(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0005746
(43) 공개일자 2021년01월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05K 3/34 (2006.01) *B23K 35/02* (2006.01)
B23K 35/26 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05K 3/3463 (2013.01)
B23K 35/0244 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0000394(분할)
(22) 출원일자 2021년01월04일
심사청구일자 2021년01월04일
(62) 원출원 특허 10-2015-0080596
원출원일자 2015년06월08일
심사청구일자 2019년09월10일

(71) 출원인
한국재료연구원
경상남도 창원시 성산구 창원대로 797 (상남동)
(72) 발명자
양상선
경상남도 창원시 성산구 대암로 253, 103동 (성주동, 프리빌리지아파트)
김용진
경상남도 창원시 성산구 성주동
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이원희

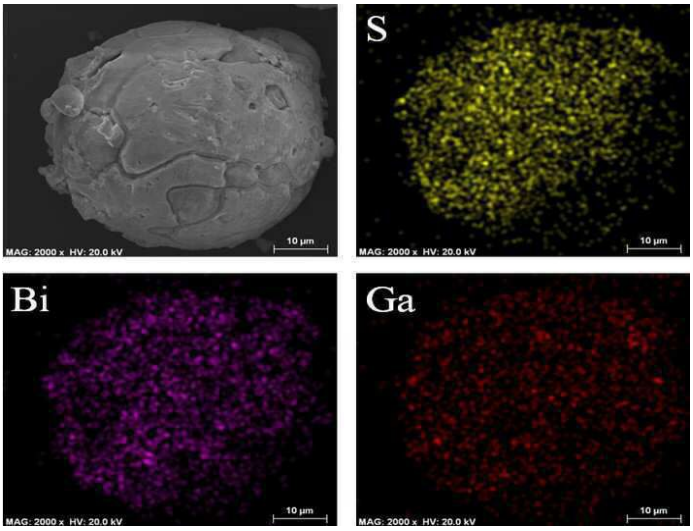
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **전도성 고분자를 포함하는 솔더 조성물 및 이를 이용한 전도성 패턴 결합 방법**

(57) 요 약

본 발명은 주석(Sn); 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba), 알루미늄(Al), 갈륨(Ga), 인듐(In), 납(Pb), 안티몬(Sb), 비스무트(Bi), 셀레늄(Se), 텔루륨(Te), 폴로늄(Po), 은(Ag), 아연(Zn), 구리(Cu) 및 니켈(Ni)로 이루어진 군으로부터 선택된 1 종 이상의 금속; 및 전도성 고분자;를 포함하는 솔더 조성물을 제공한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B23K 35/262 (2013.01)
H05K 3/3478 (2020.08)
(72) 발명자
양동열
경상남도 창원시 성산구 창원대로 797 (상남동)
김기봉
경상남도 창원시 의창구 중동로 78
임태수
경상남도 창원시 성산구 토월로27번길 18, (상남동, 꿈에그린 아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711021682
과제번호	CAP-12-6-KIMS
부처명	미래창조과학부
과제관리(전문)기관명	산업기술연구회
연구사업명	협동연구사업
연구과제명	마이크로 전자용 0.1~10 ㎛급 미세 금속분말 제조 및 부품화기술 개발(3/3)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	재료연구소
연구기간	2014.07.01 ~ 2015.06.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

95.0000 질량% 내지 99.9999%의 금속으로, 주석(Sn); 비스무트(Bi); 인듐(In); 및 갈륨(Ga);을 포함하는 금속;을 포함하는 솔더볼; 및

0.0001 질량% 내지 5.0000 질량%의 전도성 고분자;를 포함하고,

상기 솔더볼은 상기 주석 30.0 질량%; 상기 비스무트 41.4 질량%; 상기 인듐 23.8 질량%; 및 상기 갈륨 4.8 질량%;를 포함하고,

30 ℃ 이상 130 ℃ 미만의 용융점을 가지는 것을 특징으로 하는 유·무기 복합 솔더볼.

청구항 2

95.0000 질량% 내지 99.9999%의 금속으로, 주석(Sn); 비스무트(Bi); 인듐(In); 및 갈륨(Ga);을 포함하는 금속;을 포함하는 솔더볼; 및

0.0001 질량% 내지 5.0000 질량%의 전도성 고분자;를 포함하고,

상기 솔더볼은 상기 주석 30.0 질량%; 상기 비스무트 41.4 질량%; 상기 인듐 23.8 질량%; 및 상기 갈륨 3.8 질량%;를 포함하고,상기 솔더볼은 은(Ag), 아연(Zn), 구리(Cu) 및 니켈(Ni)로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 금속을 1.0 중량% 포함하고,

30 ℃ 이상 130 ℃ 미만의 용융점을 가지는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 유·무기 복합 솔더볼.

청구항 3

주석(Sn); 비스무트(Bi); 인듐(In); 및 갈륨(Ga);을 포함하는 금속을 포함하고 30 ℃ 이상 130 ℃ 미만의 용융점을 가지는 솔더 합금을 아토마이징하여 30 ℃ 이상 130 ℃ 미만의 용융점을 가지는 솔더볼을 제조하되, 상기 솔더볼이 상기 주석 30.0 질량%; 상기 비스무트 41.4 질량%; 상기 인듐 23.8 질량%; 및 상기 갈륨 4.8 질량%;를 포함하도록 솔더볼을 제조하는 단계(단계 1);

상기 단계 1에서 제조된 솔더볼과 전도성 고분자를 혼합하여 혼합물을 제조하되, 솔더볼 95.0000 질량% 내지 99.9999% 및 전도성 고분자 0.0001 질량% 내지 5.0000 질량%를 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계(단계 2); 및

상기 단계 2에서 제조된 혼합물을 건조시킨 후, 다시 분말화하는 단계(단계 3);를 포함하는 유·무기 복합 솔더볼의 제조방법.

청구항 4

전도성 패턴이 형성된 기판 사이에 제1항의 유·무기 복합 솔더볼을 포함하는 조성물을 도포하는 단계(단계 1); 및

상기 단계 1에서 도포된 조성물을 가열하는 단계(단계 2);를 포함하는 전도성 패턴의 결합방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전도성 고분자를 포함하는 솔더 조성물 및 이를 이용한 전도성 패턴 결합 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 차세대 디스플레이로 주목받고 있는 플렉서블 디스플레이(flexible display) 내에 장착될 마이크로 부품의 굴곡 강성(flexural strength) 향상에 대한 연구가 현재 활발히 진행되고 있다. 이러한 추세 속에서 솔더볼 또한 충분한 연성을 가져 외부 응력에 대하여 접합 부위가 파괴되지 않는 강한 내굴곡성(folding endurance)을 가질 것을 요구받고 있다.

[0005] 현재 플렉서블 기판 소재로 사용되고 있는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA) 등의 열가소성 플라스틱 계열은 130 ℃ 이상의 온도에서 팽창 또는 수축하여 심하게 변형되는 특성을 가지고 있다. 따라서 30 ℃ 이상 130 ℃ 이하의 온도에서도 젖음성이 높고 안정적으로 접합이 가능한 솔더볼에 대한 연구가 현재 활발히 진행되고 있다.

[0007] 플립 칩 공정(flip chip process)의 발전으로 반도체 칩과 본딩 패드 사이의 거리가 계속 줄어들고 있고, 작은 피치(pitch)에서도 빠른 신호 전달과 높은 신뢰도를 가지는 솔더볼이 요구되고 있다. 따라서 솔더볼은 높은 입출력 전류 밀도(input/output current density)를 가지고 범프(bump)에 부과되는 다양한 전기적 신호를 빠르고 정확하게 전달할 수 있어야 한다.

[0009] 최근 작고 가벼운 전자 기기에 대한 수요가 증가하면서 반도체 패키지 분야(semiconductor packaging field)에서도 작고 가벼운 솔더볼에 대한 요구가 증가하고 있다. 하지만 솔더볼의 크기가 작아질수록, 비표면적은 기하급수적으로 늘어나고, 결국 산화에 취약한 특성을 가진다. 솔더볼이 산화되면 전기 전도성이 감소하고, 용융점이 증가한다. 이러한 문제점은 항산화제를 첨가하거나, 산화에 강한 고분자를 솔더볼에 혼합하여 사용하면 해결될 수 있다. 그러나 솔더볼에 첨가되는 항산화제 대부분은 금, 은, 백금, 인듐 등으로 가격이 비싸 사용이 제한되고 있다. 산화에 강한 고분자 역시 전기 전도성이 없어 최소한의 사용이 요구되고 있다.

[0011] 상기와 같은 솔더를 제조하는 일례로써, 비특허문헌 1은 일반적인 에폭시 레진과 주석-비스무트 또는 주석-인듐 솔더볼에 카르복실산을 환원제로 첨가하여 솔더 간의 젖음(wetting)에 의한 금속학적 결합을 개선해 전기적 특성을 높이는 방법에 대하여 기술하고 있다. 그러나 에폭시 레진은 전기 전도성이 없어 솔더볼 사이에서 불안정한 전류 밀도(inhomogeneous current density)를 줄 수 있다.

[0013] 또한, 특허문헌 1은 주석을 기반으로 은, 구리, 비스무트, 아연, 인듐 및 납으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상인 것을 포함하는 솔더볼과 비전도성 로진 수지 또는 로진 변성 수지로 구성된 제 1수지, 열경화성 수지로 구성된 제 2수지를 포함하는 도전성 잉크(conductive ink)로서 프린팅 방법으로 전자 소자에 적용하려 하고 있다. 그러나 상기 원소의 조합으로 이루어진 솔더볼은 130 ℃ 이상의 용융점을 가지고 있어 30 ℃ 이상 130 ℃ 미만에서 용융되거나 건조되어 플라스틱 기판에 접합되기는 어렵다. 130 ℃ 이상에서 플라스틱 기판은 변형되기 시작하고, 250 ℃ 이상에서 전자 부품에 열 응력이 발생하기 시작한다.

[0015] 이에, 본 발명자들은 우수한 특성을 나타내는 솔더 조성물에 관하여 연구를 수행하던 중, 주석(Sn); 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba), 알루미늄(Al), 갈륨(Ga), 인듐(In), 납(Pb), 안티몬(Sb), 비스무트(Bi), 셀레늄(Se), 텔루륨(Te), 폴로늄(Po), 은(Ag), 아연(Zn), 구리(Cu) 및 니켈(Ni) 등의 금속으로 저용융점 솔더 합금을 형성하며, 전도성 고분자로 내굴곡성, 젖음성, 전기 전도성 및 항산화성이 향상되는 솔더 조성물을 개발하고, 본 발명을 완성하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0017] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1: WO2011102659 A2 (2011).

비특허문헌

[0018] (비특허문헌 0001) 비특허 문헌 1: Polymer Korea, v.34, no.1, pp. 52 (2010).

발명의 내용

해결하려는 과제

[0019] 본 발명의 목적은 전도성 고분자를 포함하는 솔더 조성물 및 이를 이용한 전도성 패턴 결합 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0021] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은

[0022] 주석(Sn);

[0023] 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba), 알루미늄(Al), 갈륨(Ga), 인듐(In), 납(Pb), 안티몬(Sb), 비스무트(Bi), 셀레늄(Se), 텔루륨(Te), 폴로늄(Po), 은(Ag), 아연(Zn), 구리(Cu) 및 니켈(Ni)로 이루어진 군으로부터 선택된 1 종 이상의 금속; 및

[0024] 전도성 고분자;를 포함하는 솔더 조성물을 제공한다.

[0026] 또한, 본 발명은

[0027] 상기의 솔더 조성물을 포함하고,

[0028] 30 ℃ 이상 130 ℃ 미만의 용융점을 가지는 것을 특징으로 하는 유·무기 복합 솔더볼을 제공한다.

[0030] 나아가, 본 발명은

[0031] 주석(Sn)을 기반으로 하며, 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba), 알루미늄(Al), 갈륨(Ga), 인듐(In), 납(Pb), 안티몬(Sb), 비스무트(Bi), 셀레늄(Se), 텔루륨(Te), 폴로늄(Po), 은(Ag), 아연(Zn), 구리(Cu) 및 니켈(Ni)로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1 종 이상의 금속을 포함하고 30 ℃ 이상 130 ℃ 미만의 용융점을 가지는 솔더 합금을 아토마이징하여 30 ℃ 이상 130 ℃ 미만의 용융점을 가지는 솔더볼을 제조하는 단계(단계 1);

[0032] 상기 단계 1에서 제조된 솔더볼과 전도성 고분자를 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계(단계 2); 및

[0034] 상기 단계 2에서 제조된 혼합물을 건조시킨 후, 다시 분말화하는 단계(단계 3);을 포함하는 유·무기 복합 솔더볼의 제조방법을 제공한다.

[0036] 더욱 나아가, 본 발명은

[0037] 전도성 패턴이 형성된 기판 사이에 상기의 솔더 조성물을 도포하는 단계(단계 1); 및

[0038] 상기 단계 1에서 도포된 솔더 조성물을 가열하는 단계(단계 2);를 포함하는 전도성 패턴의 결합방법을 제공한다.

발명의 효과

[0040] 본 발명에 따른 솔더 조성물은 전도성 고분자 및 저용융점 솔더 합금을 포함하는 조성물로서, 내굴곡성, 젖음성, 전기 전도성 및 항산화성이 향상된 솔더 조성물을 제공한다.

[0041] 또한, 본 발명에 따른 솔더 조성물을 사용하여 제조된 솔더볼은 이온 구조로 이루어진 세라믹과는 달리 공유 결합으로 이루어진 전도성 고분자와 금속 결합으로 이루어진 솔더볼을 혼합하고, 건조하여, 코팅한 후, 다시 분말화하여 높은 내굴곡성을 가지며, 전도성 고분자와 저용융점 솔더볼은 30 ℃ 이상 130 ℃ 미만의 온도에서 용융 또는 건조되어 젖음성이 높고, 특히 저용융점 솔더볼의 표면은 전도성 고분자로 코팅되어 있어 플라스틱 기판에 대한 젖음성이 높고, 도전성 접착제로 많이 쓰이는 비전도성 에폭시 계열 바인더(non-conductive epoxy type polymers)와는 달리 전도성 고분자로 코팅되어 있어 전기 전도성과 전류 밀도가 향상되고, 솔더볼 표면이 산화에 강한 고분자로 코팅되어 있어 리플로우 공정 중에도 산소에 노출되는 것 없이 안정적으로 접합이 가능하다.

[0042] 나아가, 본 발명에 따른 유·무기 복합 솔더볼의 제조방법으로 저용융점 솔더볼을 전도성 고분자와 적절한 비율로 혼합하고, 30 ℃ 이상 130 ℃ 미만의 온도에서 용융 또는 건조하여 수분 또는 유기 용매를 제거하여, 코팅한 후, 다시 분말화하면 더욱 우수한 특성을 갖는 전도성 고분자가 코팅된 저용융점 솔더볼을 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0044] 도 1은 PEDOT:PSS 전도성 고분자가 코팅된 저용융점 주석-비스무트-인듐-갈륨 솔더볼로서 유무기 복합 솔더볼의 표면을 주사전자현미경으로 관찰한 사진이고;

도 2는 실시예 1에서 5 및 비교예 1로 제조된 PEDOT:PSS 전도성 고분자가 코팅된 저용융점 주석-비스무트-인듐-갈륨 솔더볼로서 유무기 복합 솔더볼의 전도성 고분자 함유량에 따른 시차 주사 열류량을 나타낸 그래프이고;

도 3은 실시예 1에서 5 및 비교예 1로 제조된 PEDOT:PSS 전도성 고분자가 코팅된 저용융점 주석-비스무트-인듐-갈륨 솔더볼로서 유무기 복합 솔더볼의 전도성 고분자 함유량에 따른 전기 저항률을 나타낸 그래프이고;

도 4는 실시예 1에서 5 및 비교예 1로 제조된 PEDOT:PSS 전도성 고분자가 코팅된 저용융점 주석-비스무트-인듐-갈륨 솔더볼로서 유무기 복합 솔더볼의 전도성 고분자 함유량에 따른 푸리에 변환 적외선 분광법(FTIR) 결과를 나타낸 그래프이고;

도 5는 실시예 1에서 제조된 솔더볼을 볼밀링한 후, 솔더볼의 표면을 주사전자현미경으로 관찰한 사진이고;

도 6은 전도성 패턴이 형성된 기판 사이에 이방성 도전 필름을 부착한 후 가압 열처리를 통해 통전하는 방법을 나타낸 모식도이고;

도 7 내지 11은 본 발명에 따른 전도성 패턴의 결합방법의 일례를 나타낸 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0045] 본 발명은

[0046] 주석(Sn);

[0047] 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba), 알루미늄(Al), 갈륨(Ga), 인듐(In), 납(Pb), 안티몬(Sb), 비스무트(Bi), 셀레늄(Se), 텔루륨(Te), 폴로늄(Po), 은(Ag), 아연(Zn), 구리(Cu) 및 니켈(Ni)로 이루어진 군으로부터 선택된 1 종 이상의 금속; 및

[0048] 전도성 고분자;를 포함하는 솔더 조성물을 제공한다.

[0050] 이하, 본 발명에 따른 솔더 조성물에 대하여 상세히 설명한다.

[0052] 본 발명에 따른 솔더 조성물은 솔더 조성물의 젖음성 향상시킬 수 있다.

[0053] 주석은 231.9 ℃의 시작 용융점을 가지고, 비스무트는 271.5 ℃의 시작 용융점을 가지고, 인듐은 156.6 ℃의 시작 용융점을 가지고, 갈륨은 29.8 ℃의 시작 용융점을 가진다. 이러한 원소의 조합으로 30 ℃ 이상 130 ℃ 미만의 용융점을 가지는 솔더 합금의 제조가 가능하고, 30 ℃ 이상 130 ℃ 미만의 상대적으로 낮은 솔더링 온도에서 아주 우수한 젖음성을 가진다.

[0054] 그러나, 현재 인듐과 갈륨은 가격이 상당히 높고, 특히 갈륨은 상온에서 액체로 존재하여 제어하기 어렵다. 따라서 솔더볼을 제조할 경우, 인듐과 갈륨의 첨가는 제한되어야 한다. 솔더 조성물에 포함되는 전도성 고분자 또한 플라스틱 기판에 대하여 동종재료로서 우수한 젖음성을 가진다.

[0056] 본 발명에 따른 솔더 조성물은 전도성 고분자를 포함함으로써 솔더 조성물의 전기 전도성을 향상시킬 수 있다.

[0057] 비전도성 레진 수지가 코팅된 저용융점 솔더볼의 경우 비전도성 레진 수지가 잔류하여 솔더볼의 전기 전도를 방해할 수 있다. 하지만, 전도성 고분자를 포함하는 본 발명에 따른 솔더 조성물의 경우 비전도성 레진 수지를 포함하는 저용융점 솔더볼보다 상대적으로 높은 전기 전도성을 가진다. 또한, 솔더 특정 부위에서 발생하는 과전류를 균일하게 분배할 수 있어 전류 밀도(current density)의 신뢰도(reliability)를 높일 수 있다.

[0059] 본 발명에 따른 솔더 조성물은 전도성 고분자를 포함함으로써 항산화성을 향상시킬 수 있다.

[0060] 리플로우 공정 중 솔더볼이 외부에 노출될 경우 급격한 산화된다. 이러한 문제점은 산화에 강한 항산화제를 첨가고용시켜 산화에 강한 솔더볼을 만들거나, 고분자로 산소와의 접촉을 방지하면 해결될 수 있다. 인듐은 가격은 비싸지만, 고온에서도 비교적 안정적으로 존재하고, 반응성이 또한 높아 다른 여러 솔더 원소와 산화에 강한 화합물을 형성한다. 전도성 고분자 또한 산화에 강하고 용액으로 만들어 솔더볼에 코팅할 경우, 산소와의 접촉을 차단하여 항산화성을 증가시킬 수 있다.

[0062] 본 발명에 따른 솔더 조성물에 있어서, 상기 전도성 고분자는 헤테로 고리 구조 단량체(heterocyclic structure monomer), 벤젠 구조 단량체(benzene structure monomer) 및 유도체 고리 구조 단량체(derivative structure monomer)로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1 종 이상의 단량체를 기반으로 하는 중합체(polymer) 또는 혼성 폴리머(co-polymer)일 수 있다.

[0063] 이때, 상기 헤테로 고리 구조 단량체는 피롤(pyrrole), 퓨란(furan), 싸이오펜(thiophen) 및 셀레노펜(selenophene)으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1 종일 수 있다.

[0064] 또한, 상기 벤젠 구조 단량체는 아닐린(aniline), 페닐렌(phenylene), 스타이렌(styrene) 및 공액계(conjugate system)로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1 종일 수 있다.

[0065] 나아가, 상기 유도체 고리 구조 단량체는 3,4-에틸렌 다이옥신 싸이오펜(EDOT), 3,4-에틸렌 다이옥신 셀레노펜(EDOS) 및 3,4-프로필렌 다이옥시 티오펜(ProDOT)으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1 종일 수 있다.

[0067] 또한, 본 발명은

[0068] 상기의 솔더 조성물을 포함하고,

[0069] 30 ℃ 이상 130 ℃ 미만의 용융점을 가지는 것을 특징으로 하는 유·무기 복합 솔더볼을 제공한다.

[0071] 이하, 본 발명에 따른 유·무기 복합 솔더볼에 대하여 상세히 설명한다.

[0073] 본 발명에 따른 유·무기 복합 솔더볼은 상기 솔더 조성물인 주석(Sn); 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba), 알루미늄(Al), 갈륨(Ga), 인듐(In), 납(Pb), 안티몬(Sb), 비스무트(Bi), 셀레늄(Se), 텔루륨(Te), 폴로늄(Po), 은(Ag), 아연(Zn), 구리(Cu) 및 니켈(Ni)로 이루어진 군으로부터 선택된 1 종 이상의 금속; 및 전도성 고분자;를 포함한다.

[0075] 구체적으로, 상기 유·무기 복합 솔더볼은 주석(Sn)을 기반으로 하고, 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba), 알루미늄(Al), 갈륨(Ga), 인듐(In), 납(Pb), 안티몬(Sb), 비스무트(Bi), 셀레늄(Se), 텔루륨(Te), 폴로늄(Po), 은(Ag), 아연(Zn), 구리(Cu) 및 니켈(Ni)을 포함하는 합금 표면에 전도성 고분자가 코팅된 형태일 수 있다.

[0076] 또한, 상기 유·무기 복합 솔더볼은 30 ℃ 이상 130 ℃ 미만의 용융점을 가지는 것을 특징으로 한다.

[0078] 나아가,

[0079] 상기 유·무기 복합 솔더볼은,

[0080] 0.0001 질량% 내지 5.0000 질량%의 전도성 고분자; 및

[0081] 95.0000 질량% 내지 99.9999%의 금속을 포함할 수 있다.

[0083] 본 발명에 따른 유·무기 복합 솔더볼은 전도성 고분자가 코팅된 저용융점 솔더볼로, 전도성 고분자를 코팅함으로써 내굴곡성, 젖음성, 전기전도성, 항산화성 등의 특성을 향상시킬 수 있다.

[0084] 연성이 높은 주석-인듐 솔더볼에 취성이 높은 비스무트와 갈륨 원소가 포함되면 주석-인듐 솔더볼의 그레인 바운더리(grain boundary)를 따라 비스무트와 갈륨이 확산하여 솔더볼의 취성이 증가한다. 솔더볼의 취성이 높으면 외부 충격, 특히 반복되는 이완 운동에서 솔더볼이 기판에서 박리될 수 있다. 이러한 문제점은 유연한(flexible) 특성을 가지는 고분자를 용매에 잘 녹인 후, 취성을 가지는 솔더볼에 균일하게 코팅하여 사용함으로써 해결될 수 있다.

[0085] 주석은 231.9 ℃의 시작 용융점을 가지고, 비스무트는 271.5 ℃의 시작 용융점을 가지고, 인듐은 156.6 ℃의 시작 용융점을 가지고, 갈륨은 29.8 ℃의 시작 용융점을 가진다. 이러한 원소의 조합으로 30 ℃ 이상 130 ℃ 미만의 용융점을 가지는 솔더 합금의 제조가 가능하고, 30 ℃ 이상 130 ℃ 미만의 상대적으로 낮은 솔더링 온도에서 아주 우수한 젖음성을 가진다.

[0086] 그러나, 현재 인듐과 갈륨은 가격이 상당히 높고, 특히 갈륨은 상온에서 액체로 존재하여 제어하기 어렵다. 따라서 솔더볼을 제조할 경우, 인듐과 갈륨의 첨가는 제한되어야 한다. 솔더 조성물에 포함되는 전도성 고분자 또한 플라스틱 기판에 대하여 동종재료로서 우수한 젖음성을 가진다.

[0087] 비전도성 레진 수지가 코팅된 저용융점 솔더볼의 경우 비전도성 레진 수지가 잔류하여 솔더볼의 전기 전도를 방해할 수 있다. 하지만, 전도성 고분자를 포함하는 본 발명에 따른 솔더 조성물의 경우 비전도성 레진 수지를 포함하는 저용융점 솔더볼보다 상대적으로 높은 전기 전도성을 가진다. 또한, 솔더 특정 부위에서 발생하는 과전류를 균일하게 분배할 수 있어 전류 밀도(current density)의 신뢰도(reliability)를 높일 수 있다.

[0088] 또한, 리플로우 공정 중 솔더볼이 외부에 노출될 경우 급격한 산화된다. 이러한 문제점은 산화에 강한 항산화제를 첨가고용시켜 산화에 강한 솔더볼을 만들거나, 고분자로 산소와의 접촉을 방지하면 해결될 수 있다. 인듐은 가격은 비싸지만, 고온에서도 비교적 안정적으로 존재하고, 반응성이 또한 높아 다른 여러 솔더 원소와 산화에 강한 화합물을 형성한다. 전도성 고분자 또한 산화에 강하고 용액으로 만들어 솔더볼에 코팅할 경우, 산소와의 접촉을 차단하여 항산화성을 증가시킬 수 있다.

[0090] 상기 유·무기 복합 솔더볼은,

[0091] 주석(Sn)을 기반으로 하며, 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba), 알루미늄(Al), 갈륨(Ga), 인듐(In), 납(Pb), 안티몬(Sb), 비스무트(Bi), 셀레늄(Se), 텔루륨(Te), 폴로늄(Po), 은(Ag), 아연(Zn), 구리(Cu)

및 니켈(Ni)로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1 종 이상의 금속을 포함하고 30 ℃ 이상 130 ℃ 미만의 용융점을 가지는 솔더 합금을 아토마이징하여 30 ℃ 이상 130 ℃ 미만의 용융점을 가지는 솔더볼을 제조하는 단계(단계 1);

[0092] 상기 단계 1에서 제조된 솔더볼과 전도성 고분자를 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계(단계 2); 및

[0094] 상기 단계 2에서 제조된 혼합물을 건조시킨 후, 다시 분말화하는 단계(단계 3);를 포함하는 제조방법을 통해 제조될 수 있다.

[0096] 구체적으로, 상기 유·무기 복합 솔더볼의 제조방법에 있어서 단계 1은 30 ℃ 이상 130 ℃ 미만의 용융점을 가지는 솔더 합금을 아토마이징하여 저용융점 솔더볼을 제조하는 단계이다.

[0097] 상기 단계 1을 수행함으로써 솔더 원소가 조합된 저용융점 솔더볼을 제조할 수 있다.

[0099] 상기 유·무기 복합 솔더볼의 제조방법에 있어서 단계 2는 상기 단계 1에서 제조된 저용융점 솔더볼과 전도성 고분자를 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계이다.

[0100] 상기 단계 2의 혼합 과정을 통하여 용액 상태의 전도성 고분자가 솔더볼 외부에 스며들어 적절한 두께 비율로 코팅된다.

[0101] 이때 상기 단계 2의 전도성 고분자는 0.0001에서 5.0000 질량% 범위를 가진다.

[0102] 만약 상기 단계 2의 혼합 과정에서 0.0001 질량% 미만으로 전도성 고분자가 포함되는 경우에는 내굴곡성 및 젖음성 향상 효과가 미미한 문제점이 있고, 5.0000 질량%를 초과하여 전도성 고분자가 포함되는 경우에는 전기 전도성이 떨어지는 문제점이 발생한다.

[0103] 상기 단계 2의 혼합 과정을 통하여 용액 상태의 전도성 고분자가 저용융점 솔더볼 외부로 스며들어 균일하게 도포된다.

[0105] 상기 유무기 복합 솔더볼의 제조방법에 있어서 단계 3은 상기 단계 2로 혼합된 솔더볼을 건조하여, 코팅한 후, 다시 분말화하는 단계이다.

[0106] 이때 상기 단계 3에서 건조 온도는 30 ℃ 이상 130 ℃ 미만의 범위를 가진다.

[0107] 만약 상기 단계 3에서 30 ℃ 미만으로 전도성 고분자가 코팅된 저용융점 솔더볼을 건조하는 경우에는 코팅 효과가 미미한 문제점이 있고, 130 ℃를 초과하여 건조하는 경우에는 에너지 소비에 따른 비용이 증가하는 문제점이 발생한다.

[0108] 상기 단계 3의 건조, 코팅 후, 다시 분말화하는 과정을 통하여 용액 상태의 전도성 고분자가 솔더볼 외부로 스며들어 적절한 두께로 코팅된다.

[0110] 상기 단계 1 또는 단계 3에서 제조된 솔더볼 볼밀링(ball milling)하여 분쇄하면, 더욱 작은 크기의 솔더볼을 제조할 수 있다.

[0111] 이때, 솔더볼의 크기는 밀링회전속도 (rpm), 밀링볼의 크기, 경도, 강도, 무게, 양에 의해 영향을 받는다.

[0112] 특히, 저용융점 솔더볼의 볼밀링은 10 rpm에서 1,000 rmp정도의 밀링회전속도(rpm)가 바람직하다.

[0113] 만약, 볼밀링의 밀링회전속도가 10 rpm 보다 작은 경우에는 분쇄 효과가 미미한 문제점이 있고, 1,000 rpm 보다 큰 경우에는 저용융점 솔더볼이 다시 용융되는 문제점이 발생한다.

[0115] 나아가, 본 발명은

[0116] 전도성 패턴이 형성된 기판 사이에 상기의 솔더 조성물을 도포하는 단계(단계 1); 및

[0117] 상기 단계 1에서 도포된 솔더 조성물을 가열하는 단계(단계 2);를 포함하는 전도성 패턴의 결합방법을 제공한다.

[0119] 이때, 도 6 내지 11의 전도성 패턴 결합방법의 일례를 나타낸 모식도를 참조하여,

[0120] 이하, 본 발명에 따른 전도성 패턴의 결합방법에 대하여 상세히 설명한다.

[0122] 이방성 도전 필름(Anisotropic Conductive Film, ACF)은 LCD, PDP, 유기EL 등의 평판디스플레이 제품에서 화면 패널과 구동회로/IC 사이의 회로결합/접착을 위한 소재로서 모듈 생산에 필수적인 전도성 경화형 접착필름이다. LCD 모듈의 IC 본딩용, COG용 및 COF용, 패널유리와 TAB 등 필름 본딩을 위한 TAB용, 필름과 PWB 본딩을 위한 PCB용이 있으며, PDP 및 유기띠 패널과 필름을 본딩하기 위한 PDP용 및 EL용이 있다.

[0123] ACF는 부착되는 모든 구역에 도전성 금속 ball이 분포하고 있어 기판 A와 B를 부착함에 있어 Pitch(전도성 패턴과 패턴사이)가 좁아질수록 바로 옆의 배선에 통전되어 에러신호가 발생하고 있는 실정이다.

[0124] 사용 가능 기판으로는 둘다 딱딱한 기판, 둘다 유연기판, 어느 한쪽이 유연기판, 투명/불투명은 상관없다.

[0125] 투명성은 레진이 잔류하고 전도성 패턴이 없는 구역에도 도전성 금속볼의 잔류로 인해 투명성 확보하기 어려우며, 고가재료이고 공정조건(온도, 압력, 시간)이 까다롭다.

[0127] 기존 ACF를 이용한 결합 공정의 단점을 해결하고자 본 발명에 따른 전도성 패턴의 결합방법을 고안하였다.

[0129] 먼저, 본 발명에 따른 전도성 패턴의 결합방법에 있어서, 단계 1은 전도성 패턴이 형성된 기판 사이에 상기의 솔더 조성물을 도포하는 단계이다.

[0131] 도 7 내지 11에 나타낸 바와 같이, 전도성 패턴이 형성된 복수 개의 기판 사이에 솔더 조성물을 도포한다. 구체적인 일례로써, 전도성 패턴이 형성된 제1 기판(기판 A) 및 제2 기판(기판 B)의 전도성 패턴 상부에 솔더 조성물을 도포한다.

[0133] 다음으로, 본 발명에 따른 전도성 패턴의 결합방법에 있어서, 단계 2는 상기 단계 1에서 도포된 솔더 조성물을 가열하는 단계이다.

[0134] 상기 단계 2에서는 상기 단계 1에서 도포된 솔더 조성물을 가열함으로써 기판 상부 패턴에 도포된 솔더 조성물을 이용하여 선택적으로 통전시킬 수 있다.

[0136] 상기 단계 1에서 도포된 솔더 조성물을 가열하는 구체적인 일례로써, 도 7에 나타낸 바와 같이, 단순 가압 및 열처리를 통해 가열을 수행할 수 있다.

[0137] 전도성 패턴이 형성된 A 기판에 패턴 상부에만 선택적으로 전도성 금속 페이스트 또는 잉크 등을 인쇄하고 기판 A와 B를 가압 열처리하여 통전시킬 수 있다. 신호의 에러 없이 인쇄 분해능까지 Pitch(전도성 패턴과 패턴사이)를 좁게 형성할 수 있다. 사용 가능 기판은 둘 다 딱딱한 기판, 둘 다 유연기판, 어느 한쪽이 유연기판, 투명/불투명 상관없다. 투명성은 확보 가능하며, 전도성 물질의 종류: 은, 구리, 금, 주석, 니켈, 인듐, 비스무스와 이 중 하나를 포함하는 합금 및 전도성 물질이고, 배선 넓이는 1 ㎛ ~ 1 ㎜인 것이 바람직하다. 1 ㎛ 미만은 인쇄 공정 및 장비 제작이 곤란하며 1 ㎜ 초과는 고집적화가 곤란해 사업성이 떨어진다. 배선 pitch는 1 ㎛ ~ 1 ㎜인 것이 바람직하다. 1 ㎛ 미만은 인쇄 공정 및 장비 제작이 곤란하며 1 ㎜ 초과는 고집적화가 곤란해 사업성이 떨어진다. 배선 두께는 100 ㎚ ~ 1 ㎜인 것이 바람직하다. 1 ㎛ 미만은 인쇄 공정 및 장비 제작이 곤란하며 1 ㎜ 초과는 고집적화가 곤란해 사업성이 떨어진다. 저가 원료 및 공정이다.

[0139] 또한, 도 8 및 도 9에 나타낸 바와 같이, 레이저 조사를 이용한 가열을 수행할 수 있다. 이때, 상기 레이저는 고체, 액체, 기체 및 반도체 레이저 등으로 다양한 레이저 기법으로 수행될 수 있으며, 상기 레이저의 파장은 연속식 또는 펄스식일 수 있고, 상기 레이저의 파장 영역은 100 nm 내지 100,000 ㎛일 수 있다. 만약, 상기 레이저 파장 영역이 100 nm 미만일 경우에는 전도성 패턴의 용융이 어려운 문제가 있으며, 100,000 ㎛를 초과하는 경우에는 유연 기판을 사용할 때 유연 기판이 손상되는 문제가 있다.

[0140] 전도성 패턴이 형성된 어느 한쪽 또는 두 쪽 모두 투명한 유연/딱딱한 기판에 외부에서 레이저를 조사하면 투명 기판은 레이저가 투과하고 금속 패턴만 선택적으로 녹아 통전될 수 있다. 어느 한쪽 또는 양쪽의 전도성 패턴 상부에만 선택적으로 전도성 금속 페이스트 또는 잉크 등을 인쇄하고 외부에서 레이저를 조사하면 상기와 동일한 효과를 얻을 수 있다. 신호의 에러 없이 인쇄 분해능까지 Pitch(전도성 패턴과 패턴 사이)를 좁게 형성할 수 있다. 사용 가능 기판은 둘 다 투명한 딱딱한 기판, 둘 다 투명한 유연기판, 어느 한쪽이 투명한 딱딱한 또는 유연기판일 수 있다. 투명성은 확보 가능하며, 전도성 물질의 종류는 은, 구리, 금, 주석, 니켈, 인듐, 비스무스와 이 중 하나를 포함하는 합금 및 전도성 물질일 수 있다. 배선 넓이는 배선 넓이는 1 ㎛ ~ 1 ㎜인 것이 바람직하다. 1 ㎛ 미만은 인쇄 공정 및 장비 제작이 곤란하며 1 ㎜ 초과는 고집적화가 곤란해 사업성이 떨어진다. 배선 pitch는 1 ㎛ ~ 1 ㎜인 것이 바람직하다. 1 ㎛ 미만은 인쇄 공정 및 장비 제작이 곤란하며 1 ㎜ 초과는 고집적화가 곤란해 사업성이 떨어진다. 배선 두께는 100 nm ~ 1 ㎜인 것이 바람직하다. 1 ㎛ 미만은 인쇄 공정 및 장비 제작이 곤란하며 1 ㎜ 초과는 고집적화가 곤란해 사업성이 떨어진다. 저가 원료 및 공정이다.

[0142] 나아가, 도 10 및 도 11에 나타낸 바와 같이, 히터, 스프링 및 핀을 포함하는 구조의 히팅핀을 사용하여 가압 및 열처리를 통해 가열을 수행할 수 있다. 상기 히팅핀의 핀은 기판에 형성된 패턴과 동일한 간격으로 존재하고, 스프링으로 장력이 조절된다.

[0144] 또한, 상기 단계 2의 가열은 50 ℃ 내지 350 ℃의 온도에서 수행되는 것이 바람직하다. 만약, 상기 단계 2의 가열이 50 ℃ 미만의 온도에서 수행되는 경우 불완전한 소결로 인하여 전도성 패턴의 전도성 확보가 곤란한 문제가 있으며, 350 ℃를 초과하는 온도에서 수행되는 경우에는 과열로 인한 다른 부품의 손상으로 공정이 어려운 문제가 있다.

[0145] 전도성 패턴이 형성된 어느 한쪽 또는 두 쪽 모두 (투명) 유연기판의 외부에 패턴의 간격과 일치된 간격으로 존재하고 스프링으로 장력이 조절된 히팅 핀으로 가압 열처리하면 그 부분의 미세한 전도성 (금속)패턴만 선택적으로 녹아 통전될 수 있다. 패턴 간극과 히팅핀의 간격이 다르더라도 핀의 크기가 작아 미세한 흔적만 남고 통전될 수 있다. A, B 어느 한쪽 또는 양쪽의 전도성 패턴 상부에만 선택적으로 전도성 (금속) 페이스트 또는 잉크 등을 인쇄하고 외부에서 히팅 핀으로 가압 열처리하면 상기와 동일한 효과를 얻을 수 있다. 신호의 에러 없이 인쇄 분해능까지 Pitch(전도성 패턴과 패턴사이)를 좁게 형성할 수 있다. 사용 가능 기판은 둘 다 유연기판, 어느 한쪽이 유연기판, 투명/불투명 상관없다. 투명성은 확보 가능하며, 전도성 물질의 종류는 은, 구리, 금, 주석, 니켈, 인듐, 비스무스와 이 중 하나를 포함하는 합금 및 전도성 물질을 사용할 수 있다. 배선 넓이는 1 ㎛ ~ 1 ㎜인 것이 바람직하다. 1 ㎛ 미만은 인쇄 공정 및 장비 제작이 곤란하며 1 ㎜ 초과는 고집적화가 곤란해 사업성이 떨어진다. 배선 pitch는 1 ㎛ ~ 1 ㎜인 것이 바람직하다. 1 ㎛ 미만은 인쇄 공정 및 장비 제작이 곤란하며 1 ㎜ 초과는 고집적화가 곤란해 사업성이 떨어진다. 배선 두께는 100 nm ~ 1 ㎜인 것이 바람직하다. 1 ㎛ 미만은 인쇄 공정 및 장비 제작이 곤란하며 1 ㎜ 초과는 고집적화가 곤란해 사업성이 떨어진다. 히팅핀의 형상은 원형, 사각형 등 상관없으며 단면적은 100 nm^2 ~ 1 mm^2인 것이 바람직하다. 100 nm^2 미만은 핀의 가공 및 제작이 어려우며 1 ㎜ 초과는 고집적화가 곤란해 사업성이 떨어진다. 저가 원료 및 공정이다.

[0147] 이하, 본 발명을 실시예 및 실험예에 의해 더욱 상세히 설명한다.

[0149] 단, 하기의 실시예 및 실험예는 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예 및 실험예에 의해 제한되는 것은 아니다.

[0151] <실시예 1>

[0152] 단계 1: 30.0 질량%의 주석, 41.4 질량%의 비스무트, 23.8 질량%의 인듐, 4.8 질량%의 갈륨을 함유하는 합금을 아토마이징하여 저용융점 솔더볼을 제조하였다.

[0154] 단계 2: 상기 단계 1에서 제조된 저용융점 솔더볼에 대하여 0.0013 질량%의 PEDOT:PSS와 저용융점 솔더볼을 99.0 부피% : 1.0 부피% 비율의 아이소프로필알코올 : 물 용매에서 혼합하였다.

[0156] 단계 3: 상기 단계 2로 혼합된 솔더볼을 건조하여, 코팅한 후, 다시 분말화하여 유무기 복합 솔더볼을 제조하였다.

[0157]

[0158] <실시예 2 ~ 5>

[0159] 상기 실시예 1에서 주석, 비스무트, 인듐, 갈륨 및 PEDOT:PSS 전도성 고분자의 질량%를 하기 표 1과 같이 조성한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 전도성 고분자가 코팅된 저용융점 솔더볼을 제조하였다.

[0161] <실시예 6>

[0162] 상기 실시예 1의 단계 1에서 30.0 질량%의 주석, 41.4 질량%의 비스무트, 23.8 질량%의 인듐, 3.8 질량%의 갈륨 및 1.0 질량%의 은을 함유하는 합금을 아토마이징하여 저용융점 솔더볼을 제조한 것을 제외하고 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 전도성 고분자가 코팅된 저용융점 솔더볼을 제조하였다.

[0164] <실시예 7>

[0165] 상기 실시예 1의 단계 1에서 30.0 질량%의 주석, 41.4 질량%의 비스무트, 23.8 질량%의 인듐, 3.8 질량%의 갈륨 및 1.0 질량%의 아연을 함유하는 합금을 아토마이징하여 저용융점 솔더볼을 제조한 것을 제외하고 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 전도성 고분자가 코팅된 저용융점 솔더볼을 제조하였다.

[0167] <실시예 8>

[0168] 상기 실시예 1의 단계 1에서 30.0 질량%의 주석, 41.4 질량%의 비스무트, 23.8 질량%의 인듐, 3.8 질량%의 갈륨 및 1.0 질량%의 구리를 함유하는 합금을 아토마이징하여 저용융점 솔더볼을 제조한 것을 제외하고 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 전도성 고분자가 코팅된 저용융점 솔더볼을 제조하였다.

[0170] <실시예 9>

[0171] 상기 실시예 1의 단계 1에서 30.0 질량%의 주석, 41.4 질량%의 비스무트, 23.8 질량%의 인듐, 3.8 질량%의 갈륨 및 1.0 질량%의 니켈을 함유하는 합금을 아토마이징하여 저용융점 솔더볼을 제조한 것을 제외하고 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 전도성 고분자가 코팅된 저용융점 솔더볼을 제조하였다.

[0173] <비교예 1>

[0174] 상기 실시예 1에서 30.0 질량%의 주석, 41.4 질량%의 비스무트, 23.8 질량%의 인듐, 4.8 질량%의 갈륨 및 0.0000 질량%의 PEDOT:PSS 전도성 고분자를 하기 표와 같이 조성한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 저용융점 솔더볼을 제조하였다.

표 1

[0176]

	Sn (질량%)	Bi (질량%)	In (질량%)	Ga (질량%)	PEDOT:PSS (질량%)
비교예 1	30.0	41.4	23.8	4.8	0.0000
실시예 1	30.0	41.4	23.8	4.8	0.0013
실시예 2	30.0	41.4	23.8	4.8	0.0025
실시예 3	30.0	41.4	23.8	4.8	0.0046
실시예 4	30.0	41.4	23.8	4.8	0.0026
실시예 5	30.0	41.4	23.8	4.8	0.0079

[0177] <실험예 1> 전도성 고분자가 코팅된 저용융점 솔더볼의 표면 미세 구조 및 물리적 특성 상기 실시예 1 내지 5 및 비교예 1로 제조된 전도성 고분자가 코팅된 용융점 솔더볼의 조성을 표 1에 표시하였고, 표면 미세 구조를 주사전자현미경으로 관찰한 후 그 결과를 도 1에 도시하였고, 온도에 따른 내굴곡성 및 젖음성 변화를 시차 주사 열류량 분석기(Q100, TA Instrument, USA)로 관찰한 후 도 2에 도시하였으며, 전기 저항률을 면저항 측정기(FPP-RS8, Dasol Engineering, Korea)로 측정한 후 그 결과를 도 3에 도시하였고, 전도성 고분자의 코팅 여부를 알기 위해 푸리에 변환 적외선 분광기로 관찰한 후 도 4에 도시하였다.

[0179] 도 1에 나타낸 바와 같이, 전도성 고분자가 코팅된 저용융점 솔더볼은 불규칙한 표면 형상(irregular surface shape)을 가지고 있다. PEDOT:PSS 전도성 고분자는 황을 포함하고 있고, 그러한 전도성 고분자가 저용융점 솔더볼 표면에 코팅되어 있음을 나타낸다.

[0181] 도 2에 나타낸 바와 같이, 전도성 고분자 함유량이 늘어남에 따라 결정화 시작 온도는 증가하지만, 용융점은 동일하여, 전도성 고분자가 코팅된 저용융점 솔더볼의 내굴곡성과 젖음성은 향상된다.

[0183] 도 3에 나타낸 바와 같이, PEDOT:PSS 전도성 고분자 함유량은 0.0000에서 0.0079 질량%이고, 이에 따른 전기 저항률은 43.75에서 44.56 Ω μ · cm이다. 이에 따라 PEDOT:PSS 전도성 고분자 함유량이 0.0050 질량%가 될 때까지 전도성 고분자가 코팅된 저용융점 솔더볼의 전기 저항률은 서서히 증가함을 알 수 있다. 그러나 PEDOT:PSS 전도성 고분자 함유량이 0.0050 질량%를 초과하면 유무기 복합 솔더볼의 전기 저항률은 급격히 증가한다. 그러므로 PEDOT:PSS 전도성 고분자 함유량이 0.0050 질량% 정도일 때 유무기 복합 솔더볼은 비교적 우수한 전기적 특성을 나타낼 수 있다.

[0185] 도 4에 나타낸 바와 같이, 푸리에 변환 적외선 분광기(FTIR)는 전도성 고분자의 존재 여부를 나타낸다. 전도성 고분자가 없는 저용융점 솔더볼(비교예 1)은 600 ~ 1000 cm^{-1} 파수(wavenumber)에서 픽의 변화가 없지만, 전도성 고분자의 함유량이 증가함에 따라 픽의 변화는 뚜렷해진다.

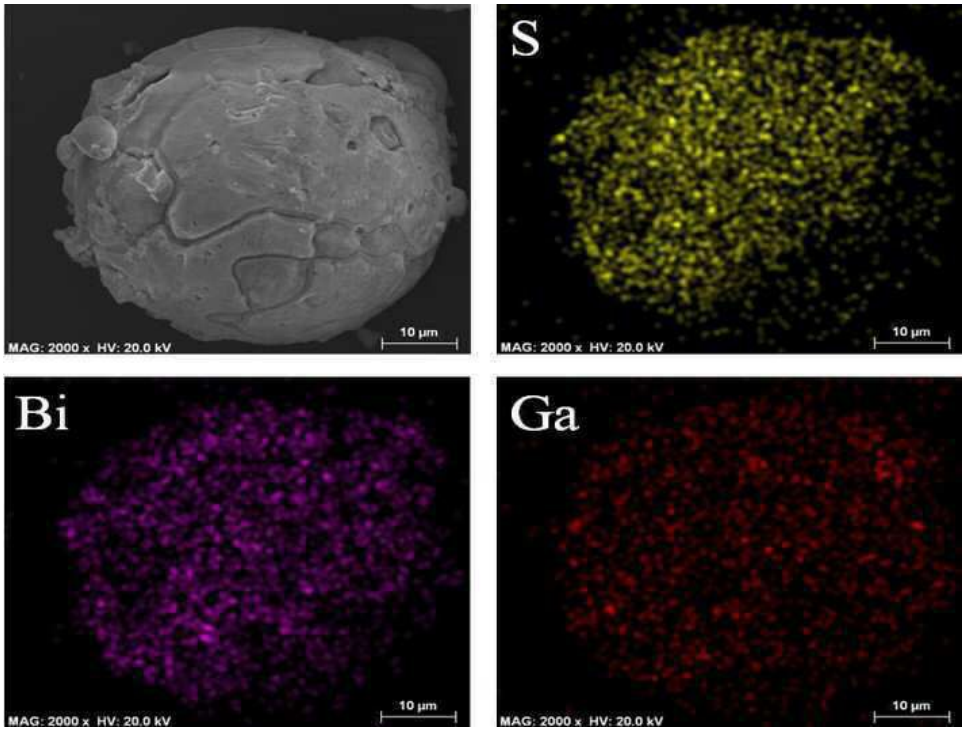
[0187] <실험예 2> 볼밀이 수행된 솔더볼의 특성 분석

[0188] 상기 실시예 1에서 제조된 전도성 고분자가 코팅된 용융점 솔더볼을 200 rpm의 회전속도에서 볼밀링으로 분쇄하였으며, 볼밀링된 솔더볼의 표면 미세 구조를 주사전자현미경으로 관찰한 후 그 결과를 도 5에 도시하였다.

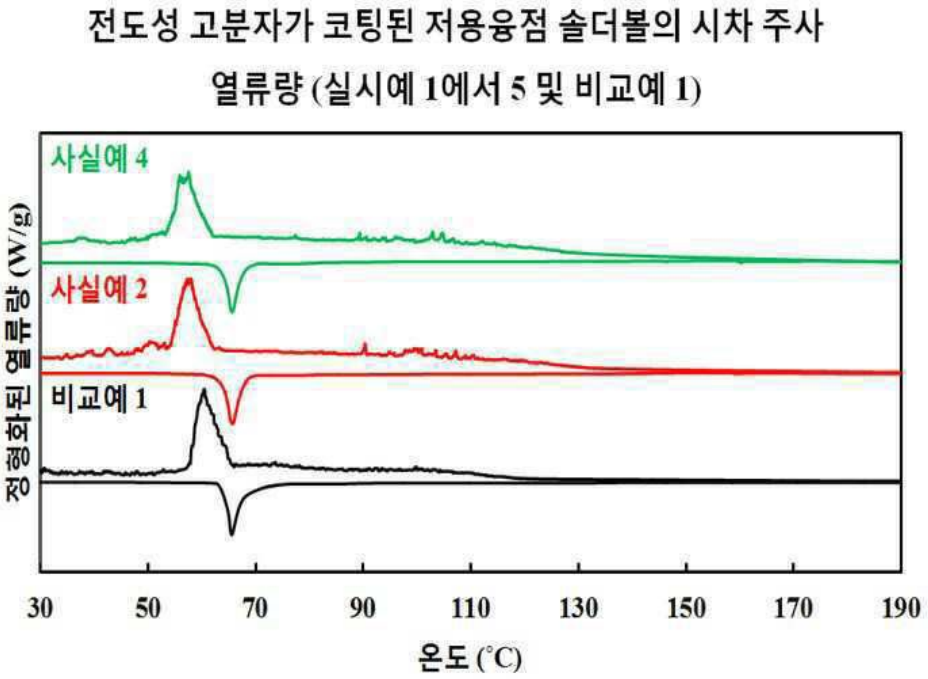
[0190] 도 5에 나타낸 바와 같이, 저용융점 주석-비스무트-인듐-갈륨 솔더볼을 200 rpm의 밀링회전속도에서 지르코니아 밀링볼과 함께 12 시간 동안 볼밀링하면, 더욱 작은 크기의 솔더볼을 제조할 수 있다.

도면

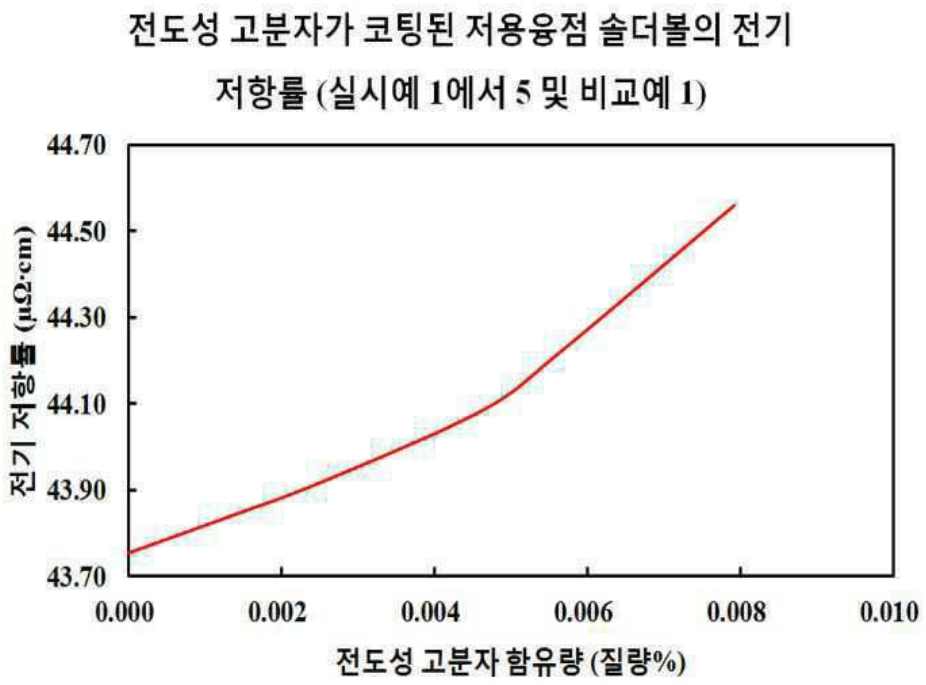
도면1


S
Bi
Ga
MAG: 2000 x HV: 20.0 kV
10 μm

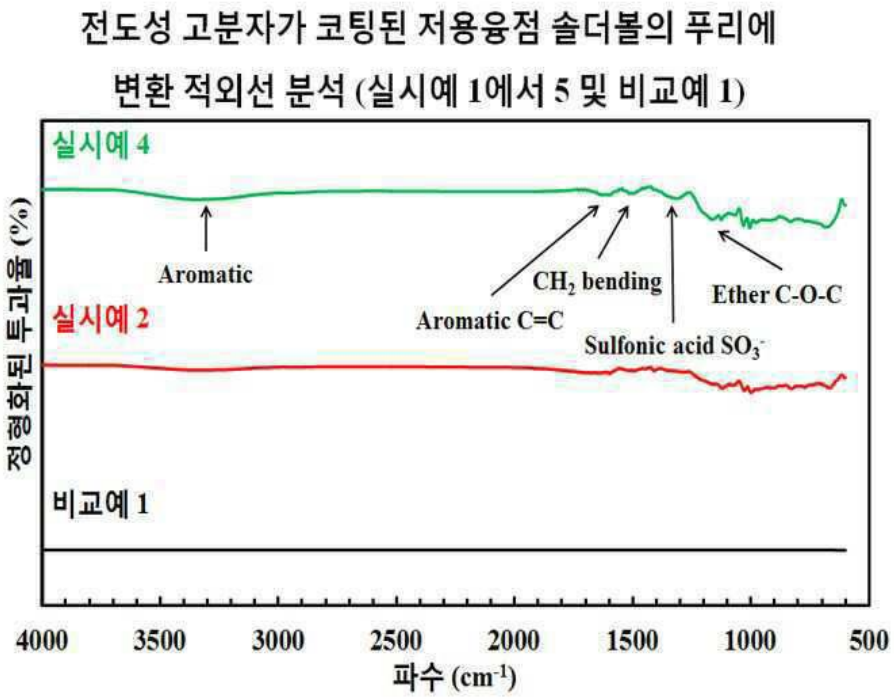
도면2


전도성 고분자가 코팅된 저용융점 솔더볼의 시차 주사
열류량 (실시예 1에서 5 및 비교예 1)
사실예 4
사실예 2
비교예 1
정형화된 열류량 (W/g)
30
50
70
90
110
130
150
170
190
온도 (°C)

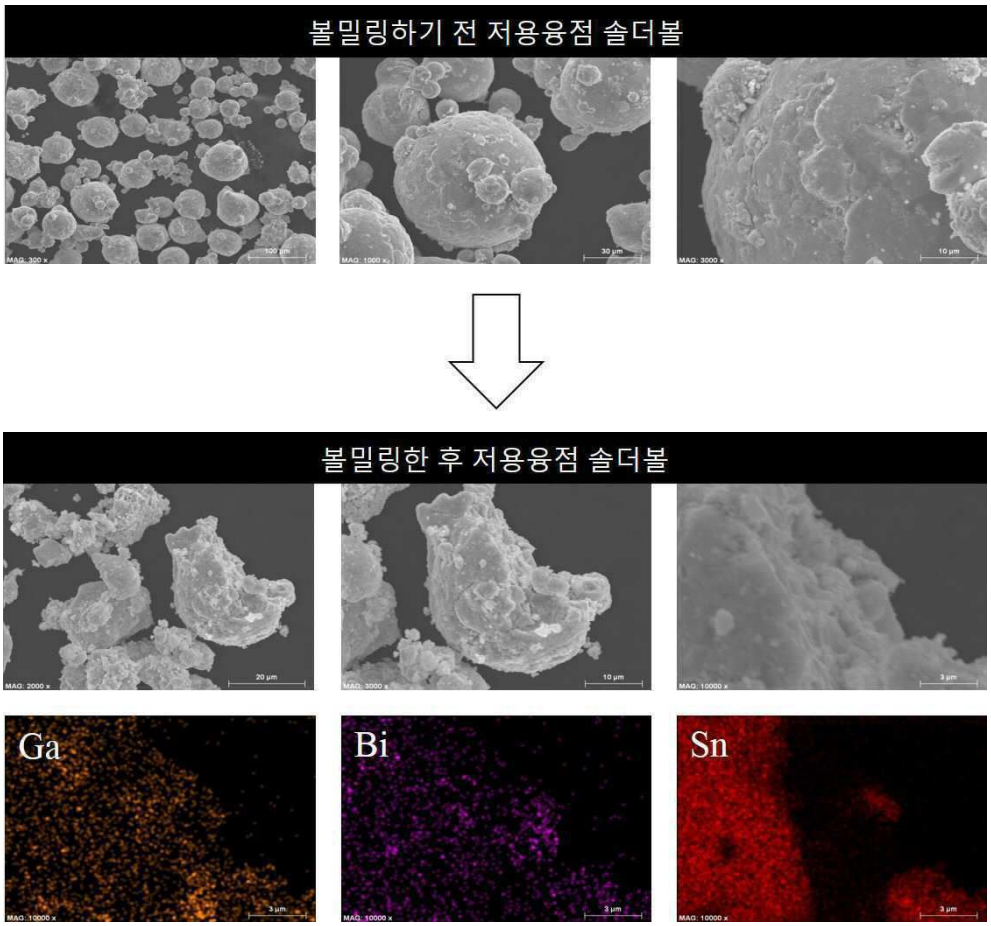
도면3


전도성 고분자가 코팅된 저용융점 솔더볼의 전기 저항률 (실시예 1에서 5 및 비교예 1)
전기 저항률 (μΩ·cm)
44.70
44.50
44.30
44.10
43.90
43.70
0.000
0.002
0.004
0.006
0.008
0.010
전도성 고분자 함유량 (질량%)

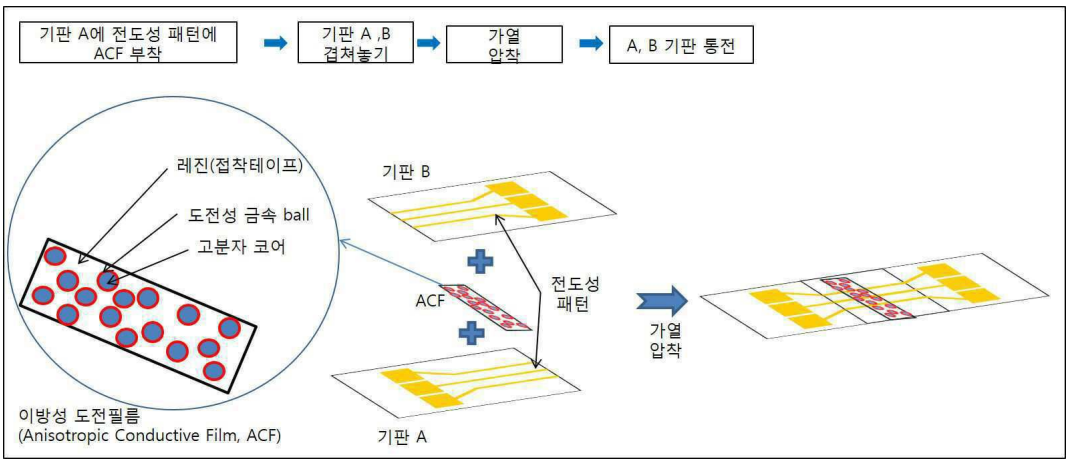
도면4


전도성 고분자가 코팅된 저용융점 솔더볼의 푸리에 변환 적외선 분석 (실시예 1에서 5 및 비교예 1)
실시예 4
실시예 2
비교예 1
Aromatic
CH2 bending
Aromatic C=C
Ether C-O-C
Sulfonic acid SO3-
정형화된 투과율 (%)
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
파수 (cm-1)

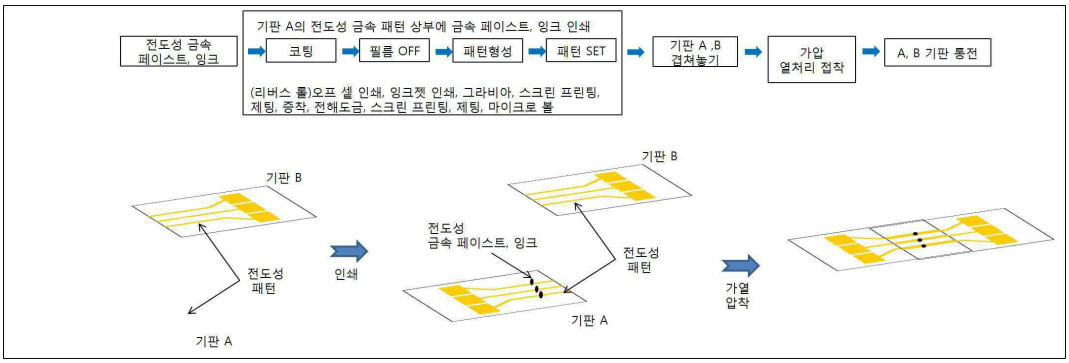
도면5


볼밀링하기 전 저용융점 솔더볼
볼밀링한 후 저용융점 솔더볼
Ga
Bi
Sn

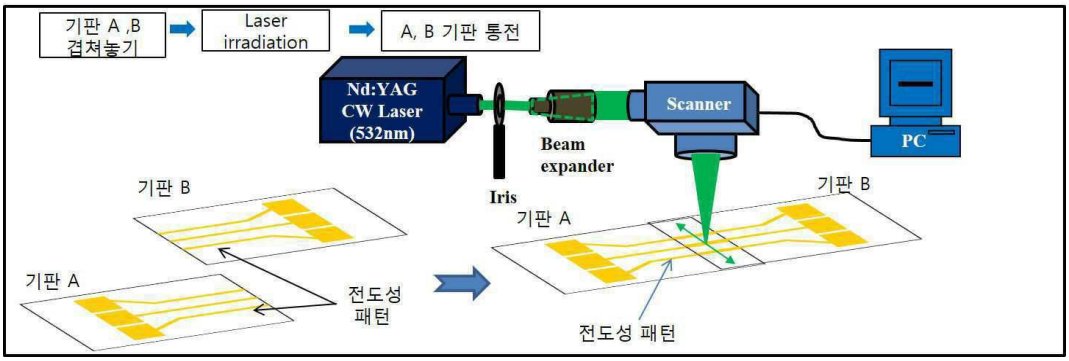
도면6


기판 A에 전도성 패턴에 ACF 부착
기판 A ,B 겹쳐놓기
가열 압착
A, B 기판 통전
레진(접착테이프)
도전성 금속 ball
고분자 코어
이방성 도전필름
(Anisotropic Conductive Film, ACF)
기판 B
ACF
전도성 패턴
기판 A
가열 압착

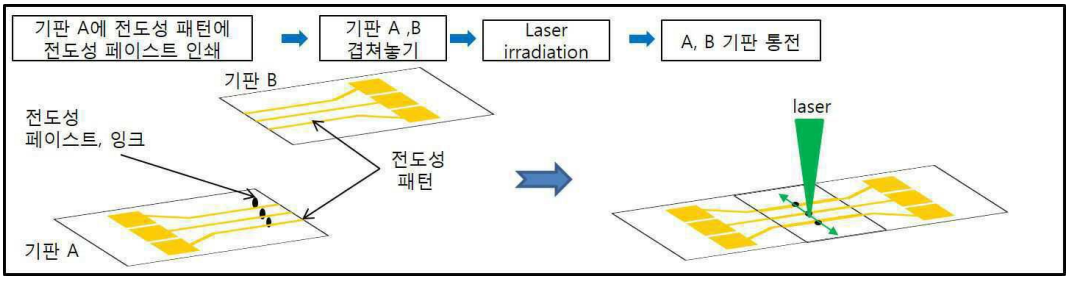
도면7



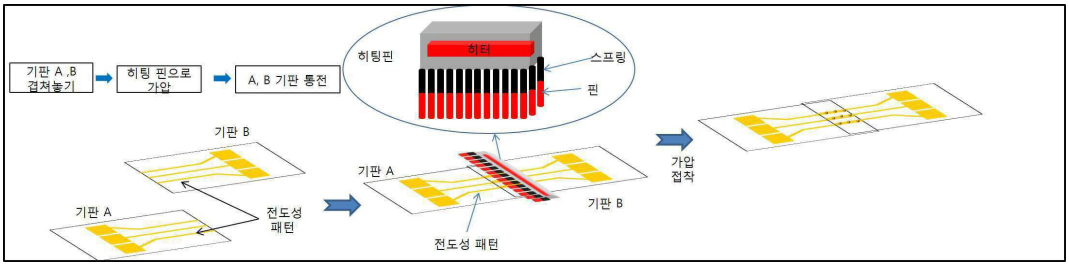
도면8



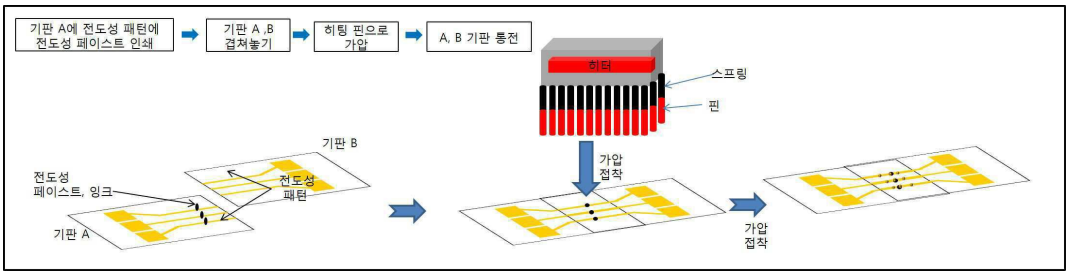
도면9



도면10



도면11


기판 A에 전도성 패턴에 전도성 페이스트 인쇄
기판 A ,B 겹쳐놓기
히팅 핀으로 가압
A, B 기판 통전
히터
스프링
핀
기판 B
전도성 페이스트, 잉크
전도성 패턴
기판 A
가압 접착
가압 접착