ОТЗЫВ

на диссертационную работу Жолдас Ерасыла Айдосұлы на тему: «Синтез люминесцентных материалов в системе R_2O_3 – MeO – M_2O – B_2O_3 (R = Sc, Y, Ce, Eu, Tb, Yb; Me = Sr, Ba; M = Na, K)», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D07104 - Химическая технология неорганических веществ»

Границы применения кристаллов в современной науке и технологии довольно обширны. Так, основой материалов для медицины, проведения мониторинга окружающей среды, оптики, военных целей, литографии, лазеров и т. д. являются кристаллы, и они же определяют свойства, эффективность и сферу применения данных приборов. Зачастую, в качестве активных элементов используются кристаллические соединения фосфатов, силикатов, оксидов, боратов, сульфатов и т. д. Кристаллические соединения боратов применяются чрезвычайно широко. Список соединений этого класса постоянно пополняется новыми наименованиями; совершенствуются условия их получения. Широкое использование боратов напрямую связано с большим разнообразием их кристаллических структур, что делает возможным выбор желаемого соединения с подходящим внутренним строением. Атомы бора в структурах боратов проявляют sp^2- и sp^3- гибридизацию, и образуют треугольные $[BO_3]^{3-}$ и тетраэдрические $[BO_4]^{5-}$ анионные группы. Плоские треугольники и тетраэдры могут участвовать в строении борсодержащих соединений как по отдельности, так и в составе более сложных бор-кислородных группировок, образуя сотни разнообразных видов кристаллических структур.

Сложные бораты, включающие в свой состав один и более катионов щелочных, щелочноземельных, переходных d- и f-элементов, представляют большой интерес. Одно-, двух- и трехвалентные катионы металлов в структуре боратов могут быть заменены на катионы других металлов, давая возможность изменять свойства (магнитные, оптические, электрические и др.) и структуру исходного соединения. Таким образом, решается одна из актуальных задач материаловедения – поиск новых соединений с перспективными прикладными свойствами.

Соединения с формулой $MMeR(BO_3)_2$ представляют собой класс боратов на основе редкоземельных элементов в четверной системе R_2O_3-MeO-M_2O-B_2O_3 и привлекают большое внимание исследователей благодаря своим фотолюминесцентным свойствам, которые позволяют использовать эти соединения в качестве светоизлучающие люминофоры (LEP) для белых светоизлучающих диодов с люминофорным преобразованием (wLED) и для плазменных панелей дисплеев (PDP). Эти бораты являются отличными матрицами для различных легирующих ионов благодаря наличию соответствующих мест для люминесцентных центров (катионы щелочных и щелочных металлов, окруженные 6 или 9 атомами кислорода, и катионы редкоземельных металлов, окруженные 6 атомами кислорода).

Диссертационная работа посвящена изучению соединений в семействе сложных боратов $MMeR(BO_3)_2$ (M =K, Na, Me = Ba, Sr, R = редкоземельный элемент). Базовым строительным блоком этой структуры является двухслойный пакет {R[A(BO3)2]2} (где

A – щелочной и/или щелочноземельный металл). Особенности распределения А-катионов в структуре определяют параметры решетки элементарной ячейки и симметрию соединений.

В работе Е.А. Жолдаса обсуждаются и суммируются результаты экспериментов по синтезу, уточнению кристаллических структур, а также данные по фотолюминесцентным свойствам новых боратов с общей формулой $MMeR(BO_3)_2$, которые были получены методом твердофазной реакции и спонтанной кристаллизации с участием растворителя. Объектом исследования являлись порошки и кристаллы сложных боратов $KSrY_{1-x}Ce_x(BO_3)_2$, $KSrY_{1-x}Tb_x(BO_3)_2$, $KSrY_{1-x}Yb_x(BO_3)_2$, $KSrY_{1-x}Eu_x(BO_3)_2$, $KSrY_{1-x-y}Tb_xYb_y(BO_3)_2$, $NaBaSc_{1-x}Eu_x(BO_3)_2$. $NaBaSc_{1-x}Tb_x(BO_3)_2$, $NaBaSc_{1-x}Yb_x(BO_3)_2$, $NaBaSc_{1-x-y}Eu_xTb_y(BO_3)_2$.

В ходе проведенных исследований были получены следующие результаты:

1. Твердофазным и раствор-расплавным методами были получены легированные соединения боратов $NaBaSc_{1-n-m}(BO_3)_2$: nTb^{3+}, mEu^{3+} (n = 0,05, m = 0,03; 0,05; 0,07); $KSrY_{1-a-b}(BO_3)_2$: aTb^{3+}, bYb^{3+} (a = 0,05; b = 0,02; 0,05; 0,07); $KSrY_{1-x-y}(BO_3)_2$: xCe^{3+}, yEu^{3+} (x = 0,03; y = 0,03; 0,05; 0,07) в виде порошков и кристаллов, а также определены условия проведения синтезов;

2. Было показано, что $NaBaSc(BO_3)_2$ и его моно-легированные и со-легированные соединения ($NaBaSc_{1-n-m}(BO_3)_2$: nTb^{3+}, mEu^{3+}) изоструктурны $KBaY(BO_3)_2$, изотипны с минералом бючлиитом $K_2Ca(CO_3)_2$, и кристаллизуются в тригональной сингонии с пространственной группой $R\bar{3}m$; $KSrY(BO_3)_2$ и его моно-легированные и со-легированные соединения ($KSrY_{1-a-b}(BO_3)_2$: aTb^{3+}, bYb^{3+} (a = 0,05; b = 0,02; 0,05; 0,07) и $KSrY_{1-x-y}(BO_3)_2$: xCe^{3+}, yEu^{3+} (x = 0,03; y = 0,03; 0,05; 0,07)) кристаллизуются в моноклинной пространственной группе $P2_1/m$;

3. Для оценки и получения люминофоров в светодиодах был выбран люминофор $KBaY(BO_3)_2$: $0{,}2Eu^{3+}$, который был объединен с светодиодной УФ-лампой 365 нм (LED) для изготовления светодиода (x = 0,2570, y = 0,1691, индекс цветопередачи (R_a) = 52,9, чистота = 49,6 %).

В ходе выполнения диссертационной работы были применены современные методы физико-химического анализа: твердофазный и раствор-расплавный синтез, рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализы, сканирующая электронная микроскопия с энергодисперсионной приставкой, термический анализ, оптическая спектроскопия. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений. Важным достижением стало и получение патента РК на полезную модель «Способ получения люминесцентных материалов на основе сложного бората, легированного ионами тербия и европия». Таким образом, результаты работы имеют потенциал прикладного применения.

Жолдас Ерасыл проявил себя как грамотный исследователь, с высоким потенциалом научного работника, способного самостоятельно ставить задачи и искать пути их решения. Настоящая диссертационная работа – результат фундаментальных исследований, базирующихся на разработке научных основ получения новых многофункциональных неорганических материалов – порошков и кристаллов щелочно-редкоземельных боратов в сочетании с фазовым анализом, изучением физико-химических свойств и определением условий синтеза и роста кристаллов.

Полученные результаты были доложены диссертантом на зарубежных международных конференциях: 7-я Европейская конференция по выращиванию кристаллов (Париж, Франция), 8-й Азиатский симпозиум по передовым материалам (Новосибирск, Россия); и опубликованы в высокорейтинговых международных журналах: Journal of Alloys and Compounds (импакт-фактор = 6,2), Crystal Growth and Design (импакт-фактор = 3,8).

Все вышеперечисленное позволяет рекомендовать диссертационную работу Жолдас Ерасыла Айдосұлы на тему: «Синтез люминесцентных материалов в системе R_2O_3 – MeO – M_2O – B_2O_3 (R = Sc, Y, Ce, Eu, Tb, Yb; Me = Sr, Ba; M = Na, K)» к защите.

Зарубежный научный консультант,
д.т.н., заведующий лабораторией роста кристаллов
ИГМ им. В.С.Соболева СО РАН Кох А.Е.

ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ
ЗАВ. КАНЦЕЛЯРИЕЙ
ШИПОВА Е.Е.
15.11.2024г

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии
им. В.С.Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (ИГМ СО РАН)
Для документов
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им. В.С.Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (ИГМ СО РАН) * Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им. В.С.Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (ИГМ СО РАН) * Россия, г.Новосибирск