

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 рис. 1.

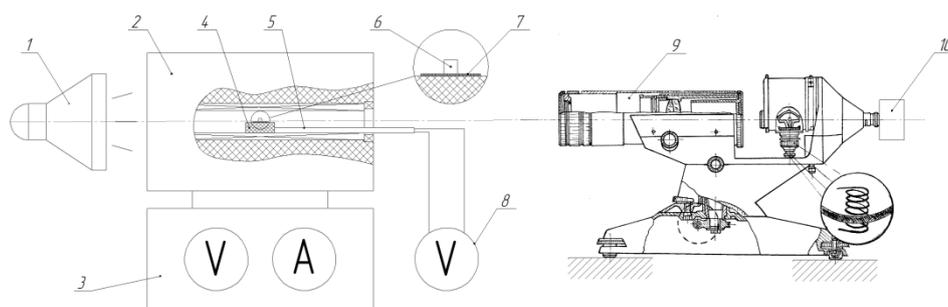


Рисунок 1 – Принципиальная схема установки

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_nO_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 K₂O, Cu₂O, CuO, PbO,

NiO, CdO, CoO, FeO, ZnO, Cr₂O₃, Sb₂O₃, As₂O₃, Bi₂O₃, V₂O₅, MoO₃, так как значения ΔG₀ 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, Al₂O₃, TiO₂, SnO₂.

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	Модифи- катор (10%мол)	Температура размягчения T _f , °С	КТР α, К ⁻¹	Диэлектрическая проницаемость ε, Тл	Поверхностное натяжение при T= T _f σ, Н/м	Плотность ρ, г/см ³
45% мол SiO ₂ ; 20% мол B ₂ O ₃ ; 5% мол CaO; 20% мол Na ₂ O	Na ₂ O	765,6	1,31E-05	7,572	0,2285	2,548
	K ₂ O	785,4	1,39E-05	7,772	0,2163	2,532
	Cu ₂ O	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 ₂ O ₃	938,7	9,47E-06	?	0,2569	2,68
	Sb ₂ O ₃	771,7	1,11E-05	7,062	0,233	3,003
	As ₂ O ₃	772,2	1,28E-05	6,862-?	0,2234	2,605
	Bi ₂ O ₃	749,4	1,14E-05	8,162	0,1649	3,735
	V ₂ O 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 ₂ O ₃ ; 5% мол CaO; 20% мол Li ₂ O	Li ₂ O	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 ₂ O 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., 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.