

УДК 535.37

ИТТЕРБИЙ-ЭРБИЕВЫЕ БЕСЩЕЛОЧНЫЕ ГЕРМАНАТНЫЕ СТЕКЛА ДЛЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ

Константинова Е.Д. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.ф.-м.н., Асеев В.А.

(Университет ИТМО)

В работе представлены результаты исследования температурной зависимости ап-конверсионной люминесценции эрбия в бесщелочных германатных стеклах при различных температурах в пределах 25-400°C. Проведено исследование влияния состава стекла на спектрально-люминесцентные свойства эрбия.

Введение. В настоящее время измерение температуры необходимо во многих сферах человеческой деятельности. Существуют различные виды измерительных приборов, однако, многие из них не подходят для точных измерений температуры в определенных условиях окружающей среды, например, из-за электромагнитных наводок, отсутствия возможности проведения измерений в разных точках поверхности или химической нестабильности в водных, парообразных или биологических средах. Для решения данной проблемы применяется тип люминесцентных датчиков на основе температурного перераспределения энергии по возбужденным уровням. Люминесцентные датчики на основе температурного перераспределения энергии по возбужденным уровням обладают высокой точностью измерений температуры, а их измерения основаны на измерении относительной интенсивности люминесценции с двух термически связанных уровней и не зависят, например, от мощности источника. Целью данной работы является оптимизация состава бесщелочного германатного стекла с ионами эрбия для получения максимальной температурной чувствительности.

Основная часть. Стекла были синтезированы в системе $\text{GeO}_2\text{-BaO-SrO-TiO}_2$ при неизменной концентрации оксидов эрбия и иттербия. В части стекол данного ряда оксид стронция был эквимолярно замещен на оксиды кальция и магния. Такие составы германатных стёкол были выбраны с целью исследования влияния силы поля ионов II группы на люминесцентные свойства в паре $\text{Yb}^{3+} \leftrightarrow \text{Er}^{3+}$, а также исследования апконверсионных процессов в стёклах, активированных иттербием и эрбием. Так, первый ряд образцов представляет собой ряд по замене BaO на SrO с шагом 5 % мол при неизменной концентрации остальных компонентов стекла. В составах второго ряда происходит изменение ионного радиуса щелочноземельного катиона ($\text{Sr}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+}$) при постоянной концентрации оксида бария. Составы третьего ряда рассмотрены для исследования влияния CaO за счёт уменьшения концентрации BaO. При сравнении спектрально-люминесцентных свойств образцов было выявлено, что путем модификации локального окружения иона эрбия можно изменять относительные интенсивности полос ап-конверсионной люминесценции. Наибольшую интенсивность перехода ${}^2\text{H}_{11/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{15/2}$ показал образец первого ряда с соотношением 1:1 оксидов стронция и бария. Для третьего ряда равное соотношение BaO:SrO:CaO привело к преобладанию интенсивности красной полосы люминесценции над зеленой по сравнению с другим образцом, где BaO был эквимолярно замещен на CaO, что может быть обусловлено ростом вероятности безызлучательных переходов иона эрбия за счет увеличения высокочастотной составляющей колебательного спектра данного стекла. Во втором ряду образец с содержанием MgO также показывает преобладание красной полосы над зеленой. Также в работе было проведено исследование температурной зависимости ап-конверсионной люминесценции для всех образцов стекла и проведен расчет характеристик температурной чувствительности люминесценции.

Выводы. В работе было рассмотрено влияние различных групп добавок на перераспределение интенсивности в трех полосах, соответствующих переходам ${}^2H_{11/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$, ${}^4S_{3/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$ и ${}^4F_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$. Было выявлено, что различные добавки в составе бесщелочного германатного стекла изменяют характер штарковского расщепления уровней энергии ионов эрбия и меняют форму спектральных полос люминесценции. Для каждого образца были построены температурные зависимости люминесценции. Был выявлен образец с наилучшей температурной чувствительностью.

Константинова Е.Д. (автор)

Подпись

Асеев В.А. (научный руководитель)

Подпись