

передачи : теория и методология проектирования / Под общей ред. П.Г. Сидорова. М. : Машиностроение. 2011. 340 с.
4. Пат. 2457385 РФ, МПК⁷ F16K 31/04, F16H

37/08. Универсальный высокомоментный многооборотный электропривод запорной арматуры трубопроводного транспорта. Опубл. 27.07.2012. Бюл. № 21.

УДК 538.958

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИТАЛЛОВ, С НАНОКРИСТАЛЛАМИ $(Yb)_2(Ti,Zr)_2O_7$ ДЛЯ ЛАЗЕРНЫХ АКТИВНЫХ СРЕД

Скопцов Н.А.¹, Маляревич А.М.¹, Дымшиц О.С.², Юмашев К.В.¹

¹ НИЦ Оптических материалов и технологий БНТУ, Минск, Республика Беларусь,

² НИТИОМ ВНЦ «ГОИ им. С.И. Вавилова», Санкт-Петербург, Российская Федерация

В настоящее время ведутся активные поиски новых активных сред для твердотельных лазеров с длиной волны излучения 1 мкм. Значительный интерес вызывают материалы, активированные трехвалентными ионами иттербия (Yb^{3+}). Преимущества таких сред: малый квантовый дефект, высокие поперечные сечения поглощения и вынужденного излучения позволяет создавать эффективные и компактные лазерные системы.

Недавно в качестве активных сред были предложены ситаллы с различными ионами-активаторами. В результате термообработки в ситалле формируются нанокристаллы, состав и структура которых зависит от состава исходного стекла и режима термообработки. Полученный материал сочетает в себе достоинства стекол (технологичность, химическая и механическая стойкость, низкая стоимость) и кристаллов (высокие теплопроводность, допустимая концентрация активных ионов, высокие поперечные сечения поглощения и стимулированного испускания) [1].

В настоящей работе представлены результаты исследования спектроскопических свойств стекол и ситаллов, содержащих нанокристаллы $(Yb)_2(Ti,Zr)_2O_7$. Ситалл был получена в результате термообработки при температуре 900°C исходного стекла системы $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ активированного 3 или 4 мол.% оксида иттербия Yb_2O_3 . Ниже образцы стекол обозначены G3 и G4 в соответствии с количеством Yb_2O_3 в них. Аналогично образцы ситаллов обозначены GC3 и GC4.

Регистрация спектров поглощения образцов осуществлялась на спектрофотометре Cary Varian 5000. Спектры люминесценции измерены методом синхронного детектирования в спектральном диапазоне 850-1200 нм. Люминесценция в образцах возбуждалась излучением полупроводникового лазера с длиной волны 962 нм.

Для измерения кинетики затухания люминесценции возбуждение образцов осуществлялось лазерным излучением с длиной волны 976 нм и длительностью импульса 25 нс.

Регистрация осуществлялась фотодетектором Hamamatsu G 5851-11. Зависимость интенсивности сигнала от времени регистрировалась цифровым осциллографом Textronix TDS-3000B. Регистрация сигнала люминесценции проводилась на длине волны 1030 нм.

Спектры поглощения исследуемых материалов представлены на рисунке 1. Поглощение в области 850-1050 нм соответствует переходу ${}^2F_{7/2} \rightarrow {}^2F_{5/2}$ иона Yb^{3+} . Максимальное поглощение наблюдается на длине волны 976 нм.

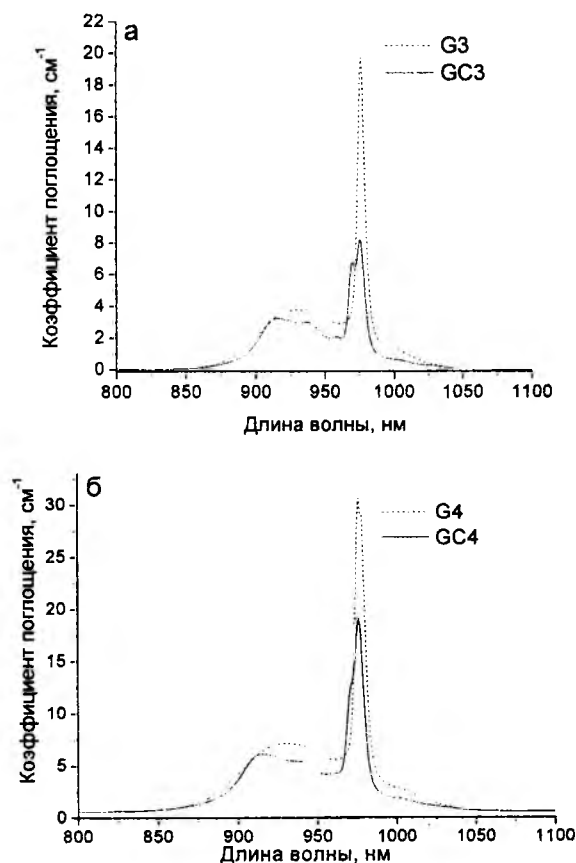


Рисунок 1 – Спектры поглощения ионов Yb^{3+} в изучаемых материалах

Видно, что в результате формирования кристаллической фазы, спектр поглощения ситалла по сравнению с исходным стеклом сильно структурируется. Это связано с вхождением ионов иттербия в нанокристалл $(Yb)_2(Ti,Zr)_2O_7$.

Спектры люминесценции исследованных стекол и ситаллов приведены на рисунке 2. Форма полос люминесценции исходных стекол и ситаллов отличаются слабо. В спектрах наблюдаются две линии: первая с максимумом около 976 нм, вторая - 1030 нм.

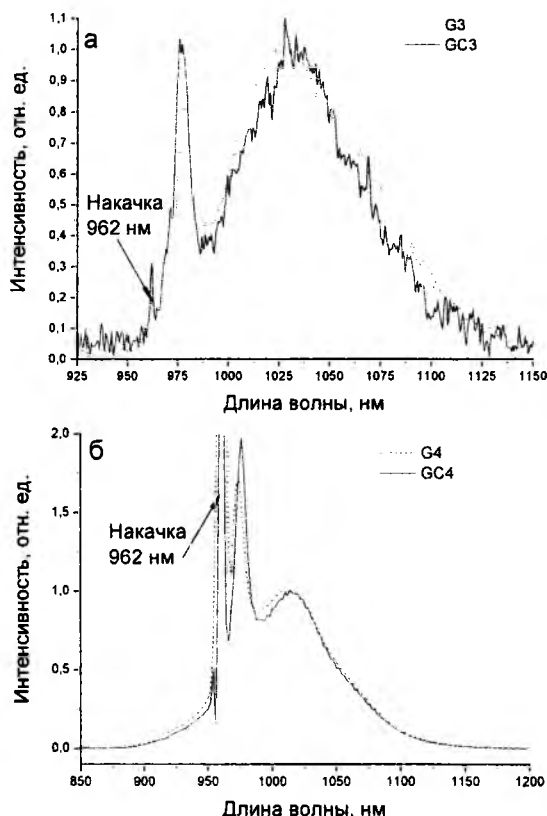


Рисунок 2 – Спектр люминесценции ионов Yb^{3+} .

Кинетика затухания люминесценции из состояния $^2F_{5/2}$ представлена на рисунке 3. Затухание люминесценции во всех образцах кроме GC3 носит моноэкспоненциальный характер. Затухание люминесценции в образце GC3 можно аппроксимировать двухэкспоненциальной зависимостью. Результаты моделирования приведены в таблице 1.

Видно, что время затухания люминесценции ионов Yb^{3+} в ситаллах длиннее, чем соответствующих стеклах, что предпочтительнее для разработки активных лазерных сред. Сокращение времени люминесценции в образцах G4 и GC4 по сравнению с G3 и GC3 может быть

связано с эффектом концентрационного тушения люминесценции. Причина двухэкспоненциального затухания в образце GC3 требует дальнейшего изучения.

Таблица 1

Образец	Время жизни в состоянии $^2F_{5/2}$, мкс
G3	$\tau_1=270$
GC3	$\tau_1=90, \tau_2=510$
G4	165
GC4	330

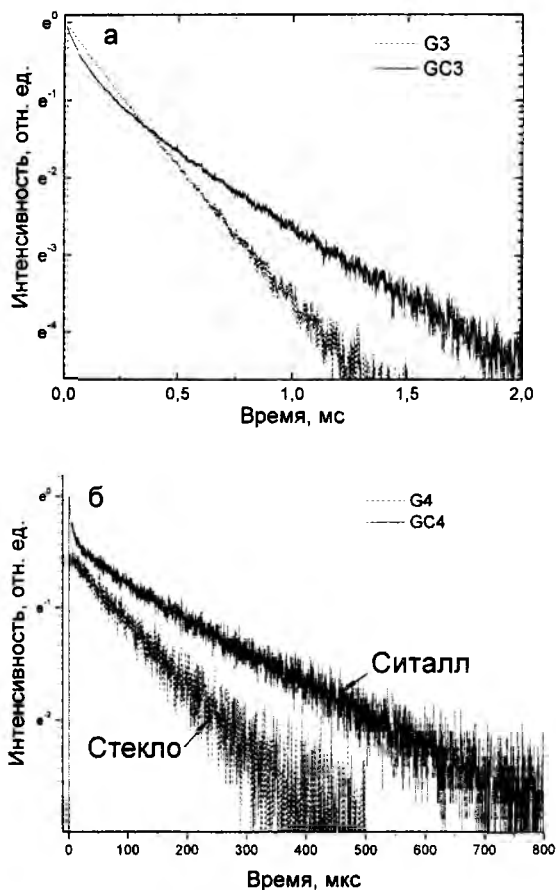


Рисунок 3 – Кинетика затухания люминесценции ионов Yb^{3+} из состояния $^2F_{5/2}$.

Полученные результаты показывают, что ситаллы, активированные ионами иттербия, являются перспективной средой для создания на их основе активных сред лазеров, излучающих в области 1 мкм.

1. Н. Yagi, Т. Yanagitani, К. Yoshida, М. Nakatsuka, К. Ueda. Jpn. J. Appl. Phys., Part 1 45, 133 (2006).