



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0057762
(43) 공개일자 2017년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 35/26 (2006.01) C22C 13/00 (2006.01)
C22C 13/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B23K 35/262 (2013.01)
C22C 13/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0161319
(22) 출원일자 2015년11월17일
심사청구일자 2015년11월17일

(71) 출원인
(주)비엔에프 코퍼레이션
인천광역시 서구 보림로 176 (오류동)
(72) 발명자
김택관
경기도 수원시 장안구 만석로 29 현대성우우방아
파트 711동 702호
김태진
인천광역시 서구 청라에메랄드로 65 서해그랑블
145동 701호
(74) 대리인
김병진, 노태정

전체 청구항 수 : 총 5 항

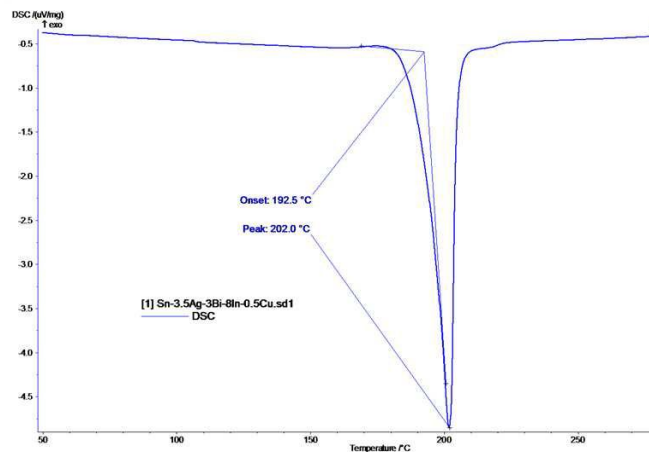
(54) 발명의 명칭 납땜용 저온계 무연합금

(57) 요약

본 발명은 전기 및 전자제품의 생산시 부품을 기관에 고정시키는 역할을 하는 땀납에 관한 것으로, 납(Pb)을 함유하지 않는 합금에서 액상온도를 낮추어 유연합금을 무연합금으로 대체하는 과정에서 고가의 장비(SMT)를 교체하지 않고도 적용할 수 있도록 한 것이다.

이를 위해, 본 발명은 은(Ag)이 0.1 ~ 5.0중량%, 비스무스(Bi)가 0.1 ~ 10중량%, 인듐(In)이 1 ~ 10중량%, 구리(Cu)가 0.001 ~ 0.5중량%이며 나머지가 주석(Sn)으로 조성된 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류
C22C 13/02 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

은(Ag)이 0.1 ~ 5.0중량%, 비스무스(Bi)가 0.1 ~ 10중량%, 인듐(In)이 1 ~ 10중량%, 구리(Cu)가 0.001 ~ 0.5중량%이며 나머지가 주석(Sn)으로 조성된 것을 특징으로 하는 납땜용 저온계 무연합금.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

코발트(Co)가 0.001 ~ 0.1중량%, 인(P)이 0.001 ~ 0.01중량% 더 첨가되어 조성된 것을 특징으로 하는 납땜용 저온계 무연합금.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

코발트(Co)가 0.001 ~ 0.1중량% 더 첨가되어 조성된 것을 특징으로 하는 납땜용 저온계 무연합금.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

인(P)이 0.001 ~ 0.01중량% 더 첨가되어 조성된 것을 특징으로 하는 납땜용 저온계 무연합금.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 비스무스(Bi)가 0.1 ~ 0.6중량%인 것을 특징으로 하는 납땜용 저온계 무연합금.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전기 및 전자제품의 생산시 부품을 기판에 고정시키는 역할을 하는 땜납에 관한 것으로서, 좀더 구체적으로는 납(Pb)을 함유하지 않는 합금에서 액상온도를 낮추어 유연합금을 무연합금으로 대체하는 과정에서 고가의 장비(SMT : Surface Mounter Technology)를 교체하지 않고도 적용할 수 있도록 하는 납땜용 저온계 무연합금에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 납땜은 땜납을 용융하여 금속을 접합시키는 역할을 하는 것으로, 접합할 금속보다 용융온도가 낮은 금속을 사용하게 된다.

[0003] 그 대표적인 금속으로는, 납(Pb)의 용융온도(327℃)보다 낮은 온도에서 용융되는 연납과, 용융온도가 대체적으로 450℃ 이상인 경납으로 대별된다.

[0004] 상기한 연납은 저온에서 용융되어 납땜작업이 용이하나, 기계적 강도가 저하되므로 큰 응력이 작용되지 않는 부

분이나, 강철, 황동, 구리, 니켈 등의 얇은 판재 또는 가느다란 선재 등의 접합에 주로 사용된다.

- [0005] 상기 연납의 주성분은 납(Pb)과 주석(Sn)으로서, 이들의 함유량에 따라 인장강도 및 전단강도가 각각 다르게 나타나므로 용도에 따라 적절한 양을 혼합하여 사용하게 된다.
- [0006] 한편, 경납은 분말, 밴드, 와이어 등의 형상으로 형성되며, 구리(Cu), 아연(Zn), 납(Pb)이 주성분인 황동납과, 은(Ag)을 첨가하여 유동성을 개선한 은납 등이 사용된다.
- [0007] 상기한 저용융 납땜합금인 연납은 여러 가지 기계적, 물리적 특성이 우수하여 주로 배관, 열교환기와 같은 구조용과, 일반 전자산업용의 접합재료로 널리 각광받아 왔다.
- [0008] 그러나 납은 분해되지 않는 금속으로 일단 인체 내에 섭취되면 방출되지 않고 축적되는데, 실제로 미국 질병규제센터(Center for Disease Control)에서 명시한 납의 특성은 혈중농도 10u/dl 이상이 되면 치명적이라고 규정하고 있다.
- [0009] 특히, 어린이에게는 지능의 저하를 유발시킬 수 있을 뿐만 아니라 외부에 방출할 경우에는 납의 폐기물에 의해 토양을 오염시키는 문제점이 발생되었다.
- [0010] 상기한 연납(Pb-Sn계) 등과 같은 땜납은 넓은 온도범위 내에서 사용이 가능하고 강한 기계적 연결부위를 형성하여 전자부품 등의 접합에 매우 유용하게 사용하지만, 대기 중에 납을 많이 방출하는 상황에서 장기간 작업을 할 경우에는 작업자의 호흡기를 통해 인체로 흡입 축적되어 납중독이라는 치명적인 직업병을 발병시키므로 EU 및 선진국가에서는 2004년부터 납, 수은, 카드뮴, PBB, PBDE의 사용을 전자제품, 조명설비, 의료 기기, 감시 및 제어 기기, 장난감 등에 사용을 전면 금지하기로 법제화할 예정이어서, 이에 대한 대비책을 시급히 강구하여야만 된다.
- [0011] 이러한 법제화는 기타 국가에서도 신속하게 과급될 현상임이 자국민의 보호 및 환경파괴의 방지를 감안하면 당연하다.
- [0012] 이에 따라, 납땜의 제조업체에서는 납(Pb)이 첨가되지 않은 무연땜납의 개발에 많은 연구비를 투자하고 있으며, 현재까지 여러 종류의 무연합금이 개발되었다.
- [0013] 그 대표적인 무연솔더의 종류로는 Sn-Ag-Cu-P계 무연합금이 한국특허 제327768호로 등록되고, Sn-Cu-P계 무연합금이 한국특허 제327767호로 등록되어 있다.
- [0014] (선행기술문헌)
- [0015] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 등록번호 10-327768호(2002.04.09.등록)
- [0016] (특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 등록번호 10-327767호(2002.04.09.등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0017] 그러나 이러한 종래의 무연합금 중 Sn-Cu-P계는 고온계로서 액상온도가 227℃이고 Sn-Cu-Ag-P계는 중온계로서 액상온도가 217℃정도이지만, 실제 솔더링 작업이 이루어지는 온도는 이보다 높은 255℃에서 265℃사이에 솔더링이 이루어져 열에 취약한 부품 등은 작업이 어려운 문제가 발생되었다.
- [0018] 또한, 작업환경이 워낙 고온이어서 기존에 사용하고 있던 고가 장비(SMT : Surface Mounter Technology)의 설비를 보완하거나 교체하여야만 되는 경제적인 부담도 있었다.
- [0019] 본 발명은 종래의 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출한 것으로써, 액상온도를 낮춤과 동시에 젖음성을 향상시킬 수 있는 저온계 무연합금을 제공하는 데 그 목적이 있다.
- [0020] 본 발명의 다른 목적은 유연합금을 무연합금으로 대체하는 과정에서 고가의 기존 장비(SMT)를 교체하지 않고도 적용할 수 있도록 하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0021] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 형태에 따르면, 은(Ag)이 0.1 ~ 5.0중량%, 비스무스(Bi)가 0.1 ~ 10중량%, 인듐(In)이 1 ~ 10중량%, 구리(Cu)가 0.001 ~ 0.5중량%이며 나머지가 주석(Sn)으로 조성된 것을 특징으로 하는 납땜용 저온계 무연합금이 제공된다.
- [0022] 이러한 본 발명의 저온계 무연합금은 젖음성이 향상되고, 보이드(void)가 적으며, 용점 감소 및 솔더용탕 내에서 산화막이 거의 생성되지 않으며, 열 충격 내성 및 낙하 내성이 향상된다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명의 무연합금은 종래 고온계 및 중온계 무연합금에 비하여 땀납의 작업온도를 낮출 수 있게 되므로 생산된 제품의 신뢰도를 대폭 향상시키게 된다.
- [0024] 또한, 납을 사용하지 않고도 기존의 땀납과 거의 유사한 용점을 갖게 되므로 Sn-Pb계 땀납을 사용하던 고가의 장비를 그대로 사용할 수 있게 됨은 물론 무연합금의 사용량을 최소화하게 되므로 매우 경제적인 효과를 얻게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 실시 예 2에 따른 무연합금의 용해상태를 나타낸 사진
 도 2는 본 발명의 실시 예 3에 따른 무연합금의 용해상태를 나타낸 사진
 도 3은 본 발명의 각 실시 예에 따른 무연합금의 접합강도 측정을 하기 위한 사진
 도 4는 본 발명의 실시 예 3에 따른 무연합금의 용점 그래프

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 도면들은 개략적이고 축적에 맞게 도시되지 않았다는 것을 일러둔다. 도면에 있는 부분들의 상대적인 치수 및 비율은 도면에서의 명확성 및 편의를 위해 그 크기에 있어 과장되거나 감소되어 도시되었으며 임의의 치수는 단지 예시적인 것이지 한정적인 것은 아니다. 그리고 둘 이상의 도면에 나타나는 동일한 구조물, 요소 또는 부품에는 동일한 참조 부호가 유사한 특징을 나타내기 위해 사용된다.
- [0027] 본 발명의 일 실시 예인 Sn-Ag-In-Bi-Cu 5원계와, 첨가원소인 Co, P계의 무연합금에서 주성분인 주석(Sn)은 자체 독성이 없다.
- [0028] 상기 주석(Sn)의 용점(232℃)인 고상선(固相線)을 하강시키는 것은 물론 젖음성을 향상시키는 역할을 하는 비스무스(Bi)는 0.1 ~ 10중량% 함유되는데, 비스무스의 함량이 10중량% 이상이면 열 피로성에 의해 쉽게 깨지는 문제가 발생할 수 있으므로 10중량% 이하로 함유시키는 것이 바람직하다.
- [0029] 이에 따라, 솔더의 젖음성을 더욱 향상시킬 수 있게 된다.
- [0030] 상기 은(Ag)은 0.1 ~ 5.0중량% 함유되는데, 이에 따라 솔더의 열 충격 내성 및 낙하 내성을 향상시키게 된다.
- [0031] 상기 인듐(In)은 1 ~ 10중량% 함유되는데, 이에 따라 솔더의 용점이 낮아져 부품의 열 피로성을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0032] 상기 코발트(Co), 구리(Cu), 인(P)는 첨가원소로써 무연솔더의 특성을 증가시키는 역할을 하게 된다.
- [0033] 이러한 본 발명의 저온계 무연합금의 용점은 192.5℃ ~ 210℃ 이다.
- [0034] 이하, 본 발명을 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

- [0035] 본 발명의 일 실시예에 따른 무연합금은 은(Ag), 비스무스(Bi), 인듐(In), 구리(Cu)이며 나머지가 주석(Sn)으로 조성된다.
- [0036] 이 경우 솔더의 젖음성은 Sn - Ag - Cu계 무연솔더 보다 향상되며, 용점도 낮아진다.
- [0037] 그러나 비스무스(Bi)의 함량이 10중량%이상 증가하면 솔더의 취성이 약해져 깨지기 쉬워지기 때문에 주의를 하여야 한다.
- [0038] 이러한 특성을 줄이기 위하여 첨가원소로써, 코발트(Co) 및 구리(Cu)를 더 첨가하는 것이 바람직하다.
- [0039] 상기 무연합금 중 은(Ag)은 원자반경이 작기 때문에 납납합금의 용융시 접합모재로서의 확산 속도를 빠르게 하는 역할을 하며, 모재금속과의 접합강도를 높여준다.
- [0040] 상기 은(Ag)의 함량이 1.0중량% 미만이면 무연납납의 용점을 낮추는데 한계가 있어 기대하는 효과를 얻을 수는 없으며, 4.0중량% 이상 초과할 경우에는 용점의 고온화 및 유동성이 너무 커져 쉽게 퍼지게 되므로 바람직하지 못한 결과를 얻을 수 있다.
- [0041] 또한 비스무스(Bi)는 0.1 ~ 10중량% 함유되는데, 비스무스(Bi)의 함량이 0.1중량% 미만일 경우 저용점화의 효과가 미비하게 되고, 10중량% 이상일 경우 용점의 응고범위가 넓히게 되고, 납땜부위에 반복적으로 가해지는 열 피로성 때문에 깨지는 현상이 발생할 수도 있다.
- [0042] 상기 인듐(In)은 1 ~ 10중량% 함유되는데, 1중량% 미만일 경우에는 용점이 범위가 높아 저 용점화 무연합금에 적합치 못하고, 10중량% 이상일 경우 용점을 낮추는 효과는 있으나, 고가인 관계로 생산원가가 상승되는 요인으로 작용되므로 바람직하지 못하다.
- [0043] 또한, 용탕시 드로스(dross) 발생을 억제하기 위하여 인(P)을 더 첨가하였다.
- [0044] 상기한 조성을 갖는 무연합금은 금속원재료(Sn, Ag, In, Bi, Cu, Co, P)를 개량하여 제조시 진공상태가 아니더라도, 대기중 납조나 도가니에 Sn을 용융시킨 후 상기 Sn - Ag 합금을 제조한 다음 Bi, In, Cu합금을 차례대로 용융시킨 후 Sn - Co합금, Sn - P합금을 사용하여 용해 가열 솔더용탕을 만든다.(도 1, 도 2 참조)
- [0045] 상기 온도는 350℃ ~ 400℃ 일정시간 교반 가열 후 출탕하여 잉곳(ingot) 형태로 주조한다.
- [0046] 이러한 무연합금은 분말(Powder), 크림(Cream), 바(Bar), 와이어(Wire)를 비롯하여 여러 형태의 솔더로 제조한다.
- [0047] 특히, 분말(Powder)과 플럭스(Flux)와 혼합하여 페이스트(Solder Paste)로도 제조 가능하다.
- [0048] 이렇게 제조된 무연합금은 전자부품의 배선용으로 SMT 및 자동 납땜기에 솔더링용으로 사용된다.
- [0049] 이하, 본 발명을 실시 예에 따라 설명한다.

표 1

실시 예 1 ~ 4 특성(용점, 퍼짐성, 접합강도) 결과

구 분	조성(Wt%)						특성		
	주석(Sn)	은(Ag)	비스무스(Bi)	인듐(In)	구리(Cu)	인(P)	용점(℃)	퍼짐성(%)	접합강도(N)
실시예 1	잔부	0.3	0.1	3.0	0.1		205~215	84	220
실시예 2	잔부	3.0	0.5	3.0	0.5	0.005	205~211	85.5	255
실시예 3	잔부	3.5	0.5	8.0	0.5		200~205	85.2	258
실시예 4	잔부	3.5	3.0	8.0	0.5	0.001	192.5~202	85.5	262
비 교 예	주석(Sn) 잔부, 은(Ag) 3.0Wt%, 구리(Cu) 0.5Wt%						217~220	81	210

[0050]

[0051] 상기 표 1과 같이 조성을 갖도록 실시 예 1 내지 4 그리고 비교 예에 따른 무연합금을 제조하였다.

[0052] (1) DSC 용점시험

- [0053] 상기 실시 예 1 내지 4 그리고 비교 예에 따른 무연합금들의 용점을 DSC NETZSCH사 200-PC를 이용하여 측정하였다.
- [0054] 공기 분위기에서 솔더들을 25℃ ~ 240℃에 이르기까지 10℃/min의 속도로 승온시키면서 용점을 측정하여 표 1의 실시 예에 정리하였다.
- [0055] 실시예 1 내지 4에 따른 솔더들의 용점은 192.5 ~ 202℃로 비교 예인 무연합금의 용점인 217 ~ 220℃에 비해 현저히 감소됨을 알 수 있다.
- [0056] 따라서 Sn-Ag-Bi-In-Cu계의 저온계 무연합금에서 인듐(In)의 함량이 8중량%, 비스무스(Bi)의 함량이 1.0 ~ 3.0 중량%가 바람직하다는 것을 확인할 수 있다.
- [0057] (2) 퍼짐성시험
- [0058] 상기 실시 예 1 내지 4 및 비교 예에 따른 무연 합금합금들의 시료를 각각 채취하여 동판(30 × 30 × 0.3mm)을 금속 연마지로 연마하여 산화막을 제거하고, IPA로 세척 건조한 후 약 150℃의 전기로 내에서 약 1시간 동안 산화 처리 후 플럭스를 도포한 솔더 약 0.3g을 동판 중앙부위에 올려놓고 용융 납조의 온도를 240℃에서 약 30초 정도 솔더를 용융시킨 다음 IPA로 플럭스 잔류분을 제거하여 마이크로메타로 퍼짐 높이를 측정한 결과 비교 예의 무연합금에 비해 퍼짐성이 85.8%로 현저히 향상됨을 알 수 있었다.
- [0059] (3) 접합강도시험
- [0060] 상기 실시 예 1 내지 4 및 비교 예에 따른 무연 합금합금들의 시료를 도 3과 같이 각각 채취하여 시편을 만든 다음 접합강도를 측정하였다.
- [0061] 이때, 조건인 접합부의 초기 접합강도 시험속도는 5mm/min으로 당겨 접합강도를 측정한 결과 비교 예의 무연합금에 비해 접합강도가 표 1에 나타난 것과 같이 향상됨을 알 수 있었다.
- [0062] (4) 인장강도시험
- [0063] 실시 예 1 내지 실시예 4에서 얻어진 무연합금의 시료를 채취하여 시편을 만들었는데, 시편의 규격은 ASTM의 인장시험 시편 규격으로 하고, 시편의 두께는 ISO 6892 규격을 적용하였다.
- [0064] 이와 같이 얻어진 시편을 인장시험장비에 장착한 후 3mm/min의 일정한 속도로 잡아당겨 파단시험을 실시하면서 인장강도를 측정하여 그 결과를 표 2에 나타내었다.

표 2

구 분	조성(Wt%)						특성	
	주석(Sn)	은(Ag)	비스무스(Bi)	인듐(In)	구리(Cu)	인(P)	인장강도(Mpa)	연신율(%)
실시예 1	잔부	0.3	0.1	3.0	0.1		22	35
실시예 2	잔부	3.0	0.5	3.0	0.5	0.005	23	37
실시예 3	잔부	3.5	0.5	8.0	0.5		23	37
실시예 4	잔부	3.5	3.0	8.0	0.5	0.001	23	38
비 교 예	주석(Sn) 잔부, 은(Ag)3.0Wt%, 구리(Cu) 0.5Wt%						15	32

- [0065]
- [0066] (5) 연신율시험
- [0067] 실시예 1 내지 실시예 4에서 얻어진 무연합금의 시료를 채취하여 시편을 만들었는데, 시편의 규격은 ASTM의 인장시험 시편 규격으로 하고, 시편의 두께는 ISO 6892 규격을 적용하였다.
- [0068] 이와 같이 얻어진 시편을 인장시험장비에 장착한 후 3mm/min의 일정한 속도로 잡아당겨 파단 시 시편의 초기 표점거리를 통하여 연신율을 측정하였던 바, 그 결과가 비교 예보다 월등히 향상됨을 알 수 있었다.

[0069] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[0070] 그러므로 이상에서 기술한 실시예는 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해되어야 하고, 상기 상세한 설명에서 기술된 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

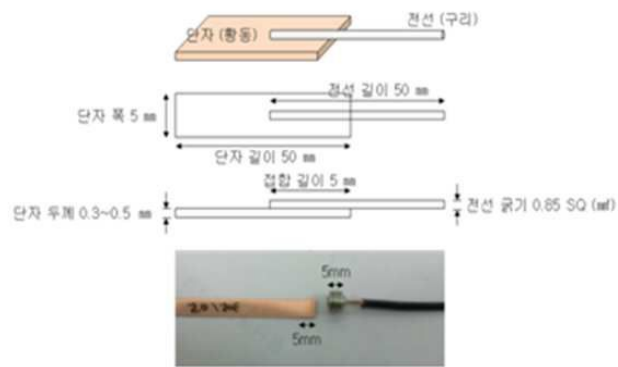
도면1



도면2



도면3



도면4

