

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И СОСТАВА СТЕКЛА НА УГОЛ СМАЧИВАНИЯ
НИТРИДА АЛЮМИНИЯ**

Тарновский Р.В.

Научный руководитель: Дитц А.А., доцент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: ditts@tpu.ru

**INFLUENCE OF TEMPERATURE AND GLASS COMPOSITION ON CONTACT ANGLE OF THE
ALUMINUM NITRIDE**

Tarnovskiy R.V.

Scientific Supervisor: Candidate of Technical Sciences A.A. Ditts

National research Tomsk polytechnic university Russia, Tomsk, Lenin Ave., 30

E-mail: ditts@tpu.ru

Abstract – В работе представлены результаты исследования по влиянию состава стекла на угол смачивания подложки из нитрида алюминия. Изготовлена экспериментальная установка, сварены боросиликатные стекла разного состава. Проведено исследование изменения угла смачивания стеклами от температуры, построены графики зависимости. Определены составы стекла, пригодные для применения в качестве стеклосвязки для применения в металлизационных пастах.

Введение

Одним из востребованных сегментов рынка в соответствии с мировыми тенденциями развития является электроника и электротехника (керамические элементы для электронной промышленности, в том числе для теплонагруженных элементов полупроводниковых приборов, мощных светодиодов; изоляторы различного применения для электротехники и энергетики). Одним из перспективных направлений 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 1000 °С.

Эксперимент

В работе были использованы образцы в виде дисков из нитрида алюминия, спеченные до относительной плотности более 98%. Диски подвергали шлифованию и очистке. Поверхности очищали от органических загрязнений в изопропиловом спирте и от воды отжигом при температуре 600 °С. Для определения угла смачивания была собрана установка, принципиальная схема которой представлена на рис. 1.

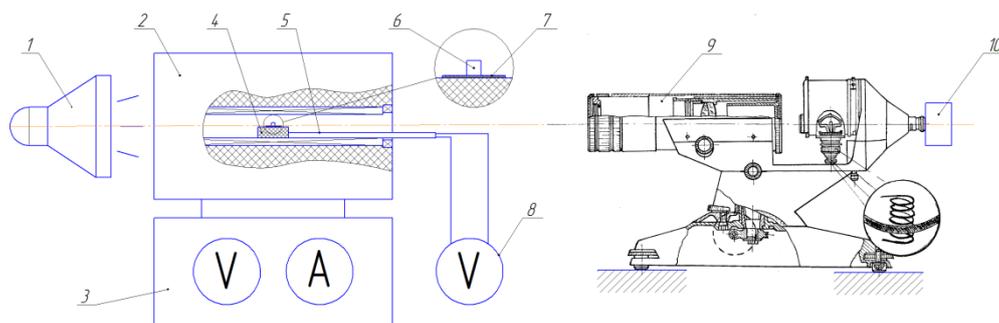


Рис. 1. Принципиальная схема установки

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.

Исследуемое стекло прессовалось в виде цилиндров диаметром 3 мм, высотой 5-6 мм. Для прессования не применяли органических связок. После установки образца в печи ее начинали греть со скоростью от 7 до 10 °С/мин. При достижении температуры 600 °С образец начинали фотографировать через каждые 10 °С. Обработку снимков вели в программном обеспечении поставляемом с цифровой камерой «Микро-Анализ Pro». 4 – 5

Для работы были выбраны стёкла в системе $B_2O_3-SiO_2-Na_2O$, обеспечивающие низкие температуры варки и размягчения. Их составы представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Соотношения компонентов в рассматриваемых стёклах.

Шифр	Содержание компонентов, мол. %									Сумма
	Na ₂ O	CaO	B ₂ O ₃	SiO ₂	V ₂ O ₅	MoO ₃	Al ₂ O ₃	K ₂ O	PbO	
а	20	5	10	65	–	–	–	–	–	100
б	20	5	10	55	10	–	–	–	–	100
в	20	5	10	55	–	10	–	–	–	100
г	20	5	10	55	–	–	10	–	–	100
д	10	5	10	65	–	–	–	10	–	100
е	20	5	10	55	–	–	–	–	10	100
ж	10	5	10	75	–	–	–	–	–	100

Для выбранных составов были выполнены расчеты свойств в специализированной программе SciGlass. Особенно важным из них является зависимость вязкости от температуры. Результаты расчета представлены на рисунке 2.

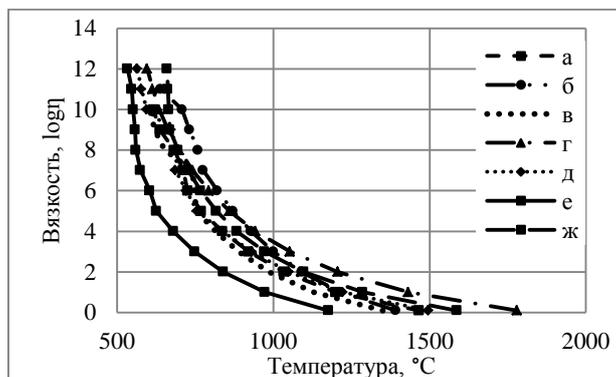


Рис. 2. Зависимость вязкости от температуры

Из расчетных данных видно, что наименее тугоплавким является состав «е», содержащий PbO, а наиболее тугоплавким – состав «г», содержащий Al_2O_3 .

Стекла предложенных составов были «сварены», после чего их измельчали до полного прохождения через сито с размером ячейки 63 мкм. Из порошка стекла прессовали образцы в виде цилиндров с соотношением диаметр/высота = 1/2. На рисунках 3, 4 представлены фотографии образца при разной температуре и данные определения углов смачивания.

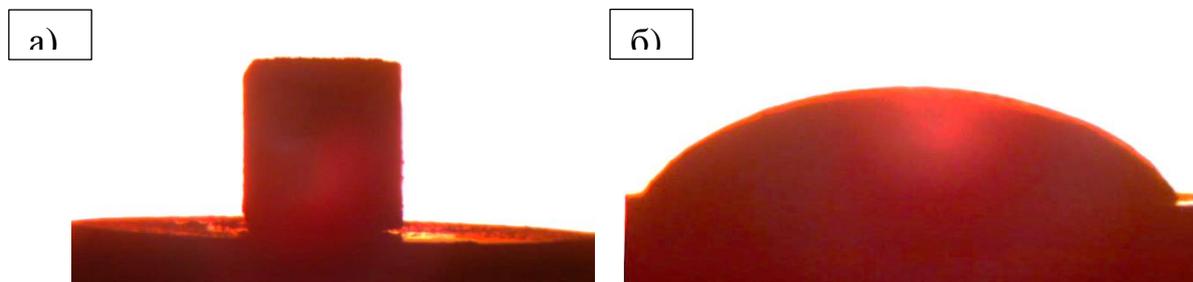


Рис. 3. Фотографии образца стекла состава «е» при температуре: а) 600 °С; б) 860 °С;

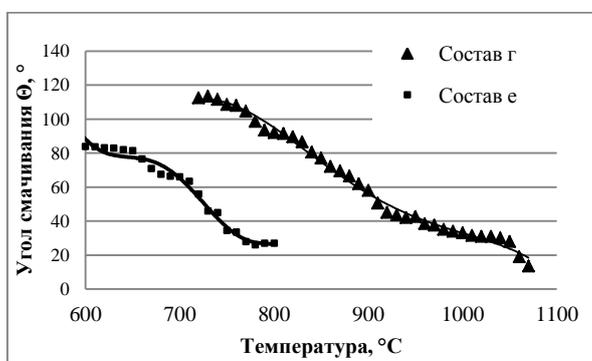


Рисунок 4. Зависимость изменение угла смачивания нитрида алюминия от температуры

Стекло состава «е» смачивает нитрид алюминия (угол Θ достигает 25°) при температуре 800 °С. При этих температурах угол Θ достигает 93° для стекла состава «г». Стекло состава «г» содержит больше тугоплавких оксидов, чем стекло состава «е». Поверхностное натяжение, связанное со свободной поверхностной энергией у этого состава выше при этих температурах. Конечный угол смачивания для состава «г» в два раза ниже, чем для состава «е» (13 и 25 °С соответственно).

Выводы

Стекло состава «е» более пригодно в качестве стеклосвязки для применения в металлизационных пастах с интервалом температур вжигания от 800 до 1000 °С, к которым относятся серебросодержащие металлизационные пасты. Стекло состава «г» применимо в качестве стеклосвязки для молибденовых или молибден-марганцевых паст с интервалом температур вжигания 1200-1350 °С.

Список литературы

1. Макаров Н.А. Металлизация керамики: Учебное пособие. М. РХТУ им. Д.И. Менделеева. 204.-76 с.
2. Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В. Физико-химические основы смачивания и растекания. М «Химия»,1976, 232 с.