



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년11월21일  
(11) 등록번호 10-1203438  
(24) 등록일자 2012년11월15일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*C25D 3/30* (2006.01) *C25D 3/60* (2006.01)  
*C25D 5/12* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2010-7011814
- (22) 출원일자(국제) 2008년10월30일  
 심사청구일자 2010년05월28일
- (85) 번역문제출일자 2010년05월28일
- (65) 공개번호 10-2010-0076053
- (43) 공개일자 2010년07월05일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2008/069787
- (87) 국제공개번호 WO 2009/057707  
 국제공개일자 2009년05월07일
- (30) 우선권주장  
 JP-P-2007-284016 2007년10월31일 일본(JP)

## (56) 선행기술조사문헌

JP2005344188 A\*

JP2003171790 A

JP2007277715 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

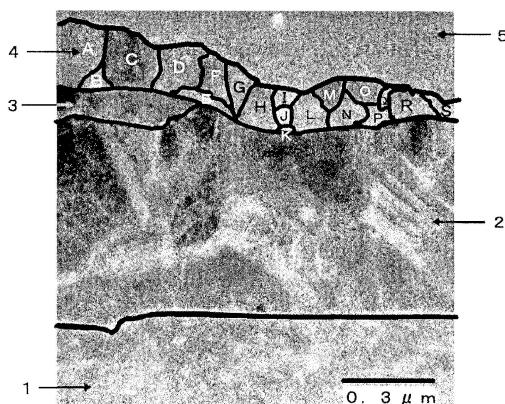
전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 송종민

## (54) 발명의 명칭 전자 부품용 Sn 도금재

**(57) 요약**

Ni 층, Cu-Sn 합금층 및 Sn 층을 갖는 3 층 구조의 Sn 도금재에서 삽입력의 저감 및 내열성의 개선을 도모한다. 구리 또는 구리 합금의 표면에, 두께 0.2 ~ 1.5  $\mu\text{m}$  의 Ni 또는 Ni 합금으로 이루어지는 하지 도금층과, 두께 0.1 ~ 1.5  $\mu\text{m}$  의 Cu-Sn 합금으로 이루어지는 중간 도금층과, 두께 0.1 ~ 1.5  $\mu\text{m}$  의 Sn 또는 Sn 합금으로 이루어지는 표면 도금층이 이 순서대로 형성되어 있고, 상기 중간 도금층을 형성하는 Cu-Sn 합금의 평균 결정 입경이, 그 도금층의 단면을 관찰했을 때에, 0.05  $\mu\text{m}$  이상, 0.5  $\mu\text{m}$  미만인 Sn 도금재.

**대표도 - 도2**

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

구리 또는 구리 합금의 표면에, 두께  $0.2 \sim 1.5 \mu\text{m}$  의 Ni 또는 Ni 합금으로 이루어지는 하지 도금층과, 두께  $0.1 \sim 1.5 \mu\text{m}$  의 Cu-Sn 합금으로 이루어지는 중간 도금층과, 두께  $0.1 \sim 1.5 \mu\text{m}$  의 Sn 또는 Sn 합금으로 이루어지는 표면 도금층이 이 순서대로 형성되어 있고, 상기 중간 도금층을 형성하는 Cu-Sn 합금의 평균 결정 입경이, 그 도금층의 단면을 관찰했을 때에  $0.05 \mu\text{m}$  이상,  $0.5 \mu\text{m}$  미만인 Sn 도금재.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 중간 도금층을 형성하는 Cu-Sn 합금의 결정립 중, 그 도금층에 인접하는 양측의 층과 동시에 접하는 결정립의 수의 비율이 60 % 이하인 Sn 도금재.

### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 중간 도금층 표면의 평균 조도 (Ra) 가  $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$  인 Sn 도금재.

### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 하지 도금층과 상기 중간 도금층 사이에 층 형상 또는 섬 형상으로 Cu 도금층이 두께  $0.3 \mu\text{m}$  이하로 형성되어 있는 Sn 도금재.

### 청구항 5

구리 또는 구리 합금의 표면에, 두께  $0.2 \sim 1.5 \mu\text{m}$  의 Ni 또는 Ni 합금 도금층, 두께  $0.05 \sim 1.2 \mu\text{m}$  의 Cu 또는 Cu 합금 도금층, 및 두께  $0.3 \sim 1.7 \mu\text{m}$  의 Sn 또는 Sn 합금 도금층을 이 순서대로 형성하는 공정과, 이어서, 도금재의 최고 도달 온도를  $250 \sim 350^\circ\text{C}$  로 하고, 표면 Sn 층이 용융되고 나서 냉각되어 응고될 때까지의 시간을  $0.5 \sim 5$  초로 하고, 또한 리플로우 처리의 총 시간을 30 초 이내로 하는 리플로우 처리를 실시하는 공정을 포함하는 Sn 도금재의 제조 방법.

## 명세서

### 기술 분야

[0001] 본 발명은, 전자 부품, 특히 커넥터나 단자 등의 도전성 스프링재로서 바람직한 Sn 도금재에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 단자나 커넥터 등의 도전성 스프링재로서, Sn 도금을 실시한 구리 또는 구리 합금조(合金條) (이하, 「Sn 도금재」라고 한다)가 사용되고 있다. Sn 도금재는, 일반적으로, 연속 도금 라인에서, 탈지 및 산세 후, 전기 도금법에 의해 Cu 하지 도금층을 형성하고, 다음으로 전기 도금법에 의해 Sn 층을 형성하고, 마지막으로 리플로우 처리를 실시하여 Sn 층을 용융시키는 공정으로 제조된다.

[0003] 최근, 전자?전기 부품의 회로수 증대에 의해, 회로에 전기 신호를 공급하는 커넥터의 다극화가 진행되고 있다. Sn 도금재는, 그 유연성으로부터 커넥터의 접점에서 수(雄) 와 암(雌) 을 응착시키는 가스 타이트 (기밀) 구조가 채용되므로, 금 도금 등으로 구성되는 커넥터에 비해, 1 극당 커넥터의 삽입력이 높다. 이로 인해 커넥터의 다극화에 의한 커넥터 삽입력의 증대가 문제가 되고 있다.

[0004] 예를 들어, 자동차 조립 라인에서는, 커넥터를 끼워 맞추는 작업은, 현재 거의 인력으로 실행된다. 커넥터의 삽입력이 커지면, 조립 라인에서 작업자에게 부담이 가해져 작업 효율의 저하로 직결된다. 또한, 작업자

의 건강을 해칠 가능성도 지적되고 있다. 이러한 점으로부터, Sn 도금재의 삽입력의 저감이 매우 요망되고 있다.

[0005] 한편, Sn 도금재에서는, 시간 경과에 따라, 모재나 하지 도금의 성분이 Sn 층에 확산되어 합금상을 형성함으로써 Sn 층이 소실되고, 접촉 저항, 납땜성과 같은 제특성이 열화된다. 구리 또는 구리 합금에 대한 Cu 하지 Sn 도금의 경우, 이 합금상은 주로  $Cu_6Sn_5$ ,  $Cu_3Sn$  등의 금속간 화합물이고, 특성인 시간 경과에 따른 열화는 고온일수록 촉진된다.

[0006] 커넥터 메이커의 생산 거점의 해외로의 이전에 의해, 소재가 도금된 후, 장기간 방치된 후에 사용되는 케이스가 있다. 이로 인해, 장기간 보존해도, 도금재의 제특성이 열화되지 않는 재료, 즉 내시효성이 높은 재료가 요구되어 왔다. 도금재의 특성 열화는 고온 하에서 촉진된다. 따라서 고온 하에서의 특성 열화가 적은, 즉 내열성이 높은 재료는 장기간 보존해도 특성이 열화되지 않는 재료라고 바꿔 말할 수 있다.

[0007] 또한, 환경 대책으로서 땜납의 무연화가 진행되고 있다. 땜납의 실장 온도는 종래의 Pb-Sn 땜납에 비해 고온이기 때문에, 이 관점에서도 높은 내열성이 필요해진다.

[0008] 이상과 같이, Sn 도금재에서는, 삽입력의 저감 및 내열성의 개선이 최근의 과제가 되었다.

[0009] Sn 도금재에서는, Sn 도금층을 얇게 함으로써 삽입 발출력이 저감된다. 한편, Sn 도금층을 두껍게 함으로써 내열성이 향상된다. 그래서, Sn 도금재에서 저삽입력과 고내열성을 양립시키기 위해, 하지 도금층을 Ni 및 Cu 의 2 층으로 하고, 표면 Sn 도금 후에 리플로우 처리함으로써, Ni 층, Cu-Sn 합금층 및 Sn 층을 갖는 3 층 구조의 Sn 도금재로 함으로써, Sn 도금의 두께를 얇게 하면서 내열성을 향상시키는 연구가 이루어졌다.

[0010] 일본 공개특허공보 2002-226982호에는, 소재 표면 상에 그 표면측으로부터 순서대로 Ni 또는 Ni 합금층, Cu 층, Sn 또는 Sn 합금층을 폐복한 후에 리플로우 처리함으로써 내열성 피막을 제조하는 방법이 기재되어 있다 (청구항 6). 그 내열성 피막은, 최표면에 두께 (X) 가  $0.05 \sim 2 \mu\text{m}$  인 Sn 또는 Sn 합금층, 그 내측에 두께 (Y) 가  $0.05 \sim 2 \mu\text{m}$  인 Cu-Sn 을 주체로 하는 금속간 화합물을 함유하는 합금층, 또한 그 내측에 두께 (Z) 가  $0.01 \sim 1 \mu\text{m}$  인 Ni 또는 Ni 합금층이 형성되어 이루어진다 (청구항 1). 그 문헌에는 소재 표면의 조도를 소정 범위로 해야 하는 것도 기재되어 있고, 이로써 소재 상에 폐복하는 각 층의 표면 평활도가 안정되어, 밀착성이 나 외관이 향상되는 것 등이 기재되어 있다 (단락 0010). 리플로우 처리 조건은  $300 \sim 900^\circ\text{C}$  의 온도,  $1 \sim 300$  초간의 조건이 바람직한 것이 기재되어 있다 (단락 0011).

[0011] 일본 공개특허공보 2004-68026호에는, Cu 또는 Cu 합금으로 이루어지는 모재 표면에 Ni 층, Cu-Sn 합금층, Sn 층으로 이루어지는 표면 도금층이 이 순서대로 형성되고, 또한 상기 Ni 층의 두께가  $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$ , 상기 Cu-Sn 합금층의 두께가  $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$ , 그 Cu 농도가  $35 \sim 75 \text{ at\%}$ , 상기 Sn 층의 두께가  $0.5 \mu\text{m}$  이하인 것을 특징으로 하는 접속 부품용 도전 재료가 기재되어 있다 (청구항 2). 또, 그 문헌에서는 Sn 도금의 균일 전착성 등의 관점에서 Sn 층 중의 카본량을  $0.001 \sim 0.1 \text{ 질량\%}$  로 규제해야 하는 것이 기재되어 있다 (단락 0013).

[0012] 또, 그 문헌에는, Cu 또는 Cu 합금으로 이루어지는 모재 표면에, 두께  $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$  의 Ni 도금층, 두께  $0.1 \sim 0.45 \mu\text{m}$  의 Cu 도금층 및  $0.001 \sim 0.1 \text{ 질량\%}$  의 카본을 함유하는 두께  $0.4 \sim 1.1 \mu\text{m}$  의 Sn 도금층으로 이루어지는 표면 도금층을 이 순서대로 형성한 후, 열처리를 실시하여 Cu-Sn 합금층을 형성하고, 상기 표면 도금 층을 Ni 층, Cu-Sn 합금층 및 Sn 층으로 하는 것을 특징으로 하는 접속 부품용 도전 재료의 제조 방법이 기재되어 있다 (청구항 10). 열처리로서 리플로우 처리를 실시하는 경우,  $230 \sim 600^\circ\text{C}$  의 온도에서  $3 \sim 30$  초간으로 하는 것이 기재되어 있다 (단락 0019).

[0013] 일본 특허공보 제 3880877 호에는, 구리 또는 구리 합금의 표면 상에, Ni 또는 Ni 합금층이 형성되고, 최표면측에 두께  $0.25 \sim 1.5 \mu\text{m}$  의 Sn 또는 Sn 합금층이 형성되고, 상기 Ni 또는 Ni 합금층과 상기 Sn 또는 Sn 합금층 사이에 Cu 와 Sn 을 함유하는 중간층이 1 층 이상 형성되고, 이들의 중간층 중 상기 Sn 또는 Sn 합금층과 접하고 있는 중간층의 Cu 함유량이 50 중량% 이하, Ni 함유량이 20 중량% 이하이고 또한 평균 결정 입경이  $0.5 \sim 3.0 \mu\text{m}$  인 것을 특징으로 하는, 도금을 실시한 구리 또는 구리 합금이 기재되어 있다. 단, 중간층의 평균 결정 입경은 전해식 막두께계를 사용하고, Sn 층을 박리한 후의 재료 표면에 대해 SEM 에 의해 표면 관찰하고, JIS H0501 (구적법) 에 의해 구하고 있다 (단락 0063).

[0014] 또, 그 문헌에는, 구리 또는 구리 합금의 표면 상에, 두께  $0.05 \sim 1.0 \mu\text{m}$  의 Ni 또는 Ni 합금 도금을 실시하고, 이어서 두께  $0.03 \sim 1.0 \mu\text{m}$  의 Cu 도금을 실시하고, 최표면에 두께  $0.15 \sim 3.0 \mu\text{m}$  인 도금 두께의 Sn 또는 Sn 합금 도금을 실시한 후, 적어도 1 회 이상의 가열 처리를 실시하여 냉각시킴으로써, 상기 Ni 또는

Ni 합금 도금과 상기 Sn 또는 Sn 합금층 사이에 Sn 과 Cu 를 함유하는 중간층을 1 층 이상 형성하는, 도금을 실시한 구리 또는 구리 합금의 제조 방법으로서, 400 ~ 900 °C 의 온도에서 상기 가열 처리를 실시하고 또한 상기 Sn 또는 Sn 합금층이 용융되고 나서 응고될 때까지의 시간이 0.05 ~ 60 초가 되도록 상기 냉각을 실시함으로써, 상기 중간층 중 상기 Sn 또는 Sn 합금층과 접하고 있는 중간층의 평균 결정 입경을 0.5 ~ 3.0  $\mu\text{m}$  로 하는 것을 특징으로 하는, 도금을 실시한 구리 또는 구리 합금의 제조 방법이 기재되어 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0015] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2002-226982호

(특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 2004-68026호

(특허문헌 0003) 일본 특허공보 제 3880877 호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0016] 이와 같이, Ni 층, Cu-Sn 합금층 및 Sn 층을 갖는 3 층 구조의 Sn 도금재는, 각 도금층의 두께 외에, 소재의 조도, 층 중의 특정 원소의 함유량, Sn 층을 박리시켜 도금면으로부터 보았을 때의 Cu-Sn 확산층의 평균 결정 입경 등을 제어함으로써 그 특성 향상을 도모해 왔다. 그러나, Ni 층, Cu-Sn 합금층 및 Sn 층을 갖는 3 층 구조의 Sn 도금재는 여전히 개량의 여지가 남아 있다.

[0017] 그래서, 본 발명은 Ni 층, Cu-Sn 합금층 및 Sn 층을 갖는 3 층 구조의 Sn 도금재에서, 지금까지와는 상이한 관점에서 삽입력의 저감 및 내열성의 개선을 도모하는 것을 과제로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0018] 본 발명은, 그 3 층 구조의 Sn 도금재의 삽입력 및 내열성에 영향을 주는 다른 인자에 대해 검토한 결과, Cu-Sn 합금층을 단면에서 관찰했을 때의 평균 결정 입경이 중요한 것을 알아냈다.

[0019] 본 발명자의 실험 결과에 의하면, Cu-Sn 합금층을 단면에서 관찰했을 때의 Cu-Sn 합금층의 평균 결정 입경을 0.05  $\mu\text{m}$  이상, 0.5  $\mu\text{m}$  미만으로 함으로써 내열성이 향상되는 것을 알 수 있었다.

[0020] 또, Cu-Sn 합금층을 형성하는 결정 입경이 도금 두께 방향으로 길어지면, 1 개의 결정립이 Cu-Sn 합금층을 두께 방향으로 관통하게 되는데, 이와 같은 입자가 형성하는 입계는, Ni 층이 Sn 층으로 확산되는 파이프가 되므로, 관통립의 비율이 증가됨에 따라 내열성이 저하된다. 본 발명자의 실험 결과에 의하면, Cu-Sn 합금층을 관통하는 결정립의 수의 비율을 60 % 이하로 함으로써 현저하게 내열성이 향상되는 것을 알 수 있었다.

[0021] 또한, Cu-Sn 합금층 표면의 평균 조도 (Ra) 는 삽입력의 저감에 기여하고, 일정 정도 조도를 높게 하는 것이 좋은 것을 알 수 있었다. 이것은, 형성되는 확산층의 요철이 커지면, 확산층의 볼록한 부분이 지지와 같은 역할을 하기 때문에, 커넥터를 끼워 맞출 때에 필요 이상으로 Sn 도금재가 깎여나가는 것을 방지하여, 삽입력이 저하되는 것에 의한 것으로 생각할 수 있다. 단, 극단적으로 조도가 큰 경우, Sn 층과 Cu-Sn 층이 접하는 면적이 증가하기 때문에, Cu 층의 Sn 층으로의 확산이 촉진되어 내열성이 저하된다. 본 발명자의 실험 결과에 의하면, Cu-Sn 층 표면의 평균 조도 (Ra) 는 0.1 ~ 0.5  $\mu\text{m}$  로 하는 것이 좋다.

[0022] 특허문헌 3 에는 확실히 Cu-Sn 확산층의 평균 결정 입경에 대해 규정하고 있는데, 그것에서 규정되어 있는 것은 Sn 층을 박리시킨 후의 Cu-Sn 확산층 표면의 평균 결정 입경이다. 본 발명에서는 Cu-Sn 확산층을 단면에서 보았을 때의 평균 결정 입경을 문제로 하고 있다. Cu-Sn 확산층은 Ni 또는 Ni 합금으로 이루어지는 하지 도금층과 Sn 또는 Sn 합금으로 이루어지는 표면 도금층의 중간에 위치하고, 열에 의한 Ni 나 Sn 의 두께 방향의 확산을 억제하는 역할을 하는 것이기 때문에, Cu-Sn 확산층의 결정 입경을 단면에서 관찰하여 규정하는 편이 더욱 내열성의 제어가 우수한 것으로 생각할 수 있다. 또, Sn-Cu 층은 혹 형상으로 성장되어 있다. 그로 인해, Sn-Cu 층의 표면을 관찰하기 위해 Sn 층을 제거하여 관찰한 경우 혹이 방해되어 결정립의 관찰이 곤란해 그 평균 직경은 정확하게 파악할 수 없다.

[0023] 이상과 같은 구성을 갖는 Ni 층, Cu-Sn 합금층 및 Sn 층의 3 층 구조의 Sn 도금재를 제조하려면, 리플로우 처리의 조건이 중요하다. 구체적으로는, 재료 표면에 Ni 층, Cu 층 및 Sn 층을 형성한 후의 리플로우 처리시에, 도금재의 최고 도달 온도를 250 ~ 350 °C 로 하고, 표면 Sn 층이 용융되고 나서 냉각되어 응고될 때까지의 시간을 0.5 ~ 5 초로 하고, 또한 리플로우 처리의 총 시간을 30 초 이내로 하는 것이 중요하다.

[0024] 이상의 지견을 기초로 하여 완성한 본 발명은 일 측면에서, 구리 또는 구리 합금의 표면에, 두께 0.2 ~ 1.5 μm 의 Ni 또는 Ni 합금으로 이루어지는 하지 도금층과, 두께 0.1 ~ 1.5 μm 의 Cu-Sn 합금으로 이루어지는 중간 도금층과, 두께 0.1 ~ 1.5 μm 의 Sn 또는 Sn 합금으로 이루어지는 표면 도금층이 이 순서대로 형성되어 있고, 상기 중간 도금층을 형성하는 Cu-Sn 합금의 평균 결정 입경이, 그 도금층의 단면을 관찰했을 때에 0.05 μm 이상, 0.5 μm 미만인 Sn 도금재이다.

[0025] 본 발명에 관련된 Sn 도금재는 일 실시형태에서, 상기 중간 도금층을 형성하는 Cu-Sn 합금의 결정립 중, 그 도금층에 인접하는 양측의 층과 동시에 접하는 결정립의 수의 비율이 60 % 이하이다.

[0026] 본 발명에 관련된 Sn 도금재는 다른 일 실시형태에서, 상기 중간 도금층 표면의 평균 조도 (Ra) 가 0.1 ~ 0.5 μm 이다.

[0027] 본 발명에 관련된 Sn 도금재는 또 다른 일 실시형태에서, 상기 하지 도금층과 상기 중간 도금층 사이에 층 형상 또는 섬 형상으로 Cu 도금층이 두께 0.3 μm 이하로 형성되어 있다.

[0028] 또, 본 발명은 다른 일 측면에서, 구리 또는 구리 합금의 표면에, 두께 0.2 ~ 1.5 μm 의 Ni 또는 Ni 합금 도금층, 두께 0.05 ~ 1.2 μm 의 Cu 또는 Cu 합금 도금층, 및 두께 0.3 ~ 1.7 μm 의 Sn 또는 Sn 합금 도금층을 이 순서대로 형성하는 공정과, 이어서, 도금재의 최고 도달 온도를 250 ~ 350 °C 로 하고, 표면 Sn 층이 용융되고 나서 냉각되어 응고될 때까지의 시간을 0.5 ~ 5 초로 하고, 또한 리플로우 처리의 총 시간을 30 초 이내로 하는 리플로우 처리를 실시하는 공정을 포함하는 Sn 도금재의 제조 방법이다.

### 발명의 효과

[0029] 본 발명에 의하면, Ni 층, Cu-Sn 합금층 및 Sn 층을 갖는 3 층 구조의 Sn 도금재에서, 삽입력의 저감 및 내열성의 개선을 도모할 수 있게 된다.

### 도면의 간단한 설명

[0030] 도 1 은 No.3 의 시험편에 대해, FIB 가공하여, 노출시킨 도금 단면을 관찰한 TEM 이미지이다.

도 2 는 도 1 에 각 도금층 계면 및 결정립계를 가필한 것이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명에 관련된 Sn 도금재는, 구리 또는 구리 합금 모재 표면에 Ni 또는 Ni 합금으로 이루어지는 하지 도금층과, Cu-Sn 합금으로 이루어지는 중간 도금층과, Sn 또는 Sn 합금으로 이루어지는 표면 도금층이 이 순서대로 형성되어 있는 Sn 도금재인 것을 기본으로 한다. 이와 같은 구성의 Sn 도금재의 기본적인 제조 방법은, 구리 또는 구리 합금 모재 표면에 Ni 또는 Ni 합금 도금, Cu 또는 Cu 합금 도금, Sn 또는 Sn 합금 도금의 순서대로 도금을 실시하고, 이어서 리플로우 처리를 실시하는 것이다.

#### 구리 또는 구리 합금 모재

[0033] 본 발명에 사용할 수 있는 구리 또는 구리 합금 모재는, 특별히 제한은 없고, 공지된 임의의 구리 또는 구리 합금 모재를 사용할 수 있다. 예를 들어, 구리 합금으로서는 황동, 인청동, 베릴륨 구리, 양은, 단동, 티탄 구리 및 콜슨 합금 등을 들 수 있고, 단자나 커넥터 등의 각종 전자 부품의 요구 특성에 따라, 적절히 선택할 수 있어 전혀 제한되지 않는다.

#### Ni 또는 Ni 합금으로 이루어지는 하지 도금층

[0035] 구리 또는 구리 합금 모재의 표면에는 Ni 또는 Ni 합금으로 이루어지는 하지 도금층이 형성된다. Ni 합금으로서는, 예를 들어 Ni-Pd 합금, Ni-Co 합금, Ni-Sn 합금을 들 수 있다. 하지 도금 중에서는 도금 속도가 빠른, 비용이 낮은 등의 이유에서 특히 Ni 단독 도금이 바람직하다. 하지 도금층은 예를 들어 전기 니켈 도금이나 무전해 니켈 도금과 같은 습식 도금, 혹은 CVD 나 PVD 와 같은 건식 도금에 의해 얻을 수 있다. 생산성, 비용의 관점에서 전기 도금이 바람직하다.

- [0036] 리플로우 처리 후의 하지 도금층의 두께는  $0.2 \sim 1.5 \mu\text{m}$ , 바람직하게는  $0.3 \sim 1.0 \mu\text{m}$ 로 한다. 하지 도금층의 두께가  $0.2 \mu\text{m}$  미만에서는, 가열했을 때의 모재 성분의 확산을 억제하지 못해, 접촉 저항이 증대된다. 한편, 리플로우 후의 하지 도금층의 두께가  $1.5 \mu\text{m}$ 를 초과하면 굽힘 가공에서 균열 발생의 원인이 된다. 하지 도금층은 리플로우 처리에 의해서도 거의 두께가 변함없기 때문에, 리플로우 처리 후에 하지 도금층의 두께를 상기 범위로 하기 위해서는 리플로우 처리 전에 상기 범위의 두께로 하지 도금을 실시하면 된다.
- [0037] Cu-Sn 합금으로 이루어지는 중간 도금층
- [0038] 리플로우 처리 후의 Cu-Sn 합금으로 이루어지는 중간 도금층의 두께는  $0.1 \sim 1.5 \mu\text{m}$ , 바람직하게는  $0.3 \sim 1.0 \mu\text{m}$ 로 한다. Cu-Sn 합금은 경질이므로, 중간 도금층이  $0.1 \mu\text{m}$  이상의 두께로 존재하면, 삽입력의 저감에 기여한다. 한편, 중간 도금층의 두께가  $1.5 \mu\text{m}$ 를 초과하면, 굽힘 가공에서 균열 발생의 원인이 된다.
- [0039] 이와 같은 두께의 중간 도금층을 얻으려면, 리플로우 처리 전의 Cu 또는 Cu 합금 도금층의 두께를  $0.05 \sim 1.2 \mu\text{m}$ , 바람직하게는  $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 로 하는 것이 좋다. Cu 또는 Cu 합금 도금층의 두께가  $0.05 \mu\text{m}$  미만이면 얻어지는 Cu-Sn 합금층의 두께가 불충분해지고, 반대로 Cu 또는 Cu 합금 도금층의 두께가  $1.2 \mu\text{m}$ 를 초과하면 Cu-Sn 합금층이 너무 두꺼워져 벼리거나, 리플로우 처리 후에도 Cu 도금층이 잔존하기 쉬워진다.
- [0040] Cu 또는 Cu 합금 도금층은, 리플로우 처리시에 Cu-Sn 합금층 형성에 소비되고, 그 최대 두께가  $0.3 \mu\text{m}$  미만이 되는 것이 바람직하고, 제로가 되는 것이 보다 바람직하다. Cu 또는 Cu 합금 도금층이 잔존하면, 장시간 고온 하에 놓여짐으로써 표면의 Sn 도금층을 소비하여 Cu-Sn 합금층을 형성하고, 접촉 저항이나 납땜성을 열화시키기 때문이다. 그러나, Cu 도금층이 모두 소비된 후에도 Sn 도금층이 용융 상태(오버 리플로우)라면, Ni 도금층이 용융된 Sn 도금층으로 확산되어 벼려, 바람직하지 않은 결과를 가져오는 경우가 있다. 그래서, Cu 도금층을 0으로는 하지 않는, 즉 0을 초과하고  $0.3 \mu\text{m}$  미만으로 Cu 도금층을 적극적으로 남길 수도 있다. Cu 도금층이 잔존하는 경우, 층 형상으로 잔존하는 경우와 섬 형상으로 잔존하는 경우가 있다.
- [0041] 리플로우 처리 전의 「Cu 또는 Cu 합금 도금」으로서는 Cu 단독 도금 외에, 예를 들어 Cu-Ni 합금, Cu-Zn 합금, Cu-Sn 합금과 같은 구리 합금 도금을 들 수 있다. 이들 중에서도 도금욕 관리가 하기 쉬워 균일한 페막을 얻을 수 있고, 비용이 저렴하다는 이유에서, 특히 Cu 단독 도금이 바람직하다. Cu 또는 Cu 합금의 도금층은 예를 들어 전기 구리 도금이나 무전해 구리 도금과 같은 습식 도금, 혹은 CVD 나 PVD 와 같은 건식 도금에 의해 얻을 수 있다. 생산성, 비용의 관점에서 전기 도금이 바람직하다.
- [0042] 따라서, Cu 또는 Cu 합금 도금으로서 Cu 합금 도금을 채용한 경우나, 후술하는 바와 같이 Sn 또는 Sn 합금 도금으로서 Sn 합금 도금을 채용한 경우에는, Cu-Sn 합금 도금에는 Cu 및 Sn 이외의 원소가 함유되는 경우도 있지만, 본 발명에서는, 그러한 경우에도 「Cu-Sn 합금 도금」으로 부르는 것으로 한다.
- [0043] 중간 도금층을 형성하는 Cu-Sn 합금의 결정립의 평균 입경은 Sn 도금재의 내열성에 영향을 준다. 평균 입경은 작은 것이 바람직하고, 구체적으로는, 중간 도금층을 단면에서 관찰했을 때의 Cu-Sn 합금의 평균 결정 입경을  $0.05 \mu\text{m}$  이상  $0.5 \mu\text{m}$  미만으로 한다. Cu-Sn 합금의 결정립의 평균 결정 입경은 바람직하게는  $0.4 \mu\text{m}$  미만이다. 단, 결정 입경이 너무 작으면 Cu-Sn 합금층의 강도가 증가하여, 굽힘 가공성이 나빠지는 것과 같은 문제가 발생되므로, 그 결정립의 평균 입경은  $0.05 \mu\text{m}$  이상인 것이 바람직하다. 본 발명에 관련된 중간 도금층을 형성하는 Cu-Sn 합금의 평균 결정 입경은 전형적으로는  $0.2 \sim 0.4 \mu\text{m}$ 이다.
- [0044] 또, 중간층을 형성하는 Cu-Sn 합금의 결정립 중, 중간층을 관통하는 결정립의 수의 비율이 증가됨에 따라 내열성이 저하된다. 따라서, 그러한 관통 입자의 비율은 낮은 것이 바람직하고, 구체적으로는 Cu-Sn 합금층을 관통하는 결정립의 수의 비율을 60 % 이하, 바람직하게는 50 % 이하로 한다. 관통 입자의 비율은 전형적으로는 30 ~ 60 %이다. 본 발명에서, 관통 입자의 비율이라는 것은, 상기 중간 도금층을 형성하는 Cu-Sn 합금의 결정립 중, 그 도금층에 인접하는 양측의 층과 동시에 접하는 결정립의 수의 비율을 가리킨다.
- [0045] 또한, Cu-Sn 합금의 중간 도금층 표면의 평균 조도(Ra)는 삽입력에 영향을 주어, 일정 정도 조도를 높게 하는 것이 좋다. 단, 극단적으로 조도가 큰 경우, Sn 층과 Cu-Sn 층이 접하는 면적이 증가되기 때문에, Cu 층의 Sn 층으로의 확산이 촉진되어 내열성이 저하된다. 그래서, 중간 도금층 표면의 평균 조도(Ra)는  $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 로 한다. 중간 도금층 표면의 평균 조도(Ra)는 바람직하게는  $0.1 \sim 0.3 \mu\text{m}$ , 보다 바람직하게는  $0.15 \sim 0.25 \mu\text{m}$ 로 한다.
- [0046] Sn 이 용융 상태일 동안, Cu 는 Sn 에 용해, 확산된다. 이 때, Cu 가 물결 형상으로 확산되므로 표면 조도가 큰 Cu-Sn 합금층 표면이 형성된다. Sn 이 용융 상태인 시간이 길면, 더욱 Cu 의 확산은 진행되고, 조도

는 커진다. 용융에서 응고까지의 시간이 5 초를 초과하면, Cu-Sn 합금층의 표면 조도는  $0.5 \mu\text{m}$  를 초과하기 쉽다. 따라서, 용융에서 응고까지의 시간은 5 초 이하로 하는 것이 바람직하다. 한편, 라인에서의 제조를 생각했을 경우, 용융에서 응고의 시간을 0.5 초 미만으로 하면, 용융되지 않는 부분이 생길 가능성이 높아져, 일정한 두께를 갖는 Cu-Sn 합금층을 얻는 것 자체가 어렵다. 또한, Cu-Sn 합금 표면 조도는 광택제나 첨가제를 첨가하지 않는 한 일반적으로  $0.1 \mu\text{m}$  이상이다.

[0047] 리플로우의 총 시간이 길수록 Cu 의 Sn 으로의 확산은 진행되고, 형성된 Cu-Sn 합금 입자는 성장한다. 총 시간이 30 초를 넘는 리플로우에서는 Cu-Sn 합금층을 단면에서 보았을 때의 결정 입경은  $0.5 \mu\text{m}$  이상이 된다.

[0048] 리플로우의 조건은 가능한 한 저온인 것이 바람직하다. 비교적 낮은 온도의 리플로우에서는, 과잉인 Cu 의 용융, 확산의 진행을 억제하고, 순 Sn 의 소모를 억제할 뿐만 아니라, 확산되는 과정에서 새로운 결정립이 형성되기 쉽고, Ni 층에서 Sn 층으로 관통되는 결정립이 형성되기 어렵다. 단, 온도가 너무 낮으면, 리플로우 불량을 일으키기 때문에, 도금재의 최고 도달 온도가  $250 \sim 350^\circ\text{C}$  가 되는 리플로우 조건이 좋다.

[0049] 따라서, 중간 도금층을 형성하는 Cu-Sn 합금의 평균 결정 입경, 관통 입자의 비율 및 평균 조도 (Ra) 를 제어하려면, 리플로우 처리시에, 도금재의 최고 도달 온도를  $250 \sim 350^\circ\text{C}$ , 바람직하게는  $280 \sim 320^\circ\text{C}$  로 하고, 표면 Sn 층이 용융되고 나서 냉각되어 응고될 때까지의 시간을  $0.5 \sim 5$  초, 바람직하게는  $0.5 \sim 2$  초로 하고, 또한 리플로우 처리의 총 시간을 30 초 이내, 바람직하게는  $5 \sim 15$  초로 하는 것이 중요하다.

[0050] 표면 Sn 층이 용융되고 나서 냉각되어 응고될 때까지의 시간은, 반사 농도계로 표면의 광택도를 측정하고, Sn 의 용융을 확인하고 나서, 냉각을 개시하여, 도금재의 온도가 Sn 의 용점을 하회할 때까지의 시간을 측정함으로써 부여된다.

[0051] 리플로우 처리의 총 시간은, 도금재의 온도가  $50^\circ\text{C}$  에 도달했을 때부터 리플로우 온도에 도달한 후 다시  $50^\circ\text{C}$  로 되돌아올 때까지의 시간을 계측함으로써 부여된다.

#### Sn 또는 Sn 합금으로 이루어지는 표면 도금층

[0053] 리플로우 처리 후의 Sn 또는 Sn 합금으로 이루어지는 표면 도금층의 두께는  $0.1 \sim 1.5 \mu\text{m}$ , 바람직하게는  $0.2 \sim 1.0 \mu\text{m}$  로 한다. 두께가  $0.1 \mu\text{m}$  미만이 되면 고온 환경 하에서의 땀남 젖음성이나 접촉 저항의 열화가 현저하게 촉진되고,  $1.5 \mu\text{m}$  를 초과하면, 삽입력이 현저하게 증대된다. 리플로우 처리 후에 표면 도금층의 두께를 상기의 범위로 하기 위해서는, 리플로우 처리 전의 표면 도금층의 두께를  $0.3 \sim 1.7 \mu\text{m}$ , 바람직하게는  $0.4 \sim 1.2 \mu\text{m}$  로 하는 것이 좋다. 리플로우 처리 전의 표면 도금층의 두께가  $0.3 \mu\text{m}$  미만이면, 리플로우 처리에 의해 Sn 성분이 Cu 또는 Cu 합금 도금층으로 확산되어 소비되기 때문에, 리플로우 처리 후에 필요한 두께의 표면 도금층이 잔존하지 않게 된다. 또, 두께가  $1.7 \mu\text{m}$  를 초과하면 리플로우 처리 후에도 필요 이상으로 두꺼운 표면 도금층이 잔존하게 된다.

[0054] 「Sn 또는 Sn 합금」으로서는 Sn 단독 도금 외에, 예를 들어 Sn-Ag 합금, Sn-Bi 합금, Sn-Zn 합금, Sn-Pb 합금과 같은 Sn 합금 도금을 들 수 있다. 이들 중에서도 도금욕의 안전성, 관리의 용이성, 비교적 낮은 온도에서의 열처리가 가능하다는 등의 이유로부터 특히 Sn 단독 도금이 바람직하다. Sn 또는 Sn 합금의 도금층은 예를 들어 전기 Sn 도금이나 무전해 Sn 도금과 같은 습식 도금, 혹은 CVD 나 PVD 와 같은 건식 도금에 의해 얻을 수 있다. 생산성, 비용의 관점에서 전기 도금이 바람직하다.

[0055] 이하, 본 발명의 실시예를 나타내는데, 이들은 예시이기 때문에 본 발명이 한정되는 것을 의도하는 것은 아니다.

#### 1. 평가 방법

[0057] 각 시험편의 평가는 이하와 같이 하여 실시하였다.

#### [도금 두께]

[0059] 리플로우 처리 전의 Ni 도금층의 두께는 형광 X 선 막두께계 (에스아이아이?나노테크놀로지 주식회사 제조, 형식 SEA5100) 로 측정하였다. Cu 도금층의 두께는, Ni 도금 상에 Cu 도금을 실시한 상태에서 전해식 막두께계 (덴쇼쿠 주식회사 제조, 형식 CT-3) 에 의해 측정하였다. Sn 도금층의 두께는 형광 X 선 막두께계 (상동) 에 의해 측정하였다. 각 도금층에 대해, 5 개소의 평균값을 도금층의 두께로 하였다.

[0060] 리플로우 처리 후의 Ni 도금층의 두께는 형광 X 선 막두께계 (상동) 로 측정하였다. Cu 도금층, Sn 도금층

의 두께는 전해식 막두께계 (상동)로 측정하였다. 각 도금층에 대해, 5 개소의 평균값을 도금층의 두께로 하였다. 또, TEM에 의한 단면 관찰을 실시하고, 관찰 시야를 폭방향으로 9 등분하고, 폭 전체를 9로 하여 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 지점의 Cu-Sn 확산층의 두께 (합계 10 점)를 실측하고, 그 평균값을 Cu-Sn 확산층의 두께로 하였다.

[0061] [중간 도금층을 형성하는 Cu-Sn 합금의 평균 결정 입경]

각 시험편을 히타치 제조의 집속 이온 빔 가공 관찰 장치 FB-2100로 가공하고, 도금 단면을 노출시킨 후, 히타치 제조의 주사 투과 전자 현미경 (TEM) HD-2700 (가속 전압 : 200 kv, 빔 사이즈 : 0.2 nm)으로 Cu-Sn 합금의 중간 도금층의 단면을 관찰하였다 (배율 27800 배, 관찰 시야  $1.3 \mu\text{m} \times 1.3 \mu\text{m}$ ). Cu-Sn 합금의 각 결정립에 대해 도금 두께 방향으로 그을 수 있는 가장 긴 직선과, 도금 두께 방향과 수직 방향으로 그을 수 있는 가장 긴 직선의 길이를 실측하여, 양자의 평균으로부터 각각의 결정 입경을 산출하였다. 이와 같이 하여 시야 중의 모든 Cu-Sn 합금의 결정 입경을 산출하고 그 평균을 Cu-Sn 합금의 평균 결정 입경으로 하였다. 도 1에 No.3에 대해 Cu-Sn 합금의 중간 도금층의 단면을 관찰했을 때의 TEM 화상을 예시적으로 나타낸다.

[0063] [중간 도금층을 관통하는 Cu-Sn 합금 입자의 비율]

각 시험편을 히타치 제조의 집속 이온 빔 가공 관찰 장치 FB-2100으로 가공하고, 도금 단면을 노출시킨 후, 히타치 제조의 주사 투과 전자 현미경 (TEM) HD-2700 (가속 전압 : 200 kv, 빔 사이즈 : 0.2 nm)으로 Cu-Sn 합금의 중간 도금층의 단면을 관찰하였다 (배율 27800 배, 관찰 시야  $1.3 \mu\text{m} \times 1.3 \mu\text{m}$ ). 인접하는 도금층 (Ni 도금층 또는 Cu 도금층과 Sn 층) 양방과 접하고 있는 결정립을 관통립으로 하고, 시야 중의 모든 Cu-Sn 합금의 결정립의 수와 그 중 관통립의 수를 카운트하여, 관통립의 비율을 산출하였다. 도 1에 No.3에 대해 Cu-Sn 합금의 중간 도금층의 단면을 관찰했을 때의 TEM 화상을 예시적으로 나타낸다. 또, 도 2는 도 1에 도금층 계면 및 결정립계를 가필하고, 각 결정립에 알파벳을 붙인 것이다. 19개의 결정립 A ~ S 중, A, C, D, H, L, R 및 S의 7개는 관통립이기 때문에, 이 경우, 관통립의 비율은  $7/19 = 36.8\%$  (약 35%)이다.

[0065] [Cu-Sn 합금 도금층 표면의 평균 조도 (Ra)]

각 시험편의 표면 Sn 층을 화학적으로 연마하여, 완전하게 제거한 후, 미타카 광기 제조의 비접촉형 3 차원 형상 측정 장치 NH-3 (He-Ne 레이저, 파장 : 633 nm, 출력 : 1.8 mW)으로 Cu-Sn 합금층 표면의 조도를 측정하였다.

[0067] [납땜성]

각 시험편을 155 °C에서 16시간 대기 가열한 후에 납땜성을 측정하였다. 레스카사 제조 솔더 체커 SAT-5000을 사용하여, 메니스코 그래프법으로 땜납 젖음 시간 ( $T_2$ )을 측정하였다. 시료 사이즈 : 폭 10 mm × 길이 20 mm, 플러스 : 25%로 진?메탄올 용액, 땜납 온도 : 250 °C, 땜납 조성 : Sn-3.0 Ag-0.5 Cu (센쥬 금속 제조 705 M), 침지 속도 : 20 mm/sec, 침지 시간 : 10초간, 침지 깊이 : 2 mm.

[0069] [접촉 저항]

각 시험편을 155 °C에서 1000시간 대기 가열한 후에 접촉 저항을 측정하였다. 야마자키 정기사 제조의 전기 접점 시뮬레이터 CRS-1을 사용하고, 사단자법으로 측정하였다. 프로브 : 금 프로브, 접촉 하중 : 50 g, 슬라이딩 속도 : 1 mm/min, 슬라이딩 거리 : 1 mm.

[0071] [삽입력]

각 시험편을 090형 수단자 (폭 : 2.3 mm, 두께 : 0.64 mm)의 형상으로 프레스 가공한 후에, 아이코 엔지니어링 제조의 탁상 하중 측정기 1310 NR을 사용하고, 암단자와 끼워 맞쳤을 때의 하중을 측정. 암단자 : 스미토모 전장 제조 090형 SMTS 단자, 삽입 속도 : 50 mm/min, 삽입 거리 : 5 mm/min.

[0073] 2. 시험편의 제조

Zn : 30 질량% - 잔부 Cu 및 불가피적 불순물의 조성을 갖는 구리 합금조 (판두께 0.32 mm × 폭 30 mm × 길이 100 mm)를 17장 준비하고, 각각에 대해 이하의 순서대로 도금을 실시하였다.

(순서 1) 알칼리 수용액 중에서 시료를 캐소드로 하고 전해 탈지를 실시하였다.

- [0076] (순서 2) 10 질량% 황산 수용액을 사용하여 산세하였다.
- [0077] (순서 3) 황산니켈 250 g/l, 염화니켈 45 g/l, 붕산 40 g/l 를 함유하는 니켈 도금욕을 사용하여, 온도 55 °C, 전류 밀도 4.0 A/dm<sup>2</sup> 의 조건으로 Ni 도금을 실시하였다. Ni 도금층의 두께는, 전착 시간에 따라 조정하였다. 이 시점에서의 각 시험편의 Ni 도금층의 두께는 표 1에 나타냈다.
- [0078] (순서 4) 황산구리 200 g/l, 황산 60 g/l 를 함유하는 구리 도금욕을 사용하여, 온도 30 °C, 전류 밀도 2.3 A/dm<sup>2</sup> 의 조건으로 Cu 도금을 실시하였다. Cu 도금층의 두께는, 전착 시간에 따라 조정하였다. 이 시점에서의 각 시험편의 Cu 도금층의 두께는 표 1에 나타냈다.
- [0079] (순서 5) 산화 제 1 주석 40 g/l, 페놀술폰산 270 g/l, 계면 활성제 5 g/l 를 함유하는 Sn 도금욕을 사용하여, 온도 45 °C, 전류 밀도 4.0 A/dm<sup>2</sup> 의 조건으로 Sn 도금을 실시하였다. Sn 도금층의 두께는, 전착 시간에 따라 조정하였다. 이 시점에서의 각 시험편의 Sn 도금층의 두께를 표 1에 나타냈다.
- [0080] (순서 6) 표 1에 기재된 조건으로 리플로우 처리를 실시하였다. 리플로우 처리 후의 각 시험편의 도금 두께도 표 1에 나타냈다.

### 표 1

No.	리플로우전 도금 두께 ( $\mu\text{m}$ )			리플로우의 조건			리플로우 후 도금 두께 ( $\mu\text{m}$ )			
	Ni	Cu	Sn	재료의 최고온도 (°C)	용융에서 응고 까지의 시간(초)	리플로우의 총시간(초)	Ni	Cu	CuSn	Sn
1	0.5	0.2	0.8	300	1	8	0.5	0	0.38	0.58
2	1.2	0.3	0.7	300	1	8	1.2	0.25	0.41	0.45
3	0.6	0.25	1.3	300	1	8	0.6	0.12	0.20	1.12
4	0.9	0.25	1	280	1	10	0.9	0.05	0.42	0.86
5	0.6	0.2	0.6	280	1	10	0.6	0	0.4	0.34
6	0.6	0.3	0.6	300	1	8	0.6	0.1	0.38	0.42
7	0.9	0.4	1.3	280	10	25	0.9	0	0.82	0.9
8	0.6	0.2	0.8	400	2	5	0.6	0	0.43	0.59
9	1.2	0.5	1	250	5	45	1.2	0	0.94	0.54
10	0.6	0.3	0.9	250	5	60	0.6	0	0.61	0.6
11	0.1	0.3	0.5	280	1	10	0.1	0.1	0.4	0.3
12	0.9	0.9	0.9	280	1	10	0.9	0.63	0.51	0.68
13	0.4	0.1	1.1	280	0.05	10	0.4	0.09	0.05	1
14	0.6	0.2	0.25	280	1	10	0.6	0	0.32	0.08
15	0.6	0.4	2	280	1	10	0.6	0.12	0.45	1.82
16	없음	0.3	0.8	280	1	10	0.02	0.12	0.3	0.71
17	0.6	없음	0.8	280	1	10	0.42	없음	—	0.48

[0081]

### 3. 결과

[0082]

이상의 순서로 얻어진 각 시험편에 대해, 각 특성을 평가한 결과를 표 2에 나타낸다.

표 2

No.	Cu-Sn 합금 도금층			성능		
	입경 ( $\mu\text{m}$ )	관통립 (%)	조도 ( $\mu\text{m}$ )	납땜성 (초)	접촉 저항 (m $\Omega$ )	삽입력 (N)
1	0.42	55	0.30	1.5	2	4.7
2	0.36	50	0.21	2.2	5.5	4.7
3	0.12	35	0.25	1	2	5.5
4	0.18	20	0.20	1.2	1.8	5.1
5	0.05	0	0.12	2.5	6.7	4.5
6	0.43	50	0.05	2.7	4.7	5.4
7	0.38	50	0.60	5.4	28	5.1
8	0.45	80	0.27	4.5	25	4.8
9	0.72	55	0.32	3.2	15	4.7
10	1.66	60	0.19	4.2	25	5
11	0.46	35	0.32	10초 이상	52	4.4
12	0.41	50	0.40	10초 이상	38	5
13	0.35	45	0.42	10초 이상	113	5.3
14	0.3	55	0.32	10초 이상	18	4.2
15	0.38	50	0.28	1	4.5	6.8
16	0.4	45	0.36	3.4	40	5.1
17	-	-	-	10초 이상	130	4.8

[0084]

No.1 ~ No.5 는 리플로우 후의 각 층의 도금 두께에 더하여, Cu-Sn 합금 도금층의 입경, 관통립 및 조도가 모두 바람직한 범위에 있고, 가열 후에도 양호한 납땜성과 접촉 저항을 나타내고, 삽입 빨출성도 높다.

[0086]

No.6 은 Cu-Sn 합금 도금층 표면의 조도가 작은 예이다. No.2 와 No.6 을 비교하면, 이들은 리플로우 후의 각 도금 두께가 근사(近似)하고, Cu-Sn 합금 도금층의 결정립의 입경 및 관통립의 비율도 근사하다. 그러나, No.2 쪽이 Cu-Sn 합금 도금층 표면의 조도가 크고, 삽입력이 작다.

[0087]

No.7 은 Cu-Sn 합금 도금층 표면의 조도가 높은 예이다. 이로 인해, 가열 후의 접촉 저항이 높다.

[0088]

No.8 은 Cu-Sn 합금 도금층의 관통립의 비율이 높은 예이다. No.1 과 No.8 을 비교하면, 이들은 리플로우 후의 각 도금 두께가 근사하고, Cu-Sn 합금 도금층의 결정립의 입경 및 표면 조도도 근사하다. 그러나, No.8 은 Cu-Sn 합금 도금층을 관통하는 결정립의 비율이 크고, 가열 후의 접촉 저항이 높다.

[0089]

No.9 는 Cu-Sn 합금 도금층의 결정립의 평균 입경이 큰 예이다. No.2 와 No.9 를 비교하면, 이들은 리플로우 후의 각 도금 두께는 근사하고, Cu-Sn 합금 도금층을 관통하는 결정립의 비율도 근사하다. 그러나, Cu-Sn 합금 도금층을 형성하는 결정립의 크기가 No.2 와 비교하여 상당히 커기 때문에, 접촉 저항이 악화되었다.

[0090]

No.10 은 Cu-Sn 합금 도금층의 결정립의 평균 입경이 더욱 큰 예이다. No.1 과 No.10 을 비교하면, 이들은 리플로우 후의 각 도금 두께는 근사하고, Cu-Sn 합금 도금층을 관통하는 결정립의 비율도 근사하다. 그러나, Cu-Sn 합금 도금층을 형성하는 결정립의 크기가 No.1 과 비교하여 상당히 커기 때문에, 접촉 저항이 악화되었다.

[0091]

No.11 은 Ni 도금층의 두께가 너무 작은 예이고, No.12 는 Cu 도금층의 두께가 너무 큰 예이고, No.13 은 Cu-Sn 합금 도금층의 두께가 너무 작은 예이고, No.14 는 Sn 도금층의 두께가 너무 작은 예이다. 어느 것도, 내열성이 현저하게 낮다.

[0092]

No.15 는 Sn 도금층의 두께가 너무 큰 예이다. 삽입력이 현저하게 높다.

[0093]

No.16 은 Cu 하지 도금과 Sn 표면 도금만 실시한 예이다. 내열성이 낮다.

[0094]

No.17 은 Ni 하지 도금과 Sn 표면 도금만 실시한 예이다. 납땜성도 내열성이 낮다.

### 부호의 설명

[0095]

1 모재

2 Ni 층

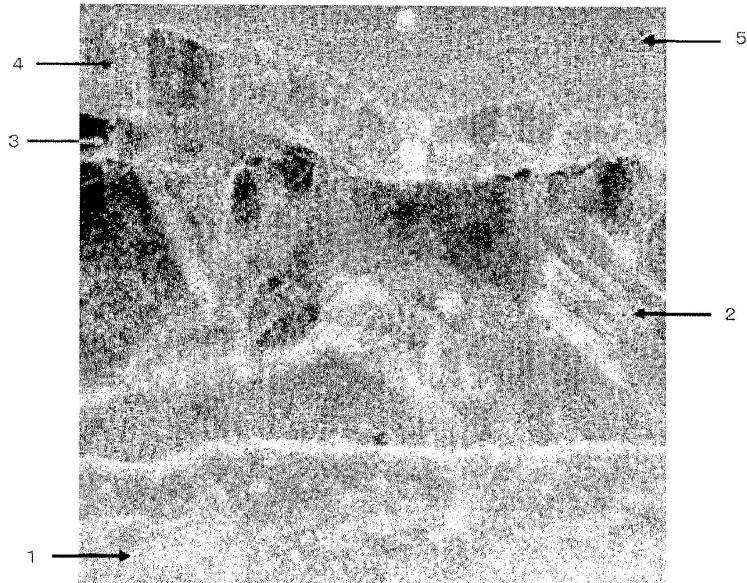
3 Cu 층

4 Cu-Sn 합금층

5 Sn 층

### 도면

#### 도면1



#### 도면2

