



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0118588
 (43) 공개일자 2007년12월17일

(51) Int. Cl.
B23K 35/26 (2006.01) **C22C 13/00** (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2007-7015074
 (22) 출원일자 2007년06월29일
 심사청구일자 없음
 번역문제출일자 2007년06월29일
 (86) 국제출원번호 PCT/GB2005/004609
 국제출원일자 2005년12월01일
 (87) 국제공개번호 WO 2006/059115
 국제공개일자 2006년06월08일
 (30) 우선권주장
 0426383.6 2004년12월01일 영국(GB)
 60/710,915 2005년08월24일 미국(US)

(71) 출원인
알파 프라이 리미티드
 영국 워킹 서레이 쉬어워드 포스티 로드 (우:지
 유21 5알제트)
 (72) 발명자
인그함, 안토니
 영국 더블유4 3엘에이취 런던 크리스윅 부나비
 크레센트 8
캠프벨, 제라드
 영국 지유51 1에이엔 플리트 햄프셔 엘베렘 헤스
 윈트니스트리트8
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
남상선

전체 청구항 수 : 총 46 항

(54) 솔더 합금

(57) 요약

웨이브 솔더 공정, 리플로우 솔더링 공정, 핫 에어 레베링 공정 또는 볼 그리드 배열 또는 칩 스케일 패키지에 이용하기에 적합할 수 있는 합금은 0.8 내지 3 중량% 비스무트, 0.15 내지 1.5 중량% 구리, 0.1 내지 1.5 중량% 은, 0 내지 0.1 중량% 인, 0 내지 0.1 중량% 게르마늄, 0 내지 0.1 중량% 갈륨, 0 내지 0.3 중량%의 하나 이상의 희토류 원소, 0 내지 0.3 중량% 인듐, 0 내지 0.3 중량% 마그네슘, 0 내지 0.3 중량% 칼슘, 0 내지 0.3 중량% 실리콘, 0 내지 0.3 중량% 알루미늄, 0 내지 0.3 중량% 아연, 및 다음 원소: 즉 0.02 내지 0.3 중량% 니켈, 0.008 내지 0.2 중량% 망간, 0.01 내지 0.3 중량% 코발트, 0.01 내지 0.3 중량% 크롬, 0.02 내지 0.3 중량% 철, 및 0.008 내지 0.1 중량% 지르코늄 중 하나 이상의 원소와 불가피한 불순물과 함께, 나머지는 주석을 포함한다.

(72) 발명자

레위즈, 브리앙

미국 06405 코네티컷 브렌포드 헬렌 로드 11

싱허, 바와

미국 08043 뉴저지 부리스 위테 드라이브 12

라우글린, 존

미국 16635 펜실베이니아 던칸즈빌 브렌트우드 드라이브 624

판더, 란지트

미국 08536 뉴저지 플레인스보로 제이 쿠투트 4

특허청구의 범위

청구항 1

웨이브 솔더 공정, 리플로우 솔더링 공정, 핫 에어 레벨링 공정, 볼 그리드 배열 또는 칩 스케일 패키지에 이용하기에 적합한 합금으로서,

0.8 내지 3 중량% 비스무트,

0.15 내지 1.5 중량% 구리,

0.1 내지 1.5 중량% 은을 포함하고,

0 내지 0.1 중량% 인,

0 내지 0.1 중량% 게르마늄,

0 내지 0.1 중량% 갈륨,

0 내지 0.3 중량%의 하나 이상의 희토류 원소

0 내지 0.3 중량% 인듐,

0 내지 0.3 중량% 마그네슘,

0 내지 0.3 중량% 칼슘,

0 내지 0.3 중량% 실리콘,

0 내지 0.3 중량% 알루미늄,

0 내지 0.3 중량% 아연을 포함하며,

0.02 내지 0.3 중량% 니켈,

0.008 내지 0.2 중량% 망간,

0.01 내지 0.3 중량% 코발트,

0.01 내지 0.3 중량% 크롬,

0.02 내지 0.3 중량% 철, 및

0.008 내지 0.1 중량% 지르코늄 중 하나 이상의 원소와 불가피한 불순물과 함께 나머지는 주석을 포함하는 합금.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

0.08 내지 1 중량% Bi를 포함하는

합금.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

0.08 내지 0.5 중량% Bi를 포함하는

합금.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

0.08 내지 0.3 중량% Bi, 바람직하게는 0.10 내지 0.3 중량% Bi, 보다 바람직하게는 0.12 내지 0.3 중량% Bi를 포함하는

합금.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

0.15 내지 1 중량% Cu를 포함하는

합금.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

0.5 내지 0.9 중량% Cu를 포함하는

합금.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

0.6 내지 0.8 중량% Cu를 포함하는

합금.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

0.1 내지 1 중량% Ag를 포함하는

합금.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

0.1 내지 0.5 중량% Ag를 포함하는

합금.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

0.2 내지 0.4 중량% Ag를 포함하는

합금.

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항에 있어서,

0.02 내지 0.2 중량%의 Ni, Co, Fe 및 Cr 중 하나 이상을 포함하는

합금.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

0.02 내지 0.1 중량%의 Ni, Co, Fe 및 Cr 중 하나 이상을 포함하는

합금.

청구항 13

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,
0.03 내지 0.3 중량% Ni를 포함하는
합금.

청구항 14

제 13 항에 있어서,
0.03 내지 0.1 중량% Ni, 바람직하게는 0.03 내지 0.06 중량% Ni를 포함하는
합금.

청구항 15

제 13 항에 있어서,
0.05 내지 0.3중량% Ni, 바람직하게는 0.07 내지 0.3 중량% Ni를 포함하는
합금.

청구항 16

제 1 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,
0.02 내지 0.07 중량% Co, 바람직하게는 0.02 내지 0.05 중량% Co를 포함하는
합금.

청구항 17

제 1 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,
0.02 내지 0.08 중량% Cr, 바람직하게는 0.02 내지 0.06 중량% Cr를 포함하는
합금.

청구항 18

제 1 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,
0.02 내지 0.3 중량% Cr, 바람직하게는 0.05 내지 0.3 중량% Cr를 포함하는
합금.

청구항 19

제 1 항 내지 제 18 항 중 어느 한 항에 있어서,
0.005 내지 0.3 중량% Mg를 포함하는
합금.

청구항 20

제 19 항에 있어서,
0.02 내지 0.1 중량% Fe를 포함하는
합금.

청구항 21

제 1 항 내지 제 20 항 중 어느 한 항에 있어서,
0.01 내지 0.15 중량% Mn을 포함하는

합금.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

0.02 내지 0.1 중량% Mn을 포함하는

합금.

청구항 23

제 1 항 내지 제 22 항 중 어느 한 항에 있어서,

0.05 내지 0.3 중량% In을 포함하는

합금.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

0.1 내지 0.2 중량% In을 포함하는

합금.

청구항 25

제 1 항 내지 제 24 항 중 어느 한 항에 있어서,

0.01 내지 0.3 중량% Ca를 포함하는

합금.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

0.02 내지 0.2 중량% Ca를 포함하는

합금.

청구항 27

제 1 항 내지 제 26 항 중 어느 한 항에 있어서,

0.01 내지 0.3 중량% Si를 포함하는

합금.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

0.02 내지 0.2 중량% Si를 포함하는

합금.

청구항 29

제 1 항 내지 제 28 항 중 어느 한 항에 있어서,

0.008 내지 0.3 중량% Al을 포함하는

합금.

청구항 30

제 29 항에 있어서,

0.1 내지 0.2 중량% Al을 포함하는
합금.

청구항 31

제 1 항 내지 제 30 항 중 어느 한 항에 있어서,

0.01 내지 0.3 중량% Zn을 포함하는
합금.

청구항 32

제 31 항에 있어서,

0.1 내지 0.2 중량% Zn을 포함하는
합금.

청구항 33

제 1 항 내지 제 32 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하나 이상의 희토류 원소가 세륨, 란탄, 네오디뮴 및 프라세오디뮴으로부터 선택되는 하나 이상(바람직
하게는 두 개 이상)의 원소를 포함하는
합금.

청구항 34

제 1 항 내지 제 33 항 중 어느 한 항에 있어서,

약 0.3 중량% Ag, 약 0.7 중량% Cu, 약 0.1 중량% Bi, 최대 0.1 중량%의 Ni, Co, Cr 및 Mn의 그룹으로부터 선
택되는 하나 이상의 원소, 및 약 0.006 중량% P를 포함하는
합금.

청구항 35

제 1 항 내지 제 34 항 중 어느 한 항에 있어서,

약 0.3 중량% Ag, 약 0.7 중량% Cu, 약 0.1 중량% Bi, 최대 0.1 중량%의 Ni, Co, Cr 및 Mn의 그룹으로부터 선
택되는 하나 이상의 원소, 및 0.005 내지 0.015 중량% Ge를 포함하는
합금.

청구항 36

제 1 항 내지 제 35 항 중 어느 한 항에 있어서,

바, 스틱, 고형 또는 용제 코어형 와이어, 포일 또는 스트립, 또는 분말 또는 페이스트(분말과 용제의
혼합물) 형태, 또는 볼 그리드 배열 조인트 또는 칩 스케일 패키지에 이용하기 위한 솔더 스피어 형태, 또는
다른 예비 성형된 솔더 피스 형태인

합금.

청구항 37

제 1 항 내지 제 36 항 중 어느 한 항에 따른 합금을 포함하는 솔더링된 조인트.

청구항 38

0.8 내지 3 중량% 비스무트,

0.15 내지 1.5 중량% 구리,
 0.1 내지 1.5 중량% 은,
 0 내지 0.1 중량% 인,
 0 내지 0.1 중량% 게르마늄,
 0 내지 0.1 중량% 갈륨,
 0 내지 0.3 중량%의 하나 이상의 희토류 원소
 0 내지 0.3 중량% 인듐,
 0 내지 0.3 중량% 마그네슘,
 0 내지 0.3 중량% 칼슘,
 0 내지 0.3 중량% 실리콘,
 0 내지 0.3 중량% 알루미늄,
 0 내지 0.3 중량% 아연,

및 불가피한 불순물과 함께 나머지는 주석을 포함하는, 볼 그리드 배열 또는 칩 스케일 패키지 내에서의 솔더 합금 조성물 용도.

청구항 39

제 38 항에 있어서,
 상기 합금이 0.08 내지 1 중량% Bi, 바람직하게는 0.08 내지 0.5 중량% Bi를 포함하는
 솔더 합금 조성물 용도.

청구항 40

제 39 항에 있어서,
 상기 합금이 0.08 내지 0.2 중량% Bi, 바람직하게는 약 0.1 중량% Bi를 포함하는
 솔더 합금 조성물 용도.

청구항 41

제 38 항 내지 제 40 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 합금이 0.15 내지 1 중량% Cu, 바람직하게는 0.5 내지 0.9 중량% Cu를 포함하는
 솔더 합금 조성물 용도.

청구항 42

제 41 항에 있어서,
 상기 합금이 0.6 내지 0.8 중량% Cu, 바람직하게는 약 0.7 중량% Cu를 포함하는
 솔더 합금 조성물 용도.

청구항 43

제 38 항 내지 제 42 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 합금이 0.1 내지 1 중량% Ag, 바람직하게는 0.1 내지 0.5 중량% Ag를 포함하는
 솔더 합금 조성물 용도.

청구항 44

제 43 항에 있어서,

상기 합금이 0.2 내지 0.4 중량% Ag, 바람직하게는 약 0.3 중량% Ag를 포함하는
솔더 합금 조성물 용도.

청구항 45

제 38 항 내지 제 44 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 합금이 0.001 내지 0.1 중량% 인, 바람직하게는 0.003 내지 0.01 중량% 인을 포함하는
솔더 합금 조성물 용도.

청구항 46

제 45 항에 있어서,

상기 합금이 0.004 내지 0.008 중량% 인, 바람직하게는 약 0.006 중량% 인을 포함하는
솔더 합금 조성물 용도.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 합금, 특히 납이 없는 솔더 합금(lead free solder alloy)에 관한 것이다. 합금은 특히, 예시적으로 웨이브 솔더링(wave soldering), 리플로우 솔더링(reflow soldering), 핫 에어 레벨링(hot air levelling) 및 볼 그리드 배열(ball grid arrays)과 칩 스케일 패키지(chip scale packages)와 같은 전자 솔더링 응용분야에 이용하기에 적합하다.

배경기술

- <2> 환경적 이유로 인해서, 납을 함유하는 종래의 합금을 납이 없는 합금으로 대체하기 위한 요구가 증가하고 있다. 다수의 종래 솔더 합금은 Sn-0.7 중량% 구리의 주석-구리 공용 조성물을 기초로 하고 있다. EP-A-0 336 575 호에는 결합 및 밀봉용 저독성 합금 조성물, 및 특히, 배관 솔더(plumbing solder)로서 이용하기 위한 납이 없는 합금이 기재되어 있다.
- <3> 웨이브 솔더링(또는 플로우 솔더링; flow soldering)은 전자 조립체를 매스 솔더링(mass soldering) 하는데 광범위하게 이용되는 방법이다. 예를 들어, 관통 홀 회로 보드가 이용될 수 있으며, 여기서 상기 보드는 용융 솔더의 웨이브에 걸쳐서 통과되며, 이는 결합될 금속 표면을 습윤처리하기 위해서 보드의 바닥에 대해 겹쳐진다.
- <4> 다른 솔더링 공정은 솔더링처리될 수 있는 보호 층으로 구리 말단부(copper terminations)를 코팅하기 위해서 인쇄된 배선 보드를 용융 솔더 내측에 담그는 단계를 수반한다. 이러한 공정은 핫 에어 레벨링으로서 알려져 있다.
- <5> 볼 그리드 배열 조인트(ball grid array joint) 또는 칩 스케일 패키지(chip scale package)가 두 개의 기관 사이에 솔더 스피어(spheres of solder)를 이용하여 통상적으로 조립된다. 이러한 조인트의 배열이 회로 보드 상에 칩을 장착하기 위해서 이용된다.
- <6> US 2002/0051728 호에는 반도체 소자 내의 범프 커넥션(bump connection)에 이용하기 위한 솔더 볼(solder ball)이 기재되어 있다. 납-함유 및 납이 없는 솔더 합금 조성물이 기재되어 있다. 예로서, Sn-2.5Ag-0.5Cu-1Bi의 조성물을 가지는 납이 없는 솔더 합금이 제공된다.
- <7> 그러나, 웨이브 솔더링, 리플로우 솔더링, 핫 에어 레벨링 공정 및 볼 그리드 배열에 이용될 때, 일부 종래의 납이 없는 공용물 또는 흡사한 공용 솔더 조성물과 관련된 문제점이 있다. 특히, 웨이브 솔더링에서 종래의 솔더 합금은 부품 말단부 사이의 솔더의 웨빙(webbing) 및 브리징(bridging)과 같이, 보드 상의 실질적인 결합이 없이 충분한 솔더링 결과를 달성하기 위해서 높은 작동 온도를 종종 필요로 한다. 이용되는 고온은 광재(dross) 형성률을 증가시키며 인쇄 배선 보드의 과도한 뒤틀림(warping) 가능성을 증가시킨다.
- <8> 웨이브 솔더링, 리플로우 솔더링, 핫 에어 레벨링 공정 및 볼 그리드 배열에 이용하기에 적합할 수 있는 솔더

합금에 대해 다수의 요건이 있다. 첫째, 합금은 구리, 니켈, 니켈 인("무전해 니켈")과 같은 다양한 기판 재료에 관하여 양호한 습윤 특성을 나타내야만 한다. 이러한 기판은 예를 들어, 주석 합금, 금 또는 유기 코팅(OSP)을 이용함으로써 습윤성을 개선하기 위해서 코팅될 수 있다. 양호한 습윤성은 용융 솔더가 모세관 겹내측으로 유동하는 성능을 강화시켜 인쇄 배선 보드 내의 도금된 관통 홀(through-plated hole)의 벽을 오르게 하여, 양호한 홀 충진을 달성시킨다.

<9> 솔더 합금은 기판을 용해시켜, 기판과의 경계면에 금속간 화합물을 형성하는 경향이 있다. 예를 들어, 솔더 합금 내의 주석이 경계면에서 기판과 반응할 수 있어서 금속간 화합물 층을 형성한다. 기판이 구리라면 Cu_6Sn_5 층이 형성될 것이다. 이러한 층은 통상적으로, 1 마이크론의 몇 분의 1에서 수 마이크론의 두께를 가진다. 이러한 층과 구리 기판 사이의 경계면에 Cu_3Sn 의 금속간 화합물이 존재할 수 있다. 경계 금속간 화합물 층은 특히, 보다 높은 온도에서 작동되는 곳에서, 시간이 지나면서 성장하는 경향이 있으며, 전개될 수 있는 임의의 공극과 함께 보다 두꺼운 금속간 화합물 층은 응력이 가해진 조인트의 조기 파손에 더 기여할 수 있다.

<10> 다른 중요 인자는: (i) 개선된 기계적 특성을 야기하는 합금 자체에서의 금속간 화합물의 존재; (ii) 저장 또는 반복되는 리플로우(reflow) 중에 (품질)저하(deterioration)가 솔더링 성능을 이상적인 상태(ideal) 미만으로 되게 야기할 수 있는, 솔더 스피어(solder spheres)에 있어서 중요한 내산화성; (iii) 광재율(dross rate); 및 (iv) 합금 안정성이 있다. 이러한 중요 인자의 요건은 합금이 긴 시간 동안 탱크 또는 욕 내에서 유지되는 응용분야에 있어서 중요하다.

발명의 상세한 설명

<11> 본 발명의 목적은 종래 기술과 관련된 몇몇 문제점을 해결하고 개선된 솔더 합금을 제공하는 것이다. 따라서, 본 발명은 웨이브 솔더 공정, 리플로우 솔더링 고정, 핫 에어 레벨링 공정, 볼 그리드 배열 또는 칩 스케일 패키지에 이용하기에 적합할 수 있는 합금을 제공하는 것이며, 상기 합금은:

<12> 0.08 내지 3 중량% 비스무트,

<13> 0.15 내지 1.5 중량% 구리,

<14> 0.1 내지 1.5 중량% 은,

<15> 0 내지 0.1 중량% 인,

<16> 0 내지 0.1 중량% 게르마늄,

<17> 0 내지 0.1 중량% 갈륨,

<18> 0 내지 0.3 중량%의 하나 이상의 희토류 원소

<19> 0 내지 0.3 중량% 인듐,

<20> 0 내지 0.3 중량% 마그네슘,

<21> 0 내지 0.3 중량% 칼슘,

<22> 0 내지 0.3 중량% 실리콘,

<23> 0 내지 0.3 중량% 알루미늄,

<24> 0 내지 0.3 중량% 아연,

<25> 및 하기의 원소: 즉

<26> 0.02 내지 0.3 중량% 니켈,

<27> 0.008 내지 0.2 중량% 망간,

<28> 0.01 내지 0.3 중량% 코발트,

<29> 0.01 내지 0.3 중량% 크롬,

<30> 0.02 내지 0.3 중량% 철,

<31> 0.008 내지 0.1 중량% 지르코늄 중 하나 이상의 원소와 불가피한 불순물과 함께 나머지는 주석을 포함한다.

- <32> 이하에서 본 발명이 상술될 것이다. 이하에서, 본 발명의 여러 양상들이 더 상세히 정의된다. 정의된 각각의 양상은 반대로 명백하게 제안되지 않는다면 임의의 다른 양상 또는 양상들과 조합될 수 있다. 특히, 바람직하거나 유리하게 제안된 임의의 특징이 바람직하거나 유리하게 제안된 임의의 다른 특징 또는 특징들과 조합될 수 있다.
- <33> 비스무트의 존재는 저 농도 레벨에서 고용체 내의 비스무트의 존재를 통해 합금의 강화를 제공하며, 그리고 보다 높은 농도 레벨에서 비스무트 부화 입자 또는 비스무트 함유 금속간 조합물로서 합금의 강화를 제공한다. 비스무트의 존재는 문제시되고 있는 응용분야, 즉, 웨이브 솔더링, 리플로우 솔더링, 핫 에어 레벨링, 볼 그리드 배열 및 칩 스케일 패키지를 위한 솔더 합금의 기계적 특성을 개선시킨다. 비스무트 함량은 경계면에서 Cu-Sn 금속간 화합물 성장물의 감소에도 기여하며, 합금을 이용하여 형성된 솔더 조인트의 개선된 기계적 특성을 야기한다. 이러한 이유로, 본 발명에 따른 합금은 0.08 내지 1 중량% Bi, 보다 바람직하게는 0.08 내지 0.5 중량% Bi, 보다 더 바람직하게는 0.08 내지 0.3 중량% Bi, 보다 더 바람직하게는 0.08 내지 0.2 중량% Bi를 포함한다. 유용한 하한치는 0.08 중량%로 간주되며, 이러한 이유로 비스무트에 대한 하한치는 통상적으로 0.1 중량%, 보다 통상적으로는 0.12 중량% 또는 0.14 중량%이다. 그러나, 합금 내의 비스무트 함량은 3 중량%를 초과하지 않는다. 보다 높은 레벨의 비스무트는 용점을 낮추고, 합금의 연성을 감소시켜, 예를 들어, 와이어를 제조하는 것을 더 어렵게 한다. 이러한 이유로, 합금 내의 비스무트 함량은 1 중량%를 초과하지 않으며, 보다 바람직하게는 0.5 중량%를 초과하지 않으며, 보다 바람직하게는 0.4 중량%를 초과하지 않으며, 보다 더 바람직하게는 0.3 중량%를 초과하지 않는다. 전술된 관점의, 바람직한 실시예에서, 본 발명은 본 명세서에 기재된 바와 같은 합금을 제공하며, 상기 합금은 0.10 내지 0.3 중량%의 Bi, 보다 바람직하게는 0.12 내지 0.3 중량% Bi를 포함한다.
- <34> 합금은 바람직하게 0.15 내지 1 중량% Cu, 보다 바람직하게는 0.5 내지 0.9 중량% Cu, 보다 바람직하게는 0.6 내지 0.8 중량% Cu를 포함한다.
- <35> 합금은 바람직하게 0.1 내지 1.3 중량% Ag, 보다 바람직하게는 0.1 내지 1 중량% Ag, 보다 더 바람직하게는 0.1 내지 0.5 중량% Ag, 보다 더 바람직하게는 0.1 내지 0.4 중량% Ag, 보다 더 바람직하게는 0.2 내지 0.4 중량% Ag를 포함한다. 다른 합금화 원소와 조합하여, 이러한 범위 내에서의 은 함량이 문제의 응용분야를 위해 필요한 특성을 갖는 합금을 제공하는 것으로 알려졌다. 또한, 보다 낮은 은 함량 갖는 용융 합금이 보다 낮은 구리 용출율(dissolution rate)을 생성시키는 이점이 있음이 알려져 있다. 이러한 이유로, 합금 내의 은의 함량은 바람직하게는 1.1 중량%를 초과하지 않으며, 보다 바람직하게는 0.5 중량%를 초과하지 않으며, 보다 더 바람직하게는 0.4 중량%를 초과하지 않는다.
- <36> 구리는 주석과 공용물을 형성하여, 용점을 낮추어 합금 강도를 증가시킨다. 과공정(hyper-eutectic) 범위에서의 구리 함량은 액상 온도를 증가시키지만 합금 강도를 더 강화시킨다. 은은 용점을 더 낮추며 구리 및 다른 기관에서 솔더의 습윤 특성을 개선시킨다. 비스무트는 합금 강도도 개선하며, 이는 선택된 농도에 따라 달라지며, 용점을 보다 더 감소시킬 것이다.
- <37> 합금은 바람직하게는 0.02 내지 0.2 중량%의 니켈, 코발트, 철 및 크롬 중 하나 이상, 보다 바람직하게는 0.02 내지 0.1 중량%의 니켈, 코발트, 철 및 크롬 중 하나 이상을 포함한다.
- <38> 존재한다면, 합금은 바람직하게 0.005 내지 0.3 중량% 마그네슘을 포함한다. 개선된 특성이 0.005 내지 0.3 중량% 마그네슘과 함께 0.02 내지 0.3 중량% Fe의 존재에 의해 달성될 수 있다.
- <39> 존재한다면, 합금은 바람직하게 0.01 내지 0.15 중량% 망간, 보다 바람직하게는 0.02 내지 0.1 중량% 망간을 포함한다.
- <40> 니켈, 코발트, 크롬, 망간 및 지르코늄은 금속간 화합물 성장 변형제(grow modifiers) 및 결정립 미세화제(grain refiners)로서 작용할 수 있다. 예를 들어, 이러한 이론에 제한되는 것은 아니지만, 니켈은 주석과 금속간 화합물을 형성하며, 구리를 치환하여 CuNiSn 금속간 화합물을 형성하는 것으로 여겨진다. 니켈은 비스무트와 금속간 화합물을 형성할 수도 있다. 합금 내의 니켈의 존재는 인쇄 회로 보드 상의 얇은 구리 층의 용출율을 감소시킨다는 점에서 유리한 효과를 갖는 것으로 알려져 있다. 몇몇의 경우에, 나동선(bare copper) 대부분의 영역이 솔더에 의해 습윤되며, 이는 솔더 조성물의 안정성을 유지시키며, 구리 레벨의 과도한 증진을 방지하는데 도움이 된다. 이는 예를 들어, 핫 에어 솔더 레벨링에서 특정 값을 가지며, 솔더 욱 조성물 내의 변화(예를 들어, 구리 레벨의 증가)에 의해 야기되는 문제에 대한 가능성이 감소되기 때문이다. 이러한 이유로, 본 발명에 따른 합금은 바람직하게 0.03 중량% 이상의 Ni, 예를 들어, 0.03 중량% 내지 0.3

중량%의 Ni를 포함한다.

- <41> 작업(service) 조건이 최대 온도를 제한한다면, 용융 금속이 홀을 통하는 양호한 유동 특성 또는 모세관 겹 내에서의 양호한 유동 특성을 가질 필요성이 있으며, 니켈 레벨이 0.1 중량%를 초과하지 않는 경우에 유리하며, 0.06 중량%를 초과하지 않는 경우에 보다 바람직하다. 따라서, 바람직한 일 실시예에서, 본 발명은 0.03 내지 0.1 중량% Ni, 보다 바람직하게는 0.03 내지 0.06 중량% Ni를 포함하며, 본 명세서에 기재된 바와 같은 합금을 제공한다.
- <42> 한편, 결정립 미세화(grain refinement) 및 강화의 최대 효과가 바람직할 수 있으며, 보다 높은 작동 온도에 의해 수행될 수 있는 경우에, 합금은 바람직하게, 0.05 중량% 이상의 Ni, 보다 바람직하게는 0.07 중량% 이상의 Ni, 보다 더 바람직하게는 0.1 중량% 이상의 Ni를 포함한다. 따라서, 다른 바람직한 실시예에서, 본 발명은 0.05 내지 0.3 중량% Ni, 보다 바람직하게는 0.07 내지 0.3 중량% Ni, 보다 더 바람직하게는 0.1 내지 0.3 중량% Ni를 포함하며, 본 명세서에 기재된 바와 같은 합금을 제공한다.
- <43> 또한, 은 및 비스무트 저 함유 합금 내의 니켈의 존재는 스피어, 또는 솔더 페이스트(solder paste)의 형태의 이러한 솔더로 형성되는 칩 스케일 패키지 또는 볼 그리드 배열의 소위 "강하 충격(drop shock)" 파손(failure)(취성 파괴)으로 지칭되는 저항을 개선하여 상당한 실질적인 이점을 제공한다. 이러한 이점은 작업 중에 발생하는, 시간이 지남에 따라 열에 의해 야기되는 솔더와 기관 사이의 경계면의 금속간 화합물의 감소된 성장률로부터 비롯되는 것으로 여겨진다. 구리-솔더 경계면 금속간 화합물의 성장률이 니켈이 없는 합금의 Sn-Ag-Cu-Bi 시스템의 성장률 미만인 것으로 알려져 있다.
- <44> 철은 니켈과 유사한 효과를 가지는 것으로 여겨지며 니켈과 관련되어 전술된 내용이 따라서 철에 적용될 수도 있다. 약술된 이러한 이유로, 합금은 바람직하게 0.03 중량% 이상의 Fe, 예를 들어, 0.03 중량% 내지 0.3 중량% Fe를 포함한다.
- <45> 망간, 코발트 및 크롬 각각은 주석에서 저 가용성을 가지며, 구리와 주석의 금속간 화합물을 형성하는 것으로도 여겨진다. 크롬은 구리에서 소정의 가용성을 가져서 니켈과 동일한 방식으로, Cu-Sn 금속간 화합물 내에서의 구리에 있어서 대체 가능성을 갖는다. 금속간 화합물의 존재는 합금을 용융물에서 고상으로 냉각시키면서 조성된 미세구조물에 영향을 미친다. 보다 미세한 결정 구조가 관찰되며, 이는 합금의 형태(appearance) 및 강도에 더 이롭다.
- <46> 코발트는 솔더 습윤 속도에 부정적 영향을 미치지 않으면서, 구리의 용해율을 감소시키며 경계면 금속간 화합물 형성의 비율을 감소시키는 것으로 알려져 있다. 이러한 이유로, 합금은 바람직하게 0.02 중량% 이상의 Co, 보다 바람직하게는 0.05 중량% 이상의 Co, 보다 바람직하게는 0.07 중량% 이상의 Co, 보다 더 바람직하게는 0.1 중량% 이상의 Co를 포함한다. 그러나, 작업 조건이 최대 온도를 제한한다면, 용융 금속이 홀을 통하는 양호한 유동 특성 또는 모세관 겹 내에서의 양호한 유동 특성을 가질 필요성이 있으며, 코발트 레벨이 0.1 중량%를 초과하지 않는 경우에 유리하며, 0.07 중량%를 초과하지 않는 경우에 보다 바람직하다. 따라서, 바람직한 일 실시예에서, 본 발명은 0.02 내지 0.07 중량% Co, 보다 바람직하게는 0.02 내지 0.05 중량% Co를 포함하며, 본 명세서에 기재된 바와 같은 합금을 제공한다. Co의 존재는 솔더로서 볼 그리드 배열 및 칩 스케일 패키징에 본 발명의 다른 원소와 조합되는 조성물에 이용될 때 Ni의 이점과 유사한 이점을 제공한다. 강하 충격 파손 저항성이 강화된다.
- <47> 크롬은 합금을 경화시키는 것으로도 알려져 있다. 따라서, 연성인 합금을 방지하기 바람직한 특정 응용분야에 있어서, 합금 내의 크롬 함량이 0.2 중량%를 초과하지 않는 경우에 바람직할 수 있으며, 크롬 함량이 0.1 중량%를 초과하지 않는 경우에 보다 바람직할 수 있다. 0.02 내지 0.1 중량% 범위의 Cr이 바람직하며, 0.02 내지 0.08 중량% 범위의 Cr이 더 바람직하며, 0.02 내지 0.06 중량% 범위의 Cr이 보다 더 바람직할 수 있다.
- <48> 본 발명의 발명가들은 합금 내의 크롬의 존재가 솔더 스피어의 산화율을 감소시키는 역량에 상당한 이점을 갖는 것도 발견하였다. 따라서, 특정 응용분야에 있어서, 합금이 0.02 중량% 이상의 Cr, 바람직하게는 0.05 중량% 이상의 Cr, 보다 바람직하게는 0.06 중량% 이상의 Cr, 보다 더 바람직하게는 0.07 중량% 이상의 Cr을 포함하는 것이 바람직할 수 있다. 바람직한 일 실시예에서, 본 발명은 합금이 0.02 내지 0.3 중량%의 Cr, 보다 바람직하게는 0.05 내지 0.3 중량%의 Cr, 보다 바람직하게는 0.07 내지 0.3 중량%의 Cr을 포함하며, 본 명세서에 기재된 바와 같은 합금을 포함하는 솔더 스피어를 제공한다.
- <49> 지르코늄 및 망간은 경계면 금속간 화합물 성장률을 감소시키는 것으로 알려져 있다.
- <50> 인듐, 아연 및 알루미늄은 확산 변형제로서 작용할 수 있다. 인듐은 솔더 습윤에 유리한 효과를 갖는 것을

알려져 있다. 인듐은 솔더의 용점을 낮춘다. 인듐은 솔더 조인트에서의 공극 형성을 감소시키는 작용을 할 수도 있다. 인듐은 Sn-부화 매트릭스(Sn-rich matrix)의 강도를 개선할 수도 있다. 아연은 인듐과 유사한 방식으로 작용하는 것으로 알려져 있다.

- <51> 알루미늄 및 마그네슘은 벌크 합금(bulk alloy) 내에 존재하는 금속간 화합물 상의 형상을 변형시키는 것으로 알려져 있으며, 합금이, 노즐의 전체 영역 내에서 용해되지 않은 금속간 화합물의 축적에 의해 야기된 방해물(blockage) 없이 좁은 노즐을 통과해야만 하는 몇몇 생산 응용분야에 이점을 제공한다.
- <52> 인, 게르마늄 및 갈륨은 솔더의 개방 탱크의 최상부상에 형성되는 광재의 부피를 감소시키는 작용을 할 수 있으며, 따라서 이는 예를 들어, 웨이브 솔더 욕 내에서 유용한 추가물이다.
- <53> 존재한다면, 합금은 0.05 중량% 이하의 희토류 원소를 포함하는 것이 바람직하다. 하나 이상의 희토류 원소는 세륨, 란타넘, 네오디뮴 및 프라세오디뮴으로부터 선택되는 두 개 이상의 원소를 포함하는 것이 바람직하다,.
- <54> 합금은 통상적으로 90 중량% 이상의 주석, 바람직하게는 94 내지 99.6 중량%의 주석, 보다 바람직하게는 95 내지 99 중량%의 주석, 보다 더 바람직하게는 97 내지 99 중량%의 주석을 포함한다. 따라서, 본 발명은 웨이브 솔더 공정, **리플로우 솔더링 공정**, 핫 에어 레벨링 공정, 볼 그리드 배열 또는 칩 스케일 패키지에 이용하기 위한 합금을 더 제공하며, 상기 합금은:
 - <55> 0.08 내지 3 중량% 비스무트,
 - <56> 0.15 내지 1.5 중량% 구리,
 - <57> 0.1 내지 1.5 중량% 은,
 - <58> 95 내지 99 중량% 주석,
 - <59> 0 내지 0.1 중량% 인,
 - <60> 0 내지 0.1 중량% 게르마늄,
 - <61> 0 내지 0.1 중량% 갈륨,
 - <62> 0 내지 0.3 중량%의 하나 이상의 희토류 원소
 - <63> 0 내지 0.3 중량% 인듐,
 - <64> 0 내지 0.3 중량% 마그네슘,
 - <65> 0 내지 0.3 중량% 칼슘,
 - <66> 0 내지 0.3 중량% 실리콘,
 - <67> 0 내지 0.3 중량% 알루미늄,
 - <68> 0 내지 0.3 중량% 아연,
 - <69> 및 하기의 원소: 즉
 - <70> 0.02 내지 0.3 중량% 니켈,
 - <71> 0.008 내지 0.2 중량% 망간,
 - <72> 0.01 내지 0.3 중량% 코발트,
 - <73> 0.01 내지 0.3 중량% 크롬,
 - <74> 0.02 내지 0.3 중량% 철,
 - <75> 0.008 내지 0.1 중량% 지르코늄 중 하나 이상의 원소와 불가피한 불순물을 포함한다.
- <76> 본 발명에 따른 합금은 열거된 원소를 필수적으로 포함할 수 있다. 따라서, 필수 원소 (즉, Sn, Cu, Bi, Ag 를 포함하고 Ni, Co, Mn, Fe, Zr 및 Cr 중 하나 이상을 포함) 이외에, 다른 비-열거된 원소가 조성물 내에 존재할 수 있음을 인식해야 하며, 이는 조성물의 필수적 특징이 이들의 존재에 의해 물질적으로 영향을 받지 않는 경우에 그러하다. 따라서, 본 발명은 웨이브 솔더 공정, 리플로우 솔더링 공정, 핫 에어 레벨링 공정, 볼

그리드 배열 또는 칩 스케일 패키지에 이용하기 위한 합금을 보다 더 제공하며, 상기 합금은

- <77> 0.08 내지 3 중량% 비스무트,
- <78> 0.15 내지 1.5 중량% 구리,
- <79> 0.1 내지 1.5 중량% 은,
- <80> 95 내지 99 중량% 주석,
- <81> 0 내지 0.1 중량% 인,
- <82> 0 내지 0.1 중량% 게르마늄,
- <83> 0 내지 0.1 중량% 갈륨,
- <84> 0 내지 0.3 중량%의 하나 이상의 희토류 원소
- <85> 0 내지 0.3 중량% 인듐,
- <86> 0 내지 0.3 중량% 마그네슘,
- <87> 0 내지 0.3 중량% 칼슘,
- <88> 0 내지 0.3 중량% 실리콘,
- <89> 0 내지 0.3 중량% 알루미늄,
- <90> 0 내지 0.3 중량% 아연,
- <91> 및 하기의 원소: 즉
- <92> 0.02 내지 0.3 중량% 니켈,
- <93> 0.008 내지 0.2 중량% 망간,
- <94> 0.01 내지 0.3 중량% 코발트,
- <95> 0.01 내지 0.3 중량% 크롬,
- <96> 0.02 내지 0.3 중량% 철, 및
- <97> 0.008 내지 0.1 중량% 지르코늄 중 하나 이상의 원소와 불가피한 불순물을 필수적으로 포함한다.
- <98> 본 발명은 또한:
- <99> 0.08 내지 3 중량% 비스무트,
- <100> 0.15 내지 1.5 중량% 구리,
- <101> 0.1 내지 1.5 중량% 은,
- <102> 0 내지 0.1 중량% 인,
- <103> 0 내지 0.1 중량% 게르마늄,
- <104> 0 내지 0.1 중량% 갈륨,
- <105> 0 내지 0.3 중량%의 하나 이상의 희토류 원소
- <106> 0 내지 0.3 중량% 인듐,
- <107> 0 내지 0.3 중량% 마그네슘,
- <108> 0 내지 0.3 중량% 칼슘,
- <109> 0 내지 0.3 중량% 실리콘,
- <110> 0 내지 0.3 중량% 알루미늄,
- <111> 0 내지 0.3 중량% 아연,

- <112> 및 불가피한 불순물과 함께, 나머지는 주석을 포함하는 솔더 합금 조성물을 볼 그리드 배열 또는 칩 스케일 패키지에 이용하기 하기 위해 제공한다. 본 발명은 전술된 솔더 합금 조성물을 포함하는 볼 그리드 배열 조인트를 제공한다.
- <113> 본 발명에 따른 합금은 납이 없거나 필수적으로 납이 없다. 이러한 합금은 종래의 납-함유 솔더 합금 보다 환경적 이점을 제공한다.
- <114> 본 발명에 따른 합금은 통상적으로, 바(bar), 스틱(stick) 또는 잉곳(ingot)으로서, 선택적으로 용제(flux)와 함께 제공될 것이다. 합금은 와이어, 예를 들어, 코어형 와이어의 형태로 제공될 수도 있으며, 용제, 스피어, 또는 다른 예비 성형품(preform)을 도입시키며, 상기 예비 성형품은 스트립 또는 솔더로부터 반드시 커팅 또는 스탬핑됨으로써 형성될 필요는 없다. 이들은 합금일 수 있으며, 또는 솔더링 공정에 의해 필요할 때 적합한 용제와 함께 코팅된 합금 수 있다. 합금은 분말로서 공급될 수도 있으며, 또는 용제와 함께 혼합되어 솔더 페이스트를 생성시키는 분말로서 공급될 수 있다.
- <115> 본 발명에 따른 합금은 두 개 이상의 기관을 서로 솔더링시키며 그리고/또는 기관을 코팅 시키기 위한 수단으로 용융 솔더 욕 내에 이용될 수 있다.
- <116> 본 발명에 따른 합금이 불가피한 불순물을 포함할 수 있음을 인식해야 하며 전체적으로 이들은 조성물의 1 중량 %를 초과할 것 같지 않다. 바람직하게 합금은 조성물의 0.5 중량% 이하, 보다 바람직하게는 조성물의 0.3 중량% 이하, 보다 더 바람직하게는 조성물의 0.1 중량% 이하의 양으로 불가피한 불순물을 포함한다.
- <117> 본 발명에 따른 합금은 특히 웨이브 솔더링, **리플로우 솔더링**, 핫 에어 레벨링 또는 볼 그리드 배열 및 칩 스케일 패키징을 포함하는 응용분야에 매우 적합할 수 있다. 본 발명에 따른 합금은 또한, 예를 들어, 배관 및 자동 라디에이터와 같은 비-전자식 응용예에 존재할 수 있다.

실시예

- <118> 본 발명의 비 제한 예가 하기에 더 기재된다.
- <119> 예 1
- <120> 주철 도가니 내에서 Sn을 용해시킴으로써 합금이 제조된다 (대안적으로 세라믹 도가니가 이용될 수 있다). 용융된 Sn에 Sn-3중량% Cu의 합금, 원소 Bi, 및 Sn-5중량% Ag 및 Sn-0.6중량% Ni의 합금이 첨가된다. 이러한 첨가는 350℃의 합금 욕 온도에서 형성된다. 욕은 합금 Sn-0.3중량%P의 형태인 인의 첨가를 위해 300℃로 냉각된다.
- <121> 합금은 샘플링되어
- <122> Ag 0.3 중량%,
- <123> Cu 0.7 중량%,
- <124> Bi 0.12 중량%,
- <125> Ni 0.04 중량%,
- <126> P 0.005 중량%,
- <127> 및 나머지가 주석인 조성물을 확인한다.
- <128> 합금은 잉곳으로 주조된다. 그 다음 웨이브 솔더링 기계를 제공하는 솔더 욕 내에서 재용융된다. 260℃의 욕 온도에서 용융 합금이 펌핑되어 서로 밀접한 두 개의 솔더 웨이브를 생성시킨다.
- <129> 상기 기계는 단일 및 이중 측면 인쇄 회로 보드의 범위에서 부품과 보드 말단부 사이에 조인트를 생성시키는 데 이용된다. 수리가 필요한 결점의 발생은 매우 적으며 솔더링된 조인트의 표면은 미려하게 빛이 나며, 쉽게 점검된다.
- <130> 예 2
- <131> 예 1에 따른 합금은 핫 에어 솔더 레벨링 욕 내에 이용될 수도 있다. 온도가 260℃로 설정되며, 상기 기계는 솔더 보드가 보드의 베이스에서 5초 그리고 보드의 PCB 최상부에서 2.5초로 변하는 상태의 시간과 컨택(contact)하도록 설정된다. 에어 나이프(air knife) 온도는 295℃이다. 매우 양호한 주석도금(tinning) 결

과가 깨끗한 표면 처리 및 일정한 주석도금 두께로 달성된다.

<132> 예 3

<133> 하기의 합금 조성물이 제공된다 (모두 중량%).

<134> Ag 0.3,

<135> Cu 0.6,

<136> Bi 0.13,

<137> Ni 0.03,

<138> Co 0.02,

<139> P 0.004,

<140> Sn이 나머진 합금 조성물

<141> 이러한 합금은 예 1과 유사한 방식으로 제조된다. 코발트가 Sn-0.3중량% Co의 모 합금(master alloy)의 형태로 첨가된다. 솔더는 웨이브 솔더 욕 내측으로 로딩되며, 온도는 260℃로 설정된다. 솔더 보드는 AlphaFry EF6000 용제로 용제처리되며, 그 후 보드가 솔더링된다. 조인트가 깔끔하게 형성되며, 브리징의 레벨이 낮으며 홀은 매우 양호하게 충전된다.

<142> 예 4

<143> 하기의 합금 조성물이 예 1과 유사한 방식으로 제조된다(모두 중량%).

<144> Ag 0.34,

<145> Cu 0.72,

<146> Bi 0.25,

<147> Ni 0.03,

<148> P 0.003,

<149> Sn이 나머진 합금 조성물

<150> 이러한 합금은 웨이브 솔더 욕 내에 이용될 수도 있다. 대형 커넥터 블록을 포함하는 이중 측면의 FR4 실험 보드(Double sided FR4 test board), 리드 피치(lead pitches)의 범위를 갖는 Quad flat pack IC, SOT 23 및 칩 레지스터 및 캐패시터가 260℃ 에서 웨이브 위를 통과하며 AlphaFry EF6000 용제로 용제처리된다. 양호한 솔더링 결과가 의도적으로 도전과제인 보드 레이아웃에서 최소의 브리징 및 스킵이 존재하는 상태로 달성된다.

<151> 예 5

<152> 합금은 0.007 중량% Ge가 인 함량을 대체하는 예 2 내지 예 5의 조성물과 대응하여 준비된다.

<153> 예 6

<154> 하기의 합금 조성물이 예 1과 유사한 방식으로 제조된다(모두 중량%).

<155> Ag 0.35,

<156> Cu 0.65,

<157> Bi 0.14,

<158> Co 0.20,

<159> P 0.005,

<160> Sn이 나머진 합금 조성물

<161> 이러한 합금은 스피어 형태로 제공될 수 있으며, 볼 그리드 배열 또는 칩 스케일 패키지 조인트에 이용된다.

- <162> 예 7
- <163> 하기의 합금 조성물이 예 1과 유사한 방식으로 제조된다(모두 중량%).
- <164> Ag 0.35,
- <165> Cu 0.7,
- <166> Bi 0.13,
- <167> Co 0.10,
- <168> Ge 0.10,
- <169> Sn이 나머진 합금 조성물
- <170> 이러한 합금은 스피어 형태로 제공될 수 있으며, 볼 그리드 배열 또는 칩 스케일 패키지 조인트에 이용된다.
- <171> 예 8
- <172> 하기의 합금 조성물이 예 1과 유사한 방식으로 제조된다(모두 중량%).
- <173> Ag 1.1,
- <174> Cu 1.1,
- <175> Bi 0.15,
- <176> Ni 0.06,
- <177> Co 0.02,
- <178> Sn이 나머진 합금 조성물
- <179> 이러한 합금은 예비 성형품(preform) 및 스피어 형태로 제공될 수 있다.
- <180> 예 9
- <181> 하기의 합금 조성물이 예 1과 유사한 방식으로 제조된다(모두 중량%). 게르마늄이 Sn-0.3중량% Ge 모합금의 제조에 의해 제공된다.
- <182> Ag 0.3,
- <183> Cu 0.7,
- <184> Bi 0.1,
- <185> Ni 0.10
- <186> Ge 0.10,
- <187> P 0.006
- <188> Sn이 나머진 합금 조성물
- <189> 이러한 합금은 스피어 형태로 제공될 수 있으며, 볼 그리드 배열 또는 칩 스케일 패키지 조인트에 이용된다.
- <190> 예 10
- <191> 예 9에 따른 합금 조성물은 디스크(disc)로 펀칭(punched)되며, 용해되어 스피어로서 구상화(spherodised)된다.
- <192> 예 11
- <193> 하기의 합금 조성물이 예 1과 유사한 방식으로 제조된다(모두 중량%).
- <194> Ag 0.4,
- <195> Cu 0.6,
- <196> Bi 0.14,

- <197> Ni 0.05,
- <198> In 0.15
- <199> Ge 0.005,
- <200> Sn이 나머진인 합금 조성물
- <201> 이러한 합금은 스피어 형태로 제공될 수 있다.
- <202> 예 12
- <203> 하기의 합금 조성물이 예 1과 유사한 방식으로 제조된다(모두 중량%). 0.25 중량% Cr을 포함하는 주석 크롬 모 합금이 진공 노에서 제조된다.
- <204> Ag 0.3,
- <205> Cu 0.65,
- <206> Bi 0.12,
- <207> Cr 0.05
- <208> P 0.006
- <209> Sn이 나머진인 합금 조성물
- <210> 이러한 합금은 스피어 형태로 제공될 수 있다.
- <211> 예 13
- <212> 하기의 합금 조성물이 예 1과 유사한 방식으로 제조된다(모두 중량%).
- <213> Ag 0.3,
- <214> Cu 0.7,
- <215> Bi 0.1,
- <216> Ni 0.2
- <217> P 0.006
- <218> Sn이 나머진인 합금 조성물
- <219> 이러한 합금은 스피어 형태로 제공될 수 있으며, 볼 그리드 배열 또는 칩 스케일 패키지 조인트에 이용된다.
- <220> 예 14
- <221> 하기의 합금 조성물이 진공 노에서 원소를 용해시킴으로써 제조된다(모두 중량%).
- <222> Ag 1.1,
- <223> Cu 1.1,
- <224> Bi 0.1,
- <225> Fe 0.25
- <226> Mg 0.01
- <227> Sn이 나머진인 합금 조성물
- <228> 이러한 합금은 스피어 형태로 제공될 수 있으며, 볼 그리드 배열 조인트에 이용된다.
- <229> 예 15
- <230> 각각 개별적으로 데이지 체인화된(daisy chained) 10 개의 BGA 패키지는 하기의 합금 조성물의 솔더 스피어를 이용하여 리플로우 솔더링함으로써 제조된다.,
- <231> Ag 3.0 중량%,

- <232> Cu 0.5 중량%,
- <233> Sn이 나머진인 합금 A
- <234> Ag 0.3 중량%,
- <235> Cu 0.7 중량%,
- <236> Bi 0.1 중량%,
- <237> Sn이 나머진인 합금 B
- <238> Ag 0.3 중량%,
- <239> Cu 0.7 중량%,
- <240> Bi 0.1 중량%,
- <241> Ni 0.05 중량%,
- <242> Sn이 나머진인 합금 C
- <243> 이들은 강하 충격 영향 응력 로딩으로 모의 실험을 하기 위해서 각각 0.5 밀리 초 동안 1500 g 충격 펄스를 가한다. 모든 단계에서, 조립체는 64 채널 온 라인 저항 모니터(64 channel on line resistance monitor)를 이용하여 솔더 조인트의 상태를 탐지하도록 모니터링되어 저항 변화로 인한 결함이 설정될 수 있다.
- <244> 이러한 충격은 반복되며 결함이 형성된 조인트의 발생율이 기록된다.
- <245> 3번만의 충격 로딩 후에, 10%의 Sn-3.0Ag-0.5Cu 조인트에 결함이 형성되지만, 동일한 결함형성의 발생이 기록되기 전까지 합금 B가 50 강하를 견디고 합금 C가 120 강하를 견딘다.
- <246> 25% 결함 형성률이 합금 A에서는 8 강하 후에, 합금 B에서는 100 강하 후에 그리고 합금 C에서 200 강하 후에 형성된다.
- <247> 이와 같이, 취성의 강하 충격 결함 형성에 대한 개선된 저항은 실제로 매우 유용하다.
- <248> 예 16
- <249> 합금은 주철 도가니 내의 Sn을 용융시킴으로써 제조된다(대안적으로, 세라믹 도가니가 이용될 수 있다). 용융 Sn에 Sn-3중량% Cu의 합금, 및 Sn-5중량% Ag 및 Sn-0.35중량% Ni의 합금이 첨가된다. 이러한 첨가는 350 °C에서의 합금 용 온도에서 형성된다. 용은 Sn-0.3중량% P의 합금의 형태에 인의 첨가를 위해서 300°C로 냉각된다.
- <250> 합금이 샘플링되어
- <251> Ag 0.3 중량%,
- <252> Cu 0.7 중량%,
- <253> Bi 0.1 중량%,
- <254> P 0.006 중량% 그리고
- <255> 주석이 나머진인 합금 조성물을 확인한다.
- <256> 합금 조성물은 금속 스트립으로 사출되어 불활성 수직 기둥(inerted vertical column)으로 분사된다. 금속 스트립은 출구 오리피스(exit orifice)에서 또는 근처에서 멜트 포트(melt pot)을 통해 인가된 자기변형 진동의 적용에 의해 구형체가 된다.
- <257> 균일하게, 합금 조성물이 편칭될 수 있으며, 스피어로서 구상화된다.
- <258> 스피어의 형태로 제공된 합금이 볼 그리도 배열 조인트에 이용될 수 있다. 용체가 CSP의 패드에 고정 전달(pin transferred)되거나 프린팅(printed)된다. 구체는 피킹되어 용제처리된 패드상에서 스텐실(stencil)을 통해 위치되거나 셰이킹(shaked)된다. 패키지는 240°C 내지 260°C 사이의 피크 온도에서 표준 리플로우 오븐(standard reflow oven) 내에서 리플로잉된다.
- <259> 합금 및 솔더 조인트 성능이 최대 1000 시간 동안 150 °C에서 시간이 지나면서 패키지 내에서 평가된다. IMC

성장이 표준 금속분석 기술에 의해 측정된다. 기계식 볼 풀(ball pull) 실험이 이용되어 솔더 조인트 결합형성 모드(취성 또는 연성)를 평가한다.