

УДК 548.53, 535.37

DOI: 10.17223/00213411/64/6/95

В.М. ЛИСИЦЫН¹, Л.А. ЛИСИЦЫНА², А.В. ЕРМОЛАЕВ¹, Д.А. МУСАХАНОВ³, М.Г. ГОЛКОВСКИЙ⁴

ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ В ПОЛЕ МОЩНОГО ПОТОКА РАДИАЦИИ

На примере ИАГ:Ce- и MgF_2 :W-материалов показаны преимущества синтеза оптической керамики в поле мощного потока высокоэнергетических электронов. Установлено, что ионизационные процессы являются доминирующими при синтезе. Предполагается, что высокая эффективность процесса формирования новой фазы обусловлена реакциями между короткоживущими продуктами радиолиза при плотности мощности потока электронов, превышающей пороговое значение.

Ключевые слова: керамика, MgF_2 :W, YAG:Ce, радиационный синтез, диссипация энергии, электронные возбуждения.

Введение

Материалы на основе ИАГ:Ce и LiF:W в виде керамики, люминофоров, монокристаллов являются перспективными для преобразования энергии жесткого излучения в видимое в интроскопии, томографии, дозиметрии. Изготовление материалов на основе ИАГ представляет собой сложную задачу, так как температуры плавления исходных веществ различаются, находятся в пределах 2000–2450 °С, технологические процедуры сложны и занимают большое время. Материалы на основе MgF_2 :W являются более термически и радиационно-стойкими, чем LiF:W. Ожидается, что они должны обладать подобными люминесцентными свойствами, но их синтез до настоящего времени не реализован из-за того, что при высоких температурах плавления MgF_2 сложно ввести активатор: W образует со фтором летучие соединения и не входит в решетку рутила.

В [1, 2] показана возможность синтеза керамики на основе ИАГ:Ce и MgF_2 :W принципиально новым методом. Синтез осуществлялся путем прямого воздействия потока высокоэнергетических электронов на смесь оксидов и фторидов металлов со стехиометрическим составом за время, равное 1 с, без предварительной обработки и использования каких-либо добавок. Проведенные исследования показали, что в структуре синтезированных образцов основными являются YAG-фаза и фаза рутила соответственно. Люминесцентные свойства подобны свойствам материалов, полученных традиционными методами [3, 4]. В настоящее время ведутся работы, направленные на повышение эффективности синтеза, получение однородности, определение требований к исходным составам, исследование свойств получаемой керамики. Остаются совершенно непонятными процессы, обеспечивающие столь высокую скорость и эффективность радиационного синтеза полученных материалов. Неизвестно, насколько широк круг материалов, радиационный синтез которых возможен без использования дополнительных воздействий и технологических процедур.

В настоящей работе предпринята попытка обобщения формирующихся представлений о совокупности процессов, обеспечивающих высокую скорость и эффективность радиационного синтеза тугоплавких диэлектрических оптических материалов.

Синтез материалов

Для исследований были приготовлены образцы керамики на основе MgF_2 (температура плавления 1260 °С) и ИАГ (температуры плавления исходных материалов шихты в диапазоне 2072–2425 °С). Шихта представляла собой смеси из порошков MgF_2 или $(Al_2O_3+Y_2O_3)$ стехиометрического состава и активаторов. В шихту MgF_2 в качестве активатора добавлялся порошок оксида вольфрама (WO_3), в смесь $(Al_2O_3+Y_2O_3)$ добавлялась окись церия Ce_2O_3 . Размеры частиц порошков, которые использовались для синтеза в разных экспериментах, были разными: от субмикронных до 0.2 мм. При приготовлении смеси тщательно перемешивались.

Шихта насыпалась в медные тигли с размерами 120×50×40 мм с углублением в верхней части на 5 мм. Затем шихта в тигле подвергалась воздействию потока электронов с энергией 1.4 МэВ, генерируемого ускорителем ЭЛВ-6 (ИЯФ СО РАН) с плотностью мощности W от 8 до 25 кВт/см².

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>