



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21)(22) Заявка: **2007148249/02, 19.07.2006**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**19.07.2006**

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
**19.07.2005 JP 2005-208134**(43) Дата публикации заявки: **27.08.2009** Бюл. № 24(45) Опубликовано: **27.01.2011** Бюл. № 3(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: **JP 2001237536 A1, 31.08.2001. WO 9709455  
A1, 13.03.1997. US 4634044 A1, 06.01.1987. RU  
2254971 C2, 20.06.2005.**(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: **19.02.2008**(86) Заявка РСТ:  
**JP 2006/314240 (19.07.2006)**(87) Публикация заявки РСТ:  
**WO 2007/010927 (25.01.2007)**

Адрес для переписки:

**101000, Москва, М.Златоустинский пер., 10,  
кв.15, "ЕВРОМАРКПАТ", пат.пов.  
И.А.Веселищкой, рег. № 11**

(72) Автор(ы):

**НИШИМУРА Тетсуо (JP)**

(73) Патентообладатель(и):

**НИХОН СЬЮПИРИЕР СХА КО., ЛТД. (JP)****(54) ПОПОЛНЯЕМЫЙ БЕССВИНЦОВЫЙ ПРИПОЙ И СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ  
КОНЦЕНТРАЦИИ МЕДИ И НИКЕЛЯ В ВАННЕ ДЛЯ ПАЙКИ**

(57) Реферат:

Изобретения могут быть использованы для регулирования концентрации Cu и Ni в ванне для пайки, резко меняющейся в зависимости от особенностей следующего за пайкой процесса. В ванну для пайки погружением помещают деталь, представляющую собой печатную плату с покрытием из медной пленки или медный проволочный вывод, или медный ленточный вывод, которую после процесса пайки подвергают обработке с использованием воздушного ножа или штампа. До того как

концентрация Cu в ванне с припоем превысит контрольное значение, а концентрация Ni снизится относительно контрольного значения, в ванну подают пополняющий бессвинцовый припой, состоящий в основном из Sn и содержащий по меньшей мере Ni в количестве от 0,01 мас.% до 0,5 мас.%. После загрузки бессвинцового припоя с данным составом концентрация припоя в ванне для пайки, которая резко изменилась в результате последующей обработки, быстро возвращается в необходимый интервал, что позволяет

RU 2410222 C2

RU 2410222 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
*B23K 35/26* (2006.01)  
*B23K 1/08* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2007148249/02, 19.07.2006**

(24) Effective date for property rights:  
**19.07.2006**

Priority:

(30) Priority:  
**19.07.2005 JP 2005-208134**

(43) Application published: **27.08.2009 Bull. 24**

(45) Date of publication: **27.01.2011 Bull. 3**

(85) Commencement of national phase: **19.02.2008**

(86) PCT application:  
**JP 2006/314240 (19.07.2006)**

(87) PCT publication:  
**WO 2007/010927 (25.01.2007)**

Mail address:

**101000, Moskva, M.Zlatoustinskij per., 10, kv.15,  
"EVROMARKPAT", pat.pov. I.A.Veselitskoj, reg.  
№ 11**

(72) Inventor(s):

**NIShIMURA Tetsuro (JP)**

(73) Proprietor(s):

**NIKhON S'JuPIRIER SKhA KO., LTD. (JP)**

**(54) REPLANISHABLE LEADLESS SOLDER AND METHOD OF CONCENTRATING COPPER AND NICKEL IN SOLDERING BATH**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: part, a p.c.b. coated by copper film, or a copper wire terminal, or a copper strip terminal, is dipped into, soldering bath, said part after soldering being subjected to processing by air knife or stamp. After Cu concentration in bath with solder exceeds check value and Ni concentration

drops below said value, replenishing leadless solution is fed into bath, consisting mainly of Sn and containing, at least, Ni in amount of 0.01 wt % to 0.5 wt %. After feeding leadless solder of said composition, solder concentration, changed abruptly, quickly returns into required range.

EFFECT: soldering without changing solder.

5 cl, 2 dwg

RU 2 410 222 C2

RU 2 410 222 C2

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к бессвинцовому припою, которые пополняют с целью регулирования концентрации меди (Cu) и никеля (Ni) в ванне для пайки погружением при быстром изменении их концентраций под влиянием конкретных условий последующего процесса, а также к способу регулирования концентрации Cu и Ni в указанной ванне при конкретных условиях.

Предпосылки создания изобретения

Известен квазиэвтектический оловянно-свинцовый (Sn-Pb) припой, который имеет широкое применение благодаря низкой точке плавления и надежности. Тем не менее с учетом требований к охране окружающей среды растет потребность в бессвинцовом припое. В настоящее время широко применяется бессвинцовый оловянно-медный (Sn-Cu) припой, в частности оловянно-медно-никелевый (Sn-Cu-Ni) припой с более высокой текучестью, чем другие бессвинцовые припои. Sn-Cu-Ni припой является предпочтительным, поскольку исключает дефекты пайки, в том числе сглаживание поверхности пайки, перемычки, соединения со сквозным отверстием, непропаянные соединения и т.п., способные создавать проблемы в условиях массового производства.

Печатную плату электронных устройств с покрытием из медной пленки и компоненты электронной схемы с медными проволочными или ленточными выводами погружают в ванну для пайки. Медь способна растворяться в ванне для пайки погружением, в результате чего ее концентрация в ванне постепенно повышается. В результате, образуется интерметаллическое соединение Sn-Cu с высокой температурой плавления, не плавящееся при заданной температуре плавления в ванне. Это соединение сцепляется с деталью для пайки. Таким образом, ухудшается качество пайки. В Japanese Open Gazette, номер 2001-237536 предложена методика регулирования концентрации с целью преодоления данного недостатка. Согласно предложенной методике в ванну подают дополнительный припой с низкой концентрацией Cu, чтобы поддерживать концентрацию Cu на постоянном уровне или ниже его.

Раскрытие изобретения

Задачи изобретения

После лужения путем погружения детали в ванну для пайки и затем ее извлечения из ванны для пайки обычно осуществляют выравнивание с использованием так называемого выравнивателя припоя воздушным ножом (горячим воздухом), в дальнейшем именуемого HASL (от английского - hot-air solder leveler). В процессе выравнивания избыток припоя удаляют с помощью воздушного ножа путем продувания детали воздухом высокой температуры и давления. В результате этой операции повышение концентрации существенно превышает предполагаемое изменение концентрации Cu в ванне для пайки погружением согласно описанной методике регулирования концентрации Cu. Более точно, несмотря на небольшую площадь обработки детали, скорость повышения концентрации Cu в ванне очень высока. Это конкретное явление также имеет место при протяжке детали с использованием штампа.

Когда HASL удаляет избыток припоя с детали после ее погружения в ванну для пайки, концентрация Ni в Sn-Cu-Ni бессвинцовом припое в ванне быстро падает, несмотря на небольшую обрабатываемую площадь детали. Снижение концентрации Ni приводит к ухудшению текучести расплавленного припоя и образованию дефектов сглаживания поверхности пайки, отверстий, непропаянных соединений и других дефектов. В условиях массового производства эти дефекты

способны создавать серьезные сложности, такие как остановка целой производственной линии. В связи с этим, регулирование концентраций Cu и Ni в ванне для пайки погружением является весьма важным фактором обеспечения надежности производства.

5 Устранение названных недостатков положено в основу настоящего изобретения, задачей которого является создание бессвинцового припоя, пополняемого с целью регулирования быстро меняющихся концентраций Cu и Ni и их доведения до приемлемого диапазона без замены припоя, находящегося в ванне для пайки  
10 погружением, и также способа регулирования концентраций Cu и Ni.

Средства решения задач изобретения

Автором настоящего изобретения проведены исследования с целью получения раствора, реагирующего на быстрое изменение концентраций Cu и Ni в расплавленном припое в ванне для пайки погружением, что было неосуществимо обычными  
15 способами. Более точно, исследованы конкретные условия применения HASL или штампа в последующем процессе. Конкретные условия отличаются от условий способа регулирования концентрации, принятого при пайке волной припоя, когда распыляют расплавленный припой и создают волну, а Cu растворяют только тогда,  
20 когда волна сталкивается с задней поверхностью печатной платы.

Например, поскольку HASL распыляет воздух высокой температуры и давления, распыляемый воздух оказывает определенное ударное действие на саму деталь. В результате, происходит удаление не только припоя, но также некоторого количества Cu, находящейся на поверхности детали. В ходе дальнейших исследований было  
25 установлено, что физическая сила (ударное действие и т.п.), которой HASL и штамп воздействуют на деталь, удаляет слои припоя, включая слой на границе раздела (Ni, Cu)<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>, образующийся между Cu на поверхности детали и слоем припоя.

Cu, которая в большем количестве присутствует на поверхности детали, чем на слое  
30 припоя, легко перемещается в слой на границе раздела между деталью и слоем припоя, в результате чего образуется слой с высоким содержанием Cu. Если слой припоя, включая слой на границе раздела между припоем и деталью, удаляют с помощью HASL или подобного устройства, в результате возврата припоя в ванну для пайки погружением в ней быстро повышается концентрация Cu.

35 В результате быстрого повышения концентрации Cu в ванне для пайки погружением образуется интерметаллическое соединение Sn-Cu.

Интерметаллическое соединение Sn-Cu остается на дне ванны. Поскольку при кристаллизации интерметаллического соединения Sn-Cu оно расходует Ni из ванны,  
40 концентрация Ni в ванне быстро падает. Даже если поддерживать рабочую температуру в ванне на уровне около 260°C, чтобы замедлить образование интерметаллического соединения Sn-Cu, быстрое повышение концентрации Cu невозможно регулировать. В результате, на дне ванны образуется интерметаллическое  
45 соединение Sn-Cu, что, естественно, приводит к захвату Ni. Ni, который в небольших количествах присутствует в бессвинцовом припое, обычно не содержится в детали, такой как печатная плата. При каждой обработке детали, концентрация Ni в ванне снижается. Поскольку небольшое количество Ni является существенным фактором припоя Sn-Cu-Ni, обеспечивающим высокую текучесть, для обеспечения надежности  
50 производства важно своевременно пополнять Ni, количество которого уменьшается в результате обработки детали.

В случае применения конкретного устройства, такого как HASL, происходит резкое изменение концентраций Cu и Ni в ванне для пайки погружением, в связи с чем

необходимо точное регулирование концентраций. В результате глубоких исследований упомянутых выше проблем стала понятна необходимость дополнительно пополнять количество припоя до повышения концентрации Cu на заданную величину, установленную в качестве максимального изменения концентрации, и до снижения концентрации Ni на заданную величину, установленную в качестве максимального изменения концентрации. Также было установлено, что оптимальное регулирование концентрации невозможно обеспечить без регулирования состава пополняемого бессвинцового припоя.

Предложенный в настоящем изобретении бессвинцовый припой пополняют в ванне, в которую помещают деталь, представляющую собой печатную плату с покрытием из медной пленки, медный проволочный вывод или медный ленточный вывод, для следующей за пайкой обработки с использованием воздушного ножа или штампа. Бессвинцовый припой содержит Sn в качестве основного компонента и по меньшей мере Ni, концентрация которого находится в пределах от 0,01 мас.% включительно до 0,5 мас.% включительно. В результате пополнения бессвинцового припоя с данным составом в ванне, концентрация которого изменилась вследствие применения HASL или штампа при следующей за пайкой обработке, его состав быстро восстанавливается до соответствующего интервала концентраций.

Максимальная допустимая концентрация Cu в бессвинцовом припое, в котором регулируют концентрацию Cu и концентрацию Ni в ванне для пайки погружением, составляет 1,2 мас.%. Предпочтительно концентрация Cu составляет 0,7 мас.% или менее, исходя из регулирования образования интерметаллического соединения, такого как избыток  $(Ni, Cu)_6Sn_5$ .

Эвтектическая точка Sn-Cu соответствует 0,7 мас.%. Более предпочтительно концентрация Cu составляет 0,5 мас.% или менее. Наиболее предпочтительным является бессвинцовый припой Sn-Ni, вообще не содержащий Cu, поскольку быстрее всего снижается концентрация Cu во всей ванне. С другой стороны, концентрация Ni предпочтительно находится в пределах от 0,05 мас.% включительно до 0,3 мас.% включительно. Эвтектическая точка Sn-Ni соответствует 0,15 мас.%, а в качестве интервала установлено отклонение на 0,1 мас.% в меньшую сторону и на 0,15 мас.% в большую сторону от 0,15 мас.%. Предполагается, что в этом интервале легко регулировать пополнение Ni. Наиболее предпочтительный интервал находится в пределах от 0,1 мас.% включительно до 0,2 мас.% включительно. В этом интервале изменение концентрации Cu при пополнении припоя регулируют в узком диапазоне. Таким образом, стабилизируют состав припоя.

Предложенный в изобретении способ регулирования концентраций Cu и Ni в припое в ванне включает стадию, на которой деталь, представляющую собой печатную плату с покрытием из медной пленки, медный проволочный вывод или медный ленточный вывод, погружают в ванну с целью осуществления пайки и возвращают припой, удаляемый с детали воздушным ножом или штампом, в ванну. Бессвинцовый припой пополняют в ванне до того, как концентрация Cu в ванне повысится максимально на 0,5 мас.% относительно ее заданной величины, а концентрация Ni в ванне снизится максимально на 0,03 мас.% относительно ее заданной величины, при этом пополненный бессвинцовый припой содержит Sn в качестве основного компонента, Cu в концентрации 1,2 мас.% или менее и Ni в концентрации в пределах от 0,01 мас.% включительно до 0,5 мас.% включительно. Согласно данному способу быстро меняющиеся концентрации в ванне измеряют непрерывно или постоянно, а припой пополняют до того, как достигнута заданная

величина повышения или заданная величина снижения концентрации.

Соответствующее регулирование концентраций и снижение частоты возникновения дефектов пайки осуществляют даже в случае быстрого изменения концентраций Cu и Ni в ванне в результате применения HASL или штампа при следующей за пайкой  
5 обработке. Тем самым обеспечивают надежность производства без прерывания процесса пайки.

Согласно предложенному в настоящем изобретении способу регулирования бессвинцовый припой пополняют до того, как концентрация Cu повысится  
10 максимально на 0,3 мас.% относительно ее заданной величины, а концентрация Ni снизится максимально на 0,02 мас.% относительно ее заданной величины. За счет этого сохраняется достаточный запас для обеспечения надежности производства, а в ванне для пайки погружением поддерживают низкую рабочую температуру. Данные показатели являются предпочтительными с точки зрения надежности производства.  
15 Что касается состава пополняемого бессвинцового припоя, в предложенном в настоящем изобретении способе регулирования применимы приведенные выше предпочтительные интервалы концентраций Cu и Ni.

Преимущества настоящего изобретения обеспечивает любой из упомянутых  
20 вариантов осуществления, если бессвинцовый припой для пополнения помимо Cu и Ni содержит германий (Ge) и фосфор (P) в качестве ингибитора окисления в концентрации около 0,1 мас.% каждый. Добавление Ge в большей степени способствует предотвращению выщелачивания Cu, чем добавление P. Даже бессвинцовый припой, не содержащий других элементов помимо Sn, Cu и Ni, способен  
25 обеспечивать преимущества настоящего изобретения. Если сравнить бессвинцовый припой, дополнительно содержащий Ge и P, и бессвинцовый припой, содержащий только Sn, Cu и Ni без дополнительных элементов, предпочтительным является первый из них. Бессвинцовый припой, дополнительно содержащий Ge и P,  
30 ограничивает окисление припоя, за счет чего образуется меньше окислов (меньше окарины) и меньше окислов сцепляется изделиями. Пополняемый бессвинцовый припой, содержащий Co вместо Ni, имеет тот же недостаток, что и припой, содержащий Ni, но он преодолен в настоящем изобретении. Припою для пополнения может быть придана любая форма, например, прутка, проволоки и т.д., при этом  
35 преимущества настоящего изобретения обеспечивает припой в любой форме.

Результат изобретения

Когда деталь извлекают из ванны после ее погружения и подвергают обработке с помощью HASL или штампа, предложенный в настоящем изобретении пополняющий  
40 припой сразу восстанавливает быстро меняющиеся в процессе обработки концентрацию Cu и концентрацию Ni до соответствующего интервала концентраций. Согласно настоящему изобретению пополняющий припой предотвращает образование различные дефектов, таких как отверстия и непропаянные соединения, в результате плохой текучести расплавленного бессвинцового припоя Sn-Cu-Ni.  
45 Обеспечивается надежное изготовление детали. В соответствии с предложенным в настоящем изобретении способом регулирования концентрации Cu и концентрации Ni в ванне частота возникновения дефектов в результате соответствующего регулирования снижается даже при быстром изменении концентрации Cu и Ni в ванне.  
50 Надежный процесс производства, в частности массового производства, продолжают без прерывания процесса пайки.

Краткое описание чертежей

Ниже изобретение более подробно рассмотрено со ссылкой на прилагаемые

чертежи, на которых показано:

На фиг.1 - график изменения концентрации Cu и концентрации Ni в ванне для пайки погружением в процессе непрерывной пайки с использованием воздушного ножа (шабера) в следующем за пайкой процессе,

на фиг.2 - график изменения концентрации Cu и концентрации Ni в ванне в процессе непрерывной пайки с использованием воздушного ножа в следующем за пайкой процессе в соответствии с настоящим изобретением.

Предпочтительные варианты осуществления изобретения

Далее описаны варианты осуществления настоящего изобретения. Сначала описан вариант осуществления, в котором для удаления избытка припоя с печатной платы после ее погружения в ванну для пайки используют воздушный нож устройства HASL.

В данном варианте осуществления используют бессвинцовый припой, не содержащий каких-либо элементов помимо Sn, Cu и Ni. Более точно, бессвинцовый припой содержит 0,7 мас.% Cu, 0,05 мас.% Ni и Sn, на долю которого приходится остальная процентная концентрация. Бессвинцовый припой плавится при температуре 265°C в ванне для пайки погружением. При таких условиях деталь, которой является печатная плата, опускают вертикально вниз и оставляют погруженной в расплавленный припой в ванне в течение от 1 до 5 секунд, а затем извлекают из ванны со скоростью от 10 см/сек до 20 см/сек. С помощью воздушного ножа HASL на обе примерно противоположные стороны печатной платы из двух положений распыляют нагретый до температуры 280°C воздух, в результате чего при извлечении детали на нее воздействует давление воздуха от 0,098 МПа до 0,294 МПа. Такую операцию пайки повторяют несколько раз подряд и измеряют концентрацию Cu и концентрацию Ni в ванне при каждой обработке детали.

На фиг.1 показан график изменения концентрации Cu и концентрации Ni в ванне при последовательном осуществлении описанного выше процесса пайки. В данном случае по оси ординат (оси Y) отложена концентрация Cu (мас.%) и концентрация Ni (мас.%), а по оси абсцисс (оси X) отложена обрабатываемая площадь (м<sup>2</sup>) детали, которой является печатная плата. Как показано на фиг.1, концентрация Cu в ванне быстро повышается, несмотря на небольшую площадь обработки детали, а концентрация Ni быстро снижается с увеличением обрабатываемой площади детали. При продолжении пайки и обработки с помощью HASL начинают образовываться нерастворимые интерметаллические соединения Sn-Cu, даже если рабочую температуру поддерживают на уровне 260°C или выше. Концентрация Cu в ванне перестает повышаться, когда на стенках и дне ванны образуется большое количество интерметаллических соединений Sn-Cu. Из-за этого приходится прекращать операцию пайки. Концентрация Ni продолжает снижаться даже после того, как перестает повышаться концентрация Cu. Это объясняется тем, что интерметаллические соединения Sn-Cu увеличивают захват Ni. Установлено, что резкое первоначально изменение концентрации примерно в 10 раз превышает скорость изменения концентрации Cu при пайке волной припоя (иными словами, градиент концентрации Cu растет при обработке печатной платы стандартной площади).

Автор получил пополняющий бессвинцовый припой, содержащий 0,15 мас.% Ni и Sn, на долю которого приходится остальная процентная концентрация. Как и в описанном выше случае, операцию пайки осуществляют на печатной плате. В ванну вводят пополняющий припой и измеряют концентрацию Cu и концентрации Ni в ванне. Более точно, описанный выше пополняющий бессвинцовый припой вводят в ванну до того, как концентрация Cu на 0,5 мас.% превысит контрольное значение, а

концентрация Ni снизится на 0,03 мас.% относительно контрольного значения. На фиг.2 показан график изменения концентрации Cu и концентрации Ni в ванне для пайки погружением. Стрелками указаны моменты времени, в которые вводили пополюющий бессвинцовый припой. До операции пайки контрольные значения обозначают исходные значения концентрации Cu и концентрации Ni в ванне, а во время операции пайки - значения концентрации Cu и концентрации Ni после максимального изменения концентрации Cu и концентрации Ni в результате введения пополюющего бессвинцового припоя (более точно, максимальное значение для Cu и минимальное значение для Ni).

Как показано на фиг.2, с увеличением обрабатываемой площади детали концентрация Cu быстро повышается, а концентрация Ni быстро снижается. При введении описанного выше пополюющего бессвинцового припоя концентрация Cu и концентрация Ni быстро восстанавливаются до значений, близких к их исходным значениям. Как показано, описанный выше пополюющий бессвинцовый припой вводят несколько раз, и с помощью измерителя концентрации контролируют повышение концентрации Cu и снижение концентрации Ni. Концентрацию Cu и концентрацию Ni регулируют с точностью до соответствующих интервалов с хорошей воспроизводимостью. Количество вводимого пополюющего бессвинцового припоя соответствующим образом определяют, исходя из соотношения с количеством расплавленного припоя в ванне. Что касается соответствующих интервалов концентрации Cu и концентрации Ni, концентрация Cu составляет от 0,6 мас.% включительно до 1 мас.% включительно, а концентрация Ni составляет от 0,02 мас.% включительно до 0,08 мас.% включительно.

В другом варианте осуществления того же процесса и описанных выше измерений вводят бессвинцовый припой, содержащий Sn в качестве основного компонента, Cu в концентрации более 1,2 мас.% и Ni в концентрации менее 0,01 мас.% или более 0,5 мас.%. В данном случае даже при введении бессвинцового припоя в любое время в процессе операции пайки повышение концентрации Cu в ванне для пайки погружением невозможно регулировать, и регулирование концентрации не приносит результата. В то же время бессвинцовый припой, содержащий Cu в концентрации менее 1,2 мас.% и Ni в концентрации в пределах от 0,01 мас.% включительно до 0,5 мас.% включительно, позволяет регулировать концентрацию. В частности, регулирование концентрации относительно быстро осуществляют при использовании бессвинцового припоя, в котором концентрация Cu равна или меньше 0,7 мас.%. Когда концентрация Cu равна или меньше 0,5 мас.%, регулирование концентрации осуществляют даже еще быстрее. Быстрее и надежнее всего регулирование концентрации Cu осуществляют, когда бессвинцовый припой вообще не содержит Cu.

В другом варианте осуществления в бессвинцовом припое, содержащем Sn в качестве основного компонента, Cu в концентрации, равной или меньшей 1,2 мас.%, Ni в концентрации в пределах от 0,01 мас.% включительно до 0,5 мас.% включительно, стабилизируют концентрацию Ni в ванне с точностью до соответствующего интервала, в частности, от 0,02 мас.% включительно до 0,08 мас.% включительно. Если концентрация Ni находится в пределах от 0,05 мас.% включительно до 0,3 мас.% включительно, при регулировании концентрации Ni в ванне ее быстрее корректируют с точностью до соответствующего интервала. Снижение концентрации Ni в ванне быстрее всего восстанавливают, если концентрация Ni находится в пределах от 0,1 мас.% включительно до 0,2 мас.% включительно. При верхней предельной концентрации Ni надежно ограничивают образование интерметаллических

соединений Sn-Cu.

Если в рассматриваемом и другом варианте осуществления для следующей за пайкой обработки используют HASL или штамп, рабочую температуру в ванне для пайки погружением устанавливают в пределах от 260°C включительно до 300°C включительно. За счет этого регулируют образование в ванне тугоплавких интерметаллических соединений Sn-Cu в результате резкого изменения концентрации Cu и Ni под действием особых условий следующего за плавкой процесса. За счет этого обеспечивают достаточный запас по времени для введения пополюющего бессвинцового припоя, имеющего каждый из описанных выше составов. Иными словами, вводимый в ванну бессвинцовый припой может иметь состав в широких пределах. С учетом упомянутой настройки рабочей температуры даже бессвинцовый припой, содержащий Cu в концентрации, равной или меньшей 1,2 мас.%, также способен обеспечивать регулирование концентрации в ванне. Верхняя предельная температура составляет 300°C, поскольку при температуре выше 300°C в ванне происходит избыточное растворение Cu, находящейся на детали, и даже при использовании пополюющего бессвинцового припоя регулирование концентрации становится чрезвычайно сложным. Исходя из этого, наиболее предпочтительным верхним пределом рабочей температуры в ванне является 280°C.

В другом варианте осуществления бессвинцовый припой вводят до того, как концентрация Cu повысилась максимально на 0,3 мас.% относительно ее заданной величины, а концентрация Ni снизилась максимально на 0,02 мас.% относительно ее заданной величины. Время непрерывной работы продлевается по сравнению с использованием бессвинцового припоя, который вводят при более значительной величине изменений, чем рассмотрена выше. Рабочая температура в ванне находится в относительно более низких пределах от 262°C до 263°C.

Далее описан другой конкретный вариант осуществления настоящего изобретения. В нем в ванну погружают медный проволочный вывод, а затем с помощью штампа удаляют избыток припоя, покрывающий проволочный вывод.

Как и в предыдущем варианте осуществления, в данном случае используют бессвинцовый припой, не содержащий других элементов помимо Sn, Cu и Ni. Более точно, используют бессвинцовый припой, содержащий Cu в концентрации 0,7 мас.%, Ni в концентрации 0,05 мас.% и Sn, на долю которого приходится остальная процентная концентрация. Бессвинцовый припой плавится при температуре 265°C в ванне. При таких условиях деталь, представляющую собой медный проволочный вывод, погружают в ванну. С целью повышения пластичности при протяжке штамп и медный проволочный вывод нагревают с помощью известного нагревательного устройства.

После протяжки медного проволочного вывода, покрытого бессвинцовым припоем, через штамп таким способом, как описан выше, с медного проволочного вывода удаляют Cu вместе с избытком припоя. Затем Cu растворяют в ванне, в результате чего происходит быстрое повышение концентрации Cu в ванне. Также происходит быстрое снижение концентрации Ni в ванне.

Как и в случае использования HASL для следующей за пайкой обработки, использовался пополюющий бессвинцовый припой, содержащий 0,15 мас.% Ni и Sn, на долю которого приходится остальная процентная концентрация. Как описано выше, операцию пайки многократно осуществляют на медном проволочном выводе. Пополюющий бессвинцовый припой по мере необходимости вводят в ванну и измеряют концентрацию Cu и концентрацию Ni в ванне. Более точно, описанный выше

пополняющий бессвинцовый припой добавляют в ванну до того, как концентрация Cu в ванне повысится максимально на 0,5 мас.% относительно ее заданной величины, а концентрация Ni в ванне снизится максимально на 0,03 мас.% относительно ее заданной величины. Контрольное значение задают так же, как это описано в  
5 предыдущем варианте осуществления, в котором в следующем за пайкой процессе используют HASL.

С точки зрения численной оценки получили такой же результат корректировки концентрации, что и в следующем за пайкой процессе с использованием HASL. В  
10 другом варианте осуществления получают такой же результат, что в следующем за пайкой процессе с использованием HASL. Более точно, когда в любое время вводят бессвинцовый припой, содержащий Sn в качестве основного компонента, Cu в концентрации более 1,2 мас.% и Ni в концентрации менее 0,01 мас.% или более 0,5  
15 мас.%, повышение концентрации Cu в ванне невозможно регулировать, и невозможно осуществлять корректировку концентрации. Когда используют бессвинцовый припой, содержащий Cu в концентрации менее 1,2 мас.% и Ni в концентрации в пределах от 0,01 мас.% включительно до 0,5 мас.% включительно, можно осуществлять регулирование концентрации. В частности, регулирование концентрации относительно быстро  
20 осуществляют при использовании бессвинцового припоя, в котором концентрация Cu равна или меньше 0,7 мас.%. Когда концентрация Cu равна или меньше 0,5 мас.%, регулирование концентрации осуществляют даже еще быстрее. Быстрее и надежнее всего регулирование концентрации Cu осуществляют, когда добавляют бессвинцовый припой, который вообще не содержит Cu.

В другом варианте осуществления в бессвинцовом припое, содержащем Sn в качестве основного компонента, Cu в концентрации, равной или меньшей 1,2 мас.%, Ni в концентрации в пределах от 0,01 мас.% включительно до 0,5 мас.% включительно, стабилизируют концентрацию Ni в ванне с точностью до соответствующего  
30 интервала, в частности, от 0,02 мас.% включительно до 0,08 мас.% включительно. Если концентрация Ni находится в пределах от 0,05 мас.% включительно до 0,3 мас.% включительно, концентрацию Ni в ванне быстрее регулируют с точностью до соответствующего интервала. Снизившуюся концентрацию Ni в ванне восстанавливают быстрее всего и растворяют источник образования  
35 интерметаллических соединений  $(Ni,Cu)_6Sn_5$ , образующийся в результате повышения концентрации Ni, если концентрация Ni находится в пределах от 0,1 мас.% включительно до 0,2 мас.% включительно.

Варианты осуществления настоящего изобретения описаны лишь в качестве  
40 примеров. Преимущества настоящего изобретения обеспечивает любой из описанных выше вариантов осуществления, даже если бессвинцовый припой для пополнения помимо Cu и Ni содержит германий (Ge) и фосфор (P) в качестве ингибитора окисления в концентрации около 0,1 мас.% каждый. В любом из описанных вариантов осуществления пополняющий бессвинцовый припой добавляют многократно.  
45 Преимущества настоящего изобретения обеспечиваются, даже если пополняющий бессвинцовый припой добавляют непрерывно, постоянно или периодически в соответствии с режимом пайки (например, в зависимости от типа деталей, обрабатываемых за день объемов или стабильности условий процесса пайки) и измеряют концентрацию Cu и концентрацию Ni в ванне. Если операция пайки  
50 происходит в стабильных условиях, регулирование концентрации осуществляют путем непрерывного, постоянного или периодического добавления пополняющего бессвинцового припоя и измерения концентрации Cu и Ni. С помощью известного

измерителя концентрации в сочетании с пополнителем осуществляют автоматическое регулирование концентрации и уменьшают изменение концентрации.

#### Промышленная применимость

5 Пополняемый бессвинцовый припой и способ регулирования концентрации Cu и Ni в ванне для пайки погружением согласно настоящему изобретению являются высокоэффективными средствами управления производством для применения при операции пайки в конкретном процессе с использованием HASL или штампа в следующем за пайкой процессе.

#### 10 Формула изобретения

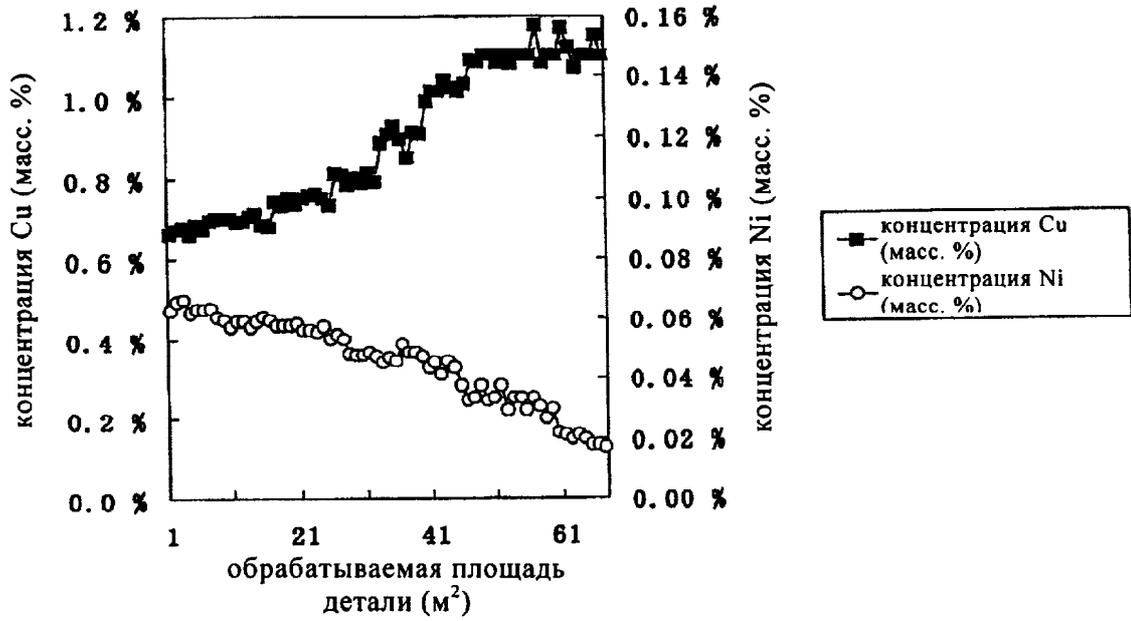
1. Бессвинцовый припой для пополнения ванны с бессвинцовым припоем на основе олова, содержащим медь и никель, для пайки погружением детали, представляющей собой печатную плату с покрытием из медной пленки или медный проволочный вывод, или медный ленточный вывод, которую после процесса пайки подвергают обработке с использованием воздушного ножа или штампа, при этом пополняющий бессвинцовый припой содержит Sn в качестве основного компонента и по меньшей мере Ni, концентрация которого составляет от 0,01 мас.% включительно до 0,5 мас.% включительно.

2. Бессвинцовый припой по п.1, в котором концентрация Ni составляет от 0,05 мас.% включительно до 0,3 мас.% включительно.

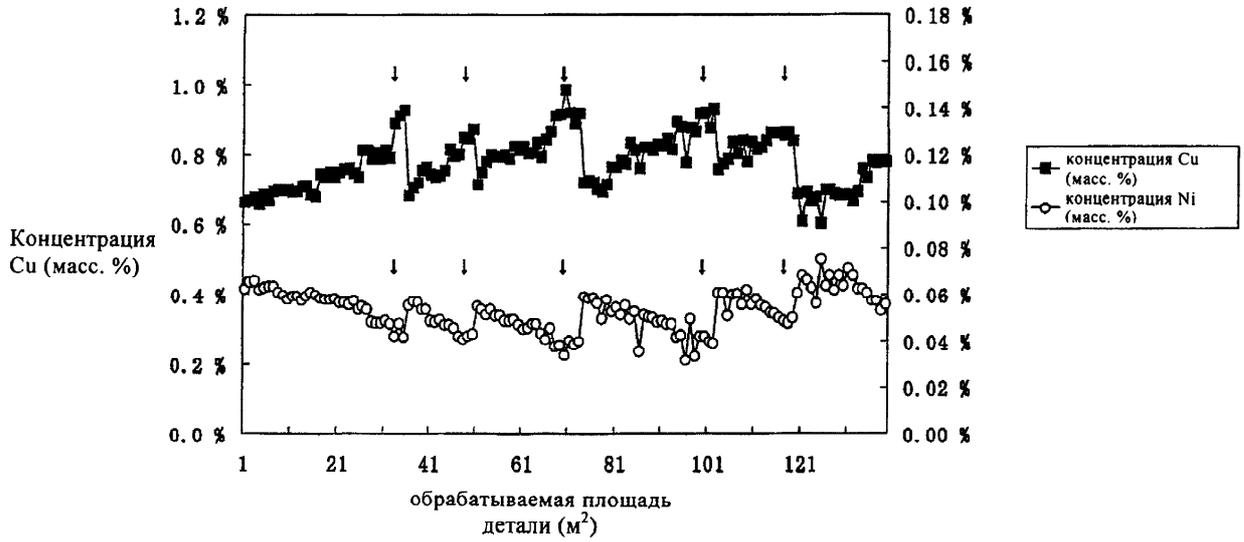
3. Бессвинцовый припой по п.1, в котором концентрация Ni составляет от 0,1 мас.% включительно до 0,2 мас.% включительно.

25 4. Бессвинцовый припой по любому из пп.1-3, который дополнительно содержит Cu, концентрация которого составляет до 1,2 мас.%.

5. Способ регулирования концентрации меди и никеля в ванне с бессвинцовым припоем на основе олова, содержащим медь и никель, для пайки погружением детали, представляющей собой печатную плату с покрытием из медной пленки или медный проволочный вывод, или медный ленточный вывод, при котором деталь погружают в ванну для осуществления пайки и возвращают в ванну припой, удаляемый с детали воздушным ножом или штампом, при этом измеряют концентрацию меди и никеля в припое, и до того, как концентрация Cu в припое увеличится максимально на 0,5 мас.% относительно ее заданной величины, а концентрация Ni снизится максимально на 0,03 мас.% относительно ее заданной величины, осуществляют пополнение ванны припоя введением бессвинцового припоя, содержащего Sn в качестве основного компонента и по меньшей мере Ni, концентрация которого составляет от 0,01 мас.% включительно до 0,5 мас.% включительно.



ФИГ. 1



ФИГ. 2