

УДК 621.373.826.038.825.2

ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕГИРОВАННОГО УЬ АПАТИТА СТРОНЦИЯ, СИНТЕЗИРОВАННОГО ТВЕРДОФАЗНЫМ МЕТОДОМ

Н. Г. Басов, А. П. Богатов, А. Е. Дракин, Ю. М. Попов,
В. П. Орловский¹, Б. М. Жигарновский¹, Э. Н. Муравьев¹

Первые оптические измерения отечественного кристалла $Yb:Sr_5(PO_4)_3F$ показали, что достигнут уровень легирования иттербием $(6 - 7) \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$.

В последнее время большой интерес в качестве активных сред для твердотельных лазеров представляют различные кристаллы, легированные Yb . В значительной степени это связано с успехами в области создания мощных полупроводниковых лазеров на основе квантово-размерных напряженных гетероструктур $InGaAs/GaAs$, линия генерации которых может быть подогнана к линии поглощения трехвалентного Yb^{3+} в кристаллической матрице. Кроме этого, ионы Yb^{3+} в кристаллической матрице характеризуются большим временем жизни в возбужденном состоянии (в 3 – 4 раза большим, чем ионы Nd^{3+} в той же матрице) и малым дефицитом кванта генерации по сравнению с квантом возбуждения. Среди множества выращенных и исследованных кристаллов, легированных Yb , наиболее перспективными с точки зрения лазерных применений являются YAG [1] и фторапатиты (ФАП) Ca [2] и Sr [3, 4]. Последний ($Yb:Sr$ -ФАП) обладает наибольшим временем запасаения энергии (1,26 мс [3]), что потенциально представляет интерес для создания лазера с повышенной энергией излучения в импульсе.

В настоящей работе приводятся первые отечественные результаты исследования монокристалла $Yb:Sr$ -ФАП, синтезированного твердофазным методом. Подробности выращивания приведены в [5]. Как и фторапатит кальция, Sr -ФАП кристаллизуется в

¹Институт общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова РАН.

гексагональной сингонии с пространственной группой $R6_3/m$. Для исследования был изготовлен кристалл в форме параллелепипеда с полированными гранями $3 \times 4 \times 5$ мм³, ориентированный длинной стороной вдоль оси симметрии кристалла.

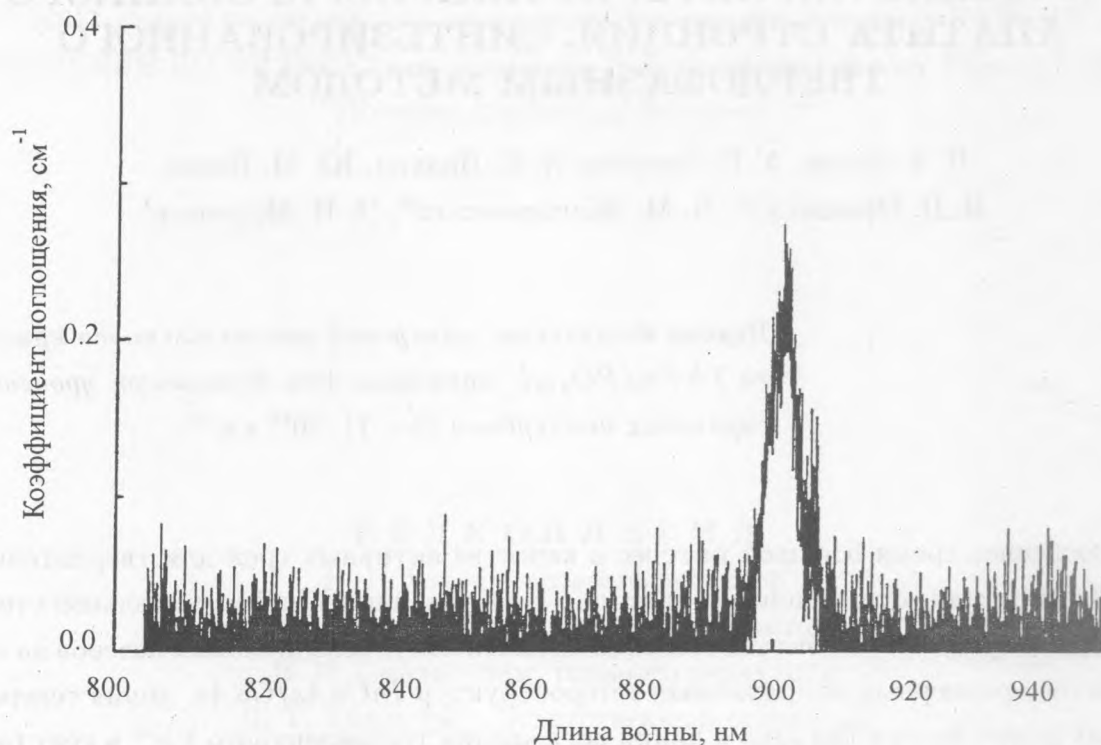


Рис. 1. Спектральная зависимость коэффициента поглощения кристалла $Yb:Sr$ -ФАП (в направлении вдоль оси симметрии кристалла) в области линии поглощения иона Yb^{3+} .

Оценка уровня легирования иттербием выполнена по спектру пропускания кристалла вдоль его оси в неполяризованном свете (плоскость колебания электрического вектора перпендикулярна оси симметрии кристалла). Рассчитанная по этому спектру зависимость коэффициента поглощения от длины волны в области линии поглощения ионов Yb^{3+} представлена на рис. 1. Получено значение коэффициента поглощения в максимуме $\approx 0,23$ см⁻¹. Используя значение сечения поглощения $\sigma_{\perp} = 3,8 \cdot 10^{-20}$ см² для света с плоскостью колебаний электрического вектора, перпендикулярной оси кристалла [3], найдена концентрация ионов Yb в кристалле $\approx (6 - 7) \cdot 10^{18}$ см⁻³. Полуширина линии поглощения составляла $\approx 5,4$ нм, что примерно в 1,5 раза больше величины, полученной в [3], что может быть связано с неоднородным уширением из-за различия в окружении активных центров, вызванного нарушением стехиометрии в процессе

раста. Несовершенство кристалла подтверждается также оптическими наблюдениями образца.

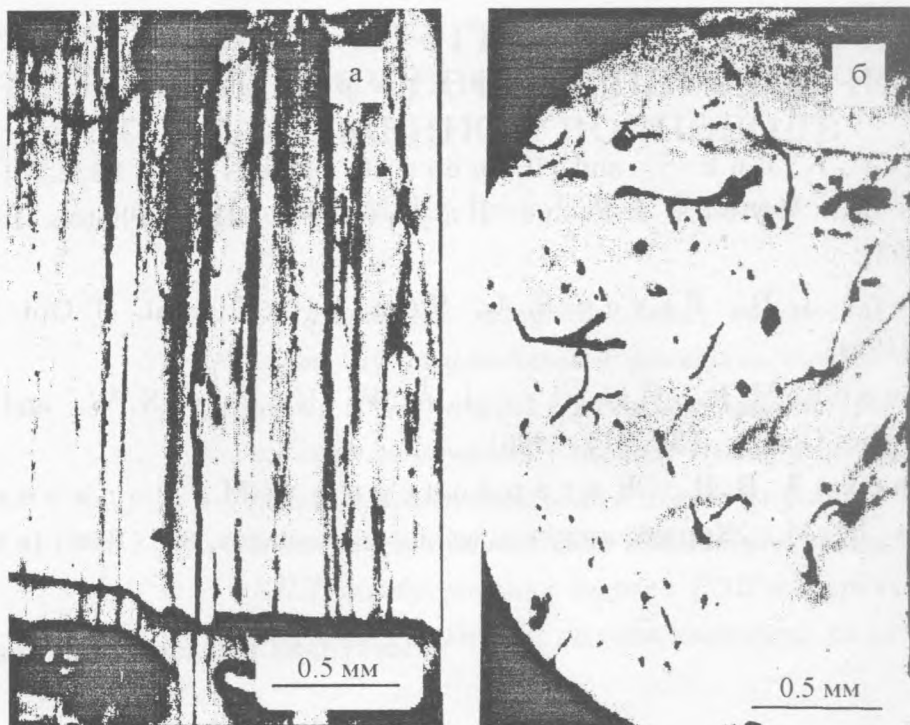


Рис. 2. Микрофотографии полированных граней кристалла $Yb:Sr$ -ФАП на просвет. Грани кристалла: параллельная (а) и перпендикулярная (б) оси симметрии.

На рис. 2 представлены микрофотографии граней, ориентированных параллельно (рис. 2а) и перпендикулярно (рис. 2б) оси кристалла. Они выполнены на оптическом микроскопе с освещением на просвет в естественном свете. Как видно из фотографий, оптическое качество кристалла довольно низкое, что делало невозможным его использование для опытов по оптической накачке. Дефекты имеют характер микротрещин и ориентированы вдоль оси кристалла. Их плотность на грани, перпендикулярной оси (рис. 2б), составляет $\approx (2 - 3) \cdot 10^3 \text{ см}^{-2}$.

Таким образом, в настоящей работе впервые исследован отечественный кристалл $Yb:Sr$ -ФАП, синтезированный твердофазным методом. Концентрация Yb в образце составила $(6 - 7) \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$. Дальнейшее совершенствование технологии выращивания $Yb:Sr$ -ФАП для активных сред твердотельных лазеров связано с улучшением оптического качества кристалла и повышением концентрации ионов Yb до уровня $\sim 2 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$.

и выше.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект N 96-02-18803).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Fan T. Y., Klunk S. and Henein G. Optics Lett., **18**, 423 (1993).
- [2] Sheps R., Myers J. F. and Payne S. A. IEEE Photon. Tech. Lett., **5**, 1285 (1993).
- [3] DeLoach L. D., Payne S. A., Smith L. K., et al. J. Opt. Soc. Am. B, **11**, 269 (1994).
- [4] Dickinson M. R., Gloster L. A. W., Hopps N. W. and King T. A. Optics Comm., **132**, 275 (1996).
- [5] Орловский В. П., Жигарновский Б. М., Родичева Г. В., Попов Ю. М. Журнал неорганических материалов, **34**, (1998) (в печати).

Поступила в редакцию 19 января 1998 г.