

УДК 535.37

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ КЛАСТЕРОВ СЕРЕБРА В СИЛИКАТНОМ СТЕКЛЕ

Ульшина М.Д. (Университет ИТМО), Марасанов Д.В. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.ф.-м.н., Миронов Л.Ю.

(Университет ИТМО)

В работе исследуется зависимость люминесценции кластеров серебра в силикатном стекле от температуры. Спектр люминесценции кластеров состоит из быстрой и медленной компонент, соотношение между которыми изменяется в зависимости от температуры образца. Были исследованы спектры люминесценции кластеров серебра в диапазоне от -180°C до 200°C , рассчитана температурная чувствительность образцов.

Введение. В настоящее время большой интерес представляет разработка новых люминесцентных датчиков температуры, основными преимуществами которых является возможность работы в сильных электрических полях, что позволяет осуществлять контроль температуры трансформаторов, электрооптических затворов, а также температуры сверхпроводников. Также интерес к люминесцентной термометрии обусловлен тенденциями к уменьшению размеров устройств, переходу к интегральной оптике и в область микро- и нанoeлектроники, что требует увеличения пространственного разрешения для температурных измерений. Ранее было показано, что спектр люминесценции кластеров содержит в себе две компоненты: флуоресценцию и фосфоресценцию. Исследование температурного тушения данных компонент является важной задачей для разработки новых люминесцентных материалов.

Основная часть. Для проведения исследований было синтезировано стекло состава $15\text{Na}_2\text{O}-5\text{ZnO}-3\text{Al}_2\text{O}_3-70.5\text{SiO}_2-6.5\text{F}$ с примесью $0,002$ мол.% Sb_2O_3 . Методом низкотемпературного ионного обмена в расплаве $\text{AgNO}_3/\text{NaNO}_3$ с концентрациями AgNO_3 : 5 мол.%, 1 мол.% и 0,1 мол.% в приповерхностный слой образцов были введены ионы серебра. Формирование кластеров серебра было инициировано последующей термической обработкой при температуре 450°C в течение 24 часов. Были исследованы спектры люминесценции кластеров при возбуждении излучением с длиной волны 340 нм в области от 400 до 700 нм. Спектр люминесценции кластеров содержит в себе две компоненты: флуоресценцию и фосфоресценцию, со средними временами жизни 3,8 нс и 110 мкс, соответственно. Было обнаружено, что температурное тушение люминесценции спектрально неоднородно: при изменении температуры образца от -180°C до 200°C наблюдается монотонное уменьшение интенсивности флуоресценции, интенсивность фосфоресценции уменьшается при нагреве в диапазоне $20^{\circ}\text{C} - 200^{\circ}\text{C}$ и охлаждении от 20°C до -180°C . Спектральная неоднородность при тушении люминесценции позволяет применять методику измерения температуры по соотношению интенсивностей флуоресценции и фосфоресценции. Относительная температурная чувствительность составила 1,84%, 2,19%, 1,69% для кластеров, сформированных путем ионного обмена в расплаве $\text{AgNO}_3/\text{NaNO}_3$ с концентрациями AgNO_3 : 5 мол.%, 1 мол.% и 0,1 мол.% соответственно.

Выводы. В работе была исследована температурная зависимость люминесценции кластеров серебра в стекле. Обнаружена сильная зависимость флуоресценции кластеров от температуры. Относительная температурная чувствительность в диапазоне от -180°C до 200°C кластеров серебра составляет 1,79%, 2,19%, 1,69% для образцов, ионный обмен для которых проходил в расплавах с концентрациями AgNO_3 : 5 мол.%, 1 мол.% и 0,1 мол.% , соответственно. Полученные данные могут быть полезны для разработки новых люминофоров для термометрии на основе кластеров серебра.

Ульшина М.Д. (автор)

Миронов Л.Ю. (научный руководитель)