

Сравнение импульсной катодолюминесценции кристаллов и неупорядоченных сред
сходного химического состава

А.И. Загуменный¹, Ю.Д. Заварцев¹, М.В. Завертяев², В.А. Козлов², С.А. Кутовой¹,
Н.В. Пестовский^{2,3}, А.А. Петров^{2,3}, С.Ю. Савинов^{2,3}

¹Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН

²Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН

³Московский физико-технический институт (государственный университет)

В данной работе исследуются спектры импульсной катодолюминесценции кристалла кварца SiO_2 и стекла SiO_2 , монокристалла Sc_2SiO_5 и порошка Sc_2O_3 . Образцы Sc_2SiO_5 и Sc_2O_3 были выращены методом Чохральского. Начальные компоненты были свободны от примесей не менее, чем на 99.99%. Образец кварца SiO_2 с низким содержанием примесей был выращен гидротермальным методом.

Измерение спектров импульсной катодолюминесценции (ИКЛ) [1,2,3,4] проводилось на установке, состоящей из двух блоков: блока возбуждения люминесценции и блока измерения спектра, соединенных между собой посредством кварцевого световода. Блок возбуждения ИКЛ представляет собой сочленение импульсного ускорителя электронов РАДАН-ЭКСПЕРТ [2] с аналитической камерой, которая также выполняет функции экранировки внешнего оптического излучения, защиты от электромагнитных помех и биологической защиты от воздействия электронного пучка и неиспользованного тормозного рентгеновского излучения. Ускоритель позволяет генерировать импульсы электронов с частотой 1 Гц или 10 Гц.

Световой поток люминесцирующего образца передается кварцевым световодом на вход блока измерения спектра люминесценции, состоящего из спектрографа OCEAN-USB2000 и персонального компьютера. Спектрметр OCEAN-USB2000 снабжен дифракционной решеткой с плотностью штрихов 600 штр./мм и линейным ПЗС Sony ILX-511B. Диапазон длин волн – 200-850 нм, спектральное разрешение – порядка 1.5 нм, размер входной щели – 25 мкм. Время накопления сигнала при измерении спектра варьировалось в диапазоне 100 мс – 30 с.

При облучении образца пучком электронов с указанными параметрами в объёме образца энергия электронов расходуется в основном на ионизацию частиц среды и теряется в основном в тонком приповерхностном слое толщиной ~1 мм [1]. В результате в этом слое на короткое время возникает высокая плотность ионизации, которая может вызывать люминесценцию как у непрозрачных веществ, так и у особо чистых прозрачных

кристаллических матриц. Нами зафиксирована яркая ИКЛ непрозрачного порошка Sc_2O_3 и ИКЛ чистого кварца SiO_2 .

На рис. 1 изображены ИКЛ-спектры кристаллического кварца SiO_2 (сплошной линией) и стекла SiO_2 (точками). Как видно из рис. 1, отношение интенсивностей полос в районе 399 нм и 488 нм различно для случая кристаллического и аморфного состояния. Возможно, это связано с различием в симметрии внутрикристаллических полей. На рис. 2 изображены ИКЛ-спектры монокристалла Sc_2SiO_5 (тонкая линия) и непрозрачного порошка Sc_2O_3 (толстая линия). Видно, что и у порошка, и у монокристалла имеется мощная полоса в районе 356 нм. Дополнительные линии в спектре порошка Sc_2O_3 , по нашему мнению, соответствуют неконтролируемым примесям редкоземельных ионов.

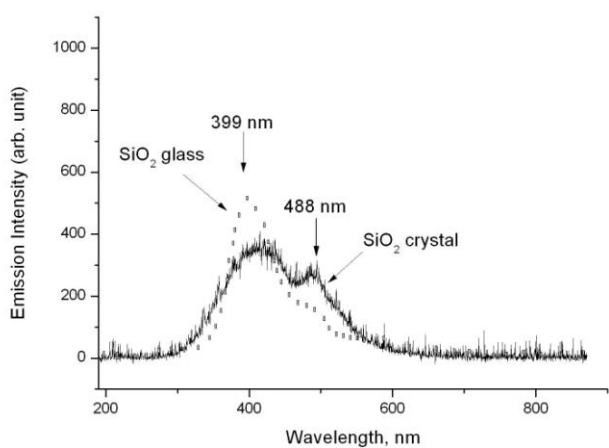


Рис. 1 ИКЛ-спектры кристалла кварца SiO_2 (сплошная линия) и стекла SiO_2 (точки).

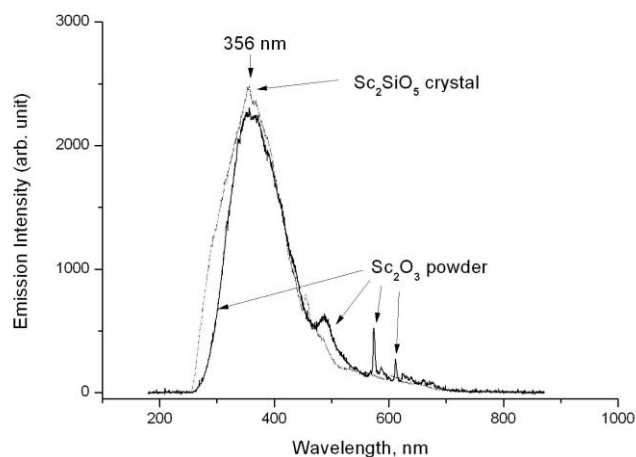


Рис.2 ИКЛ-спектры монокристалла Sc_2SiO_5 (тонкая линия) и порошка Sc_2O_3 (толстая линия)

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Научного Фонда (проект №14-22-00273).

Литература

1. Соломонов В.И., Михайлов С.Г., Импульсная катодолюминесценция и её применение для анализа конденсированных веществ.- Екатеринбург: Типография УРО РАН, 2003. - 182 с.
2. Solomonov V.I. et al, Laser Physics, V. 6, N.1. – P. 126 (2006).
3. Завертяев М.В. и др., Письма в ЖТФ, том 40, вып. 10, с. 73 (2014).
4. Загуменный А.И. и др., Краткие сообщения по физике ФИАН, том 43, номер 1, с. 15 (2015).