

СТРУКТУРА И СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА YB-СОДЕРЖАЩИХ СТЕКОЛ И НАНОПОРОШКОВ

В. В. КОВГАР, Г.Е. МАЛАШКЕВИЧ

Yb-containing glasses and oxide nanopowders had been synthesized with use of the sol-gel method. Their structure and spectral-luminescent properties were investigated. It have been established that the developed glasses and powders are promising materials for light down- and up-converters

Ключевые слова: ионы иттербия и эрбия, наночастицы, золь-гель метод, люминесценция, процессы переноса энергии

Ионы Yb^{3+} характеризуются сравнительно широкой полосой люминесценции в ближней ИК-области спектра и отсутствием наведенного поглощения из начального «лазерного» уровня. Кроме того, их полоса поглощения лежит в области функционирования мощных полупроводниковых лазеров. Это явилось причиной широкого использования таких ионов для активации лазерных кристаллов и стекол. В данной работе были исследованы структура и спектрально-люминесцентные свойства

синтезированных с использованием золь-гель метода Yb-содержащих оксидных нанопорошков и стекол.

Установлено, что подобные стекла допускают введение до 8 масс % Yb_2O_3 при сохранении высокой прозрачности. В спектре люминесценции таких стекол помимо полосы с $\lambda_{\text{max}} \approx 1005$ нм, обусловленной переходом $^2F_{5/2} \rightarrow ^2F_{7/2}$ иона Yb^{3+} , наблюдается интенсивная полоса кооперативной люминесценции на удвоенной частоте данного перехода. Наличие кооперативной люминесценции Yb^{3+} является свидетельством в пользу формирования в матрице сложных оптических центров, в которых ионы иттербия связаны мостиковым кислородом с образованием конфигурации, близкой к коллинеарной. При соактивации такого стекла ионами Er^{3+} получена интенсивная антистоксова люминесценция последних в видимой области, соответствующая переходам $^2H_{11/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$ ($\lambda_{\text{max}} \approx 522$ нм), $^4S_{3/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$ ($\lambda_{\text{max}} \approx 547$ нм) и $^4F_{9/2} \rightarrow ^4I_{15/2}$ ($\lambda_{\text{max}} \approx 660$ нм). Значительно бóльшая относительная интенсивность люминесценции из состояния $^2H_{11/2}$, лежащего всего на 800 см^{-1} выше состояния $^4S_{3/2}$, свидетельствует о слабом электрон-фононном взаимодействии Yb^{3+} с матрицей стекла и является весомым аргументом в пользу формирования наночастиц Yb_2O_3 , в которых часть ионов Yb^{3+} замещена ионами Er^{3+} . Полученные результаты позволяют отнести стекла с наночастицами Yb_2O_3 и $\text{Yb}_2\text{O}_3:\text{Er}$ к перспективному материалу для использования в качестве лазерных сред и визуализаторов ИК-излучения с высоким пространственным разрешением.

При наличии в матрице стекла примеси Fe(III) наблюдается эффективная передача возбуждений с нее на ионы Yb^{3+} . Аналогичная передача наблюдается и в нанопорошках на основе иттрий-алюминиевого граната с ионами Yb^{3+} и Fe^{3+} . Причем в этом случае имеет место высокий коэффициент ветвления люминесценции на высокорасположенный ($\Delta\nu \approx 600 \text{ см}^{-1}$) штарковский подуровень состояния $^2F_{7/2}$ ионов Yb^{3+} . Данный факт может представлять интерес с точки зрения реализации низкопороговой генерации в таких порошках и использования их для защиты ценных бумаг на нелюминесцентной основе.