



# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 893426

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 29.05.80 (21) 2934478/25-27

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 30.12.81. Бюллетень № 48

Дата опубликования описания 05.01.82

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

В 23 К 1/06

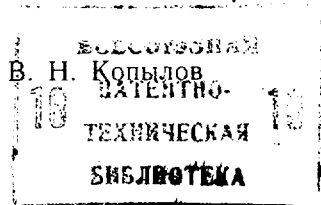
(53) УДК 621.791.  
3(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

М. Д. Тявловский, В. Л. Ланин, Ю. М. Зак и В. Н. Копылов

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт



### (54) СПОСОБ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ПАЙКИ И ЛУЖЕНИЯ

1

Изобретение относится к пайке и лужению изделий из труднопаяемых материалов, например алюминия и его сплавов, с применением энергии ультразвуковых колебаний и может быть использовано для ультразвуковой бесфлюсовой пайки подложек микроэлектронных приборов, лужения корпусных, коммутационных и других деталей радиоэлектронной аппаратуры.

Известен способ ультразвуковой пайки и лужения изделий из алюминия и его сплавов, заключающийся в нагреве паяемых изделий и подаче ультразвуковых колебаний в жидкий припой с частотой, соответствующей резонансной частоте преобразователя, например 22 кГц. Подача ультразвуковых колебаний в припой осуществляется путем погружения в последний наконечника ультразвукового паяльника, который в процессе пайки или лужения перемещается вдоль паяемой поверхности [1].

К недостатку известного способа следует отнести низкую производительность процесса пайки, поскольку скорость перемещения ультразвукового паяльника по паяемой поверхности невысока (0,8—1,6 см/с), труд-

2

ность пайки и лужения хрупких изделий, например, подложек интегральных схем ввиду опасности их разрушения.

Наиболее близким к предлагаемому способу пайки и лужения является способ бесфлюсовой пайки изделий из алюминия и его сплавов, при котором изделия погружают в расплавленный припой, подают ультразвуковые колебания, а в ванну вводят дополнительные колебания частотой, приводящей к резонансным колебаниям паяемых деталей, для чего к основному источнику ультразвуковых колебаний подключают дополнительный генератор [2].

Недостатками способа являются необходимость применения дополнительного источника колебаний. Как следствие, существующий способ пайки применим только для простых металлических деталей ввиду того, что резонансные колебания паяемых деталей могут привести к их разрушению.

Необходимо отметить и сложность в управлении процессом пайки.

Цель изобретения — повышение производительности процесса пайки и лужения, улучшение качества паяных изделий.

10

15

20

Поставленная цель достигается тем, что операцию возбуждения ультразвуковых колебаний после нагревания паяемого изделия и подачи припоя осуществляют в самом паяемом изделии, причем возбуждают их в режиме бегущей волны при постоянной амплитуде и переменной частоте, которую изменяют в пределах от  $f_{\min} = \frac{4C}{\lambda} \cdot \frac{1}{n}$  до  $f_{\max} = \frac{4C}{\lambda}$ , где  $C$  — скорость распространения ультразвуковых колебаний в изделии;  $\lambda$  — длина волны;  $n$  — целое нечетное число, равное 3, 5 и 7.

На фиг. 1 изображена схема реализации предлагаемого способа; на фиг. 2 — график распространения ультразвуковых колебаний в случае бегущей волны.

Магнотристор 1 жестко соединен с концентратором 2. Контакт концентратора 2 с паяемой деталью 3 может быть осуществлен либо с помощью резьбового соединения, либо путем приложения внешнего статистического давления  $P$  к ультразвуковому инструменту. Для замыкания второй стороны детали используют элемент 4. На поверхность детали нанесен припой 5 и помещена припаяваемая деталь 6.

При подаче электрических колебаний от генератора на магнотристорный преобразователь в системе возникают ультразвуковые колебания.

При создании в системе режима бегущей волны, которая реализуется в предлагаемом способе путем возбуждения ультразвуковых колебаний постоянной амплитуды и переменной частоты (фиг. 2), узлов и пучностей амплитуд смещений и циклических напряжений не возникает. В любой момент времени упругая ультразвуковая волна меняет свое местоположение на поверхности изделия, и поэтому по каждому сечению и в каждой точке поверхности пройдет многократно максимум амплитуды, обеспечивая, тем самым, процессы разрушения окисных пленок и равномерное качественное смачивание поверхности изделия одновременно по всей ее площади.

В то же время циклические напряжения, будучи равномерно распределенными по поверхности изделия, не вызовут никаких изменений в структуре металла, а следовательно, не приведут к явлению усталости.

Так как амплитуда смещений  $A$  может быть разложена на две составляющие  $A_x$  и  $A_y$  (эффект Пуассона), то суммарное значение амплитуды будет иметь направление, обозначенное вектором  $A_{\Sigma}$ . Так как в режиме бегущей волны максимальные значения амплитуды смещений непрерывно изменяют свое местоположение на поверхности детали, то это под действием составляющей  $A_x$  вызовет перемещение жидкого припоя по всей площади детали.

При предлагаемом способе становится возможным бесфлюсовая пайка детали 3, жестко связанной с ультразвуковым преоб-

разователем, и детали 6, не связанной с источником ультразвуковых колебаний, а контактирующей только с поверхностью жидкого припоя 5 под действием некоторого статического давления  $P$  или собственного веса.

Развитие кавитационных явлений в жидком припое при наложении на него ультразвуковых колебаний постоянной амплитуды и переменной частоты создают более благоприятные условия для смачивания припоем всей паяемой поверхности деталей 3 и 5 и обеспечивают получение непрерывного и однородного паяного шва. При этом деталь 6 может быть выполнена из хрупкого материала, например керамики, стеклокерамики, ситалла, феррита и других материалов. Амплитуда ультразвуковых колебаний зависит от конкретных размеров паяемых поверхностей, материала изделий и может быть выбрана в пределах 5—15 мкм.

Проведенные эксперименты по бесфлюсовому ультразвуковому лужению поверхностей корпусов БИС и микросборок, а также ультразвуковой пайки подложек интегральных схем на основание корпуса показали высокую эффективность предлагаемого способа.

*Пример 1.* Бесфлюсовое ультразвуковое лужение корпусов микросборок, выполненных из алюминиевого сплава Д16 с гальваническим покрытием олово-висмут толщиной 6 мкм, осуществляют оловянно-свинцовым припоем ПОС61. В качестве источника ультразвука используют промышленный генератор УЗГ-3-0,4. Ультразвуковой излучатель с собственной резонансной частотой 44,0 кГц жестко соединен с корпусом микросборки. При постоянной амплитуде ультразвуковых колебаний 75 мкм процесс лужения осуществляют при  $220 \pm 5^\circ\text{C}$  в течение 13 с. В процессе лужения частота ультразвуковых колебаний изменяется от  $f_{\min} = \frac{4C}{\lambda} \cdot \frac{1}{5}$  до  $f_{\max} = \frac{4C}{\lambda} \cdot \frac{1}{3}$ , где  $C$  — скорость распространения ультразвуковых колебаний в материале изделия,  $6,26 \cdot 10^3$  м/с;  $\lambda$  — длина волны, равная 0,139 м, что соответствует 36,0 и 60 кГц и достаточно для обслуживания всей поверхности основания корпуса.

После проведения операции всю поверхность основания корпуса размером  $110 \times 48$  мм равномерно облуживают припоем. При ручном облуживании паяльником той же поверхности требуется времени 35 с.

*Пример 2.* Осуществляют ультразвуковую пайку подложек интегральных схем, паяемая поверхность которых имеет золотое покрытие толщиной 6 мкм. В процессе пайки к подложкам прикладывается внешнее давление величиной до 50 г. Пайка осуществляется оловянно-индиевым припоем ПОИ-50 при  $130^\circ\text{C}$  в течение 5 с. Частота ультразвуковых колебаний изменяется в пределах от  $f_{\min} = 40$  кГц до  $f_{\max} = 45$  кГц. Паяный шов непрерывный и однородный.

Результаты испытаний при повторной разборке показывают, что вся поверхность подложки смочена припоем.

Эффективность способа заключается в увеличении производительности процесса ультразвуковой пайки и лужения по сравнению с процессом пайки ультразвуковым паяльником в 3 и более раза за счет одновременной обработки всей паяемой поверхности, а также в повышении выхода годных микронных узлов за счет улучшения качества паяных соединений и исключения непосредственного жесткого акустического контакта ультразвукового инструмента с микронными приборами, что исключает вероятность повреждения последних.

#### Формула изобретения

Способ ультразвуковой пайки и лужения изделий преимущественно из алюминия

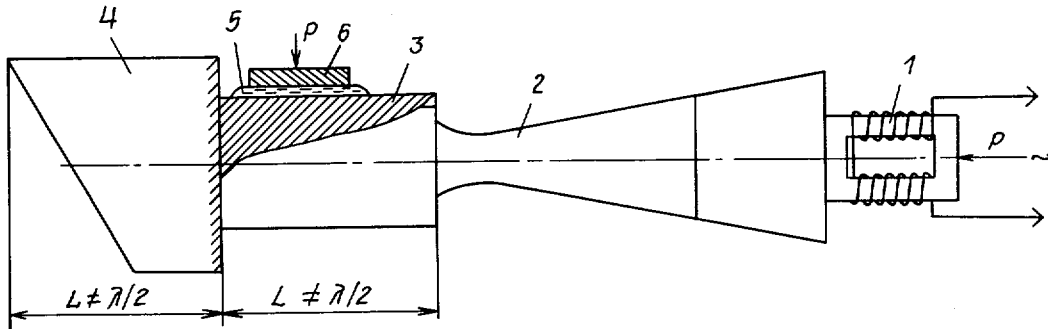
и его сплавов, включающий нагрев паяемого изделия, подачу припоя и возбуждение ультразвуковых колебаний, отличающийся тем, что, с целью повышения производительности процесса и улучшения качества паяных изделий, ультразвуковые колебания возбуждают в изделии в режиме бегущей волны при постоянной амплитуде и переменной частоте, которую изменяют в пределах от  $f_{\min} = \frac{4C}{\lambda} \cdot \frac{1}{n}$  до  $f_{\max} = \frac{4C}{\lambda}$ , где  $C$  — скорость распространения ультразвуковых колебаний в материале изделия,  $\lambda$  — длина волны,  $n$  — целое нечетное число.

#### Источники информации,

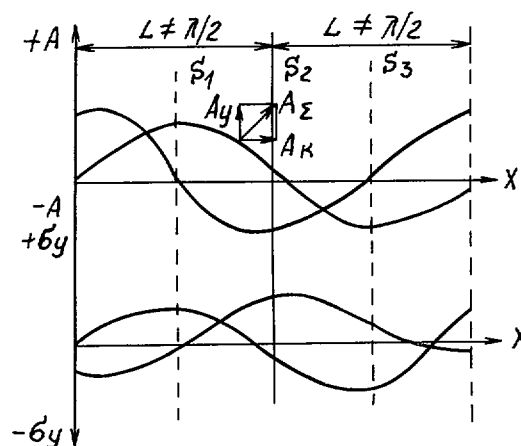
принятые во внимание при экспертизе

1. Применение ультразвука в промышленности. Под ред. А. И. Маркова М., «Машиностроение», 1975, с. 155—156.

2. Патент США № 2991933, кл. В 23 К 1/06, 16.11.76 (прототип).



Фиг. 1



Фиг. 2

Составитель Г. Теслин

Редактор А. Власенко  
Заказ 11334/14

Техред А. Бойкас  
Тираж 1151

Корректор Е. Рошко  
Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
по делам изобретений и открытий  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5  
Филиал ППП «Патент», г. Ужгород, ул. Проектная, 4.