



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년05월19일
(11) 등록번호 10-0829465
(24) 등록일자 2008년05월07일

(51) Int. Cl.
B23K 35/26 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-0134628
(22) 출원일자 2006년12월27일
심사청구일자 2006년12월27일
(65) 공개번호 10-2007-0069069
(43) 공개일자 2007년07월02일
(30) 우선권주장
JP-P-2005-00375621 2005년12월27일 일본(JP)

(73) 특허권자
가부시끼가이샤 도시바
일본국 도쿄도 미나토구 시바우라 1쵸메 1방 1고
(72) 발명자
단트롱 룡
일본국 도쿄도 미나토구 시바우라 1쵸메 1-1 가부
시끼가이샤도시바 지적재산부 내
히사자토 유우지
일본국 도쿄도 미나토구 시바우라 1쵸메 1-1 가부
시끼가이샤도시바 지적재산부 내
(74) 대리인
문기상, 문두현

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 박종만

(54) 무연 솔더, 솔더 접합 제품 및 전자 부품

(57) 요약

본 발명은 우수한 항산화력을 가지며 용이하게 잘 소성 처리를 할 수 있는 무연 솔더를 제공한다. 무연 솔더 및 무연 솔더의 용융 제품은 솔더 접합 제품, 특히, 예를 들면 기계적 강도와 접합 강도에 있어서 높은 신뢰성을 갖는 전자 부품을 제공할 수 있다. 무연 솔더, 무연 접합 제품, 및 전자 부품은 다음과 같다.

0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta) 함량을 갖는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더.

0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta) 및 0.1중량% 이상 10.0중량% 이하의 아연(Zn)을 포함하고, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더.

0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta) 및 0.1중량% 이상 60.0중량% 이하의 비스무트(Bi)를 포함하고, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더.

0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta) 및 0.1중량% 이상 10.0중량% 이하의 인듐(In)을 포함하고, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더.

0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta) 및 0.01중량% 이상 7.5중량% 이하의 구리(Cu)를 포함하고, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더.

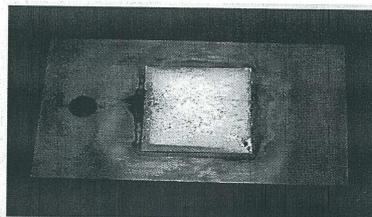
0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta) 및 0.01중량% 이상 5.0중량% 이하의 은(Ag)을 포함하고, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더.

0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta), 0.01중량% 이상 5.0중량% 이하의 은(Ag) 및 0.01중량% 이상 7.5중량% 이하의 구리(Cu)를 포함하고, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더.

상기 무연 솔더와 접합함으로써 형성되는 무연 접합 제품.

상기 무연 솔더와 접합함으로써 형성되는 전자 부품.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta)을 포함하고, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더.

청구항 2

0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta) 및 0.1중량% 이상 10.0중량% 이하의 아연(Zn)을 포함하고, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더.

청구항 3

0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta) 및 0.1중량% 이상 60.0중량% 이하의 비스무트(Bi)를 포함하고, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더.

청구항 4

0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta) 및 0.1중량% 이상 10.0중량% 이하의 인듐(In)을 포함하고, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더.

청구항 5

0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta) 및 0.01중량% 이상 7.5중량% 이하의 구리(Cu)를 포함하고, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더.

청구항 6

0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta) 및 0.01중량% 이상 5.0중량% 이하의 은(Ag)를 포함하고, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더.

청구항 7

0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta), 0.01중량% 이상 5.0중량% 이하의 은(Ag) 및 0.01중량% 이상 7.5중량% 이하의 구리(Cu)를 포함하고, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더.

청구항 8

제 1, 2, 5, 6 항 또는 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주석계 합금은 0.1중량% 이상 10중량% 이하의 인듐(In)과 0.1중량% 이상 60중량% 이하의 비스무트(Bi) 중 적어도 하나의 첨가 성분(Y)을 더 포함하는 무연 솔더.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 주석계 합금에서, 상기 첨가 성분(Y)의 함량은 인듐이 0.1중량% 이상 10중량% 이하이고, 비스무트가 0.1중량% 이상 60중량% 이하이며, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더.

청구항 10

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주석계 합금은 코발트(Co), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 팔라듐(Pd), 안티몬(Sb), 및 게르마늄(Ge) 중 적어도 하나의 첨가 성분(X)을 더 포함하고, 상기 첨가 성분(X)의 함량은, 상기 첨가 성분(X) 각각에 대하여는 0.005중량% 이상 0.5중량% 이하로 되고, 복수의 첨가 성분(X)이 함유되는 경우에는 상기 복수의 첨가 성분(X)의 총 함량이 1.0중량% 이하로 되는 무연 솔더.

청구항 11

삭제

청구항 12

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,
크림, 리본, 미세 섬유(filament) 또는 봉(rod) 형태로 된 무연 솔더.

청구항 13

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 따른 무연 솔더로 접합함으로써 형성되는 솔더 접합 제품

청구항 14

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 따른 무연 솔더로 접합함으로써 형성되는 전자 부품.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <12> 본 발명은 우수한 항산화력, 기계적 특성 및 습식 특성을 가지며 용이하게 소성 처리가 될 수 있는 무연 솔더와, 무연 솔더로 접합함으로써 형성된 솔더 접합 제품에 관한 것이다.
- <13> 최근, 광범위한 환경 보호의 관점으로부터의 환경 문제에 대한 관심이 증대되고 있다. 이러한 환경 하에서, 버려진 산업 폐기물의 양의 증가가 심각한 문제로 되고 있다. 땀납은, 예를 들면 산업 폐기물에 포함되는 전력 제어 컴퓨터, 가전 제품, 및 개인용 컴퓨터에서의 기관에 사용된다. 납과 같은 유해한 중금속은 때때로 이 솔더로부터 유출된다. 예를 들면, 납이 유출되는 경우, 납은 산성비를 유발하고 납 함유 수용액을 형성할 수 있고, 수용액은 종종 지하수로 스며든다.
- <14> 일본에서는, 가전 제품 재생 이용법이 1998년에 제정되었고, 소비된 가전제품의 재생은 2001년에 가전 제품에 대하여 요구되었다. 유럽에서는, 전기 및 전자 설비의 폐기물에 대한 유럽 의회 및 위원회의 훈령에 의해 2004년 이래로 특정의 기관으로서 납의 사용이 금지되었다. 이러한 방식으로, 납의 사용에 관한 법규가 엄격하게 규정되었고, 무연 솔더를 궁극적으로 필요로 하게 되었다(예를 들면, 비특허 문헌 1 참조).
- <15> 열 주기, 기계적 충격, 기계적 진동 등을 포함하는 몇몇의 환경하에서 사용되는 복수의 소자 구성요소를 기계적 및 전기적으로 접속함에 있어서, 솔더가 중요한 역할을 한다. 또한 무연 솔더에 있어서, 종래의 주석(Sn)-납(Pb) 솔더의 용점과 유사한 용점을 갖는 무연 솔더는 우수한 기계적 특성과 습식 특성을 가지며, 리본 또는 미세 섬유(filament) 형태로 구조되는데 충분히 유리한 우수한 소성 처리능력을 갖는 무연 솔더가 요구되어 왔다.
- <16> 그러나, 종래의 무연 솔더에서는, 주석(Sn)-37중량% 납(Pb) 솔더(용점 183℃)의 용점과 유사한 용점을 제공하기 위하여 주석(Sn)-아연(Zn) 또는 주석(Sn)-비스무트(Bi) 솔더의 채택을 공통적으로 행하거나, 용점을 낮추기 위하여 대량의 인듐(In) 또는 비스무트(Bi)를, 예를 들면 주석(Sn)-구리(Cu), 주석(Sn)-은(Ag), 또는 주석(Sn)-구리(Cu)-은(Ag) 솔더를 첨가했다. 예를 들면, 주석(Sn)-9.0중량% 아연(Zn)(용점 199℃), 주석(Sn)-58중량% 비스무트(Bi)(용점 138℃), 주석(Sn)-0.5중량% 구리(Cu)-4.0중량% 은(Ag)-8중량% 인듐(In)(용점 208℃)이 이러한 솔더로서 언급된다. 그러나, 이들 솔더는 취화(embrittlement)를 야기하는 대량의 성분을 함유하므로, 예를 들면 기계적 특성과 소성 처리능력이 열화되고, 만족스러운 솔더 결합 강도 및 신뢰성을 확보하기가 곤란해진다. 또한, 이들 무연 솔더는 소성 처리상에서 취성 결함(brittle failure) 등을 야기하므로, 이들 무연 솔더가 분출, 회전, 배선 설계(wiring drawing) 등을 성공적으로 건디기는 매우 곤란해진다. 따라서, 리본 또는 미세 섬유 형태로 구조된 제품이 실질적으로 형성되지 않게 된다. 상기 이유 때문에, 무연 솔더의 적용이 상당히 제한되어 왔다.
- <17> [비특허 문헌 1] 전기 및 전자 설비 폐기물에 대한 유럽 의회 및 위원회의 훈령에 대한 제안, 유럽 연합의 권

한, 브뤼셀, 13. 6. 2000.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<18> 상기한 바와 같이, 종래의 무연 솔더는 취화를 야기하는 대량의 성분을 함유하므로, 예를 들면 기계적 특성 및 소성 처리능력이 열화되고, 만족스러운 솔더 결합 강도 및 신뢰성을 확보하기가 곤란해진다. 또한 이들 무연 솔더는 소성 처리상에서 취성 결합 등을 야기하므로, 이들 무연 솔더가 분출, 회전, 배선 설계 등을 성공적으로 견디기는 매우 곤란하다. 따라서, 리본이나 미세 섬유 형태에서의 솔더의 용융된 제품은 실질적으로 형성될 수 없다. 상기한 이유 때문에, 무연 솔더의 적용이 상당히 제한되어 왔다.

<19> 본 발명은 종래 기술의 상기 문제점을 해결하기 위한 관점에서 이루어진 것이고, 본 발명의 목적은 우수한 향산 화력, 기계적 특성, 및 소성 처리능력을 가지며 리본이나 미세 섬유로 구조될 수 있는 확보할 수 있는 무연 솔더를 제공하는 것이고, 무연 솔더로 접합함으로써 형성된 높은 신뢰성을 갖는 솔더 접합 제품, 및 전자 부품을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

<20> 상기 목적은 0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta) 함량을 갖는 주석계 합금을 포함하는 무연 솔더에 의해 달성될 수 있다.

<21> 본 발명에 따르면, 0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta) 및 0.1중량% 이상 10.0중량% 이하의 아연(Zn)을 포함하고, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더가 또한 제공된다.

<22> 본 발명에 따르면, 0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta) 및 0.1중량% 이상 60.0중량% 이하의 비스무트(Bi)를 포함하고, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더가 또한 제공된다.

<23> 본 발명에 따르면, 0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta) 및 0.1중량% 이상 10.0중량% 이하의 인듐(In)을 포함하고, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더가 또한 제공된다.

<24> 본 발명에 따르면, 0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta) 및 0.01중량% 이상 7.5중량% 이하의 구리(Cu)를 포함하고, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더가 또한 제공된다.

<25> 본 발명에 따르면, 0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta) 및 0.01중량% 이상 5.0중량% 이하의 은(Ag)을 포함하고, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더가 또한 제공된다.

<26> 본 발명에 따르면, 0.005중량% 이상 2.0중량% 이하의 탄탈(Ta), 0.01중량% 이상 5.0중량% 이하의 은(Ag) 및 0.01중량% 이상 7.5중량% 이하의 구리(Cu)를 포함하고, 나머지는 주석(Sn)과 회피불가능한 불순물로 구성되는 주석(Sn)계 합금을 포함하는 무연 솔더가 또한 제공된다.

<27> 본 발명에 따른 무연 솔더의 바람직한 실시예에서, 주석계 합금은 인듐과 비스무트로 구성된 군(群)으로부터 선택된 적어도 하나의 첨가 성분(Y)을 더 포함한다.

<28> 본 발명에 따른 무연 솔더의 더 바람직한 실시예에서는, 상기 주석계 합금에서, 인듐과 비스무트로 이루어진 군으로부터 선택된 첨가 성분(Y)의 함량은 인듐이 10중량% 이하이고 비스무트가 60중량% 이하이다.

<29> 본 발명에 따른 무연 솔더의 바람직한 실시예에서, 주석계 합금은 코발트(Co), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 팔라듐(Pd), 안티몬(Sb), 및 게르마늄(Ge)으로 구성된 군으로부터 선택된 적어도 하나의 첨가 성분(X)을 더 포함한다.

<30> 본 발명에 따른 무연 솔더의 더 바람직한 실시예에서는, 상기 주석계 합금에 있어서, 코발트, 티타늄, 납, 안티몬, 및 게르마늄으로 구성된 군으로부터 선택된 첨가 성분(X)의 함량은, 첨가 성분(X)의 각각에 대하여는 0.5중량% 이하로 되고, 복수의 첨가 성분(X)이 함유되는 경우에는 복수의 첨가 성분(X)의 총 함량이 1.0중량% 이하로 된다.

<31> 본 발명에 따른 무연 솔더는 크립, 리본, 미세 섬유 또는 봉(rod) 형태로 존재할 수 있다.

- <32> 본 발명에 따르면, 상기 무연 솔더 중 어느 하나로 접합함으로써 형성되는 솔더 접합 제품이 또한 제공된다.
- <33> 본 발명에 따르면, 상기 무연 솔더 중 어느 하나로 접합함으로써 형성되는 전자 부품이 제공된다.
- <34> 본 발명에 따른 무연 솔더는 우수한 항산화력을 가지며 분출, 회전, 및 배선 설계와 같은 소성 처리를 매우 용이하게 잘 실현할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 무연 솔더는, 솔더로서 사용되는 경우, 예를 들면 기계적 특성 및 습식 특성과 같이 솔더에게 요구되는 다양한 특성에 있어서 우수하다. 이렇게, 본 발명은 우수한 항산화력, 기계적 특성 및 소성 처리능력을 갖는 무연 솔더를 제공할 수 있고, 만족스러운 솔더 결합 강도 및 신뢰성을 확보할 수 있고, 리본이나 미세 섬유로 소성 처리될 수 있다.
- <35> 본 발명에 따른 무연 솔더는 실질적으로 용용되는 점의 증가가 없더라도 습식 특성이 향상되므로, 솔더 결합 강도 및 신뢰성에 있어서 현저한 향상이 실현될 수 있는 반면, 열에 의해 접합되는 목적에 있어서의 열화를 효과적으로 방지할 수 있다. 따라서, 본 발명은 우수한 결합 강도 및 신뢰성, 바람직하게는 다양한 전자 소자, 예를 들면 LED 발광 소자, SED(표면 도전 전자 발광 디스플레이(Surface-condition Electron-emitter Displays)), 또는 이에 접합된 탑재된 기판을 갖는 솔더 접합 제품을 제공할 수 있다.
- <36> 본 발명에 따른 무연 솔더는 탄탈의 0.005중량% 이상 2.0중량% 이하를 함유하는 탄탈의 주석계 합금을 포함한다. 여기서 사용되는 "무연 솔더"라는 용어는 일반적으로 1000ppm 이하의 납 함량을 갖는 합금을 일컫는다.
- <37> 본 발명에 따른 탄탈의 소정량을 함유하는 무연 솔더는 (i)주석-탄탈 합금, (ii)주석-아연-탄탈 합금, (iii)주석-비스무트-탄탈 합금, (iv)주석-구리-탄탈 합금, (v)주석-은-탄탈 합금, 및 (vi)주석-구리-은-탄탈 합금으로 분류될 수 있다.
- <38> 본 발명에서, 무연 솔더가 (i) 내지 (vi) 중 어느 하나에 속하더라도, 0.005중량% 이상 2.0중량%이하의 양의 탄탈은 필수적인 구성요소로서 함유되어야 한다.
- <39> 탄탈은 주로 솔더의 습식 특성 및 솔더 접합부의 기계적 특성을 향상시키는데 중요한 구성요소이다. 추가적인 성분으로서의 탄탈은 주석이나 주석계 합금의 용융물의 표면 장력을 감소시켜서 솔더링되는 부재를 습식시키는 솔더의 능력을 향상시킨다. 또한, 탄탈은 주석이나 주석계 합금의 응결 처리할 때 주석-탄탈 금속간 화합물의 결정핵형성(nucleation)을 야기하므로, 결정 구조체의 미세화에 기여한다. 탄탈 함량이 0.005중량% 이상인 경우에는, 응결 구조체의 미세화라는 만족스러운 효과가 달성될 수 있지만, 표면 장력 감소로부터 유도되는 습식 특성을 향상시키는 효과는 달성될 수 없다. 즉, 탄탈 함량이 2.0중량% 이상인 경우에는, 몇몇의 경우, 우수한 습식 특성이 실현될 수 있지만, 미세화되지 않은 주석-탄탈 금속간 화합물은 몇몇의 냉각 상태에서 형성되므로 낮아진 솔더 강도를 발생시킨다. 습식 특성과 기계적 특성 사이의 최적의 균형이 달성되고 최적의 솔더 특성이 실현될 수 있도록, 본 발명에 따른 무연 솔더에서의 탄탈의 함량은 0.05중량% 내지 1.0중량%가 바람직하고, 0.1중량% 내지 0.5중량%가 특히 바람직하다.
- <40> 본 발명에 따른 주석-탄탈 무연 솔더 (i)은 주석, 소정량의 탄탈, (이하에서 상세히 설명하게 될) 선택적인 다양한 추가적인 성분 및 회피불가능한 불순물을 포함한다. 본 발명에 따른 주석-탄탈 무연 솔더는 소량의 탄탈을 함유하므로, 용접 영역에서, 순수한 탄탈의 용점 232℃를 변경시키지 않고도, 이 무연 솔더는 우수한 습식 특성과 기계적 특성을 동시에 갖는다.
- <41> 주석-9중량% 아연의 공정(共晶) 화합물은 가장 낮은 용점(용점 198℃)을 가지며, 낮은 용점 무연 솔더로서 통상적으로 사용된다. 그러나, 높은 아연 함량에 기인하여, 이 솔더는 정제되지 않은 공정 구조체가 형성될 것이고, 결과적으로 만족스러운 솔더 강도와 신뢰성이 제공될 수 없다는 문제점을 갖는다. 본 발명에 따른 주석-아연-탄탈 무연 솔더 (ii)는 상기 문제점을 해결하는데 특히 가장 효과적이다. 구체적으로, 솔더에 함유된 탄탈은 표면 장력을 감소시키고, 주석-아연 공정 구조체를 상당히 미세화하여, 미세하고 균일한 주석-아연 공정 구조체를 실현한다. 이 덕분에, 기계적 특성이 향상된다. 특히, 취성(brittleness)이 상당히 향상되고, 응결할 때에 균열의 발생이 억제될 수 있다. 이 메커니즘은 또한 9중량% 이상의 아연 함량을 갖는 주석-아연 과공정(hypereutectic) 화합물 및 9중량% 이하의 아연 함량을 갖는 과공정 화합물에서 매우 효과적이고, 상기 화합물에 특히 제한되는 것은 아니다.
- <42> 본 발명에 따른 주석-비스무트-탄탈 무연 솔더 (iii)은 본 발명에 따른 주석-아연-탄탈 무연 솔더 (ii)와 유사하고, 주석-57중량% 비스무트 공정 화합물(용점 139℃)은 통상적으로 낮은 용점 무연 솔더로서 사용된다. 고용액(solid solution)을 준비하기 위하여 비스무트의 일부분이 주석에 용해되더라도, 비스무트의 대부분은, 단순한

물질로서, 몇몇의 냉각 상태에서 정제되지 않은 공정 구조체를 형성한다. 이 정제되지 않은 공정 구조체의 존재는 솔더 부문에서의 취성파괴(brittle fracture)의 주된 원인이 된다. 솔더 강도와 신뢰성이 보장되는 경우, 비스무트 함량은 5중량% 이하가 되어야 한다. 비스무트 함량은 0.1중량% 내지 1.0중량%가 특히 바람직하다.

- <43> 본 발명에 따른 주석-구리-탄탈 무연 솔더 (iv), 주석-은-탄탈 무연 솔더 (v), 및 주석-구리-은-탄탈 무연 솔더 (vi)는 또한 본 발명에 따른 주석-아연-탄탈 무연 솔더 및 주석-비스무트-탄탈 무연 솔더에 공통하는 탄탈 결합 효과를 갖는다. 일반적으로, 주석-0.5 내지 0.75중량% 구리 공정 화합물에 근접한 화합물 및 주석-0.5 내지 0.75중량% 구리-3.0 내지 3.5중량% 은 3원자 공정 화합물에 근접한 화합물이 사용된다. 솔더의 용점(액상선 온도)을 상승시키기 위해, 주석-0.7중량% 구리 공정 화합물의 동 함량보다 훨씬 더 높은 7.5중량%의 동 함량을 갖는 과공정 화합물, 또는 주석-0.7중량% 구리 공정 화합물의 동 함량보다 훨씬 더 낮은 0.5중량% 이하의 동 함량을 갖는 과공정 화합물이 또한 사용된다. 주석-구리 무연 솔더의 모든 화합물에서, 탄탈 결합 효과가 달성될 수 있다. 이것은 주석-은 무연 솔더 및 주석-구리-은 무연 솔더에서도 마찬가지이다.
- <44> 본 발명에 따른 무연 솔더 (i) 내지 (vi)에서, 상기한 바와 같이, 필요하다면 다양한 부가적인 성분이 사용될 수 있다. 코발트(Co), 티타늄(Ti), 니켈(Ni), 납(Pd), 안티몬(Sb) 및 게르마늄(Ge)으로 구성되는 군으로부터 선택된 적어도 하나의 부가적인 성분(X)을 부가적인 성분의 구체적인 바람직한 예로서 실증될 수 있다. 부가적인 성분(X)의 사용은 용융물 무연 솔더의 표면 장력을 감소시킬 수 있고 습식능력을 향상시킬 수 있다. 예를 들면, 일본특허출원 제65858/2004호는 코발트(Co), 니켈(Ni), 및 납(Pb)을 첨가함으로써 표면 장력이 감소한다고 설명하고 있다.
- <45> 본 발명에 따른 무연 솔더에서 부가적인 성분으로서의 코발트, 티타늄, 니켈, 납, 안티몬 및 게르마늄 모두에 대하여, 첨가량으로는 0.005중량% 이상 0.5중량% 이하가 바람직하다. 첨가량이 0.005중량% 이하인 경우에는, 만족스러운 표면 장력 감소가 확보될 수 없다. 즉, 첨가량이 0.5중량%를 초과하는 경우에는, 정제되지 않은 금속간 화합물이 몇몇의 냉각 상태에서 형성될 것이므로, 기계적 특성이 때때로 열화된다. 복수의 첨가 성분(X)이 무연 솔더에 함유되는 경우, 첨가 성분(X)의 전체 함량은 1.0중량% 이하가 바람직하고, 0.7중량% 이하가 특히 바람직하다.
- <46> 본 발명에 따른 무연 솔더가 주석-구리-탄탈 무연 솔더 (iv), 주석-은-탄탈 무연 솔더(v), 또는 주석-구리-은-탄탈 무연 솔더 (vi)인 경우에는, 상기 첨가 성분(X) 외에도, 다른 첨가 성분이 선택적으로 사용될 수 있다. 인듐(In) 및 비스무트(Bi)로 구성되는 군으로부터 선택된 적어도 하나의 첨가 성분(Y)가 다른 첨가 성분의 구체적인 바람직한 예로서 실증될 수 있다. 본 발명에 따른 무연 솔더에서 첨가 성분(Y)가 사용되는 경우, 첨가 성분(X)이 존재 또는 부존재할 수 있다. 또한, 본 발명의 효과가 달성되는 한, 본 발명에 따른 무연 솔더에서, 첨가 성분(X) 및 첨가 성분(Y) 이외에도 부가적인 첨가 성분이 존재할 수 있다.
- <47> 인듐(In)은 주로 무연 솔더의 용점을 낮추는데 유용한 구성요소이고, 인가되는 전자 부품의 허용되는 온도 범위와 재료 비용 사이에 균형을 이룸으로써 적절하게 지정된다. 일반적으로, 인듐의 첨가량으로는 10.0중량% 이하가 바람직하고, 향산화력의 관점에서 볼 때, 50중량% 이하가 특히 바람직하다.
- <48> 비스무트(Bi)는 주로 무연 솔더의 용유점을 낮추는데 유용한 구성요소이고, 비스무트의 화합물에 특히 제한되는 것은 아니다. 그러나, 상기한 바와 같이, 솔더 강도 및 신뢰성이 확보되는 경우, 비스무트 함량은 5중량% 이하가 되어야 하고, 0.1중량% 내지 1.0중량%가 특히 바람직하다. 인듐과 함께 비스무트가 함유되는 경우, 특히, 비스무트 함량으로는 0.1중량% 내지 1.0중량%가 바람직하다.
- <49> 본 발명에 따른 무연 솔더 (i) 내지 (vi) 및 본 발명에 따른 첨가 성분(X)와 첨가 성분(Y)를 선택적으로 함유하는 무연 솔더는, 예를 들면 분출, 회전, 및 배선 설계와 같은 소성 처리를 매우 용이하고 잘 견뎌낼 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 무연 솔더 (i) 내지 (vii) 및 본 발명에 따른 첨가 성분(X)와 첨가 성분(Y)를 선택적으로 함유하는 무연 솔더는 다양한 특성, 예를 들면 결합 강도, 기계적 특성, 및 습식 특성이 요구되는 솔더에서 특히 우수하다.
- <50> 따라서, 본 발명은 솔더 접합 제품, 바람직하게는 다양한 전자 소자, 예를 들면 LED 발광 소자, SED(surface-conduction electron-emitter displays), 또는 거기에 접합된 탑재 기판을 갖는 전자 부품을 제공할 수 있고, 우수한 결합 강도와 신뢰성을 갖추고 있다.
- <51> 본 발명에 따른 무연 솔더는 특별한 제한 없이, 임의의 원하는 방법에 의해 형성될 수 있다. 예를 들면, 본 발명에 따른 무연 솔더는, 예를 들면 주석(Sn) 및 탄탈(Ta), 및 아연(Zn), 비스무트(Bi), 구리(Cu), 또는 은(Ag)

과 같은 필수적 구성요소, 첨가 성분(X) 또는 첨가 성분(Y)과 같은 선택적 구성요소, 및 필요하다면, 구성요소의 각각의 용점 또는 그 이상의 점에서의 온도에서, 심사숙고한 조성을 갖는 무연 솔더를 형성하기 위한 다른 구성요소를 용융 반죽(melt knead)한 후, 그 혼합물을 냉각시킴으로써 형성될 수 있다. 상기 필수적인 구성요소 및/또는 선택적인 구성요소중 하나 또는 적어도 2개를 갖는, 심사숙고한 무연 솔더를 구성하는데 요구되는 양 또는 요구되는 것보다 더 작은 양에 먼저 주석을 합금한 후, 주석의 요구량의 잔존량과 필수적인 구성요소 및/또는 선택적인 구성요소의 잔존량과 상기 합금된 제품(먼저 합금된 제품)을 합금함으로써 본 발명에 따른 무연 솔더가 특히 바람직하게 형성되어 심사숙고한 무연 솔더를 제공한다. 이렇게, 동종 및 밀접하게 분산된 주석과 상기 금속 구성요소를 포함하는 솔더가 용이하게 형성될 수 있다. 무연 솔더의 산화에 의한 특성에서의 열화를 방지하기 위해서, 무연 솔더와 그 성분을 이루는 구성요소는 불활성의 공기, 예를 들면 질소, 아르곤, 또는 헬륨 기체 공기에서 다루어지는 것이 바람직하다.

<52> 본 발명에 따른 무연 솔더는, 예를 들면 무연 솔더, 구체적인 제품 상태, 및 다른 상태의 조성에 따라 실온에서 고체 또는 페이스트 형태이다.

<53> 이렇게, 본 발명에 따른 무연 솔더는 소성 처리, 예를 들면 분출, 회전, 및 배선 드로잉을 매우 용이하고 잘 견뎌낼 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 무연 솔더는, 솔더로서 사용되는 경우, 솔더에서 요구되는 다양한 특성, 예를 들면 결합 강도, 기계적 특성, 및 습식 특성에서 우수하다.

<54> 본 발명에 따른 무연 솔더의 습식 특성은 (i)주석-탄탈 무연 솔더에 대하여 JIS Z 3198-3에서 지정된 백분율 습식 퍼짐(%)이 75 내지 80%, (ii)주석-아연-탄탈 무연 솔더에 대하여 60 내지 70%, (iii)주석-비스무트-탄탈 무연 솔더에 대하여 80 내지 90%, (iv)주석-구리-탄탈 무연 솔더에 대하여 70 내지 85%, (v)주석-탄탈-은 무연 솔더에 대하여 75 내지 85%, 및 (vi)주석-구리-은-탄탈 무연 솔더에 대하여 75 내지 85%가 되도록 한다. 이들 무연 솔더의 각각에 대하여, 습식 특성(백분율 퍼짐)에 있어서 15% 이상의 향상이, 탄탈이 함유되지 않은 것을 제외하고 상기한 바와 같은 동일한 솔더 상에서 실현될 수 있다.

<55> 무연 솔더의 습식 특성은 또한 기관상에서 소정의 두께를 갖는 솔더층을 위치시키고, 공기 중에서 모인 것을 솔더의 용점 또는 그 위의 점에서의 온도로 가열하여, 용융 솔더로부터 형성된 솔더 막의 상태를 시각적으로 관찰함으로써 평가될 수 있다.

<56> 도 1은 본 발명에 따른 솔더로서, 길이 25mm×폭 25mm×두께 150 μ m의 크기를 갖는 주석-3은-0.5구리-4인듐-0.05탄탈의 리본 솔더를 제공하고, 용제(flux)로 코팅된 무산소 동(copper)판(1) 상에 리본 솔더를 위치시키고, 솔더를 용융시키도록 250 $^{\circ}$ C의 온도에서 상기 집합체를 가열처리한 후 상기 솔더를 응고시킴으로써 제공되는 리본 솔더(2)의 상태를 나타내는 다이어그램이다. 도 2는 본 발명에 따른 상기 솔더 대신에 주석-3은-0.5구리가 사용되는 것을 제외하고는 도 1에서와 동일한 리본 솔더를 나타내는 다이어그램이다. 도 3은 본 발명에 따른 상기 솔더 대신에 주석-3은-0.5구리-4인듐이 사용되는 것을 제외하고는 도 1에서와 동일한 리본 솔더를 나타내는 다이어그램이다.

<57> 이들 도면에 나타낸 바와 같이, 본 발명에 따른 무연 솔더는 우수한 습식 특성을 가지며 기관상에서 실질적으로 균일한 두께를 갖는 솔더막을 형성할 수 있다. 즉, 다른 솔더에 대하여 습식 특성이 불만족스러우므로, 기관에 의해 용융된 상태에서 솔더의 일부가 반발력을 받는다. 결과적으로, 균일한 솔더막이 형성될 수 없고, 솔더막의 솔더가 부착되지 않은 부분(3) 또는 지나치게 돌출한 부분(4)이 생긴다. 또한, 솔더막의 외곽이 명확하지 않게 된다. 열악한 습식능력을 갖는 솔더에서는, 만족스러운 솔더 결합 강도가 실현될 수 없고, 또한, 의도하지 않은 영역으로 솔더가 유출될 가능성이 높다. 또한, 이러한 솔더는, 예를 들면 높은 정확도의 전자 소자의 접합 또는 와이어링하는 솔더로서, 높은 정밀도의 솔더 접합 품질이 요구되는 적용 분야에서 특히 부적합하다.

<58> 또한, 솔더의 습식 특성은 또한 적하 방법에 의하여 용융된 상태에서 솔더의 표면 장력을 측정함으로써 평가될 수 있다. 적하 방법은 액체가 환형 튜브 개구를 통하여 떨어질 때, 솔더 액적이 액적의 표면 장력을 넘어서는 결과로 솔더 액적이 떨어지는 특성을 사용하여 표면 장력을 측정하는 방법이다.

<59> 도 4는 본 발명에 따른 주석-3은-0.5구리-4인듐-0.05탄탈의 용융물이 0.7mm의 직경을 갖는 환형 튜브 개구를 통하여 서서히 흘러나오는 경우, 떨어지기 직전의 솔더 액적의 형상을 나타낸다. 도 5는 도 4에서의 솔더 대신에 주석-3은-0.5구리가 사용되는 것을 제외하고는 도 4에서의 솔더 액적과 동일한 형상을 나타낸다. 도 6은 도 4에서의 솔더 대신에 주석-3은-0.5구리-4인듐이 사용되는 것을 제외하고는 도 4에서의 솔더 액적과 동일한 형상을 나타낸다. 각각의 도면에서, 용융된 솔더의 표면 장력 γ 는 솔더 액적이 떨어지기 직전의 수평 방향으로 솔더 액적의 최대 직경(d_c) 및 솔더 액적의 전단부로부터의 거리(d_s)의 위치에서 수평 방향으로 솔더 액적의 직경

(d_s) 사이의 관계로부터 산출된다.

<60>
$$\gamma = g \cdot \rho \cdot (d_e)^2 / H$$

<61> 여기서, γ 는 표면 장력을 나타내고, g 는 중력 상수를 나타내고, d_e 는 최대 직경을 나타내고, H 는 수정 계수 ($H=d_s/d_e$)를 나타낸다.

<62> 상기 방정식으로부터 유도된 바와 같이, d_s 값이 클수록, 표면 장력은 작아진다. 슬더의 표면 장력이 더 작아질수록, 습식능력은 더 우수해진다.

<63> 도 4에 나타난 본 발명에 따른 주석-3은-0.5구리-4인듐-0.1탄탈 슬더의 표면 장력은 0.40 내지 0.42N/m이고, 도 5에 나타난 종래의 주석-3은-0.5구리 슬더의 표면 장력은 0.38 내지 0.40N/m이고, 도 6에 나타난 종래의 주석-3은-0.5구리-4인듐 슬더는 0.43 내지 0.46N/m이다.

<64> 상기 결과로부터, 종래의 주석-3은-0.5구리 슬더에서 4인듐의 혼입은 표면 장력을 증가시키고, 슬더에 0.1탄탈을 혼입하면 표면 장력을 감소시켜 우수한 습식 특성을 실현할 수 있다.

<65> 본 발명에 따른 무연 슬더는 우수한 항산화력을 가지므로, 산화에 기초한 다양한 특성에서의 열화가 크게 억제되고, 또한 주로 슬더의 산화물로 구성된 소위 "드로스(dross)"라 불리는 제품을 훨씬 덜 형성할 것이다. 예를 들면, 본 발명에 따른 무연 슬더에서, 형성된 드로스의 양이 무탄탈 무연 슬더의 경우에서의 양의 약 1/5로 감소된다.

<66> <무연 슬더 용융 제품을 형성하는 공정>

<67> 본 발명에 따른 무연 슬더 용융 제품의 형성 공정은 주피를 형성하기 위하여 본 발명에 따른 무연 슬더를 용해하여 구조하는 주피 구조 단계 및 용융된 제품을 준비하기 위하여 이 주피를 소성 처리하는 소성 처리 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<68> 일반적으로, 종래의 무연 슬더는 어려움 없이 소성 처리될 수 없고, 소성 처리가 성공적으로 수행될 수 있다 하더라도, 기계적 특성, 습식 특성 및 슬더로서 만족스러운 다른 특성을 실현하는데 어려움이 있다. 즉, 본 발명에 따른 무연 슬더는 매우 용이하고 잘 소성 처리될 수 있고, 소성 처리 후에도, 우수한 기계적 특성, 습식 특성, 슬더 결합 강도 및 슬더로서 바람직한 다른 특성을 가질 수 있다.

<69> 본 발명에 따른 무연 슬더 용융 제품의 형성 공정에 따르면, 슬더로서 바람직한 특성을 갖는 원하는 형태와 크기를 갖는 슬더 용융 제품이 용이하게 형성될 수 있다. 본 발명에서는, 예를 들면 리본, 미세 섬유 또는 봉 형태의 종래 일반적인 무연 슬더를 사용하는 것에 의해서는 지금까지 실현될 수 없었던 형태로 무연 슬더 용융 제품이 형성될 수 있다.

<70> 본 발명에 따른 바람직한 리본 형상의 무연 슬더 용융 제품의 구체적인 예는 50 내지 500 μ m의 두께, 특히 바람직하게는 100 내지 150 μ m의 두께를 갖는 무연 슬더 용융 제품을 포함한다. 본 발명에 따른 바람직한 미세 섬유 형상의 무연 슬더 용융 제품의 구체적인 예는 0.1mm 내지 1mm의 미세 섬유 직경, 특히 바람직하게는 0.2mm 내지 0.5mm의 미세 섬유 직경을 갖는 무연 슬더 용융 제품을 포함한다. 본 발명에 따른 봉 형상의 무연 슬더의 형상과 치수가 특히 제한되는 것은 아니다. 그러나, 구조 봉 형상 무연 슬더 용융 생산물에서 화학 성분의 분리를 최소화하기 위해서, 냉각률로는 1 $^{\circ}$ C/sec 이상이 바람직하다. 또한, 봉 형상의 무연 슬더 용융 생산물의 예는 구조 주피를 성형하여 회전과 같은 소성 처리로 압출을 행함으로써 형성되는 동종의 구조체를 갖는 봉 형상의 무연 슬더 용융 제품, 또는 용융된 무연 슬더를 직접 회전시킴으로써 생산되는 봉 형상 무연 슬더를 포함한다.

<71> 본 발명에 따른 무연 슬더 용융 제품은, 예를 들면, LED 발광 소자와 같은 전자 소자, 및 SED(Surface-condition Electron-emitter Displays)와 탑재 기판을 갖는 전자 부품의 슬더 결합용 슬더 용융 제품으로서 특히 적합하다.

<72> 본 발명에 따른 무연 슬더 및 무연 슬더 용융 제품은 종래의 납 함유 주석 슬더와 실질적으로 동일한 용점을 가지며, 종래의 무연 슬더 및 무연 슬더 용융 제품보다 동등 또는 뛰어난 양질의 슬더 접합 강도와 신뢰성을 갖는다.

<73> 예

- <74> <예 1>
- <75> 주석-9.0중량% 아연-0.1중량% 탄탈로 구성되는 무연 솔더가 용융되고, 그 용융물을 100mm의 직경과 300mm의 길이를 갖는 빌릿(billet)에 넣었다. 다음으로, 빌릿이 10mm의 두께와 70mm의 폭을 갖는 봉 재료로 분출되었다. 그 후, 봉 재료가 회전하여 100 μ m의 두께와 70mm의 폭을 갖는 리본을 준비한다.
- <76> 다음으로, 도 7에 나타낸 바와 같이, 용제가 3mm의 두께, 50mm의 폭, 및 60mm의 길이를 갖는 동판(100)의 표면에 코팅된 후, 100 μ m의 두께, 40mm의 폭 및 50mm의 길이를 갖는 리본 솔더(102)가 상기 코팅된 동판(100) 상에 위치되었다. 다음으로, 0.5mm의 두께, 30mm의 폭, 및 40mm의 길이를 갖는 동 도금된 질화규소(SiN) 기판(101)이 리본 솔더(102)의 상부 상에 위치했다. 리플로우(reflow)하는 45초 동안 230 $^{\circ}$ C 온도로 질소 기체 공기에서 상기 집합체가 가열되었다. 이렇게 획득된 접합 제품은 -25 $^{\circ}$ C 내지 125 $^{\circ}$ C의 상태하에서 열 주기 테스트를 거친다. 2000주기 열 주기 테스트 후에, 접합 제품은 초음파 탐상 테스트(ultrasonic flaw inspection test)에 의해 검사되었다. 결과적으로, 균열이나 분리 중 어떠한 것도 발견되지 않았다.
- <77> <예 2>
- <78> 주석-0.5중량% 동-2.5중량% 은-4.0중량% 인듐-0.1중량% 탄탈-0.1중량% 코발트로 구성된 무연 솔더가 용융되었고, 그 용융물을 100mm의 직경과 300mm의 길이를 갖는 빌릿에 넣었다. 다음으로, 빌릿이 10mm의 두께와 70mm의 폭을 갖는 봉 재료로 분출되었다. 그 후, 봉 재료가 회전되어 100 μ m의 두께와 70mm의 폭을 갖는 리본을 준비했다.
- <79> 다음으로, 도 7에 나타낸 바와 같이, 3mm의 두께, 50mm의 폭, 및 60mm의 길이를 갖는 동판(100)의 표면에 용제가 코팅된 후, 100 μ m의 두께, 40mm의 폭, 50mm의 길이를 갖는 리본 솔더(102)가 동판(100) 상에 위치되었다. 다음으로, 0.5mm의 두께, 30mm의 폭, 및 40mm의 길이를 갖는 동 도금의 질화규소(SiN) 기판(101)이 리본 솔더(102)의 상부에 위치되었다. 리플로우하는 45초 동안 250 $^{\circ}$ C의 온도로 질소 기체 공기에서 상기 집합체가 가열되었다. 이렇게 접합 제품은 -25 $^{\circ}$ C 내지 125 $^{\circ}$ C의 상태하에서 열 주기 테스트를 거쳤다. 4000주기 열 주기 테스트 후, 접합 제품은 초음파 탐상 테스트에 의해 검사되었다. 결과적으로, 균열이나 분리 중 어떠한 것도 관찰되지 않았다.
- <80> <비교예 1>
- <81> 주석-9.0중량% 아연으로 구성된 무연 솔더가 용융되었고, 그 용융물을 100mm의 직경과 300mm의 길이를 갖는 빌릿에 넣었다. 그 후, 빌릿은 10mm의 두께와 70mm의 폭을 갖는 구획으로 분출되었다. 결과적으로, 분출 방향에 수직하는 방향으로 그 가장자리부 내의 구획 내에 수많은 균열이 생기는 것을 발견되었다. 분출된 재료를 회전시켜, 100 μ m의 두께, 40mm의 폭 및 50mm의 길이를 갖는 리본 솔더를 준비한 후 리본 솔더를 샘플로서 잘라서 사용하였다.
- <82> 다음으로, 예 1에서와 동일한 방식으로, 3mm의 두께, 50mm의 폭, 및 60mm의 길이를 갖는 동판(100)의 표면에 용제가 코팅된 후, 100 μ m의 두께, 40mm의 폭 및 50mm의 길이를 갖는 리본 솔더(102)는 상기 코팅된 동판(100) 상에 위치되었다. 다음으로, 0.5mm의 두께, 30mm의 폭, 및 40mm의 길이를 갖는 동 도금 질화규소 기판(101)은 리본 솔더(102)의 상부 상에 위치되었다. 리플로우하는 45초 동안 230 $^{\circ}$ C의 온도로 질소 기체 공기에서 상기 집합체가 가열되었다. 이렇게 획득된 접합 제품은 -25 $^{\circ}$ C 내지 125 $^{\circ}$ C의 상태하에서 열 주기 테스트를 거쳤다. 750주기 열 주기 테스트 후, 상기 접합 제품은 초음파 탐상 테스트에 의해 검사되었다. 결과적으로, 접합 제품의 네 모서리에서 다수의 균열이 관찰되었다.

발명의 효과

- <83> 본 발명에 따르면, 우수한 향산화력, 기계적 특성, 및 소성 처리능력을 가지며 리본이나 미세 섬유로 구조될 수 있는 확보할 수 있는 무연 솔더가 제공되고, 무연 솔더로 접합함으로써 형성된 높은 신뢰성을 갖는 솔더 접합 제품, 및 전자 부품이 제공된다.

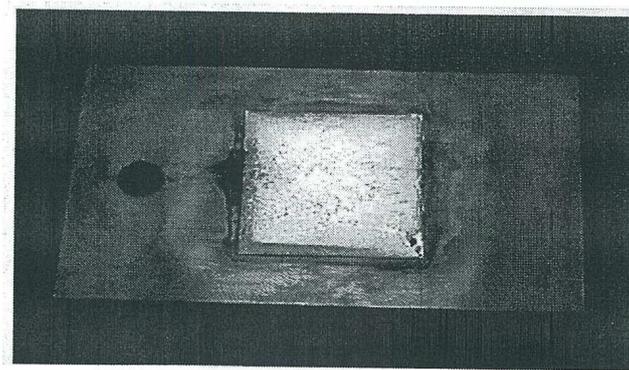
도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 기판상에 형성된 본 발명에 따른 주석-3은-0.5구리-4인듐-0.05탄탈 솔더의 용융물의 박막 상태를 나타내는 사진.
- <2> 도 2는 기판상에 형성된 주석-3은-0.5구리 솔더의 박막 상태를 나타내는 사진.

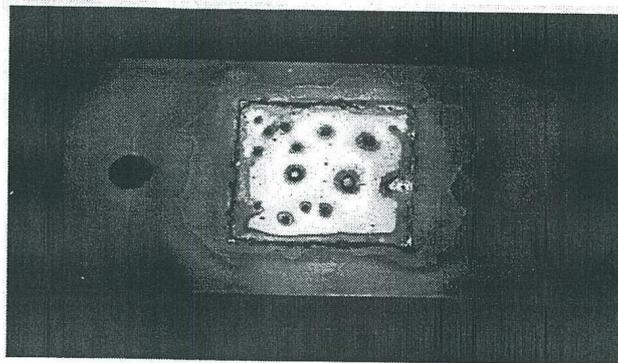
- <3> 도 3은 기관상에 형성된 주석-3은-0.5구리-4인듐 솔더의 박막 상태를 나타내는 사진.
- <4> 도 4는 적하 방법(dropping method)에 의해 주석-3은-0.5구리-4인듐-0.05탄탈 솔더의 표면 장력을 평가할 때 형성된 본 발명에 따른 주석-3은-0.5구리-4인듐-0.05탄탈 솔더의 액적의 형상을 나타내는 다이어그램.
- <5> 도 5는 적하 방법에 의해 주석-3은-0.5구리 솔더의 표면 장력을 평가할 때 형성된 주석-3은-0.5구리 솔더의 액적의 형상을 나타내는 다이어그램.
- <6> 도 6은 적하 방법에 의해 주석-3은-0.5구리-4인듐 솔더의 표면 장력의 평가할 때 형성된 주석-3은-0.5구리-4인듐 솔더의 액적의 형상을 나타내는 다이어그램.
- <7> 도 7은 예 1 및 예 2에서 수행된 열 주기 테스트(thermal cycle test)를 간략히 도시하는 도면.
- <8> 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명
- <9> 100 ... 동판
- <10> 101 ... 동 도금 질화규소 기판
- <11> 102 ... 리본 솔더

도면

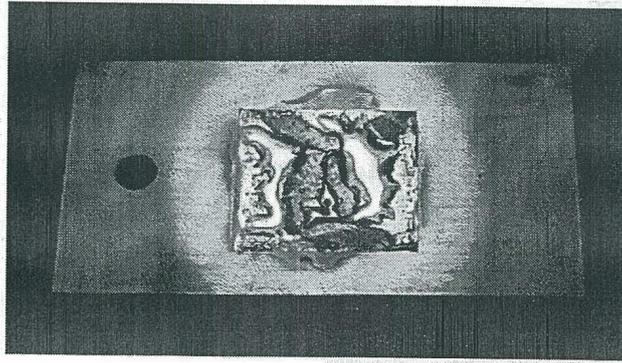
도면1



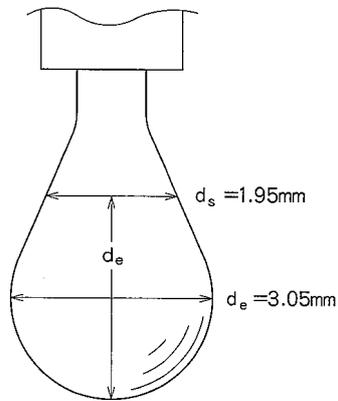
도면2



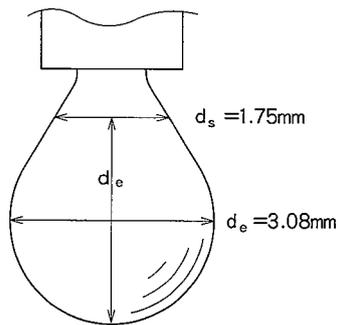
도면3



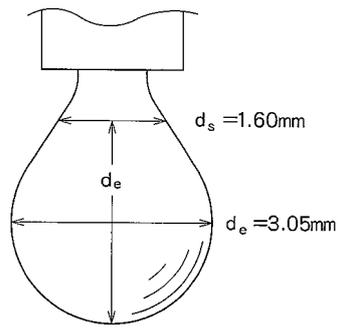
도면4



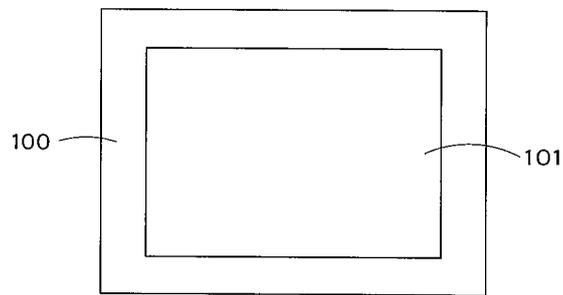
도면5



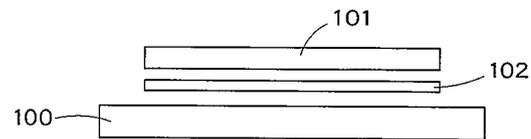
도면6



도면7



(a)



(b)