

ОПТИЧЕСКОЕ ПРОПУСКАНИЕ КЕРАМИКИ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ ИЗ КОММЕРЧЕСКОГО НАНОПОРОШКА $MgAl_2O_4$ С ДОБАВКОЙ LiF

Лян Линьсинь, студент 154Б12

Хуан Фули, аспирант А1-53

Деулина Д.Е., аспирант А3-49

Шевченко И.Н., аспирант А1-48

Пайгин В.Д., к.т.н., научный сотрудник НОИЦ «Наноматериалы и нанотехнологии»,

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

Тел. 8-(9234)-365-546

e-mail: ll03@tpu.ru

В работе методом электроимпульсного плазменного спекания была изготовлена керамика на основе алюмомагниевого шпинели с добавкой фторида лития в количестве от 0,1 до 1 мас. %. Изучено влияние фторида лития на оптическое пропускание керамики из алюмомагниевого шпинели методом электроимпульсного плазменного спекания.

Ключевые слова: оптическая керамика, электроимпульсное плазменное спекание, алюмомагниевого шпинель, фторид лития, нанопорошки.

Прозрачная керамика на основе алюмомагниевого шпинели ($MgAl_2O_4$, MAS) является одним из перспективных оптических материалов, обладающий уникальным комплексом оптических и физико-механических свойств. В последние годы появляется все большее количество работ, посвященных исследованию вопросов синтеза и консолидации алюмомагниевого шпинели. MAS керамика востребована в оптическом приборостроении, авиационной промышленности, машиностроении, где она используется в качестве элементов пассивной оптики [1, 2].

Для изготовления MAS-керамики применяются разные методы консолидации, среди которых перспективным считается электроимпульсное плазменное спекание (ЭИПС). Этот метод позволяет за короткое время получить изделий с плотностью близкой теоретической, сохранить фазовый состав, структуру и чистоту консолидируемого материала [3, 4].

Одна из основных проблем при ЭИПС оптически прозрачной керамики – загрязнение спекаемого материала углеродом, в следствие использования графитовой оснастки. Одним из вариантов решения указанной проблемы является применение спекающих добавок на основе соединений фтора [5–8].

Целью настоящей работы является изучение влияния фторида лития на пропускание керамики на основе алюмомагниевого шпинели.

В качестве исходных материалов использовали нанопорошок алюмомагниевого шпинели (SC30R, Baikowski Malakoff Inc., США) и микропорошок фторида лития (СХК, Россия). Содержание LiF в образцах варьировалось от 0,1 до 1 мас. %.

Смешивание проводили в изопропиловом спирте с использованием шаровой мельницы в течение 48 часов. После перемешивания полученную суспензию до полного испарения влаги.

Консолидацию керамики проводили методом ЭИПС на установке SPS-515S (SPS SYNTEX INC, Япония). Процесс спекания проводили в вакууме при температуре 1300 °С под давлением статической подпрессовки 100 МПа, продолжительность изотермической выдержки на заданной температуре спекания составила 15 мин.

В результате ЭИПС были получены образцы толщиной от 2 до 2,2 мм, диаметром – 14 мм. Измерение пропускание образцов в диапазоне длин волн от 190 до 1100 нм проводили на спектрофотометре СФ-56 УВИ (ОКБ Спектр, Россия).

Спектры пропускания образцов представлены на рис. 1.

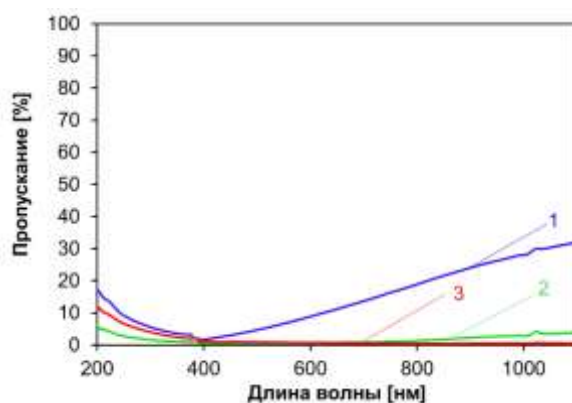


Рис. 1. Спектр пропускания образцов керамики на основе $MgAl_2O_4$:
1 – MAS: 0,1 мас. % LiF; 2 – MAS: 0,5 мас. % LiF; 3 – MAS: 1 мас. % LiF

Полученные образцы демонстрируют относительно низкое пропускание в ультрафиолетовой области, в диапазоне длин волн от 200 до 400 нм. Наблюдается аномальное понижение пропускания с увеличением длины волны в указанном диапазоне. В видимой области, в диапазоне длин волн от 400 до 700 нм, наблюдается повышение пропускания до 15 %. В инфракрасной области, в диапазоне длин волн от 700 до 1100 нм, наблюдается повышение пропускания до 32 %. Наибольшее пропускание демонстрирует образец, содержащий 0,1 мас. % LiF.

В работе изучено влияние LiF в количестве от 0,1 до 1 мас. % на пропускание керамики из алюмомагниевого шпинели. Показано, что с увеличением содержания LiF от 0,1 до 1 мас. % пропускание в видимой и инфракрасной областях понижается.

Работа выполнено при частичной поддержке проекта РНФ № 23-73-01241 на оборудовании ЦКП НОИЦ «Наноматериалы и нанотехнологии» Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Список литературы

1. Sickafus K.E., Wills J.M., Grimes N.W. Structure of spinel // J. Am. Ceram. Soc. – 1999. – Vol. 82. – P. 3279–3292.
2. Xiao Z., Yu S., Li Y., Ruan S., Kong L.B., Huang Q., Huang Z., Zhou K., Su H., Yao Z., Que W., Liu Y., Zhang T., Wang J., Liu P., Shen D., Allix M., Zhang J., Tang D. Materials development and potential applications of transparent ceramics: A review // Materials Science and Engineering: R: Reports. – 2020. – Vol. 139. – 100518.
3. Wang S.F., Zhang J., Luo D.W., Gu F., Tang D.Y., Dong Z.L., Tan G.E.B., Que W.X., Zhang T.S., Li S., Kong L.B. Transparent ceramics: Processing, materials and applications // Progress in Solid State Chemistry. – 2013. – Vol. 41, I. 1–2. – P. 20–54.
4. Wang C., Zhao Z. Transparent $MgAl_2O_4$ ceramic produced by spark plasma sintering // Scripta Materialia. – Vol. 61, I. 2. – P. 193–196.
5. Zhang M., Liu J., Zhou J. Effect of Eu_2O_3 on sintering densification and corrosion resistance of magnesium aluminate spinel // Ceramics International. – 2022. – Vol. 48, I. 6. – P. 7557–7563.
6. Balabanov S.S., Yavetskiy R.P., Belyaev A.V., Gavrishchuk E.M., Drobotenko V.V., Evdokimov I.I., Novikova A.V., Palashov O.V., Permin D.A., Pimenov V.G. Fabrication of transparent $MgAl_2O_4$ ceramics by hot-pressing of sol-gel-derived nanopowders // Ceramics International. – 2015. – 41. – 13366–13371.
7. Ganesh I., Bhattacharjee S., Saha B.P., Johnson R., Mahajan Y.R. A new sintering aid for magnesium aluminate spinel // Ceramics International. – 2001. – Vol. 27, I. 7. – P. 773–779.
8. Nečina V., Hostaša J., Pabst W., Veselý M. Magnesium fluoride (MgF_2) – A novel sintering additive for the preparation of transparent YAG ceramics via SPS // Journal of the European Ceramic Society. – 2022. – Vol. 42, I. 7. – P. 3290–3296.