

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ АКТИВАЦИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОННЫХ СБОРОК

В.Л.Ланин

Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники, г.Минск

Современные процессы пайки в электронике и приборостроении активируют концентрированными потоками энергии: ультразвуковой, высокочастотной, инфракрасной, лазерной и др., обеспечивающими локальное и в основном бесконтактное воздействие источника нагрева на паяемые детали, ускорение процессов физико-химического взаимодействия, что создает новые возможности соединения разнородных по химическому составу и свойствам материалов.

Активация пайки энергией ультразвуковых (УЗ) колебаний частотой 18-70 кГц и интенсивностью $(0,1-0,5) \text{ МВт/м}^2$ позволяет за счет явлений кавитации, микропотоков соединять такие труднопаяемые материалы, как керамику, стекло, ферриты, полупроводники и экономить при этом драгоценные металлы: серебро, золото, палладий, платину. Подготовка выводов электрорадиоэлементов (ЭРЭ) и деталей к монтажу включает одну из наиболее трудных операций – лужение выводов. Проблемы, возникающие при этом, связаны: во – первых, с низкой активностью спиртоканифольных флюсов и ухудшением паяемости покрытий; во-вторых, с нежелательным использованием активных флюсов ввиду трудностей удаления его остатков. УЗ лужение выводов компонентов: резисторов, конденсаторов, интегральных схем, коммутационных элементов восстанавливает их паяемость, утраченную после длительного хранения, позволяет отказаться от применения активированных флюсов и операции их очистки.

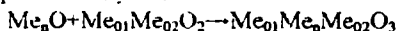
Для УЗ активации возможно использование различных видов механических колебаний, вводимых с помощью излучателей в жидкую фазу и являющихся по своей природе упругими волнами: продольных, сдвиговых, крутильных, комбинированных.

При использовании продольных колебаний, распространяемых параллельно обрабатываемой поверхности, их энергия тратится на кавитационные явления вблизи зоны взаимодействия, улучшая процесс смачивания материала припоем. Кавитационное давление в припое возрастает в среднем на 25%, увеличивая прочность сцепления припоя с ней не менее чем в 1,5 раза /1/.

Ультразвуковая металлизация расплавами припоев керамических и стеклокерамических материалов, обеспечивая высокую прочность спаев с указанными материалами, создает условия для замены драгоценных металлов. Однако недостаток сведений о физической и химической сущности происходящих при этом процессов затрудняет оптимизацию параметров процессов и их практическое использование.

Теоретическими и экспериментальными исследованиями установлено, что физико-химическая модель формирования спаев со стеклокерамическими материалами при УЗ металлизации включает следующие процессы [2]:

- генерацию в зоне обработки мощных силовых импульсов давления (до 10^7 Па) за счет захлопывания кавитационных полостей в расплаве припоя;
- разрушение мономолекулярных газовых пленок на поверхности материала и обеспечение непосредственного контакта расплава с поверхностью на атомарном уровне;
- смачивание поверхности расплавом при воздействии интенсивных кавитационных процессов в припое, когда величина кавитационного давления в припое превышает 1,5 кПа;
- возникновение локальных тепловых микрополей с температурой до 1300°C и инициирование химического взаимодействия компонентов припоя со стеклокерамикой;
- протекание окислительных реакций между двойными оксидами аморфной фазы стеклокерамики, отличающимися меньшей устойчивостью, и оксидами диффузионно-подвижного компонента расплава припоя следующего типа:



- ускорение физико-химического взаимодействия на границе расплав-поверхность за счет акустических микро- и макропотоков в расплаве, обеспечивающих массоперенос микрообъемов припоя к поверхности.

Модель имеет термохимический характер, активирующим фактором являются УЗ колебания, воздействие которых на расплав позволяет резко интенсифицировать процессы смачивания стеклокерамического материала, а за счет вторичных эффектов инициировать процессы химического взаимодействия между компонентами припоя и аморфной фазой стеклокерамики.

Процессы УЗ металлизации используются при изготовлении стеклокерамических конденсаторов с электродами из алюминиевой фольги, что позволяет экономить при этом драгоценный металл – серебро /3/.

Пропускание тока через зону взаимодействия при металлизации труднопаяемых металлов повышает прочность сцепления с основой в 1,5-1,8 раза за счет усиления диффузионного взаимодействия соединяемых материалов вследствие перемещения диффузионно-подвижного элемента в соединении. Ширина диффузионной зоны в этом случае увеличивается до 2 раз /4/.

Использование ультразвука при лужении выводов ЭРЭ позволяет избежать применение флюсов, устранить операцию отмытки его остатков, однако создает определенные трудности. Ультразвуковые ванны лужения типа УЗВЛ-0,4 имеют такие недостатки, как неравномерность интенсивности УЗ колебаний по объему припоя в ванне, малую поверхность зеркала припоя, повышенное шлакообразование припоя, отсутствие температурной стабилизации расплава.

Для повышения качества ультразвукового лужения выводов ИМС и уменьшения безвозвратных потерь припоя рационально использовать различные способы введения ультразвуковых колебаний в локальный объем припоя, реализуемые с помощью излучателей, встраиваемых в ванны с припоем. Одновременно с этим происходит концентрация ультразвуковой энергии в зоне погружения /5/.

В качестве излучателей используют концентраторы различного типа и акустические развязки с ванной лужения.

Для локального ввода колебаний использовался поршневый излучатель, удовлетворяющий соотношению: $L_{\text{изл}}/D=1,5-1,8$ где $L_{\text{изл}}$ – длина излучающей поверхности, D – диаметр волновода, что обеспечивает режим излучения плоской волны. Излучатель представлял собой пластину в форме скругленного сверху прямоугольника, жестко связанного с торцом конического волновода. Толщина излучателя выбиралась из соотношения $h/1=0,1-0,15$, где 1 – длина ультразвуковой волны, что позволяет рассматривать излучатель как сосредоточенную массу /6/.

Поскольку по краям излучателя, а также в центре места присоединения концентратора амплитуда ультразвуковых колебаний выше, чем в остальных точках, то это приводит к неравномерности кавитационных процессов в приповерхностном слое припоя, и как следствие – ведет к неравномерности лужения выводов радиоэлементов и

деталей электронной техники. Для устранения этого осуществлена девиация частоты с помощью блока управления частотой ультразвукового генератора. При этом происходит частичное уменьшение амплитуды в точках максимума (порядка 3-5 мкм) и значительное увеличение амплитуды (порядка 10 мкм) в точках минимума. Как следствие, происходит выравнивание распределения амплитуды ультразвуковых вибраций по поверхности излучателя.

Для повышения качества лужения изделий за счет равномерного распределения амплитуды ультразвуковых колебаний в рабочей зоне лужения, соответствующей размерам облуживаемого изделия, устройство УЗ лужения снабжено излучающей пластиной, жестко закрепленной одним концом на волноводе в месте пучности ультразвуковых колебаний и погруженной в ванну с расплавленным припоем на глубину, равную длине облуживаемых выводов изделия и имеющей длину, не превышающую $\lambda/8$, где λ -длина ультразвуковой волны в материале пластины [7].

Пластина излучает колебания в расплавленный припой, создавая локальную зону лужения на глубине, равной длине облуживаемых выводов изделий. Для равномерности распределения амплитуд колебаний пластина имеет длину, не превышающую $\lambda/8$.

Устройства локального УЗ лужения отличаются малыми габаритами и потребляемой мощностью, обеспечивают равномерность интенсивности УЗ воздействия в зоне лужения, что позволяет встраивать их в автоматы лужения и повышать качество процесса.

Перспективы научных исследований и практических разработок в этой области связаны с использованием комбинированных способов активации, например, сочетания УЗ с газовой, токовой, инфракрасной активацией, что позволит обеспечить высокую прецизионность и регулируемость концентрируемых потоков энергии при создании электрических и механических соединений в условиях дефицита материалов и энергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ланин В.Л., Еондарик В.М. Ультразвуковая металлизация композиционных материалов. /Материалы, технологии, инструменты. Т.3, №2, 1998, с.47.