



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2023년04월14일  
(11) 등록번호 10-2522501  
(24) 등록일자 2023년04월12일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B23K 35/02 (2006.01) B23K 35/26 (2006.01)  
C22C 13/02 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
B23K 35/0222 (2013.01)  
B23K 35/0227 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2021-7020314(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2014년10월29일  
심사청구일자 2021년06월30일
- (85) 번역문제출일자 2021년06월29일
- (65) 공개번호 10-2021-0084673
- (43) 공개일자 2021년07월07일
- (62) 원출원 특허 10-2016-7012910  
원출원일자(국제) 2014년10월29일  
심사청구일자 2019년10월24일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2014/062866
- (87) 국제공개번호 WO 2015/066155  
국제공개일자 2015년05월07일
- (30) 우선권주장  
61/898,202 2013년10월31일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
WO2006059115 A1\*  
WO2007081775 A2\*  
JP2001071173 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
알파 어셈블리 솔루션스 인크.  
미국, 06702 코네티컷, 워터버리, 프라이트 스트리트 245
- (72) 발명자  
머피, 마이클  
미국 08807 뉴저지 브리지워터 스티플체이스 레인 461  
팬더, 랜지트, 에스.  
미국 08536 뉴저지 플레인스보로 제이 코트 4
- (74) 대리인  
특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 나만호

(54) 발명의 명칭 무연, 무은 솔더 합금

**(57) 요약**

무연, 무은 솔더 합금은 0.001 ~ 0.800중량%의 구리, 0.080 ~ 0.120중량%의 비스무트, 0.030 ~ 0.050중량%의 니켈, 0.008 ~ 0.012중량%의 인 및 잔부는 주석과 불가결한 불순물을 포함한다. 솔더 합금은 바, 스틱, 솔리드 또는 플럭스 함유 와이어, 포일 또는 스트립, 또는 분말 또는 페이스트, 또는 볼 그리드 어레이 또는 칩 스케이 팩 키지에 사용되는 솔더 스피어, 또는 미리 형성된 솔더 피스 중 하나의 형상이다. 솔더 합금은 전자 부품과 전자 기관의 패드 사이에 솔더 조인트를 형성하는데 사용될 수 있다.

(52) CPC특허분류

*B23K 35/0233* (2013.01)

*B23K 35/0244* (2013.01)

*B23K 35/025* (2013.01)

*B23K 35/0266* (2013.01)

*B23K 35/262* (2013.01)

*C22C 13/02* (2013.01)

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

0.001 ~ 0.8중량%의 구리;  
 0.03 ~ 0.05중량%의 니켈;  
 0.002 ~ 0.004중량%의 인;  
 0.005 ~ 0.008중량%의 갈륨; 및  
 선택적으로, 하기 중 하나 이상:  
 0.10중량% 이하의 비스무트,  
 0.05중량% 이하의 납,  
 0.050중량% 이하의 안티몬,  
 0.030중량% 이하의 비소,  
 0.001중량% 이하의 카드뮴,  
 0.001중량% 이하의 아연,  
 0.020중량% 이하의 철,  
 0.001중량% 이하의 알루미늄,  
 0.050중량% 이하의 인듐,  
 0.050중량% 이하의 금,  
 0.10중량% 이하의 크롬,  
 0.10중량% 이하의 수은; 및  
 잔부의 주석과 불가결한 불순물로 이루어지는 무연, 무은 솔더 합금으로서,  
 상기 솔더 합금은 작동 온도가 360℃ 이상인 솔더링 프로세스에서 사용하기 위한 것인 솔더 합금.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,  
 구리가 상기 솔더 합금의 0.600 ~ 0.800중량%인 솔더 합금.

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

제 1 항에 있어서,  
주석이 상기 솔더 합금의 90중량% 이상인 솔더 합금.

**청구항 8**

제 1 항에 있어서,  
주석이 상기 솔더 합금의 94 내지 99.6중량%인 솔더 합금.

**청구항 9**

제 1 항에 있어서,  
주석이 상기 솔더 합금의 95 내지 99중량%인 솔더 합금.

**청구항 10**

제 1 항에 있어서,  
주석이 상기 솔더 합금의 97 내지 99중량%인 솔더 합금.

**청구항 11**

제 1 항에 있어서,  
0.60 ~ 0.80중량%의 구리,  
0.03 ~ 0.05중량%의 니켈,  
0.002 ~ 0.004중량%의 인,  
0.005 ~ 0.008중량%의 갈륨,  
0.10중량% 이하의 비스무트,  
0.05중량% 이하의 납,  
0.050중량% 이하의 안티몬,  
0.030중량% 이하의 비소,  
0.001중량% 이하의 카드뮴,  
0.001중량% 이하의 아연,  
0.020중량% 이하의 철,  
0.001중량% 이하의 알루미늄,  
0.050중량% 이하의 인듐,  
0.050중량% 이하의 금,  
0.10중량% 이하의 크롬,  
0.10중량% 이하의 수은, 및 잔부의 주석으로 이루어지는 솔더 합금.

**청구항 12**

제 1 항에 있어서,  
바, 스틱, 솔리드 또는 플럭스 함유 와이어, 포일 또는 스트립, 또는 분말 또는 페이스트, 또는 볼 그리드 어레이 또는 칩 스케일 패키지에 사용되는 솔더 스피어, 또는 미리 형성된 솔더 피스 중 하나의 형상인 솔더 합금.

**청구항 13**

제 1 항에 기재된 솔더 합금에 의해 형성된 솔더 조인트.

**청구항 14**

제 1 항에 기재된 솔더 합금으로 솔더 조인트를 형성하는 방법.

**청구항 15**

제 1 항에 있어서,

두 개 이상의 기판을 함께 솔더링하기 위해 녹은 솔더 베스(molten solder bath)에 사용되는, 솔더 합금.

**청구항 16**

삭제

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

삭제

**청구항 19**

삭제

**청구항 20**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 개시는 전기 또는 기계 부품을 결합시키는 방법으로 보다 구체적으로는 회로 기판과 다른 전자 기판 위로 전자 부품 및 연관 장치를 부착시키는 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 전자 조립업체들은 2006년에 무연 솔더 합금을 도입해야만 했다. 존재하는 무연 솔더 합금의 일 예시는 모든 목적상 전체가 본원에서 참조로서 포함되는 미국 특허 출원 공개 번호 제2008/0292492 A1에서 발견될 수 있다. 하지만, 이 참조에서 개시된 솔더 합금은 은을 함유한다. 가장 인기 있는 무연 합금은 4중량%까지 함유한다. 은의 시장 가격은 지난 몇 년 동안 꾸준히 증가하여 많은 전자 조립업체들에게 상당한 증가된 솔더 비용을 야기했다. 특정 유형의 전자 조립업체들에게 저 은(1중량% 미만)과 무은 합금의 수용성에 대한 많은 연구가 실행되어왔다. 또한, 많은 조립업체들은 몇 년 동안 성공적으로 무은 합금을 사용해왔으며 이로 인하여 업계 내에서 수용성을 얻었다. 은 베어링 합금의 고비용과 무은 합금을 사용하는 업계의 경험이 증가함에 따라서, 시장에서 이러한 유형의 합금에 대한 수요가 늘어나고 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0003] 본 개시는 상기 문제를 해결할 수 있는 무연, 무은 솔더 합금을 제공하는 것을 과제로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0004] 본 개시의 일 측면은 0.001 ~ 0.800중량%의 구리, 0.080 ~ 0.120중량%의 비스무트, 0.030 ~ 0.050중량%의 니켈, 0.008 ~ 0.012중량%의 인 및 잔부는 주석과 불가결한 불순물을 포함하는 무연, 무은 솔더 합금에 관한 것이다. 솔더 합금의 실시에는 0.10중량% 이하의 은, 0.05중량% 이하의 납, 0.05중량% 이하의 안티몬, 0.030중량%

이하의 비소, 0.001중량% 이하의 카드뮴, 0.001% 이하의 아연, 0.020중량% 이하의 철, 0.001중량% 이하의 알루미늄, 0.050중량% 이하의 인듐, 0.050중량% 이하의 금, 0.10중량% 이하의 크롬 및 0.10중량% 이하의 수은 중 하나 이상을 더 포함한다. 다른 실시예에서, 구리는 상기 솔더 합금의 0.600 ~ 0.800중량%이다.

[0005] 솔더 합금은 바, 스틱, 솔리드 또는 플럭스 함유 와이어, 포일 또는 스트립, 또는 분말 또는 페이스트, 또는 볼 그리드 어레이 또는 칩 스케일 패키지에 사용되는 솔더 스피어, 또는 미리 형성된 솔더 피스 중 하나의 형상일 수 있다.

[0006] 솔더 합금은 솔더 조인트를 생산하는데 사용될 수 있다. 솔더 조인트를 형성하는 방법도 개시된다.

[0007] 본 개시의 다른 일면은 0.001 ~ 0.800중량%의 구리, 0.001 ~ 0.050중량%의 니켈, 0.001 ~ 0.012중량%의 인, 0.001 ~ 0.008중량%의 갈륨, 잔부는 주석과 불가결한 불순물로 이루어지는 무연, 무은 솔더 합금에 관한 것이다. 일 실시형태에서, 구리가 상기 솔더 합금의 0.600 ~ 0.800중량%이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0008] 솔더 합금이 웨이브 솔더링, 리플로우 솔더링, 열풍 레벨링 프로세스, 볼 그리드 어레이 및 다른 어셈블리 프로세스에서 적절히 사용되기 위해서는 많은 필요조건이 있다. 예를 들면, 합금은 구리, 니켈, 니켈 인("무전해 니켈")과 같은 다양한 기관 재료와 관련하여 우수한 습윤 특성을 반드시 보여줘야 한다. 그러한 기관은 예를 들면, 주석 합금, 금 또는 유기물 코팅(OSP)을 사용함으로써 습윤을 향상시키기 위해 코팅될 수 있다. 우수한 습윤은 모세 겹 안으로 흐르고 인쇄 회로 기관안의 관통 판 홀의 벽 위로 올라가며 이에 따라서 우수한 관통 홀 매움을 달성할 수 있는 높은 솔더의 능력을 향상시키기도 한다.

[0009] 솔더 합금은 기관을 용해시키고 기관과의 계면에 금속간 화합물을 형성시키는 경향이 있다. 예를 들면, 솔더 합금의 주석은 계면에서 기관과 반응하여 금속 간의 화합물층을 형성시킬 수 있다. 기관이 구리이면,  $Cu_6Sn_5$ 이 형성될 것이다. 그러한 기관은 일반적으로 극소의 마이크론에서 적은 마이크론에 이르는 두께를 갖는다. 이러한 층과 구리 기관 사이의 계면에  $Cu_3Sn$ 의 금속 간의 화합물이 존재할 수 있다. 계면 금속 간 층은 시효(aging) 중 특히, 서비스가 고온이며 생성될 수 있는 임의의 보이드와 함께 더 두꺼운 금속 간의 층은 압축된 조인트의 이른 골절을 더 야기할 수 있는 곳에서 커지는 경향을 가질 것이다.

[0010] 다른 요소는 (i) 향상된 기계적 성질을 야기하는 합금 자체 내의 2중 혼합물의 존재, (ii) 저장 또는 반복된 리플로우 도중에 부패가 솔더링 능력을 덜 이상적으로 할 수 있는 솔더 스피어에서 중요한 산화 내성, (iii) 부유물 제거 및 (iv) 합금 안정성이다. 이러한 고려요소들은 합금이 장기간 동안 탱크나 베스에 고정되어 있는 곳에서 적용될 때 중요할 수 있다.

[0011] 상기 기재된 바와 같이, 많은 무납 솔더 합금은 은을 포함하며, 솔더 합금에 추가 비용을 발생시킨다. 본 개시는 이전 기술과 연관된 문제의 적어도 일부에 대해 다루며 은을 감소 또는 제거시키는 향상된 솔더 합금을 제공하는 데 목적이 있다. 따라서, 본 개시는 웨이브 솔더 프로세서, 리플로우 솔더링 프로세스, 열풍 레벨링 프로세스, 볼 그리드 어레이 또는 칩 스케일 패키지에서 사용되기에 적절한 합금을 제공하며, 합금은 0.001 ~ 0.800중량%의 구리, 0.080 ~ 0.120중량%의 비스무트, 0.030 ~ 0.050중량%의 니켈, 0.008 ~ 0.012중량%의 인 및 잔부는 주석을 포함한다. 아래 예시 1에 제공된 표에 나타난 바와 같이, 솔더 합금은 은(0.10중량% 이하), 납(0.05중량% 이하), 비소(0.030중량% 이하), 카드뮴(0.001중량% 이하), 아연(0.001중량% 이하), 철(0.020중량% 이하), 알루미늄(0.001중량% 이하), 인듐(0.050중량% 이하), 금(0.050중량% 이하), 크롬(0.10중량% 이하) 및 수은(0.10% 중량% 이하)의 추종량을 더 포함할 수 있다.

[0012] 솔더 합금은 0.001 ~ 0.800중량% 이하의 구리를 바람직하게 포함한다. 구리는 주석과 공용을 형성하여 녹는점을 낮추고 합금 강도를 증가시킨다. 과공정 범위의 구리 함량은 액상선 온도를 증가시키지만 합금 강도를 더 향상시킨다. 구리는 녹는점을 더 낮추며 구리와 다른 기관에 대한 솔더의 습윤성을 향상시킨다.

[0013] 솔더 합금은 0.080 ~ 0.120중량% 이하의 비스무트를 바람직하게 포함한다. 비스무트의 존재는 저 농도 레벨에서 고체 용액에 그 존재를 통하여 고 농도 레벨에서 다 비스무트 입자 또는 비스무트 함유 금속 간 혼합물로서 합금의 강화를 제공한다. 비스무트는 녹는점을 감소시키고 문제의 적용 즉, 웨이브 솔더링, 리플로우 솔더링, 열풍 레벨링, 볼 그리드 어레이 및 칩 스케일 패키지를 위한 솔더 합금의 기계적 성질을 향상시킨다. 비스무트 함량은 또한 계면에서의 구리 주석 2중 혼합물의 성장물의 감소를 가지고 오며 합금을 사용하여 만들어진 솔더 조인트의 향상된 기계적 성질을 야기한다. 이러한 이유로, 본 개시에 따른 합금은 0.080 ~ 0.120중량% 이하의 비

스무트를 바람직하게 포함한다.

- [0014] 니켈은 금속 간 화합물 성장 모디파이어 및 결정 성장 억제제로 작동할 수 있다. 예를 들면, 이론에 없매이기를 바라지는 않지만, 니켈은 주석과 금속 간 혼합물을 형성하며 구리와 대체되어 CuNiSn 금속 간 혼합물을 형성하는 것으로 믿어진다. 또한, 니켈은 비스무트와 금속 간 혼합물을 형성한다. 합금에서 니켈의 존재는 그것이 인쇄 회로 기판상의 얇은 구리층의 용해률을 감소시킨다는 점에서 이점을 갖는 것으로 발견되었다. 일부 경우에, 솔더에 의해 습윤되는 기저 동 박의 영역이 넓은 곳에서, 이러한 성질은 솔더 조성물의 안정성을 유지하고 구리 레벨의 과도한 빌드 업을 방지하는데 도움이 된다. 솔더 배스 조성물(예를 들면 구리 레벨의 증가)에서 변화에 의해 야기된 잠재적인 문제가 감소되기 때문에 이것은 예를 들면 열풍 솔더 레벨링에서 특별한 의미를 갖는다. 이러한 이유로, 본 개시에 따른 합금은 예를 들면 0.030 ~ 0.050중량%의 니켈 중 적어도 0.030중량%의 니켈을 바람직하게 포함한다.
- [0015] 인은 작용하여 솔더의 개방 탱크의 상부에서 형성된 부유물의 부피를 감소시킬 수 있고 이에 따라서 예를 들면, 웨이브 솔더 배스에서 가치 있는 첨가물이다. 일부 실시형태에서, 게르마늄(Ge)은 인과 대체될 수 있다. 일 실시형태에서, 솔더 합금은 0.008 ~ 0.012중량%의 인을 포함한다.
- [0016] 합금은 일반적으로 적어도 90중량%의 주석, 바람직하게 94 ~ 99.6중량%의 주석, 보다 바람직하게 95 ~ 99.6중량%의 주석, 더 바람직하게 97 ~ 99중량%의 주석을 포함할 것이다. 따라서, 본 개시는 웨이브 솔더 프로세스, 리플로우 솔더링 프로세스, 열풍 레벨링 프로세스, 볼 그리드 어레이 또는 칩 스케일 패키지에서 사용되는 합금을 더 제공한다.
- [0017] 다른 실시형태에서, 솔더 합금은 0.001 ~ 0.800중량%의 구리, 0.001 ~ 0.050중량%의 니켈, 0.001 ~ 0.012중량%의 인, 0.001 ~ 0.008중량%의 갈륨 및 잔부는 주석을 포함한다. 이전 실시형태에서 이미 주지된 바와 같이, 솔더 합금은 은(0.10중량% 이하), 납(0.07중량% 이하), 안티몬(0.10중량% 이하), 비소(0.030중량% 이하), 카드뮴(0.002중량% 이하), 아연(0.001중량% 이하), 철(0.020중량% 이하), 알루미늄(0.001중량% 이하), 인듐(0.050중량% 이하) 및 금(0.050중량% 이하)의 추종량을 더 포함할 수 있다.
- [0018] 솔더 합금은 바람직하게 0.001 ~ 0.800중량%의 구리를 포함한다. 상기 언급된 바와 같이, 구리는 주석과 공용을 형성하여 녹는점을 낮추고 합금 강도를 증가시킨다. 구리는 녹는점을 더 낮추고 구리 및 다른 기판에 대한 솔더의 습윤성을 향상시킨다.
- [0019] 솔더 합금은 바람직하게 솔더의 개방 탱크 상부에 형성된 부유물의 부피를 감소시키는 작용을 하여 예를 들면, 웨이브 솔더 배스에서 가치 있는 첨가물인 인을 포함한다. 일부 실시형태에서, 게르마늄(Ge)은 인과 대체될 수 있다. 일 실시형태에서, 솔더 합금은 0.001 ~ 0.002중량%의 인을 포함한다.
- [0020] 솔더 합금은 솔더 합금의 적용에서 야기되는 솔더 조인트의 전체 외관을 향상시키도록 포함될 수 있는 갈륨을 더 포함한다. 갈륨은 예를 들면 대략 30°C로 상대적으로 낮은 녹는점을 가지며 그것의 반경은 구리의 그것보다 약간 더 작다. 솔더 조인트를 형성할 때, 솔더 합금의 습윤의 확장도는 더 빨라지며 조인트의 강도는 증가한다. 또한, 솔더 합금과 웨이브 솔더링할 때 갈륨은 산화량을 감소시킨다. 일 실시형태에서, 솔더 합금은 0.001 ~ 0.08중량%의 갈륨, 보다 바람직하게 0.005 ~ 0.008중량%의 갈륨을 포함한다.
- [0021] 합금은 일반적으로 적어도 90중량%의 주석, 바람직하게 94 ~ 99.6중량%의 주석, 보다 바람직하게 95 ~ 99.6중량%의 주석, 더 바람직하게 97 ~ 99중량%의 주석을 포함할 것이다. 따라서, 본 개시는 웨이브 솔더 프로세스, 리플로우 솔더링 프로세스, 열풍 레벨링 프로세스, 볼 그리드 어레이 또는 칩 스케일 패키지에서 사용되는 합금을 더 제공한다.
- [0022] 본 개시에 따른 합금은 인용된 구성요소를 필수적으로 포함할 수 있다. 조성물의 필수적인 특징이 그들의 존재에 의해 상당히 영향을 받지 않는 조건에서 필수적인 그러한 구성요소(즉, 주석, 구리, 비스무트, 니켈 및 인) 외에, 다른 명시되지 않은 구성요소가 조성물에 존재할 수 있다. 따라서, 본 개시는 웨이브 솔더 프로세스, 리플로우 솔더링 프로세스, 열풍 레벨링 프로세스, 볼 그리드 어레이, 칩 스케일 패키지 또는 전자제품 조립에 사용되는 다른 프로세스에 사용되는 합금을 더 제공한다.
- [0023] 또한, 본 개시는 볼 그리드 어레이 또는 칩 스케일 패키지에서 솔더 합금 조성물의 사용을 제공한다.
- [0024] 또한, 본 개시는 상기 솔더 합금 조성물을 포함하는 볼 그리드 어레이 조인트를 제공한다.
- [0025] 본 개시에 따른 합금은 무연 또는 필수적으로 무연이다. 합금은 일반적인 납 함유 솔더 합금에 대해 환경적인

이점을 제공한다.

- [0026] 본 개시에 따른 합금은 일반적으로 선택적으로 플럭스와 함께, 바, 스틱, 잉곳으로 제공될 수 있다. 또한, 합금은 와이어 예를 들면, 플럭스, 스피어 또는 절체에 의해 만들어지거나 솔더의 스트립으로부터 눌러질 필요는 없는 프리폼을 포함하는 코어 와이어의 형태로 제공될 수 있다. 이것은 유일한 합금이거나 솔더링 프로세스에 의해 요구되는 바와 같이 적절한 플럭스로 코팅될 수 있다. 또한, 합금은 분말 또는 솔더 페이스트를 생산하기 위해 플럭스와 혼합된 분말로서 제공될 수 있다.
- [0027] 본 개시에 따른 합금은 두 개 이상의 기판을 함께 솔더 및/또는 기판을 코팅하기 위한 수단으로서 녹은 솔더 배스에서 사용될 수 있다.
- [0028] 본 개시에 따른 합금은 인쇄 회로 기판의 패드 상에 기계식 및 전기식으로 전자 부품을 부착하는데 사용될 수 있다.
- [0029] 본 개시에 따른 합금은 전체적으로 조성물의 1중량%를 초과하지는 않지만, 불가결한 불순물을 포함할 수 있다고 이해될 것이다. 바람직하게, 합금은 조성물의 0.5중량% 이하, 보다 바람직하게 조성물의 0.3중량% 이하, 더 바람직하게 조성물의 0.1중량% 이하의 양으로 불가결한 불순물을 포함한다.
- [0030] 본 개시에 따른 합금은 웨이브 솔더링, 리플로우 솔더링, 열풍 레벨링 또는 볼 그리드 어레이 및 칩 스케일 패키징과 연관된 적용에 특히 매우 적절하다. 또한, 본 개시에 따른 합금은 예를 들면, 배관 및 자동차 라디에이터와 같은 비 전자식 적용에서 적용을 찾을 수 있다.
- [0031] 이러한 솔더 합금은 랩 테스트와 다양한 영역의 실험에서 수용 가능한 솔더링 능력과 신뢰도를 제공하는 것으로 나타났다. 솔더 합금은 분말, 파우더, 프리폼, 페이스트, 솔리드 와이어, 코어 와이어 및 솔리드 바에 제한되지 않지만 이를 포함하는 다양한 형태로 솔드될 수 있다. 솔더 합금은 리플로우, 웨이브 솔더링, 플레이팅, 핸드 솔더링 등에 제한되지 않지만 이를 포함하는 다양한 전자제품 조립 솔더링 프로세스에서 사용될 수 있다.
- [0032] 일 실시형태에서, 솔더 합금은 다음의 합금 특징을 가진다.
- [0033] 액체 온도(°C)                    229
- [0034] 고체 온도(°C)                    27
- [0035] CTE 30 ~ 100°C( $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$ )    23.8
- [0036] CTE 100 ~ 180°C( $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$ )    24.3
- [0037] 밀도( $\text{g}/\text{cm}^3$ )                    7.3
- [0038] 충격 에너지(줄)                    51.2
- [0039] 강도(HV 0.2)                    9.4
- [0040] 일 실시형태에서, 솔더 합금은 캐스트로서 다음의 기계적 성질을 가진다.
- [0041] 인장력(MPa)                    42.0
- [0042] 인장력(MPa)                    7.6
- [0043] 항복 응력                    33.4
- [0044] 신장                    33.1
- [0045] 본 개시의 실시형태의 무연, 무은 솔더 합금은 웨이브 솔더, 선택적 솔더링, 납 주석 도금 및 리워크 프로세스에서 납 기반의 솔더, 주석-은-구리("SAC") 솔더 합금 및 다른 저은 SAC 합금을 위한 대체용으로 적절하다. 솔더 합금은 은 배어링 합금과 비교하여 구리 용해력을 최소화하고 또한 소유시 전체 비용을 향상시키도록 설계되어 왔다. 다양한 솔더 합금은 향상된 구리 레벨을 갖는 솔더 배스에서 보충 합금으로 사용될 수 있다.
- [0046] 솔더 합금은 신뢰성, 항복(yield), 구리 부식, 부유물 생성 및 솔더 필릿 표면과 같은 성능 특징을 향상시키는 데 사용될 수 있다. 그 결과, 솔더 합금은 더 낮은 재료 비용에 따른 소유시 전체 비용의 감소, 더 높은 항복 및 낮은 부유물 생성, 우수한 기계적 신뢰성, 빠른 습윤 속도로 인한 향상된 솔더링성, 리워크 도중의 구리 플레이팅의 감소된 부식과 같은 성능 혜택을 달성할 수 있어 은 배어링 합금과 비교하여 솔더 팻 재료에 친화적이고 덜 공격적인 조립 신뢰성과 다른 솔더링 프로세스에 걸쳐서 우수한 성능을 향상시킨다. 본 개시의 솔더 합금



을 포함하는 프로세스는 솔더로부터 산화물의 제거를 향상시키고 솔더 브리징(solder bridging)과 같은 결함을 감소시킬 수 있다.

[0047] 일부 실시형태에서, 여기서 기재된 적용 외에, 솔더 합금은 와이어 결합, 리본 결합, 밀폐 봉합, Ild 봉합, 금속 대 금속 결합, 금속 대 유리 결합, 일반적인 결합 및 다양한 중합체 재료에 대한 결합을 포함하는 다른 결합 적용에서 사용될 수 있다.

[0048] 다른 실시형태에서, 여기서 개시된 솔더 합금은 전자 제품, 소비자 전자제품, 전기통신, 하이브리드 전기 차량, 풍력 및 광전지를 포함하는 태양열 발전, 수송 및 산업의 적용을 포함하는 다양한 산업에서 적용성을 찾을 수 있다.

[0049] 여기서 개시된 재료와 방법의 이러한 실시형태 및 다른 실시형태의 기능과 이점은 아래 예시로부터 더 완전히 이해될 것이다. 다음의 예시는 개시된 재료와 방법의 이점을 도시하도록 의도되지만 그것의 완전한 범위를 구체화하지는 않는다.

[0050] 예시 1

[0051] 일 실시형태에서, 무연, 무은 솔더 합금은 다음의 구성요소를 포함한다.

[0052] 요소 스펙시피케이션

[0053]	주석(Sn)	잔부
[0054]	구리(Cu)	0.70 +/- 0.10%
[0055]	비스무트(Bi)	0.10 +/- 0.02%
[0056]	니켈(Ni)	0.04 +/- 0.01%
[0057]	인(P)	0.008 ~ 0.012%
[0058]	은(Ag)	0.10중량% 이하
[0059]	납(Pb)	0.05중량% 이하
[0060]	안티몬(Sb)	0.050중량% 이하
[0061]	비소(As)	0.030중량% 이하
[0062]	카드뮴(Cd)	0.001중량% 이하
[0063]	아연(Zn)	0.001중량% 이하
[0064]	철(Fe)	0.020중량% 이하
[0065]	알루미늄(Al)	0.001중량% 이하
[0066]	인듐(In)	0.050중량% 이하
[0067]	금(Au)	0.050중량% 이하
[0068]	크롬(Cr)	0.10중량% 이하
[0069]	수은(Hg)	0.10중량% 이하

[0070] 나타난 바와 같이, 솔더 합금의 구성요소는 구리(0.60 ~ 0.80중량%), 비스무트(0.08 ~ 0.12중량%), 니켈(0.3 ~ 0.4중량%) 및 잔부는 주석이다. 솔더 합금은 또한 인(0.008 ~ 0.012중량%)을 포함할 수 있다.

[0071] 예시 2

[0072] 다른 실시형태에서, 무연, 무은 솔더 합금은 다음의 구성요소를 포함하도록 테스트되었다.

[0073] 요소 스펙시피케이션

[0074]	주석(Sn)	잔부
[0075]	구리(Cu)	0.743%

[0076]	비스무트(Bi)	0.0881%
[0077]	니켈(Ni)	0.0384%
[0078]	인(P)	0.0110%
[0079]	은(Ag)	< 0.0001%
[0080]	납(Pb)	0.0320%
[0081]	안티몬(Sb)	0.0110%
[0082]	비소(As)	0.0156%
[0083]	카드뮴(Cd)	0.0003%
[0084]	아연(Zn)	0.0010%
[0085]	철(Fe)	0.0040%
[0086]	알루미늄(Al)	0.0006%
[0087]	인듐(In)	0.0023%
[0088]	금(Au)	0.0002%
[0089]	나타난 바와 같이, 솔더 합금의 구성요소는 구리(0.743중량%), 비스무트(0.081중량%), 니켈(0.0384중량%) 및 잔부는 주석이다. 솔더 합금은 또한 0.0110중량%의 인을 포함한다.	
[0090]	이 예시의 솔더 합금의 실시형태는 특히 솔더 배스의 초기 채움에 유용하다. 이 예시에서, 솔더 합금은 0.743중량%의 구리를 포함한다.	
[0091]	예시 3	
[0092]	다른 실시형태에서, 무연, 무은 솔더 합금은 다음의 구성요소를 포함하도록 테스트되었다.	
[0093]	<u>요소</u>	<u>스펙시피케이션</u>
[0094]	주석(Sn)	잔부
[0095]	구리(Cu)	0.0267%
[0096]	비스무트(Bi)	0.119%
[0097]	니켈(Ni)	0.0379%
[0098]	인(P)	0.0092%
[0099]	은(Ag)	0.00083%
[0100]	납(Pb)	0.0329%
[0101]	안티몬(Sb)	0.0126%
[0102]	비소(As)	0.0112%
[0103]	카드뮴(Cd)	0.00015%
[0104]	아연(Zn)	0.00057%
[0105]	철(Fe)	0.00429%
[0106]	알루미늄(Al)	< 0.00005%
[0107]	인듐(In)	0.0019%
[0108]	금(Au)	0.00012%
[0109]	산화방지제	0.0092%

[0110] 나타난 바와 같이, 솔더 합금의 구성요소는 구리(0.0267중량%), 비스무트(0.119중량%), 니켈(0.0379중량%) 및 잔부는 주석이다. 솔더 합금은 또한 0.0092중량%의 인을 포함한다.

[0111] 이 예시의 솔더 합금의 실시형태는 특히 구리 부식 또는 용해에 영향을 받는 솔더 배스를 다시 채우는데 유용하다. 솔더 합금은 또한 0.0267중량%의 구리를 포함한다. 이 예시로, 구리는 솔더 합금에 추가되지 않는다.

[0112] 예시 4

[0113] 다른 실시형태에서, 무연, 무은 솔더 합금은 다음의 구성요소를 포함한다.

[0114] 요소 스펙시피케이션

[0115]	주석(Sn)	잔부
[0116]	구리(Cu)	0.70 +/- 0.10%
[0117]	니켈(Ni)	0.04 +/- 0.01%
[0118]	인(P)	0.002 ~ 0.004%
[0119]	갈륨(Ga)	0.005 ~ 0.008%
[0120]	은(Ag)	0.10중량% 이하
[0121]	비스무트(Bi)	0.10중량% 이하
[0122]	납(Pb)	0.05중량% 이하
[0123]	안티몬(Sb)	0.050중량% 이하
[0124]	비소(As)	0.030중량% 이하
[0125]	카드뮴(Cd)	0.001중량% 이하
[0126]	아연(Zn)	0.001중량% 이하
[0127]	철(Fe)	0.020중량% 이하
[0128]	알루미늄(Al)	0.001중량% 이하
[0129]	인듐(In)	0.050중량% 이하
[0130]	금(Au)	0.050중량% 이하
[0131]	크롬(Cd)	0.10중량% 이하
[0132]	수은(Hg)	0.10중량% 이하

[0133] 나타난 바와 같이, 솔더 합금의 구성요소는 구리(0.60 ~ 0.80중량%), 니켈(0.3 ~ 0.5중량%), 갈륨(0.005 ~ 0.008중량%) 및 잔부는 주석이다. 솔더 합금은 또한 인(0.002 ~ 0.04중량%)을 포함할 수 있다.

[0134] 이러한 합금 조성물은 고온, 특히 작동 온도가 360°C 이상의 적용에서 적절하다. 열풍 레벨링, 주석도금 및 웨 이브 솔더링과 같은 솔더링 프로세스에서 적용 가능하다.

[0135] 여기서 개시된 조성물 및 방법의 실시형태가 여기서 나타난 제작방법 및 배치의 자세한 사항에 대한 적용에 제한되지 않는다는 것은 이해되어야 한다. 조성물과 방법은 다른 실시형태에서 실시되고 다양한 방식으로 연습되거나 실행될 수 있다. 구체적인 실시의 예시는 도시적인 목적으로만 제공되며 제한되도록 의도되지 않는다. 특히, 임의의 한 개 이상의 실시형태와 연관되어 개시된 작용, 구성요소 및 특징은 임의의 다른 실시형태에서 유사한 역할로부터 제외되도록 의도되지 않는다.

[0136] 또한, 여기서 사용된 어구와 용어는 기재를 위한 것이며 제한하는 것으로 간주되면 안 된다. "포함하는(including)", "포함하는(comprising)", "가지는(having)", "포함하는(containing)" 및 그것의 다양한 변형은 추가적인 부품뿐만 아니라 그 후에 리스트된 부품과 그것의 균등물을 포함하는 것으로 의도된다.

[0137] 적어도 하나의 실시형태의 다양한 형태를 상기 언급하여, 다양한 변형, 변경 및 향상이 당업자가 쉽게 떠올릴 수 있다고 이해된다. 그러한 변형, 변경 및 향상은 개시의 일부로 간주되어야 하며 본 개시의 범위 내에 있는

것으로 의도된다. 따라서, 아래의 기재 및 도면은 예시에 의해서만 이해되어야 한다.