

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МЕТАЛЛИЗАЦИИ АЛЮМОНИТРИДНОЙ КЕРАМИКИ

Р.В. ТАРНОВСКИЙ, А.А. ДИТЦ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: tarnovskiy@tpu.ru

Введение

Одним из перспективных направлений электроники и электротехники является производство высокотеплопроводных материалов и изделий на основе нитрида алюминия. Нитрид алюминия обладает рядом уникальных свойств по сравнению с другими материалами, применяемыми в микроэлектронике [1]. Применение нитрида алюминия в качестве основы при изготовлении мощных светодиодов требует нанесение на него токопроводящих паст. Разработанные в большом количестве низкотемпературные серебряносодержащие пасты рассчитаны на оксидные материалы, и поэтому имеют низкую адгезию к нитриду. Увеличить адгезию металлизационных паст к нитриду алюминия можно за счет введения в их состав стеклосвязки [2], которая бы хорошо смачивала нитрид алюминия при низких температурах.

Цель данной работы: разработать состав стеклосвязки, смачивающий нитрид алюминия в диапазоне температур до 700-900 °С.

Эксперимент

В работе были использованы образцы в виде дисков из нитрида алюминия, спеченные до относительной плотности более 98%. Для определения угла смачивания была собрана установка, принципиальная схема которой представлена на рисунке 1.

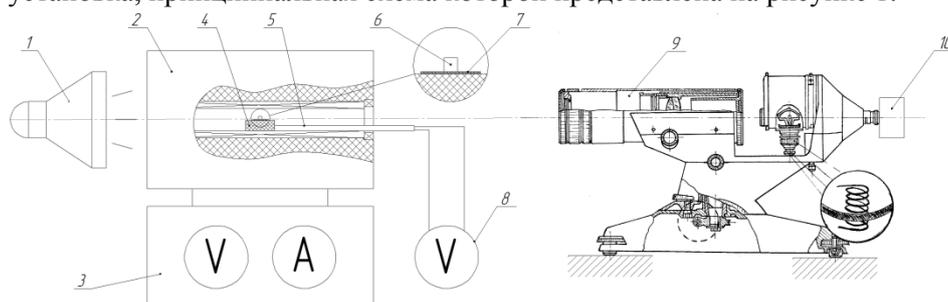


Рисунок 1 – Принципиальная схема установки

Установка состоит из: 1 осветительной системы; 2 – трубчатой печи с регулируемой скоростью нагрева; 3 – системы контроля и управления нагревом; 4 – подставки для образцов; 5, 8 – термопары для контроля температуры образца; 6 – образца стекла; 7 – подложки (диска) из AlN; 9 – оптической системы; 10 – цифровой камеры с выводом изображения на дисплей компьютера.

С помощью данной установки было исследовано несколько стёкол боросиликатного состава на адгезию к нитриду алюминия.

Для дальнейших исследований было решено выбирать составы стёкол только для металлизационных паст на основе серебра. В качестве основы для исследуемых составов стёкол был выбран боросиликатный состав вида (45%_{мол} SiO₂; 20%_{мол} B₂O₃; 5%_{мол} CaO; 20%_{мол} Na₂O (Li₂O); 10%_{мол} Me_mO_n).

В соответствии с задачами исследования, было решено разделить исследуемые составы на две группы:

- 1) Стёкла, взаимодействующие с нитридом алюминия;
- 2) Стёкла, не взаимодействующие с нитридом алюминия.

В связи с этим, в основе для стёкол, не взаимодействующих с нитридом алюминия, было решено оксид натрия Na₂O заменить на оксид лития Li₂O, поскольку Na₂O относится к оксидам, взаимодействующим с нитридом алюминия.

В качестве модификаторов для стёкол, взаимодействующих с нитридом алюминия, были выбраны оксиды K_2O , Cu_2O , CuO , PbO , NiO , CdO , CoO , FeO , ZnO , Cr_2O_3 , Sb_2O_3 , As_2O_3 , Bi_2O_3 , V_2O_5 , MoO_3 , так как значения ΔG_0 для реакций данных оксидов с нитридом алюминия в интервале температур от 0 до 1400 °С отрицательны. Следовательно, данные оксиды относятся к оксидам, взаимодействующим с нитридом алюминия.

В качестве модификаторов для стёкол, не взаимодействующих с нитридом алюминия, были выбраны не взаимодействующие с нитридом алюминия оксиды: BaO , SrO , MgO , BeO , Al_2O_3 , TiO_2 , SnO_2 .

Также были проведены расчёты свойств стёкол выбранных составов с помощью программы SciGlass. Результаты расчётов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчётные свойства стёкол выбранных составов

Основа	Модификатор (10%мол)	Температура размягчения T_f , °С	КТР α , K^{-1}	Диэлектрическая проницаемость ϵ , Тл	Поверхностное натяжение при T_f σ , Н/м	Плотность ρ , г/см ³
45% _{мол} SiO_2 ; 20% _{мол} B_2O_3 ; 5% _{мол} CaO ; 20% _{мол} Na_2O	Na_2O	765,6	1,31E-05	7,572	0,2285	2,548
	K_2O	785,4	1,39E-05	7,772	0,2163	2,532
	Cu_2O	755,7	9,13E-06	?	0,2185	2,742
	CuO	801,6	1,06E-05	6,732	0,2414	2,682
	PbO	795,7	1,09E-05	7,492	0,2239	3,213
	NiO	816,5	1,00E-05	7,062	0,2386	2,713
	CdO	845,7	1,08E-05	7,362	0,2436	2,895
	CoO	816,4	1,00E-05	7,012	0,2386	2,691
	FeO	816	1,10E-05	7,312	0,2376	2,688
	ZnO	830,5	1,03E-05	6,912	0,241	2,68
	Cr_2O_3	938,7	9,47E-06	?	0,2569	2,68
	Sb_2O_3	771,7	1,11E-05	7,062	0,233	3,003
	As_2O_3	772,2	1,28E-05	6,862-?	0,2234	2,605
	Bi_2O_3	749,4	1,14E-05	8,162	0,1649	3,735
	V_2O_5	1011	1,15E-05	?	0,2104	2,448
MoO_3	857,2	1,12E-05	?	0,2285	2,762	
45% _{мол} SiO_2 ; 20% _{мол} B_2O_3 ; 5% _{мол} CaO ; 20% _{мол} Li_2O	Li_2O	845,2	1,02E-05	6,582-?	0,246	845,2
	BaO	882,9	9,41E-06	7,052	0,2531	882,9
	SrO	894,5	9,29E-06	7,002	0,2547	894,5
	MgO	900,2	8,19E-06	6,422	0,2529	900,2
	BeO	900,7	8,21E-06	6,292	0,2529	900,7
	Al_2O_3	1065	7,04E-06	6,222	0,2736	1065
	TiO_2	871,2	7,02E-06	7,352	0,2404	871,2
	SnO_2	887,3	7,56E-06	?	0,2346	887,3

Выводы. Как видно из расчётных данных, представленных в таблице 1, большинство выбранных составов стёкол подходят для металлизационных паст на основе серебра.

Список литературы

1. Косолапов А.А., Дитц А.А., Ревва И.Б., В.М. Погребенков В.М. Высокотеплопроводные материалы полученные методом прессования. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 5 с.
2. Макаров Н.А. Металлизация керамики: Учебное пособие. М. РХТУ им. Д.И. Менделеева. 204.-76 с.
3. Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В. Физико-химические основы смачивания и растекания. М «Химия», 1976 232 с.
4. Шило А.Е. Стеклопокрытия для порошков сверхтвёрдых материалов. Киев: Наук. думка, 1988. – 208 с.