



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년02월15일
 (11) 등록번호 10-1707244
 (24) 등록일자 2017년02월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 21/60 (2006.01) C22C 5/02 (2006.01)
 C22C 5/04 (2006.01) C22C 5/06 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2010-7028435
 (22) 출원일자(국제) 2010년07월16일
 심사청구일자 2015년07월16일
 (85) 번역문제출일자 2010년12월17일
 (65) 공개번호 10-2012-0035093
 (43) 공개일자 2012년04월13일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2010/062082
 (87) 국제공개번호 WO 2011/013527
 국제공개일자 2011년02월03일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2009-177315 2009년07월30일 일본(JP)
 JP-P-2009-226464 2009년09월30일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2004006740 A*
 KR1020070089754 A*
 JP2000195888 A
 JP2006190763 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 신닛테츠스미킹 마테리알즈 가부시카이가이샤
 일본 도쿄토 추오쿠 긴자 7초메 16방 3고
 닛테쓰스미킹 마이크로 메탈 가부시카이가이샤
 일본 사이타마켄 이루마시 오아자 사야마가하라
 158 반치 1
 (72) 발명자
 데라시마 신이찌
 일본 1008071 도쿄도 짜요다꾸 마루노우찌 2쵸메
 6-1 신닛뽀세이테쯔 카부시카이가이샤 내
 우노 도모히로
 일본 1008071 도쿄도 짜요다꾸 마루노우찌 2쵸메
 6-1 신닛뽀세이테쯔 카부시카이가이샤 내
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 장수길, 성재동

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 오순영

(54) 발명의 명칭 **반도체용 본딩 와이어**

(57) 요약

본 발명은 팔라듐 도금된 리드 프레임이라도 양호한 웨지 접합성을 확보할 수 있고, 내산화성이 우수한, 구리 또는 구리 합금을 코어선으로 하는 반도체용 본딩 와이어를 제공한다.

구리 또는 구리 합금으로 이루어지는 코어선과, 상기 코어선의 표면에, 10 내지 200nm의 두께를 갖는 팔라듐을 포함하는 피복층과, 상기 피복층의 표면에, 1 내지 80nm의 두께를 갖는 귀금속과 팔라듐을 포함하는 합금층을 갖고, 상기 귀금속이 은 또는 금이고, 상기 합금층 중의 상기 귀금속의 농도가 10체적% 이상 75체적% 이하인 것을 특징으로 한다.

(72) 발명자

야마다 다카시

일본 3580032 사이타마켄 이루마시 사야마가하라
158 반치 1 가부시키키가이샤 닛테쓰 마이크로 메탈
내

오다 다이조오

일본 3580032 사이타마켄 이루마시 사야마가하라
158 반치 1 가부시키키가이샤 닛테쓰 마이크로 메탈
내

명세서

청구범위

청구항 1

구리 또는 구리 합금으로 이루어지는 코어선과,

상기 코어선의 표면에 형성된, 10 내지 200nm의 두께를 갖는 팔라듐을 포함하는 피복층과,

상기 피복층의 표면에 형성된, 1 내지 80nm의 두께를 갖는, 귀금속과 팔라듐을 포함하는 합금층을 갖는 반도체용 본딩 와이어이며,

상기 귀금속이 금이고,

상기 합금층 중의 상기 귀금속의 농도가 10체적% 이상 75체적% 이하이고,

상기 본딩 와이어의 표면 결정립 중, <111> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율이 40% 이상 100% 이하인 것을 특징으로 하는, 반도체용 본딩 와이어.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 합금층 중의 금의 농도가 15체적% 이상 75체적% 이하인 것을 특징으로 하는, 반도체용 본딩 와이어.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 합금층 중의 금의 농도가 40체적% 이상 75체적% 이하인 것을 특징으로 하는, 반도체용 본딩 와이어.

청구항 4

구리 또는 구리 합금으로 이루어지는 코어선과,

상기 코어선의 표면에 형성된, 10 내지 200nm의 두께를 갖는 팔라듐을 포함하는 피복층과,

상기 피복층의 표면에 형성된, 1 내지 80nm의 두께를 갖는, 귀금속과 팔라듐을 포함하는 합금층을 갖는 반도체용 본딩 와이어이며,

상기 귀금속이 은이고,

상기 합금층 중의 상기 귀금속의 농도가 10체적% 이상 75체적% 이하이고,

상기 본딩 와이어의 표면 결정립 중, <100> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율이 50% 이상 100% 이하인 것을 특징으로 하는, 반도체용 본딩 와이어.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 합금층이 1 내지 30nm의 두께로 형성되고,

상기 합금층 중의 은의 농도가 10체적% 이상 70체적% 이하인 것을 특징으로 하는, 반도체용 본딩 와이어.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 합금층 중의 은의 농도가 20체적% 이상 70체적% 이하인 것을 특징으로 하는, 반도체용 본딩 와이어.

청구항 7

구리 또는 구리 합금으로 이루어지는 코어선과,

상기 코어선의 표면에 형성된, 10 내지 200nm의 두께를 갖는 팔라듐을 포함하는 피복층과,

상기 피복층의 표면에 형성된, 1 내지 80nm의 두께를 갖는, 귀금속과 팔라듐을 포함하는 합금층을 갖는 반도체용 본딩 와이어이며,

상기 귀금속이 은이고,

상기 합금층 중의 상기 귀금속의 농도가 10체적% 이상 75체적% 이하이고,

상기 본딩 와이어의 표면 결정립 중, <111> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율이 60% 이상 100% 이하인 것을 특징으로 하는, 반도체용 본딩 와이어.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 본딩 와이어의 표면의 마이어 경도가 0.2 내지 2.0GPa의 범위인 것을 특징으로 하는, 반도체용 본딩 와이어.

청구항 9

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 코어선이, B, P, Se 중 적어도 1종을 총계로 5 내지 300질량 ppm 함유하는 것을 특징으로 하는, 반도체용 본딩 와이어.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 코어선이, B, P, Se 중 적어도 1종을 총계로 5 내지 300질량ppm 함유하는 것을 특징으로 하는, 반도체용 본딩 와이어.

청구항 11

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 반도체 소자 상의 전극과 외부 접속 단자를 접속하기 위해 사용되는 반도체용 본딩 와이어에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재, 반도체 소자 상의 전극과 외부 접속 단자 사이를 접속하는 반도체용 본딩 와이어(이하, 「본딩 와이어」라고 함)로서는, 선 직경 20-50 μ m 정도이고, 재질은 고순도 4N(4-Nine, 순도가 99.99질량% 이상)의 금(Au)인 본딩 와이어(금 본딩 와이어)가 주로 사용되고 있다. 금 본딩 와이어를 반도체 소자인 실리콘 칩 상의 전극에 접합시키기 위해서는, 초음파 병용 열압착 방식의 볼 본딩을 행하는 것이 일반적이다. 즉, 병용 본딩 장치를 사용하여, 상기 금 본딩 와이어를 모세관이라고 불리는 지그의 내부에 통과시켜, 와이어 선단을 아크 입열로 가열 용융하고, 표면 장력에 의해 볼부를 형성시킨 후에, 150 내지 300 $^{\circ}$ C의 범위 내에서 가열한 상기 전극 상에, 가열 용융하여 형성된 볼부를 압착 접합시키는 방법이다.

[0003] 한편, 금 본딩 와이어를 리드나 랜드 등의 외부 접속 단자에 접속하는 경우에는, 전술한 바와 같은 볼부를 형성하지 않고, 금 본딩 와이어를 직접 전극에 접합하는, 소위 웨지 본딩을 행하는 것이 일반적이다. 최근, 반도체 실장의 구조·재료·접속 기술 등은 급속하게 다양화되고 있고, 예를 들어, 실장 구조에서는 현행의 리드 프레임을 사용한 QFP(Quad Flat Packaging)에 추가하여, 기관이나 폴리이미드 테이프 등을 사용하는 BGA(Ball Grid Array), CSP(Chip Scale Packaging) 등의 새로운 실장 형태가 실용화되어, 외부 접속 단자도 다양화되고 있다. 그로 인해, 웨지 본딩 특성은 종래 이상으로 중요시되고 있다.

[0004] 또한, 반도체 소자의 소형화의 요구가 높아지고 있고, 박형 실장을 행하기 위해, 본딩 와이어 접속의 루프의 높이를 낮게 한다고 하는 저루프 본딩 기술이나, 복수매 적층한 칩을 향해 기관측으로부터 루프를 형성하는 역본딩 기술 등이 널리 퍼지고 있다.

[0005] 그런데, 최근의 자원 가격의 양등에 수반하여, 금 본딩 와이어의 원료가 되는 금의 가격도 급등하고 있어, 금을 대신하는 저비용의 와이어 소재로서, 구리(Cu)가 검토되고 있다. 그러나, 금에 비해 구리는 산화되기 쉬우므로, 단순한 구리 본딩 와이어로는 장기간의 보관이 어렵고, 웨지 본딩 특성도 양호하지 않다. 또한, 이와 같은 단순한 구리 본딩 와이어의 선단에 불부를 형성할 때에는, 불부가 산화되지 않도록, 환원 분위기로 해야만 한다. 구체적으로는, 질소(N₂)에 4체적% 정도의 수소(H₂)를 혼재시킨 가스를 사용하여, 불부 주변을 환원 분위기로 하는 것이 일반적인 것이지만, 그래도 금 본딩 와이어를 사용한 것과 같은 양호한 불 본딩을 행하는 것은 어렵다. 이들의 이유로부터, 구리 본딩 와이어의 이용은 일반적인 LSI 분야에 아직 널리 퍼져 있지 않다.

[0006] 따라서, 구리 본딩 와이어의 산화라고 하는 과제를 해결하기 위해, 구리 와이어의 표면에 은(Ag)을 피복한 구리 본딩 와이어가 제안되어 있다. 예를 들어, 특허 문헌 1에서는 구리 와이어에 은을 피복한 구체에는 개시되어 있지 않지만, 본딩 와이어의 내부 금속으로서 알루미늄(Al), 구리, 철(Fe), 철과 니켈의 합금(FeNi) 등의 비순 귀금속을 들 수 있고, 상기 본딩 와이어의 표면 피복 금속으로서 수분, 염분, 알칼리 등에 대한 내식성이 있는 금속, 예를 들어, 금이나 은으로 하는 것이 개시되어 있다. 또한, 특허 문헌 2에서는 구리 와이어에 은을 피복한 구체에는 개시되어 있지 않지만, 구리계 와이어에 금, 은을 포함하는 귀금속을 피복한 구리계 본딩 와이어가 예시되어 있고, 당해 구리계 와이어에 피복을 실시하면, 내부식성이 한층 향상된다고 기재되어 있다. 특허 문헌 3에서는 알루미늄(Al)이나 구리 와이어에, 금이나 은 등의 귀금속을 도금한 본딩 와이어가 개시되고, 구리 본딩 와이어의 경우에는, 상기 도금에 의해 내식성 및 열산화의 문제가 해소되어, 리드 프레임과의 접합성도 금 본딩 와이어와 동일한 신뢰성이 얻어진다고 되어 있다. 특허 문헌 4에서는 고순도 구리 극세선의 표면에, 귀금속 혹은 내식성 금속을 피복한 구리 본딩 와이어가 개시되고, 상기 피복하는 귀금속의 하나로서 은이 사용되어 있다. 이와 같이 구성함으로써, 구리 본딩 와이어의 표면 산화(구체적으로는, 대기 중에 10일간 방치 후의 표면 산화의 유무임)를 억제할 수 있는 것으로 하고 있다. 또한, 상기 구리 극세선의 직경으로서는 1.5 내지 80 μm로 하고, 상기 피복하는 피막은 10nm 내지 1μm의 평균 층 두께로 하고 있다(실시예에서는, 25μm 직경의 와이어이고, 0.1μm의 평균 층 두께의 피막임). 특허 문헌 5에서는 구리 세선의 표면에, 은을 선 직경의 0.001 내지 0.01배의 두께로 피복한 구리 본딩 와이어, 즉 직경 25μm의 구리 세선이고 0.02 내지 0.3μm 두께의 은 피복으로 되는 구리 본딩 와이어가 개시되어 있다. 은을 피복함으로써 구리의 산화 억제 및 불 형성능이 향상되는 것으로 하고 있다.

[0007] 또한, 구리 본딩 와이어의 산화라고 하는 과제를 해결하기 위해, 구리 와이어의 표면에 귀금속, 구체적으로는 금(Au)을 피복한 구리 본딩 와이어가 제안되어 있다. 예를 들어, 특허 문헌 1에서는 구리 와이어에 금을 피복한 구체에는 개시되어 있지 않지만, 본딩 와이어의 내부 금속으로서 알루미늄(Al), 구리, 철(Fe), 철과 니켈의 합금(FeNi) 등의 비순귀금속을 들 수 있고, 상기 본딩 와이어의 표면 피복 금속으로서 수분, 염분, 알칼리 등에 대한 내식성이 있는 금속, 예를 들어 금이나 은으로 하는 것이 개시되어 있다. 특허 문헌 7에서는 구리 또는 주석을 포함한 구리 합금을 코어선으로 하고, 그 위에 도금한 본딩 와이어가 개시되어, 파단 강도가 향상된다고 기재되어 있다. 또한, 특허 문헌 2에서는 구리 와이어에 금을 피복한 구체에는 개시되어 있지 않지만, 구리계 와이어에 금, 은을 포함하는 귀금속을 피복한 구리 본딩 와이어가 예시되어 있고, 구리계 와이어에 피복을 실시하면, 내부식성이 한층 향상된다고 기재되어 있다. 특허 문헌 3에서는 알루미늄(Al)이나 구리 와이어에, 금이나 은 등의 귀금속을 도금한 본딩 와이어가 개시되고, 구리 본딩 와이어의 경우에는, 상기 도금에 의해 내식성 및 열산화의 문제가 해소되어, 리드 프레임과의 접합성도 금 본딩 와이어와 동일한 신뢰성이 얻어진다고 되어 있다. 특허 문헌 4에서는 고순도 구리 극세선의 표면에, 귀금속 혹은 내식성 금속을 피복한 구리 본딩 와이어가 개시되고, 상기 피복하는 귀금속의 하나로서 금이 사용되어 있다. 이와 같이 구성함으로써, 구리 본딩 와이어의 표면 산화(구체적으로는, 대기 중에 10일간 방치 후의 표면 산화의 유무임)를 억제할 수 있는 것으로 하고 있다. 또한, 상기 구리 극세선의 직경으로서는 15 내지 80μm로 하고, 상기 피복하는 피막은 10nm 내지 1μm의 평균 층 두께로 하고 있다(실시예에서는 25μm 직경의 와이어이고, 0.1μm인 평균 층 두께의 피막임). 특허 문헌 8에서는 구리 코어선의 외주를 금으로 피복하는 것이 개시되어 있고, 알루미늄으로 이루어지는 전극으로의 접합성이 향상된다고 기재되어 있다. 특허 문헌 9에서는 소성 변형되지 않는 코어재와, 코어재보다도 연하게 소성 변형되는 외주재로 이루어지는 복합 도체가 개시되고, 코어재로서 금이, 외주재로서 구리 합금이 일례로서 개시되어 있고, 도전과 회로 사이의 접속 강도를 높이는 효과가 있다고 되어 있다. 특허 문헌 10에서는 구리 합금의 외측을 금 혹은 금 합금으로 덮는 것이 개시되어 있고, 반도체 소자를 수지 밀봉할 때에 본딩 와이어끼리가 접촉하는 불량 사고를 방지할 수 있는 것이 개시되어 있다. 특허 문헌 11에서는 무산소 구리 와이어로 이루어지는 선재의 표면에 순금 도금을 하는 것이 개시되어 있고, 고주파 전송이 우수한 신호 도통률이 높은 본딩 와이어가 개시되어 있다. 특허 문헌 12에서는 구리를 주성분으로 하는 코어재 상에 구리 이외의 금속으로 이루어지는 이종(異種) 금속층을 개재하여 구리보다도 고용점인 내산화성 금속으로 이루어지는 피복층을 갖는 본딩 와

이어가 개시되어 있고, 진구의 볼부를 안정적으로 형성할 수 있고, 또한 피복층과 코어재 사이의 밀착성이 우수한 특성이 개시되어 있다.

[0008] 그러나, 상술한 바와 같이 와이어 표면에 은 또는 금을 피복한 구리 본딩 와이어에서는, 구리의 표면 산화(특히, 보관 중인 산화의 진행)를 억제할 수 있지만, 본딩할 때에 와이어 선단에 형성하는 볼부가 진구로 되지 않고 찌그러지는 경우가 많아, 당해 구리 본딩 와이어의 실용화를 방해하고 있다. 은을 피복한 경우에는, 와이어 선단을 아크 입열로 가열 용융할 때에, 용점이 낮은 은(용점 961℃)이 우선적으로 용융되어 버리는 것에 비해, 용점이 높은 구리(용점 1083℃)는 일부분밖에 용융되지 않는 것이, 관계되어 있다고 생각된다. 또한, 금을 피복한 경우에는, 와이어 선단을 가열 용융하려고 아크에 의해 입열이 부여될 때, 구리는 비열이 크기 때문에(380J/kg·K) 용융시키기 어려운 것에 비해, 금은 비열이 작기 때문에(128J/kg·K) 약간의 입열로도 용융 가능하고, 그 결과, 구리와 금의 복층 구조체에서는 금이 우선적으로 용융되어 버리는 것이, 관계되어 있다고 생각된다. 또한, 특허 문헌 5에 있는 바와 같이, 본딩을 환원 분위기(10%H₂-N₂)에서 행하면, 은 피복으로도 볼부 형성이 양호해지는 경우가 많지만, 수소를 포함하지 않는 분위기에서는 용융 시의 산화를 억제할 수 없으므로 본딩을 행하는 것은 어렵고, 양호한 볼부 형성을 달성할 수 없다.

[0009] 한편, 은 또는 금을 피복하는 대신에, 구리 와이어의 표면에 팔라듐(Pd)을 피복하는 것도 생각된다. 실제로, 특허 문헌 2 내지 4에는, 피복층에는 은이나 금 이외의 귀금속으로서 팔라듐도 예시되어 있다. 상기 문헌에서는, 팔라듐의 우세성은 개시되어 있지 않지만, 팔라듐의 용점은 은보다도 높고(용점 1554℃), 팔라듐의 비열은 금보다도 높으므로(244J/kg·K), 팔라듐을 피복하면, 상술한 은이나 금과 같이 구리 와이어가 용융되어 볼부가 형성되기 전에 피복층이 용융되어 진구 형상의 볼부를 형성할 수 없다고 하는 문제를 해결할 수 있다고 생각된다. 즉, 구리 와이어의 표면에 팔라듐을 피복함으로써, 구리의 산화 방지와 볼부의 진구성 확보라고 하는 2개의 과제를 동시에 해결할 수 있다고 생각된다. 특허 문헌 6에서는 코어선과 피복층(외주부)의 2층 본딩 와이어에 있어서 코어선과 피복층 사이에 확산층을 설치하여 피복층의 밀착성 등을 개선하는 것이 개시되어 있지만, 코어선에 구리를, 피복층에 팔라듐을 사용하는 예가 개시되어 있다. 이와 같은 팔라듐을 피복한 구리 본딩 와이어에서는, 구리의 산화가 억제되어 있으므로, 구리 본딩 와이어의 장기 보관이나 웨지 본딩 특성이 우수할 뿐만 아니라, 와이어 선단에 볼부를 형성할 때에 볼부가 산화될 우려가 대폭으로 개선되어 있다. 따라서, 위험한 가스인 수소를 사용하지 않고, 순질소 가스를 사용하여 볼부 주변을 질소 분위기로 한 것만으로도, 진구의 볼부를 형성할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1 : 일본 특허 출원 공개 소57-12543호 공보
- (특허문헌 0002) 특허 문헌 2 : 일본 특허 출원 공개 소59-181040호 공보
- (특허문헌 0003) 특허 문헌 3 : 일본 특허 출원 공개 소61-285743호 공보
- (특허문헌 0004) 특허 문헌 4 : 일본 특허 출원 공개 소62-97360호 공보
- (특허문헌 0005) 특허 문헌 5 : 일본 특허 출원 공개 소62-120057호 공보
- (특허문헌 0006) 특허 문헌 6 : 재공표 WO 2002-23618
- (특허문헌 0007) 특허 문헌 7 : 일본 특허 출원 공개 소59-155161호 공보
- (특허문헌 0008) 특허 문헌 8 : 일본 특허 출원 공개 소63-46738호 공보
- (특허문헌 0009) 특허 문헌 9 : 일본 특허 출원 공개 평3-32033호 공보
- (특허문헌 0010) 특허 문헌 10 : 일본 특허 출원 공개 평4-206646호 공보
- (특허문헌 0011) 특허 문헌 11 : 일본 특허 출원 공개 제2003-59963호 공보
- (특허문헌 0012) 특허 문헌 12 : 일본 특허 출원 공개 제2004-6740호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 기술한 바와 같이, 구리 본딩 와이어는 구리 와이어의 표면에 팔라듐을 피복함으로써, 금 본딩 와이어에 비해 저렴한 본딩 와이어로서 실용 가능하게 되어 왔지만, 최근의 반도체 실장에 있어서의 구조·재료·접속 기술 등의 급속한 변화나 다양화에 반드시 대응할 수 없다고 하는 문제가 현재화되어 왔다.
- [0012] 예를 들어, 지금까지의 리드 프레임의 표면은 은 도금되어 있는 것이 일반적이었던 것에 비해, 최근에는 팔라듐 도금된 리드 프레임의 사용이 진행되고 있다. 이는, 종래의 은 도금된 리드 프레임(이하, 「은 도금 리드 프레임」이라고 함)에서는, 리드 프레임을 머더 보드 등의 기관에 솔더링하기 전에, 뿔납과의 습윤성을 조금이라도 높일 목적으로, 리드의 선단에 미리 얇게 뿔납을 도금하는 공정(뿔납 도금 공정)이 있어, 고비용으로 되어 있었으므로, 은보다도 뿔납에 대해 높은 습윤성을 확보할 수 있는 팔라듐을 은 대신에 리드 프레임 상에 도금함으로써, 상기 뿔납 도금 공정을 생략하여, 저비용으로 하는 것이다.
- [0013] 발명자들은 구리 와이어의 표면에 팔라듐을 피복한 구리 본딩 와이어의 경우, 지금까지의 은 도금 리드 프레임에서는 현재화하고 있지 않았지만, 팔라듐 도금된 리드 프레임에 대한 웨지 접합성이 불충분해진 케이스가 많아진다고 하는 문제를 발견하였다. 또한, 발명자들은 상기 문제에 대해 상세하게 검토한 바, 상기 구리 본딩 와이어의 최표면은 팔라듐이므로, 팔라듐 도금된 리드 프레임에 대한 웨지 접합에서는 팔라듐끼리가 접촉한다. 그렇게 하면, 팔라듐의 경도(팔라듐의 모스 경도 4.75, 구리의 모스 경도 3.0)가 높기 때문에 팔라듐이 변형되기 어려우므로, 따라서 팔라듐 표면의 산화 피막층의 파괴가 불충분해지는 것이, 상기 문제의 원인인 것을 발견하였다. 또한, 와이어 최표면의 팔라듐과 리드 프레임 상의 팔라듐 사이에서 발생하는 확산이 느린 것에 의해, 양 팔라듐층 사이에 충분한 확산층이 형성되지 않는 것도, 상기 문제의 원인인 것을 발견하였다.
- [0014] 구리 본딩 와이어의 산화를 방지하기 위해서는, 구리 와이어의 표면에, 구리보다도 산화되기 어려운 불활성 금속을 피복하는 것이 생각된다. 일반적으로, 구리보다도 불활성 금속으로서 은, 백금, 금이 알려져 있지만, 그 중 은 및 금은 상기와 같이 불부의 형성성에 어려움이 있다. 한편, 백금은 극히 고가의 재료이므로, 구리 와이어의 표면에 백금을 피복한 구리 본딩 와이어의 상업적인 이용은 어렵다고 생각된다. 이와 같이, 구리 와이어의 표면에 단순히 귀금속(금, 팔라듐, 은, 백금)을 피복해도, 팔라듐 도금된 리드 프레임 상에서의 양호한 웨지 접합성, 내산화성 및 내황화성을 동시에 만족시키는 것은 어렵다.
- [0015] 또한, 모터 등의 대전류를 흘리는 파워 디바이스에 사용되는 본딩 와이어는, 코어선의 선 직경이 200 μ m 정도 필요하지만, 이 경우, 선 직경이 크기 때문에, 웨지 접합 및 볼 접합에 있어서 특별히 문제는 발생하지 않는다. 이에 대해, 코어선의 선 직경이 15-50 μ m 정도인 LSI용 본딩 와이어의 경우, 선 직경이 작으므로 와이어 표면의 오염이나 흡집, 혹은 볼 형상 등이 접합성에 악영향을 미쳐 버린다고 하는 문제가 있다. 따라서, 코어선의 선 직경이 15-50 μ m 정도인 LSI용 본딩 와이어에서는, 웨지 접합성과 불부의 진구성이 특히 중요해진다.
- [0016] 본 발명은 상기 문제점을 감안하여 이루어진 것으로, 그 목적으로 하는 바는, 팔라듐 도금된 리드 프레임이라도 양호한 웨지 접합성을 확보할 수 있고, 내산화성이 우수한, 구리 또는 구리 합금을 코어선으로 하는 반도체용 본딩 와이어를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0017] 기술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 요지는 다음과 같다.
- [0018] 청구항 1에 관한 반도체용 본딩 와이어는, 구리 또는 구리 합금으로 이루어지는 코어선과, 상기 코어선의 표면에 형성된, 10 내지 200nm의 두께를 갖는 팔라듐을 포함하는 피복층과, 상기 피복층의 표면에 형성된, 1 내지 80nm의 두께를 갖는 귀금속과 팔라듐을 포함하는 합금층을 갖고, 상기 귀금속이 금 또는 은이고, 상기 합금층 중의 상기 귀금속의 농도가 10체적% 이상 75체적% 이하인 것을 특징으로 한다.
- [0019] 청구항 2에 관한 반도체용 본딩 와이어는, 상기 귀금속이 금이며, 상기 합금층 중의 금의 농도가 15체적% 이상 75체적% 이하인 것을 특징으로 한다.
- [0020] 청구항 3에 관한 반도체용 본딩 와이어는, 상기 귀금속이 금이며, 상기 본딩 와이어의 표면 결정립 중, <111> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율이 40% 이상 100% 이하인 것을 특징으로 한다.
- [0021] 청구항 4에 관한 반도체용 본딩 와이어는, 상기 합금층 중의 금의 농도가 40체적% 이상 75체적% 이하인 것을 특징으로 한다.

- [0022] 청구항 5에 관한 반도체용 본딩 와이어는, 상기 귀금속이 은이며, 상기 합금층이 1 내지 30nm의 두께로 형성되고, 상기 합금층 중의 은의 농도가 10체적% 이상 70체적% 이하인 것을 특징으로 한다.
- [0023] 청구항 6에 관한 반도체용 본딩 와이어는, 상기 합금층 중의 은의 농도가 20체적% 이상 70체적% 이하인 것을 특징으로 한다.
- [0024] 청구항 7에 관한 반도체용 본딩 와이어는, 상기 귀금속이 은이며, 상기 본딩 와이어의 표면 결정립 중, <100> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율이 50% 이상 100% 이하인 것을 특징으로 한다.
- [0025] 청구항 8에 관한 반도체용 본딩 와이어는, 상기 귀금속이 은이며, 상기 본딩 와이어의 표면 결정립 중, <111> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율이 60% 이상 100% 이하인 것을 특징으로 한다.
- [0026] 청구항 9에 관한 반도체용 본딩 와이어는, 상기 본딩 와이어의 표면의 마이어 경도가 0.2 내지 2.0GPa의 범위인 것을 특징으로 한다.
- [0027] 청구항 10 및 11에 관한 반도체용 본딩 와이어는, 상기 코어선이, B, P, Se 중 적어도 1종을 총계로 5 내지 300 질량ppm 함유하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명에 따르면, 팔라듐 도금된 리드 프레임이라도 양호한 웨지 접합성을 확보할 수 있고, 내산화성이 우수한, 구리 또는 구리 합금을 코어선으로 하는 저렴한 반도체 소자용 본딩 와이어를 제공할 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하에, 본 발명의 본딩 와이어의 구성에 대해 더욱 설명한다. 또한, 이하의 설명에 있어서, 특별히 언급이 없는 한, 「%」는 「체적%」를 의미한다. 또한, 조성은 복수 개소를 분석했을 때에 얻어진 금속만의 수치의 평균치이고, 탄소는 자연 혼입물(불가피 불순물)로서는 존재하지만, 이하에 서술하는 조성에는 포함시키지 않는 것으로 한다.
- [0030] 팔라듐 도금된 리드 프레임(이하, 「팔라듐 도금 리드 프레임」이라고 함) 상에서의 양호한 웨지 접합성과 내산화성의 양자를 확보하고, 또한 구리 또는 구리 합금을 코어선으로 하는 저렴한 본딩 와이어를 제공하기 위해서는, 구리 또는 구리 합금으로 이루어지는 코어선의 표면에 특정한 두께의 팔라듐을 포함하는 피복층을 형성하고, 또한 상기 피복층의 표면에 특정한 두께로 특정한 조성의 귀금속과 팔라듐의 합금층을 형성한 본딩 와이어가 유효한 것을 본 발명자들은 발견하였다. 본 발명에 관한 귀금속은 은 또는 금이다.
- [0031] 우선, 구리 또는 구리 합금으로 이루어지는 코어선의 표면에, 적절한 두께의 팔라듐을 포함하는 피복층을 형성하는 구성에 대해 설명한다. 전술한 바와 같이 구리 또는 구리 합금은 산화되기 쉬우므로, 구리 또는 구리 합금으로 이루어지는 본딩 와이어에서는 장기 보관이나 웨지 접합성이 뒤떨어진다. 한편, 구리 또는 구리 합금으로 이루어지는 코어선의 표면에 팔라듐을 포함하는 피복층을 형성함으로써, 구리의 산화가 억제되므로, 전술한 장기 보관이나 웨지 본딩 특성이 우수할 뿐만 아니라, 본딩 와이어의 선단에 불부를 형성할 때에 불부가 산화될 우려가 대폭으로 개선되게 된다. 상기 효과는 상기 피복층에, 구리에 비해 산화되기 어려운[즉, 산화물 생성열 (ΔH_0)이 큰] 팔라듐을 포함함으로써 얻어진다. 이에 의해, 위험한 가스인 수소와 질소의 혼합 가스를 사용하지 않고, 순질소 가스를 사용하여 불부 주변을 질소 분위기로 한 것만으로도, 진구의 불부를 형성할 수 있다. 이와 같은 효과는 상기 피복층의 두께가 10 내지 200nm에서 얻어진다. 한편, 상기 피복층의 두께가 10nm 미만에서는 산화 억제 효과가 불충분해진다. 상기 피복층의 두께가 200nm를 초과하면, 불부의 표면에 직경 수 μ m의 크기의 기포가 발생하는 경우가 많아, 바람직하지 않다. 여기서, 팔라듐을 포함하는 피복층에 있어서의 팔라듐 이외에 포함되는 원소는 팔라듐의 불가피 불순물과 코어선이나 본딩 와이어의 최표면을 구성하는 원소이다. 또한, 상기 피복층의 팔라듐의 함유량은 50% 이상이면 충분한 산화 억제 효과가 얻어진다. 단, 상기 피복층에 포함되는 팔라듐 이외의 원소로서, 후술하는 최표면을 구성하는 은을 포함시키지 않거나, 혹은 은을 포함하는 경우에는 은의 농도가 10% 미만인 것이 바람직하다. 상기 피복층의 은의 농도가 10% 이상으로 되면 상술한 바와 같은 피복 와이어의 문제(불 형성 시의 산화 등)가 드러나기 때문이다. 상기 피복층에 포함되는 팔라듐 이외의 원소로서, 후술하는 최표면을 구성하는 금을 포함시키지 않거나, 혹은 금을 포함하는 경우에는 금의 농도가 15% 미만인 것이 바람직하다. 상기 피복층의 금의 농도가 15% 이상으로 되면 상술한 바와 같은 금 피복

와이어의 문제(불부가 친구로 되지 않고 찌그러지는 불량)가 드러나기 때문이다.

[0032] 구리 또는 구리 합금으로 이루어지는 코어선의 표면에 팔라듐을 포함하는 피복층을 형성하는 상술한 구성만으로는, 팔라듐 도금 리드 프레임 상에서 양호한 웨지 접합성을 확보할 수는 없다. 이 과제를 해결하기 위해서는, 본 발명자들은, 또한, 은 또는 금과 팔라듐의 합금층을 상기 피복층의 표면에 더 형성하면 되는 것을 발견하였다. 상기 합금층은 상기 피복층 상에 또한 1 내지 80nm의 두께로 형성되어 있는 것이다. 이는, 웨지 접합성이 본딩 와이어의 최표면으로부터 3nm 정도의 영역의 물성치에 지배되는 것에 기인한다. 즉, 본딩 와이어의 최표면으로부터 적어도 1nm의 영역, 바람직하게는 본딩 와이어의 최표면으로부터 3nm의 영역이, 은 또는 금과 팔라듐의 합금이면, 팔라듐 도금 리드 프레임 상에 웨지 접합시킬 때, 본딩 와이어의 최표면을 구성하는 합금층 중의 은 또는 금이 팔라듐 도금 리드 프레임 상의 팔라듐을 향해 우선적으로 확산되어, 본딩 와이어와 팔라듐 도금 리드 프레임의 양자 사이에 새로운 합금층을 형성하기 쉽게 한다. 이에 의해, 본 발명에 관한 본딩 와이어는 팔라듐 도금 리드 프레임과의 웨지 접합성이 향상되어, 예를 들어 2nd 박리 강도가 양호해진다. 이는, 은 또는 금과 팔라듐 사이의 상호 확산의 쪽이, 팔라듐의 자기 확산보다도 빠른 것에 기인한다. 단, 상기 합금층의 두께가 1nm로 만족되지 않으면, 본딩 와이어의 기초인 피복층이 상기 웨지 접합성에 영향을 미쳐 버리므로, 팔라듐 도금 리드 프레임과의 웨지 접합성을 확보할 수 없다. 또한, 상기 합금층의 두께가 3nm로 만족되지 않으면, 본딩 와이어의 기초인 피복층이 상기 웨지 접합성에 악영향을 미칠 위험성이 제로가 아니라, 상기 효과가 안정되지 않게 된다고 하는 리스크가 발생하므로, 보다 바람직하게는 상기 두께를 3nm 이상으로 하는 것이 좋다. 상기 효과를 얻기 위해서는, 상기 은 또는 금과 팔라듐의 합금층의 두께의 상한에 특별히 제한은 없다. 상기 합금층의 두께를 80nm 초과로 하기 위해서는, 후술하는 전해 도금이면 대전류 하이고, 무전해 도금이면 장시간, 증착법이면 장시간, 각각 은 도금이나 금 도금 혹은 은 증착이나 금 증착한 후, 또한 후술하는 노 내 온도를 740℃ 초과로 고온으로 해야만 해, 안정된 품질을 확보하는 것이 곤란해지므로 상기 합금의 두께의 상한을 80nm 이하로 하였다. 또한, 합금층의 두께는 상한을 50nm 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. 상한을 50nm 이하로 하면, 상기 가열 온도를 600℃ 내지 650℃로 할 수 있기 때문이다.

[0033] 또한, 상기 은 또는 금과 팔라듐의 합금층에 의한 상기 효과를 얻기 위해서는, 상기 합금층 중의 은 또는 금의 조성(은 또는 금 농도)이 특정한 범위일 필요가 있다. 구체적으로는, 상기 은 또는 금과 팔라듐의 합금층 중의 은 또는 금 농도가 10% 이상 75% 이하이면 전술한 팔라듐 도금 리드 프레임과의 웨지 접합성을 높일 수 있다. 상기 은 또는 금 농도가 10% 미만에서는 전술한 효과는 얻어지지 않는다. 반대로, 상기 은 또는 금 농도가 75%를 초과하면, 와이어 선단에 불부를 형성할 때에 은 또는 금과 팔라듐으로 이루어지는 상기 합금층 중의 은 또는 금만이 우선적으로 용융되어 찌그러진 불부가 형성될 위험성이 증가하므로 좋지 않다. 그것에 대해, 상기 합금층 중의 은 또는 금 농도가 75% 이하이면, 본딩 와이어의 합금층에서는 은 또는 금과 팔라듐이 균질하게 혼합되어 있으므로, 와이어 선단에 불부를 형성할 때에 은 또는 금만 우선적으로 용융되어, 찌그러진 불부가 형성될 위험성은 없고, 불부의 친구성이나 치수 정밀도를 손상시키는 경우는 없다.

[0034] 다음에, 상기 피복층의 표면에 은과 팔라듐을 포함하는 합금층을 갖는 구성의 본딩 와이어에 대해 더욱 상세하게 설명한다.

[0035] 상기 합금층은 상기 피복층 상에 또한 1 내지 30nm의 두께로 형성되어 있는 것이 바람직하다. 이는, 웨지 접합성이 본딩 와이어의 최표면으로부터 3nm 정도의 영역의 물성치에 지배되는 것에 기인한다. 즉, 본딩 와이어의 최표면으로부터 적어도 1nm의 영역, 바람직하게는 본딩 와이어의 최표면으로부터 3nm의 영역이, 은과 팔라듐의 합금이면, 팔라듐 도금 리드 프레임 상에 웨지 접합시킬 때, 와이어의 최표면을 구성하는 합금층 중의 은이 팔라듐 도금 리드 프레임 상의 팔라듐을 향해 우선적으로 확산되어, 본딩 와이어와 팔라듐 도금 리드 프레임의 양자 사이에 새로운 합금층을 형성하기 쉽게 한다. 이에 의해, 본 발명에 관한 본딩 와이어는 팔라듐 도금 리드 프레임과의 웨지 접합성이 향상되어, 예를 들어 2nd 박리 강도가 양호해진다. 이는, 은과 팔라듐 사이의 상호 확산의 쪽이, 팔라듐의 자기 확산보다도 빠른 것에 기인한다. 단, 상기 합금층의 두께가 1nm로 만족되지 않으면, 본딩 와이어의 기초인 피복층이 상기 웨지 접합성에 영향을 미쳐 버리므로, 팔라듐 도금 리드 프레임과의 웨지 접합성을 확보할 수 없다. 또한, 상기 합금층의 두께가 3nm로 만족되지 않으면, 본딩 와이어의 기초인 피복층이 상기 웨지 접합성에 악영향을 미칠 위험성이 제로가 아니라, 상기 효과가 안정되지 않게 된다고 하는 리스크가 발생하므로, 보다 바람직하게는 상기 두께를 3nm 이상으로 하는 것이 좋다. 상기 효과를 얻기 위해서는, 상기 은과 팔라듐의 합금층의 두께의 상한에 특별히 제한은 없다. 상기 합금층의 두께를 30nm 초과로 하기 위해서는, 후술하는 노 내 온도를 720℃ 초과로 고온으로 해야만 해, 안정된 품질을 확보하기 어려워지므로 상기 합금의 두께의 상한을 30nm 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0036] 또한, 상기 은과 팔라듐의 합금층에 의한 상기 효과를 얻기 위해서는, 상기 합금층 중의 은의 조성(은 농도)이

특정한 범위일 필요가 있다. 구체적으로는, 상기 은과 팔라듐의 합금층 중의 은 농도가, 10% 이상 75% 이하이고, 보다 바람직하게는 20% 이상 70% 이하이면 전술한 팔라듐 도금 리드 프레임과의 웨지 접합성을 더욱 높일 수 있다. 상기 은 농도가 10% 미만에서는, 전술한 효과는 얻어지지 않는다. 반대로, 상기 은 농도가 75%를 초과하면, 와이어 선단에 볼부를 형성할 때에 은과 팔라듐으로 이루어지는 상기 합금층 중의 은만 우선적으로 용융되어 찌그러진 볼부가 형성될 위험성이 증가하므로 좋지 않다. 그것에 대해, 상기 합금층 중의 은 농도가 75% 이하이면, 본딩 와이어의 합금층에서는 은과 팔라듐이 균질하게 혼합되어 있으므로, 와이어 선단에 볼부를 형성할 때에 은만 우선적으로 용융되어 찌그러진 볼부가 형성될 위험성은 없고, 볼부의 진구성이나 치수 정밀도를 손상시키는 경우는 없다. 또한, 상기 은 농도가 10% 이상 70% 이하이면 볼부의 진구성이나 치수 정밀도가 더욱 양호해지므로 좋다.

[0037] 따라서, 본 발명에 관한 본딩 와이어에서는, 구리 또는 구리 합금으로 이루어지는 코어선의 표면에 적절한 두께의 팔라듐을 포함하는 피복층을 형성하여, 상기 피복층의 표면에 적절한 두께와 조성의 은과 팔라듐의 합금층을 실시함으로써, 팔라듐 도금 리드 프레임 상에서의 양호한 웨지 접합성과 내산화성의 양자를 확보하고, 또한 구리 또는 구리 합금을 코어선으로 하는 저렴한 본딩 와이어를 제공할 수 있다.

[0038] 또한, 상기 은과 팔라듐의 합금층 중의 은 농도를, 20% 이상 70% 이하로 바꾸면, 다음과 같은 효과도 동시에 얻어지는 것이 판명되었다.

[0039] 일반적으로, 모세관의 내벽에 있어서 모세관과 본딩 와이어가 접촉하는 영역에서는, 본딩의 공정 중, 끊임없이 모세관과 본딩 와이어가 서로 스치고 있다. 그때, 모세관이 본딩 와이어에 마찰 흠집을 부여하는 것을 피하기 위해, 모세관의 내벽은 상기 영역에 있어서 요철이 없도록 가공되어 있다.

[0040] 이와 관련하여 종래의 경우, 팔라듐을 포함하는 피복층만을 구리 또는 구리 합금으로 이루어지는 코어선의 표면에 갖는 본딩 와이어에서는, 예를 들어 5mm를 초과하는 장척 스펀의 본딩을 다수회 반복하면, 상기 모세관과 본딩 와이어가 접촉하는 모세관의 영역이 마모되어 버린다. 그렇다면, 상기 영역에 예리한 요철이 발생하게 되고, 그 결과, 모세관에 의해 형성된 마찰 흠집이 와이어 표면에서 눈에 띄게 된다. 이는, 팔라듐이 단단한 금속이므로 팔라듐을 포함하는 피복층도 단단해지는 것에 기인한다.

[0041] 이에 대해 본 발명에서는, 상기 피복층의 표면에 설치되는, 상기 은과 팔라듐의 합금층에 있어서, 상기 합금층 중의 은의 농도를 높게 하였으므로, 상기와 같은 예리한 요철의 발생을 억제할 수 있다. 상기 은과 팔라듐의 합금층에서는, 은은 팔라듐과 전율 고용이라고 불리도록 균질하게 혼합되어 있고, 은의 농도가 높은 경우에는, 모세관과 본딩 와이어가 접촉하는 영역에 있어서 은이 우선적으로 변형에 기여함으로써, 상기와 같은 예리한 요철의 발생을 억제할 수 있다. 이와 같은 효과가 얻어지는 것은, 은 농도가 20% 이상이고, 보다 바람직하게는 30% 이상인 경우이다. 또한, 은 농도가 70%를 초과하면 전술한 이유로부터 볼부의 진구성이나 치수 정밀도가 충분하게는 얻어지지 않는다.

[0042] 또한, 상기 은과 팔라듐의 합금층에서, 상기 합금층 중의 은 농도를 20% 이상으로 하면, 다음과 같은 효과도 동시에 얻어지는 것이 판명되었다.

[0043] 이와 관련하여 종래의 경우, 팔라듐을 포함하는 피복층만을 구리 또는 구리 합금으로 이루어지는 코어선의 표면에 갖는 본딩 와이어에서는, 상기 본딩 와이어의 선단에 30 μ m가 약간 넘는 직경의 볼부를 만들면, 수 μ m의 직경의 기포가 볼부의 표면에 다발해 버리는 경우가 있다. 이는, 최근의 전자 기기의 소형화, 고기능화가 관계되어 있다. 즉, 전자 기기의 소형화, 고기능화를 지지하기 위해, 반도체 소자도 소형화, 고기능화되어 있는 것이지만, 본딩 와이어에 있어서는 접합부의 면적을 작게 할 목적으로, 와이어 선단에 형성하는 볼부를 작게 하는 경향이 강해지고 있고, 종래에는 작아도 50 μ m가 약간 안되는 직경의 볼부가 사용되어 있던 것에 대해, 최근에는 30 μ m가 약간 넘는 직경의 볼부가 양산에서 사용되고 있다. 상기와 같은 수 μ m의 미소한 기포는 종래의 50 μ m 이상의 직경의 볼부에 있어서도 형성되어 있었던 것이지만, 볼 직경이 크기 때문에 필연적으로 접합 면적도 커지고, 이와 같은 미소한 기포는 지금까지 특별히 문제시되지 않았다. 그러나, 최근의 30 μ m가 약간 넘는 직경이 작은 볼부에서는 접합 면적도 작아지므로, 지금까지는 문제가 되지 않았던 정도의 상기 기포라도, 접합부의 접합 강도나 장기 신뢰성에 영향을 미친다고 하여, 문제시되고 있는 것이다.

[0044] 본 발명자들은 이와 같은 기포의 존재 개소가 항상 팔라듐인 것을 발견하였다. 즉, 상기 기포의 원인은 볼부를 형성할 때에 와이어 표면에 존재하는 팔라듐이 볼 중에 편석하여 팔라듐 단층의 농화 영역을 형성하여, 상기 영역에 유기물 기인의 가스가 억류되는 데 있다.

[0045] 이에 대해 본 발명에서는, 팔라듐을 포함하는 피복층의 표면에, 특정한 농도 이상의 은을 함유시킨 것에 의해,

불부를 형성할 때에는 팔라듐의 농화 영역은 형성되지 않고, 대신에 은-팔라듐 합금 혹은 구리-팔라듐-은 3원 합금의 농화 영역이 형성되게 된다. 따라서, 본 발명의 본딩 와이어에서는, 상기 농화 영역이면, 유기물 기인의 가스가 역류될 위험성은 줄어들므로, 30 μ m가 약간 넘는다고 하는 작은 직경의 불부를 형성한 경우라도, 기포의 발생을 억제할 수 있다. 즉, 본 발명에 관한 은과 팔라듐의 합금 중의 은의 농도가 20% 이상이면 상기 효과가 얻어지는 것이고, 보다 바람직하게는 30% 이상이면 상기 효과가 더욱 높아지므로 좋다.

[0046] 피복층 및 합금층의 두께와 조성의 측정 방법은 본딩 와이어의 표면으로부터 스펙터법에 의해 깊이 방향으로 파내려 가면서 분석하는 방법이나, 본딩 와이어의 단면에서의 선 분석 또는 점 분석이 유효하다. 전자의 파내려 가면서 측정하는 방법에서는, 측정 깊이가 커지면 측정 시간이 지나치게 걸린다. 후자의 선 분석 또는 점 분석은 단면 전체에서의 농도 분포나 몇 군데에서의 재현성의 확인 등이 비교적 용이한 점이 이점이다. 본딩 와이어의 단면에서는 선 분석이 비교적 간편하지만, 분석의 정밀도를 향상시키고 싶은 경우에는, 선 분석에서의 분석 간격을 좁게 하거나, 특히 상세하게 분석하고 싶은 영역을 확대한 후에 점 분석을 행하는 것도 유효하다. 여기서, 합금층의 두께는 표면으로부터 깊이 방향으로 조성 분석하여 은의 농도가 10% 이상인 부분의 거리(깊이)이다. 또한, 피복층의 두께는 상기 합금층의 두께가 되는 계면으로부터 깊이 방향으로 조성 분석하여 팔라듐의 농도가 50% 이상인 부분의 거리(깊이)이다. 이들 분석에 사용하는 분석 장치로서, EPMA(전자선 마이크로 분석, Electron Probe Micro Analysis), EDX(에너지 분산형 X선 분석, Energy Dispersive X-Ray Analysis), AES(오제 전자 분광법, Auger Electron Spectroscopy), TEM(투과형 전자 현미경, Transmission Electron Microscope) 등을 이용할 수 있다. 상기 어느 하나의 방법으로 얻어지는 두께나 조성이 본 발명의 범위 내이면, 본 발명의 작용 효과가 얻어지는 것이다.

[0047] 상술한 바와 같은, 팔라듐 도금 리드 프레임 상에서의 양호한 웨지 접합성과 내산화성의 양자를 확보하고, 또한 후술하는 루프 특성도 만족시키기 위해서는, 와이어 표면의 결정 방위, 와이어 표면의 경도, 또는 코어선 중의 첨가 원소의 종류와 조성을 특정한 범위로 한 본딩 와이어가 유효한 것을 발명자들은 발견하였다.

[0048] 와이어 표면의 결정 방위에 관해서는, 상기 본딩 와이어의 표면 결정립 중, <100> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 없거나 또는 작은 쪽이 보다 바람직하다. 구체적으로는, 상기 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율을 50% 이상 100% 이하로 하면, 역본딩을 행하였을 때라도, 루프의 표면에 주름이 발생하기 어려워지므로 좋고, 보다 바람직하게는 70% 이상 100% 이하로 하면 더욱 그 효과가 높아지므로 더욱 좋다. 또한, 여기서의 주름이라 함은, 루프를 형성했을 때에 발생하는 표면의 미소한 흠집이나 요철의 총칭이다. 그 결과, 예를 들어 최근 증가하고 있는, 2nd 접합용 전극에 볼 접합을 하고, 1st 접합용 전극에 웨지 접합을 행함으로써 루프 높이를 억제하여 칩의 박형화를 용이하게 한다.

[0049] 이와 관련하여, 상기와 같은 역본딩에서는, 우선 1st 접합용 전극에 볼 접합을 행하고, 접합한 볼 바로 위의 본딩 와이어를 절단하고, 그 후, 2nd 접합용 전극에 볼 접합을 하고, 마지막으로 조금 전에 제작한 1st 접합용 전극 상의 볼부에 대해 웨지 접합을 행한다. 이 1st 접합용 전극에 볼 접합한 후에 볼 바로 위의 본딩 와이어를 절단할 때에, 본딩 와이어에 큰 충격이 가해지면, 본딩 와이어의 표면에 주름이 발생한다. 또한, 디바이스의 사용에 의한 가열과 디바이스의 정지에 수반하는 실온으로의 냉각이라고 하는 열 피로가 장기간에 걸쳐서 디바이스에 가해지면, 상기 주름이 균열의 발생을 가속하는 경우가 있다.

[0050] 본 발명자들이 예의 검토한 결과, 이 주름 불량에는 와이어 표면의 결정 방위가 관계되어 있고, 상기 방위가 <111> 결정 방위로 대표되도록, 강도는 높지만 연성이 부족한 방위인 경우에 현저하게 주름이 발생하는 것이 판명되었다. 본 발명자들이 더욱 검토를 거듭한 결과, 상기 주름을 억제하기 위해서는, 와이어 표면에 있어서 <100> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기를 작게 하고, 상기 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율을 50% 이상으로 하면, 주름을 억제하는 데 충분한 연성을 확보할 수 있는 것이 판명되었다. 그러나, 상기 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율이 50% 미만에서는 이와 같은 효과는 얻어지지 않는다. 여기서, 상기 본딩 와이어의 표면에서 관찰되는 결정립의 <100> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기는 TEM 관찰 장치 중에 설치한 미소 영역 X선법 혹은 전자 후방 산란 도형(EBSD, Electron Backscattered Diffraction)법 등으로 측정할 수 있는 것이다. 그 중에서도, EBSD법은 개별의 결정립의 방위를 관찰하여, 이웃하는 측정점 사이에서의 결정 방위의 각도 차를 도시할 수 있다고 하는 특징을 갖고, 본딩 와이어와 같은 세선이라도, 비교적 간편하면서 고정밀도로 결정립의 기울기를 관찰할 수 있으므로 보다 바람직하다. 또한, 상기 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율은, 미소 영역 X선법에 의해 각각의 결정립에 있어서의 결정 방위의 X선 강도를 기초로 결정 방위의 체적 비율로서 구할 수 있고, 또한 EBSD법에 의해 상기에서 관찰한 개별의 결정립의 방위로부터 직접 산출 가능하다. 상기 면적의 비율을 산출하기 위해서는, 와이어 표면의 임의의 면이며, 본딩 와이어의 신선 방향과 수직인 방향의 길이가 본딩 와이어의 직경의 적어도 1/4의 길이이며, 본딩 와이어의 신선 방향의 길이가 적어도 100 μ m로 하

는 면을 관찰하여, 그 관찰 면적을 100으로 하고, 상기 기울기가 15도 이하인 결정립이 차지하는 면적의 백분율로 한다. 상기 어느 하나의 방법으로 얻어지는 두께나 조성이 본 발명의 범위 내이면, 본 발명의 작용 효과가 얻어지는 것이다.

[0051] 와이어 표면의 결정 방위에 관해서는, 상기 본딩 와이어의 표면 결정립 중, <111> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 없거나 또는 작은 쪽이 보다 바람직하다. 구체적으로는, 상기 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율을 60% 이상 100% 이하로 하면, 300 μ m 이상의 고루프 높이라고 하는 특수한 본딩을 행하였을 때라도, 리닝 불량이라고 불리는, 본딩 방향과 수직인 방향으로 루프가 쓰러지는 불량이 발생하기 어려워지므로 좋고, 보다 바람직하게는 70% 이상 100% 이하로 하면 또한 그 효과가 높아지므로 더욱 좋다. 이는, 상기 방위가 <111> 결정 방위 혹은 그 근방이면, 재료의 강도나 탄성률이 높아지기 때문이다. 본 발명자들이 더욱 검토를 거듭한 결과, 리닝 불량률의 발생률을 억제하기 위해서는, 와이어 표면에 있어서 <111> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기를 작게 하고, 상기 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율을 60% 이상으로 하면, 리닝 불량률의 발생률을 억제하는 데 충분한 강도 및 탄성률을 확보할 수 있는 것이 판명되었다. 그러나, 상기 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율이 60% 미만에서는, 리닝 불량률의 발생률을 억제하는 효과는 충분하지 않다. 여기서, 상기 본딩 와이어의 표면에서 관찰되는 결정립의 <111> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기는, TEM 관찰 장치 중에 설치한 미소 영역 X선법 혹은 전자 후방 산란 도형(EBSD, Electron Backscattered Diffraction)법 등으로 측정할 수 있는 것이다. 그 중에서도, EBSD법은 개별의 결정립의 방위를 관찰하여, 이웃하는 측정점 사이에서의 결정 방위의 각도 차를 도출할 수 있다고 하는 특징을 갖고, 본딩 와이어와 같은 세선이라도, 비교적 간편하면서 고정밀도로 결정립의 기울기를 관찰할 수 있으므로 보다 바람직하다. 또한, 상기 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율은, 미소 영역 X선법에서는 각각의 결정립에 있어서의 결정 방위의 X선 강도를 기초로 결정 방위의 체적 비율로서 구할 수 있고, 또한 EBSD법에서는 상기에서 관찰한 개별의 결정립의 방위로부터 직접 산출 가능하다. 상기 면적의 비율을 산출하기 위해서는, 와이어 표면의 임의의 면이며, 본딩 와이어의 신선 방향과 수직인 방향에 있어서 본딩 와이어의 직경의 적어도 1/4의 폭을, 본딩 와이어의 신선 방향에 적어도 100 μ m의 길이의 면을 관찰하여, 그 관찰 면적을 100으로 하고, 상기 기울기가 15도 이하인 결정립이 차지하는 면적의 백분율로 한다. 상기 어느 하나의 방법으로 얻어지는 두께나 조성이 본 발명의 범위 내이면, 본 발명의 작용 효과가 얻어지는 것이다.

[0052] 와이어 표면의 경도에 관해서는, 상기 와이어 표면의 마이어 경도를 0.2 내지 2.0GPa의 범위로 하면, 80 μ m 클래스의 루프 높이라고 하는 저루프 본딩 시라도, 네크 데미지라고 불리는 불량률의 발생이 억제되므로 더욱 좋다.

[0053] 이 네크 데미지는 볼부와 모선부의 경계 영역(네크부)에 있어서의 손상을 가리키고, 극단적으로 낮은 루프 높이로 루프를 형성할 때에, 네크부에 과도한 부담이 가해짐으로써 발생하는 불량이다. 최근의 플래쉬 메모리 등의 박형 전자 기기에서는, 메모리의 용량을 조금이라도 대용량화하기 위해, 얇은 실리콘 칩을 복수매 탑재한 박형 디바이스를 사용하고 있는 것이다. 이와 같은 박형 디바이스에서는 필연적으로 루프 높이를 낮게 할 수밖에 없으므로, 종래, 상기 네크 데미지가 발생하기 쉽게 되어 있다.

[0054] 발명자들은, 상기 네크 데미지의 발생에는 와이어 표면의 경도가 밀접하게 관계되어 있는 것을 명백하게 하여, 상기 경도를 낮게 함으로써, 저루프 본딩 시에 네크에 과도한 부하가 부여되어도, 표면을 소성 변형할 수 있어, 네크 데미지를 억제할 수 있는 것을 발견하였다. 구체적으로는, 상기 본딩 와이어의 표면의 마이어 경도를 2.0 GPa 이하로 함으로써, 상기 효과가 얻어진다. 단, 상기 본딩 와이어의 표면의 마이어 경도가 2.0GPa를 초과하는 경우, 통상의 은 합금과 같은 정도의 경도로 되어 버려, 저루프 본딩 시에 네크에 과도한 부하가 부여되면, 표면층이 충분하게는 소성 변형될 수 없어, 상기 효과는 얻어지지 않는다. 한편, 상기 본딩 와이어의 표면의 마이어 경도가 0.2GPa 미만인 경우에는, 경도가 지나치게 작으므로 본딩 와이어의 취급 과정에서 와이어 표면에 용이하게 흠집이 생기기 쉬워져, 취급 방법에 따라서는 많은 표면 흠집이 발생하는 경우가 있다. 여기서, 마이어 경도라 함은, 강구 혹은 초경합 금구의 압자를 사용하여 계측하는 경도로, 압자로 시험면에 오목부를 만들었을 때의 하중을, 영구 오목부의 직경의 투영 면적으로 나눈 값을 가리키고, 그 값은 응력의 차원을 갖는다. 나노 인덴션법이라고 불리는 물질 표면의 해석 방법을 사용하면, 1nm 정도의 깊이에 있어서의 마이어 경도도 측정 가능하므로, 본 발명의 마이어 경도값의 확인에는, 나노인덴션법을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 본딩 와이어의 표면의 마이어 경도는 합금층 및 피복층을 갖는 본딩 와이어의 최표면을 나노인덴션법으로 측정하여 얻어지는 것이다. 또한, 0.2 내지 2.0GPa의 마이어 경도는 대략 50 내지 570Hv의 비커스 경도에 상당한다.

[0055] 코어선 중의 첨가 원소의 종류와 조성에 관하여, 본 발명에 관한 코어선은 구리 또는 구리 합금으로 이루어지는 것이지만, 상기 코어선에는 본 발명의 작용 효과를 손상시키지 않는 범위에서 다양한 첨가 원소를 첨가해도 좋다. 상기 코어선에 첨가할 수 있는 원소의 예로서는, Ca, B, P, Al, Ag, Se 등을 들 수 있다. 이들 첨가 원소

중에서, B, P, Se 중 적어도 1종을 포함하는 것이 보다 바람직하다. 상기 첨가 원소가 총계로 5 내지 300질량 ppm 함유되면, 본딩 와이어의 강도가 보다 향상된다. 그 결과, 예를 들어 5mm를 초과하는 루프 길이라고 하는 장치 루프의 본딩을 했을 때라도 루프의 직진성을 확보할 수 있게 된다. 이는, 상기 첨가 원소가, 코어선에 있어서의 구리 결정립 내에서의 고용 강화 혹은 결정립계의 강화에 기여하기 때문이라고 생각된다. 단, 상기 첨가 원소의 농도가 5질량ppm 미만인 경우에는, 상기 강도의 가일층 향상이라고 하는 효과는 얻어지지 않는다. 한편, 상기 첨가 원소의 농도가 300질량ppm을 초과하는 경우에는, 불부를 과잉으로 경화시키게 되므로, 불 본딩 시에 칩을 손상시킬 위험성이 높아져 바람직하지 않은 경우가 있다. 코어선 중의 성분 함유량을 분석하는 방법에 대해서는, 본딩 와이어를 절단하여, 그 단면부로부터 스펙터 등에 의해 깊이 방향으로 파내려 가면서 분석하는 방법이나, 상기 단면에서의 선 분석 또는 점 분석이 유효하다. 전자의 파내려 가면서 측정하는 방법에서는, 측정 깊이가 커지면 측정 시간이 지나치게 걸린다. 후자의 선 분석 또는 점 분석은 단면 전체에서의 농도 분포나 몇 군데에서의 재현성의 확인 등이 비교적 용이한 점이 이점이다. 본딩 와이어의 단면에서는 선 분석이 비교적 간편하지만, 분석의 정밀도를 향상시키고 싶은 경우에는, 선 분석에서의 분석 간격을 좁게 하거나, 특히 상세하게 분석하고 싶은 영역을 확대한 후 점 분석을 행하는 것도 유효하다. 이들 분석에 사용하는 분석 장치로서, EPMA, EDX, AES, TEM 등을 이용할 수 있다. 또한, 평균적인 조성의 조사에는 표면부로부터 단계적으로 산 등의 약액으로 본딩 와이어를 용해해 가고, 그 용액 중에 포함되는 농도로부터 용해한 부위의 조성을 구하는 방법도 가능하다. 상기 어느 하나의 방법으로 얻어지는 두께나 조성이 본 발명의 범위 내이면, 본 발명의 작용 효과가 얻어지는 것이다.

[0056] 이상, 본 발명의 적합한 예를 서술하였지만, 본 발명은 적절하게 변형이 가능하다. 예를 들어, 상기 코어선과 상기 피복층 사이에는 확산층이 형성되어 있어도 좋다. 예를 들어, 팔라듐을 함유하는 영역이 상기 피복층과 연속하여, 상기 팔라듐이나 코어선을 구성하는 구리가 확산되어 팔라듐을 50% 미만 함유하는 확산층이다. 이와 같은 확산층이 존재함으로써, 본딩 와이어는 피복층과 코어선의 밀착성을 향상시킬 수 있다.

[0057] 다음에, 상기 피복층의 표면에, 금과 팔라듐을 포함하는 합금층을 갖는 구성의 본딩 와이어에 대해 설명한다. 상기 합금층은 상기 피복층 상에, 또한 1 내지 80nm의 두께를 갖는 것이다. 이는, 웨지 접합성이 본딩 와이어의 최표면으로부터 3nm 정도의 영역의 물성치에 지배되는 것에 기인한다. 즉, 와이어의 최표면으로부터 적어도 1nm의 영역, 바람직하게는 본딩 와이어의 최표면으로부터 3nm의 영역이, 금과 팔라듐의 합금이면, 팔라듐 도금 리드 프레임 상에 웨지 접합시킬 때, 와이어의 최표면을 구성하는 합금층 중의 금이 팔라듐 도금 리드 프레임 상의 팔라듐을 향해 우선적으로 확산되어, 본딩 와이어와 팔라듐 도금 리드 프레임의 양자 사이에 새로운 합금층을 형성하기 쉽게 한다. 이에 의해, 본 발명에 관한 본딩 와이어는, 팔라듐 도금 리드 프레임과의 웨지 접합성이 향상되고, 예를 들어 2nd 박리 강도가 양호해진다. 이는, 금과 팔라듐 사이의 상호 확산의 쪽이, 팔라듐의 자기 확산보다도 빠른 것에 기인한다. 단, 상기 합금층의 두께가 1nm로 만족되지 않으면, 본딩 와이어의 기초인 피복층이 상기 웨지 접합성에 영향을 미쳐 버리므로, 팔라듐 도금 리드 프레임과의 웨지 접합성을 확보할 수 없다. 또한, 상기 합금층의 두께가 3nm로 만족되지 않으면, 본딩 와이어의 기초인 피복층이 상기 웨지 접합성에 악영향을 미칠 위험성이 제로가 아니라, 상기 효과가 안정되지 않게 된다고는 리스크가 발생하므로, 보다 바람직하게는 상기 두께를 3nm 이상으로 하는 것이 좋다. 상기 효과를 얻기 위해서는, 상기 금과 팔라듐을 포함하는 합금층의 두께의 상한에 특별히 제한은 없다. 상기 합금층의 두께를 80nm 초과로 하기 위해서는, 후술하는 전해 도금이면 대전류 하이고, 무전해 도금이면 장시간, 증착법이면 장시간, 각각 금 도금 혹은 금 증착한 후, 또한 후술하는 가열 공정에서의 가열 온도를 700℃ 초과로 고온으로 해야만 해, 안정된 품질을 확보하기 어려워지므로 상기 합금의 두께의 상한을 80nm 이하로 하였다. 또한, 합금의 두께는 상한을 50nm 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. 상한을 50nm 이하로 하면, 상기 가열 온도를 600℃ 내지 650℃로 할 수 있기 때문이다.

[0058] 또한, 상기 금과 팔라듐을 포함하는 합금층에 의한 상기 효과를 얻기 위해서는, 상기 합금층 중의 금의 조성(금 농도)이 특정한 범위일 필요가 있다. 구체적으로는, 상기 금과 팔라듐을 포함하는 합금층 중의 금 농도가, 10% 이상 75% 이하이고, 보다 바람직하게는 40% 이상 75% 이하이면 전술한 팔라듐 도금 리드 프레임과의 웨지 접합성을 더욱 높일 수 있다. 상기 금 농도가 10% 미만에서는 전술한 효과는 얻어지지 않는다. 반대로, 상기 금 농도가 75%를 초과하면, 와이어 선단에 불부를 형성할 때에 금과 팔라듐을 포함하는 상기 합금층 중의 금이 우선적으로 용융됨으로써, 찌그러진 불부가 형성될 위험성이 증가하므로 좋지 않다. 이는, 상술한 바와 같이, 와이어 선단을 아크 입열로 가열 용융할 때에, 열전도율이 낮은 금(317W/m·K)에서는 열이 가워지기 쉬워, 금이 우선적으로 용융되어 버리는 것에 비해, 열전도율이 높은 구리(401W/m·K)에서는 발열되기 쉬운 것으로, 구리는 일부분밖에 용융되지 않는 것이 관계되어 있다고 생각된다. 그것에 대해, 상기 합금층 중의 금 농도가 75% 이하이면, 본딩 와이어의 합금층에서는 금과 팔라듐이 균질하게 혼합되어 있으므로, 와이어 선단에 불부를 형성할 때에, 금만 우선적으로 용융되어, 찌그러진 불부가 형성될 위험성은 없고, 불부의 진구성이나 치수 정밀도를 손

상시키는 경우는 없다. 또한, 상기 금 농도가, 10% 이상 40% 미만이면 볼부의 진구성이나 치수 정밀도가 더욱 양호해지므로 좋다.

[0059] 따라서, 본 발명에 관한 본딩 와이어에서는, 구리 또는 구리 합금으로 이루어지는 코어선의 표면에 특정한 두께의 팔라듐을 포함하는 피복층을 갖고, 상기 피복층의 표면에 특정한 두께와 특정한 조성의 금과 팔라듐을 포함하는 합금층을 가짐으로써, 팔라듐 도금 리드 프레임 상에서의 양호한 웨지 접합성, 내산화성 및 내황화성을 확보하고, 또한 구리 또는 구리 합금을 코어선으로 하는 저렴한 본딩 와이어를 제공할 수 있다.

[0060] 피복층 및 합금층의 두께와 조성의 측정은 본딩 와이어의 표면으로부터 스페터법에 의해 깊이 방향으로 파내려가면서 분석하는 방법이나, 본딩 와이어의 단면에서의 선 분석 또는 점 분석하는 방법을 사용한다. 여기서, 합금층의 두께는, 표면으로부터 깊이 방향으로 조성 분석하여 금의 농도가 10% 이상인 부분의 거리(깊이)이다. 또한, 피복층의 두께는 상기 합금층의 두께가 되는 계면으로부터 깊이 방향으로 조성 분석하여 팔라듐의 농도가 50% 이상인 부분의 거리(깊이)이다. 이들 분석에 사용하는 분석 장치로서, EPMA(전자선 마이크로 분석, Electron Probe Micro Analysis), EDX(에너지 분산형 X선 분석, Energy Dispersive X-Ray Analysis), AES(오제 전자 분광법, Auger Electron Spectroscopy), TEM(투과형 전자 현미경, Transmission Electron Microscope) 등을 이용할 수 있다. 상기 어느 하나의 방법으로 얻어지는 두께나 조성이 본 발명의 범위 내이면, 본 발명의 작용 효과가 얻어지는 것이다.

[0061] 상술한 바와 같은, 팔라듐 도금 리드 프레임 상에서의 양호한 웨지 접합성과 내산화성의 양자를 확보하고, 또한 후술하는 루프 특성도 만족시키기 위해서는, 와이어 표면의 결정 방위, 와이어 표면의 경도, 또는 코어선 중의 첨가 원소의 종류와 조성을 특정한 범위로 한 본딩 와이어가 유효한 것을, 발명자들은 발견하였다.

[0062] 와이어 표면의 결정 방위에 관해서는, 상기 본딩 와이어의 표면 결정립 중, <111> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 없거나 또는 작은 쪽이 보다 바람직하다. 구체적으로는, 상기 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율을 40% 이상 100% 이하로 하면, 300 μ m 이상의 고루프 높이라고 하는 특수한 본딩을 행했을 때라도, 리닝 불량이라고 불리는, 본딩 방향과 수직인 방향으로 루프가 쓰러지는 불량이 발생하기 어렵게 할 수 있고, 보다 바람직하게는 70% 이상 100% 이하로 하면 더욱 그 효과를 높일 수 있다. 이는, 상기 방위가 <111> 결정 방위 혹은 그 근방이면, 재료의 강도나 탄성률이 높아지기 때문이다. 본 발명자들이 더욱 검토를 거듭한 결과, 리닝 불량 발생을 억제하기 위해서는, 와이어 표면에 있어서 <111> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기를 작게 하고, 상기 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율을 40% 이상으로 하면, 리닝 불량 발생을 억제하는 데 충분한 강도 및 탄성률을 확보할 수 있는 것이 판명되었다. 그러나, 상기 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율이 40% 미만에서는, 리닝 불량 발생을 억제하는 효과는 충분하지 않다. 여기서, 상기 본딩 와이어의 표면에서 관찰되는 결정립의 <111> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기는, TEM 관찰 장치 중에 설치한 미소 영역 X선법 혹은 전자 후방 산란 도형(EBSD, Electron Backscattered Diffraction)법 등으로 측정할 수 있는 것이다. 그 중에서도, EBSD법은 개별의 결정립의 방위를 관찰하여, 이웃하는 측정점 사이에서의 결정 방위의 각도 차를 도출할 수 있다고 하는 특징을 갖고, 본딩 와이어와 같은 세선이라도, 비교적 간편하면서 고정밀도로 결정립의 기울기를 관찰할 수 있으므로 보다 바람직하다. 또한, 상기 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율은, 미소 영역 X선법에 의해 각각의 결정립에 있어서의 결정 방위의 X선 강도를 기초로 결정 방위의 체적 비율로서 구할 수 있고, 또한 EBSD법에 의해 상기에서 관찰한 개별의 결정립의 방위로부터 직접 산출 가능하다. 상기 면적의 비율을 산출하기 위해서는, 와이어 표면의 임의의 면이며, 본딩 와이어의 신선 방향과 수직인 방향의 길이가 본딩 와이어의 직경의 적어도 1/4의 길이이며, 본딩 와이어의 신선 방향의 길이를 적어도 100 μ m로 하는 면을 관찰하여, 그 관찰 면적을 100으로 하고, 상기 기울기가 15도 이하인 결정립이 차지하는 면적의 백분율로 한다. 상기 어느 하나의 방법으로 얻어지는 두께나 조성이 본 발명의 범위 내이면, 본 발명의 작용 효과가 얻어지는 것이다.

[0063] 와이어 표면의 경도에 관해서는, 상기 와이어 표면의 마이어 경도를 0.2 내지 2.0GPa의 범위로 하면, 80 μ m 클래스의 루프 높이라고 하는 저루프 본딩 시라도, 네크 데미지라고 불리는 불량의 발생이 억제되므로 더욱 좋다.

[0064] 이 네크 데미지는 볼부와 모선부의 경계 영역(네크부)에 있어서의 손상을 가리키고, 극단적으로 낮은 루프 높이로 루프를 형성할 때에, 네크부에 과도한 부담이 가해짐으로써 발생하는 불량이다. 최근의 플래쉬 메모리 등의 박형 전자 기기에서는, 메모리의 용량을 조금이라도 대용량화하기 위해, 얇은 실리콘 칩을 복수매 탑재한 박형 디바이스를 사용하고 있는 것이다. 이와 같은 박형 디바이스에서는 필연적으로 루프 높이를 낮게 할 수밖에 없으므로, 종래, 상기 네크 데미지가 발생하기 쉽게 되어 있었다.

[0065] 본 발명자들은, 상기 네크 데미지의 발생에는 와이어 표면의 경도가 밀접하게 관계되어 있는 것을 명백하게 하

여, 상기 경도를 낮게 함으로써, 저루프 본딩 시에 네크에 과도한 부하가 부여되어도, 표면이 소성 변형될 수 있어, 네크 데미지를 억제할 수 있는 것을 발견하였다. 구체적으로는, 상기 본딩 와이어의 표면의 마이어 경도를 2.0GPa 이하로 함으로써, 상기 효과가 충분히 얻어진다. 단, 상기 본딩 와이어의 표면의 마이어 경도가 2.0 GPa를 초과하는 경우, 통상의 금 합금과 같은 정도의 경도로 되어 버려, 저루프 본딩 시에 네크에 과도한 부하가 부여되면, 표면층이 충분하게는 소성 변형되기 어려워져, 상기 효과가 충분히 얻어지지 않는다. 한편, 상기 본딩 와이어의 표면의 마이어 경도가 0.2GPa 미만인 경우에는, 경도가 지나치게 작으므로 본딩 와이어의 취급 과정에서 와이어 표면에 용이하게 흠집이 생기기 쉬워져, 취급 방법에 따라서는 많은 표면 흠집이 발생하는 경우가 있다. 여기서, 마이어 경도라 함은, 강구 혹은 초경합 금구의 압자를 사용하여 측정하는 경도로, 압자에 의해 시험면에 오목부를 만들었을 때의 하중을, 영구 오목부의 직경의 투영 면적으로 나눈 값을 가리키고, 그 값은 응력의 차원을 갖는다. 나노인덴션법이라고 불리는 물질 표면의 해석 방법을 사용하면, 1nm 정도의 깊이에서 마이어 경도도 측정 가능하므로, 본 발명의 마이어 경도값의 확인에는 나노인덴션법을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 본딩 와이어의 표면의 마이어 경도는, 합금층 및 피복층을 갖는 본딩 와이어의 최표면을 나노인덴션법으로 측정하여 얻어지는 것이다. 또한, 0.2 내지 2.0GPa의 마이어 경도는 대략 50 내지 570Hv의 비커스 경도에 상당한다.

[0066] 코어선 중의 첨가 원소의 종류와 조성에 관하여, 본 발명에 관한 코어선은 구리 또는 구리 합금으로 이루어지는 것이지만, 상기 코어선에는 본 발명의 작용 효과를 손상시키지 않는 범위에서 다양한 첨가 원소를 첨가해도 좋다. 상기 코어선에 첨가할 수 있는 원소의 예로서는, Ca, B, P, Al, Ag, Se 등을 들 수 있다. 이들 첨가 원소 중에서, B, P, Se 중 적어도 1종을 포함하는 것이 보다 바람직하다. 상기 첨가 원소가 총계로 5 내지 300질량 ppm 함유하면, 본딩 와이어의 강도가 보다 향상된다. 그 결과, 예를 들어, 루프 길이가 5mm를 초과하는 장치 루프의 본딩을 했을 때라도 루프의 직진성을 확보할 수 있게 된다. 이는, 상기 첨가 원소가, 코어선에 있어서의 구리 결정립 내에서의 고용 강화 혹은 결정립계의 강화에 기여하기 때문이라고 생각된다. 단, 상기 첨가 원소의 농도가 5질량ppm 미만인 경우에는, 상기 강도의 가일층 향상이라고 하는 효과가 충분히 얻어지지 않는다. 한편, 상기 첨가 원소의 농도가 300질량ppm을 초과하는 경우에는, 불부가 보다 경화하게 되므로, 불 본딩 시에 칩을 손상시킬 위험성이 높아져 바람직하지 않은 경우가 있다. 코어선 중의 성분 함유량을 분석하기 위해서는, 본딩 와이어를 절단하여, 그 단면부로부터 스펙터 등에 의해 깊이 방향으로 파내려 가면서 분석하는 방법이나, 상기 단면에서의 선 분석 또는 점 분석하는 방법을 사용한다. 이들 분석에 사용하는 분석 장치로서, EPMA, EDX, AES, TEM 등을 이용할 수 있다. 또한, 평균적인 조성의 분석에는 표면부로부터 단계적으로 산 등의 약액으로 본딩 와이어를 용해하여, 그 용액 중에 포함되는 농도로부터 용해된 부위의 조성을 구하는 방법을 사용할 수 있다. 상기 어느 하나의 방법으로 얻어지는 두께나 조성이 본 발명의 범위 내이면, 본 발명의 작용 효과가 얻어지는 것이다.

[0067] 이상, 본 발명의 적합한 예를 서술하였지만, 본 발명은 적절하게 변형이 가능하다. 예를 들어, 상기 코어선과 상기 피복층 사이에는 확산층이 형성되어 있어도 좋다. 예를 들어, 팔라듐을 함유하는 영역이 상기 피복층과 연속하여, 상기 팔라듐이나 코어선을 구성하는 구리가 확산되어 팔라듐을 50% 미만 함유하는 확산층이다. 이와 같은 확산층이 존재함으로써, 본딩 와이어는 피복층과 코어선의 밀착성을 향상시킬 수 있다.

[0068] 이하, 본 발명의 본딩 와이어의 제조 방법에 대해 일례를 설명한다.

[0069] 우선, 상기 피복층의 표면에, 은과 팔라듐을 포함하는 합금층을 갖는 구성의 본딩 와이어의 제조 방법에 대해 설명한다.

[0070] 상기 조성의 본딩 와이어를 제조하기 위해서는, 고순도의 구리(순도 99.99% 이상), 또는 이들 고순도의 구리와 첨가 원소 원료를 출발 원료로서 칭량한 후, 이것을 고진공 하 혹은 질소나 Ar 등의 불활성 분위기 하에서 가열하여 용해함으로써 구리 또는 구리 합금의 잉곳을 얻는다. 상기 잉곳을 최종적으로 필요로 하는 코어선의 직경까지 금속제의 다이스를 사용하여 신선한다. 본 발명에 관한 팔라듐을 포함하는 피복층은 최종적인 코어선의 직경까지 신선한 후에 실시된다. 팔라듐을 포함하는 피복층을 형성하는 방법으로서, 전해 도금, 무전해 도금, 증착법 등을 이용할 수 있다. 그 중에서도 막 두께를 안정적으로 제어할 수 있는 전해 도금을 이용하는 것이 공업적으로는 가장 바람직하다. 그 후, 상기 피복층의 표면에 은과 팔라듐으로 이루어지는 합금을 형성한다. 그 방법은 어떤 방법이라도 좋고, 예를 들어 상기 피복층을 형성한 후, 또한 그 표면에 표피층으로서 은막을 형성하고, 일정한 노 내 온도로 전기로 중, 와이어를 일정한 속도 하에서 연속적으로 스위프함으로써, 합금화를 재촉하는 방법이, 확실하게 상기 합금의 조성과 두께를 제어할 수 있으므로 바람직하다. 구체적으로는, 산화나 황화를 방지하면서 확실하게 상기 합금화를 행하기 위해, 180℃ 내지 210℃로 15 내지 24시간의 가열을 행하면 좋다. 상기 피복층의 표면에 또한 은막을 형성하는 방법으로서, 전해 도금, 무전해 도금, 증착법 등

을 이용할 수 있다. 이 경우에도 상기한 이유로 전해 도금을 이용하는 것이 공업적으로는 가장 바람직하다. 상기 합금화를 위한 가열 시에는, 은이 황화되기 쉬운 것을 고려하여, 노 내의 분위기를 질소나 Ar 등의 불활성 분위기로 하고, 또한 종래의 본딩 와이어의 가열법과는 달리, 상기 분위기 중에 함유되는 유황 농도를 900ppm 이하로 한다. 보다 바람직하게는, 불활성 가스 중에 수소 등의 환원성 가스를 적어도 100ppm 혼입시키면, 와이어의 황화를 방지하는 효과가 더욱 높아지므로 좋다. 가장 바람직하게는, 유황 등의 불순물 가스가 장치 외부로부터 반입되는 것을 가능한 한 피하기 위해, 분위기로(제1 분위기로)의 외측에 또 다른 1층의 제2 분위기로를 설치하면, 가령 제2 분위기로 중에 외부로부터 불순물 가스가 미량 혼입되었다고 해도, 이들 불순물 가스는 제1 분위기로에는 용이하게는 도달할 수 없으므로 좋다. 또한, 노 내의 적절한 온도는 와이어의 조성이나 와이어를 스유프하는 속도에 의해서도 다르지만, 대략 230℃ 내지 720℃의 범위로 하면, 안정된 품질의 본딩 와이어가 얻어지므로 좋다. 그리고, 신선 공정 중에 와이어를 스유프하는 속도는, 예를 들어 40 내지 80m/min 정도로 하면 안정된 조업을 할 수 있으므로 바람직하다.

[0071] 본원 발명의 본딩 와이어의 제조 방법에 있어서, <100> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율이 50% 이상 100% 이하로 하는 제조 방법은, 통상의 제조 방법으로는 제조하는 것이 어렵고, 특수한 방법으로 제조된다.

[0072] 구체적으로는, 상기한 요령으로 잉곳을 얻은 후, 상기 잉곳에 팔라듐을 포함하는 피복층을 상기와 마찬가지로 하여 형성한다. 또한 그 위에 은막을 상기와 마찬가지로 하여 형성한다. 상기 피복층과 은막을 형성한 잉곳을, 최종적인 코어선의 직경까지 금속제의 다이스를 사용하여 신선할 때에, 선 직경 80 μ m 이상의 굵기에서는 상기 다이스의 감면율을 11 내지 19% 정도로 하여 신선하고, 선 직경 80 μ m 미만의 굵기에 있어서의 신선 시에는 상기 감면율을 7 내지 17% 정도로 하는, 통상보다도 큰 감면율로 신선한다. 이에 의해, 은막 상의 방향성을 갖는 집합 조직(신선 방향으로 결정 방위가 정렬된 집합 조직)을 발달시킬 수 있다. 단, 큰 감면율로 신선하면 단선이 발생할 위험성이 높아지므로, 본딩 와이어의 단선을 방지하기 위해, 신선 속도는, 예를 들어 4 내지 8m/min이라고 하는 통상보다도 저속으로 하는 것이 보다 바람직하다. 본 본딩 와이어에서도, 신선 후에, 전술한 바와 마찬가지로 합금화를 재촉하는 열처리를 행한다. 신선 후에 합금화를 재촉하는 열처리 공정에 있어서의 온도가, 저온이면, <100> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적의 비율이 높아지고, 고온이면, 상기 면적의 비율이 저하된다. 이 면적의 저하는 상기 공정에서, 가열하여 재결정화가 촉진되면, 전술한 집합 조직에 있어서의 방향성이 상실되기 쉬워지는 것에 기인한다. 구체적으로는, 상기 노 내 온도가 230℃ 내지 280℃이면, 상기 면적의 비율이 100%로 되고, 상기 노 내 온도가 680℃ 내지 720℃의 범위이면, 상기 면적의 비율이 50% 정도로 되어, 상기 면적의 비율은 열처리의 온도로 제어할 수 있다.

[0073] 본원 발명의 본딩 와이어의 제조 방법에 있어서, <111> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율이 60% 이상 100% 이하로 하는 제조 방법은, 통상의 제조 방법에서는 제조하는 것은 어렵고, 특수한 방법으로 제조된다.

[0074] 구체적으로는, 상기한 요령으로 잉곳을 얻은 후, 상기 잉곳에 팔라듐을 포함하는 피복층을 상기와 마찬가지로 하여 형성한다. 또한 그 위에 은막을 상기와 마찬가지로 하여 형성한다. 상기 피복층과 은막을 형성한 잉곳을, 최종적인 코어선의 직경까지 금속제의 다이스를 사용하여 신선할 때에, 선 직경 150 μ m 이상의 굵기에서는 상기 다이스의 감면율을 20 내지 22% 정도로 하여 신선하고, 선 직경 80 μ m 이상 150 μ m 미만의 굵기에서는 상기 다이스의 감면율을 18 내지 19% 정도로 약간 크게 하여 신선하고, 선 직경 80 μ m 미만의 굵기에 있어서의 신선 시에는 상기 감면율로서 다시 20 내지 22% 정도라고 하는 높은 값을 사용한다. 이에 의해, 은막 상의 방향성을 갖는 집합 조직(신선 방향으로 결정 방위가 정렬된 집합 조직)을 발달시킬 수 있다. 단, 큰 감면율로 신선하면 단선이 발생할 위험성이 높아지므로, 본딩 와이어의 단선을 방지하기 위해, 신선 속도는, 예를 들어 1 내지 3m/min이라고 하는 통상보다도 저속으로 하는 것이 보다 바람직하다. 본 본딩 와이어에서도, 신선 후에, 전술한 바와 마찬가지로 합금화를 재촉하는 열처리를 행한다. 신선 후에 합금화를 재촉하는 열처리 공정에 있어서의 온도가, 저온이면 <111> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적의 비율이 높아지고, 고온이면 상기 면적의 비율이 저하된다. 이 면적의 저하는 상기 공정에서, 가열하여 재결정화가 촉진되면, 전술한 집합 조직에 있어서의 방향성이 상실되기 쉬워지는 것에 기인한다.

[0075] 본원 발명의 본딩 와이어의 제조 방법에 있어서, 피복층의 표면의 마이어 경도가 0.2 내지 2.0GPa의 범위로 되는 본딩 와이어의 제조 방법은, 통상의 제조 방법으로는 제조하는 것은 어렵고, 특수한 방법으로 와이어 표면의 은과 팔라듐의 합금을 각별히 연하게 하여 제조한다. 구체적으로는, 상술한 어느 하나의 방법으로 원하는 선 직경까지 신선하여, 전술한 합금화를 위한 열처리 공정을 종료한 후, 또한 상기 본딩 와이어를 스폴마다 아르곤 분위기로 제어된 전기로 중에 설치하여, 150 내지 200℃로 20 내지 24시간의 가열을 함으로써 제조할 수 있다.

150℃보다 저온 또는 20시간보다 단시간의 가열에서는, 은과 팔라듐의 합금을 상기 정도와 같이 각별히 연하게 할 수는 없다. 200℃보다 고온 또는 24시간보다 장시간의 가열을 하면, 이웃하는 와이어 사이의 확산이 촉진되어, 와이어끼리가 달라붙어 버리는 경우가 있다.

[0076] 다음에, 상기 피복층의 표면에, 금과 팔라듐을 포함하는 합금층을 갖는 구성의 본딩 와이어의 제조 방법에 대해 설명한다.

[0077] 상기 조성의 본딩 와이어를 제조하기 위해서는, 고순도의 구리(순도 99.99% 이상), 또는 이들 고순도의 구리와 첨가 원소 원료를 출발 원료로서 칭량한 후, 이것을 고진공 하 혹은 질소나 Ar 등의 불활성 분위기 하에서 가열하여 용해함으로써 구리 또는 구리 합금의 잉곳을 얻는다. 상기 잉곳을 최종적으로 필요로 하는 코어선의 직경까지 금속제의 다이스를 사용하여 신선한다. 본 발명에 관한 팔라듐을 포함하는 피복층은 최종적인 코어선의 직경까지 신선한 후에 실시된다. 팔라듐을 포함하는 피복층을 형성하는 방법으로서, 전해 도금, 무전해 도금, 증착법 등을 이용할 수 있다. 그 중에서도 막 두께를 안정적으로 제어할 수 있는 전해 도금을 이용하는 것이 공업적으로는 가장 바람직하다. 그 후, 상기 피복층의 표면에 금과 팔라듐을 포함하는 합금층을 형성한다. 그 방법은 어떤 방법이라도 좋고, 예를 들어 상기 피복층을 형성한 후, 또한 그 표면에 표피층으로서 금막을 형성하고, 일정한 노 내 온도로 전기로 중, 와이어를 일정한 속도 하에서 연속적으로 스윙프함으로써 합금화를 재촉하는 방법이, 확실하게 상기 합금의 조성과 두께를 제어할 수 있으므로 바람직하다. 구체적으로는, 산화를 방지하면서 확실하게 상기 합금화를 행하기 위해, 160℃ 내지 190℃로 16 내지 25시간의 가열을 행하면 좋다. 상기 피복층의 표면에 또한 금막을 형성하는 방법으로서, 전해 도금, 무전해 도금, 증착법 등을 이용할 수 있다. 이 경우에도 상기한 이유로부터 전해 도금을 이용하는 것이 공업적으로는 가장 바람직하다. 상기 합금화를 위한 가열 시에는 원료의 오염을 고려하여, 노 내의 분위기를 질소나 Ar 등의 불활성 분위기로 하고, 또한 종래의 본딩 와이어의 가열법과는 달리, 상기 분위기 중에 함유되는 산소 농도를 5000ppm 이하로 한다. 보다 바람직하게는, 불활성 가스 중에 수소 등의 환원성 가스를 적어도 500ppm 혼입시키면, 와이어의 원료의 오염을 방지하는 효과가 더욱 높아지므로 좋다. 또한, 노 내의 적절한 온도는 와이어의 조성이나 와이어를 스윙프하는 속도에 따라서도 다르지만, 대략 210℃ 내지 700℃의 범위로 하면, 안정된 품질의 본딩 와이어가 얻어지므로 좋다. 그리고, 신선 공정 중에 와이어를 스윙프하는 속도는, 예를 들어 20 내지 40m/min 정도로 하면 안정된 조업을 할 수 있으므로 바람직하다.

[0078] 본원 발명의 본딩 와이어의 제조 방법에 있어서, <111> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율이 40% 이상 100% 이하로 하는 제조 방법은, 통상의 제조 방법으로는 제조하는 것은 어렵고, 특수한 방법으로 제조된다.

[0079] 구체적으로는, 상기한 요령으로 잉곳을 얻은 후, 상기 잉곳에 팔라듐을 포함하는 피복층을 상기와 마찬가지로 하여 형성한다. 또한 그 위에 금막을 상기와 마찬가지로 하여 형성한다. 상기 피복층과 금막을 형성한 잉곳을, 최종적인 코어선의 직경까지 금속제의 다이스를 사용하여 신선할 때에, 선 직경 150 μ m 이상의 굵기에서는 상기 다이스의 감면율을 14 내지 21% 정도로 하여 신선하고, 선 직경 150 μ m 미만의 굵기에 있어서의 신선 시에는 상기 감면율을 12 내지 19% 정도라고 하는, 통상보다도 큰 감면율로 신선한다. 이에 의해, 금막 상의 방향성을 갖는 집합 조직(신선 방향으로 결정 방위가 정렬된 집합 조직)을 발달시킬 수 있다. 단, 큰 감면율로 신선하면 단선이 발생할 위험성이 높아지므로, 본딩 와이어의 단선을 방지하기 위해, 신선 속도는, 예를 들어 2 내지 4m/min이라고 하는 통상보다도 저속으로 하는 것이 보다 바람직하다. 본 본딩 와이어에서도, 신선 후에 전술한 바와 마찬가지로 합금화를 재촉하는 열처리를 행한다. 신선 후에 합금화를 재촉하는 열처리 공정에 있어서의 온도가, 저온이면, <111> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적의 비율이 높아지고, 고온이면, 상기 면적의 비율이 저하된다. 이 면적의 저하는 상기 공정에서, 가열하여 재결정화가 촉진되면, 전술한 집합 조직에 있어서의 방향성이 상실되기 쉬워지는 것에 기인한다. 구체적으로는, 상기 노 내 온도가 210℃ 내지 260℃이면, 상기 면적의 비율이 100%로 되고, 상기 노 내 온도가 660℃ 내지 700℃의 범위이면, 상기 면적의 비율이 40% 정도로 되고, 상기 면적의 비율은 열처리의 온도로 제어할 수 있다.

[0080] 본원 발명의 본딩 와이어의 제조 방법에 있어서, 피복층의 표면의 마이어 정도가 0.2 내지 2.0GPa의 범위로 되는 본딩 와이어의 제조 방법은, 통상의 제조 방법으로는 제조하기 어렵고, 특수한 방법으로, 와이어 표면의 금과 팔라듐을 포함하는 합금을 각별히 연하게 하여 제조한다. 구체적으로는, 상술한 어느 하나의 방법으로 원하는 선 직경까지 신선하고, 전술한 합금화를 위한 열처리 공정을 종료한 후, 또한 상기 본딩 와이어를 스폴마다 아르곤에 4%의 수소가 혼입된 분위기에 제어된 전기로 중에 설치하여, 130 내지 180℃로 24 내지 28시간의 가열을 함으로써 제조할 수 있다. 130℃보다 저온 또는 24시간보다 단시간의 가열에서는, 금과 팔라듐을 포함하는 합금을 상기 정도와 같이 각별하게 연하게 할 수는 없다. 180℃보다 고온 또는 28시간보다 장시간의 가열을 하

면, 이웃하는 와이어 사이의 확산이 촉진되어, 와이어끼리가 달라붙어 버리는 경우가 있으므로 주의가 필요하다.

- [0081] (실시예)
- [0082] 이하, 실시예에 대해 설명한다.
- [0083] 우선, 상기 피복층의 표면에, 은과 팔라듐을 포함하는 합금층을 갖는 구성의 본딩 와이어에 관한 제조에 및 그 평가에 대해 설명한다.
- [0084] 본딩 와이어의 원재료로서, 코어선에 사용한 구리, 코어선 중의 첨가 원소로서 B, P, Se, Ca, Al, 피복층에 사용한 팔라듐, 표피층에 사용한 은으로서 순도가 99.99질량% 이상의 소재를 각각 준비하였다. 상기한 구리, 또는 구리와 첨가 원소 원료를 출발 원료로서 칭량한 후, 이것을 고진공 하에서 가열하여 용해함으로써 구리 또는 구리 합금의 직경 10mm 정도의 잉곳을 얻었다. 그 후, 단조, 압연, 신선을 행하여 소정의 직경의 와이어를 제작하였다. 그 후, 각 와이어의 표면에 팔라듐을 포함하는 피복층을 전해 도금으로 형성하였다. 여기서, 상기 피복층의 두께는 전해 도금의 시간으로 제어하였다. 또한 그 후, 상기 피복층의 표면에 전기 도금으로 은막을 형성하여, 300 내지 800℃로 유지된 노 내에서 상기 와이어를 60m/min의 속도로 연속적으로 스위프트함으로써, 상기 피복층의 표면에 은과 팔라듐의 합금층을 형성하였다. 여기서, 합금층의 두께는 상기 은막의 도포량, 즉 전기 도금 시간으로 제어하였다. 이와 같이 하여 직경이 20 μ m인 본딩 와이어를 얻었다. 또한, 일부의 시료에 있어서는, <100> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적을 제어하기 위해, 선 직경 80 μ m 이상의 굵기에서는 상기 다이스의 감면율을 13 내지 18% 정도로 하여 신선하고, 선 직경 80 μ m 미만의 굵기에 있어서의 신선 시에는 상기 감면율을 8 내지 12% 정도라고 하는, 통상보다도 큰 감면율로 신선하였다. 또한, 일부의 시료에 있어서는, 피복층의 표면의 마이어 경도를 제어하기 위해, 상기 본딩 와이어를 스플마다 아르곤 분위기로 제어된 전기로 중에 설치하여, 150 내지 200℃로 20 내지 24시간의 가열을 실시하였다.
- [0085] 완성된 상기 본딩 와이어에 있어서의 코어선의 직경, 피복층 및 합금층의 두께는, 본딩 와이어의 표면을 스펀더 하면서 AES로 분석하고, 또한 상기 본딩 와이어를 단면 연마하여, EDX로 조성을 분석하면서 측정하였다. 팔라듐의 농도가 50% 이상이고, 또한 은의 농도가 10% 미만이었던 영역을 피복층으로 하고, 피복층의 표면에 있는 은과 팔라듐을 포함하는 합금층에 있어서는 농도가 10 내지 75%의 범위였던 영역을 합금층으로 하였다. 피복층 및 합금층의 두께 및 조성을 각각 표 1 내지 표 5에 기재하였다.
- [0086] 피복층에 의한 본딩 와이어의 산화 방지 효과를 평가하기 위해, 습도가 85%, 온도가 85℃라고 하는 고온 고습로 중에 72시간, 본딩 와이어를 스플마다 방치하여, 억지로 와이어 표면의 산화를 촉진하는 가속 시험을 행하였다. 가열 후, 본딩 와이어를 고온 고습로로부터 취출하여, 표면의 산화의 정도를 광학 현미경으로 관찰하였다. 이때, 와이어 표면의 전체면이 산화되어 있으면 ×표로, 와이어 표면의 일부가 산화되어 있으면 Δ표로, 와이어 표면이 산화되어 있지 않으면 ○표로, 표 1, 표 5 중의 「장기 보관(산화)」의 란에 기록하였다.
- [0087] 피복층에 의한 본딩 와이어의 황화 방지 효과를 평가하기 위해, 대기 분위기 하에서 온도가 195℃로 유지된 고온로 중에 155시간, 본딩 와이어를 스플마다 방치하여, 억지로 와이어 표면의 황화를 촉진하는 가속 시험을 행하였다. 상기와 같이 대기 분위기 중에, 고온에서 방치하면, 대기 중에 포함되는 극미량의 유황이라도 황화 반응을 가속할 수 있다. 가열 후, 본딩 와이어를 고온로로부터 취출하여, 표면의 황화의 정도를 시판의 색채계(미놀타 CR-300)로 관찰하여, 명도(L*)가 30 이하이면 황화라고 간주하고, 30 초과이고 또한 40 이하이면 실용상 지장이 없는 레벨, 40 초과를 바람직한 레벨로 하였다. 이때, 와이어 표면에 황화부가 관찰되면 ×표로, 실용상 지장이 없는 레벨이면 Δ표로, 와이어 표면이 황화되어 있지 않으면 ○표로, 표 1, 표 5 중의 「장기 보관(황화)」의 란에 표기하였다.
- [0088] 본딩 와이어의 접속에는 시판의 자동 와이어 본더를 사용하였다. 본딩 직전에 아크 방전에 의해 본딩 와이어의 선단에 불부를 제작하였지만, 그 직경은 본딩 와이어의 직경의 1.7배로 되도록 34 μ m로 해 두었다. 불부 제작시의 분위기는 질소로 하였다.
- [0089] 불부의 실제의 직경은 각 불부 모두 20개씩 SEM을 사용하여 측정하고, 그 최대치와 최소치의 차가, 불 직경의 평균치의 10% 초과이면 편차가 심하게 불량이라고 하여 ×를, 5% 초과이고 또한 10% 이하이면 중간 정도로서 Δ를, 3% 초과이고 또한 5% 이하이면 실용상의 문제는 없어 양호라고 간주하여 ○를, 3% 이하이면 극히 양호로서 ◎를, 표 1, 표 5 중의 「질소 중 FAB 진구성」의 란에 기재하였다.
- [0090] 또한, 불부를 SEM으로 관찰하여, 그 외관에 기포가 보이면, 표 1, 표 5 중의 「질소 중 FAB 기포 억제」의 란에 그 취지를 기재하였다. 또한, 각 불부를 10개씩 단면 연마하여 광학 현미경으로 관찰하여, 단면부에 기포가 관

찰되지 않으면 극히 양호로서 ◎◎표로, 10개 중 1 내지 2개의 볼부에만 기포가 관찰되면 양호로서 ◎표로, 10개 중 3 내지 4개의 볼부에만 기포가 관찰되면 실용상 문제가 없는 레벨로서 ○표로, 10개 중 5개의 볼부에만 기포가 관찰되면 실용상 허용할 수 있는 레벨로서 △표로, 10개 중 6개 이상의 볼부에 기포가 관찰되면 열악으로서 ×표로, 표 1, 표 5 중의 「질소 중 FAB 기포 억제」의 란에 기록하였다.

- [0091] 본딩 와이어의 접합의 상대로서는, Si칩 상에 형성된 두께 1 μ m의 Al 전극과, 표면이 은 또는 팔라듐 도금 리드 프레임인 리드를 각각 사용하였다. 제작한 볼부를 260℃로 가열한 상기 전극과 볼 접합한 후, 본딩 와이어의 모선부를 260℃로 가열한 상기 리드와 웨지 접합하여, 다시 볼부를 제작함으로써, 연속적으로 본딩을 반복하였다. 루프 길이가 4.9mm로 되도록 하였다. 또한, 일부의 시료에 있어서는 루프 길이가 약 1mm인 상기 역본딩을, 다른 시료에 있어서는 루프 높이가 약 304.8 μ m(12mil)이고 루프 길이가 약 2mm인 상기 고루프 본딩을, 또 다른 시료에 있어서는 루프 길이가 약 3mm이고 루프 높이가 76.2 μ m(3mil)인 저루프 본딩을, 또 다른 시료에 있어서는 루프 길이가 5.3mm(210mil)라고 하는 장척 본딩을 각각 행하였다.
- [0092] 본딩 와이어의 웨지 접합성에 대해서는, 웨지 접합된 상태의 본딩 와이어를 웨지 접합부 바로 위에서 파지하여, 절단될 때까지 상방으로 들어올려, 그 절단 시에 얻어지는 파단 하중을 판독하는, 소위 박리 강도 측정법으로, 40개의 파단 하중(박리 강도)을 측정하였다. 박리 강도의 표준 편차가 6mN 초과이면 편차가 커서 개선이 필요하므로 ×를, 5mN 초과이고 또한 6mN 이하이면 실용상 허용할 수 있는 레벨로서 △를, 5mN 이하이면 실용상의 큰 문제는 없으므로 ○를, 표 1, 표 5의 「Ag-L/F 2nd 접합」(은 도금 리드 프레임의 리드의 경우) 및 「Pd-L/F 2nd 접합」(팔라듐 도금 리드 프레임의 리드의 경우)의 란에 표기하였다.
- [0093] 여기서, 모세관에 의해 루프에 흠집이 발생하였는지 여부를 광학 현미경으로 관찰하였다. 관찰한 루프의 개수는 20개이고, 1개도 흠집이 없으면 극히 양호로 ◎◎표로, 1 내지 2개의 루프에만 흠집이 관찰된 경우는 양호로 ◎표로, 3 내지 4개의 루프에만 흠집이 관찰된 경우에는 실용상 문제가 없는 레벨로 ○표로, 5개의 루프에만 흠집이 관찰된 경우에는 실용상 허용할 수 있는 레벨로서 △표로, 6개 이상의 루프에 흠집이 관찰되면 열악으로 ×표로, 표 1, 표 5의 「흠집 억제」의 란에 표기하였다.
- [0094] 상기 본딩 와이어의 표면에서 관찰되는 결정립의 <100> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기는 EBSD법으로 개별의 결정립의 방위를 관찰한 후에 산출하였다. 상기 산출 시에는, 본딩 와이어의 신선 방향과 수직인 방향으로 8 μ m의 폭을 갖고, 본딩 와이어의 신선 방향으로 150 μ m의 길이를 갖는 면을, 각 시료 모두 3시야씩 관찰하였다. 그 값을 표 2 내지 표 4의 「<100> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율」의 란에 기재하였다.
- [0095] 상기 본딩 와이어의 표면에서 관찰되는 결정립의 <111> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기는 EBSD법으로 개별의 결정립의 방위를 관찰한 후에 산출하였다. 상기 산출 시에는, 본딩 와이어의 신선 방향과 수직인 방향으로 8 μ m의 폭을 갖고, 본딩 와이어의 신선 방향으로 150 μ m의 길이를 갖는 면을, 각 시료 모두 3시야씩 관찰하였다. 그 값을 표 2 내지 표 4의 「<111> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율」의 란에 기재하였다.
- [0096] 상기한 역본딩을 한 후의, 본딩 와이어 표면에 있어서의 주름은, 각 시료 모두 20개의 루프를 광학 현미경으로 관찰하여, 1개도 주름이 없으면 극히 양호로 ◎◎표로, 1 내지 2개의 루프에만 주름이 관찰된 경우에는 양호로 ◎표로, 3 내지 4개의 루프에만 주름이 관찰된 경우에는 실용상 문제가 없는 레벨로 ○표로, 5개 이상의 루프에 주름이 관찰되면 열악으로 ×표로, 표 2 내지 표 4의 「역본딩 주름 억제」의 란에 기재하였다.
- [0097] 상기한 고루프 본딩을 한 후의, 본딩 와이어 표면에 있어서의 리닝 불량은 각 시료 모두 20개의 루프를 광학 현미경으로 관찰하여, 1개도 리닝 불량에 관찰되지 않으면 극히 양호로 ◎◎표로, 1 내지 2개의 루프에만 리닝 불량이 관찰된 경우에는 양호로 ◎표로, 3 내지 4개의 루프에만 리닝 불량이 관찰된 경우에는 실용상 문제가 없는 레벨로 ○표로, 5개 이상의 루프에 리닝 불량이 관찰되면 열악으로 ×표로, 표 2의 「고루프 리닝 억제」의 란에 표기하였다.
- [0098] 와이어 표면의 마이어 경도는, 나노인덴션법에 의해, 1nm 정도의 깊이 정밀도로 측정하고, 그 값을 표 3 내지 표 4의 「와이어의 표면의 마이어 경도」의 란에 기재하였다.
- [0099] 상기한 저루프 본딩을 한 후의, 네크부에 있어서의 데미지의 유무는 각 시료 모두 20개의 루프를 광학 현미경으로 관찰하여, 1개도 데미지가 없으면 양호로 ◎표로, 20개 중 1 내지 2개로 데미지가 관찰되면 문제가 없는 레벨로 ○표로, 20개 중 3개 이상으로 데미지가 관찰되면 열악으로 ×표로, 표 3 내지 표 4의 「76.2 μ m(3mil)급 저루프 네크 데미지」의 란에 기재하였다.

- [0100] 상기한 장척 본딩을 한 후의 루프의 구부러짐에 대해서는, 각 시료의 루프 20개를 투영기를 사용하여 측정하였다. 여기서, 그 평균치를 루프 길이로 나눈 값을 와이어 구부러짐률로 하고, 4% 미만이면 극히 양호로 ◎표로, 4 내지 5%이면 실용상 문제가 없는 레벨로서 ○표로, 5% 초과이면 불량이라고 판단하여 ×표로, 표 4의 「5.3mm(210mil)급 장척 구부러짐」의 란에 표기하였다.
- [0101] 다음에, 상기 피복층의 표면에, 금과 팔라듐을 포함하는 합금층을 갖는 구성의 본딩 와이어에 관한 제조에 및 그 평가에 대해 설명한다.
- [0102] 본딩 와이어의 원재료로서, 코어선에 사용한 구리, 코어선 중의 첨가 원소로서 B, P, Se, Ca, Al, 피복층에 사용한 팔라듐, 표피층에 사용한 금으로서 순도가 99.99질량% 이상인 소재를 각각 준비하였다. 상기한 구리, 또는 구리와 첨가 원소 원료를 출발 원료로서 칭량한 후, 이것을 고진공 하에서 가열하여 용해함으로써 구리 또는 구리 합금의 직경 10mm 정도의 잉곳을 얻었다. 그 후, 단조, 압연, 신선을 행하여 소정의 직경의 와이어를 제작하였다. 그 후, 각 와이어의 표면에 팔라듐을 포함하는 피복층을 전해 도금으로 형성하였다. 여기서, 상기 피복층의 두께는 전해 도금의 시간으로 제어하였다. 또한 그 후, 상기 피복층의 표면에 전기 도금으로 금막을 형성하여, 300 내지 800℃로 유지된 노 내에서 상기 와이어를 30m/min의 속도로 연속적으로 스위프함으로써, 상기 피복층의 표면에 금과 팔라듐의 합금층을 형성하였다. 여기서, 합금층의 두께는 상기 금막의 도포량, 즉 전기 도금 시간으로 제어하였다. 이와 같이 하여 코어선의 직경이 20 μ m인 본딩 와이어를 얻었다. 또한, 일부의 시료에 있어서는, <111> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적을 제어하기 위해, 선 직경 150 μ m 이상의 굵기에서는 상기 다이스의 감면율을 16 내지 20% 정도로 하여 신선하고, 선 직경 150 μ m 미만의 굵기에 있어서의 신선 시에는 상기 감면율을 13 내지 15% 정도라고 하는, 통상보다도 큰 감면율로 신선하였다. 또한, 일부의 시료에 있어서는, 피복층의 표면의 마이어 경도를 제어하기 위해, 상기 본딩 와이어를 스폴마다 아르곤 분위기로 제어된 전기로 중에 설치하여, 150 내지 200℃로 20 내지 24시간의 가열을 실시하였다.
- [0103] 완성된 상기 본딩 와이어에 있어서의 코어선의 직경, 피복층 및 합금층의 두께는 본딩 와이어의 표면을 스펙터 하면서 AES로 분석하고, 또한 상기 본딩 와이어를 단면 연마하여, EDX로 조성을 분석하면서 측정하였다. 팔라듐의 농도가 50% 이상이고, 또한 금의 농도가 10% 미만이었던 영역을 피복층으로 하고, 피복층의 표면에 있는 금과 팔라듐을 포함하는 합금층에 있어서는 금 농도가 10 내지 75%의 범위였던 영역을 합금층으로 하였다. 피복층 및 합금층의 두께 및 조성을 각각 표 6 내지 표 10에 기재하였다.
- [0104] 피복층에 의한 본딩 와이어의 산화 방지 효과를 평가하기 위해, 습도가 85%, 온도가 85℃라고 하는 고온 고습로 중에 72시간, 본딩 와이어를 스폴마다 방치하여, 역지로 와이어 표면의 산화를 촉진하는 가속 시험을 행하였다. 가열 후, 본딩 와이어를 고온 고습로로부터 취출하여, 표면의 산화의 정도를 광학 현미경으로 관찰하였다. 이때, 와이어 표면의 전체면이 산화되어 있으면 ×표로, 와이어 표면이 산화되어 있지 않으면 ○표로, 표 6, 표 10 중의 「장기 보관(산화)」의 란에 표기하였다.
- [0105] 피복층에 의한 본딩 와이어의 황화 방지 효과를 평가하기 위해, 대기 분위기 하에서 온도가 195℃로 유지된 고온로 중에 155시간, 본딩 와이어를 스폴마다 방치하여, 역지로 와이어 표면의 황화를 촉진하는 가속 시험을 행하였다. 상기와 같이 대기 분위기 중에 고온에서 방치하면, 대기 중에 포함되는 극미량의 유황이라도 황화 반응을 가속할 수 있다. 가열 후, 본딩 와이어를 고온로로부터 취출하고, 표면의 황화의 정도를 시판의 색채계(미놀타 CR-300)로 관찰하여, 명도(L*)가 30 이하이면 황화라고 간주하고, 30 초과이고 또한 40 이하이면 실용상 지장이 없는 레벨, 40 초과를 바람직한 레벨로 하였다. 이때, 와이어 표면에 황화부가 관찰되면 ×표로, 실용상 지장이 없는 레벨이면 △표로, 와이어 표면이 황화되어 있지 않으면 ○표로, 표 6, 표 10 중의 「장기 보관(황화)」의 란에 표기하였다.
- [0106] 본딩 와이어의 접속에는 시판의 자동 와이어 본더를 사용하였다. 본딩 직전에 아크 방전에 의해 본딩 와이어의 선단에 불부를 제작하였지만, 그 직경은 본딩 와이어의 직경의 1.7배로 되도록 34 μ m로 해 두었다. 불부 제작시의 분위기는 질소로 하였다.
- [0107] 불부의 실제의 직경은 각 불부 모두 20개씩 SEM을 사용하여 측정하여, 그 최대치와 최소치의 차가, 불 직경의 평균치의 10% 초과이면 편차가 심하게 불량이라고 하여 ×를, 5% 초과이고 또한 10% 이하이면 중간 정도로서 △를, 3% 초과이고 또한 5% 이하이면 실용상의 문제는 없어 양호하다고 간주하여 ○를, 3% 이하이면 극히 양호로서 ◎를, 표 6, 표 10 중의 「질소 중 FAB 진구성」의 란에 표기하였다.
- [0108] 또한, 불부를 SEM으로 관찰하여, 그 외관에 기포가 보이면, 표 6, 표 10 중의 「질소 중 FAB 기포 억제」의 란

에 ×표를, 외관에 기포가 보이지 않으면 ○표를 각각 표기하였다.

- [0109] 본딩 와이어의 접합의 상대로서는, Si칩 상에 형성된 두께 1 μ m의 Al 전극과, 표면이 금 또는 팔라듐 도금 리드 프레임인 리드를 각각 사용하였다. 제작한 볼부를 260℃로 가열한 상기 전극과 볼 접합한 후, 본딩 와이어의 모선부를 260℃로 가열한 상기 리드와 웨지 접합하여, 다시 볼부를 제작함으로써, 연속적으로 본딩을 반복하였다. 루프 길이가 4.9mm로 되도록 하였다. 또한, 일부의 시료에 있어서는 루프 높이가 약 304.8 μ m(12mil)이고 루프 길이가 약 2mm인 상기 고루프 본딩을, 또 다른 시료에 있어서는 루프 길이가 약 3mm이고 루프 높이가 76.2 μ m(3mil)인 저루프 본딩을, 또 다른 시료에 있어서는 루프 길이가 5.3mm(210mil)라고 하는 장척 본딩을 각각 행하였다.
- [0110] 본딩 와이어의 웨지 접합성에 대해서는, 웨지 접합된 상태의 본딩 와이어를 웨지 접합부 바로 위에서 파지하여, 절단할 때까지 상방으로 들어올려, 그 절단 시에 얻어지는 파단 하중을 판독하는, 소위 박리 강도 측정법으로, 40개의 파단 하중(박리 강도)을 측정하였다. 박리 강도의 표준 편차가 5mN 초과이면 편차가 커서 개선이 필요하므로 ×를, 3mN 초과이고 또한 5mN 이하이면 실용상의 큰 문제는 없으므로 ○를, 3mN 이하이면 편차가 극히 작고 양호하므로 ◎를, 표 6, 표 10의 「Ag-L/F 2nd 접합」(금 도금 리드 프레임의 리드의 경우) 및 「Pd-L/F 2nd 접합」(팔라듐 도금 리드 프레임의 리드의 경우)의 란에 표기하였다.
- [0111] 여기서, 모세관에 의해 루프에 흡집이 발생하였는지 여부를 광학 현미경으로 관찰하였다. 관찰한 루프의 개수는 20개이고, 1개도 흡집이 없으면 극히 양호로 ◎◎표로, 1 내지 2개의 루프에만 흡집이 관찰된 경우는 양호로 ◎표로, 3 내지 4개의 루프에만 흡집이 관찰된 경우에는 실용상 문제가 없는 레벨로 ○표로, 5개의 루프에만 흡집이 관찰된 경우에는 실용상 허용할 수 있는 레벨로서 △표로, 6개 이상의 루프에 흡집이 관찰되면 열악으로 ×표로, 표 6, 표 10의 「흡집 억제」의 란에 표기하였다.
- [0112] 상기 본딩 와이어의 표면에서 관찰되는 결정립의 <111> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기는 EBSD법으로 개별의 결정립의 방위를 관찰한 후에 산출하였다. 상기 산출에 있어서는, 본딩 와이어의 신선 방향과 수직인 방향으로 8 μ m의 폭을 갖고, 본딩 와이어의 신선 방향으로 150 μ m의 길이를 갖는 면을, 각 시료 모두 3시야씩 관찰하였다. 그 값을 표 7 내지 표 9의 「<111> 결정 방위의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율」의 란에 표기하였다.
- [0113] 상기한 고루프 본딩을 한 후의, 본딩 와이어 표면에 있어서의 리닝 불량은, 각 시료 모두 20개의 루프를 광학 현미경으로 관찰하여, 1개도 리닝 불량이 관찰되지 않으면 극히 양호로 ◎◎표로, 1 내지 2개의 루프에만 리닝 불량이 관찰된 경우에는 양호로 ◎표로, 3 내지 4개의 루프에만 리닝 불량이 관찰된 경우에는 실용상 문제가 없는 레벨로 ○표로, 5개 이상의 루프에 리닝 불량이 관찰되면 열악으로 ×표로, 표 7 내지 표 9의 「고루프 리닝 억제」의 란에 표기하였다.
- [0114] 와이어 표면의 마이어 경도는 나노인덴션법에 의해, 1mm 정도의 깊이 정밀도로 측정하여, 그 값을 표 8 내지 표 9의 「와이어의 표면의 마이어 경도」의 란에 표기하였다.
- [0115] 상기한 저루프 본딩을 한 후의, 네크부에 있어서의 데미지의 유무는 각 시료 모두 20개의 루프를 광학 현미경으로 관찰하여, 1개도 데미지가 없으면 양호로 ◎표로, 20개 중 1 내지 2개에서 데미지가 관찰되면 문제가 없는 레벨로 ○표로, 20개 중 3개 이상에서 데미지가 관찰되면 열악으로 ×표로, 표 8 내지 표 9의 「76.2 μ m(3mil)급 저루프 네크 데미지」의 란에 표기하였다.
- [0116] 상기한 장척 본딩을 한 후의 루프의 구부러짐에 대해서는, 각 시료의 루프 20개를 투영기를 사용하여 측정하였다. 여기서, 그 평균치를 루프 길이로 나눈 값을 와이어 구부러짐률로 하고, 4% 미만이면 극히 양호로 ◎표로, 4 내지 5%이면 실용상 문제가 없는 레벨로서 ○표로, 5 내지 6%이면 실용 가능한 레벨로서 △표로, 6% 초과이면 불량으로 판단하여 ×표로, 표 8의 「5.3mm(210mil)급 장척 구부러짐」의 란에 표기하였다.
- [0117] 칩 데미지의 평가에서는 볼 접합부 20개를 단면 연마하여, 전극에 균열이 발생하고 있으면 불량이라고 판단하여 ×표로, 균열이 관찰되지 않으면 양호로서 ○표로, 표 8의 「칩 데미지」의 란에 표기하였다.
- [0118] 이하, 표 1 내지 표 10의 평가 결과에 대해 설명한다.
- [0119] 표 1의 제1 실시예 내지 제63 실시예 및 표 6의 제136 실시예 내지 제192 실시예에 기재한 바와 같이, 구리의 코어선의 표면에 10 내지 200nm의 두께의 팔라듐 피복층을 형성하고, 상기 피복층의 표면에 또한 1 내지 80nm의 두께의 은과 팔라듐, 혹은 금과 팔라듐의 합금층을 갖는 본딩 와이어에서는, 내산화성(「장기 보관(산화)」의 란)이나 볼부의 진구성(「질소 중 FAB 진구성」의 란)을 확보하면서, 또한 팔라듐 도금 리드 프레임 상에서의

양호한 웨지 접합성(「Pd-L/F 2nd 접합」의 란)이 얻어지는 것이다. 이들에 대해, 제1 비교예에 나타낸 바와 같이, 구리 와이어 상에 특별히 피복층을 설치하지 않는 코어선만으로는, 장기 보관이나 2nd 접합성이 열악하다. 또한, 제2 비교예에 나타낸 바와 같이, 구리 코어선의 표면의 피복층을 은으로 한 경우에는, 질소 중에서의 불부의 진구성이 뒤떨어져 있다. 또한, 제3 비교예 내지 제5 비교예에 나타낸 바와 같이, 구리 코어선 상에 팔라듐의 피복층만을 설치한 경우에는, 팔라듐 도금 리드 프레임 상에서의 웨지 접합성이 열악하다. 또한, 제6 비교예에 나타낸 바와 같이, 구리 코어선 상에 10 내지 200nm의 범위 내의 두께로 팔라듐의 피복층을 형성해도, 또한 그 표면 상에 형성한 은과 팔라듐의 합금층의 두께가 1nm보다 얇은 경우에는, 팔라듐 도금 리드 프레임 상에서의 웨지 접합성이 열악하다. 또한, 제7 비교예에 나타낸 바와 같이, 구리 코어선 상에 10 내지 200nm의 범위 내의 두께로 팔라듐의 피복층을 형성해도, 또한 그 표면 상에 형성한 은과 팔라듐의 합금층의 두께가 80nm보다도 두꺼운 경우에는, 안정된 품질을 확보하기 어려워져, 상기 합금층이 산화되거나 황화됨으로써, 평가한 어떤 특성이든 열악하다. 또한, 제8 비교예에 나타낸 바와 같이, 구리 코어선 상에 10 내지 200nm의 범위 내의 두께로 팔라듐의 피복층을 형성하고, 또한 그 표면 상에 형성한 은과 팔라듐의 합금층 중의 은 농도가 10%보다도 낮은 경우에는 팔라듐 도금 리드 프레임 상에서의 웨지 접합성이 열악하다. 또한, 제9 비교예에 나타낸 바와 같이, 구리 코어선 상에 10 내지 200nm의 범위 내의 두께로 팔라듐의 피복층을 형성하고, 또한 그 표면 상에 형성한 은과 팔라듐의 합금층 중의 은 농도가 75%를 초과하여 높은 경우에는 질소 중에서 불부의 진구성이 뒤떨어진다. 또한, 제10 비교예에 나타낸 바와 같이, 구리 코어선 상에 형성한 팔라듐의 피복층의 두께가 10 내지 200nm의 범위를 초과하면, 또한 그 표면 상에 형성한 은과 팔라듐의 합금층의 두께가 1 내지 80nm의 범위라도, 질소 중에서 소경의 불부를 형성하면 기포가 발생한다(「질소 중 FAB 기포 억제」의 란).

[0120] 다음에, 상기 피복층의 표면에, 은과 팔라듐을 포함하는 합금층을 갖는 구성의 본딩 와이어의 예에 대해 설명한다.

[0121] 표 1의 제1 실시예 내지 제12 실시예, 제16 실시예 내지 제27 실시예, 제31 실시예 내지 제42 실시예, 제46 실시예 내지 제57 실시예에 기재한 바와 같이, 구리의 코어선의 표면에 10 내지 200nm의 두께의 팔라듐 피복층을 형성하고, 상기 피복층의 표면에 또한 1 내지 30nm의 두께의 은과 팔라듐의 합금층을 갖는 본딩 와이어에서는, 내산화성(「장기 보관(산화)」의 란)이나 불부의 진구성(「질소 중 FAB 진구성」의 란)을 확보하면서, 또한 팔라듐 도금 리드 프레임 상에서의 양호한 웨지 접합성(「Pd-L/F 2nd 접합」의 란)이 얻어지는 것이다. 이들에 대해, 제1 비교예에 나타낸 바와 같이, 구리 와이어 상에 특별히 피복층을 설치하지 않는 코어선만으로는, 장기 보관이나 2nd 접합성이 열악하다. 또한, 제2 비교예에 나타낸 바와 같이, 구리 코어선의 표면의 피복층을 은으로 한 경우에는, 질소 중에서의 불부의 진구성이 뒤떨어져 있다. 또한, 제3 비교예 내지 제5 비교예에 나타낸 바와 같이, 구리 코어선 상에 팔라듐의 피복층만을 설치한 경우에는, 팔라듐 도금 리드 프레임 상에서의 웨지 접합성이 열악하다. 또한, 제6 비교예에 나타낸 바와 같이, 구리 코어선 상에 10 내지 200nm의 범위 내의 두께로 팔라듐의 피복층을 형성해도, 또한 그 표면 상에 형성한 은과 팔라듐의 합금층의 두께가 1nm보다 얇은 경우에는, 팔라듐 도금 리드 프레임 상에서의 웨지 접합성이 열악하다. 또한, 제7 비교예에 나타낸 바와 같이, 구리 코어선 상에 10 내지 200nm의 범위 내의 두께로 팔라듐의 피복층을 형성해도, 또한 그 표면 상에 형성한 은과 팔라듐의 합금층의 두께가 80nm보다도 두꺼운 경우에는, 안정된 품질을 확보하기 어려워져, 상기 합금층이 산화되거나 황화됨으로써, 평가한 어떤 특성이든 열악하다. 또한, 제8 비교예에 나타낸 바와 같이, 구리 코어선 상에 10 내지 200nm의 범위 내의 두께로 팔라듐의 피복층을 형성하고, 또한 그 표면 상에 형성한 은과 팔라듐의 합금층 중의 은 농도가 10%보다도 낮은 경우에는 팔라듐 도금 리드 프레임 상에서의 웨지 접합성이 열악하다. 또한, 제9 비교예에 나타낸 바와 같이, 구리 코어선 상에 10 내지 200nm의 범위 내의 두께로 팔라듐의 피복층을 형성하고, 또한 그 표면 상에 형성한 은과 팔라듐의 합금층 중의 은 농도가 75%를 초과하여 높은 경우에는 질소 중에서의 불부의 진구성이 뒤떨어진다. 또한, 제10 비교예에 나타낸 바와 같이, 구리 코어선 상에 형성한 팔라듐의 피복층의 두께가 10 내지 200nm의 범위를 초과하면, 또한 그 표면 상에 형성한 은과 팔라듐의 합금층의 두께가 1 내지 30nm의 범위라도, 질소 중에서 소경의 불부를 형성하면 기포가 발생한다(「질소 중 FAB 기포 억제」의 란).

[0122] 제16 실시예 내지 제63 실시예에 나타낸 바와 같이, 상기 은과 팔라듐으로 이루어지는 합금 중의 은 농도가 20% 이상이면 모세관에 의한 흡집 발생의 억제 효과가 크고(「흡집 억제」의 란), 또한 질소 중에서 소경의 불부를 형성해도 기포의 발생이 억제된다(「질소 중 FAB 기포 억제」의 란). 또한, 제31 실시예 내지 제63 실시예에 나타낸 바와 같이, 상기 은 농도가 30% 이상이면 전술한 효과가 더욱 높아졌다.

[0123] 표 2의 제64 실시예 내지 제91 실시예에 나타낸 바와 같이, 상기 본딩 와이어의 표면에서 관찰되는 <100> 결정 방향의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율이 50% 이상 100% 이하이면, 역본딩했을 때에

루프의 표면에서 발생하는 주름의 억제 효과가 높아지고(「역본딩 주름 억제」의 란), 상기 면적율이 70% 이상이면 그 효과가 더욱 높아졌다.

- [0124] 표 2의 제4 실시예 내지 제6 실시예에 나타난 바와 같이, 상기 본딩 와이어의 표면에서 관찰되는 <111> 결정 방향의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율이 60% 이상 100% 이하이면, 고루프 본딩했을 때에 리닝 불량 발생을 억제하는 효과가 높아지고(「고루프 리닝 억제」의 란), 상기 면적율이 70% 이상이면 그 효과가 더욱 높아졌다.
- [0125] 표 3의 제92 실시예 내지 제96 실시예, 제99 실시예 내지 제102 실시예, 제104 실시예에 나타난 바와 같이, 상기 본딩 와이어의 표면의 마이어 경도가 0.2 내지 2.0GPa의 범위이면, 또한 저루프 본딩을 행해도 네크 데미지가 억제된다(「76.2 μ m(3mi1)급 저루프 네크 데미지」의 란).
- [0126] 표 4의 제109 실시예 내지 제117 실시예, 제121 실시예 내지 제124 실시예에 나타난 바와 같이, 상기 코어선이, B, P, Se 중 적어도 1종을 총계로 5 내지 300질량ppm 함유하는 구리 합금에서는, 장척 본딩을 행했을 때라도 루프의 구부러짐이 억제된다(「5.3mm(210mi1)급 장척 구부러짐」의 란).
- [0127] 표 5의 제125 실시예 내지 제135 실시예에 나타난 바와 같이, 상기 피복층과 상기 코어선 사이에 확산층이 발생하고 있거나, 상기 코어선에 포함되는 구리가 상기 피복층 중에 확산되어 있어도, 본원 발명의 효과를 확보할 수 있었다.
- [0128] 다음에, 상기 피복층의 표면에, 금과 팔라듐을 포함하는 합금층을 갖는 구성의 본딩 와이어의 예에 대해 설명한다.
- [0129] 표 6의 제136 실시예 내지 제192 실시예에 기재한 바와 같이, 구리의 코어선의 표면에 10 내지 200nm의 두께의 팔라듐 피복층을 갖고, 상기 피복층의 표면에 또한 1 내지 80nm의 두께의 금과 팔라듐의 합금층을 갖는 본딩 와이어에서는, 내산화성[「장기 보관(산화)」의 란], 내황화성[「장기 보관(황화)」의 란]이나 불부의 진구성(「질소 중 FAB 진구성」의 란)을 확보하면서, 또한 팔라듐 도금 리드 프레임 상에서의 양호한 웨지 접합성(「Pd-L/F 2nd 접합」의 란)이 얻어지는 것이다. 이들에 대해, 제1 비교예에 나타난 바와 같이, 구리 와이어 상에 특히 피복층을 설치하지 않는 코어선만으로는, 장기 보관이나 2nd 접합성이 열악하다. 또한, 제11 비교예에 나타난 바와 같이, 구리 코어선의 표면의 피복층을 금으로 한 경우에는, 질소 중에서의 불부의 진구성이 뒤떨어져 있다. 또한, 제12 비교예에 나타난 바와 같이, 구리 코어선 상에 10 내지 200nm의 범위 내의 두께로 팔라듐의 피복층을 형성해도, 또한 그 표면 상에 형성한 금과 팔라듐의 합금층의 두께가 1nm보다 얇은 경우에는, 팔라듐 도금 리드 프레임 상에서의 웨지 접합성이 충분하지 않다. 또한, 제13 비교예에 나타난 바와 같이, 구리 코어선 상에 10 내지 200nm의 범위 내의 두께로 팔라듐의 피복층을 형성해도, 또한 그 표면 상에 형성한 금과 팔라듐의 합금층의 두께가 80nm보다도 두꺼운 경우에는, 안정된 품질을 확보하기 어려워져, 팔라듐 도금 리드 프레임 상에서의 웨지 접합성(「Pd-L/F 2nd 접합」의 란)이 뒤떨어져 있고, 또한 상기 합금층이 산화됨으로써, 불부의 진구성(「질소 중 FAB 진구성」의 란)을 만족시킬 수 있는 것은 아니다. 또한, 제14 비교예에 나타난 바와 같이, 구리 코어선 상에 10 내지 200nm의 범위 내의 두께로 팔라듐의 피복층을 형성하고, 또한 그 표면 상에 형성한 금과 팔라듐의 합금층 중의 금 농도가 10%보다도 낮은 경우에는 팔라듐 도금 리드 프레임 상에서의 웨지 접합성이 충분하지 않다. 또한, 제15 비교예에 나타난 바와 같이, 구리 코어선 상에 10 내지 200nm의 범위 내의 두께로 팔라듐의 피복층을 형성하고, 또한 그 표면 상에 형성한 금과 팔라듐의 합금층 중의 금 농도가 75%를 초과하여 높은 경우에는 질소 중에서의 불부의 진구성이 뒤떨어진다. 또한, 제16 비교예에 나타난 바와 같이, 구리 코어선 상에 형성한 팔라듐의 피복층의 두께가 10 내지 200nm의 범위를 초과하면, 또한 그 표면 상에 형성한 금과 팔라듐의 합금층의 두께가 1 내지 80nm의 범위라도, 질소 중에서 소경의 불부를 형성하면 기포가 발생한다(「질소 중 FAB 기포 억제」의 란).
- [0130] 제136 실시예 내지 제168 실시예, 제250 실시예, 제251 실시예, 제253 실시예, 제256 실시예에 나타난 바와 같이, 상기 금과 팔라듐으로 이루어지는 합금 중의 금 농도가, 10% 이상 40% 미만이면 불부의 진구성이 보다 향상된다(「질소 중 FAB 진구성」의 란).
- [0131] 제169 실시예 내지 제192 실시예, 제252 실시예, 제254 실시예, 제255 실시예, 제257 실시예 내지 제260 실시예에 나타난 바와 같이, 상기 금과 팔라듐으로 이루어지는 합금 중의 금 농도가 40% 이상이면, 웨지 본딩 특성이 보다 향상된다(「Pd-L/F 2nd 접합」의 란).
- [0132] 표 7의 제148 실시예, 제193 실시예 내지 제216 실시예에 나타난 바와 같이, 상기 본딩 와이어의 표면에서 관찰되는 <111> 결정 방향의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율이 40% 이상 100% 이하이면,

고루프 본딩했을 때에 리닝 불량률의 발생을 억제하는 효과가 높아지고(「고루프 리닝 억제」의 란), 상기 면적을 이 70% 이상이면 그 효과가 더욱 높아졌다.

[0133] 표 8의 제217 실시예 내지 제222 실시예, 제225 실시예 내지 제228 실시예에 나타난 바와 같이, 상기 본딩 와이어의 표면의 마이어 경도가 0.2 내지 2.0GPa의 범위이면, 또한, 저루프 본딩을 행해도 네크 데미지가 억제된다 [「76.2 μ m(3mi1)급 저루프 네크 데미지」의 란].

[0134] 표 9의 제234 실시예 내지 제242 실시예, 제246 실시예 내지 제249 실시예에 나타난 바와 같이, 상기 코어선이, B, P, Se 중 적어도 1종을 총계로 5 내지 300질량ppm 함유하는 구리 합금에서는, 장척 본딩을 행했을 때라도 루프의 구부러짐이 억제된다 [「5.3mm(210mi1)급 장척 구부러짐」의 란]. 한편, 제243 실시예에 나타난 바와 같이, 상기 코어선에 300질량ppm 초과 첨가를 행하면, 칩 데미지가 발생하였다(「칩 데미지」의 란).

[0135] 표 10의 제250 실시예 내지 제260 실시예에 나타난 바와 같이, 상기 피복층과 상기 코어선 사이에 확산층이 발생하고 있거나, 상기 코어선에 포함되는 구리가 상기 피복층 중에 확산되어 있어도, 본원 발명의 효과를 확보할 수 있었다.

표 1

제	코어재	팔라듐을 포함하는 피복층		은과 팔라듐의 합금층		장기 보관 (산화)	장기 보관 (황화)	Ag-L/F 2nd접합	질소 중 FAB 진구성	Pd-L/F 2nd접합	흡집 억제	질소 중 FAB 기포 억제
		피복층	피복층의 두께(mm)	합금층	합금층의 두께(mm)							
제1 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	1	○	△	○	◎	△	○	○
제2 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	1	○	△	○	◎	△	○	○
제3 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	1	○	△	○	◎	△	○	○
제4 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	3	○	△	○	◎	△	○	○
제5 실시예	Cu	Pd	100	Ag10Pd90	3	○	△	○	◎	△	○	○
제6 실시예	Cu	Pd	200	Ag10Pd90	3	○	△	○	◎	△	○	○
제7 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	15	○	△	○	◎	△	○	○
제8 실시예	Cu	Pd	100	Ag10Pd90	15	○	△	○	◎	△	○	○
제9 실시예	Cu	Pd	200	Ag10Pd90	15	○	△	○	◎	△	○	○
제10 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	30	○	△	○	◎	△	○	○
제11 실시예	Cu	Pd	100	Ag10Pd90	30	○	△	○	◎	△	○	○
제12 실시예	Cu	Pd	200	Ag10Pd90	30	○	△	○	◎	△	○	○
제13 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	80	△	△	△	◎	△	△	△
제14 실시예	Cu	Pd	100	Ag10Pd90	80	△	△	△	◎	△	△	△
제15 실시예	Cu	Pd	200	Ag10Pd90	80	△	△	△	◎	△	△	△
제16 실시예	Cu	Pd	10	Ag20Pd80	1	○	△	○	◎	△	○	○
제17 실시예	Cu	Pd	100	Ag20Pd80	1	○	△	○	◎	△	○	○
제18 실시예	Cu	Pd	200	Ag20Pd80	1	○	△	○	◎	△	○	○
제19 실시예	Cu	Pd	10	Ag20Pd80	3	○	△	○	◎	△	○	○
제20 실시예	Cu	Pd	100	Ag20Pd80	3	○	△	○	◎	△	○	○
제21 실시예	Cu	Pd	200	Ag20Pd80	3	○	△	○	◎	△	○	○
제22 실시예	Cu	Pd	10	Ag20Pd80	15	○	△	○	◎	△	○	○
제23 실시예	Cu	Pd	100	Ag20Pd80	15	○	△	○	◎	△	○	○
제24 실시예	Cu	Pd	200	Ag20Pd80	15	○	△	○	◎	△	○	○
제25 실시예	Cu	Pd	10	Ag20Pd80	30	○	△	○	◎	△	○	○
제26 실시예	Cu	Pd	100	Ag20Pd80	30	○	△	○	◎	△	○	○
제27 실시예	Cu	Pd	200	Ag20Pd80	30	○	△	○	◎	△	○	○
제28 실시예	Cu	Pd	10	Ag20Pd80	80	△	△	△	◎	△	△	△
제29 실시예	Cu	Pd	100	Ag20Pd80	80	△	△	△	◎	△	△	△
제30 실시예	Cu	Pd	200	Ag20Pd80	80	△	△	△	◎	△	△	△
제31 실시예	Cu	Pd	10	Ag30Pd70	1	○	△	○	◎	△	○	○
제32 실시예	Cu	Pd	100	Ag40Pd60	1	○	△	○	◎	△	○	○
제33 실시예	Cu	Pd	200	Ag30Pd70	1	○	△	○	◎	△	○	○
제34 실시예	Cu	Pd	10	Ag30Pd70	3	○	△	○	◎	△	○	○
제35 실시예	Cu	Pd	100	Ag40Pd60	3	○	△	○	◎	△	○	○
제36 실시예	Cu	Pd	200	Ag30Pd70	3	○	△	○	◎	△	○	○
제37 실시예	Cu	Pd	10	Ag40Pd60	15	○	△	○	◎	△	○	○
제38 실시예	Cu	Pd	100	Ag30Pd70	15	○	△	○	◎	△	○	○
제39 실시예	Cu	Pd	200	Ag40Pd60	15	○	△	○	◎	△	○	○
제40 실시예	Cu	Pd	10	Ag30Pd70	30	○	△	○	◎	△	○	○
제41 실시예	Cu	Pd	100	Ag40Pd60	30	○	△	○	◎	△	○	○
제42 실시예	Cu	Pd	200	Ag30Pd70	30	○	△	○	◎	△	○	○
제43 실시예	Cu	Pd	10	Ag30Pd70	80	△	△	△	◎	△	△	△
제44 실시예	Cu	Pd	100	Ag30Pd70	80	△	△	△	◎	△	△	△
제45 실시예	Cu	Pd	200	Ag30Pd70	80	△	△	△	◎	△	△	△
제46 실시예	Cu	Pd	10	Ag50Pd50	1	○	△	○	◎	△	○	○
제47 실시예	Cu	Pd	100	Ag60Pd40	1	○	△	○	◎	△	○	○
제48 실시예	Cu	Pd	200	Ag70Pd30	1	○	△	○	◎	△	○	○
제49 실시예	Cu	Pd	10	Ag50Pd50	3	○	△	○	◎	△	○	○
제50 실시예	Cu	Pd	100	Ag60Pd40	3	○	△	○	◎	△	○	○
제51 실시예	Cu	Pd	200	Ag70Pd30	3	○	△	○	◎	△	○	○
제52 실시예	Cu	Pd	10	Ag70Pd30	15	○	△	○	◎	△	○	○
제53 실시예	Cu	Pd	100	Ag60Pd40	15	○	△	○	◎	△	○	○
제54 실시예	Cu	Pd	200	Ag50Pd50	15	○	△	○	◎	△	○	○
제55 실시예	Cu	Pd	10	Ag60Pd40	30	○	△	○	◎	△	○	○
제56 실시예	Cu	Pd	100	Ag70Pd30	30	○	△	○	◎	△	○	○
제57 실시예	Cu	Pd	200	Ag50Pd50	30	○	△	○	◎	△	○	○
제58 실시예	Cu	Pd	10	Ag50Pd50	80	△	△	△	◎	△	△	△
제59 실시예	Cu	Pd	100	Ag50Pd50	80	△	△	△	◎	△	△	△
제60 실시예	Cu	Pd	200	Ag50Pd50	80	△	△	△	◎	△	△	△
제61 실시예	Cu	Pd	10	Ag75Pd25	80	△	△	△	◎	△	△	△
제62 실시예	Cu	Pd	100	Ag75Pd25	80	△	△	△	◎	△	△	△
제63 실시예	Cu	Pd	200	Ag75Pd25	80	△	△	△	◎	△	△	△
제1 비교예	Cu	없음	0	없음	0	×	○	×	×	×	○	×
제2 비교예	Cu	Ag	200	없음	0	○	○	×	×	×	◎	◎
제3 비교예	Cu	Pd	100	없음	0	○	○	×	×	×	×	×
제4 비교예	Cu	Pd	5	없음	0	×	○	×	×	×	×	×
제5 비교예	Cu	Pd	210	없음	0	×	○	×	×	×	×	×
제6 비교예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	0	○	△	○	◎	△	○	○
제7 비교예	Cu	Pd	100	Ag10Pd90	90	×	△	×	×	×	×	×
제8 비교예	Cu	Pd	200	Ag5Pd95	3	○	△	○	◎	△	○	○
제9 비교예	Cu	Pd	200	Ag80Pd20	30	○	△	○	◎	△	○	○
제10 비교예	Cu	Pd	210	Ag20Pd80	15	○	△	○	◎	△	○	○

[0136]

표 2

코어제	팔라듐을 포함하는 피복층			은과 팔라듐의 합금층		<100> 결정 방향의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율 (%)	<111> 결정 방향의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율 (%)	역분당 주름 억제	고프르 리닝 억제
	피복층	피복층의 두께(㎞)	합금층	합금층의 두께(㎞)					
제4 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	60	○	◎
제5 실시예	Cu	Pd	100	Ag10Pd90	3	30	70	○	◎◎
제6 실시예	Cu	Pd	200	Ag10Pd90	3	20	80	○	◎◎◎
제64 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	1	50	50	◎	◎
제65 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	1	60	40	◎	◎
제66 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	1	70	30	◎◎	◎
제67 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	1	100	0	◎◎	◎
제68 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	3	50	50	◎	◎
제69 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	3	60	40	◎	◎
제70 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	3	70	30	◎◎	◎
제71 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	3	100	0	◎◎	◎
제72 실시예	Cu	Pd	100	Ag20Pd80	15	50	50	◎	◎
제73 실시예	Cu	Pd	100	Ag20Pd80	15	60	40	◎	◎
제74 실시예	Cu	Pd	100	Ag20Pd80	15	70	30	◎◎	◎
제75 실시예	Cu	Pd	100	Ag20Pd80	15	100	0	◎◎	◎
제76 실시예	Cu	Pd	10	Ag30Pd70	30	50	50	◎	◎
제77 실시예	Cu	Pd	10	Ag30Pd70	30	60	40	◎	◎
제78 실시예	Cu	Pd	10	Ag30Pd70	30	70	30	◎◎	◎
제79 실시예	Cu	Pd	10	Ag30Pd70	30	100	0	◎◎	◎
제80 실시예	Cu	Pd	10	Ag30Pd70	80	50	50	◎	◎
제81 실시예	Cu	Pd	10	Ag30Pd70	80	60	40	◎	◎
제82 실시예	Cu	Pd	10	Ag30Pd70	80	70	30	◎◎	◎
제83 실시예	Cu	Pd	10	Ag30Pd70	80	100	0	◎◎	◎
제84 실시예	Cu	Pd	200	Ag70Pd30	15	50	50	◎	◎
제85 실시예	Cu	Pd	200	Ag70Pd30	15	60	40	◎	◎
제86 실시예	Cu	Pd	200	Ag70Pd30	15	70	30	◎◎	◎
제87 실시예	Cu	Pd	200	Ag70Pd30	15	100	0	◎◎	◎
제88 실시예	Cu	Pd	200	Ag75Pd25	15	50	50	◎	◎
제89 실시예	Cu	Pd	200	Ag75Pd25	15	60	40	◎	◎
제90 실시예	Cu	Pd	200	Ag75Pd25	15	70	30	◎◎	◎
제91 실시예	Cu	Pd	200	Ag75Pd25	15	100	0	◎◎	◎

[0137]

표 3

코어제	팔라듐을 포함하는 피복층			은과 팔라듐의 합금층		<100> 결정 방향의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율 (%)	와이어의 표면의 마이어 경도(㎫)	역분당 주름 억제	76.2μm(3mil)급 저푸르 네크 데미지
	피복층	피복층의 두께(㎞)	합금층	합금층의 두께(㎞)					
제4 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	0.1	○	○
제92 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	1	40	0.2	○	◎
제93 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	0.5	○	◎
제94 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	1.0	○	◎
제95 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	1.0	◎	◎
제96 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	2.0	○	◎
제97 실시예	Cu	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	2.2	○	◎
제98 실시예	Cu	Pd	50	Ag20Pd80	5	50	0.1	◎	◎
제99 실시예	Cu	Pd	100	Ag30Pd70	10	60	0.2	◎	◎
제100 실시예	Cu	Pd	200	Ag40Pd60	20	70	0.5	◎◎	◎
제101 실시예	Cu	Pd	60	Ag50Pd50	25	80	1.0	◎◎	◎
제102 실시예	Cu	Pd	150	Ag60Pd40	8	90	2.0	◎◎	◎
제103 실시예	Cu	Pd	180	Ag70Pd30	17	100	0.1	◎◎	◎
제104 실시예	Cu	Pd	200	Ag75Pd25	20	70	0.5	◎◎	◎

[0138]

표 4

코어제	팔라듐을 포함하는 피복층		은과 팔라듐의 합금층		<100> 결정 방향의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율 (%)	피복층의 표면의 마이어 경도(GPa)	역분당 주름 억제	76.2μm(3mil)급 저푸르 네크 데미지	5.3μm(210mil)급 강력 구부러짐
	코어제 강부름 (물가리 불순물 함유량)	코어제 중의 정가 염소 계량(ppm)	피복층	피복층의 두께(㎞)					
제4 실시예	Cu	합류	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	0.1	○
제105 실시예	Cu	30ppmAs	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	0.1	○
제106 실시예	Cu	10ppmAl	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	0.1	○
제107 실시예	Cu	20ppmAs	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	0.1	○
제108 실시예	Cu	40ppmS	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	0.1	○
제109 실시예	Cu	50ppmS	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	0.1	○
제110 실시예	Cu	50ppmP	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	0.1	○
제111 실시예	Cu	30ppmS	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	0.1	○
제112 실시예	Cu	10ppmS	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	0.1	○
제113 실시예	Cu	10ppmP	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	0.1	○
제114 실시예	Cu	10ppmS	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	0.1	○
제115 실시예	Cu	30ppmS	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	0.1	○
제116 실시예	Cu	30ppmP	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	0.1	○
제117 실시예	Cu	30ppmS	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	0.1	○
제118 실시예	Cu	310ppmP	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	0.1	○
제119 실시예	Cu	합류	Pd	10	Ag10Pd90	3	50	0.2	◎
제120 실시예	Cu	5ppmAl	Pd	10	Ag10Pd90	3	50	0.2	◎
제121 실시예	Cu	8ppmS	Pd	10	Ag10Pd90	3	50	0.5	◎
제122 실시예	Cu	15ppmP	Pd	10	Ag10Pd90	3	50	1.0	◎
제123 실시예	Cu	50ppmS	Pd	10	Ag10Pd90	3	50	2.0	◎
제124 실시예	Cu	70ppmP	Pd	10	Ag10Pd90	3	40	2.2	◎

[0139]

표 5

코어재	확산층		팔라듐을 포함하는 피복층		은과 팔라듐의 합금층		장기 보관 (산화)	장기 보관 (황화)	Ag-L/F 2nd 접합	질소 층 FAB 진구성	Pd-L/F 2nd 접합	흡입 억제	질소 층 FAB 기포 억제
	확산층	확산층의 두께 (nm)	피복층	피복층의 두께 (nm)	합금층	합금층의 두께 (nm)							
제125 실시예	Cu	없음	0	Cu60Pd50	40	Ag10Pd90	1	○	△	○	◎	△	○
제126 실시예	Cu	없음	0	Cu60Pd50	40	Ag10Pd90	3	○	△	○	◎	△	○
제127 실시예	Cu	없음	0	Cu60Pd50	50	Ag20Pd80	3	○	△	○	◎	△	○
제128 실시예	Cu	없음	0	Cu30Pt70	50	Ag10Pd80Cu30	5	○	△	○	◎	△	○
제129 실시예	Cu	Cu20Pd80	10	Cu80Pd20Ag2	80	Ag30Pt70	10	○	△	○	◎	△	○
제130 실시예	Cu	없음	0	Cu90Pd10Ag1	100	Ag50Pd50	15	○	△	○	◎	△	○
제131 실시예	Cu	없음	0	Cu10Pd90	200	Ag10Pd90	20	○	△	○	◎	△	○
제132 실시예	Cu	없음	0	Cu10Pd90	40	Ag20Pd80	25	○	△	○	◎	△	○
제133 실시예	Cu	Cu20Pd80	10	Cu41Pt59Ag9	80	Ag30Pt70	30	○	△	○	◎	△	○
제134 실시예	Cu	없음	0	Cu90Pd10Ag1	90	Ag50Pd50	3	○	△	○	◎	△	○
제135 실시예	Cu	없음	0	Cu50Pd50	200	Ag50Pd50	20	○	△	○	◎	△	○

[0140]

표 6

코어재	팔라듐을 포함하는 피복층		금과 팔라듐의 합금층		장기 보관 (산화)	장기 보관 (황화)	Ag-L/F 2nd 접합	질소 층 FAB 진구성	Pd-L/F 2nd 접합	흡입 억제	질소 층 FAB 기포 억제	
	피복층	피복층의 두께 (nm)	합금층	합금층의 두께 (nm)								
제136 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	1	○	○	○	◎	△	△	○
제137 실시예	Cu	Pd	100	Au15Pd85	1	○	○	○	◎	△	△	○
제138 실시예	Cu	Pd	200	Au15Pd85	1	○	○	○	◎	△	△	○
제139 실시예	Cu	Pd	10	Au10Pd90	3	○	○	○	◎	△	△	○
제140 실시예	Cu	Pd	10	Au10Pd90	3	○	○	○	◎	△	△	○
제141 실시예	Cu	Pd	10	Au10Pd90	3	○	○	○	◎	△	△	○
제142 실시예	Cu	Pd	10	Au10Pd90	3	○	○	○	◎	△	△	○
제143 실시예	Cu	Pd	10	Au10Pd90	3	○	○	○	◎	△	△	○
제144 실시예	Cu	Pd	10	Au10Pd90	3	○	○	○	◎	△	△	○
제145 실시예	Cu	Pd	10	Au10Pd90	3	○	○	○	◎	△	△	○
제146 실시예	Cu	Pd	10	Au10Pd90	3	○	○	○	◎	△	△	○
제147 실시예	Cu	Pd	10	Au10Pd90	3	○	○	○	◎	△	△	○
제148 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	3	○	○	○	◎	△	△	○
제149 실시예	Cu	Pd	100	Au15Pd85	3	○	○	○	◎	△	△	○
제150 실시예	Cu	Pd	200	Au15Pd85	3	○	○	○	◎	△	△	○
제151 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	40	○	○	○	◎	△	△	○
제152 실시예	Cu	Pd	100	Au15Pd85	40	○	○	○	◎	△	△	○
제153 실시예	Cu	Pd	200	Au15Pd85	40	○	○	○	◎	△	△	○
제154 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	80	○	○	○	◎	△	△	○
제155 실시예	Cu	Pd	100	Au15Pd85	80	○	○	○	◎	△	△	○
제156 실시예	Cu	Pd	200	Au15Pd85	80	○	○	○	◎	△	△	○
제157 실시예	Cu	Pd	10	Au38Pd62	1	○	○	○	◎	△	△	○
제158 실시예	Cu	Pd	100	Au38Pd62	1	○	○	○	◎	△	△	○
제159 실시예	Cu	Pd	200	Au38Pd62	1	○	○	○	◎	△	△	○
제160 실시예	Cu	Pd	10	Au38Pd62	3	○	○	○	◎	△	△	○
제161 실시예	Cu	Pd	100	Au38Pd62	3	○	○	○	◎	△	△	○
제162 실시예	Cu	Pd	200	Au38Pd62	3	○	○	○	◎	△	△	○
제163 실시예	Cu	Pd	10	Au38Pd62	40	○	○	○	◎	△	△	○
제164 실시예	Cu	Pd	100	Au38Pd62	40	○	○	○	◎	△	△	○
제165 실시예	Cu	Pd	200	Au38Pd62	40	○	○	○	◎	△	△	○
제166 실시예	Cu	Pd	10	Au38Pd62	80	○	○	○	◎	△	△	○
제167 실시예	Cu	Pd	100	Au38Pd62	80	○	○	○	◎	△	△	○
제168 실시예	Cu	Pd	200	Au38Pd62	80	○	○	○	◎	△	△	○
제169 실시예	Cu	Pd	10	Au40Pd60	3	○	○	○	◎	△	△	○
제170 실시예	Cu	Pd	100	Au50Pd50	3	○	○	○	◎	△	△	○
제171 실시예	Cu	Pd	200	Au40Pd60	3	○	○	○	◎	△	△	○
제172 실시예	Cu	Pd	10	Au40Pd60	3	○	○	○	◎	△	△	○
제173 실시예	Cu	Pd	100	Au50Pd50	3	○	○	○	◎	△	△	○
제174 실시예	Cu	Pd	200	Au40Pd60	3	○	○	○	◎	△	△	○
제175 실시예	Cu	Pd	10	Au50Pd50	40	○	○	○	◎	△	△	○
제176 실시예	Cu	Pd	100	Au40Pd60	40	○	○	○	◎	△	△	○
제177 실시예	Cu	Pd	200	Au50Pd50	40	○	○	○	◎	△	△	○
제178 실시예	Cu	Pd	10	Au40Pd60	80	○	○	○	◎	△	△	○
제179 실시예	Cu	Pd	100	Au50Pd50	80	○	○	○	◎	△	△	○
제180 실시예	Cu	Pd	200	Au40Pd60	80	○	○	○	◎	△	△	○
제181 실시예	Cu	Pd	10	Au60Pd40	3	○	○	○	◎	△	△	○
제182 실시예	Cu	Pd	100	Au70Pd30	3	○	○	○	◎	△	△	○
제183 실시예	Cu	Pd	200	Au75Pd25	3	○	○	○	◎	△	△	○
제184 실시예	Cu	Pd	10	Au60Pd40	3	○	○	○	◎	△	△	○
제185 실시예	Cu	Pd	100	Au70Pd30	3	○	○	○	◎	△	△	○
제186 실시예	Cu	Pd	200	Au75Pd25	3	○	○	○	◎	△	△	○
제187 실시예	Cu	Pd	10	Au75Pd25	40	○	○	○	◎	△	△	○
제188 실시예	Cu	Pd	100	Au70Pd30	40	○	○	○	◎	△	△	○
제189 실시예	Cu	Pd	200	Au60Pd40	40	○	○	○	◎	△	△	○
제190 실시예	Cu	Pd	10	Au70Pd30	80	○	○	○	◎	△	△	○
제191 실시예	Cu	Pd	100	Au75Pd25	80	○	○	○	◎	△	△	○
제192 실시예	Cu	Pd	200	Au60Pd40	80	○	○	○	◎	△	△	○
제1 비교예	Cu	Au	200	없음	0	○	○	○	×	◎	×	○
제2 비교예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	0	○	○	○	◎	×	△	○
제3 비교예	Cu	Pd	100	Au15Pd85	90	×	○	×	×	◎	△	○
제4 비교예	Cu	Pd	200	Au5Pd95	3	○	○	○	◎	×	△	○
제5 비교예	Cu	Pd	200	Au80Pd20	80	○	○	○	×	◎	△	○
제6 비교예	Cu	Pd	210	Au38Pd62	40	○	○	○	◎	○	△	×

[0141]

표 7

	코어재	팔라듐을 포함하는 피복층		금과 팔라듐의 합금층		<111> 결정 방향의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율(%)	고루프 리닝 억제
		피복층	피복층의 두께(nm)	합금층	합금층의 두께(nm)		
제148 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	3	40	○
제193 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	1	50	◎
제194 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	1	60	◎
제195 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	1	70	◎◎
제196 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	1	100	◎◎
제197 실시예	Cu	Pd	10	Au10Pd90	3	50	◎
제198 실시예	Cu	Pd	10	Au10Pd90	3	60	◎
제199 실시예	Cu	Pd	10	Au10Pd90	3	70	◎◎
제200 실시예	Cu	Pd	10	Au10Pd90	3	100	◎◎
제201 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	3	50	◎
제202 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	3	60	◎
제203 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	3	70	◎◎
제204 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	3	100	◎◎
제205 실시예	Cu	Pd	100	Au38Pd62	40	50	◎
제206 실시예	Cu	Pd	100	Au38Pd62	40	60	◎
제207 실시예	Cu	Pd	100	Au38Pd62	40	70	◎◎
제208 실시예	Cu	Pd	100	Au38Pd62	40	100	◎◎
제209 실시예	Cu	Pd	10	Au40Pd60	80	50	◎
제210 실시예	Cu	Pd	10	Au40Pd60	80	60	◎
제211 실시예	Cu	Pd	10	Au40Pd60	80	70	◎◎
제212 실시예	Cu	Pd	10	Au40Pd60	80	100	◎◎
제213 실시예	Cu	Pd	200	Au75Pd25	40	50	◎
제214 실시예	Cu	Pd	200	Au75Pd25	40	60	◎
제215 실시예	Cu	Pd	200	Au75Pd25	40	70	◎◎
제216 실시예	Cu	Pd	200	Au75Pd25	40	100	◎◎

[0142]

표 8

	코어재	팔라듐을 포함하는 피복층		금과 팔라듐의 합금층		<111> 결정 방향의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율(%)	와이어의 표면의 마이어 경도(μm)	고루프 리닝 억제	76.2μm(3mil)급 저부트 네크 테미지
		피복층	피복층의 두께(nm)	합금층	합금층의 두께(nm)				
제148 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○
제217 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	1	40	0.2	○	◎
제218 실시예	Cu	Pd	10	Au10Pd90	3	40	0.2	○	◎
제219 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.2	○	◎
제220 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.5	○	◎
제221 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	3	40	1.0	○	◎
제222 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	3	40	2.0	○	◎
제223 실시예	Cu	Pd	10	Au15Pd85	3	40	2.2	○	◎
제224 실시예	Cu	Pd	50	Au38Pd62	10	50	0.1	◎	◎
제225 실시예	Cu	Pd	100	Au40Pd60	30	60	0.2	◎	◎
제226 실시예	Cu	Pd	200	Au50Pd50	60	70	0.5	◎◎	◎
제227 실시예	Cu	Pd	60	Au60Pd40	70	80	1.0	◎◎	◎
제228 실시예	Cu	Pd	150	Au70Pd30	20	90	2.0	◎◎	◎
제229 실시예	Cu	Pd	180	Au75Pd25	50	100	0.1	◎◎	○

[0143]

표 9

	코어재	코어재 중의 불가 침소 제거율	코어재 중의 불가 침소 (원형 ppm)	팔라듐을 포함하는 피복층		금과 팔라듐의 합금층		<111> 결정 방향의 신선 방향에 대한 기울기가 15도 이하인 결정립의 면적율(%)	와이어의 표면의 마이어 경도(μm)	고루프 리닝 억제	76.2μm(3mil)급 저부트 네크 테미지	5.3mm(210mil)급 장척 구부리짐	칩 데미지
				피복층	피복층의 두께(nm)	합금층	합금층의 두께(nm)						
제40 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제41 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제42 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제43 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제44 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제45 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제46 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제47 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제48 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제49 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제50 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제51 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제52 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제53 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제54 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제55 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제56 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제57 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제58 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제59 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제60 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제61 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제62 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제63 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제64 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제65 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제66 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제67 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제68 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제69 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제70 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제71 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제72 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제73 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제74 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제75 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제76 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제77 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제78 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제79 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제80 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제81 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제82 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제83 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제84 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제85 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제86 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제87 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제88 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제89 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제90 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제91 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제92 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제93 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제94 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제95 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제96 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제97 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제98 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제99 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○
제100 실시예	Cu		불용	Pd	10	Au15Pd85	3	40	0.1	○	○	○	○

[0144]

표 10

	코어재	확산층		팔라듐을 포함하는 피복층		금과 팔라듐의 합금층		장기 보관 (산화)	장기 보관 (황화)	Ag-L/F 2nd 결합	질소 중 FAB 진구성	Pd-L/F 2nd 결합	흡입 역계	질소 중 FAB 기포 억제
		확산층	확산층의 두께 (nm)	피복층	피복층의 두께 (nm)	합금층	합금층의 두께 (nm)							
제250 실시예	Cu	없음	0	Cu50Pd50	40	Au15Pd85	3	○	○	○	◎	△	△	○
제251 실시예	Cu	없음	0	Cu50Pd50	40	Au15Pd85	3	○	○	○	◎	○	△	○
제252 실시예	Cu	없음	0	Cu50Pd50	50	Au40Pd60	3	○	○	○	◎	◎	△	○
제253 실시예	Cu	없음	0	Cu30Pd70	50	Au15Pd60Cu25	10	○	○	○	◎	○	△	○
제254 실시예	Cu	Cu20Pd80	10	Cu8Pd90Au2	80	Au45Pd55	30	○	○	○	◎	◎	△	○
제255 실시예	Cu	없음	0	Cu9Pd90Au1	100	Au70Pd30	40	○	○	○	◎	◎	△	○
제256 실시예	Cu	없음	0	Cu10Pd90	200	Au15Pd85	60	○	○	○	◎	○	△	○
제257 실시예	Cu	없음	0	Cu10Pd90	40	Au40Pd60	70	○	○	○	◎	◎	△	○
제258 실시예	Cu	Cu20Pd80	10	Cu41Pd50Au9	60	Au45Pd55	60	○	○	○	◎	◎	△	○
제259 실시예	Cu	없음	0	Cu9Pd90Au1	90	Au60Pd40	3	○	○	○	◎	◎	△	○
제260 실시예	Cu	없음	0	Cu50Pd50	200	Au60Pd40	60	○	○	○	◎	◎	△	○

[0145]