

Синтез и свойства кальцитоподобных люминофоров (Ce^{3+} , Tb^{3+} , Eu^{3+}) LuVO_3 с изменяемой длиной волны

Научный руководитель – Мальцев Виктор Викторович

Ионидис Никита Алексеевич

Студент (бакалавр)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Геологический факультет, Кафедра кристаллографии и кристаллохимии, Москва, Россия

E-mail: nikita.ionidis@gmail.com

Ортобораты с общей формулой RVO_3 ($\text{R} = \text{Y}$ или лантаноиды), как известно, демонстрируют высокую химическую стабильность, люминесцентные свойства и исключительный порог устойчивости к повреждению ионизирующим излучением, особенно в вакууме, где работают источники наиболее коротковолнового ультрафиолетового излучения. Такие возможности делают их востребованными материалами для использования в качестве люминофоров для широкого спектра применений в современной технике. Особенно актуально это для соединений лютеция, характеризующихся высокой интенсивностью свечения при их возбуждении рентгеновским или УФ-излучением, что позволяет использовать их для создания излучающих приборов высокой мощности. В основе явления свечения лежит понятие комплексной люминесценции, связанной с переносом заряда (в нашем случае от Ce^{3+} к Tb^{3+} и Eu^{3+}). Перенос энергии электронного возбуждения происходит не путем процесса эмиссии - адсорбции фотона, а в результате безызлучательного переноса энергии вследствие кулоновского взаимодействия между донором и акцептором (ферстеровский механизм переноса энергии) [1]. В зависимости от размера катиона, бораты кристаллизуются в кальцитовом, фатеритовом и арагонитовом структурных типах, а также в их модификациях. Отметим, что LuVO_3 является частным случаем, имеющим две относительно стабильные модификации (кальцитовую и фатеритовую), и нестабильную арагонитовую. При нагревании LuVO_3 выше 1310°C происходит переход от низкотемпературной фатеритовой модификации до кальцитовой структуры.

Первоначально поликристаллические образцы LuVO_3 были синтезированы из оксида лютеция (Lu_2O_3) и борной кислоты (H_3BO_3) методом твердофазной кристаллизации и легировались редкоземельными примесями Ce^{3+} , Tb^{3+} и Eu^{3+} . Синтез проходил в нейтральной атмосфере (аргон). Исследовано значительное количество составов, отличающихся соотношением легирующих редкоземельных элементов в позиции лютеция для получения максимальной люминесценции при их облучении УФ излучением.

Полученные образцы были облучены УФ-излучателем с длиной волны 365 нм для первичного визуального определения их люминесцентных свойств. В качестве источника излучения применялись как полупроводниковые, так и газоразрядные источники излучения с указанной длиной волны. Для боратов, легированных трехвалентным церием, характерно синее свечение. В боратах, содержащих церий и тербий, наблюдается зеленое свечение. Для кальцитовой и фатеритовой модификаций боратов, легированных церием, тербием и европием, характерно оранжевое и красное свечение соответственно [2]. По данным порошковой рентгеновской дифракции полученные образцы кристаллизуются в структурном типе фатерита, что хорошо согласуется со сделанными ранее монокристалльными исследованиями подобной фазы ($a = 4.92\text{Å}$, $c = 16.17\text{Å}$, $V = 340\text{Å}^3$). Также полученные люминофоры были исследованы методом люминесцентного анализа, ИК-спектроскопии, а их термические характеристики изучены методами ДСК/ТГ.

Литература

1. E. Nakazawa, S. Shianoya. J. Chem. Phys. 47, 3211 (1967).
2. Спектральные характеристики и перенос энергии $\text{Ce}^{3+} \rightarrow \text{Tb}^{3+} \rightarrow \text{Eu}^{3+}$ в соединении $\text{LuVO}_3(\text{Ce}, \text{Tb}, \text{Eu})$ © С.З. Шмурак, В.В. Кедров, А.П. Киселев, Т.Н. Фурсова, И.И. Зверькова. Физика твердого тела, 2022, том 64, вып. 1.