

## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОПОРОШКОВ НА ОСНОВЕ ТВЕРДОГО РАСТВОРА $\text{Nd}:(\text{Y}_x\text{Gd}_{1-x})_2\text{O}_3$ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВНЫХ ЛАЗЕРНЫХ СРЕД

Васин Д.А.<sup>1,2</sup>, Максимов Р.Н.<sup>1,2</sup>, Осипов В.В.<sup>2</sup>, Шитов В.А.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> Институт электрофизики УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия  
E-mail: danyaia199949@gmail.com

## SYNTHESIS AND STUDY OF NANOPOWDERS BASED ON $\text{Nd}:(\text{Y}_x\text{Gd}_{1-x})_2\text{O}_3$ SOLID SOLUTION FOR OBTAINING ACTIVE LASER MEDIA

Vasin D.A.<sup>1,2</sup>, Maksimov R.N.<sup>1,2</sup>, Osipov V.V.<sup>2</sup>, Shitov V.A.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Russia, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> Institute of Electrophysics UrB RAS, Yekaterinburg, Russia

The paper reports on the possibility of obtaining nanopowders based on gadolinium oxide  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  stabilized with yttrium oxide  $\text{Y}_2\text{O}_3$ . The dependence of the stability of the cubic phase of gadolinium oxide  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  on the amount of the stabilizing additive was shown.

Твердотельные лазеры ближнего ИК-диапазона широко используются в промышленности, медицине и науке. Наиболее широкое распространение получили системы на основе алюмоиттриевого граната  $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ , активированного ионами  $\text{Nd}^{3+}$ . Однако мощность данных систем ограничена предельной концентрацией активной добавки неодима не более 2–3 ат.%. Для преодоления данной трудности в настоящей работе предлагается использовать матрицу с более близким ионным радиусом замещаемого иона, а именно полуторный оксид гадолиния  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ .

Однако синтез оптических керамик на основе  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  традиционными методами значительно затруднен наличием фазового перехода из кубической модификации в моноклинную при температуре выше 1300 °С. Чтобы избежать данный переход предлагается использовать порошки смешанного состава, в которых для стабилизации кубической фазы  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  будет использоваться полуторный оксид иттрия  $\text{Y}_2\text{O}_3$ . В настоящей работе приводятся исследования по синтезу нанопорошков состава  $\text{Nd}:(\text{Y}_{0.4}\text{Gd}_{0.6})_2\text{O}_3$ ,  $\text{Nd}:(\text{Y}_{0.3}\text{Gd}_{0.7})_2\text{O}_3$  и  $\text{Nd}:(\text{Y}_{0.2}\text{Gd}_{0.8})_2\text{O}_3$ , а также фазовой трансформации при термообработке.

Порошки изготавливались методом лазерной абляции мишеней. Для изготовления мишеней использовались микроразмерные порошки  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  и  $\text{Y}_2\text{O}_3$  чистотой не хуже 99.99%. После взвешивания порошки перемешивались в барабанном смесителе с наклонной осью вращения в течение 24 часов. Далее смесь порошков компактировалась в цилиндрическую заготовку диаметром 66 мм методом одноосного статического прессования при давлении 10 МПа. Заготовки дополнительно обжигались в атмосферной печи при 1100 °С в течение 5.5 часов

для приобретения механической прочности. Более подробное описание установки для синтеза нанопорошка приведено в работе [1].

Полученные нанопорошки состояли из твердого раствора на основе моноклинной фазы  $Y_2O_3$ . Так как конечным продуктом синтеза лазерной керамики является компакт, состоящий из кристаллов с кубической модификацией, то необходимо перевести порошки из моноклинной модификации в кубическую. Для этого серию порошков подвергли термической обработке в атмосферной печи при температурах 1200 °С и 1300 °С.

Согласно результатам РФА, термообработка при 1200 °С приводит к частичному фазовому переходу для нанопорошков всех трех составов. Полный же фазовый переход происходит только при температуре 1300 °С. Причем наблюдается зависимость полноты фазового перехода от количества стабилизирующей добавки. Нанопорошки состава  $Nd:(Y_{0.4}Gd_{0.6})_2O_3$  и  $Nd:(Y_{0.3}Gd_{0.7})_2O_3$  переходят в кубическую модификацию полностью, а  $Nd:(Y_{0.2}Gd_{0.8})_2O_3$  лишь частично.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что использование стабилизирующей добавки в виде  $Y_2O_3$  сдвигает температуру фазового перехода состава в моноклинную модификацию в область более высоких температур, что позволяет использовать составы  $Nd:(Y_{0.4}Gd_{0.6})_2O_3$  и  $Nd:(Y_{0.3}Gd_{0.7})_2O_3$  для синтеза оптической керамики.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Свердловской области в рамках научного проекта № 20-48-660039.*

1. V. V. Osipov, V. V. Platonov, V. V. Lisenkov, A. V. Podkin, E. E. Zakharova, Phys. Status Solidi C 10, Iss. 6, 926–932 (2013).