(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년10월16일
(11) 등록번호 10-1561418
(24) 등록일자 2015년10월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 1/00 (2006.01) *B22F 1/02* (2006.01)
C25D 7/00 (2006.01) *H01B 1/22* (2006.01)
H05K 3/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01B 1/00 (2013.01)
B22F 1/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7016027
(22) 출원일자(국제) 2014년02월28일
심사청구일자 2015년06월16일
(85) 번역문제출일자 2015년06월16일
(65) 공개번호 10-2015-0081368
(43) 공개일자 2015년07월13일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2014/055035
(87) 국제공개번호 WO 2014/133124
국제공개일자 2014년09월04일
(30) 우선권주장
JP-P-2013-039800 2013년02월28일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2009117333 A
JP2004179137 A
JP2003068145 A
JP2012178349 A

(73) 특허권자
세키스이가가쿠 고교가부시키가이샤
일본 오사카후 오사카시 기타구 니시템마 2죠메 4-4
(72) 발명자
이시다 히로야
일본 시가켕 고카시 미나쿠치쵸 이즈미 1259 세키스이가가쿠 고교가부시키가이샤 나이
마츠시타 기요토
일본 시가켕 고카시 미나쿠치쵸 이즈미 1259 세키스이가가쿠 고교가부시키가이샤 나이
(74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 7 항 심사관 : 오지영

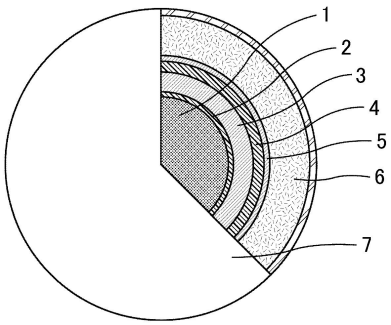
(54) 발명의 명칭 **도전성 미립자, 이방성 도전 재료 및 도전 접속 구조체**

(57) 요 약

본 발명은, 낙하 등에 의한 충격이 가해져도 전극과 그 도전성 미립자의 접속 계면의 파괴에 의한 단선이 잘 발생하지 않고, 가열과 냉각을 반복해서 받아도 잘 피로되지 않는 도전성 미립자, 그 도전성 미립자를 사용하여 이루어지는 이방성 도전 재료 및 도전 접속 구조체를 제공하는 것을 목적으로 한다.

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



본 발명은, 수지 또는 금속으로 이루어지는 코어 입자의 표면에 적어도 도전 금속층, 배리어층, 구리층 및 주석을 함유하는 땜납층이 이 순서로 적층된 도전성 미립자로서, 상기 구리층과 땜납층이 직접 접하고 있고, 상기 땜납층 중에 함유되는 주석에 대한 상기 땜납층에 직접 접하는 구리층에 있어서의 구리의 비율이 0.5 ~ 5 중량%인 도전성 미립자이다.

(52) CPC특허분류
C25D 7/00 (2013.01)
H01B 1/22 (2013.01)
H05K 3/323 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

구리로 이루어지는 전극을 갖는 전자 회로 기판의 도전 접속에 사용되는 도전성 미립자로서,

수지로 이루어지는 코어 입자의 표면에 적어도 도전 금속층, 배리어층, 구리층 및 주석을 함유하는 땜납층이 이 순서로 적층되어 있고,

상기 구리층과 땜납층이 직접 접하고 있고, 상기 땜납층 중에 함유되는 주석에 대한 상기 땜납층에 직접 접하는 구리층에 있어서의 구리의 비율이 0.5 ~ 5 중량% 인 것을 특징으로 하는 도전성 미립자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

150 ℃, 12 시간 가열했을 때에, 땜납층의 임의의 위치에 있어서의 구리의 농도가 0.5 ~ 40 중량% 인 것을 특징으로 하는 도전성 미립자.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

땜납층의 표면에 니켈 및/또는 코발트가 부착되어 있는 것을 특징으로 하는 도전성 미립자.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 도전성 미립자가 바인더 수지에 분산되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 이방성 도전 재료.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 도전성 미립자를 사용하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 도전 접속 구조체.

청구항 6

제 3 항에 기재된 도전성 미립자를 사용하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 도전 접속 구조체.

청구항 7

제 4 항에 기재된 이방성 도전 재료를 사용하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 도전 접속 구조체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 낙하 등에 의한 충격이 가해져도 전극과 그 도전성 미립자의 접속 계면의 파괴에 의한 단선이 잘 발생하지 않고, 가열과 냉각을 반복해서 받아도 잘 피로되지 않는 도전성 미립자에 관한 것이다. 또, 그 도전성 미립자를 사용하여 이루어지는 이방성 도전 재료 및 도전 접속 구조체에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래, 전자 회로 기판에 있어서, IC 나 LSI 는, 전극을 프린트 기판에 납땜 함으로써 접속되어 있었다. 그러나, 납땜으로는 프린트 기판과 IC 나 LSI 를 효율적으로 접속할 수 없었다. 또, 납땜으로는 IC 나 LSI 의 실장 밀도를 향상시키는 것이 곤란하였다.

[0003] 이것을 해결하기 위해서 땜납을 구상으로 한, 이른바 「땜납 볼」로 IC 나 LSI 를 기판에 접속하는 BGA (볼 그리드 어레이) 가 개발되었다. BGA 를 사용하면, 칩 또는 기판에 실장된 땜납 볼을 고온에서 용융시켜 기판

과 칩을 접속할 수 있다. 따라서, 전자 회로 기판의 생산 효율이 개선되어, 칩의 실장 밀도가 향상된 전자 회로 기판을 제조할 수 있다.

[0004] 그러나, 최근, 기판의 다층화가 진행되고, 다층 기판은 사용 환경의 영향을 받기 쉬우므로, 기판에 변형이나 신축이 발생하여, 기판 간의 접속부에 단선이 발생한다는 문제가 있었다.

[0005] 예를 들어, 땜납 볼을 사용하여, 반도체가 기판에 접속되면, 반도체와 기판의 선팽창 계수가 다르기 때문에, 땜납 볼에 응력이 가해진다. 그 결과, 땜납 볼에 균열이 생겨 단선되는 경우가 있었다.

[0006] 이와 같은 문제에 대해, 특허문헌 1 에는, 수지 미립자의 표면에 도전성이 높은 금속이 함유되는 도전 금속층이 형성되고, 또한, 도전 금속층의 표면에 땜납층이 형성된 도전성 미립자가 개시되어 있다. 이와 같은 도전성 미립자를 사용하면, 유연한 수지 미립자가 도전성 미립자에 가해지는 응력을 완화시킬 수 있다. 도전성 미립자의 최표면에 땜납층이 형성되어 있으므로 전극 사이를 용이하게 도전 접속할 수 있다.

[0007] 땜납층이 형성된 도전성 미립자를 기판의 전극에 실장하는 경우, 일방의 기판에 형성된 전극 상에 도전성 미립자를 배치하여 리플로함으로써 땜납층을 용융시켜, 도전성 미립자를 전극에 고정시킨다. 그 후, 타방의 기판에 형성된 전극과 일방의 기판에 형성된 전극이 대향하도록 배치하여 리플로함으로써 기판의 전극 사이가 도전 접속된다.

[0008] 그러나, 최근 주류가 되고 있는 구리로 이루어지는 전극을 갖는 전자 회로 기판의 도전 접속에 특허문헌 1 에 개시되어 있는 바와 같은 코어 입자의 표면에 땜납층이 형성된 도전성 미립자를 사용한 경우, 낙하 등에 의한 충격이 가해졌을 때에 접속 계면의 파괴에 의한 단선이 발생하기 쉽다는 문제가 있었다. 또, 전자 기기는 사용되면, 전자 부품의 발열에 의해, 전자 기기 내부의 온도가 올라가고, 전자 기기의 사용 후에는, 전자 기기 내부의 온도가 실온으로 되돌아온다는 가열-냉각의 반복, 이른바 「히트 사이클」이 진행되고 있다. 이 히트 사이클이 반복되었을 때도, 전극과 도전성 미립자의 접속 계면이 파괴되어 단선되는 경우가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2001-220691호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은, 낙하 등에 의한 충격이 가해져도 전극과 그 도전성 미립자의 접속 계면의 파괴에 의한 단선이 잘 발생하지 않고, 가열과 냉각을 반복해서 받아도 잘 피로되지 않는 도전성 미립자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

또, 본 발명은, 그 도전성 미립자를 사용하여 이루어지는 이방성 도전 재료 및 도전 접속 구조체를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명은, 수지 또는 금속으로 이루어지는 코어 입자의 표면에 적어도 도전 금속층, 배리어층, 구리층 및 주석을 함유하는 땜납층이 이 순서로 적층된 도전성 미립자로서, 상기 구리층과 땜납층이 직접 접하고 있고, 상기 땜납층 중에 함유되는 주석에 대한 상기 땜납층에 직접 접하는 구리층에 있어서의 구리의 비율이 0.5 ~ 5 중량% 인 도전성 미립자이다.

[0012] 이하에 본 발명을 상세히 서술한다.

[0013] 본 발명자는, 예의 검토한 결과, 구리로 이루어지는 전극을 갖는 전자 회로 기판의 도전 접속에 코어 입자의 표면에 땜납층이 형성된 도전성 미립자를 사용한 경우에, 낙하 등에 의한 충격이 가해지거나 히트 사이클이 반복되거나 했을 때에 접속 계면의 파괴에 의한 단선이 발생하는 원인이, 접속 계면에 주석-구리의 금속간 화합물(이하, 간단히 「금속간 화합물」이라고도 한다) 이 생성되는 것인 것을 알아내었다. 즉, 땜납층에는 주석이 함유되는데, 리플로시에 가열하여 땜납층을 용융시켰을 때에, 전극을 구성하는 구리의 일부를 받아들여, 전극의 순수한 구리를 감소시키고, 접속 계면에 다량의 금속간 화합물이 형성되는 것으로 생각된다 (이하, 이 현

상을 「구리 침식」이라고도 한다). 금속간 화합물은, 구리나 땜납에 비해 단단하고 무른 성질이므로, 낙하 등에 의한 충격이 가해지거나 히트 사이클이 반복되거나 했을 때에, 접속 계면에 형성된 금속간 화합물로 이루어지는 부위가 파괴되어, 단선이 발생하는 것으로 생각된다.

[0014] 본 발명자는, 더욱 예의 검토한 결과, 땜납층 중에 함유되는 주석에 대한 비율이 일정한 범위 내가 되도록, 땜납층에 직접 구리층을 접촉시킴으로써, 낙하 등에 의한 충격이 가해지거나 히트 사이클이 반복되거나 했을 때에도, 접속 계면의 파괴에 의한 단선이 잘 발생하지 않는 도전성 미립자가 얻어지는 것을 알아내어, 본 발명을 완성하였다.

[0015] 이것은, 미리 도전성 미립자의 땜납층에 직접 구리층을 접촉시킴으로써, 리플로시에 가열 용융했을 때에, 먼저 구리층으로부터 땜납층 중으로 구리가 확산되어 땜납층 중의 구리가 용해되므로, 그 이상의 구리를 받아들이고자 하는 「구리 침식」의 기세를 억제하여, 전극의 순수한 구리를 남기고, 접속 계면에 다량의 금속간 화합물이 형성되는 것을 방지할 수 있기 때문인 것으로 생각된다.

[0016] 본 발명의 도전성 미립자는, 수지 또는 금속으로 이루어지는 코어 입자의 표면에 적어도 도전 금속층, 배리어층, 구리층 및 주석을 함유하는 땜납층이 이 순서로 적층된 구조를 갖는다.

[0017] 상기 코어 입자를 형성하는 수지로는, 예를 들어, 폴리에틸렌 수지, 폴리프로필렌 수지, 폴리스티렌 수지, 폴리이소부틸렌 수지, 폴리부타디엔 수지, 폴리염화비닐 수지, 폴리염화비닐리덴 수지, 폴리테트라플루오로에틸렌 수지 등의 폴리올레핀 수지나, 폴리메틸메타크릴레이트 수지, 폴리메틸아크릴레이트 수지 등의 아크릴 수지나, 폴리알킬렌테레프탈레이트 수지, 폴리술폰 수지, 폴리카보네이트 수지, 폴리아미드 수지, 페놀포름알데히드 수지, 멜라민포름알데히드 수지, 벤조구아나민포름알데히드 수지, 우레아포름알데히드 수지 등을 들 수 있다.

[0018] 상기 코어 입자를 형성하는 금속으로는, 예를 들어, 구리, 니켈, 은 등을 들 수 있다.

[0019] 그 중에서도, 수지로 이루어지는 코어 입자를 사용한 경우에는, 본 발명의 도전성 미립자를 도전 접속시킨 기판에, 외환경 변화에 의한 변형이나 신축이 발생해도, 유연한 수지가 도전성 미립자에 가해지는 응력을 완화시킬 수 있다. 한편, 금속으로 이루어지는 코어 입자를 사용한 경우에는, 칩이 발열되어도, 입자를 통하여 기판에 전달함으로써 방열성을 향상시키는 것을 기대할 수 있다.

[0020] 상기 코어 입자가 수지로 이루어지는 경우에는, 도전성 미립자를 압축 변형시킨 경우의 형상이나, 전극에 대한 데미지의 관점에서, 상기 코어 입자의 10 % K 값의 바람직한 하한은 1000 ㎫, 바람직한 상한은 15000 ㎫ 이며, 상기 10 % K 값의 보다 바람직한 하한은 2000 ㎫, 보다 바람직한 상한은 10000 ㎫ 이다.

[0021] 또한, 상기 10 % K 값은, 미소 압축 시험기 (예를 들어, 시마즈 제작소사 제조 「PCT-200」) 를 사용하여 수지로 이루어지는 코어 입자를 직경 50 ㎛ 의 다이아몬드제 원기둥의 평활 압자 단면으로, 압축 속도 2.6 mN/초, 최대 시험 하중 10 g 의 조건하에서 압축했을 경우의 압축 변위 (㎜) 를 측정하고, 하기 식에 의해 구할 수 있다.

[0022] $K\text{ 값 } (N/mm^2) = (3/\sqrt{2}) \cdot F \cdot S^{-3/2} \cdot R^{-1/2}$

[0023] F : 수지로 이루어지는 코어 입자의 10 % 압축 변형에 있어서의 하중값 (N)

[0024] S : 수지로 이루어지는 코어 입자의 10 % 압축 변형에 있어서의 압축 변위(㎜)

[0025] R : 수지로 이루어지는 코어 입자의 반경 (㎜)

[0026] 상기 코어 입자는, 코어 입자나 도전성 미립자의 분산성, 이방성 도전 재료로서의 적정의 관점에서, 평균 입자경의 바람직한 하한이 10 ㎛, 바람직한 상한이 2000 ㎛ 이다. 상기 평균 입자경의 보다 바람직한 하한은 30 ㎛, 보다 바람직한 상한은 1500 ㎛ 이다. 상기 평균 입자경의 더욱 바람직한 하한은 50 ㎛, 더욱 바람직한 상한은 1000 ㎛ 이다.

[0027] 또한, 상기 코어 입자의 평균 입자경은, 광학 현미경 또는 전자 현미경을 사용하여 무작위로 선택한 50 개의 코어 입자를 관찰하여 얻어진 직경의 평균값을 의미한다.

[0028] 상기 코어 입자는, 도전성 미립자의 접속 신뢰성의 관점에서, 입자경의 CV 값의 바람직한 상한이 15 % 이다. CV 값의 보다 바람직한 상한은 10 % 이다. 또한, CV 값은, 표준 편차를 평균 입자경으로 나눈 값의 백분율 (%) 로 나타내는 수치이다.

[0029] 상기 수지로 이루어지는 코어 입자를 제작하는 방법은 특별히 한정되지 않고, 예를 들어, 중합법에 의한 방법,

고분자 보호제를 사용하는 방법, 계면 활성제를 사용하는 방법 등을 들 수 있다.

[0030] 상기 중합법에 의한 방법은 특별히 한정되지 않고, 유화 중합, 현탁 중합, 시드 중합, 분산 중합, 분산 시드 중합 등의 중합법에 의한 방법을 들 수 있다.

[0031] 상기 도전 금속층은, 도전성 미립자와 전극의 전기적 접속 신뢰성을 높이는 역할을 갖는다.

[0032] 상기 도전 금속층은, 상기 코어 입자에 직접 형성되고 있어도 되고, 상기 도전 금속층과 상기 코어 입자 사이에 니켈층 등의 하지 금속층이 형성되어 있어도 된다.

[0033] 상기 도전 금속층을 형성하는 금속으로는, 예를 들어, 금, 은, 구리, 백금, 팔라듐, 코발트, 니켈 등을 들 수 있다. 그 중에서도, 도전성 미립자와 전극의 전기적 접속 신뢰성을 높이는 효과가 우수한 점에서, 상기 도전 금속층은 구리를 함유하는 것이 바람직하다.

[0034] 상기 도전 금속층의 두께는 특별히 한정되지 않지만, 도전성이나, 도전성 미립자의 유연성의 관점에서 바람직한 하한은 1 ㎛, 바람직한 상한은 70 ㎛ 이다. 상기 도전 금속층의 두께의 보다 바람직한 하한은 3 ㎛, 보다 바람직한 상한은 50 ㎛ 이다.

[0035] 또한, 상기 도전 금속층의 두께는, 무작위로 선택한 10 개의 도전성 미립자의 단면을 주사형 전자 현미경 (SEM) 에 의해 관찰하여 측정하고, 측정값을 산술 평균한 두께이다.

[0036] 상기 배리어층은, 상기 도전 금속층과 구리층의 사이에 있어, 리플로시에 상기 도전 금속층을 구성하는 금속이 땜납층 중으로 확산되어 버리는 것을 방지하는 역할을 갖는다. 특히, 상기 도전 금속층에 구리가 함유되는 경우, 리플로시에 그 구리가 구리 침식에 의해 순수한 구리가 감소되고, 다량의 금속간 화합물이 형성되고 취화되어 단선의 원인이 된다. 또 순수한 구리가 감소함으로써, 전기 특성 (도전성) 이 저해될 가능성이 생긴다.

[0037] 상기 배리어층을 형성하는 재료로는, 예를 들어, 니켈, 티탄, 탄탈, 질화티탄, 지르코니아, 질화지르코니아 등을 들 수 있다. 그 중에서도, 상기 배리어층의 형성이 용이한 점에서, 상기 배리어층은 니켈을 함유하는 것이 바람직하다. 또, 상기 배리어층은 아모르퍼스 구조인 것이 바람직하고, 구체적으로는, 니켈-인층, 니켈-붕소층 등을 들 수 있다. 상기 배리어층이 아모르퍼스 구조이면, 결정립계가 적어지기 때문에, 구리는 땜납층으로 확산되기 어려워진다.

[0038] 상기 배리어층의 두께는 특별히 한정되지 않지만, 땜납층 중으로의 구리 등의 금속의 확산이나, 땜납층과 도전 금속층 계면에 단단하고 무른 금속간 화합물의 형성을 방지하는 관점에서, 바람직한 하한은 0.2 ㎛, 바람직한 상한은 5 ㎛ 이다. 상기 배리어층의 두께의 보다 바람직한 하한은 0.5 ㎛, 보다 바람직한 상한은 3 ㎛ 이다.

[0039] 또한, 상기 배리어층의 두께는, 무작위로 선택한 10 개의 도전성 미립자의 단면을 주사형 전자 현미경 (SEM) 에 의해 관찰하여 측정하고, 측정값을 산술 평균 한 두께이다.

[0040] 본 발명의 도전성 미립자에서는, 상기 배리어층의 외측에 구리층과 땜납층이 직접 접하도록 형성되어 있다.

[0041] 상기 땜납층은, 리플로시의 가열에 의해 용융되어, 기판의 전극 사이를 도전 접속하는 역할을 갖는다. 상기 땜납층은, 도전성 미립자의 최표면에 형성되어 있는 것이 바람직하다.

[0042] 상기 땜납층은 주석을 함유한다.

[0043] 상기 땜납층은, 추가로 은을 함유하는 것이 바람직하다. 은을 함유함으로써, 비교적 저융점에서 고강도의 땜납층으로 할 수 있다.

[0044] 상기 땜납층에 있어서의 은의 함유량은 특별히 한정되지 않지만, 주석에 대한 은의 비율의 바람직한 하한은 0.5 중량%, 바람직한 상한은 10 중량% 이다. 이 범위 내이면, 비교적 저융점과 고강도를 양립시킬 수 있다.

[0045] 상기 땜납층은, 주석 및 은에 더하여, 추가로, 안티몬, 비스무트, 인듐, 게르마늄, 알루미늄, 아연, 니켈, 코발트 등의 금속을 함유해도 된다. 또, 후술하는 바와 같이 상기 땜납층은 일정한 비율로 구리를 함유해도 된다.

[0046] 상기 땜납층의 두께는 특별히 한정되지 않지만, 전극과의 접합성이나, 땜납층 형성시의 도전성 미립자의 분산성의 관점에서, 바람직한 하한은 1 ㎛, 바람직한 상한은 50 ㎛ 이다. 상기 땜납층의 두께의 보다 바람직한 하

한은 3 ㎛, 보다 바람직한 상한은 40 ㎛ 이다.

[0047] 또한, 상기 땜납층의 두께는, 무작위로 선택한 10 개의 도전성 미립자의 단면을 주사형 전자 현미경 (SEM) 에 의해 관찰하여 측정하고, 측정값을 산술 평균 한 두께이다.

[0048] 상기 구리층은 상기 땜납층에 직접 접하도록 형성된다. 상기 땜납층에 구리층이 직접 접함으로써, 가열 용융시에는 먼저 구리층으로부터 땜납층 중으로 구리가 확산되고, 땜납층 중의 구리 농도가 일정 범위가 되므로, 「구리 침식」을 억제하여, 전극의 순수한 구리를 남기고, 접속 계면에 다량의 금속간 화합물이 형성되는 것을 방지할 수 있다.

[0049] 상기 땜납층 중에 함유되는 주석에 대한 상기 땜납층에 직접 접하는 구리층에 있어서의 구리의 비율의 하한은 0.5 중량%, 상한은 5 중량% 이다. 구리의 비율이 0.5 중량% 미만이면, 리플로시에 땜납층 중으로 구리가 확산되어도 충분한 구리 농도로는 되지 않아, 「구리 침식」을 충분하게는 억제할 수 없어, 전극의 순수한 구리를 남기고, 접속 계면에 금속간 화합물이 형성되는 것을 방지할 수 없다. 구리의 비율이 5 중량% 를 초과하면, 리플로시에 땜납층 중으로 확산되는 구리의 농도가 지나치게 높아져 땜납의 융점이 상승하여, 실장성에 영향을 미친다. 상기 땜납층 중에 함유되는 주석에 대한 상기 땜납층에 직접 접하는 구리층에 있어서의 구리의 비율의 바람직한 상한은 3 중량% 이다.

[0050] 또한, 「구리 침식」을 충분히 억제하고, 또한, 땜납 융점의 상승을 방지하기 위해서는, 리플로시에 땜납층을 가열 용융시켰을 때에 땜납층 중으로 확산되는 구리 농도를 일정한 범위로 하는 것이 중요하다. 즉, 150 ℃, 12 시간 가열했을 때에, 땜납층의 임의의 위치에 있어서의 구리 농도의 바람직한 하한이 0.5 중량%, 바람직한 상한이 40 중량% 이며, 보다 바람직한 하한이 0.7 중량%, 보다 바람직한 상한이 30 중량% 이다. 상기 땜납층에 직접 접하는 구리층에 있어서의 구리의 비율은 리플로시에 땜납층을 가열 용융시켰을 때에 땜납층 중으로 확산되는 구리 농도를 이 범위 내로 하는 것에 대응한 것이다.

[0051] 본 발명의 도전성 미립자는, 추가로, 상기 땜납층의 표면에 니켈 및/또는 코발트가 부착되어 있어도 된다. 땜납층의 표면에 니켈, 니켈 및/또는 코발트가 부착되어 있음으로써, 리플로 후에 도전성 미립자와 전극의 접속 계면에 형성되는 금속간 화합물의 결정 조직이 미세화되는 점에서, 낙하 등에 의한 충격이 가해지거나 히트 사이클이 반복되거나 했을 때에도, 접속 계면의 파괴에 의한 단선이 더욱 잘 발생하지 않는 도전성 미립자로 할 수 있다.

[0052] 또한, 본원 명세서에 있어서 부착이란, 상기 땜납층의 표면에 니켈 및/또는 코발트의 금속이 존재하고 있고, 또한, 상기 땜납층의 표면을 완전하게 피복하는 니켈 및/또는 코발트의 금속층이 형성되어 있지 않은 상태를 의미한다.

[0053] 도 1 에 본 발명의 도전성 미립자의 바람직한 양태의 일례를 나타내는 모식도를 나타내었다. 도 1 에 나타낸 도전성 미립자는, 수지로 이루어지는 코어 입자 (1) 의 표면에, 하지 금속층 (2), 도전 금속층 (3), 배리어층 (4), 구리층 (5) 및 땜납층 (6) 이 이 순서로 형성되어 있다. 또, 땜납층 (6) 의 표면에는, 니켈 및/또는 코발트 (7) 가 부착되어 있다.

[0054] 본 발명의 도전성 미립자의 제조 방법은 특별히 한정되지 않고, 종래 공지된 방법을 사용할 수 있다. 예를 들어, 도 1 에 나타낸 구조의 본 발명의 도전성 미립자는 이하의 방법에 의해 제조할 수 있다.

[0055] 먼저, 수지로 이루어지는 코어 입자의 표면에 도전 금속층을 형성시키는 경우, 코어 입자의 표면에 무전해 도금법에 의해 하지 도금층으로서 니켈층 (이하, 하지 니켈 도금층이라고도 한다) 을 형성시킨다.

[0056] 다음으로, 하지 니켈 도금층의 표면에 도전 금속층을 형성시킨다.

[0057] 상기 도전 금속층을 형성시키는 방법은 특별히 한정되지 않고, 예를 들어, 전해 도금법, 무전해 도금법 등에 의한 방법을 들 수 있다.

[0058] 다음으로, 상기 도전 금속층의 표면에 배리어층으로서, 예를 들어 니켈층을 형성시킨다.

[0059] 상기 니켈층을 형성시키는 방법은 특별히 한정되지 않고, 예를 들어, 전해 도금법, 무전해 도금법 등에 의한 방법을 들 수 있다.

[0060] 다음으로, 상기 배리어층의 표면에 구리층을 형성시킨다.

[0061] 상기 구리층을 형성시키는 방법은 특별히 한정되지 않고, 예를 들어, 전해 도금법, 무전해 도금법 등에 의한 방

법을 들 수 있다.

[0062] 다음으로, 상기 구리층의 표면에 주석을 함유하는 땜납층을 형성시킨다.

[0063] 상기 땜납층을 형성시키는 방법은 특별히 한정되지 않고, 예를 들어, 전해 도금법에 의한 방법을 들 수 있다.

[0064] 다음으로, 땜납층의 표면에 니켈 및/또는 코발트를 부착시킨다.

[0065] 상기 땜납층의 표면에 니켈 및/또는 코발트를 부착시키는 방법은 특별히 한정되지 않고, 스퍼터링법이나 무전해 도금법 등을 들 수 있다.

[0066] 본 발명의 도전성 미립자를 바인더 수지에 분산시킴으로써 이방성 도전 재료를 제조할 수 있다. 이와 같은 이방성 도전 재료도 또한 본 발명의 하나이다.

[0067] 본 발명의 이방성 도전 재료는, 예를 들어, 이방성 도전 페이스트, 이방성 도전 잉크, 이방성 도전 점착제, 이방성 도전 필름, 이방성 도전 시트 등을 들 수 있다.

[0068] 상기 바인더 수지는 특별히 한정되지 않지만, 비닐 수지, 열가소성 수지, 경화성 수지, 열가소성 블록 공중합체, 엘라스토머 등을 들 수 있다.

[0069] 상기 비닐 수지는 특별히 한정되지 않지만, 아세트산비닐 수지, 아크릴 수지, 스티렌 수지 등을 들 수 있다. 상기 열가소성 수지는 특별히 한정되지 않지만, 폴리올레핀 수지, 에틸렌-아세트산비닐 공중합체, 폴리아미드 수지 등을 들 수 있다. 상기 경화성 수지는 특별히 한정되지 않지만, 에폭시 수지, 우레탄 수지, 폴리이미드 수지, 불포화 폴리에스테르수지 등을 들 수 있다. 상기 열가소성 블록 공중합체는 특별히 한정되지 않지만, 스티렌-부타디엔-스티렌 블록 공중합체, 스티렌-이소프렌-스티렌 블록 공중합체, 스티렌-부타디엔-스티렌 블록 공중합체의 수소 첨가물, 스티렌-이소프렌-스티렌 블록 공중합체의 수소 첨가물 등을 들 수 있다. 이들 수지는 단독으로 사용되어도 되고, 2 종 이상이 병용되어도 된다. 또, 상기 경화성 수지는, 상온 경화형 수지, 열경화형 수지, 광경화형 수지, 습기 경화형 수지 중 어느 경화형 수지여도 된다.

[0070] 본 발명의 이방성 도전 재료는, 필요에 따라, 예를 들어, 증량제, 가소제, 점접착성 향상제, 산화 방지제, 열안정제, 광 안정제, 자외선 흡수제, 착색제, 난연제, 유기 용매 등의 각종 첨가제를 함유해도 된다.

[0071] 본 발명의 이방성 도전 재료의 제조 방법은 특별히 한정되지 않고, 예를 들어, 상기 바인더 수지 중에 본 발명의 도전성 미립자를 첨가하고, 균일하게 혼합하고 분산시켜, 이방성 도전 페이스트, 이방성 도전 잉크, 이방성 도전 점착제 등을 제조하는 방법을 들 수 있다. 또, 본 발명의 이방성 도전 재료의 제조 방법으로서, 상기 바인더 수지 중에 본 발명의 도전성 미립자를 첨가하고, 균일하게 분산시키거나, 또는 가열 용해시켜, 이형지나 이형 필름 등의 이형재의 이형 처리면에 소정의 두께가 되도록 도공하고, 필요에 따라 건조나 냉각 등을 실시하여, 이방성 도전 필름, 이방성 도전 시트 등을 제조하는 방법도 들 수 있다. 또한, 이방성 도전 재료의 종류에 대응하여 적절한 제조 방법을 선택할 수 있다.

[0072] 또, 상기 바인더 수지와 본 발명의 도전성 미립자를 혼합하지 않고, 따로 따로 사용하여 이방성 도전 재료로 해도 된다.

[0073] 본 발명의 도전성 미립자 또는 본 발명의 이방성 도전 재료를 사용하여 이루어지는 도전 접속 구조체도 또한 본 발명의 하나이다.

[0074] 본 발명의 도전 접속 구조체는, 1 쌍의 회로 기판 사이에 본 발명의 도전성 미립자 또는 본 발명의 이방성 도전 재료를 충전함으로써, 1 쌍의 회로 기판 사이를 접속시킨 도전 접속 구조체이다.

발명의 효과

[0075] 본 발명에 의하면, 낙하 등에 의한 충격이 가해져도 전극과 그 도전성 미립자의 접속 계면의 파괴에 의한 단선이 잘 발생하지 않고, 가열과 냉각을 반복해서 받아도 잘 피로되지 않는 도전성 미립자를 제공할 수 있다. 또, 그 도전성 미립자를 사용하여 이루어지는 이방성 도전 재료 및 도전 접속 구조체를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0076] 도 1 은, 본 발명의 도전성 미립자의 바람직한 양태의 일례를 나타내는 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0077] 이하에 실시예를 들어 본 발명의 양태를 더욱 상세하게 설명하지만, 본 발명은 이들 실시예에만 한정되는 것은 아니다.

[0078] (실시예 1)

[0079] (1) 수지로 이루어지는 코어 입자의 제작

[0080] 디비닐벤젠 50 중량부와 테트라메틸올메탄테트라아크릴레이트 50 중량부를 공중합시켜, 수지로 이루어지는 코어 입자 (평균 입자경 180 ㎛, CV 값 0.42 %) 를 제작하였다.

[0081] (2) 도전성 미립자의 제작

[0082] 얻어진 코어 입자를 무전해 니켈 도금하여, 코어 입자의 표면에 두께 0.3 ㎛ 의 하지 니켈 도금층을 형성시켰다. 이어서, 전해 구리 도금을 함으로써, 두께 7 ㎛ 의 구리층 (도전 금속층) 을 형성시켰다. 이어서, 전해 니켈 도금을 함으로써, 두께 0.6 ㎛ 의 니켈층 (배리어층) 을 형성시켰다. 이어서, 전해 구리 도금을 함으로써, 두께 1 ㎛ 의 구리층을 형성시켰다. 이어서, 전해 도금을 함으로써, 두께 34 ㎛ 의 주석을 함유하는 땜납층을 형성시켰다. 마지막으로, 전해 도금액을 여과하여, 얻어진 입자를 물로 세정한 후, 50 ℃ 의 진공 건조기로 건조시켜, 코어 입자의 표면에 하지 금속층, 도전 금속층, 배리어층, 구리층 및 땜납층이 순차 형성된 도전성 미립자를 얻었다.

[0083] 또한, 얻어진 도전성 미립자에 있어서, 땜납층 중에 함유되는 주석에 대한 땜납층에 직접 접하는 구리층 중에 함유되는 구리의 비율은 2.6 중량% 이다.

[0084] (실시예 2)

[0085] 땜납층에 직접 접하는 구리층의 두께를 0.4 ㎛ 로 한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여, 코어 입자의 표면에 하지 금속층, 도전 금속층, 배리어층, 구리층 및 땜납층이 순차 형성된 도전성 미립자를 얻었다.

[0086] 또한, 얻어진 도전성 미립자에 있어서, 땜납층 중에 함유되는 주석에 대한 땜납층에 직접 접하는 구리층 중에 함유되는 구리의 비율은 1.0 중량% 이다.

[0087] (실시예 3)

[0088] 땜납층에 직접 접하는 구리층의 두께를 2 ㎛ 로 한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여, 코어 입자의 표면에 하지 금속층, 도전 금속층, 배리어층, 구리층 및 땜납층이 순차 형성된 도전성 미립자를 얻었다.

[0089] 또한, 얻어진 도전성 미립자에 있어서, 땜납층 중에 함유되는 주석에 대한 땜납층에 직접 접하는 구리층 중에 함유되는 구리의 비율은 5.0 중량% 이다.

[0090] (실시예 4)

[0091] 땜납층에 직접 접하는 구리층의 두께를 0.2 ㎛ 로 한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여, 코어 입자의 표면에 하지 금속층, 도전 금속층, 배리어층, 구리층 및 땜납층이 순차 형성된 도전성 미립자를 얻었다.

[0092] 또한, 얻어진 도전성 미립자에 있어서, 땜납층 중에 함유되는 주석에 대한 땜납층에 직접 접하는 구리층 중에 함유되는 구리의 비율은 0.5 중량% 이다.

[0093] (실시예 5)

[0094] 스퍼터링법에 의해, 땜납층의 표면에 니켈을 부착시킨 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여, 코어 입자의 표면에 하지 금속층, 도전 금속층, 배리어층, 구리층, 땜납층 및 땜납층에 부착된 니켈이 순차 형성된 도전성 미립자를 얻었다.

[0095] (실시예 6)

[0096] 무전해 도금법에 의해, 땜납층의 표면에 니켈을 부착시킨 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여, 코어 입자의 표면에 하지 금속층, 도전 금속층, 배리어층, 구리층, 땜납층 및 땜납층에 부착된 니켈이 순차 형성된 도전성 미립자를 얻었다.

[0097] (실시예 7)

[0098] 무전해 도금법에 의해, 땜납층의 표면에 코발트를 부착시킨 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여, 코어 입자의 표면에 하지 금속층, 도전 금속층, 배리어층, 구리층, 땜납층 및 땜납층에 부착된 코발트가 순차 형성된 도

전성 미립자를 얻었다.

[0099] (실시예 8)

[0100] (1) 수지로 이루어지는 코어 입자의 제작

[0101] 디비닐벤젠 50 중량부와 테트라메틸올메탄테트라아크릴레이트 50 중량부를 공중합시켜, 수지로 이루어지는 코어 입자 (평균 입자경 150 ㎛, CV 값 0.38 %) 를 제작하였다.

[0102] (2) 도전성 미립자의 제작

[0103] 얻어진 코어 입자를 무전해 니켈 도금하고, 코어 입자의 표면에 두께 0.3 ㎛ 의 하지 니켈 도금층을 형성시켰다. 이어서, 전해 구리 도금을 함으로써, 두께 10 ㎛ 의 구리층 (도전 금속층) 을 형성시켰다. 이어서, 전해 니켈 도금을 함으로써, 두께 0.6 ㎛ 의 니켈층 (배리어층) 을 형성시켰다. 이어서, 전해 구리 도금을 함으로써, 두께 0.5 ㎛ 의 구리층을 형성시켰다. 이어서, 전해 도금을 함으로써, 두께 40 ㎛ 의 주석을 함유하는 땜납층을 형성시켰다. 마지막으로, 전해 도금액을 여과하고, 얻어진 입자를 물로 세정한 후, 50 ℃ 의 진공 건조기로 건조시켜, 코어 입자의 표면에 하지 금속층, 도전 금속층, 배리어층, 구리층 및 땜납층이 순차 형성된 도전성 미립자를 얻었다.

[0104] 또한, 얻어진 도전성 미립자에 있어서, 땜납층 중에 함유되는 주석에 대한 땜납층에 직접 접하는 구리층 중에 함유되는 구리의 비율은 1.0 중량% 이다.

[0105] (실시예 9)

[0106] 무전해 도금법에 의해, 땜납층의 표면에 니켈을 부착시킨 것 이외에는 실시예 8 과 동일하게 하여, 코어 입자의 표면에 하지 금속층, 도전 금속층, 배리어층, 구리층, 땜납층 및 땜납층에 부착된 니켈이 순차 형성된 도전성 미립자를 얻었다.

[0107] (실시예 10)

[0108] 무전해 도금법에 의해, 땜납층의 표면에 코발트를 부착시킨 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여, 코어 입자의 표면에 하지 금속층, 도전 금속층, 배리어층, 구리층, 땜납층 및 땜납층에 부착된 코발트가 순차 형성된 도전성 미립자를 얻었다.

[0109] (비교예 1)

[0110] 땜납층에 직접 접하는 구리층을 형성하지 않은 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여, 코어 입자의 표면에 하지 금속층, 도전 금속층, 배리어층 및 땜납층이 순차 형성된 도전성 미립자를 얻었다.

[0111] (비교예 2)

[0112] 땜납층에 직접 접하는 구리층을 무전해 도금으로 형성하고, 그 두께를 0.05㎛ 로 한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여, 코어 입자의 표면에 하지 금속층, 도전 금속층, 배리어층, 구리층 및 땜납층이 순차 형성된 도전성 미립자를 얻었다.

[0113] 또한, 얻어진 도전성 미립자에 있어서, 땜납층 중에 함유되는 주석에 대한 땜납층에 직접 접하는 구리층 중에 함유되는 구리의 비율은 0.1 중량% 이다.

[0114] (비교예 3)

[0115] 땜납층에 직접 접하는 구리층의 두께를 4 ㎛ 로 한 것 이외에는 실시예 1 과 동일하게 하여, 코어 입자의 표면에 하지 금속층, 도전 금속층, 배리어층, 구리층 및 땜납층이 순차 형성된 도전성 미립자를 얻었다.

[0116] 또한, 얻어진 도전성 미립자에 있어서, 땜납층 중에 함유되는 주석에 대한 땜납층에 직접 접하는 구리층 중에 함유되는 구리의 비율은 10 중량% 이다.

[0117] (비교예 4)

[0118] 무전해 도금법에 의해, 땜납층의 표면에 니켈을 부착시킨 것 이외에는 비교예 2 와 동일하게 하여, 코어 입자의 표면에 하지 금속층, 도전 금속층, 배리어층, 구리층, 땜납층 및 땜납층에 부착된 니켈이 순차 형성된 도전성 미립자를 얻었다.

[0119] (비교예 5)

[0120] 무전해 도금법에 의해, 땜납층의 표면에 코발트를 부착시킨 것 이외에는 비교예 2 와 동일하게 하여, 코어 입자의 표면에 하지 금속층, 도전 금속층, 배리어층, 구리층, 땜납층 및 땜납층에 부착된 코발트가 순차 형성된 도전성 미립자를 얻었다.

[0121] (비교예 6)

[0122] 땜납층에 직접 접하는 구리층을 형성하지 않은 것 이외에는 실시예 8 과 동일하게 하여, 코어 입자의 표면에 하지 금속층, 도전 금속층, 배리어층 및 땜납층이 순차 형성된 도전성 미립자를 얻었다.

[0123] (비교예 7)

[0124] 땜납층에 직접 접하는 구리층을 무전해 도금으로 형성하고, 그 두께를 0.1 ㎛ 로 한 것 이외에는 실시예 8 과 동일하게 하여, 코어 입자의 표면에 하지 금속층, 도전 금속층, 배리어층, 구리층 및 땜납층이 순차 형성된 도전성 미립자를 얻었다.

[0125] 또한, 얻어진 도전성 미립자에 있어서, 땜납층 중에 함유되는 주석에 대한 땜납층에 직접 접하는 구리층 중에 함유되는 구리의 비율은 0.2 중량% 이다.

[0126] (비교예 8)

[0127] 무전해 도금법에 의해, 땜납층의 표면에 니켈을 부착시킨 것 이외에는 비교예 7 과 동일하게 하여, 코어 입자의 표면에 하지 금속층, 도전 금속층, 배리어층, 구리층, 땜납층 및 땜납층에 부착된 니켈이 순차 형성된 도전성 미립자를 얻었다.

[0128] (비교예 9)

[0129] 무전해 도금법에 의해, 땜납층의 표면에 코발트를 부착시킨 것 이외에는 비교예 2 와 동일하게 하여, 코어 입자의 표면에 하지 금속층, 도전 금속층, 배리어층, 구리층, 땜납층 및 땜납층에 부착된 코발트가 순차 형성된 도전성 미립자를 얻었다.

[0130] (평가)

[0131] 실시예 및 비교예에서 얻어진 도전성 미립자에 대해 이하의 평가를 실시하였다. 결과를 표 1 에 나타내었다.

[0132] (1) 150 ℃, 12 시간 가열 후의 땜납층 중의 구리 농도의 측정

[0133] 얻어진 도전성 미립자를 150 ℃, 12 시간 가열 후, 단면을 취하고, 각 입자 5 개, 2 점의 합계 10 점에 대해, SEM-EDX 에 의해 땜납층 중의 구리 농도 (중량%) 를 측정하고, 그 최소값, 최대값 및 산술 평균값을 구하였다.

[0134] (2) 낙하 강도 시험

[0135] 실리콘 칩 (세로 5 ㎜ × 가로 5 ㎜) 상에 0.4 ㎜ 피치로 121 개 형성된 전극 랜드 (직경 230 ㎛) 에 플럭스 (쿠슨 일렉트로닉스사 제조 「WS-9160-M7」) 를 도포하였다. 모든 전극 랜드에 얻어진 도전성 미립자를 배치하여 리플로 (가열 온도 250 ℃, 30 초간) 하고, 도전성 미립자를 전극 랜드에 실장하였다.

[0136] 이어서, 구리 전극 (직경 250 ㎛) 이 형성된 프린트 기판에 땜납 페이스트 (센쥬우 금속 공업사 제조 「M705-GRN360-K2-V」) 를 도포하였다. 도전성 미립자가 실장된 실리콘 칩 15 개를 프린트 기판에 배치하여 리플로 (가열 온도 250 ℃, 30 초간) 하고, 실리콘 칩 15 개를 프린트 기판에 실장하여, 도전 접속 구조체를 얻었다.

[0137] JEDEC 규격 JESD22-B111 에 따라, 얻어진 도전 접속 구조체의 낙하 강도 시험을 실시하였다. 얻어진 도전 접속 구조체는, 데이지 체인 회로가 형성되어 있으므로, 1 지점의 전극 랜드의 단선이라도 검출할 수 있다.

[0138] 15 개의 실리콘 칩 모두가 단선되는 낙하 횟수를 측정하였다.

[0139] 또한, 전극 랜드는 구리층으로 형성되어 있었다. 이하, 동일하다.

[0140] (3) 온도 사이클 시험

[0141] 실리콘 칩 (세로 5 ㎜ × 가로 5 ㎜) 상에 0.4 ㎜ 피치로 121 개 형성된 전극 랜드 (직경 230 ㎛) 에 플럭스 (쿠슨 일렉트로닉스사 제조 「WS-9160-M7」) 를 도포하였다. 모든 전극 랜드에 얻어진 도전성 미립자를 배치하여 리플로 (가열 온도 250 ℃, 30 초간) 하고, 도전성 미립자를 전극 랜드에 실장하였다.

[0142] 이어서, 구리 전극 (직경 250 ㎛) 이 형성된 프린트 기판에 땜납 페이스트 (센쥬우 금속 공업사 제조 「M705-GRN360-K2-V」) 를 도포하였다. 도전성 미립자가 실장된 실리콘 칩 1 개를 프린트 기판에 배치하여 리플로 (가열 온도 250 ℃, 30 초간) 하고, 실리콘 칩 1 개를 프린트 기판에 실장하여, 도전 접속 구조체를 얻었다.

[0143] 얻어진 도전 접속 구조체는, 데이지 체인 회로가 형성되어 있으므로, 1 지점의 전극 랜드의 단선이라도 검출할 수 있다.

[0144] 얻어진 도전 접속 구조체를 사용하여, -40 ℃ ~ 125 ℃ 를 1 사이클로 하는 온도 사이클 시험을 실시하였다.
또한, 온도 사이클 시험의 히트 프로파일은 -40 ℃ 에서 10 분간 유지하고, -40 ℃ 부터 125 ℃ 까지 2 분 동안 승온시키고, 125 ℃ 에서 10 분간 유지하고, 125 ℃ 부터 -40 ℃ 까지 2 분 동안 강온시키는 히트 프로파일이었다.

[0145] 온도 사이클 시험은 이하의 기준으로 평가하였다.

[0146] ○ : 도전 접속 구조체의 단선이 확인되는 사이클 수가 1000 사이클 이상이었다.

[0147] × : 도전 접속 구조체의 단선이 확인되는 사이클 수가 1000 사이클 미만이었다.

표 1

[0148]

	땜납층에 접하는 구리의 비율 (중량%)	150 ℃, 12 시간 가열 후의 땜납층 중의 구리 농도 (중량%)			낙하 강도 시험 낙하 횟수 (회)	온도 사이클 시험
		최소값	최대값	평균값		
실시예1	2.6	0.76	30.54	11.24	1289	○
실시예2	1.0	0.63	15.35	6.83	1157	○
실시예3	5.0	1.96	38.24	13.99	1092	○
실시예4	0.5	0.51	4.34	2.20	1016	○
실시예5	2.6	0.89	28.15	10.75	1493	○
실시예6	2.6	1.02	29.57	9.94	1528	○
실시예7	2.6	0.63	23.40	11.41	1669	○
실시예8	1.0	0.59	18.16	7.22	1017	○
실시예9	1.0	0.92	20.15	7.87	1249	○
실시예10	1.0	1.06	15.10	7.75	1364	○
비교예1	0.0	0.02	0.15	0.09	589	×
비교예2	0.1	0.08	0.43	0.23	673	×
비교예3	10.0	8.96	62.58	40.26	439	×
비교예4	0.1	0.05	0.41	0.23	804	×
비교예5	0.1	0.06	0.49	0.27	859	×
비교예6	0.0	0.01	0.14	0.06	496	×
비교예7	0.2	0.08	0.64	0.34	587	×
비교예8	0.2	0.16	0.87	0.42	665	×
비교예9	0.1	0.08	0.62	0.39	718	×

[0149] (실시예 11)

[0150] 실시예 1 의 입자를 바인더 수지에 분산시켜 회로 접속을 실시한 결과, 전기 도통하는 것을 확인하였다.

[0151] 산업상 이용가능성

[0152] 본 발명에 의하면, 낙하 등에 의한 충격이 가해져도 전극과 그 도전성 미립자의 접속 계면의 파괴에 의한 단선

이 잘 발생하지 않고, 가열과 냉각을 반복해서 받아도 잘 피로되지 않는 도전성 미립자를 제공할 수 있다. 또, 그 도전성 미립자를 사용하여 이루어지는 이방성 도전 재료 및 도전 접속 구조체를 제공할 수 있다.

부호의 설명

[0153] 1 : 코어 입자

2 : 하지 금속층

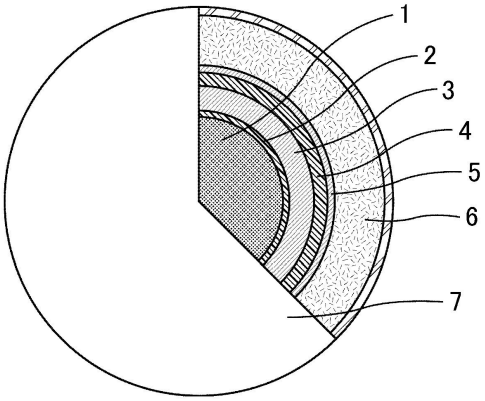
3 : 도전 금속층

4 : 배리어층

5 : 구리층

6 : 땜납층

7 : 땜납층에 부착된 니켈 및/또는 코발트

도면

도면1