



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0142404
(43) 공개일자 2024년09월30일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 1/22 (2006.01) H01B 5/16 (2006.01)
H01R 11/01 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01B 1/22 (2013.01)
H01B 5/16 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7018697
- (22) 출원일자(국제) 2023년01월23일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2024년06월04일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2023/001815
- (87) 국제공개번호 WO 2023/145664
국제공개일자 2023년08월03일
- (30) 우선권주장
JP-P-2022-011158 2022년01월27일 일본(JP)

- (71) 출원인
세키스이가가쿠 고교가부시킴이샤
일본 오사카후 오사카시 기타구 니시탐마 2쵸메 4-4
- (72) 발명자
시라이시, 쇼타
일본 5288585 시가켄 고우카시 미나쿠치쵸 이즈미 1259 세키스이가가쿠 고교가부시킴이샤 내
아베, 히로타카
일본 5288585 시가켄 고우카시 미나쿠치쵸 이즈미 1259 세키스이가가쿠 고교가부시킴이샤 내
구리우라, 료
일본 5288585 시가켄 고우카시 미나쿠치쵸 이즈미 1259 세키스이가가쿠 고교가부시킴이샤 내
- (74) 대리인
한상욱, 오현식, 박보현

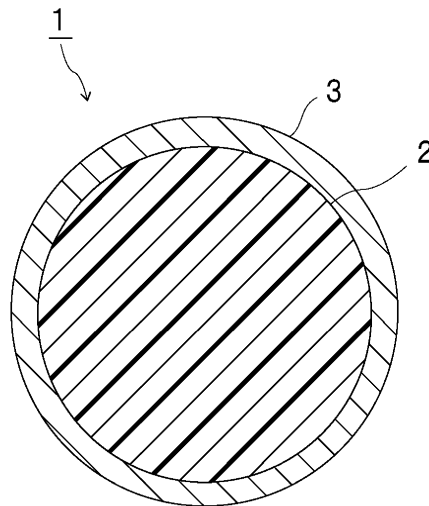
전체 청구항 수 : 총 12 항

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

(57) 요약

도전성 입자를 전극간의 전기적인 접속에 사용했을 때, 접속 저항을 낮추고, 도통 신뢰성을 높일 수 있는 도전성 입자를 제공한다. 본 발명에 관한 도전성 입자는 기재 입자와, 상기 기재 입자의 표면 상에 배치된 도전부를 구비하고, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값 이상이고, 또한 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 30% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값 이상이고, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값과 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값의 차의 절댓값의, 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값에 대한 비가 0.20 이하이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01R 11/01 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기재 입자와, 상기 기재 입자의 표면 상에 배치된 도전부를 구비하고,

10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값 이상이고, 또한 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 30% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값 이상이고,

10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값과 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값의 차의 절댓값의, 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값에 대한 비가 0.20 이하인, 도전성 입자.

청구항 2

제1항에 있어서, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값과 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값의 차의 절댓값의, 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값에 대한 비가 0.15 이하인, 도전성 입자.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 13000N/mm² 이상이고,

20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 13000N/mm² 이상이고,

30% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 13000N/mm² 이상인, 도전성 입자.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 15000N/mm² 이상이고,

20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 15000N/mm² 이상인, 도전성 입자.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값보다 크고, 또한 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 30% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값보다 큰, 도전성 입자.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 기재 입자가 수지 입자 또는 유기 무기 하이브리드 입자인, 도전성 입자.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 기재 입자가 유기 무기 하이브리드 입자인, 도전성 입자.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 기재 입자의 입자경이 1.0 μ m 이상 10 μ m 이하인, 도전성 입자.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 도전부의 외표면 상에 배치된 절연성 물질을 구비하는, 도전성 입자.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 도전부의 외표면에 돌기를 갖는, 도전성 입자.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 기재된 도전성 입자와, 결합제 수지를 포함하는, 도전 재료.

청구항 12

제1 전극을 표면에 갖는 제1 접속 대상 부재와,
 제2 전극을 표면에 갖는 제2 접속 대상 부재와,
 상기 제1 접속 대상 부재와 상기 제2 접속 대상 부재를 접속하고 있는 접속부를 구비하고,
 상기 접속부의 재료가, 제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 기재된 도전성 입자를 포함하고,
 상기 제1 전극과 상기 제2 전극이 상기 도전성 입자에 의해 전기적으로 접속되어 있는, 접속 구조체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 기재 입자와, 해당 기재 입자의 표면 상에 배치된 도전부를 구비하는 도전성 입자에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 상기 도전성 입자를 사용한 도전 재료 및 접속 구조체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이방성 도전 페이스트 및 이방성 도전 필름 등의 이방성 도전 재료가 널리 알려져 있다. 상기 이방성 도전 재료에서는, 결합제 수지 중에 도전성 입자가 분산되어 있다.

[0003] 상기 이방성 도전 재료는, 플렉시블 프린트 기판(FPC), 유리 기판 및 반도체 칩 등의 다양한 접속 대상 부재의 전극간을 전기적으로 접속하고, 접속 구조체를 얻기 위해서 사용되고 있다. 또한, 상기 도전성 입자로서, 기재 입자와, 해당 기재 입자의 표면 상에 배치된 도전부를 갖는 도전성 입자가 사용되는 경우가 있다.

[0004] 도전성 입자에 사용되는 기재 입자의 일례로서, 하기의 특허문헌 1에는, 파괴점 하중이 9.8mN(1.0gf) 이하인 중합체 미립자가 개시되어 있다. 특허문헌 1에는, 해당 중합체 미립자는 10% K값>30% K값>20% K값의 관계를 충족하는 것이 바람직한 취지가 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) W02012/020799 A1

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 전극간을 도전성 입자에 의해 전기적으로 접속할 때에는, 전극간에 도전성 입자를 포함하는 이방성 도전 재료를 배치하고, 가열 및 가압한다. 그 때, 도전성 입자는 압축된다.

[0007] 일반적으로, 도전성 입자에 의해 접속되는 전극의 표면이나, 도전성 입자의 도전부의 표면에는, 산화 피막이 형성되어 있는 경우가 많다. 산화 피막이 형성되어 있으면, 전극과 도전성 입자(도전부)가 충분히 접촉할 수 없어, 전극간의 접속 저항이 높아지는 원인이 되기 때문에, 산화 피막은 제거되는 것이 바람직하다.

[0008] 그러나, 특허문헌 1에 기재와 같은 종래의 기재 입자를 사용해서 도전성 입자를 제작한 경우, 압축 초기(예를 들어, 도전성 입자를 10% 내지 20% 압축했을 때)의 압축 탄성률이 비교적 낮기 때문에, 전극 또는 도전성 입자(도전부)의 표면의 산화 피막을 충분히 배제할 수 없는 경우가 있다. 결과로서, 종래의 기재 입자를 사용한 도전성 입자에서는, 전극간의 접속 저항이 높아지고, 도통 신뢰성을 높일 수 없는 경우가 있다.

[0009] 즉, 종래의 도전성 입자에서는, 낮은 접촉 저항과, 높은 도통 신뢰성과의 양쪽을 양립시키는 것이 곤란하다는 문제가 있다.

[0010] 본 발명의 목적은, 전극간의 전기적인 접촉에 사용했을 때, 낮은 접촉 저항과, 높은 도통 신뢰성과의 양쪽을 양립시킬 수 있는 도전성 입자를 제공하는 것이다. 또한, 본 발명의 목적은, 상기 도전성 입자를 사용한 도전 재료 및 접촉 구조체를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 넓은 국면에 따르면, 기재 입자와, 상기 기재 입자의 표면 상에 배치된 도전부를 구비하고, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값 이상이고, 또한 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 30% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값 이상이고, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값과 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값의 차의 절댓값의, 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값에 대한 비가 0.20 이하인, 도전성 입자가 제공된다.

[0012] 본 발명에 관한 도전성 입자의 어느 특정한 국면에서는, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값과 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값의 차의 절댓값의, 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값에 대한 비가 0.15 이하이다.

[0013] 본 발명에 관한 도전성 입자의 어느 특정한 국면에서는, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 13000N/mm² 이상이고, 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 13000N/mm² 이상이고, 30% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 13000N/mm² 이상이다.

[0014] 본 발명에 관한 도전성 입자의 어느 특정한 국면에서는, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 15000N/mm² 이상이고, 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 15000N/mm² 이상이다.

[0015] 본 발명에 관한 도전성 입자의 어느 특정한 국면에서는, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값보다 크고, 또한 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 30% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값보다 크다.

[0016] 본 발명에 관한 도전성 입자의 어느 특정한 국면에서는, 상기 기재 입자가 수지 입자 또는 유기 무기 하이브리드 입자이다.

[0017] 본 발명에 관한 도전성 입자의 어느 특정한 국면에서는, 상기 기재 입자가 유기 무기 하이브리드 입자이다.

[0018] 본 발명에 관한 도전성 입자의 어느 특정한 국면에서는, 상기 기재 입자의 입자경이 1.0 μ m 이상 10 μ m 이하이다.

[0019] 본 발명에 관한 도전성 입자의 어느 특정한 국면에서는, 도전성 입자가, 상기 도전부의 외표면 상에 배치된 절연성 물질을 구비한다.

[0020] 본 발명에 관한 도전성 입자의 어느 특정한 국면에서는, 도전성 입자가, 상기 도전부의 외표면에 돌기를 갖는다.

[0021] 본 발명의 넓은 국면에 의하면, 상술한 도전성 입자와, 결합체 수지를 포함하는, 도전 재료가 제공된다.

[0022] 본 발명의 넓은 국면에 의하면, 제1 전극을 표면에 갖는 제1 접촉 대상 부재와, 제2 전극을 표면에 갖는 제2 접촉 대상 부재와, 상기 제1 접촉 대상 부재와 상기 제2 접촉 대상 부재를 접촉하고 있는 접촉부를 구비하고, 상기 접촉부의 재료가, 상술한 도전성 입자를 포함하고, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극이 상기 도전성 입자에 의해 전기적으로 접촉되어 있는, 접촉 구조체가 제공된다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 관한 도전성 입자는, 기재 입자와, 상기 기재 입자의 표면 상에 배치된 도전부를 구비한다. 본 발명에 관한 도전성 입자에서는, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값 이상이고, 또한 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 30% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값 이상이다. 본 발명에 관한 도전성 입자에서는, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값과 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값의 차의 절댓값의, 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값에 대한 비가 0.20 이하이다. 본 발명에 관한 도전성 입자에서는, 상기의 구성이 구비되어 있으므로, 도전성 입자를 전극간의 전기적인 접촉에 사용했을 때, 접촉 저항을 낮추고, 도통 신뢰성을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 도전성 입자를 모식적으로 도시하는 단면도이다.
- 도 2는 본 발명의 제2 실시 형태에 관한 도전성 입자를 모식적으로 도시하는 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 제3 실시 형태에 관한 도전성 입자를 모식적으로 도시하는 단면도이다.
- 도 4는 도 1에 나타내는 도전성 입자를 사용한 접속 구조체를 모식적으로 도시하는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하, 본 발명의 상세를 설명한다.
- [0026] (도전성 입자)
- [0027] 본 발명에 관한 도전성 입자는, 기재 입자와, 상기 기재 입자의 표면 상에 배치된 도전부를 구비한다. 본 발명에 관한 도전성 입자에서는, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값 이상이고, 또한 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 30% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값 이상이다. 본 발명에 관한 도전성 입자에서는, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값과 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값의 차의 절댓값의, 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값에 대한 비가 0.20 이하이다.
- [0028] 10% 압축했을 때의 압축 탄성률, 20% 압축했을 때의 압축 탄성률, 30% 압축했을 때의 압축 탄성률을 각각, 10% K값, 20% K값 및 30% K값으로 한다. 본 발명에 관한 도전성 입자는, 이하의 관계를 충족한다. 또한, 「10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값과 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값의 차의 절댓값」은, 비 (10% K값과 20% K값의 차의 절댓값/20% K값)이다. 또한, 10% K값 \geq 20% K값일 때, 「10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값과 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값의 차의 절댓값」은, 「10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값으로부터 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값을 차감한 값」이다.
- [0029] 10% K값 \geq 20% K값
- [0030] 20% K값 \geq 30% K값
- [0031] (10% K값-20% K값)/20% K값 \leq 0.20
- [0032] 또한, 다른 표현을 하면, 본 발명에 관한 도전성 입자는, 이하의 관계를 충족한다.
- [0033] 10% K값 \geq 20% K값 \geq 30% K값
- [0034] (10% K값-20% K값)/20% K값 \leq 0.20
- [0035] 종래의 도전성 입자에서는, 전극 또는 도전성 입자(도전부)의 표면의 산화 피막을 충분히 배제할 수 없고, 결과로서 전극간의 접속 저항이 높아지고, 도통 신뢰성을 높일 수 없다고 하는 과제가 있다.
- [0036] 본 발명에 관한 도전성 입자에서는, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값과 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값의 차의 절댓값의, 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값에 대한 비가 종래의 도전성 입자에 비하여 작다. 즉, 본 발명에 관한 도전성 입자에서는, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값과 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값의 차의 절댓값이 비교적 작으므로, 압축 초기에 전극 또는 도전성 입자(도전부)의 표면의 산화 피막을 충분히 배제할 수 있다. 결과로서, 도전성 입자를 전극간의 전기적인 접속에 사용했을 때, 낮은 접속 저항과, 높은 도통 신뢰성과의 양쪽을 양립시킬 수 있다.
- [0037] 또한, 근년에는, 시인성이 양호하여 박형화할 수 있고, 직류 저전압 하에서의 구동이 가능한 유기 일렉트로루미네센스(유기 EL) 표시 소자의 수요가 높아지고 있다. 유기 EL 표시 소자에서는, 티타늄 전극이 사용되는 경우가 많다. 종래의 도전성 입자에서는, 티타늄 전극의 표면의 산화 피막을 충분히 배제하는 것이 곤란한바, 본 발명에 관한 도전성 입자에서는, 상기의 구성이 구비되어 있으므로, 티타늄 전극을 사용한 경우에도, 전극의 표면의 산화 피막을 충분히 배제할 수 있고, 낮은 접속 저항과, 높은 도통 신뢰성과의 양쪽을 양립시킬 수 있다.
- [0038] 또한, 본 발명에 관한 도전성 입자에서는, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값 이상이고, 또한 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 30% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값 이상이므로, 압축 초기 및 압축 후기에 전극과 변형한 도전성 입자와의 접속 면적을 크게 할 수 있다. 결과로서, 도전성 입자를 전극간의 전기적인 접속에 사용했을 때, 낮은 접속 저항과, 높은 도통 신뢰성과의 양쪽을 양립시킬

수 있다.

- [0039] 상기 도전성 입자에서는, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값과, 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 동일해진다. 상기 도전성 입자에서는, 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값과, 30% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 동일해진다. 상기 도전성 입자에서는, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값과, 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값과, 30% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 동일해진다. 본 발명의 효과를 보다 일층 효과적으로 발휘하는 관점에서는, 상기 도전성 입자에서는, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값보다 큰 것이 바람직하다. 본 발명의 효과를 보다 일층 효과적으로 발휘하는 관점에서는, 상기 도전성 입자에서는, 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 30% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값보다 큰 것이 바람직하다. 본 발명의 효과를 보다 일층 효과적으로 발휘하는 관점에서는, 상기 도전성 입자에서는, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값보다 크고, 또한 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값이 30% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값보다 큰 것이 바람직하다.
- [0040] 본 발명의 효과를 보다 일층 효과적으로 발휘하는 관점에서는, 상기 도전성 입자에서는, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값과 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값의 차의 절댓값의, 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값에 대한 비는, 바람직하게는 0.20 미만, 보다 바람직하게는 0.15 이하, 더욱 바람직하게는 0.13 이하이다. 본 발명의 효과를 보다 일층 효과적으로 발휘하는 관점에서는, 상기 도전성 입자에서는, 상기 비(10% K값과 20% K값의 차의 절댓값/20% K값)는, 바람직하게는 0을 초과하고, 보다 바람직하게는 0.05 이상, 더욱 바람직하게는 0.10 이상이다.
- [0041] 상기 도전성 입자를 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값(10% K값)은, 바람직하게는 10000N/mm² 이상, 보다 바람직하게는 12000N/mm² 이상, 더욱 바람직하게는 13000N/mm² 이상, 특히 바람직하게는 15000N/mm² 이상이다. 상기 도전성 입자의 10% K값이 상기 하한 이상이면 압축 초기에 전극 또는 도전성 입자(도전부)의 표면의 산화 피막을 보다 한층 효과적으로 배제하여, 접촉 저항을 보다 한층 낮게 할 수 있다. 상기 도전성 입자의 10% K값은 바람직하게는 50000N/mm² 이하, 보다 바람직하게는 40000N/mm² 이하, 더욱 바람직하게는 30000N/mm² 이하, 특히 바람직하게는 25000N/mm² 이하이다. 상기 도전성 입자의 10% K값이 상기 상한 이하이면, 전극과 변형한 도전성 입자와의 접촉 면적을 크게 하여, 접촉 저항을 보다 한층 낮게 할 수 있다.
- [0042] 상기 도전성 입자를 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값(20% K값)은, 바람직하게는 10000N/mm² 이상, 보다 바람직하게는 12000N/mm² 이상, 더욱 바람직하게는 13000N/mm² 이상, 특히 바람직하게는 15000N/mm² 이상이다. 상기 도전성 입자의 20% K값이 상기 하한 이상이면, 압축 초기에 전극 또는 도전성 입자(도전부)의 표면의 산화 피막을 보다 한층 효과적으로 배제하여, 접촉 저항을 보다 한층 낮게 할 수 있다. 상기 도전성 입자의 20% K값은 바람직하게는 40000N/mm² 이하, 보다 바람직하게는 30000N/mm² 이하, 더욱 바람직하게는 25000N/mm² 이하, 특히 바람직하게는 20000N/mm² 이하이다. 상기 도전성 입자의 20% K값이 상기 상한 이하이면, 전극과 변형한 도전성 입자와의 접촉 면적을 크게 하여, 접촉 저항을 보다 한층 낮게 할 수 있다.
- [0043] 상기 도전성 입자를 30% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값(30% K값)은, 바람직하게는 8000N/mm² 이상, 보다 바람직하게는 10000N/mm² 이상, 더욱 바람직하게는 12000N/mm² 이상, 특히 바람직하게는 13000N/mm² 이상이다. 상기 도전성 입자의 30% K값이 상기 하한 이상이면, 압축 중기 및 압축 후기에 전극에 도전성 입자가 압입된 오목부(압흔)가 형성되고, 전극간의 도통 신뢰성을 보다 한층 높일 수 있다. 상기 도전성 입자의 30% K값은 바람직하게는 40000N/mm² 이하, 보다 바람직하게는 30000N/mm² 이하, 더욱 바람직하게는 25000N/mm² 이하, 특히 바람직하게는 20000N/mm² 이하이다. 상기 도전성 입자의 30% K값이 상기 상한 이하이면, 압축 중기 및 압축 후기에 전극과 변형한 도전성 입자와의 접촉 면적을 크게 하여, 낮은 접촉 저항과, 높은 도통 신뢰성과의 양쪽을 보다 한층 효과적으로 양립시킬 수 있다.
- [0044] 본 발명의 효과를 보다 일층 효과적으로 발휘하는 관점에서는, 상기 도전성 입자에서는, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값(10% K값)의, 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값(20% K값)에 대한 비는, 바람직하게는 1.00 이상, 보다 바람직하게는 1.05 이상, 더욱 바람직하게는 1.10 이상이다. 본 발명의 효과를 보다 일층 효과적으로 발휘하는 관점에서는, 상기 비(10% K값/20% K값)는, 바람직하게는 1.20 이하, 보다 바람직하게는 1.20 미만, 더욱 바람직하게는 1.15 이하, 특히 바람직하게는 1.13 이하이다.
- [0045] 본 발명의 효과를 보다 일층 효과적으로 발휘하는 관점에서는, 상기 도전성 입자에서는, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값(10% K값)의, 30% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값(30% K값)에 대한 비는, 바람직하게는 1.00 이상, 보다 바람직하게는 1.20 이상, 더욱 바람직하게는 1.30 이상이다. 본 발명의 효과를 보다 일층 효과적으로 발휘하는 관점에서는, 상기 비(10% K값/30% K값)는, 바람직하게는 1.80 이하, 보다 바람직하게는 1.70 이하, 더

욱 바람직하게는 1.60 이하, 특히 바람직하게는 1.50 이하이다.

- [0046] 본 발명의 효과를 보다 일층 효과적으로 발휘하는 관점에서는, 상기 도전성 입자에서는, 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값(20% K값)의, 30% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값(30% K값)에 대한 비는, 바람직하게는 1.00 이상, 보다 바람직하게는 1.05 이상, 더욱 바람직하게는 1.10 이상이다. 본 발명의 효과를 보다 일층 효과적으로 발휘하는 관점에서는, 상기 비(20% K값/30% K값)는, 바람직하게는 1.60 이하, 보다 바람직하게는 1.50 이하, 더욱 바람직하게는 1.40 이하, 특히 바람직하게는 1.30 이하이다.
- [0047] 상기 도전성 입자의 10% K값, 20% K값 및 30% K값은, 이하와 같이 해서 측정할 수 있다.
- [0048] 미소 압축 시험기를 사용하여, 원기둥(직경 50 μ m, 다이아몬드제)의 평활 압자 단부면에서, 25 $^{\circ}$ C, 최대 시험 하중 90mN을 30초에 걸쳐서 부하하는 조건 하에서 도전성 입자를 압축한다. 이때의 하중값(N) 및 압축 변위(mm)를 측정한다. 얻어진 측정값으로부터, 상기 압축 탄성률을 하기 식에 의해 구할 수 있다. 상기 미소 압축 시험기로서, 예를 들어 피셔사제 「피셔 스코프 H-100」 등이 사용된다.
- [0049] $K\text{값}(N/mm^2)=(3/2^{1/2}) \cdot F \cdot S^{-3/2} \cdot R^{-1/2}$
- [0050] F: 도전성 입자가 10%, 20%, 또는 30% 압축 변형했을 때의 하중값(N)
- [0051] S: 도전성 입자가 10%, 20%, 또는 30% 압축 변형했을 때의 압축 변위(mm)
- [0052] R: 도전성 입자의 반경(mm)
- [0053] 상기 10% K값, 상기 20% K값, 상기 30% K값 및 상기 비(10% K값과 20% K값의 차의 절댓값/20% K값)를 바람직한 범위로 제어하는 방법으로서, 이하의 방법 등을 들 수 있다. 기재 입자의 모노머종, 모노머 분자량, 모노머 배합량, 가교제, 중합 온도, 중합 시간, 소성 산소 농도 및 소성 온도 등을 조정해서 물성을 조정하는 방법. 도전부의 금속종, 합금종 및 도전부의 두께 등을 조정해서 경도를 조정하는 방법.
- [0054] 본 발명의 효과를 보다 일층 양호하게 하는 관점에서는, 상기 도전성 입자의 압축 회복률은, 바람직하게는 50% 이상, 보다 바람직하게는 60% 이상, 더욱 바람직하게는 65% 이상이고, 바람직하게는 95% 이하, 보다 바람직하게는 90% 이하, 더욱 바람직하게는 85% 이하이다.
- [0055] 상기 압축 회복률은, 이하와 같이 해서 측정할 수 있다.
- [0056] 시료대 상에 도전성 입자를 살포한다. 살포된 도전성 입자 1개에 대해서, 미소 압축 시험기를 사용하여, 원기둥(직경 100 μ m, 다이아몬드제)의 평활 압자 단부면에서, 25 $^{\circ}$ C로, 도전성 입자의 중심 방향으로, 도전성 입자가 30% 압축 변형할 때까지 부하(반전 하중값)를 부여한다. 그 후, 원점용 하중값(0.40mN)까지 제하를 행한다. 이 사이의 하중-압축 변위를 측정하고, 하기 식으로부터 압축 회복률을 구할 수 있다. 또한, 부하 속도는 0.33mN/초로 한다. 상기 미소 압축 시험기로서, 예를 들어 피셔사제 「피셔 스코프 H-100」 등이 사용된다.
- [0057] 압축 회복률(%)=[L2/L1]×100
- [0058] L1: 부하를 부여할 때의 원점용 하중값으로부터 반전 하중값에 이르기까지의 압축 변위
- [0059] L2: 부하를 해방할 때의 반전 하중값으로부터 원점용 하중값에 이르기까지의 제하 변위
- [0060] 상기 도전성 입자의 입자경은, 바람직하게는 0.5 μ m 이상, 보다 바람직하게는 1.0 μ m 이상이고, 바람직하게는 500 μ m 이하, 보다 바람직하게는 300 μ m 이하, 더욱 바람직하게는 100 μ m 이하, 특히 바람직하게는 30 μ m 이하이다. 도전성 입자의 입자경이 상기 하한 이상 및 상기 상한 이하이면, 도전성 입자를 사용해서 전극간을 접촉한 경우에, 도전성 입자와 전극과의 접촉 면적이 충분히 커지고, 또한 도전부를 형성할 때에 응집한 도전성 입자가 형성되기 어려워진다. 또한, 도전성 입자를 개재해서 접촉된 전극간의 간격이 지나치게 커지지 않고, 또한 도전부가 기재 입자의 표면으로부터 박리하기 어려워진다. 또한, 도전성 입자의 입자경이 상기 하한 이상 및 상기 상한 이하이면, 도전성 입자를 도전 재료의 용도에 적합하게 사용 가능하다.
- [0061] 상기 도전성 입자의 입자경은, 평균 입자경인 것이 바람직하고, 수 평균 입자경인 것이 보다 바람직하다. 도전성 입자의 입자경은, 예를 들어 임의의 도전성 입자 50개를 전자 현미경 또는 광학 현미경에서 관찰하고, 각 도전성 입자의 입자경 평균값을 산출하는 것이나, 레이저 회절식 입도 분포 측정을 행함으로써 구해진다. 전자 현미경 또는 광학 현미경으로의 관찰에서는, 1개당의 도전성 입자의 입자경은, 원 상당 직경에서의 입자경으로서 구해진다. 전자 현미경 또는 광학 현미경에서의 관찰에 있어서, 임의의 50개의 도전성 입자의 원 상당 직경에서의 평균 입자경은, 구 상당 직경에서의 평균 입자경과 거의 동등해진다. 레이저 회절식 입도 분포 측정의

로는, 1개당의 도전성 입자의 입자경은, 구 상당 직경에서의 입자경으로서 구해진다. 상기 도전성 입자의 입자경은, 레이저 회절식 입도 분포 측정에 의해 산출하는 것이 바람직하다.

- [0062] 이하, 도면을 참조하면서, 본 발명을 구체적으로 설명한다.
- [0063] 도 1은 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 도전성 입자를 도시하는 단면도이다.
- [0064] 도 1에 나타내는 도전성 입자(1)는, 기재 입자(2)와, 도전부(3)를 갖는다. 도전부(3)는 기재 입자(2)의 표면에 배치되어 있다. 제1 실시 형태에서는, 도전부(3)는 기재 입자(2)의 표면에 접하고 있다. 도전성 입자(1)는 기재 입자(2)의 표면이 도전부(3)에 의해 피복된 피복 입자이다. 도전성 입자(1)에서는, 도전부(3)은, 단층의 도전부(도전층)이다.
- [0065] 도전성 입자(1)는, 후술하는 도전성 입자(11, 21)와는 다르게, 코어 물질을 갖지 않는다. 도전성 입자(1)는, 표면에 돌기를 갖지 않고, 도전부(3)의 외표면에 돌기를 갖지 않는다. 도전성 입자(1)는 구상이다.
- [0066] 이와 같이, 본 발명에 관한 도전성 입자는, 표면에 돌기를 갖고 있지 않아도 되고, 도전부의 외표면에 돌기를 갖고 있지 않아도 되고, 구상이어도 된다. 또한, 도전성 입자(1)는, 후술하는 도전성 입자(11, 21)와는 다르게, 절연성 물질을 갖지 않는다. 단, 도전성 입자(1)는 도전부(3)의 외표면에 배치된 절연성 물질을 갖고 있어도 된다.
- [0067] 도 2는 본 발명의 제2 실시 형태에 관한 도전성 입자를 도시하는 단면도이다.
- [0068] 도 2에 나타내는 도전성 입자(11)는, 기재 입자(2)와, 도전부(12)와, 복수의 코어 물질(13)과, 복수의 절연성 물질(14)을 갖는다. 도전부(12)는, 기재 입자(2)의 표면 상에 기재 입자(2)에 접하도록 배치되어 있다. 도전성 입자(11)에서는, 도전부(12)는, 단층의 도전부(도전층)이다.
- [0069] 도전성 입자(11)는, 표면에, 복수의 돌기(11a)를 갖는다. 도전부(12)는 외표면에, 복수의 돌기(12a)를 갖는다. 복수의 코어 물질(13)이, 기재 입자(2)의 표면 상에 배치되어 있다. 복수의 코어 물질(13)은 도전부(12) 내에 매립되어 있다. 코어 물질(13)은 돌기(11a, 12a)의 내측에 배치되어 있다. 도전부(12)는, 복수의 코어 물질(13)을 피복하고 있다. 복수의 코어 물질(13)에 의해 도전부(12)의 외표면이 용기되고 있고, 돌기(11a, 12a)가 형성되어 있다.
- [0070] 도전성 입자(11)는 도전부(12)의 외표면에 배치된 절연성 물질(14)을 갖는다. 도전부(12)의 외표면의 적어도 일부의 영역이, 절연성 물질(14)에 의해 피복되어 있다. 절연성 물질(14)은 절연성을 갖는 재료에 의해 형성되어 있는, 절연성 입자이다. 이와 같이, 본 발명에 관한 도전성 입자는, 도전부의 외표면에 배치된 절연성 물질을 갖고 있어도 된다. 단, 본 발명에 관한 도전성 입자는, 절연성 물질을 반드시 갖고 있지 않아도 된다.
- [0071] 도 3은 본 발명의 제3 실시 형태에 관한 도전성 입자를 도시하는 단면도이다.
- [0072] 도 3에 나타내는 도전성 입자(21)는, 기재 입자(2)와, 도전부(22)와, 복수의 코어 물질(13)과, 복수의 절연성 물질(14)을 갖는다. 도전부(22)는 전체에서, 기재 입자(2) 측에 제1 도전부(22A)와, 기재 입자(2) 측과는 반대 측에 제2 도전부(22B)를 갖는다.
- [0073] 도전성 입자(11)와 도전성 입자(21)는, 도전부의 구성만이 다르게 되어 있다. 즉, 도전성 입자(11)에서는, 1층 구조의 도전부(12)가 형성되어 있는 데 반해, 도전성 입자(21)에서는, 2층 구조의 제1 도전부(22A) 및 제2 도전부(22B)가 형성되어 있다. 제1 도전부(22A)와 제2 도전부(22B)는 다른 도전부로서 형성되어 있다.
- [0074] 제1 도전부(22A)는, 기재 입자(2)의 표면 상에 배치되어 있다. 기재 입자(2)와 제2 도전부(22B) 사이에, 제1 도전부(22A)가 배치되어 있다. 제1 도전부(22A)는, 기재 입자(2)에 접하고 있다. 따라서, 기재 입자(2)의 표면 상에 제1 도전부(22A)가 배치되어 있고, 제1 도전부(22A)의 표면 상에 제2 도전부(22B)가 배치되어 있다. 도전성 입자(21)는, 표면에, 복수의 돌기(21a)를 갖는다. 도전부(22)는 외표면에, 복수의 돌기(22a)를 갖는다. 제1 도전부(22A)는 외표면에, 돌기(22Aa)를 갖는다. 제2 도전부(22B)는 외표면에, 복수의 돌기(22Ba)를 갖는다. 도전성 입자(21)에서는, 도전부(22)는 2층의 도전부(도전층)이다.
- [0075] 이하, 도전성 입자의 다른 상세에 대해서 설명한다. 또한, 이하의 설명에 있어서, 「(메트)아크릴」은 「아크릴」과 「메타크릴」 중 한쪽 또는 양쪽을 의미하고, 「(메트)아크릴레이트」는 「아크릴레이트」와 「메타크릴레이트」 중 한쪽 또는 양쪽을 의미한다.

- [0076] [기재 입자]
- [0077] 상기 기재 입자로서는, 수지 입자, 금속 입자를 제외하는 무기 입자, 유기 무기 하이브리드 입자 및 금속 입자 등을 들 수 있다. 상기 기재 입자는, 코어와, 해당 코어의 표면 상에 배치된 셸을 구비하는 코어 셸 입자여도 된다. 상기 코어가 유기 코어여도 된다. 상기 셸이 무기 셸이어도 된다. 본 발명의 효과에 보다 한층 우수하다는 점에서, 상기 기재 입자는, 수지 입자 또는 유기 무기 하이브리드 입자인 것이 바람직하고, 유기 무기 하이브리드 입자인 것이 보다 바람직하다.
- [0078] 상기 기재 입자는, 수지에 의해 형성된 수지 입자인 것이 바람직하다. 상기 도전성 입자를 사용해서 전극간을 접속할 때에는, 상기 도전성 입자를 전극간에 배치한 후, 압착함으로써 상기 도전성 입자를 압축시킨다. 상기 기재 입자가 수지 입자다라고, 상기 압착 시에 상기 도전성 입자가 변형되기 쉽고, 도전성 입자와 전극과의 접촉 면적이 커진다. 이 때문에, 전극간의 도통 신뢰성이 보다 한층 높아진다.
- [0079] 상기 수지 입자의 재료인 수지로서, 여러가지인 유기물이 적합하게 사용된다. 상기 수지 입자의 재료인 수지로서는, 예를 들어 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리스티렌, 폴리염화비닐, 폴리염화비닐리덴, 폴리이소부틸렌, 폴리부타디엔 등의 폴리오렌 수지; 폴리메틸메타크릴레이트 및 폴리메틸아크릴레이트 등의 아크릴 수지; 폴리알킬테레프탈레이트, 폴리카르보네이트, 폴리아미드, 페놀포름알데히드 수지, 멜라민포름알데히드 수지, 벤조구아나민포름알데히드 수지, 요소 포름알데히드 수지, 페놀 수지, 멜라민 수지, 벤조구아나민 수지, 요소 수지, 에폭시 수지, 불포화 폴리에스테르 수지, 포화 폴리에스테르 수지, 폴리술폰, 폴리페닐렌옥사이드, 폴리아세탈, 폴리이미드, 폴리아미드이미드, 폴리에테르에테르케톤, 폴리에테르술폰 및 에틸렌성 불포화기를 갖는 다양한 중합성 단량체를 1종 혹은 2종 이상 중합시켜서 얻어지는 중합체 등을 들 수 있다. 기재 입자의 경도를 적합한 범위에 용이하게 제어할 수 있으므로, 상기 수지 입자를 형성하기 위한 수지는, 에틸렌성 불포화기를 복수 갖는 중합성 단량체를 1종 또는 2종 이상 중합시킨 중합체인 것이 바람직하다.
- [0080] 상기 수지 입자를, 에틸렌성 불포화기를 갖는 중합성 단량체를 중합시켜서 얻는 경우, 상기 에틸렌성 불포화기를 갖는 중합성 단량체로서는, 비가교성의 단량체와 가교성의 단량체를 들 수 있다.
- [0081] 상기 비가교성의 단량체로서는, 예를 들어 스티렌, α -메틸스티렌 등의 스티렌계 단량체; (메트)아크릴산, 말레산, 무수 말레산 등의 카르복실기 함유 단량체; 메틸(메트)아크릴레이트, 에틸(메트)아크릴레이트, 프로필(메트)아크릴레이트, 부틸(메트)아크릴레이트, 2-에틸헥실(메트)아크릴레이트, 라우릴(메트)아크릴레이트, 세틸(메트)아크릴레이트, 스테아릴(메트)아크릴레이트, 시클로헥실(메트)아크릴레이트, 이소보르닐(메트)아크릴레이트 등의 알킬(메트)아크릴레이트 화합물; 2-히드록시에틸(메트)아크릴레이트, 글리세롤(메트)아크릴레이트, 폴리옥시에틸렌(메트)아크릴레이트, 글리시딜(메트)아크릴레이트 등의 산소 원자 함유 (메트)아크릴레이트 화합물; (메트)아크릴로니트릴 등의 니트릴 함유 단량체; 트리플루오로메틸(메트)아크릴레이트, 펜타플루오로에틸(메트)아크릴레이트, 염화비닐, 불화 비닐, 클로르스티렌 등의 할로젠 함유 단량체 등을 들 수 있다.
- [0082] 상기 가교성의 단량체로서는, 예를 들어 테트라메틸올메탄테트라(메트)아크릴레이트, 테트라메틸올메탄트리(메트)아크릴레이트, 테트라메틸올메탄디(메트)아크릴레이트, 트리메틸올프로판트리(메트)아크릴레이트, 디펜타에리트리톨헥사(메트)아크릴레이트, 디펜타에리트리톨펜타(메트)아크릴레이트, 글리세롤트리(메트)아크릴레이트, 글리세롤디(메트)아크릴레이트, (폴리)에틸렌글리콜디(메트)아크릴레이트, (폴리)프로필렌글리콜디(메트)아크릴레이트, (폴리)테트라메틸렌글리콜디(메트)아크릴레이트, 1,4-부탄디올디(메트)아크릴레이트 등의 다관능(메트)아크릴레이트 화합물; 트리알릴(이소)시아누레이트, 트리알릴트리멜리테이트, 디비닐벤젠, 디알릴프탈레이트, 디알릴아크릴아미드, 디알릴에테르, γ -(메트)아크릴옥시프로필 트리메톡시실란, 트리메톡시실릴스티렌, 비닐트리메톡시실란 등의 실란 함유 단량체 등을 들 수 있다.
- [0083] 상기 에틸렌성 불포화기를 갖는 중합성 단량체를, 공지의 방법에 의해 중합 시킴으로써, 상기 수지 입자를 얻을 수 있다. 이 방법으로서, 예를 들어, 라디칼 중합 개시제의 존재 하에서 현탁 중합하는 방법, 그리고 비가교의 중 입자를 사용해서 라디칼 중합 개시제와 함께 단량체를 팽윤시켜서 중합하는 방법 등을 들 수 있다.
- [0084] 상기 기재 입자가 금속 입자를 제외하는 무기 입자 또는 유기 무기 하이브리드 입자인 경우에는, 기재 입자의 재료인 무기물로서는, 실리카 및 카본 블랙 등을 들 수 있다. 상기 무기물은, 금속이 아닌 것이 바람직하다. 상기 실리카에 의해 형성된 입자로서는 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어 가수 분해성의 알콕시실릴 기를 2개 이상 갖는 규소 화합물을 가수 분해해서 가교 중합체 입자를 형성한 후에, 필요에 따라 소성을 행함으로써 얻어지는 입자를 들 수 있다. 상기 유기 무기 하이브리드 입자로서는, 예를 들어 가교한 알콕시실릴폴리머와 아크릴 수지에 의해 형성된 유기 무기 하이브리드 입자 등을 들 수 있다.

- [0085] 상기 기재 입자가 금속 입자인 경우에, 해당 금속 입자의 재료인 금속으로서는, 은, 구리, 니켈, 규소, 금 및 티타늄 등을 들 수 있다. 단, 상기 기재 입자는 금속 입자가 아닌 것이 바람직하고, 구리 입자가 아닌 것이 바람직하다.
- [0086] 상기 기재 입자를 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값(10% K값)은, 바람직하게는 9500N/mm² 이상, 보다 바람직하게는 10500N/mm² 이상, 더욱 바람직하게는 13500N/mm² 이상, 특히 바람직하게는 16500N/mm² 이상이다. 상기 기재 입자의 10% K값이 상기 하한 이상이면 압축 초기에 전극 또는 도전성 입자(도전부)의 표면의 산화 피막을 보다 한층 효과적으로 배제하여, 접촉 저항을 보다 한층 낮게 할 수 있다. 상기 기재 입자의 10% K값은 바람직하게는 31500N/mm² 이하, 보다 바람직하게는 30500N/mm² 이하, 더욱 바람직하게는 27500N/mm² 이하, 특히 바람직하게는 24500N/mm² 이하이다. 상기 기재 입자의 10% K값이 상기 상한 이하이면, 전극과 변형한 도전성 입자와의 접촉 면적을 크게 하여, 접촉 저항을 보다 한층 낮게 할 수 있다.
- [0087] 상기 기재 입자를 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값(20% K값)은, 바람직하게는 9000N/mm² 이상, 보다 바람직하게는 10000N/mm² 이상, 더욱 바람직하게는 13000N/mm² 이상, 특히 바람직하게는 16000N/mm² 이상이다. 상기 기재 입자의 20% K값이 상기 하한 이상이면 압축 초기에 전극 또는 도전성 입자(도전부)의 표면의 산화 피막을 보다 한층 효과적으로 배제하여, 접촉 저항을 보다 한층 낮게 할 수 있다. 상기 기재 입자의 20% K값은 바람직하게는 31000N/mm² 이하, 보다 바람직하게는 30000N/mm² 이하, 더욱 바람직하게는 27000N/mm² 이하, 특히 바람직하게는 24000N/mm² 이하이다. 상기 기재 입자의 20% K값이 상기 상한 이하이면, 전극과 변형한 도전성 입자와의 접촉 면적을 크게 하여, 접촉 저항을 보다 한층 낮게 할 수 있다.
- [0088] 상기 기재 입자를 30% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값(30% K값)은, 바람직하게는 8000N/mm² 이상, 보다 바람직하게는 9000N/mm² 이상, 더욱 바람직하게는 12000N/mm² 이상, 특히 바람직하게는 15000N/mm² 이상이다. 상기 기재 입자의 30% K값이 상기 하한 이상이면 압축 중기 및 압축 후기에 전극에 도전성 입자가 압입된 오목부(압흔)가 형성되고, 전극간의 도통 신뢰성을 보다 한층 높일 수 있다. 상기 기재 입자의 30% K값은 바람직하게는 30000N/mm² 이하, 보다 바람직하게는 29000N/mm² 이하, 더욱 바람직하게는 27000N/mm² 이하, 특히 바람직하게는 24000N/mm² 이하이다. 상기 기재 입자의 30% K값이 상기 상한 이하이면, 압축 중기 및 압축 후기에 전극과 변형한 도전성 입자와의 접촉 면적을 크게 하여, 낮은 접촉 저항과, 높은 도통 신뢰성과의 양쪽을 보다 한층 효과적으로 양립시킬 수 있다.
- [0089] 상기 기재 입자의 입자경은, 바람직하게는 0.1 μ m 이상, 보다 바람직하게는 1.0 μ m 이상, 더욱 바람직하게는 1.5 μ m 이상, 특히 바람직하게는 2.0 μ m 이상이다. 상기 기재 입자의 입자경은, 바람직하게는 500 μ m 이하, 보다 바람직하게는 300 μ m 이하, 더욱 바람직하게는 50 μ m 이하, 또한 한층 바람직하게는 30 μ m 이하, 특히 바람직하게는 10 μ m 이하, 가장 바람직하게는 5.0 μ m 이하이다. 상기 기재 입자의 입자경이 상기 하한 이상이면 도전성 입자와 전극과의 접촉 면적이 커지기 때문에, 전극간의 도통 신뢰성이 보다 한층 높아지고, 도전성 입자를 개재해서 접촉된 전극간의 접촉 저항이 보다 한층 낮아진다. 또한 기재 입자의 표면에 도전부를 무전해 도금에 의해 형성할 때, 응집한 도전성 입자가 형성되기 어려워진다. 상기 기재 입자의 입자경이 상기 상한 이하이면, 도전성 입자가 충분히 압축되기 쉽고, 전극간의 접촉 저항이 보다 한층 낮아지고, 또한 전극간의 간격이 작아진다.
- [0090] 상기 기재 입자의 입자경은, 수 평균 입자경을 나타낸다. 상기 기재 입자의 입자경은 입도 분포 측정 장치 등을 사용해서 구해진다. 기재 입자의 입자경은, 임의의 기재 입자 50개를 전자 현미경 또는 광학 현미경에서 관찰하고, 평균값을 산출함으로써 구하는 것이 바람직하다. 전자 현미경 또는 광학 현미경에서의 관찰에서는, 1개당의 기재 입자의 입자경은, 원 상당 직경에서의 입자경으로서 구해진다. 전자 현미경 또는 광학 현미경에서의 관찰에 있어서, 임의의 50개의 기재 입자의 원 상당 직경에서의 평균 입자경은, 구 상당 직경으로의 평균 입자경과 거의 동등해진다. 입도 분포 측정 장치에서는, 1개당의 기재 입자의 입자경은, 구 상당 직경에서의 입자경으로서 구해진다. 상기 기재 입자의 입자경은, 입도 분포 측정 장치에 의해 산출하는 것이 바람직하다. 도전성 입자에 있어서, 상기 기재 입자의 입자경을 측정하는 경우에는, 예를 들어 이하와 같이 해서 측정할 수 있다.
- [0091] 도전성 입자의 함유량이 30중량%가 되도록, Kulzer사제 「테크노비트 4000」에 첨가하고, 분산시켜서, 도전성 입자 검사용 매립 수지체를 제작한다. 상기 매립 수지체 중에 분산한 도전성 입자의 중심 부근을 통하게 이온 밀링 장치(히타치 하이테크놀로지스사제 「IM4000」)를 사용하여, 도전성 입자의 단면을 잘라낸다. 그리고, 전계 방사형 주사형 전자 현미경(FE-SEM)을 사용하여, 화상 배율을 25000배로 설정하고, 50개의 도전성 입자를 무작위로 선택하고, 각 도전성 입자의 기재 입자를 관찰한다. 각 도전성 입자에 있어서의 기재 입자의 입자경을 측정하고, 그것들을 산술 평균하여 기재 입자의 입자경으로 한다.

- [0092] [도전부]
- [0093] 상기 도전부를 형성하기 위한 금속은, 특별히 한정되지 않는다. 상기 금속으로서는, 예를 들어 금, 은, 팔라듐, 구리, 백금, 아연, 철, 주석, 납, 루테튬, 알루미늄, 코발트, 인듐, 니켈, 크롬, 티타늄, 안티몬, 비스무트, 탈륨, 게르마늄, 카드뮴, 규소 및 이들의 합금 등을 들 수 있다. 또한, 상기 금속으로서는, 주석 도프 산화인듐(ITO) 및 맨납 등을 들 수 있다. 전극간의 접촉 저항을 보다 한층 낮게 할 수 있으므로, 주석을 포함하는 합금, 니켈, 팔라듐, 구리 또는 금이 바람직하고, 니켈 또는 팔라듐이 바람직하다.
- [0094] 도전성 입자(1, 11)와 같이, 상기 도전부는, 1개의 층에 의해 형성되어 있어도 된다. 도전성 입자(21)와 같이, 상기 도전부는, 복수의 층에 의해 형성되어 있어도 된다. 즉, 상기 도전부는, 2층 이상의 적층 구조를 갖고 있어도 된다. 상기 도전부가 복수의 층에 의해 형성되어 있는 경우에는, 최외층은, 금층, 니켈층, 팔라듐층, 루테튬층, 구리층 또는 주석과 은을 포함하는 합금층인 것이 바람직하고, 금층, 팔라듐층 또는 루테튬층인 것이 보다 바람직하다. 최외층이 이들의 바람직한 도전층인 경우에는, 전극간의 접촉 저항이 보다 한층 낮아진다. 또한, 최외층이 귀금속 층인 경우에는, 내부식성이 보다 한층 높아진다.
- [0095] 상기 기재 입자의 표면 상에 도전부를 형성하는 방법은 특별히 한정되지 않는다. 도전부를 형성하는 방법으로는, 예를 들어, 무전해 도금에 의한 방법, 전기 도금에 의한 방법, 물리적 증착에 의한 방법, 그리고 금속 분말 혹은 금속 분말과 결합제를 포함하는 페이스트를 기재 입자의 표면에 코팅하는 방법 등을 들 수 있다. 도전부의 형성이 간편하므로, 무전해 도금에 의한 방법이 바람직하다. 상기 물리적 증착에 의한 방법으로는, 진공 증착, 이온 플레이팅 및 이온 스퍼터링 등의 방법을 들 수 있다.
- [0096] 상기 도전부의 두께(도전부 전체의 두께)는, 바람직하게는 10nm 이상, 보다 바람직하게는 100nm 이상, 더욱 바람직하게는 120nm 이상이고, 바람직하게는 1000nm 이하, 보다 바람직하게는 500nm 이하, 더욱 바람직하게는 300nm 이하, 특히 바람직하게는 250nm 이하, 가장 바람직하게는 200nm 이하이다. 상기 도전부의 두께는, 도전부가 다층인 경우에는 도전층 전체의 두께이다. 도전부의 두께가 상기 하한 이상 및 상기 상한 이하이면, 충분한 도전성이 얻어지며, 또한 도전성 입자가 너무 딱딱해지지 않고, 전극간의 접촉 시에 도전성 입자가 충분히 변형된다.
- [0097] 상기 도전부가 복수의 층에 의해 형성되어 있는 경우에, 최외층의 도전층 두께는, 바람직하게는 1nm 이상, 보다 바람직하게는 10nm 이상이고, 바람직하게는 500nm 이하, 보다 바람직하게는 200nm 이하이다. 상기 최외층의 도전층 두께가 상기 하한 이상 및 상기 상한 이하이면, 최외층의 도전층에 의한 피복이 균일해져서, 내부식성이 충분히 높아지고, 또한 전극간의 접촉 저항이 보다 한층 낮아진다. 또한, 상기 최외층이 금층인 경우에, 금층의 두께가 얇을수록, 비용이 낮아진다.
- [0098] 상기 도전부의 두께는, 예를 들어 투과형 전자 현미경(TEM)을 사용하여, 도전성 입자의 단면을 관찰함으로써 측정할 수 있다.
- [0099] 도전성을 효과적으로 높이는 관점에서는, 상기 도전성 입자는, 니켈을 포함하는 도전부를 갖는 것이 바람직하다. 니켈을 포함하는 도전부 100중량% 중, 니켈의 함유량은 바람직하게는 50중량% 이상, 보다 바람직하게는 65중량% 이상, 보다 한층 바람직하게는 70중량% 이상, 더욱 바람직하게는 75중량% 이상, 또한 한층 바람직하게는 80중량% 이상, 특히 바람직하게는 85중량% 이상, 가장 바람직하게는 90중량% 이상이다. 상기 니켈을 포함하는 도전부 100중량% 중, 니켈의 함유량은 바람직하게는 100중량%(전량) 이하이고, 99중량% 이하이어도 좋고, 95중량% 이하여도 된다. 니켈의 함유량이 상기 하한 이상이면 전극간의 접촉 저항이 보다 한층 낮아진다. 또한, 전극이나 도전부의 표면에 있어서의 산화 피막이 적은 경우에는, 니켈의 함유량이 많을수록 전극간의 접촉 저항이 낮아지는 경향이 있다.
- [0100] 상기 도전부에 포함되는 금속의 함유량 측정 방법은, 기지의 다양한 분석법을 사용할 수 있고, 특별히 한정되지 않는다. 이 측정 방법으로서, 흡광 분석법 또는 스펙트럼 분석법 등을 들 수 있다. 상기 흡광 분석법에서는, 프레임 흡광 광도계 및 전기 가열로 흡광 광도계 등을 사용할 수 있다. 상기 스펙트럼 분석법으로는, 플라즈마 발광 분석법 및 플라즈마 이온원 질량 분석법 등을 들 수 있다.
- [0101] 상기 도전부에 포함되는 금속의 평균 함유량을 측정할 때에는, ICP 발광 분석 장치를 사용하는 것이 바람직하다. ICP 발광 분석 장치의 시판품으로는, HORIBA사제의 ICP 발광 분석 장치 등을 들 수 있다.
- [0102] 상기 도전부는, 니켈에 더하여, 인 또는 보론을 포함하고 있어도 된다. 또한, 상기 도전부는, 니켈 이외의 금속을 포함하고 있어도 된다. 상기 도전부에 있어서, 복수의 금속이 포함되는 경우에, 복수의 금속은 합금화하

고 있어도 된다.

- [0103] 니켈과 인 또는 보론을 포함하는 도전부 100중량% 중, 인 또는 보론의 함유량은 바람직하게는 0.1중량% 이상, 보다 바람직하게는 0.5중량% 이상이고, 바람직하게는 10중량% 이하, 보다 바람직하게는 5중량% 이하이다. 인 또는 보론의 함유량이 상기 하한 및 상기 상한 이하이면, 도전부의 접촉 저항이 보다 한층 낮아져, 상기 도전부가 접촉 저항의 저감에 기여한다.
- [0104] [코어 물질]
- [0105] 접촉 저항을 보다 한층 낮추고, 도통 신뢰성을 보다 한층 높이는 관점에서는, 상기 도전성 입자는, 상기 도전부의 외표면에 복수의 돌기를 갖는 것이 바람직하다. 또한, 상기 도전성 입자는, 상기 도전 부 내에 있어서, 복수의 상기 돌기를 형성하도록, 상기 도전부의 외표면을 용기시키고 있는 복수의 코어 물질을 구비하는 것이 바람직하다.
- [0106] 상기 코어 물질이 상기 도전부 중에 매립되어 있는 것에 의해, 상기 도전부가 외표면에 복수의 돌기를 갖도록 하는 것이 용이하다. 단, 도전성 입자의 표면 및 도전부의 표면에 돌기를 형성하기 위해서, 코어 물질을 반드시 사용하지 않아도 된다.
- [0107] 상기 돌기를 형성하는 방법으로서, 기재 입자의 표면에 코어 물질을 부착시킨 후, 무전해 도금에 의해 도전부를 형성하는 방법, 기재 입자의 표면에 무전해 도금에 의해 도전부를 형성한 후, 코어 물질을 부착시키고, 또한 무전해 도금에 의해 도전부를 형성하는 방법, 그리고 기재 입자의 표면에 무전해 도금에 의해 도전부를 형성하는 도중 단계에서 코어 물질을 첨가하는 방법 등을 들 수 있다.
- [0108] 상기 코어 물질의 재료로서는, 도전성 물질 및 비도전성 물질을 들 수 있다. 상기 도전성 물질로서는, 예를 들어 금속, 금속의 산화물, 흑연 등의 도전성 비금속 및 도전성 폴리머 등을 들 수 있다. 상기 도전성 폴리머로서는, 폴리아세틸렌 등을 들 수 있다. 상기 비도전성 물질로서는, 실리카, 알루미늄, 탄화텅스텐, 산화티타늄, 티타늄산바륨 및 지르코니아등을 들 수 있다. 상기 코어 물질의 재료인 금속으로서, 상기 도전 재료의 재료로서 든 금속을 적절히 사용 가능하다.
- [0109] 상기 코어 물질의 재료 구체예로서는, 티타늄산바륨(모스 경도 4.5), 니켈(모스 경도 5), 실리카(이산화규소, 모스 경도 6 내지 7), 산화티타늄(모스 경도 7), 지르코니아(모스 경도 8 내지 9), 알루미늄(모스 경도 9), 탄화텅스텐(모스 경도 9) 및 다이아몬드(모스 경도 10) 등을 들 수 있다. 상기 무기 입자는 니켈, 실리카, 산화티타늄, 지르코니아, 알루미늄, 탄화텅스텐 또는 다이아몬드인 것이 바람직하고, 실리카, 산화티타늄, 지르코니아, 알루미늄, 탄화텅스텐 또는 다이아몬드인 것이 보다 바람직하다. 또한, 상기 무기 입자는, 산화티타늄, 지르코니아, 알루미늄, 탄화텅스텐 또는 다이아몬드인 것이 더욱 바람직하고, 지르코니아, 알루미늄, 탄화텅스텐 또는 다이아몬드인 것이 특히 바람직하다. 상기 코어 물질의 재료 모스 경도는, 바람직하게는 4 이상, 보다 바람직하게는 6 이상, 더욱 바람직하게는 7 이상, 특히 바람직하게는 7.5 이상이다. 상기 코어 물질의 재료 모스 경도가 상기 하한 이상이면 상기 10% K값, 상기 20% K값, 상기 30% K값 및 상기 비(10% K값과 20% K값의 차의 절댓값/20% K값)를 적합한 범위에 용이하게 제어할 수 있다.
- [0110] 상기 코어 물질의 형상은 특별히 한정되지 않는다. 코어 물질의 형상은 괴상인 것이 바람직하다. 코어 물질로서는, 예를 들어 입자상의 덩어리, 복수의 미소 입자가 응집한 응집괴 및 부정형의 덩어리 등을 들 수 있다.
- [0111] 상기 코어 물질의 평균 입자경은, 바람직하게는 0.001 μm 이상, 보다 바람직하게는 0.05 μm 이상이고, 바람직하게는 0.9 μm 이하, 보다 바람직하게는 0.2 μm 이하이다. 상기 코어 물질의 평균 입자경이 상기 하한 이상 및 상기 상한 이하이면, 전극간의 접촉 저항이 효과적으로 낮아진다.
- [0112] 상기 코어 물질의 평균 입자경은, 수 평균 입자경인 것이 바람직하다. 상기 코어 물질의 평균 입자경은, 임의의 코어 물질 50개를 전자 현미경 또는 광학 현미경에서 관찰하고, 평균값을 산출함으로써 구해진다.
- [0113] 상기 도전성 입자 1개당 상기의 돌기의 수는, 바람직하게는 3개 이상, 보다 바람직하게는 5개 이상이다. 상기 돌기의 수의 상한은 특별히 한정되지 않는다. 상기 돌기의 수의 상한은 도전성 입자의 입자경 등을 고려해서 적절히 선택할 수 있다.
- [0114] 접촉 저항을 보다 한층 낮추고, 도통 신뢰성을 보다 한층 높이는 관점에서는, 상기 도전성 입자의 전 표면적 100% 중, 상기 돌기가 있는 부분의 표면적은 바람직하게는 10% 이상, 보다 바람직하게는 30%이상이고, 바람직하게는 95% 이하, 보다 바람직하게는 90% 이하이다.

- [0115] 복수의 상기 돌기의 평균 높이는, 바람직하게는 0.001 μ m 이상, 보다 바람직하게는 0.05 μ m 이상이고, 바람직하게는 0.9 μ m 이하, 보다 바람직하게는 0.5 μ m 이하이다. 상기 돌기의 평균 높이가 상기 하한 이상 및 상기 상한 이하이면, 전극간의 접촉 저항이 효과적으로 낮아진다.
- [0116] [절연성 물질]
- [0117] 상기 도전성 입자는, 상기 도전부의 표면 상에 배치된 절연성 물질을 구비하는 것이 바람직하다. 이 경우에는, 도전성 입자를 전극간의 접촉에 사용하면, 인접하는 전극간의 단락을 보다 한층 방지할 수 있다. 구체적으로는, 복수의 도전성 입자가 접촉했을 때, 복수의 전극간에 절연성 물질이 존재하므로, 상하의 전극간이 아니고 가로 방향에 인접하는 전극간의 단락을 방지할 수 있다. 또한, 전극간의 접촉 시에, 2개의 전극에서 도전성 입자를 가압함으로써, 도전성 입자의 도전부와 전극 사이의 절연성 물질을 용이하게 배제할 수 있다. 상기 도전성 입자가 도전부의 외표면에 복수의 돌기를 갖는 경우에는, 도전성 입자의 도전부와 전극 사이의 절연성 물질을 보다 한층 용이하게 배제할 수 있다.
- [0118] 전극간의 압착 시에 상기 절연성 물질을 보다 한층 용이하게 배제할 수 있는 점에서, 상기 절연성 물질은, 절연성 입자인 것이 바람직하다.
- [0119] 상기 절연성 물질의 재료인 절연성 수지의 구체예로서는, 폴리올레핀류, (메트)아크릴레이트 중합체, (메트)아크릴레이트 공중합체, 블록 폴리머, 열가소성 수지, 열가소성 수지의 가교물, 열경화성 수지 및 수용성 수지 등을 들 수 있다.
- [0120] 상기 절연성 물질의 입자경은, 도전성 입자의 입자경 및 도전성 입자의 용도 등에 따라 적절히 선택할 수 있다. 또한 절연 성능을 향상시키는 관점에서, 입자경이 다른 절연성 물질을 혼합해서 사용해도 된다. 상기 절연성 물질의 입자경은 바람직하게는 0.005 μ m 이상, 보다 바람직하게는 0.01 μ m 이상이고, 바람직하게는 1 μ m 이하, 보다 바람직하게는 0.5 μ m 이하이다. 상기 절연성 물질의 입자경이 상기 하한 이상이면 도전성 입자가 결합체 수지 중에 분산되었을 때, 복수의 도전성 입자에 있어서의 도전부끼리가 접촉하기 어려워진다. 상기 절연성 입자의 입자경이 상기 상한 이하이면, 전극간의 접촉 시에, 전극과 도전성 입자 사이의 절연성 물질을 배제하기 위해서, 압력을 지나치게 높게 할 필요가 없어지고, 고온으로 가열할 필요도 없어진다.
- [0121] (도전 재료)
- [0122] 본 발명에 관한 도전 재료는, 상술한 도전성 입자와, 결합체 수지를 포함한다. 상기 도전성 입자는, 결합체 수지 중에 분산되어, 도전 재료로서 사용되는 것이 바람직하다. 상기 도전 재료는, 이방성 도전 재료인 것이 바람직하다. 상기 도전성 입자 및 상기 도전 재료는 각각, 전극간의 전기적인 접촉에 사용되는 것이 바람직하다. 상기 도전성 입자 및 상기 도전 재료는 각각, 유기 EL 표시 소자의 전극간의 전기적인 접촉에 적합하게 사용된다. 상기 도전 재료는 회로 접속 재료인 것이 바람직하다.
- [0123] 상기 결합체 수지는 특별히 한정되지 않는다. 상기 결합체 수지는, 열가소성 성분(열가소성 화합물)또는 경화성 성분을 포함하는 것이 바람직하고, 경화성 성분을 포함하는 것이 보다 바람직하다. 상기 경화성 성분으로서, 광경화성 성분 및 열경화성 성분을 들 수 있다. 상기 광경화성 성분은, 광경화성 화합물 및 광중합 개시제를 포함하는 것이 바람직하다. 상기 열경화성 성분은, 열경화성 화합물 및 열경화제를 포함하는 것이 바람직하다. 상기 결합체 수지로서는, 예를 들어 비닐 수지, 열가소성 수지, 경화성 수지, 열가소성 블록 공중합체 및 엘라스토퍼 등을 들 수 있다. 상기 결합체 수지는, 1종만이 사용되어도 되고, 2종 이상이 병용되어도 된다.
- [0124] 상기 비닐 수지로서는, 예를 들어 아세트산 비닐 수지, 아크릴 수지 및 스티렌 수지 등을 들 수 있다. 상기 열가소성 수지로서는, 예를 들어 폴리올레핀 수지, 에틸렌-아세트산 비닐 공중합체 및 폴리아미드 수지 등을 들 수 있다. 상기 경화성 수지로서는, 예를 들어 에폭시 수지, 우레탄 수지, 폴리이미드 수지 및 불포화 폴리에스테르 수지 등을 들 수 있다. 또한, 상기 경화성 수지는, 상온 경화형 수지, 열경화형 수지, 광경화형 수지 또는 습기 경화형 수지여도 된다. 상기 열가소성 블록 공중합체로서는, 예를 들어 스티렌-부타디엔-스티렌 블록 공중합체, 스티렌-이소프렌-스티렌 블록 공중합체, 스티렌-부타디엔-스티렌 블록 공중합체의 수소 첨가물 및 스티렌-이소프렌-스티렌 블록 공중합체의 수소 첨가물 등을 들 수 있다. 상기 엘라스토퍼로서는, 예를 들어 스티렌-부타디엔 공중합 고무 및 아크릴로니트릴-스티렌 블록 공중합 고무 등을 들 수 있다.
- [0125] 상기 도전 재료 및 상기 결합체 수지는, 열가소성 성분 또는 열경화성 성분을 포함하는 것이 바람직하다. 상기 도전 재료 및 상기 결합체 수지는, 열가소성 성분을 포함하고 있어도 되고, 열경화성 성분을 포함하고 있어도 된다. 상기 도전 재료 및 상기 결합체 수지는, 열경화성 성분을 포함하는 것이 바람직하다. 상기 열경화성 성

분은, 가열에 의해 경화 가능한 경화성 화합물과 열경화제를 포함하는 것이 바람직하다. 상기 열경화제는, 열 양이온 경화 개시제인 것이 바람직하다. 상기 가열에 의해 경화 가능한 경화성 화합물과 상기 열경화제는, 상기 결합제 수지가 경화하게 적당한 배합비로 사용된다. 상기 결합제 수지가 열 양이온 경화 개시제를 포함하면, 경화물 중에 산이 포함되기 쉽다. 그러나, 본 발명에 관한 도전성 입자의 사용에 의해, 전극간의 접촉 저항을 낮게 유지할 수 있다.

- [0126] 상기 도전 재료는, 예를 들어 충전제, 증량제, 연화제, 가소제, 중합 촉매, 경화 촉매, 착색제, 산화 방지제, 열 안정제, 광안정제, 자외선 흡수제, 활제, 대전 방지제 및 난연제 등의 각종 첨가제를 포함하고 있어도 된다.
- [0127] 상기 도전 재료는, 도전 페이스트 및 도전 필름 등으로서 사용될 수 있다. 상기 도전 재료가, 도전 필름인 경우에는, 도전성 입자를 포함하는 도전 필름에, 도전성 입자를 포함하지 않는 필름이 적층되어 있어도 된다. 상기 도전 페이스트는, 이방성 도전 페이스트인 것이 바람직하다. 상기 도전 필름은, 이방성 도전 필름인 것이 바람직하다.
- [0128] 상기 도전 재료 100중량% 중, 상기 결합제 수지의 함유량은 바람직하게는 10중량% 이상, 보다 바람직하게는 30중량% 이상, 더욱 바람직하게는 50중량% 이상, 특히 바람직하게는 70중량% 이상이고, 바람직하게는 99.99중량% 이하, 보다 바람직하게는 99.9중량% 이하이다. 상기 결합제 수지의 함유량이 상기 하한 이상 및 상기 상한 이하이면, 전극간에 도전성 입자가 효율적으로 배치되고, 도전 재료에 의해 접속된 접속 대상 부재의 도통 신뢰성이 보다 한층 높아진다.
- [0129] 상기 도전 재료 100중량% 중, 상기 도전성 입자의 함유량은 바람직하게는 0.01중량% 이상, 보다 바람직하게는 0.1중량% 이상이고, 바람직하게는 80중량% 이하, 보다 바람직하게는 60중량% 이하, 더욱 바람직하게는 40중량% 이하, 특히 바람직하게는 20중량% 이하, 가장 바람직하게는 10중량% 이하이다. 상기 도전성 입자의 함유량이 상기 하한 이상 및 상기 상한 이하이면, 전극간의 도통 신뢰성이 보다 한층 높아진다.
- [0130] (접속 구조체)
- [0131] 상기 도전성 입자를 사용하여, 또는 상기 도전성 입자와 결합제 수지를 포함하는 도전 재료를 사용하여, 접속 대상 부재를 접속함으로써, 접속 구조체를 얻을 수 있다.
- [0132] 상기 접속 구조체는, 제1 전극을 표면에 갖는 제1 접속 대상 부재와, 제2 전극을 표면에 갖는 제2 접속 대상 부재와, 제1, 제2 접속 대상 부재를 접속하고 있는 접속부를 구비하고, 상기 접속부의 재료가, 상술한 도전성 입자를 포함한다. 상기 접속 구조체에서는, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극이 상기 도전성 입자에 의해 접속된다.
- [0133] 도 4는 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 도전성 입자를 사용한 접속 구조체를 모식적으로 도시하는 정면 단면도이다.
- [0134] 도 4에 도시하는 접속 구조체(51)는, 제1 접속 대상 부재(52)와, 제2 접속 대상 부재(53)와, 제1, 제2 접속 대상 부재(52, 53)를 접속하고 있는 접속부(54)를 구비한다. 접속부(54)는 도전성 입자(1)를 포함하는 도전 재료를 경화시킴으로써 형성되어 있다. 또한, 도 4에서는, 도전성 입자(1)는, 도시의 편의상, 대략 도적으로 나타내져 있다. 도전성 입자(1) 대신에, 도전성 입자(11, 21) 등을 사용해도 된다.
- [0135] 제1 접속 대상 부재(52)는 표면(상면)에, 복수의 제1 전극(52a)을 갖는다. 제2 접속 대상 부재(53)는 표면(하면)에, 복수의 제2 전극(53a)을 갖는다. 제1 전극(52a)과 제2 전극(53a)이, 1개 또는 복수의 도전성 입자(1)에 의해 전기적으로 접속되어 있다. 따라서, 제1, 제2 접속 대상 부재(52, 53)가 도전성 입자(1)에 의해 전기적으로 접속되어 있다.
- [0136] 상기 접속 구조체의 제조 방법은 특별히 한정되지 않는다. 상기 접속 구조체의 제조 방법의 일례로서는, 상기 제1 접속 대상 부재와 상기 제2 접속 대상 부재 사이에 상기 도전 재료를 배치하고, 적층체를 얻은 후, 해당 적층체를 가열 및 가압하는 방법 등을 들 수 있다. 상기 가압의 압력은, 전극의 접속 부분 총 면적당 1.0×10^6 Pa 내지 4.9×10^8 Pa 정도이다. 상기 가열의 온도는 120℃ 내지 220℃ 정도이다.
- [0137] 또한, 전극의 접속 부분 총 면적이란, 도전성 입자에 접하는 부분의 면적에 한정되지 않고, 평면으로 보아(제1 접속 대상 부재와 접속부와 제2 접속 대상 부재와의 적층 방향으로 보았을 때), 2개의 전극이 서로 대향하는 부분의 총 면적을 의미한다.
- [0138] 상기 접속 대상 부재로서는, 구체적으로는, 반도체 칩, 콘덴서 및 다이오드 등의 전자 부품, 그리고 프린트 기

판, 플렉시블 프린트 기판, 유리 에폭시 기판 및 유리 기판 등의 회로 기판 등의 전자 부품 등을 들 수 있다. 상기 접속 대상 부재는 전자 부품인 것이 바람직하다. 상기 도전성 입자는, 전자 부품에 있어서의 전극의 전기적인 접속에 사용되는 것이 바람직하다.

[0139] 상기 제1 접속 대상 부재 및 상기 제2 접속 대상 부재 중 적어도 한 쪽은, 플렉시블 프린트 기판인 것이 바람직하다. 상기 제1 접속 대상 부재 및 상기 제2 접속 대상 부재 중 적어도 한 쪽은, 반도체 칩인 것이 바람직하다. 상기 제1 접속 대상 부재 및 상기 제2 접속 대상 부재는, 플렉시블 프린트 기판 및 반도체 칩인 것이 바람직하다. 플렉시블 프린트 기판의 재료는, 폴리이미드 또는 폴리에스테르인 것이 바람직하고, 폴리에스테르의 경우는 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET)인 것이 바람직하다. 상기 도전성 입자 및 상기 도전 재료는, 플렉시블 프린트 기판의 도통에 적합하게 사용된다.

[0140] 상기 접속 대상 부재에 마련되어 있는 전극으로서, 금 전극, 니켈 전극, 주석 전극, 알루미늄 전극, 구리 전극, 은 전극, 티타늄 전극, 몰리브덴 전극 및 텅스텐 전극 등의 금속 전극을 들 수 있다. 상기 접속 대상 부재가 플렉시블 프린트 기판인 경우에는, 상기 전극은 금 전극, 니켈 전극, 티타늄 전극, 주석 전극 또는 구리 전극인 것이 바람직하다. 상기 접속 대상 부재가 유리 기판인 경우에는, 상기 전극은 알루미늄 전극, 티타늄 전극, 구리 전극, 몰리브덴 전극 또는 텅스텐 전극인 것이 바람직하다. 또한, 상기 전극이 알루미늄 전극인 경우에는, 알루미늄만으로 형성된 전극이어도 되고, 금속 산화물층의 표면에 알루미늄층이 적층된 전극이어도 된다. 상기 금속 산화물층의 재료로서는, 3가의 금속 원소가 도프된 산화인듐 및 3가의 금속 원소가 도프된 산화아연 등을 들 수 있다. 상기 3가의 금속 원소로서는, Sn, Al 및 Ga 등을 들 수 있다. 특히, 본 발명에 관한 도전성 입자에서는, 티타늄 전극을 사용한 경우에도, 전극의 표면의 산화 피막을 충분히 배제할 수 있고, 낮은 접속 저항과, 높은 도통 신뢰성과의 양쪽을 양립시킬 수 있다. 본 발명에 관한 도전성 입자는, 티타늄 전극의 도전 접속용 도전성 입자인 것이 바람직하다. 본 발명에 관한 도전성 입자는, 티타늄 전극과 티타늄 전극과의 도전 접속에 사용되어도 되고, 티타늄 전극과 티타늄 전극 이외의 전극과의 도전 접속에 사용되어도 된다. 티타늄 전극은 티타늄을 포함하는 전극이다.

[0141] 이하, 실시예 및 비교예를 들어, 본 발명을 구체적으로 설명한다. 본 발명은, 이하의 실시예에만 한정되지 않는다.

[0142] 이하의 재료를 준비했다.

[0143] (기재 입자)

[0144] 기재 입자 A: 수지 입자(디비닐벤젠 공중합체 수지 입자, 세키스이 가가꾸 고교사제 「마이크로펠 SP-203」, 평균 입자경 3.0 μ m)

[0145] 기재 입자 B: 유기 무기 하이브리드 입자(하기의 합성에 1에 따라서 제작, 평균 입자경 3.0 μ m)

[0146] 기재 입자 C: 유기 무기 하이브리드 입자(기재 입자 B와 입자경만 다른, 평균 입자경 2.5 μ m)

[0147] 기재 입자 D: 유기 무기 하이브리드 입자(기재 입자 B와 입자경만 다른, 평균 입자경 10 μ m)

[0148] (합성에 1)

[0149] 1000mL 비이커에 암모니아 수용액(0.13중량%)을 600g 넣었다. 이어서, 비닐트리메톡시실란 38.4g, 메틸트리메톡시실란 8.2g, 실리콘알콕시올리고머(신에쓰 가가꾸 고교사제 「X-41-1053」) 1.4g을 살짝 첨가하여, 교반했다. 반응 용액이 백탁화한 후, 25중량% 암모니아 수용액 4.8mL을 첨가한 후, 여과해서 분체를 분리했다. 회수한 분체를 산소 농도 0ppm이상 500ppm 이하, 600 $^{\circ}$ C의 조건에서 소성하고, 기재 입자 B를 얻었다.

[0150] (실시예 1)

[0151] 기재 입자 B를 증류수 500중량부에 더하여, 분산시킴으로써, 분산액을 얻었다. 또한, 황산니켈 0.35mol/L, 디메틸아민보란 1.38mol/L 및 시트르산나트륨 0.5mol/L을 포함하는 니켈 도금액(pH8.5)을 준비했다. 얻어진 현탁액을 60 $^{\circ}$ C에서 교반하면서, 상기 니켈 도금액을 현탁액에 서서히 적하하고, 무전해 니켈 도금을 행했다. 그 후, 현탁액을 여과함으로써, 입자를 취출하고, 수세하고, 건조함으로써, 기재 입자 B의 표면에 니켈-보론 도전층(두께 142nm)을 배치하고, 표면이 도전층인 도전성 입자를 얻었다.

[0152] (실시예 2)

- [0153] 니켈 도금액을, 황산니켈 200g/L, 차아인산나트륨 85g/L, 시트르산나트륨30g/L, 질산탈륨 50ppm 및 질산 비스무트 20ppm을 포함하는 혼합액을, pH6.5로 조정된 니켈-인 합금 도금액으로 변경한 것, 및 도전부의 두께를 변경한 것 이외에는, 실시예 1과 마찬가지로 하여, 도전성 입자를 얻었다.
- [0154] (실시예 3)
- [0155] 니켈 도금액을, 황산니켈 200g/L, 히드라진 수화물 50g/L, 시트르산나트륨30g/L, 질산탈륨 50ppm 및 질산 비스무트 20ppm을 포함하는 혼합액을, pH6.5로 조정된 순 니켈 도금액으로 변경한 것, 및 도전부의 두께를 변경한 것 이외에는, 실시예 1과 마찬가지로 하여, 도전성 입자를 얻었다.
- [0156] (실시예 4)
- [0157] 기재 입자 B를 디메틸아민보란 1중량% 용액 100중량부에 더하여, 기재 입자 B의 표면을 활성화시켰다. 표면이 활성화된 기재 입자 B를 충분히 수세한 후, 증류수 500중량부에 더하여, 분산시킴으로써, 분산액을 얻었다. 이어서, 니켈 입자 슬러리(평균 입자경 150nm) 1g을 3분간에 걸쳐 상기 분산액에 첨가하고, 코어 물질이 부착된 기재 입자 B를 포함하는 현탁액을 얻었다. 또한, 황산니켈 0.35mol/L, 디메틸아민보란 1.38mol/L 및 시트르산나트륨 0.5mol/L을 포함하는 니켈 도금액(pH8.5)을 준비했다. 얻어진 현탁액을 60℃에서 교반하면서, 상기 니켈 도금액을 현탁액에 서서히 적하하고, 무전해 니켈 도금을 행했다. 그 후, 현탁액을 여과함으로써, 입자를 취출하고, 수세하고, 건조함으로써, 기재 입자 B의 표면에 니켈-보론 도전층(두께 158nm)을 배치하여, 표면이 도전층인 도전성 입자를 얻었다. 도전부의 외표면의 전체 표면적 100% 중, 돌기가 있는 부분의 표면적은 70%였다.
- [0158] (실시예 5)
- [0159] 니켈 입자 슬러리를 알루미늄 입자 슬러리(평균 입자경 150nm)로 변경한 것, 및 도전부의 두께를 변경한 것 이외에는, 실시예 4와 마찬가지로 하여, 도전성 입자를 얻었다.
- [0160] (실시예 6)
- [0161] 니켈 입자 슬러리를 산화티타늄 입자 슬러리(평균 입자경 150nm)로 변경한 것, 및 도전부의 두께를 변경한 것 이외에는, 실시예 4와 마찬가지로 하여, 도전성 입자를 얻었다.
- [0162] (실시예 7)
- [0163] 돌기 형성에 입자 슬러리를 사용하지 않고, 도전부의 형성 시에 부분적으로 석출량이 바뀌도록 조정해서 돌기를 형성한 것, 및 도전부의 두께를 변경한 것 이외에는, 실시예 1과 마찬가지로 하여, 도전성 입자를 얻었다.
- [0164] (실시예 8)
- [0165] 도전성 입자를 제작할 때, 니켈-보론 도전층의 외표면 상에 팔라듐 도금층(두께 20nm)을 형성한 것, 및 도전부의 두께를 변경한 것 이외에는, 실시예 4와 마찬가지로 하여, 도전성 입자를 얻었다.
- [0166] (실시예 9)
- [0167] 도전성 입자를 제작할 때, 니켈-보론 도전층의 외표면 상에 금 도금층(두께 20nm)을 형성한 것, 및 도전부의 두께를 변경한 것 이외에는, 실시예 4와 마찬가지로 하여, 도전성 입자를 얻었다.
- [0168] (실시예 10)
- [0169] 기재 입자 B를 기재 입자 A로 변경한 것, 및 도전부의 두께를 변경한 것 이외에는, 실시예 1과 마찬가지로 하여, 도전성 입자를 얻었다.
- [0170] (실시예 11)
- [0171] 기재 입자 B를 기재 입자 A로 변경한 것, 및 도전부의 두께를 변경한 것 이외에는, 실시예 2와 마찬가지로 하여, 도전성 입자를 얻었다.
- [0172] (실시예 12)
- [0173] 기재 입자 B를 기재 입자 C로 변경한 것, 및 도전부의 두께를 변경한 것 이외에는, 실시예 4와 마찬가지로 하여, 도전성 입자를 얻었다.
- [0174] (실시예 13)

- [0175] 기재 입자 B를 기재 입자 D로 변경한 것, 및 도전부의 두께를 변경한 것 이외에는, 실시예 4와 마찬가지로 하여, 도전성 입자를 얻었다.
- [0176] (실시예 14)
- [0177] 메타크릴산메틸 100mmol과, N,N,N-트리메틸-N-2-메타크릴로일옥시에틸암모늄클로라이드 1mmol과, 2,2'-아조비스(2-아미디노프로판)이염산염 1mmol을 포함하는 모노머 조성물을 준비했다. 4구 세퍼러블 커버, 교반 날개, 삼방 코크, 냉각관 및 온도 프로브가 설치된 1000mL의 세퍼러블 플라스크에, 상기 모노머 조성물을, 고형분율이 5중량%가 되도록 이온 교환수에 칭량했다. 이어서, 200rpm으로 교반하고, 질소 분위기 하 70℃에서 24시간 중합을 행했다. 반응 종료 후, 동결 건조하여, 표면에 암모늄기를 갖고, 평균 입자경 220nm 및 CV값 10%의 절연성 입자를 얻었다.
- [0178] 절연성 입자를 초음파 조사 하에서 이온 교환수에 분산시켜서, 절연성 입자의 10중량% 수분산액을 얻었다.
- [0179] 실시예 4에서 얻어진 도전성 입자 10g을 이온 교환수 500mL에 분산시켜서, 절연성 입자의 수분산액 4g을 첨가하고, 실온에서 6시간 교반했다. 3 μ m의 메쉬 필터로 여과한 후, 또한 메탄올로 세정하고, 건조시켜서, 절연성 입자가 부착된 도전성 입자를 얻었다.
- [0180] 주사형 전자 현미경(SEM)에 의해 관찰한바, 도전성 입자의 표면에 절연성 입자에 의한 피복층이 1층만 형성되어 있었다. 화상 해석에 의해 도전성 입자의 중심으로부터 1.66 μ m의 거리에 있어서의 표면적에 대한 절연성 입자의 피복 면적(즉 절연성 입자의 입자경 투영 면적)을 산출한바, 피복률은 30%였다.
- [0181] (실시예 15)
- [0182] 도전성 입자를 제작할 때, 니켈-보론 도전층의 외표면 상에 루테튬 도금층(두께 20nm)을 형성한 것, 및 도전부의 두께를 변경한 것 이외에는, 실시예 4와 마찬가지로 하여, 도전성 입자를 얻었다.
- [0183] (비교예 1)
- [0184] 기재 입자 B를 기재 입자 A로 변경한 것, 및 도전부의 두께를 변경한 것 이외에는, 실시예 1과 마찬가지로 하여, 도전성 입자를 얻었다.
- [0185] (비교예 2)
- [0186] 기재 입자 B를 기재 입자 A로 변경한 것, 및 도전부의 두께를 변경한 것 이외에는, 실시예 4와 마찬가지로 하여, 도전성 입자를 얻었다.
- [0187] (비교예 3)
- [0188] 기재 입자 B를 기재 입자 A로 변경한 것, 및 도전부의 두께를 변경한 것 이외에는, 실시예 14와 마찬가지로 하여, 도전성 입자를 얻었다.
- [0189] (비교예 4)
- [0190] 기재 입자 B를 기재 입자 A로 변경한 것, 및 도전부의 두께를 변경한 것 이외에는, 실시예 14와 마찬가지로 하여, 도전성 입자를 얻었다.
- [0191] (평가)
- [0192] (1) 도전성 입자의 압축 탄성률(10% K값, 20% K값 및 30% K값) 및 비(10% K값과 20% K값의 차의 절댓값/20% K값)
- [0193] 얻어진 도전성 입자의 상기 압축 탄성률(10% K값, 20% K값 및 30% K값)을, 상술한 방법에 의해, 미소 압축 시험기(피셔사제 「피셔 스코프 H-100」)를 사용하여 측정했다. 또한, 10% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값과 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값의 차의 절댓값의, 20% 압축했을 때의 압축 탄성률의 값에 대한 비(10% K값과 20% K값의 차의 절댓값/20% K값)를 계산했다.
- [0194] (2) 접촉 저항
- [0195] 얻어진 도전성 입자를 함유량이 10중량%가 되도록, 미쯔이 가가꾸사제 「스트리트 본드 XN-5A」에 첨가하고, 분산시켜서, 이방성 도전 페이스트를 제작했다. L/S가 20 μ m/20 μ m인 Ti-Al-Ti의 복층 전극 패턴을 상면에 갖는 폴리이미드 기판(플렉시블 프린트 기판)을 준비했다. 또한, L/S가 20 μ m/20 μ m인 금 전극 패턴을 하면에 갖는 반도체

체 칩을 준비했다. 상기 폴리이미드 기판 상에, 제작 직후의 이방성 도전 페이스트를 두께 30 μ m가 되도록 도공하고, 이방성 도전 페이스트층을 형성했다. 이어서, 이방성 도전 페이스트층 상에 상기 반도체 칩을, 전극끼리가 대향하도록 적층했다. 그 후, 이방성 도전 페이스트층의 온도가 150 $^{\circ}$ C가 되도록 헤드의 온도를 조정하면서, 반도체 칩의 상면에 가압 가열 헤드를 얹고, 범프 총 면적당 40MPa의 압력을 가해서 이방성 도전 페이스트층을 150 $^{\circ}$ C로 경화시켜서, 접속 구조체를 얻었다. 얻어진 접속 구조체가 대향하는 전극간의 접속 저항 A를 4단자법에 의해 측정했다. 접속 저항을, 하기의 기준으로 판정했다.

[0196] [접속 저항의 평가 기준]

[0197] ○○○: 접속 저항 A가 2.0 Ω 이하

[0198] ○○: 접속 저항 A가 2.0 Ω 을 초과하고, 3.0 Ω 이하

[0199] ○: 접속 저항 A가 3.0 Ω 을 초과하고, 5.0 Ω 이하

[0200] ×: 접속 저항 A가 5.0 Ω 을 초과한다

[0201] (3) 도통 신뢰성

[0202] 상기의 (2) 접속 저항의 평가 후의 접속 구조체를, 85 $^{\circ}$ C 및 습도 85%의 조건 하에서 500시간 방치했다. 500시간 방치 후의 접속 구조체에 있어서, 상하의 전극간의 접속 저항 B를 각각, 4단자법에 의해 측정했다. 접속 저항 A, B로부터 고온 고습 방치 후의 도통 신뢰성을 하기의 기준으로 판정했다.

[0203] [도통 신뢰성의 평가 기준]

[0204] ○○○: 접속 저항 B가 접속 저항 A의 1.25배 미만

[0205] ○○: 접속 저항 B가 접속 저항 A의 1.25배 이상, 1.5배 미만

[0206] ○: 접속 저항 B가 접속 저항 A의 1.5배 이상, 2.0배 미만

[0207] ×: 접속 저항 B가 접속 저항 A의 2.0배 이상

[0208] 상세 및 결과를 하기의 표 1, 2에 나타낸다.

표 1

	기재 입자의 종류	도전성 입자			
		돌기의 종류	절연성 입자의 유무	도전부	도전부의 두께 (nm)
실시예 1	B	돌기 없음	없음	Ni-B	142
실시예 2	B	돌기 없음	없음	Ni-P	122
실시예 3	B	돌기 없음	없음	Ni	153
실시예 4	B	복합Ni 돌기	없음	Ni-B	158
실시예 5	B	복합Al ₂ O ₃ 돌기	없음	Ni-B	161
실시예 6	B	복합TiO ₂ 돌기	없음	Ni-B	154
실시예 7	B	석출 돌기	없음	Ni-B	170
실시예 8	B	복합Ni 돌기	없음	Pd/Ni-B	162
실시예 9	B	복합Ni 돌기	없음	Au/Ni-B	146
실시예 10	A	돌기 없음	없음	Ni-B	221
실시예 11	A	돌기 없음	없음	Ni-P	103
실시예 12	C	복합Ni 돌기	없음	Ni-B	145
실시예 13	D	복합Ni 돌기	없음	Ni-B	143
실시예 14	B	복합Ni 돌기	있음	Ni-B	158
실시예 15	B	복합Ni 돌기	없음	Ru/Ni-B	152
비교예 1	A	돌기 없음	없음	Ni-B	123
비교예 2	A	복합Ni 돌기	없음	Ni-B	141
비교예 3	A	복합Ni 돌기	있음	Ni-B	145
비교예 4	A	복합Ni 돌기	있음	Ni-B	278

[0209]

표 2

	도전성 입자				평가	
	10%K 값 (N/mm ²)	20%K 값 (N/mm ²)	30%K 값 (N/mm ²)	비 (10% K값과 20% K값의 차의 절댓값/20% K값)	접속 저항	도통 신뢰성
실시예 1	16900	15530	12300	0.09	○○	○○
실시예 2	15300	13340	11230	0.15	○○	○
실시예 3	16270	15210	15020	0.07	○○○	○○○
실시예 4	20910	19090	16340	0.10	○○○	○○○
실시예 5	21310	18970	16280	0.12	○○○	○○○
실시예 6	19190	18020	14350	0.06	○○○	○○○
실시예 7	23630	19780	17020	0.19	○○	○○
실시예 8	20390	17860	12690	0.14	○○○	○○○
실시예 9	19270	17580	13740	0.10	○○○	○○○
실시예 10	11160	9720	7270	0.15	○	○
실시예 11	4340	3820	1650	0.14	○	○
실시예 12	20580	18800	15890	0.09	○○○	○○○
실시예 13	19980	17880	14530	0.12	○○○	○○○
실시예 14	21970	20310	12820	0.08	○○○	○○○
실시예 15	19880	17680	13440	0.12	○○○	○○○
비교예 1	6350	4860	5230	0.31	×	×
비교예 2	7250	5640	6000	0.29	×	×
비교예 3	8320	6060	6380	0.37	×	×
비교예 4	14220	11200	7500	0.27	×	×

[0210]

부호의 설명

[0211]

- 1: 도전성 입자
- 2: 기재 입자
- 3: 도전부
- 11: 도전성 입자
- 11a: 돌기
- 12: 도전부
- 12a: 돌기
- 13: 코어 물질
- 14: 절연성 물질
- 21: 도전성 입자
- 21a: 돌기
- 22: 도전부
- 22a: 돌기
- 22A: 제1 도전부
- 22Aa: 돌기
- 22B: 제2 도전부

22Ba: 돌기

51: 접속 구조체

52: 제1 접속 대상 부재

52a: 제1 전극

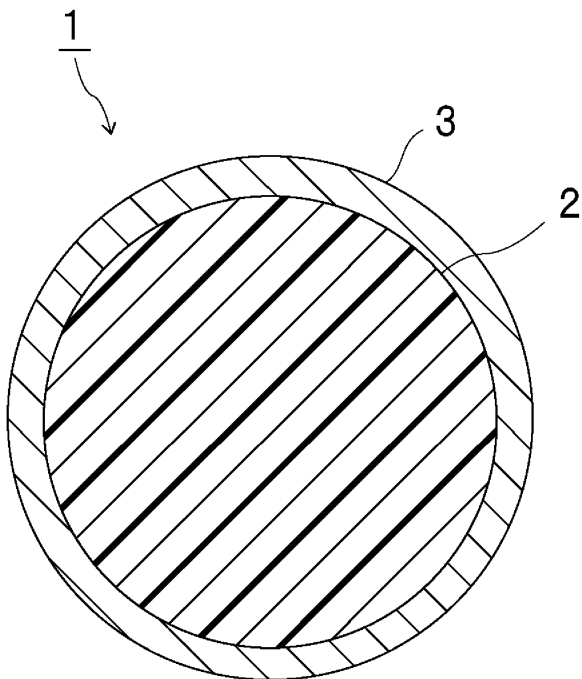
53: 제2 접속 대상 부재

53a: 제2 전극

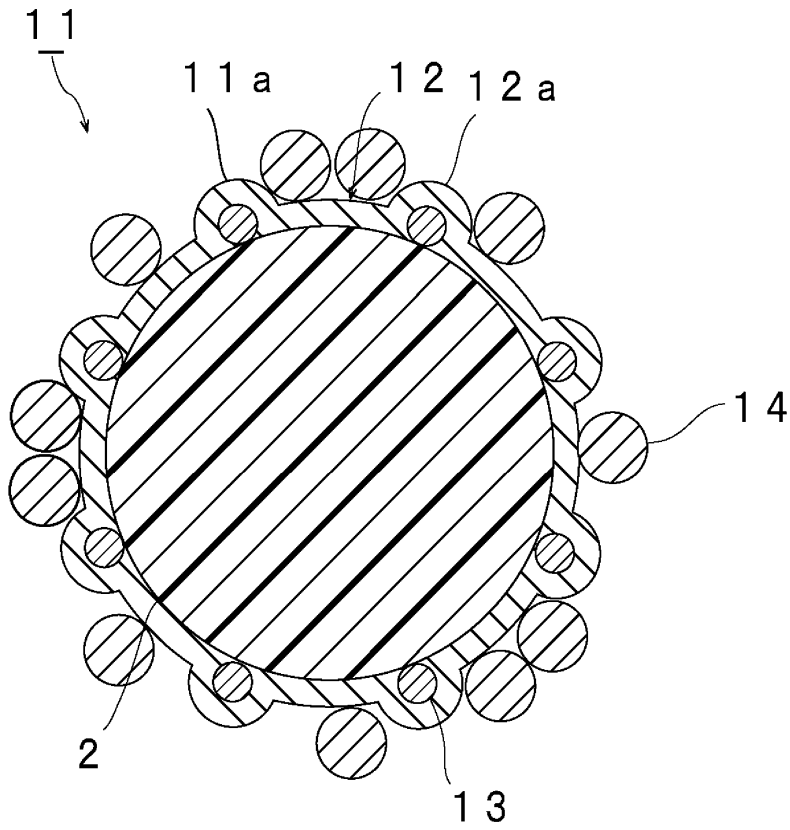
54: 접속부

도면

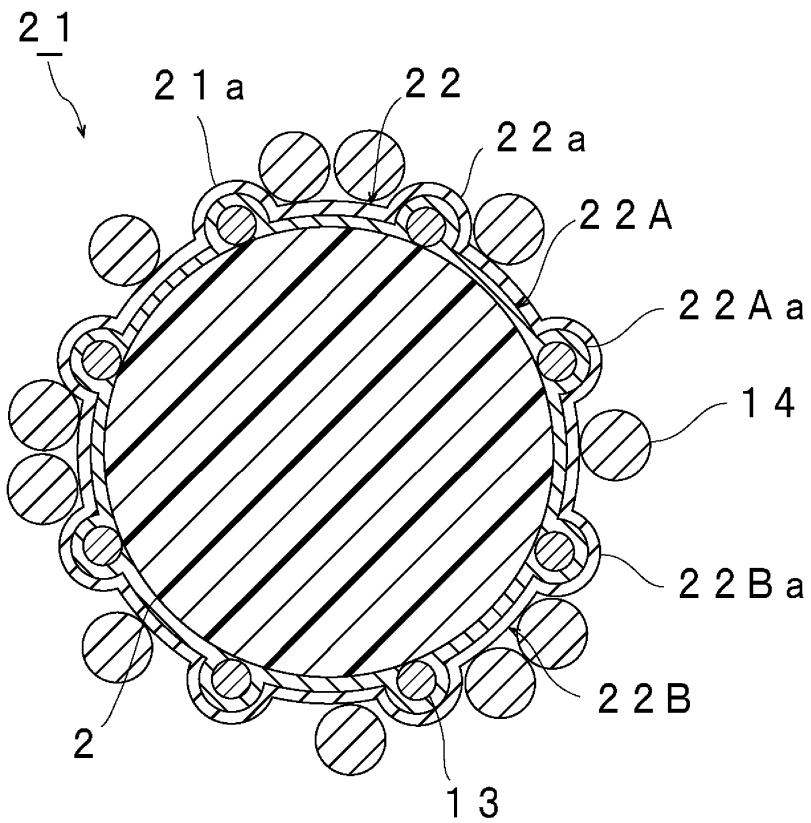
도면1



도면2



도면3



도면4

