

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 ${}^4F_{7/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$ И ${}^4F_{7/2} \rightarrow {}^4I_{13/2}$

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 (^{1, 2}). 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. (³)) 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 ≈ 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 $SrAl_4O_7$ (²) 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 ${}^4F_{7/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$ (см. рис. 1) и ${}^4F_{7/2} \rightarrow {}^4I_{13/2}$.

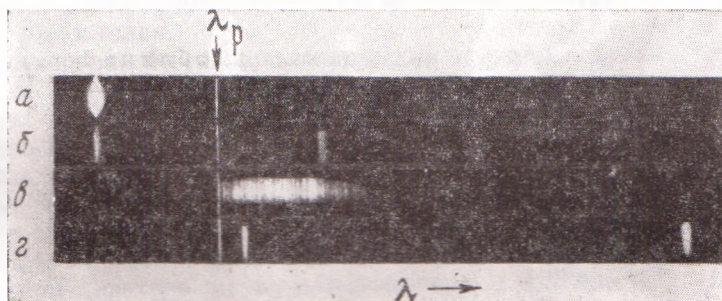


Рис. 1. Спектры стимулированного излучения кристаллов $SrAl_{12}O_{19} - Nd^{3+}$ при $300^\circ K$ в схеме обычного ОКГ (а) и ОКГ с к.а.с. (б). в — спектр генерации в схеме обычного ОКГ, неодимового стекла ЛГС-2, использованного в качестве комбинирующей среды. з — спектр стимулированного излучения кристалла $SrAl_4O_7 - Nd^{3+}$ при $77^\circ K$ (²). Стрелкой указана реперная линия с $\lambda_p = 10\,561 \text{ \AA}$

В генерационных экспериментах использовались активные элементы длиной ~ 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 волне 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 λ_r в области 1,06 мкм составляла $\pm 1 \text{ \AA}$ (фоторегистрация, ДФС-8), а в спектральном районе

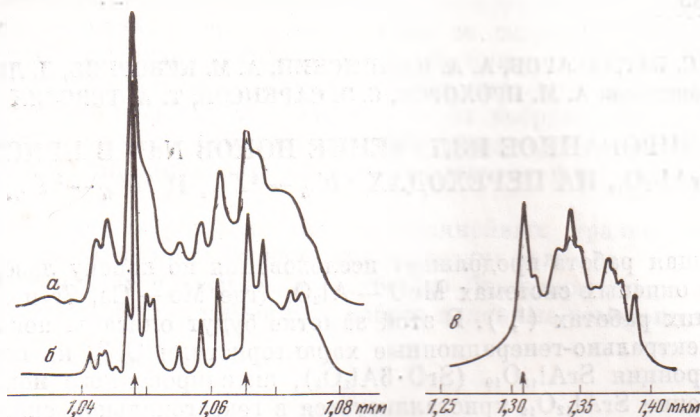


Рис. 2. Спектры люминесценции ионов Nd^{3+} в $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}$, связанные с переходами ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$ при 300°K (а) и при 77°K (б) и ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{13/2}$ при 300°K (в)

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

Таблица 1

Переход	λ_r , мкм	E_n , дж	$\Delta\nu_{\text{люм}}$, см $^{-1}$	$\Delta\nu_r$, 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 метастильного состояния ${}^4F_{3/2}$ ионов Nd^{3+} в $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}$ при 300°K составляет 400 ± 20 мксек.

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

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