

СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ТОЛСТОПЛЕНОЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ СТРУКТУРАХ СТЕКЛО -Ag (Ag-Pd) – Sn-Pb

Ш.Д. Курмашев, Н.Н. Садова, Т.И. Лавренова, Т.Н. Бугаева

Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова,
ул. Дворянская, д. 2, Одесса, 65026, Украина

При изготовления толсто пленочных проводников, контактных площадок (КП) и токосъемных элементов гибридных интегральных схем и солнечных батарей применяются композиты на основе “стекло – Ag, Ag-Pd” и системы “стекло–Ag, Ag-Pd” – Sn-Pb. Наиболее распространенным способом получения контакта стекло -Ag (Ag-Pd) – Sn-Pb является пайка пастообразными Sn-Pb припоями [1]. Исследования показали, что на практике происходят отказы ГИС, связанные с частичным или полным разрушением контактов (рис. 1 а) или их деградацией (рис. 1 б,в) уже через 2,5 - 5 месяцев с начала эксплуатации изделий.

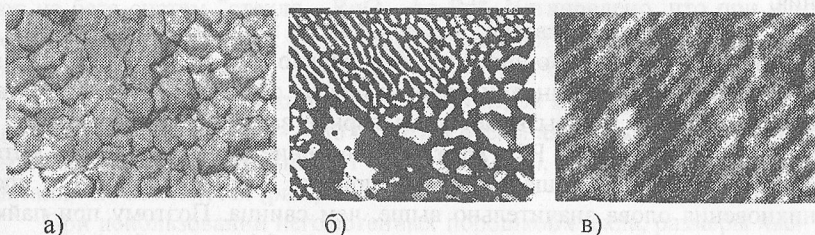


Рис. 1 – Поверхность контакта стекло–Ag,Pd - Sn-Pb. Режим вторичных и отраженных электронов (1000 $\times$). а) - Разрушение контакта. б), в) - Деградация структуры.

Настоящая работа посвящена исследованию влияния структурно-фазовых особенностей толсто пленочных проводниковых слоев на основе системы Ag-Pd на процессы физико-химического взаимодействия материала КП с припоем ПОС-61.

Установлено, что образование в стеклянной матрице интерметаллических соединений Ag_xPd_y и фаз сложной пространственной структуры типа $\text{Me}(\text{OH}_2)_k^1$ уплотняет структуру, препятствуют процессам растворения функционального материала КП (Ag, Pd) в расплаве припоя и блокирует диффузию Sn в стеклянную матрицу.

Получены распределения концентрации элементов по глубине диффузионной зоны системы Ag-Pd - Sn-Pb. Установлено, что взаимодействие расплава Sn-Pb (при температуре 250°C) с материалом толстой пленки приводит к ликвации компонентов припоя с выделением Sn в зоне контакта и кристаллизацией Pb на расстоянии 60-70 мкм от границы раздела. Такое перераспределение можно объяснить наличием процесса растворения, проходящим по двум механизмам: кинетический режим - диффузия через межфазную границу; диффузионный (гетеродиффузия растворенного металла в жидком расплаве, который приводит к изменению химического состава).

Получены выражения, описывающие кинетику растворения. Для кинетического режима: $n=n_{\infty}\{1-\exp[-(\omega_r\rho/n_{\infty})(S/V_{\text{ж}})t]\}$; для диффузионного: $n=n_{\infty}\{1-\exp[-(D/\delta)(S/V_{\text{ж}})t]\}$, где n – концентрация; n_{∞} – концентрация насыщения; ω_r – скорость кристаллизации; ω_r – вероятность перехода твердого металла в жидкий; ρ – поверхностная плотность твердого металла; S – площадь контакта; $V_{\text{ж}}$ – объем жидкого припоя; δ – толщина пограничного слоя. При наличии двух механизмов: $n=n_{\infty}\{1-\exp[-\alpha(S/V_{\text{ж}})t]\}$, где $\alpha=(V_{\text{ж}}/S)\ln[n_{\infty}/(n_{\infty}-n)]$ – константа скорости растворения.

Исследования показали, что основными причинами разрушения и деградации композиционных структур стекло -Ag (Ag-Pd) – Sn-Pb являются пространственная неуплотненность структуры (механическая смесь оксидов), что вызывает капиллярное затекание Sn при пайке и взаимодиффузию Ag и Pd в Sn, т.е. растворение функционального материала контактной площадки (КП) в припое. Глубина и скорость проникновения олова значительно выше, чем свинца. Поэтому при пайке проводниковых слоев на основе системы Ag-Pd целесообразно применять припои с более высоким содержанием Pb и низким содержанием Sn, либо, для предотвращения растворения КП использовать диффузионные барьерные слои других металлов.

Литература:

1. Панов Л.И., Сидорев Р.Г. Опыт совершенствования толстопленочной технологии // *Технология и конструирование в электронной аппаратуре*. – 2002. – №1. – С. 43 - 46.