

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНДУЦИРОВАННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КРИСТАЛЛОВ

$\text{CaF}_2-\text{Nd}^{3+}$ (тип II) ПРИ КОМНАТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Ю.К.Воронько, А.А.Каминский, Л.С.Корниенко,

В.В.Осико, А.М.Прохоров, В.Т.Удовенчик

Ранее нами было получено индуцированное излучение при 300°K на волне $\sim 1,047$ мк от $\text{CaF}_2-\text{Nd}^{3+}$ (тип I) [1]. В настоящем сообщении приводятся предварительные результаты исследования генерации на $\lambda \approx 1,0885$ Å при 300°K иона Nd^{3+} в кристаллах CaF_2 (тип II). В отличие от кристаллов типа I, кристаллы типа II содержат в составе оптических центров неодима ионы кислорода.

В наших исследованиях использовались кристаллы CaF_2 с концентрацией Nd^{3+} от 0,2 до 0,5%. На рис. I, а показан спектр поглощения $\text{CaF}_2-\text{Nd}^{3+}$ (тип II), снятый при 300°K на приборе SP-700. Концентрация $\text{Nd}^{3+} \sim 0,5\%$. Над некоторыми характерными линиями проставлены их коэффициенты поглощения. Возбуждение системы осуществлялось в полосы поглощения, лежащие ниже 20000 см^{-1} от ксеноновой лампы ИФ-800. Инфракрасная люминесценция иона Nd^{3+} начинается на уровне

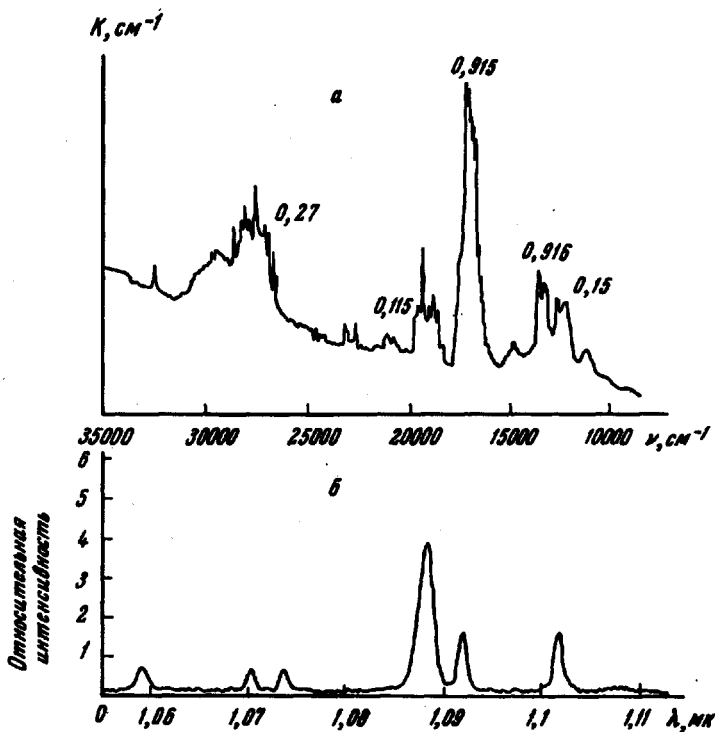


Рис. 1а - Спектр поглощения $\text{CaF}_2\text{-Nd}^{3+}$ (тип II)
при 300°K ,

б - спектр люминесценции перехода
 ${}^4\text{F}_{3/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{11/2}$ кристалла $\text{CaF}_2\text{-Nd}^{3+}$
(тип II) при 300°K

${}^4\text{F}_{3/2}$ и заканчивается на различных уровнях основного мультиплетта ${}^4\text{I}$. Наиболее сильная люминесценция соответствует переходу ${}^4\text{F}_{3/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{11/2}$. Именно на нем и была получена генерация. На рис. 1б показан спектр люминесценции перехода ${}^4\text{F}_{3/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{11/2}$ иона Nd^{3+} в CaF_2 (тип II), снятый при 300°K на приборе ДФС-12. Концентрация $\text{Nd}^{3+} \sim 0,2\%$.

В экспериментах использовалась эллиптическая осветительная система со световой эффективностью $\sim 0,5$ [2]. Рабочие кристаллы представляли собой цилиндрические стержни с полированными торцами, параллельность которых составляла $\sim 15''$. Диаметр кристаллов $\sim 6,0$ мм и длина 75 мм. Оптический резонатор обеспечивался внешними конфокальными диэлектрическими зеркалами с пропусканием $\sim 2\%$ на волне 1,06 мк. Радиус кривизны зеркал 500 мм, диаметр 40 мм.

На рис.2 показан спектр излучения $\text{CaF}_2 - \text{Nd}^{3+}$ (тип II), снятый на приборе ДФС-8 с решеткой 600 штр/мм. Дисперсия прибора в области 1,1 мк составляет 5,99 Å/мм. В качестве репера использовался спектр лампы ПРК-2 в третьем порядке. Генерация регистрировалась на пленку И-1070. Ширина линии излучения при 300°К составляет $\sim 0,9$ Å ($0,76 \text{ см}^{-1}$). Время жизни возбужденного состояния ${}^4F_{3/2}$ иона Nd^{3+} в CaF_2 (тип II) при 300°К измерялось на разработанном нами тауметре. Для генерируемых образцов оно равняется $\sim 1,25$ мсек.

Для наблюдения временной зависимости излучения применялся ФЭУ с кислородно-цезиевым фотокатодом, на входе которого устанавливался кремниевый фильтр толщиной 1 мм. Сигнал с ФЭУ подводился к осциллографу. Постоянная времени схемы регистрации $\sim 10^{-6}$.

На рис.3 показаны осциллограммы импульсов излучения $\text{CaF}_2 - \text{Nd}^{3+}$ (тип II) при пороговой энергии возбуждения и при превышении над порогом в 3 раза (рис. 2,3 см. вклейку).

В таблице приведены некоторые характеристики оптических квантовых генераторов, работающих при 300°К. Как вид-

но, генератор на $\text{CaF}_2\text{-Nd}^{3+}$ (тип II) является самым длинноволновым с Nd^{3+} из всех известных.

№ № П/П	Вещество	λ , мк	Пороговая электрическая энергия, Дж	Время жизни возбужденного состояния, мсек	Литература
I	$\text{Cr}^{3+} - \text{Al}_2\text{O}_3$	0,6934		3	[3]
2	$\text{Nd}^{3+} - \text{SrF}_2$	1,0370	480		[4]
3	$\text{Nd}^{3+} - \text{CaF}_2$ (тип I)	1,047	130	~1,0	[1]
4	$\text{Nd}^{3+} - \text{SrMoO}_4$	1,0576	45		[5]
5	$\text{Nd}^{3+} - \text{CaWO}_4$	1,0648	125		
		1,0582	2	~0,2	[6]
		1,0652	3		
6	$\text{Nd}^{3+} - \text{PbMoO}_4$	1,0586	60		[4]
7	$\text{Nd}^{3+} - \text{SrWO}_4$	1,063	180		[4]
8	$\text{Nd}^{3+} - \text{LaF}_3$	1,0633	150		[4]
9	$\text{Nd}^{3+} - \text{CaMoO}_4$	1,0673	360		[4]
10	$\text{Nd}^{3+} - \text{стекло}$	~1,06	~50		[7]
11	$\text{Nd}^{3+} - \text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$	1,0648	2	0,2	[8]
12	$\text{Nd}^{3+} - \text{Y}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$	1,0633	250	0,2	[8]
13	$\text{Nd}^{3+} - \text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$	1,0633	350	0,2	[8]
14	$\text{Nd}^{3+} - \text{CaF}_2$ (тип II)	1,0885	170	1,25	Настоящая работа
15	$\text{Nd}^{3+} - \text{Y}_2\text{O}_3$	1,073	260	~0,26	
		1,078	350	~0,26	[9]
16	$\text{Nd}^{3+} - \text{Ga}_2\text{O}_3$	1,0741	~36	~0,12	
		1,0789	~9	~0,12	[10]

К статье Ю. К. Воронько, А. А. Каминского и др. «Исследование индуцированного излучения кристаллов $\text{CaF}_2\text{—Nd}^{3+}$ (тип II) при 300°K »

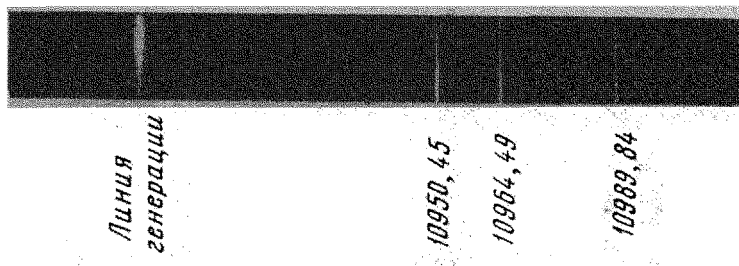


Рис. 2. Спектр индуцированного излучения $\text{CaF}_2\text{—Nd}^{3+}$ при 300°K

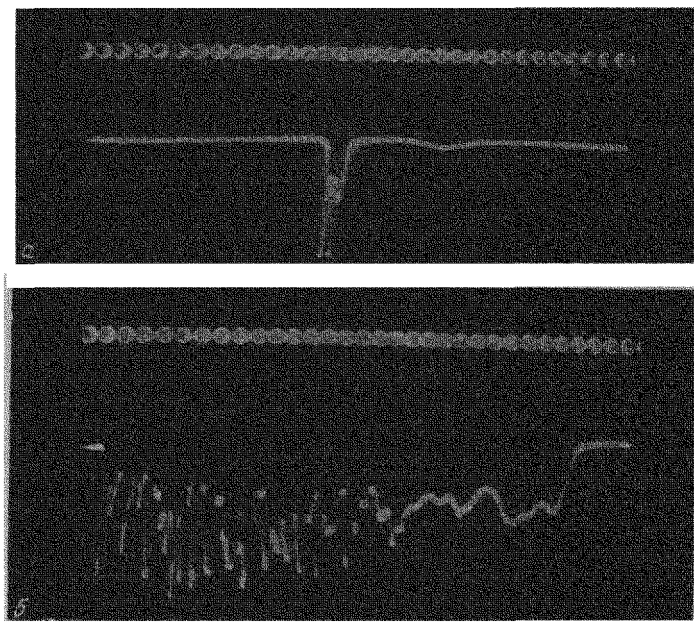


Рис. 3. Временная зависимость индуцированного излучения: а — при пороговой энергии возбуждения, б — при превышении над порогом втрое. Метки времени через 20 $\mu\text{сек}$

Авторы выражают благодарность М.И.Сурковой за обработку кристаллов и С.С.Резникову за помощь при проведении эксперимента.

Институт ядерной физики
Московского Государственного
университета
Физический институт
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
3 февраля 1965 г.

Литература

- [1] А.А.Каминский, Л.С.Корниенко, Л.В.Макаренко, А.М.Прохоров, М.М.Фурсиков. ЖЭТФ, 46, 386, 1964.
- [2] А.А.Каминский, Л.С.Корниенко. Ж.прикл.спектроск., 2, 87, 1965 .
- [3] A.Yariv, J.P.Gordon. Proc. IRE, 51, 31, 1963.
- [4] L.F.Johnson. J.Appl. Phys., 34, part I, 897, 1963.
- [5] L.F.Johnson, R.R.Soeen. J.Appl.Phys., 33, 757, 1962.
- [6] L.F.Johnson, K.Nassau. Proc. IRE, 49, 1704, 1961.
- [7] E.Snitzer. Phys. Rev. Lett., 7, 444, 1961.
- [8] J.E.Geusic, H.M.Marcos, L.G.Van Uitert. Appl.Phys.Lett., 4, 182, 1964.
- [9] R.H.Hoskins, B.H.Soffer. Appl.Phys.Lett., 4, 22, 1964.
- [10] B.H.Soffer, R.H.Hoskins. Appl.Phys.Lett., 4, 113, 1964.