

Т. В. Сидоренко*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИПОЕВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ Ag—Cu—O ДЛЯ ПАЙКИ НА ВОЗДУХЕ И МЕТАЛЛИЗАЦИИ ПЕРОВСКИТНОЙ КЕРАМИКИ

Исследована возможность использования медь-серебряных паст для пайки и металлизации на воздухе перовскитной НЦТС-керамики. Проведены эксперименты по смачиванию подобной керамики расплавами системы Ag—Cu—O на воздухе в диапазоне температур 1050—1270 К. Определены оптимальные условия для пайки и составы металлизационных паст. Получены образцы паяных соединений.

Ключевые слова: металлокислородная (воздушная) пайка, металлизация, перовскитная керамика.

Введение

Материалы с перовскитной структурой часто используются в современной электронике и электротехнике. Для их применения важно получить механически прочный и электрически совершенный контакт с другими керамическими или металлическими частями конструкции. Металлические покрытия на поверхности керамики могут служить электродами конденсаторов или промежуточным слоем для соединения керамики с металлом посредством пайки [1].

Ранее нами изучены закономерности смачивания и контактного взаимодействия других перовскитных материалов: титанатов бария и стронция (BaTiO_3 , SrTiO_3), а также твердых расплавов на их основе ($\text{Ba}_{0.3}\text{Sr}_{0.7}\text{TiO}_3$, $\text{Ba}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{TiO}_3$ и др.) [2]. Было показано, что уникальные физико-химические свойства подобных материалов чувствительны к условиям, в которых протекают технологические процессы с их участием (температура эксперимента, парциальное давление кислорода).

В данной работе изучены процессы смачивания на воздухе группы керамических перовскитов со сложным анионом — материалов на основе ниобата-цирконата-титаната свинца (НЦТС) $\text{Pb}_{1.1}\text{Nb}_{0.4}\text{Zr}_{0.8}\text{O}_3$ расплавами системы Ag—Cu—O, исследована микроструктура зоны контакта перовскит—металл и опробована возможность пайки и металлизации на воздухе подобной керамики с использованием паст на основе системы серебро—медь.

Эксперимент и обсуждение результатов

Образцы перовскитной НЦТС-керамики для экспериментов по смачиванию имели форму дисков диаметром около 20 и толщиной 2 мм. Пористость составляла не более 4%. Перовскитные подложки были

* Т. В. Сидоренко — кандидат химических наук, старший научный сотрудник, Институт проблем материаловедения им. И. Н. Францевича НАН Украины, Киев.

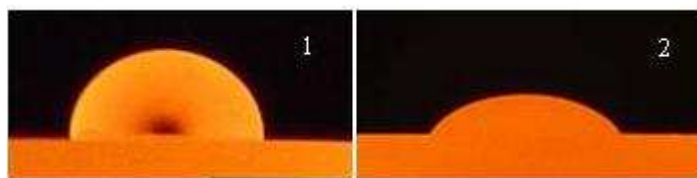


Рис. 1. Фото капли на керамической подложке: 1 — Ag; 2 — Ag—4Cu

Fig. 1. Drops foto on the ceramic substrate: 1 — Ag; 2 — Ag—4Cu

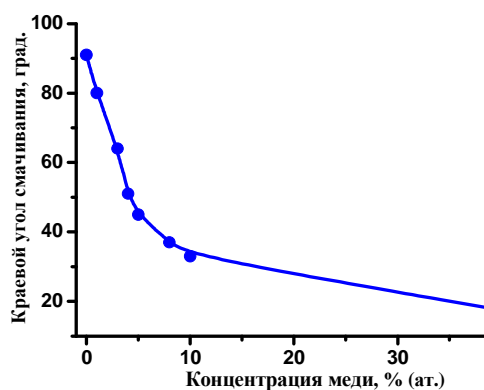


Рис. 2. Зависимость краевого угла смачивания перовскитной НЦТС-керамики от концентрации меди в расплаве (воздух, 1270 K)

Fig. 2. Dependence of wetting contact angle of PNZT-ceramics by Ag—Cu melts on concentration of copper (air, 1270 K)

заранее отшлифованы и отполированы. Шероховатость поверхности составляла $R_a = 0,02$.

Смачивание проводили методом лежащей капли в воздухе при температурах 1170—1270 K. Полученные данные представлены на рис. 1 и 2. Результаты экспериментов по смачиванию в воздушной среде показали, что увеличение содержания меди в расплаве Ag—Cu приводит к снижению контактных углов смачивания для НЦТС-керамики от 92° для чистого серебра до ~30° для расплава Ag—10Cu. Это обусловлено образованием в расплаве металл-кислородных комплексов, способных взаимодействовать с отрицательно заряженной (благодаря ионам кислорода подложки) поверхностью твердой фазы [3].

Из сравнения результатов смачивания на воздухе исследуемой НЦТС-керамики (рис. 2) с изученными нами ранее перовскитами (рис. 3) следует, что подобные материалы имеют сходную динамику смачивания. Это дает возможность предположить, что припои на основе системы Ag—Cu—O, успешно опробованные для титанатов бария и стронция [4], также могут быть использованы для пайки и металлизации на воздухе образцов на основе ниобата-цирконата-титаната свинца.

Кроме того, изучена микроструктура переходной зоны керамика—металл (рис. 4). Показано, что на межфазной границе со стороны керамики формируется переходной слой, содержащий большое количество меди. Подобная картина наблюдалась и для титаната бария в работе [2]. Толщина слоя составляла порядка 2 мкм (в сравнении с 5 мкм для данной концентрации меди в расплаве при контакте с BaTiO_3), что расширяет возможности использования медь-серебряных припоев при пайке НЦТС-керамики для электротехники.

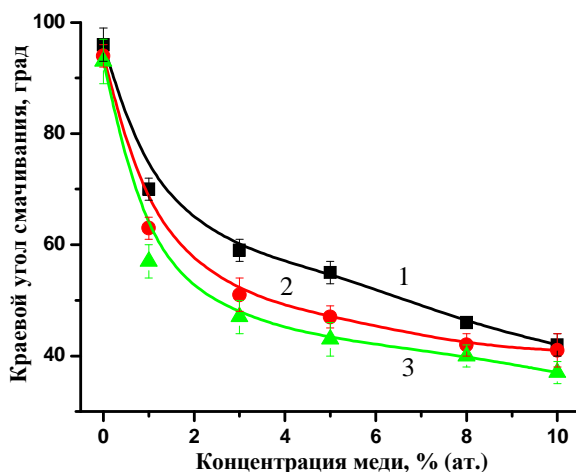


Рис. 3. Зависимость краевого угла смачивания керамических перовскитов BaTiO_3 (1), SrTiO_3 (2), CaTiO_3 (3) от концентрации меди в расплаве (воздух, 1270 К),

Fig. 3. Dependence of wetting contact angle of ceramic perovskites by Ag—Cu melts on concentration of copper (air, 1270 K): 1 — BaTiO_3 ; 2 — SrTiO_3 ; 3 — CaTiO_3

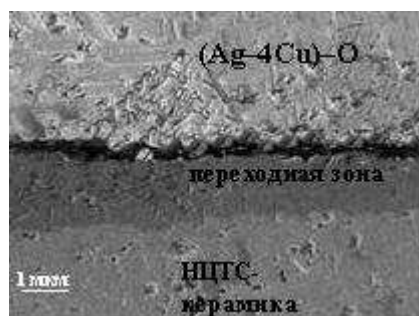


Рис. 4. Микроструктура зоны контакта перовскит—металл (x1000)

Fig. 4. Microstructure of contact zone of perovskite—metal (x1000)

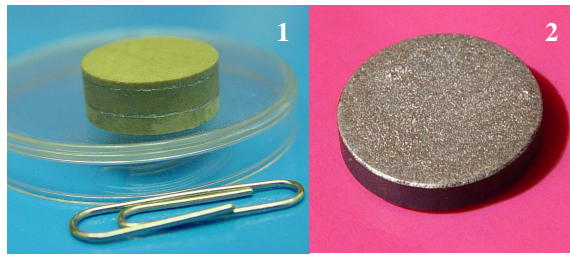


Рис. 5. Паяные (Ag—4Cu , $T = 1170$ К, выдержка 2 ч, воздух) (1) и металлизированные ($(\text{Ag—3Cu)—1Pt}$, $T = 1170$ К, воздух, выдержка 15 мин) (2) образцы перовскитной керамики

Fig. 5. Brazed (1) (Ag—4Cu , $T = 1170$ K, holding time 2 hours, air) and metalized ($(\text{Ag—3Cu)—1Pt}$, $T = 1170$ K, air, holding time 15 min) (2) samples of perovskite ceramics

На основании полученных нами данных выбраны и опробованы припойные композиции, которые содержали Ag и 3—5% (ат.) Cu (рис. 5, 1). Кроме того, разработаны металлизационные пасты, содержащие Ag + (3—5)% (ат.) Cu + 1% (ат.) Pt, которые можно использовать для металлизации и воздушной пайки перовскитной НЦТС-керамики (рис. 5, 2).

Выводы

Исследованы процессы смачивания на воздухе перовскитной керамики на основе ниобата-цирконата-титаната свинца расплавами системы Ag—Cu—O. Получена кривая зависимости краевых углов смачивания керамики от содержания меди в расплаве. Опробованы составы припоев, режимы пайки и получены образцы паяных соединений с использованием пасты Ag—4Cu ($T = 1170$ К, выдержка 2 ч, воздух) и металлизированные поверхности перовскита с использованием пасты (Ag—3Cu)—1Pt ($T = 1170$ К, выдержка 15 мин, воздух).

РЕЗЮМЕ. Досліджено можливість паяння та металізації на повітрі перовскітної НЦТС-кераміки з використанням паст на основі порошоків срібло—мідь. Проведено серію експериментів по змочуванню подібної кераміки розплавами системи Ag—Cu—O на повітрі в діапазоні температур 1050—1270 К. Визначено оптимальні умови для паяння та складі металізаційних паст. Отримано зразки паяних з'єднань.

Ключові слова: металокисневе (повітряне) паяння, металізація, перовскітна кераміка.

1. Рубашов А. М. Термостойкие диэлектрики и их спаи с металлами в новой технике / [А. М. Рубашов, Г. И. Бердов, Н. В. Гаврилов и др.]. — М. : Атомиздат, 1980. — 246 с.
2. Найдич Ю. В. Адгезия и контактное взаимодействие металлических расплавов с титанатом бария и другими перовскитными материалами / Ю. В. Найдич, Т. В. Сидоренко. — К. : Наук. думка, 2013. — 156 с.
3. Найдич Ю. В. Контактные явления в металлических расплавах. — К. : Наук. думка, 1972. — 196 с.
4. Найдич Ю. В. Пайка сегнетоэлектрической керамики в воздушной среде и чистом кислороде / Ю. В. Найдич, Т. В. Сидоренко, А. В. Дуров // Автоматическая сварка. — 2009. — № 1. — С. 22—24.

Поступила 05.11.15

Sydorenko T. V.

**Brazing and metallization of perovskite PNZT-ceramics
using Ag—Cu—O filler in the air**

The possibility of air brazing and metallization on air of perovskite PNZT ceramics using silver-copper filler was investigated. A series of wetting experiments of ceramic perovskite by Ag—Cu—O melts on the air at temperatures 1050—1270 K were carried out. The optimal conditions for brazing and metallization of PNZT—ceramics were defined.

Keywords: *metal-oxygen (air) brazing, metallization, perovskite ceramics.*