

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 18492

(13) С1

(46) 2014.08.30

(51) МПК

B 23K 35/30 (2006.01)

B 22D 11/06 (2006.01)

(54) ПРИПОЙ ДЛЯ ПАЙКИ ИЗДЕЛИЙ И СПОСОБ ЕГО ПОЛУЧЕНИЯ

(21) Номер заявки: а 20110008

(22) 2011.01.04

(43) 2012.08.30

(71) Заявитель: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого" (ВУ)

(72) Авторы: Верещагин Михаил Николаевич; Агунович Ирина Валентиновна (ВУ)

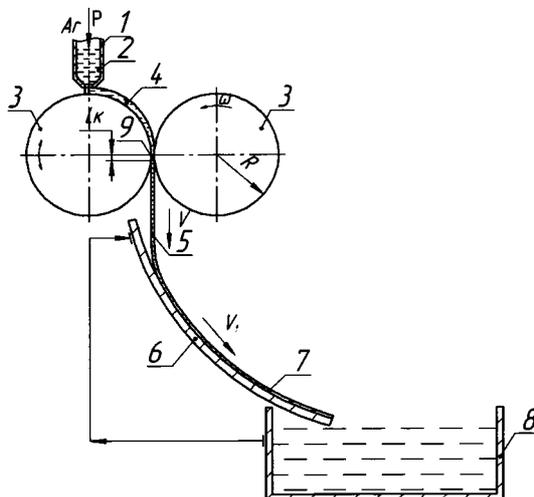
(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого" (ВУ)

(56) RU 2124425 C1, 1999.
RU 2099163 C1, 1997.
SU 1672700 A1, 2000.
ВУ 6481 C1, 2004.
JP 05042386 A, 1993.
RU 1793619 C, 1995.
JP 01095894 A, 1989.
EP 0411882 A1, 1991.
ВУ 2659 C1, 1999.

(57)

1. Припой для пайки изделий, содержащий медь, никель, олово, алюминий, марганец, фосфор, индий, свинец и цинк при следующем соотношении компонентов, мас. %:

медь	50,0-58,0
никель	3,4-8,6
олово	0,7-2,0
алюминий	0,02-0,50
марганец	0,3-1,5
фосфор	6,9-7,8
индий	0,5-8,0
свинец	0,5-1,5
цинк	остальное.



ВУ 18492 С1 2014.08.30

2. Способ получения припоя по п. 1, при котором подают струю расплава на поверхность одного из двух валков-кристаллизаторов, формируют слой расплава на этой поверхности с образованием металлической ленты при прокатке между валками-кристаллизаторами и осуществляют охлаждение ленты со скоростью $(2-4) \cdot 10^5$ К/с путем ее погружения в движущуюся охлаждающую жидкость при условии равенства скорости движения жидкости и ленты.

3. Способ по п. 2, **отличающийся** тем, что охлаждение ленты осуществляют в наклонном желобе с охлаждающей жидкостью.

Изобретение относится к области пайки, а более конкретно к припоям для пайки изделий из черных, цветных металлов и сплавов, твердосплавного сплава, а также к способу изготовления припоя.

Известна группа припоев для пайки перечисленных металлов, которые содержат в своем составе серебро [1]. Высокая стоимость и дефицитность серебра ограничивают применяемость данных припоев.

Известен бессеребряный припой для пайки изделий из цветных и черных металлов состава, мас. %: цинк 10-30; фосфор 3-7; никель 4-6; алюминий 0,2-0,5; медь - остальное [2].

Недостатками данного припоя являются узкий интервал пластичности, ограничивающий технологию его обрабатываемости, невысокие характеристики при пайке разнородных соединений.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к заявленному является припой для пайки изделий и способ изготовления припоя [3], содержащий компоненты в следующем соотношении, мас. %: медь - 4-50; марганец - 7-15; никель - 1-3,4; олово - 2-6; алюминий - 0,05-1; бор - 0,05-0,5; цинк - остальное. Припой может содержать по крайней мере один элемент, выбранный из группы: кремний - 0,05-0,5 мас. %; германий - 0,02-0,5 мас. %; железо - 0,05-1 мас. %; кобальт - 0,015-1,5 мас. %; цирконий - 0,01-0,1 мас. %.

Недостатками припоя являются высокая степень ликвации и неоднородность распределения компонентов вследствие большого количества марганца, а также образование пористости в паяных швах. Отмечаются также невысокая пластичность и технологичность припоя вследствие полиморфизма марганца и его метастабильность в двойных сплавах Cu-Mn.

Известен способ изготовления припоя [3], когда расплавленный припой под давлением подается из питателя на охлаждаемый вращающийся барабан. Припой вытекает через желоб, установленный в отверстие в боковой поверхности питателя, при этом желоб располагается у барабана под углом 5-60° к горизонтальной плоскости, проходящей через его ось вращения. Барабан вращается со скоростью 0,1-3,8 м/с, кристаллизация осуществляется со скоростью 10^3-10^4 °С/с.

Основными недостатками данного способа являются невозможность управления и регулирования процессом охлаждения ленты припоя без изменения технологических параметров подачи расплава, неравномерность отвода тепла от расплава вследствие неравномерного и свободного распределения и охлаждения расплава на поверхности кристаллизатора, что ведет к неоднородности и крупнозернистости структуры припоя для его толщины более 100 мкм.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к предлагаемому является способ получения припоя [4].

Струю расплава подают на поверхность одного из двух валков-кристаллизаторов, где формируется тонкий слой расплава, и в дальнейшем он подвергается прокатке между валками-кристаллизаторами с образованием металлического волокна. Расплав может подаваться также непосредственно в зону прокатки между валками-кристаллизаторами.

ВУ 18492 С1 2014.08.30

Основными недостатками известного способа изготовления металлического волокна являются недостаточная дисперсность и гомогенность микрокристаллической структуры получаемого металлического волокна, малая растворимость легирующих элементов в твердом растворе, невысокая скорость закалки расплава порядка 10^2 - 10^3 К/с вследствие небольшой длины зоны прокатки-закалки между двумя валками-кристаллизаторами.

При создании припоя решается задача снижения температуры плавления и расширения технологических характеристик припоя, увеличения растворимости легирующих элементов в твердом растворе, повышения дисперсности и гомогенности микрокристаллической структуры припоя.

Поставленная задача при создании припоя решается тем, что припой для изделий содержит медь, никель, олово, алюминий, марганец, фосфор, индий, свинец и цинк при следующем соотношении компонентов, мас. %:

медь	50,0-58,0
никель	3,4-8,6
олово	0,7-2,0
алюминий	0,02-0,50
марганец	0,3-1,5
фосфор	6,9-7,8
индий	0,5-8,0
свинец	0,5-1,5
цинк	остальное.

Способ получения припоя, при котором подают струю расплава на поверхность одного из двух валков-кристаллизаторов, формируют слой расплава на этой поверхности с образованием металлической ленты при прокатке между валками-кристаллизаторами и осуществляют охлаждение ленты со $(2-4) \cdot 10^5$ К/с путем ее погружения в движущуюся охлаждающую жидкость при условии равенства скорости движения жидкости и ленты. Дополнительное охлаждение ленты осуществляют в наклонном желобе с охлаждающей жидкостью.

Введение в предлагаемый припой 6,9-7,8 мас. % фосфора обусловлено способностью последнего с медью образовывать легкоплавкую эвтектику, что существенно снижает температуру плавления, повышает жидкотекучесть сплава и затекаемость его в зазоры на большую глубину. Кроме того, фосфор позволяет расширить технологические возможности сплава благодаря получению микрокристаллической (0,01-15 мкм) и даже аморфной структуры.

Повышение концентрации никеля от 3,4 до 8,6 мас. % связано с измельчением и легированием структуры, уменьшением окисляемости припоя в жидком состоянии, снижает склонность паяных соединений из среднеуглеродистых и быстрорежущих сталей к растрескиванию, повышает упругопластические свойства и надежность припоев.

Алюминий является одним из основных раскисляющих и модифицирующих компонентов сплава. При концентрации алюминия меньше 0,02 мас. % его раскисляющий и модифицирующий эффект недостаточен. При концентрации его больше 0,5 мас. % снижаются упругопластические свойства припоя.

Снижение концентрации марганца до 0,3-1,5 мас. % связано с исключением возможного возникновения интерметаллидов NiMn и Ni₃Mn с упорядоченной структурой при повышенной концентрации марганца 7-15 мас. % (по прототипу). Кроме того, концентрация марганца в пределах 7-15 мас. % ведет к высокой степени ликвации и неоднородности распределения компонентов.

Введение свинца в состав припоя в количестве 0,5-1,5 мас. % создает в структуре припоя монотектику Cu-Pb, что повышает пластичность сплава и сокращает интервал кристаллизации припоя.

Содержание индия в концентрации 0,5-8,0 мас. % повышает самофлюсующие свойства припоя, снижает температуру плавления, увеличивает сопротивляемость коррозии в щелочных растворах, повышает смачиваемость различных металлов и неметаллических материалов, снижает окисляемость припоя. При концентрации меньше 0,5 мас. % эффект повышения служебных свойств припоя недостаточен. При концентрации индия больше 8 мас. % повышается стоимость сплава 1,5-2 раза.

Добавление олова обеспечивает понижение температуры плавления припоя.

Легирующие элементы - фосфор, свинец, олово, марганец, индий - сдвигают область существования α -фазы влево, а никель расширяет границу α -твердого раствора.

Кажущееся рассчитанное содержание цинка по этим элементам находится в пределах 30-32 мас. % и подобно сплаву с содержанием цинка по равновесной фазовой диаграмме в пределах 30-35 мас. %, что обеспечивает достаточно низкую температуру пайки. Это позволяет его использовать как заменитель серебросодержащих припоев.

Поставленная задача относительно способа получения припоя, а именно увеличения растворимости легирующих элементов в твердом растворе, повышения дисперсности и гомогенности микрокристаллической структуры, заключается в увеличении интенсивности отвода тепла теплопроводностью и увеличении коэффициента теплоотдачи в наклонном желобе из высокотеплопроводного материала, например меди, а также росте интенсивности молекулярного переноса тепла вследствие ламинарности процесса обтекания охлаждающей среды, например, жидким азотом или водой получаемого металлического волокна вследствие равенства линейных скоростей последнего и охладителя. По данным сканирующей электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа структура сплава приобретает зернистый характер. Возрастает количество β' -фазы. Снижается неоднородность химического состава. Микроструктура сплава отличается высокой дисперсностью составляющих.

Способ приготовления припоя поясняется фигурой.

Приспособление для получения припоя содержит тигель 1 с расплавом припоя 2, валки-кристаллизаторы 3, наклонный желоб 6 из высокотеплопроводного материала, охлаждающую среду 7 и емкость 8 для приема получаемого продукта.

Способ изготовления припоя осуществляется следующим образом.

Поток расплава 2 припоя из тигля 1 под давлением аргона подается на боковую поверхность валков-кристаллизаторов 3, где формируется тонкий слой расплава. Затвердевание последнего осуществляется в направлении от противоположных наружных поверхностей центральной части слоя.

Контактное сплющивание валков-кристаллизаторов 3 с образованием зоны линейного контакта L_k в очаге деформации осуществляется автоматически или вручную. Тонкий слой расплава 4 испытывает в зоне 9 деформацию сжатия в нормальном направлении. После прокатки-закалки получаемая лента 5, толщиной 100-300 мкм, выходящая из валков-кристаллизаторов 3 со скоростью $V \approx 3-3,5$ м/с, подается в наклонный желоб 6 из высокотеплопроводного материала, по которому перемещается охлаждающая жидкость 7 со скоростью $V \approx 3-3,5$ м/с, причем скорости $V \approx V_1$, где дополнительно охлаждается до скорости охлаждения $(2-4)10^5$ К/с и попадает в емкость для приема продукта. Радиус валков-кристаллизаторов составлял 0,1 м.

Предложенный способ изготовления позволяет получить припой с микрокристаллической и метастабильной структурой.

Примеры реализации способа получения припоев представлены в табл. 1. Припой имеет температуру плавления 790-850 °С, что позволяет его использовать как заменитель серебросодержащих припоев при пайке изделий из черных, цветных сплавов и твердо-сплавного инструмента. Припой обладает хорошей растекаемостью по паяемой поверхности, имеет повышенные технологические характеристики, отличается высокой дисперсностью и гомогенностью микрокристаллической структуры. Припой обеспечивает получение

ВУ 18492 С1 2014.08.30

паяных соединений с хорошими прочностными характеристиками. Свойства припоя и паяных соединений представлены в табл. 2.

Таблица 1

№ п/п	Химический состав припоев, мас. %														
	Cu	Ni	Pb	Al	Mn	P	Si	In	Sn	B	Fe	Co	Ge	Zr	Zn
1 (известный)	50	3,4	-	1,0	15	-	0,5	-	6,0	0,5	1	1,5	0,5	0,1	Остальное
2	50	8	0,7	0,1	0,5	7,58	-	3,0	1,5	-	-	-	-	-	
3	57	7,02	1,0	0,15	1,2	7,28	-	5,0	1,0	-	-	-	-	-	
4	58	8,56	1,2	0,5	0,4	7,80	-	8,0	1,41	-	-	-	-	-	
5	50	8,07	1,4	0,4	0,3	7,79	-	5,0	0,98	-	-	-	-	-	
6	55	7,05	1,0	0,15	1,5	6,98	-	4,0	1,15	-	-	-	-	-	
7	58	7,88	0,7	0,05	0,5	7,76	-	8,0	1,46	-	-	-	-	-	

Таблица 2

№ п/п	Температура плавления, °С	Временное сопротивление срезу, МПа	Площадь пятна растекания по стали, мм ²	Глубина затекания припоя в зазор, мм
1	790-810	60	280	12
2	790-809	68	285	14
3	790-830	52	300	18
4	790-805	49	295	17
5	785-800	65	305	16
6	820-840	67	300	15
7	790-810	71	300	18

Предложенный припой по своим технологическим и механическим характеристикам может быть использован при пайке изделий из черных и цветных металлов, а также твердосплавного инструмента взамен серебросодержащего припоя, что позволяет снизить себестоимость паяных изделий.

Источники информации:

1. Лашко Н.Ф., Лашко С.В. Пайка материалов. - М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.
2. А.с. СССР 1448555, МКП В23К 35/30, 1986.
3. Патент России 2124425, МПК В23К 35/28, 35/40, 1999.
4. Патент России 2099163, МПК В22F 9/10, В 22D 11/06, 1994.