

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ИНДУЦИРОВАННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ Nd^{3+} В КРИСТАЛЛАХ ФТОР-АПАТИТА

*З.М.Брук, Ю.К.Воронько, Г.В.Максимова, В.В.Осико,
А.М.Прохоров, К.Ф.Шипилов, И.А.Щербаков*

Оптические свойства и индуцированное излучение иона Nd^{3+} исследовано в большом числе кристаллов простых и сложных фторидов и окислов. Фтор-апатит (ФА) $Ca_5(PO_4)_3F - Nd^{3+}$ является новой фторидно-окисной системой, в состав которой входят как ионы фтора, так и ионы кислорода. В [1] приведены сведения о свойствах кристаллов ФА и их лазерных характеристиках, которые в некоторых отношениях являются уникальными.

За последнее время в лаборатории колебаний ФИАН синтезированы и исследованы кристаллы этого соединения. Кристаллы ФА чистые и с примесью Nd^{3+} выращены из расплава по методу Чохральского из платино-родиевого тигля (30% Rh, - 70% Pt). Исходными веществами служили ортофосфат кальция и фтористый кальций. Рост кристаллов происходил в атмосфере, предотвращающей восстановление фосфора и потерю фтора. Линейная скорость роста составляла 9 мм/час. У выращенных кристаллов были исследованы спектры поглощения и люминесценции при 300, 77 и 4,2°K, а также излучательное время жизни $\tau_{изл}$ уровня ${}^4F_{3/2}$ при 300 и 77°K. На основе спектральных измерений для кристалла с концентрацией Nd^{3+} 0,5% построена схема кристаллического расщепления уровней ${}^4I_{9/2}$, ${}^4F_{3/2}$, ${}^4F_{5/2}$, ${}^2H_{9/2}$ и ${}^4F_{7/2}$, ${}^4S_{3/2}$ представленная на рис. 1. Положение уровней соответствует $T = 77^\circ K$. Схема, построенная по нашим данным, несколько отличается от схемы, приведенной в [1]. Уровень ${}^4I_{9/2}$ расщепляется на пять компонент, что соответствует теории и исключает необходимость интерпретации ряда уровней в работе [1] как связанных с взаимодействием электронных переходов с кристаллической решеткой. В группе, соответствующей переходу ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$ нам удалось обнаружить только 5 линий вместо 6, предсказываемых теорией. Величины расщеплений, полученные нами, в основном совпадают с результатами [1], однако, абсолютные значения частот штарковских компонент несколько выше, что может быть частично объяснено меньшей концентрацией Nd^{3+} в наших кристаллах. Многие линии спектров поглощения и люминесценции неэлементарны, расщеплены на две близко расположенные компоненты. Этот факт свидетельствует о том, что Nd^{3+} распределен мини-

мум по двум типам центров. Измерение излучательного времени жизни уровня ${}^4F_{3/2}$ для кристалла ФА – 0,5% Nd^{3+} дало значение $\tau_{изл} \sim 230$ мсек при 300 и 200 мсек при 77°К.

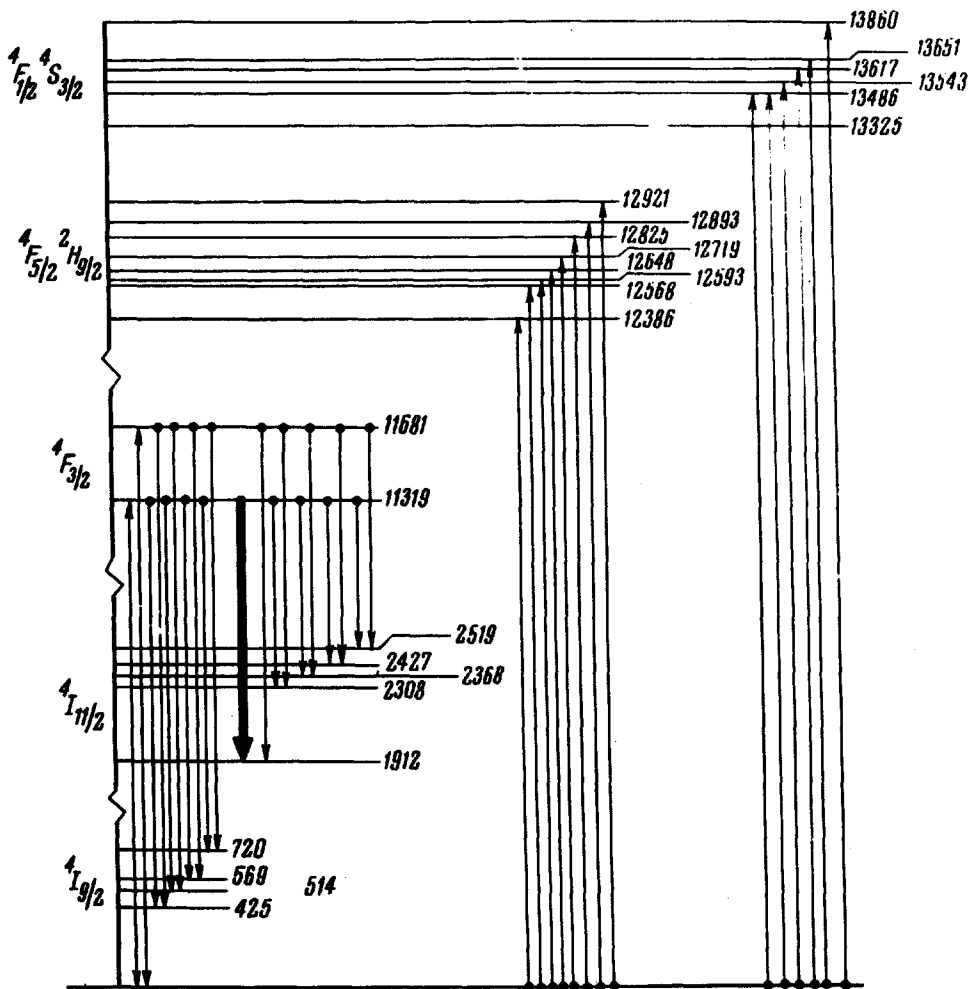


Рис.1. Схема кристаллического расщепления уровней в кристалле ФА – 0,5% Nd^{3+} (77°К)

В первых экспериментах индуцированное излучение при 300°К в импульсном режиме было получено на образце ФА – 0,5% Nd^{3+} длиной 15 мм и диаметром 3 мм с плоскопараллельными торцами (непараллельность – 2"). Резонатор создавался внешними конфокальными диэлектрическими зеркалами ($R = 500$ мм) с пропусканием 0,6%. Возбуждение генерации производилось импульсной ксеноновой лампой

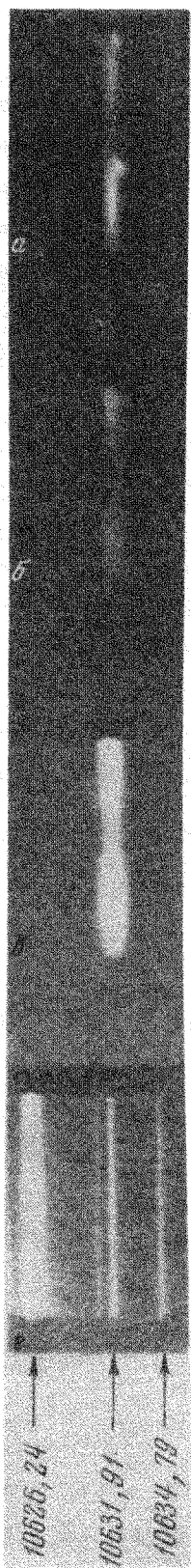


Рис.2. Фотография спектра генерации при 300°K кристалла ФА – 0,5% Nd^{3+}

ИФП-800 в эллиптическом цилиндрическом осветителе (длины полуосей $L_1 = 16$ мм, $L_2 = 14$ мм). Индуцированное излучение регистрировалось ФЭУ-28 с кремниевым фильтром на входе. Сигнал с ФЭУ подавался на осциллограф С-1-17. Порог генерации составлял 5,6... дж без пересчета на несоответствие длин светящегося столба лампы и образца. После пересчета порог составил ~ 1 дж. В аналогичных условиях кристалл вольфрамата кальция сравнимых размеров и оптического качества имеет порог 2,4 дж.

На рис. 2 приведена фотография спектра генерации, снятая на дифракционном спектрографе PGS-2. В качестве репера использовались линии железной дуги в третьем порядке. Длина волны генерации 10631 Å. Ширина линии генерации 0,3 Å. Таким образом, кристаллы FA-Nd^{3+} по своим оптическим свойствам (узкая и интенсивная линия люминесценции и рекордно большое расщепление уровней) и генерационным параметрам (низкий порог и большое усиление) представляют собой перспективный материал для создания ОКГ непрерывного и импульсно-периодического действия, а также для исследования магнитных свойств иона Nd^{3+} .

Физический институт
им. П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
22 июля 1968 г.

Литература

- [1] R. C. Ohlman, K. B. Stenbruegge, R. Mazelsky. J. Appl. Optics., 7, 905, 1968.