}$  соответственно) и  $\text{Lu}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}-\text{Nd}^{3+}$  (на  $\lambda_g=10609, 10623$  и  $13315 \text{ \AA}$  с  $E_p=8; 1,5$  и  $6 \text{ дж}$  соответственно). Подробные результаты будут опубликованы в другой статье.

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

Поступило  
11 II 1974

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> A. M. Кеворков, A. A. Каминский и др., Неорганические материалы, т. 9, 161 (1973). <sup>2</sup> A. M. Кеворков, A. A. Каминский и др., Неорганические материалы, т. 9, 1839 (1973). <sup>3</sup> Диаграммы состояния силикатных систем. Справочник (под ред. Н. А. Торопова), «Наука», 1969. <sup>4</sup> A. A. Каминский, Письма ЖЭТФ, т. 7, 260 (1968).