



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년05월30일
(11) 등록번호 10-1269710
(24) 등록일자 2013년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 1/22 (2006.01) H01B 5/02 (2006.01)
H01L 31/04 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7019260
(22) 출원일자(국제) 2009년03월27일
심사청구일자 2011년08월19일
(85) 번역문제출일자 2011년08월19일
(65) 공개번호 10-2011-0105872
(43) 공개일자 2011년09월27일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2009/001403
(87) 국제공개번호 WO 2010/109541
국제공개일자 2010년09월30일
(56) 선행기술조사문헌
JP평성08138969 A
JP2008251324 A

(73) 특허권자
가부시킴가이샤 히타치세이사쿠쇼
일본국 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1초메 6반 6고
(72) 발명자
아오야기, 다쿠야
일본 3191292 이바라키켄 히타치시 오미카초 7초메 1반 1고 가부시킴가이샤 히타치세이사쿠쇼 히다치켄큐쇼 내
나이토, 다카시
일본 3191292 이바라키켄 히타치시 오미카초 7초메 1반 1고 가부시킴가이샤 히타치세이사쿠쇼 히다치켄큐쇼 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박보현, 장수길

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 조홍규

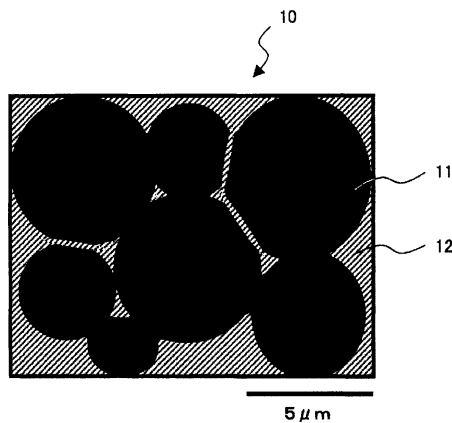
(54) 발명의 명칭 도전성 페이스트 및 그것을 사용한 전극 배선을 구비하는 전자 부품

(57) 요약

본 발명은, 전극 배선 재료로서 구리나 알루미늄 등의 염가인 금속을 이용하고, 산화 분위기 중의 고온 공정에 견딜 수 있는 내산화성을 갖는 도전성 페이스트 및 그것을 사용한 전극 배선을 구비하는 전자 부품을 제공하는 것을 목적으로 한다.

본 발명에 따른 전자 부품은, 전이 금속과 인을 함유하는 도전성 유리상과 금속 입자를 포함하고, RoHS 지령의 금지 물질을 포함하지 않는 전극 배선을 구비하는 전자 부품이며, 상기 도전성 유리상 중의 상기 전이 금속은 복수의 산화수(oxidation number) 상태로 존재하고, 상기 전이 금속에서 가장 높은 산화수 상태를 나타내고 있는 원자의 존재 비율이 소정의 관계를 만족하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

야마모토, 히로키

일본 3191292 이바라키켄 히타치시 오미카초 7초메
1반 1고 가부시키키가이샤 히타치세이사쿠쇼 히타치
켄큐쇼 내

가토, 다카히코

일본 3191292 이바라키켄 히타치시 오미카초 7초메
1반 1고 가부시키키가이샤 히타치세이사쿠쇼 히타치
켄큐쇼 내

특허청구의 범위

청구항 1

전이 금속과 인을 함유하는 도전성 유리상(conductive glass phase)과 금속 입자를 포함하고, RoHS 지령의 금지 물질을 포함하지 않는 전극 배선을 구비하는 전자 부품이며,

상기 도전성 유리상에 포함되는 상기 전이 금속은 복수의 산화수(oxidation number) 상태로 존재하고,

상기 포함되는 전이 금속에서 가장 높은 산화수 상태를 나타내고 있는 원자의 존재 비율이 하기 수학적 식 1의 관계를 만족하는 것을 특징으로 하는 전자 부품.

<수학적 식 1>

$$\frac{\{V^{5+}\} + \{W^{6+}\} + \{Mo^{6+}\} + \{Fe^{3+}\} + \{Mn^{4+}\}}{\{V\} + \{W\} + \{Mo\} + \{Fe\} + \{Mn\}} > 0.5$$

청구항 2

도전성 유리상과 금속 입자를 포함하고, RoHS 지령의 금지 물질을 포함하지 않는 전극 배선을 구비하는 전자 부품이며,

상기 도전성 유리상은 바나듐과 인을 포함하고, 함유 성분의 산화물 환산에서의 질량 비율이 하기 수학적 식 2의 관계를 만족하는 것을 특징으로 하는 전자 부품.

<수학적 식 2>

$$2 \times \frac{[V_2O_5]}{[P_2O_5]} \geq ([Sb_2O_3] + [Fe_2O_3] + [MnO_2] + [Bi_2O_3]) \geq 0$$

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 금속 입자는 은, 구리, 알루미늄, 또는 이들 중 하나를 포함하는 합금으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자 부품.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전극 배선은 상기 금속 입자가 90.0 부피% 이상 99.7 부피% 이하이고, 상기 도전성 유리상이 0.3 부피% 이상 10.0 부피% 이하인 것을 특징으로 하는 전자 부품.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 금속 입자는 입경이 0.5 μm 이상 1.5 μm 미만인 범위 내에 95 %의 부피 분율을 갖는 제1 입자군과, 입경이 1.5 μm 이상 8 μm 미만인 범위 내에 95 %의 부피 분율을 갖는 제2 입자군으로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 전자 부품.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 금속 입자는 구상 입자와 판상 입자를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 부품.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

전극 배선은 상기 금속 입자끼리가 소결되어 있는 것을 특징으로 하는 전자 부품.

청구항 8

전이 금속과 인을 함유하는 도전성 유리 입자와 금속 입자와 바인더 수지와 용제를 포함하고, RoHS 지령의 금지 물질을 포함하지 않는 도전성 페이스트이며,

상기 도전성 유리 입자에 포함되는 상기 전이 금속은 복수의 산화수 상태로 존재하고,

상기 포함되는 전이 금속에서 가장 높은 산화수 상태를 나타내고 있는 원자의 존재 비율이 하기 수학적 1의 관계를 만족하는 것을 특징으로 하는 도전성 페이스트.

<수학적 1>

$$\frac{\{V^{5+}\} + \{W^{6+}\} + \{Mo^{6+}\} + \{Fe^{3+}\} + \{Mn^{4+}\}}{\{V\} + \{W\} + \{Mo\} + \{Fe\} + \{Mn\}} > 0.5$$

청구항 9

도전성 유리 입자와 금속 입자와 바인더 수지와 용제를 포함하고, RoHS 지령의 금지 물질을 포함하지 않는 도전성 페이스트이며,

상기 도전성 유리 입자는 바나듐과 인을 포함하고, 함유 성분의 산화물 환산에서의 질량 비율이 하기 수학적 2의 관계를 만족하는 것을 특징으로 하는 도전성 페이스트.

<수학적 2>

$$2 \times \frac{[V_2O_5]}{[P_2O_5]} \geq ([Sb_2O_3] + [Fe_2O_3] + [MnO_2] + [Bi_2O_3]) \geq 0$$

청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서,

상기 도전성 유리 입자에 바륨이 포함되는 것을 특징으로 하는 도전성 페이스트.

청구항 11

제8항 또는 제9항에 있어서,

상기 금속 입자는 은, 구리, 알루미늄, 또는 이들 중 하나를 포함하는 합금으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 도전성 페이스트.

청구항 12

제8항 또는 제9항에 있어서,

상기 금속 입자는 입경이 0.5 μm 이상 1.5 μm 미만인 범위 내에 95 %의 부피 분율을 갖는 제1 입자군과, 입경이 1.5 μm 이상 8 μm 미만인 범위 내에 95 %의 부피 분율을 갖는 제2 입자군으로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 도전성 페이스트.

청구항 13

제8항 또는 제9항에 있어서,

상기 금속 입자는 구상 입자와 판상 입자를 포함하는 것을 특징으로 하는 도전성 페이스트.

청구항 14

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전자 부품이 태양 전지 패널, 플라즈마 디스플레이 패널, 세라믹 실장 기관인 것을 특징으로 하는 전자 부품.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 전자 부품이 태양 전지 패널이고, 상기 도전성 유리상의 유리 전이점이 400 °C 이상 520 °C 이하인 것을 특징으로 하는 전자 부품.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 전극 배선 형성용의 도전성 페이스트에 관한 것이며, 특히 산화 분위기 중에서 소성하여도 전극 배선이 산화 열화되지 않는 도전성 페이스트 및 그것을 사용한 전극 배선을 구비하는 전자 부품에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 태양 전지 패널, 플라즈마 디스플레이 패널(PDP), 액정 디스플레이(LCD) 패널 등의 전자 부품에는, 패널의 대략 전체면에 걸쳐서 전극 배선이 형성되어 있다. 이러한 전극 배선은, 금속 입자와 유리 분말과 수지 바인더와 용제를 포함하는 도전성 페이스트를 유리 기관이나 실리콘 기관 위에 도포하고, 전기로나 레이저 등을 사용하여 소성함으로써 형성된다. 이 때, 도전성 페이스트 중의 유리 분말의 연화점 이상으로 가열함으로써, 상기 유리 분말이 연화 유동하여 치밀한 전극 배선이 형성됨과 동시에, 유리 기관이나 실리콘 기관 등에 강고하게 밀착된다.

[0003] 예를 들면, 태양 전지 패널, PDP 등의 전자 부품은, 그의 제조 공정에서 대기 중 등의 산화 분위기 중에서 600 내지 800 °C 정도의 고온 소성이 행해지고 있다. 그 때문에, 전극 배선으로서 이 소성 공정에서도 산화되지 않는 은 전극 배선이 많이 사용되고 있다. 은은 전기적 성질이 우수하며 신뢰성이 높고, 산화 분위기 중에서도 용이하게 전극 배선을 형성할 수 있다는 이점을 갖지만, 재료 비용이 높거나 마이그레이션이 발생하기 쉽다는 등의 문제점을 갖는다.

[0004] 한편, 대규모 집적 회로(LSI)나 LCD 패널 등의 전자 부품에서는, 그의 제조 공정 중의 열 처리에서 강한 산화 분위기에 노출되지 않기 때문에 전극 배선 재료로서 종종 순구리나 알루미늄이 사용되고 있다. 구리나 알루미늄도 전기적 성질이 우수하고, 재료 비용에 대해서는 은에 비해 압도적으로 낮다는 이점이 있다. 그러나, 산화 분위기의 열 처리에서 산화되기 쉽다는 문제점이 있으며, 전극 배선 재료로서의 이용에 제약이 있었다.

[0005] 이에 대하여, 구리나 알루미늄을 도전 성분으로서 사용한 도전성 페이스트를 산화 분위기 중에서 소성 가능하게 하기 위해 어떤 산화 방지 처리를 실시하는 것이 제안되어 있다. 예를 들면, 특허문헌 1(일본 특허 공개 제 2000-36220호 공보)에서는, 구리 분말과 유리 프린트를 함유하고, 유리 프린트의 주성분으로서 산화붕소(B₂O₃), 산화비스무트(Bi₂O₃), 산화아연(ZnO) 및 인산의 알칼리 금속염 또는 알칼리 토류 금속염을 함유하는 도전성 페이스트가 개시되어 있다.

[0006] 특허문헌 2(일본 특허 공개 제2008-159917호 공보)에서는, Al을 주로 함유하는 금속 분말과 280 내지 430 °C의 범위 내에 유리 전이점을 갖는 유리 분말을 포함하는 광전 변환 소자용 도전성 페이스트가 개시되어 있다. 또한, 특허문헌 2의 도전성 페이스트는 유리 분말 중의 Pb가 차지하는 중량 비율이 70 % 이상이고, 유리 분말이 SiO₂, B₂O₃, Bi₂O₃, ZnO 중 어느 1종 이상의 산화물을 포함하는 것이 개시되어 있다.

[0007] 특허문헌 3(일본 특허 공개 제2007-070127호 공보)에서는, 화상 표시 장치의 표시 패널에서의 스페이서를 고정하기 위한 Pb 프리의 도전성 접합재를 제공하는 것을 목적으로서, 바나듐, 니오븀, 텅스텐, 몰리브덴, 철 중 적어도 어느 하나의 원소를 포함하는 인산계 유리와, 은 또는 구리의 금속 입자를 포함하는 도전 부재이며, 상기 중 임의의 하나의 원소가 2종의 가수의 원소로 구성되는 도전 부재가 개시되어 있다. 또한, 특허문헌 3의 도전 부재에서는, 은 또는 구리의 금속 입자의 배합비가 10 부피% 이상 50 부피% 이하인 것이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2000-36220호 공보
- (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2008-159917호 공보
- (특허문헌 0003) 일본 특허 공개 제2007-070127호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 특허문헌 1에 기재된 도전성 페이스트는 중성 분위기에서 소성한 경우로 한정되지 않으며, 약산화성 분위기 중에서 소성한 경우에도 구리 분말의 산화를 방지하는 것이 가능해진다고 되어 있다. 그러나, 대기 중에서의 고온 소성과 같이 산화성이 강한 분위기 중에서는, 특허문헌 1의 도전성 페이스트는 구리 분말의 산화를 방지하는 것이 곤란하다고 생각된다.
- [0010] 한편, 전기 전자 기기 업계에서는 최근 세계적으로 그린 조달·그린 설계의 흐름이 강하며, 보다 안전한 재료가 요망되고 있다. 예를 들면, 유럽에서는 전자·전기 기기에서의 특정 유해 물질의 사용 제한에 대한 유럽 연합(EU)에 의한 지령(RoHS 지령)이 시행되고 있다. 이에 대하여, 특허문헌 2에 기재된 도전성 페이스트는 유리 분말 중에 PbO가 포함되기 때문에 RoHS 지령에 대응할 수 없다는 문제점이 있다.
- [0011] 특허문헌 3에 기재된 도전 부재는, 납(Pb) 프리이기 때문에 RoHS 지령에 대응할 수 있음과 동시에, 비교적 소량의 금속 입자를 혼합함으로써 유리의 습윤성을 유지하면서 양호한 전기 전도 특성을 얻을 수 있다는 효과가 있다고 개시되어 있다. 그러나, 유리 분말 중에서의 전이 금속의 산화수(oxidation number)에 의한 도전 기구나 금속 입자의 방식 기구에는 특단의 배려가 이루어져 있지 않고, 도전 부재 중의 금속 입자가 산화되는 경우가 있었다.
- [0012] 이상의 배경 기술을 감안하여, 제조 공정에서 대기 중 등의 산화 분위기 중에서 고온 소성(예를 들면, 600 내지 800 ℃ 정도)이 행해지는 전자 부품의 전극 배선 재료로서 종래의 은 입자와 동등하게 구리 입자나 알루미늄 입자를 이용할 수 있도록 하기 위해서는, 지금까지 이상의 대책이 필요하다. 따라서, 본 발명의 목적은, 산화 분위기 중의 고온 공정에 견딜 수 있는 내산화성을 갖는 도전성 페이스트 및 그것을 사용한 전극 배선을 구비하는 전자 부품을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명은, 상기 목적을 달성하기 위해 전이 금속과 인을 함유하는 도전성 유리상(conductive glass phase)과 금속 입자를 포함하고, RoHS 지령의 금지 물질을 포함하지 않는 전극 배선을 구비하는 전자 부품이며,
- [0014] 상기 도전성 유리상 중의 상기 전이 금속은 복수의 산화수 상태로 존재하고, 상기 전이 금속에서 가장 높은 산화수 상태를 나타내고 있는 원자의 존재 비율이 하기 수학적 식 1의 관계를 만족하는 것을 특징으로 하는 전자 부품을 제공한다.

수학적 식 1

$$\frac{\{V^{5+}\} + \{W^{6+}\} + \{Mo^{6+}\} + \{Fe^{3+}\} + \{Mn^{4+}\}}{\{V\} + \{W\} + \{Mo\} + \{Fe\} + \{Mn\}} > 0.5$$

- [0015]
- [0016] (식 중, { }는 괄호 내의 이온 또는 원자의 측정 농도(단위: mol/L)를 의미함)
- [0017] 또한, 본 발명은, 상기 목적을 달성하기 위해 도전성 유리상과 금속 입자를 포함하고, RoHS 지령의 금지 물질을 포함하지 않는 전극 배선을 구비하는 전자 부품이며,
- [0018] 상기 도전성 유리상은 바나듐과 인을 주성분으로서 포함하고, 함유 성분의 산화물 환산에서의 질량 비율이 하기

수학식 2의 관계를 만족하는 것을 특징으로 하는 전자 부품을 제공한다.

수학식 2

[0019]
$$2 \times \frac{[V_2O_5]}{[P_2O_5]} \geq ([Sb_2O_3] + [Fe_2O_3] + [MnO_2] + [Bi_2O_3]) \geq 0$$

[0020] (식 중, []는 괄호 내의 산화물로 환산한 질량 비율(단위: 질량%)을 의미함)

[0021] 또한, 본 발명에서의 RoHS 지령의 금지 물질은, EU(유럽 연합)가 2006년 7월 1일에 시행한 유해 물질 규제에 의한 것으로 정의한다. 또한, 상기 "RoHS 지령의 금지 물질을 포함하지 않는"다는 것은, 상기 RoHS 지령에서의 금지 물질을 지정값 이하의 범위로 함유하는 것을 용인하는 것으로 한다.

[0022] 또한, 본 발명은, 상기 목적을 달성하기 위해 상기한 본 발명에 따른 전자 부품에 대하여 이하와 같은 개량이나 변경을 가할 수 있다.

[0023] (1) 상기 금속 입자는, 은, 구리, 알루미늄, 또는 이들 중 하나를 주성분으로 하는 합금으로 이루어진다.

[0024] (2) 상기 전극 배선은, 상기 금속 입자가 90.0 부피% 이상 99.7 부피% 이하이고, 상기 도전성 유리상이 0.3 부피% 이상 10.0 부피% 이하이다.

[0025] (3) 상기 금속 입자는 입경이 0.5 μm 이상 1.5 μm 미만인 범위 내에 약 95 %의 부피 분율을 갖는 제1 입자군과, 입경이 1.5 μm 이상 8 μm 미만인 범위 내에 약 95 %의 부피 분율을 갖는 제2 입자군으로 구성되어 있다.

[0026] (4) 상기 금속 입자는 구상 입자와 판상 입자를 포함한다.

[0027] (5) 전극 배선은 상기 금속 입자끼리가 소결되어 있다.

[0028] (6) 상기 전자 부품이 태양 전지 패널, 플라즈마 디스플레이 패널, 세라믹 실장 기판이다.

[0029] (7) 상기 전자 부품이 태양 전지 패널이고, 상기 도전성 유리상의 유리 전이점이 400 °C 이상 520 °C 이하이다.

[0030] 또한, 본 발명은, 상기 목적을 달성하기 위해 전이 금속과 인을 함유하는 도전성 유리 입자와 금속 입자와 바인더 수지와 용제를 포함하고, RoHS 지령의 금지 물질을 포함하지 않는 도전성 페이스트이며,

[0031] 상기 도전성 유리 입자 중의 상기 전이 금속은 복수의 산화수 상태로 존재하고, 상기 전이 금속에서 가장 높은 산화수 상태를 나타내고 있는 원자의 존재 비율이 하기 수학식 1의 관계를 만족하는 것을 특징으로 하는 도전성 페이스트를 제공한다.

[0032] <수학식 1>

[0033]
$$\frac{\{V^{5+}\} + \{W^{6+}\} + \{Mo^{6+}\} + \{Fe^{3+}\} + \{Mn^{4+}\}}{\{V\} + \{W\} + \{Mo\} + \{Fe\} + \{Mn\}} > 0.5$$

[0034] (식 중, { }는 괄호 내의 이온 또는 원자의 측정 농도(단위: mol/L)를 의미함)

[0035] 또한, 본 발명은, 상기 목적을 달성하기 위해 도전성 유리 입자와 금속 입자와 바인더 수지와 용제를 포함하고, RoHS 지령의 금지 물질을 포함하지 않는 도전성 페이스트이며,

[0036] 상기 도전성 유리 입자는 바나듐과 인을 주성분으로서 포함하고, 함유 성분의 산화물 환산에서의 질량 비율이 하기 수학식 2의 관계를 만족하는 것을 특징으로 하는 도전성 페이스트를 제공한다.

[0037] <수학식 2>

[0038]
$$2 \times \frac{[V_2O_5]}{[P_2O_5]} \geq ([Sb_2O_3] + [Fe_2O_3] + [MnO_2] + [Bi_2O_3]) \geq 0$$

[0039] (식 중, []는 괄호 내의 산화물로 환산한 질량 비율(단위: 질량%)을 의미함)

- [0040] 또한, 본 발명은, 상기 목적을 달성하기 위해 상기한 본 발명에 따른 도전성 페이스트에 대하여 이하와 같은 개량이나 변경을 가할 수 있다.
- [0041] (8) 상기 도전성 유리 입자에 바륨이 포함된다.
- [0042] (9) 상기 금속 입자는, 은, 구리, 알루미늄, 또는 이들 중 하나를 주성분으로 하는 합금으로 이루어진다.
- [0043] (10) 상기 금속 입자는, 입경이 0.5 μm 이상 1.5 μm 미만인 범위 내에 약 95 %의 부피 분율을 갖는 제1 입자군과, 입경이 1.5 μm 이상 8 μm 미만인 범위 내에 약 95 %의 부피 분율을 갖는 제2 입자군으로 구성되어 있다.
- [0044] (11) 상기 금속 입자는 구상 입자와 판상 입자를 포함한다.

발명의 효과

- [0045] 본원 발명에 따르면, 전극 배선을 구비하는 전자 부품(예를 들면, 태양 전지 패널, 플라즈마 디스플레이 패널(PDP), 세라믹 다층 기관, 대규모 집적 회로(LSI) 등)에서, 상기 전극 배선에 대하여 내산화성을 부여할 수 있다. 이에 따라, 전자 부품의 제조 공정에서 대기 중 등의 산화 분위기 중에서 고온 소성(예를 들면, 600 내지 800 $^{\circ}\text{C}$ 정도)이 행해져도 전극 배선이 산화되지 않고, 전극 배선의 저저항화가 가능하다. 또한, 전극 배선 재료로서 구리 입자나 알루미늄 입자 등의 염가인 금속 입자가 이용 가능해지고, 저비용으로 전극 배선의 형성이 가능(즉, 저비용인 전자 부품의 제공이 가능)해진다.

도면의 간단한 설명

- [0046] [도 1] 형성한 전극 배선의 미세 구조의 대표적인 SEM 관찰상을 나타내는 모식도이다.
- [도 2] 유리 시료 번호 9의 도전성 유리를 사용하여 형성한 전극 배선의 비저항과 소성 온도의 관계를 나타내는 그래프이다.
- [도 3] 전극 배선의 비저항과 도전성 유리의 부피 분율의 관계를 나타내는 그래프이다.
- [도 4] 평균 입경이 상이한 금속 입자의 배합 비율과 전극 배선의 비저항의 관계를 나타내는 그래프이다.
- [도 5] 입자 형상이 상이한 금속 입자의 배합 비율과 전극 배선의 비저항의 관계를 나타내는 그래프이다.
- [도 6(a)] 태양 전지 패널의 수광면의 한 예를 나타내는 평면 모식도이다.
- [도 6(b)] 태양 전지 패널의 이면의 한 예를 나타내는 평면 모식도이다.
- [도 6(c)] 도 6(a) 중의 A-A선에서의 단면 모식도이다.
- [도 7] 이면 전극형 태양 전지 패널의 단면의 한 예를 나타내는 모식도이다.
- [도 8] 도전성 유리의 전이점과 반도체 기관의 휘어짐량의 관계를 나타내는 그래프이다.
- [도 9] 플라즈마 디스플레이 패널의 한 예를 나타내는 단면 모식도이다.
- [도 10] LTCC(Low Temperature Co-fired Ceramics; 저온 동시소성 세라믹)의 다층 배선 기관(5층)의 소성 전의 구조예를 나타내는 단면 모식도이다.
- [도 11] 본 발명에 따른 다층 배선 기관을 소성하는 온도 스케줄의 한 예이다.
- [도 12] 유리 조성물의 DTA 측정으로 얻어지는 DTA 커브의 한 예이다.

[부호의 설명]

10...전극 배선, 11...금속 입자, 12...도전성 유리상, 60...태양 전지 패널, 61...반도체 기관, 62...확산층, 63...반사 방지층, 64...수광면 전극 배선, 64'...전극 배선, 65...집적 전극 배선, 66...출력 전극 배선, 67...전극 성분 확산층, 68...패시베이션막, 70...이면 전극형 태양 전지 패널, 800...플라즈마 디스플레이 패널, 801...전면판, 802...배면판, 803...격벽, 804...밀봉 부착 재료, 805...셀, 806...적색 형광체, 807...녹색 형광체, 808...청색 형광체, 809...표시 전극, 810...어드레스 전극, 811...자외선, 812, 813...유전체층, 814...보호층, 815...블랙 매트릭스, 90...다층 배선 기관, 91...배선용 도전성 페이스트, 92...그린 시트, 93...관통 구멍.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0047] 이하, 본 발명에 따른 실시 형태를 구체적인 실시예에 기초하여 설명한다. 단, 본 발명은 여기서 든 실시예로 한정되지 않으며, 적절하게 조합할 수도 있다.
- [0048] 실시예 1
- [0049] (도전성 유리 입자의 제작)
- [0050] 후술하는 표 1에 나타낸 조성을 갖는 도전성 유리 입자(유리 시료 번호 1 내지 38)를 제작하였다. 표 1의 조성은, 각 성분의 산화물 환산에서의 질량 비율로 표시하였다. 이들 도전성 유리는 RoHS 지령의 금지 물질인 납(Pb)을 포함하지 않고, 바나듐(V), 인(P) 및 바륨(Ba)을 주성분으로 한 조성을 갖는다. 원료 화합물로서는, 오산화바나듐(V_2O_5), 오산화인(P_2O_5), 탄산바륨($BaCO_3$), 탄산리튬(Li_2CO_3), 탄산나트륨(Na_2CO_3), 탄산칼륨(K_2CO_3), 삼산화안티몬(Sb_2O_3), 이산화망간(MnO_2), 삼산화이철(Fe_2O_3), 삼산화비스무트(Bi_2O_3), 산화아연(ZnO), 삼산화텅스텐(WO_3), 이산화텔루륨(TeO_2), 산화구리(CuO), 삼산화몰리브덴(MoO_3), 산화붕소(B_2O_3)를 사용하였다. 또한, 바륨의 원료로서 인산바륨($Ba(PO_3)_2$)을 사용한 경우에는 P_2O_5 의 양을 조정한다. 또한, 안티몬의 원료로서 사산화안티몬(Sb_2O_4)을 사용할 수도 있고, 망간이나 철의 원료로서 산화망간(MnO), 산화철(FeO), 사산화삼철(Fe_3O_4) 등을 사용할 수도 있다.
- [0051] 도전성 유리 입자의 제작은 이하의 절차로 행하였다. 원료 화합물을 표 1의 조성이 되도록 배합·혼합한 혼합분말을 백금 도가니에 넣고, 전기로를 사용하여 1000 내지 1100 °C까지 가열하여 2 시간 동안 유지하였다. 유지 중에는 균일한 유리로 하기 위해 교반하였다. 이어서, 백금 도가니를 전기로로부터 취출하고, 미리 200 내지 300 °C로 가열하여 놓은 스테인리스판 위에 유입시켰다. 그 후, 스탬프 밀을 사용하여 분쇄함으로써 도전성 유리의 분말을 제작하였다. 또한, 비교예 1로서 시판된 Pb계 유리, 비교예 2로서 시판된 Bi계 유리를 별도 준비하였다.

표 1

유리 시료번호	유리 배합 조성 (질량%)																	연속점 (°C)	전극배선 비거향	이온 투과
	V ₂ O ₅	P ₂ O ₅	Sb ₂ O ₃	MnO ₂	Fe ₂ O ₃	Bi ₂ O ₃	Li ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O	BaO	ZnO	WO ₃	TeO ₂	CuO	MoO ₃	B ₂ O ₃				
1	80	10	10															489	×	-
2	85	25	5															383	○	0.78
3	80	21	15					4										395	△	0.48
4	58	20	17															378	△	0.45
5	55	25	10															428	△	0.42
6	55	22	4															442	○	0.55
7	54	20	21															413	△	0.40
8	54	20	5															446	○	0.82
9	54	20	1															456	⊙	0.73
10	40	25	10															457	△	0.36
11	40	27	1	10														437	△	0.33
12	40	25			10													434	△	0.39
13	40	25																452	○	0.58
14	32	26																480	△	0.36
15	85.5	8																-	○	0.86
16	80	10																-	○	0.74
17	80	8																-	○	0.77
18	78	8																-	△	0.72
19	40	25																455	△	0.39
20	40	25																451	△	0.46
21	40	25																455	○	0.55
22	30	30																514	△	0.34
23	40	25																465	×	0.36
24	40	25																460	×	0.35
25	90	8																-	○	0.86
26	85.5	8																-	○	0.82
27	85	5																-	○	0.84
28	50	24.1																441	⊙	0.65
29	45	21.7																415	⊙	0.65
30	45	25																443	⊙	0.80
31	45	21.7																445	⊙	0.64
32	40	25																466	△	0.58
33	40	30																487	⊙	0.57
34	20	30																575	⊙	0.60
35	15	35																588	⊙	0.57
36		40																560	⊙	0.60
37		40																560	○	0.56
38		40																522	○	0.54
비교예1																		489	×	-
비교예2																		489	×	-

[0052]

[0053] (도전성 페이스트의 제작)

[0054] 도전성 페이스트에 함유시키는 금속 입자로서 구리 92 질량%-알루미늄 8 질량%의 합금 입자를 준비하였다. 상기 조성이 되도록 혼합한 원료를 용융하고, 물 분사법에 의해 92Cu-8Al 합금의 구상 입자를 합성하였다. 이 물 분사법으로 얻어진 합금 입자를 체(메쉬 8 μm)에 의해 등급 분류하여, 입경 8 μm 미만(입경 8 μm 이상을 제거)의 구상 금속 입자를 준비하였다.

[0055] 상기한 구상 금속 입자가 90 부피%, 표 1의 조성을 갖는 도전성 유리 분말이 10 부피%가 되도록 혼합한 분말에 바인더 수지와 용제를 더 첨가·혼련하여 도전성 페이스트를 제작하였다. 바인더 수지에는 에틸셀룰로오스를 사용하고, 용제에는 부틸카르비톨아세이트를 사용하였다.

[0056] (전극 배선의 형성)

[0057] 태양 전지 패널 등에 사용되는 다결정 실리콘 기관 위에 상기에서 제작한 도전성 페이스트를 스크린 인쇄법으로 각각 도포하였다. 도포 후, 150 °C에서 수분간 건조한 후, 대기 중 700 내지 800 °C의 소성 온도에서 수초간 내지 수십분간의 열 처리를 실시하여 전극 배선을 형성하였다. 각 소성 도막(각 전극 배선)의 막 두께는 약 20 μm였다.

[0058] (도전성 유리의 특성 온도 측정)

[0059] 제작한 도전성 유리의 특성 온도는 다음과 같이 하여 측정하였다. 시차 열분석(DTA) 장치(신쿠 리코 가부시끼 가이샤 제조, 형식: DT-1500)를 사용하여 표준 시료를 α-알루미나로 하고, 표준 시료와 공시재의 질량을 각각 1 g으로 하고, 대기 분위기 중에서 승온 속도를 5 °C/분으로 하여 측정하였다. 도 12는, 유리 조성물의 DTA 측정에서 얻어지는 DTA 커브의 한 예이다. 도 12에 나타난 바와 같이, DTA 커브에서의 제1 흡열 피크의 개시 온도(접선법에 의한 온도)를 유리 조성물의 전이점으로 정의하고, 상기 제1 흡열 피크의 피크 온도(접선법에 의한 온도)를 유리 조성물의 굴복점으로 정의하고, 제2 흡열 피크의 피크 온도(접선법에 의한 온도)를 유리 조성물의 연화점으로 정의하였다. 연화점의 측정 결과를 표 1에 병기한다. 또한, 전이점과 굴복점의 측정 결과는 후술하는 표 5에 기재하였다.

[0060] (전극 배선의 비저항 측정)

[0061] 상기에서 형성한 전극 배선의 비저항은, 실온에서 통상의 사단자법에 의해 측정하였다. 측정된 비저항이 $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 미만인 경우에는 "◎", $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상 $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 미만인 경우에는 "○", $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상 $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 미만인 경우에는 "△", $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상인 경우에는 전극 배선으로서의 사용이 곤란하기 때문에 "×"로 평가하였다. 측정 결과를 표 1에 병기한다.

[0062] (도전성 유리 중의 이온 분율의 측정)

[0063] 도전성 유리 중의 전이 금속의 산화수 상태를 조사하기 위해, 제작한 도전성 유리 중의 전이 금속을 JIS-G1221, JIS-G1220, JIS-G1218, JIS-H1353 및 JIS-G1213에 준하여 산화 환원적 정법으로 측정하였다. 각 측정에 의해 얻어지는 5가의 바나듐(V^{5+}), 6가의 텅스텐(W^{6+}), 6가의 몰리브덴(Mo^{6+}), 3가의 철(Fe^{3+}) 및 4가의 망간(Mn^{4+})의 각 농도의 총합계를 측정 시료 중의 바나듐, 텅스텐, 몰리브덴, 철 및 망간의 각 농도의 총합계로 나누어 각 전이 금속에서 가장 높은 산화수 상태를 나타내고 있는 원자의 존재 비율(이하, 이온 분율이라고 함)을 구하였다. 또한, 이온 분율을 식으로 표기하면 하기 수학적 1'과 같이 정의된다.

[0064] <수학적 1'>

$$\text{이온 분율} = \frac{\{V^{5+}\} + \{W^{6+}\} + \{Mo^{6+}\} + \{Fe^{3+}\} + \{Mn^{4+}\}}{\{V\} + \{W\} + \{Mo\} + \{Fe\} + \{Mn\}}$$

[0065]

[0066] (식 중, { }는 괄호 내의 이온 또는 원자의 측정 농도(단위: mol/L)를 의미함)

[0067] (고찰)

[0068] 표 1에 나타난 결과에 기초하여, 배선 전극의 비저항이 "◎" 또는 "○"가 된 도전성 유리에 대하여 고찰하였다. 그 결과, 비저항이 "◎" 또는 "○"인 배선 전극은 모두 혼합한 금속 입자가 산화된 모습을 보이지 않고, 양호한 내산화성 효과를 갖고 있다는 것이 확인되었다.

[0069] 또한, 배선 전극의 비저항과 상기 이온 분율의 관계를 조사한 바, 양호한 비저항("◎" 또는 "○")을 나타낸 배선 전극에 사용한 유리 조성물은 하기 수학적 1의 관계를 만족하고 있다는 것을 발견하였다.

[0070] <수학적 1>

$$\frac{\{V^{5+}\} + \{W^{6+}\} + \{Mo^{6+}\} + \{Fe^{3+}\} + \{Mn^{4+}\}}{\{V\} + \{W\} + \{Mo\} + \{Fe\} + \{Mn\}} > 0.5$$

[0071]

[0072] 또한, 보다 바람직하게는 "이온 분율>0.55"이고, 더욱 바람직하게는 "이온 분율>0.6"이다.

[0073] 또한, 배선 전극의 비저항과 상기 이온 분율의 관계를 조사한 바, 양호한 비저항("◎" 또는 "○")을 나타낸 배선 전극에 사용한 유리 조성물은 함유 성분이 산화물 환산의 질량 비율에서 하기 수학적 2의 관계를 만족하고 있다는 것을 발견하였다.

[0074] <수학식 2>

$$2 \times \frac{[V_2O_5]}{[P_2O_5]} \geq ([Sb_2O_3] + [Fe_2O_3] + [MnO_2] + [Bi_2O_3]) \geq 0$$

[0075] (식 중, []는 괄호 내의 산화물로 환산한 질량 비율(단위: 질량%)을 의미함)

[0076]

[0077] 또한, 상기 수학식 2가 성립되는 범위여도, 중금속 원소인 텔루륨이나 알칼리 금속 원소인 리튬, 나트륨, 칼륨을 함유하는 도전성 유리를 사용한 경우에는 배선 전극의 비저항이 증대되는 경우가 있었다. 상세히 검토한 결과, 텔루륨 성분의 함유량은 산화물 환산으로 5 질량% 이하가 바람직하고, 나트륨 성분과 칼륨 성분의 함유량은 산화물 환산으로 합계 5 질량% 이하가 바람직하고, 리튬 성분의 함유량은 산화물 환산으로 2 질량% 이하가 바람직하다는 것을 알 수 있었다. 또한, 이들 도전성 유리는 바륨 성분을 많이 함유시킴으로써(예를 들면, 산화바륨 환산으로 15 질량% 이상 함유시킴으로써), 유리의 화학적 안정성을 향상시킨다는 것을 알 수 있었다.

[0078] 또한, 유리 시료 번호 36 내지 38에 나타난 바와 같이, 바나듐을 함유하지 않는 텅스텐-인계 도전성 유리, 몰리브덴-인계 도전성 유리, 텅스텐-철-인계 유리 도전성 유리 중 어떠한 것에서도 양호한 비저항이 얻어졌다. 이것은, 금속 입자의 내산화성 효과를 초래하는 도전성 유리는 바나듐-인계로 한정된 것이 아니라, 전자 전도성을 갖는 텅스텐-인계 유리, 몰리브덴-인계 유리 및 텅스텐-철-인계 유리일 수도 있다는 나타내고 있다.

[0079] 주사형 전자 현미경-에너지 분산형 X선 분석 장치(SEM-EDX)를 사용하여 형성한 각 전극 배선의 미세 구조를 관찰하였다. 도 1은, 형성한 전극 배선의 미세 구조의 대표적인 SEM 관찰상을 나타내는 모식도이다. 도 1에 나타난 바와 같이, 양호한 비저항 특성을 나타낸 전극 배선 (10)은, 금속 입자 (11)의 표면이 도전성 유리상 (12)으로 균일하게 젖어 있으며, 치밀하게 소성되어 있었다.

[0080] 본 발명은, 도전성 유리에 포함되는 전이 금속이 상기 유리상 중에서 복수의 산화수 상태로 존재하고, 가장 높은 산화수 상태를 나타내고 있는 상기 전이 금속 원자의 존재 비율이 그 이외의 산화수 상태를 나타내고 있는 상기 전이 금속 원자의 존재 비율보다 큰 것을 특징으로 한다. 예를 들면, 바나듐-인계 도전성 유리에서는, 유리상 중에 포함되는 V^{5+} 의 존재 비율이 V^{4+} 의 존재 비율보다 많은 것이 특징이며, 그에 따라 전자의 호핑 전도에 의한 전자 전도성과 금속 입자에 대한 방식성(내산화성)을 갖는다.

[0081] 한편, 상기 수학식 1이 성립되지 않는 경우에는, 형성한 전극 배선에서 금속 입자의 산화가 진행되고 있다는 것이 확인되었다. 이에 대해서는 다음과 같이 생각할 수 있다. 전극 배선에서의 유리상에서, 상기 수학식 1이 성립되지 않는 경우에도 상기 유리상은 전자 전도성을 갖지만, 전도에 기여하는 정공의 수가 상기 수학식 1이 성립되는 경우에 비해 증가한다. 유리상 중의 정공이 증가하면 정공과 금속 입자 중의 전자가 회합하고, 금속 입자가 이온화되기 때문에 산화가 촉진되는 것으로 생각된다. 또한, 이 현상은 고온에서 소성했을 때일수록 현저하게 나타났다. 이것은, 유리상 중에서의 전자 및 정공의 캐리어 이동도가 고온에서 증가했기 때문이라고 생각된다.

[0082] 또한, 비교예 1 및 비교예 2를 사용한 전극 배선에서는 혼합한 92Cu-8Al 합금의 금속 입자가 산화됨과 동시에, 상기 입자의 입계 근방에 유리상 중의 Pb 성분이나 Bi 성분의 금속이 환원되어, 금속상으로 석출되었다. 그 결과, 전극 배선의 비저항은 양호해지지 않았다.

[0083] 실시예 2

[0084] (도전성 페이스트의 제작)

[0085] 도전성 페이스트에 함유시키는 금속 입자로서, 평균 입경 약 3 μm의 순알루미늄 분말을 준비하였다. 이 금속 입자가 99.5 부피%, 실시예 1에서 양호한 결과가 얻어진 유리 시료 번호 9의 도전성 유리 분말이 0.5 부피%가 되도록 혼합한 분말에 바인더 수지와 용제를 더 첨가·혼련하여 도전성 페이스트를 제작하였다. 실시예 1과 마찬가지로 바인더 수지에는 에틸셀룰로오스를 사용하고, 용제에는 부틸카르비톨아세테이트를 사용하였다. 또한, 유리 분말로서 비교예 1, 비교예 2를 사용한 도전성 페이스트도 함께 제작하였다.

[0086] (전극 배선의 형성 및 비저항의 측정)

[0087] 전극 배선의 형성은, 실시예 1과 동일한 절차로 행하였다. 이 때, 소성 온도가 상이한 전극 배선을 제작하였다. 제작한 전극 배선에 대하여 실온에서 통상의 사단자법에 의해 비저항을 측정하였다.

[0088] (결과와 고찰)

[0089] 도 2는, 유리 시료 번호 9의 도전성 유리를 사용하여 형성한 전극 배선의 비저항과 소성 온도의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 2로부터 알 수 있는 바와 같이, 어떠한 소성 온도에서도 $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 미만의 비저항이 얻어졌으며, 특히 740 °C 이상에서는 $5 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ 미만의 매우 작은 비저항을 나타내었다. 또한, 형성한 전극 배선에 대하여 X선 회절 측정(XRD) 및 SEM-EDX 분석을 행한 바, 어떠한 소성 온도에서도 전극 배선은 도 1과 마찬가지로 치밀하게 소결되어 있었으며, 바나듐에서 유래하는 결정상의 석출이나 바나듐의 국소적인 편석은 확인되지 않았다.

[0090] 또한, 비교예 1 및 비교예 2를 사용한 전극 배선에서는, 혼합한 순알루미늄의 금속 입자가 산화됨과 동시에, 상기 입자의 입계 근방에 유리상 중의 Pb 성분이나 Bi 성분의 금속이 환원되어, 금속상으로 석출되었다. 그 결과, 전극 배선의 비저항은 양호해지지 않았다.

[0091] 이상 나타낸 바와 같이, 본 발명은 도전성 페이스트에 혼합하는 금속 입자 재료로서 산화되기 쉬운 비금속인 순알루미늄을 사용하여 산화 분위기 중에서 소성한 경우에도, 전극 배선의 형성시에 상기 금속 입자의 산화를 방지할 수 있으며, 비저항이 작은 전극 배선을 형성할 수 있다. 이것은, 도전성 페이스트 제작시에 혼합하는 금속 입자 재료에 특단의 제한을 부과시킬 필요가 없으며, 전자 부품의 용도에 따라 다양한 금속 입자 재료가 이용 가능하다는 것을 의미한다.

[0092] 실시예 3

[0093] [전극 배선 중의 금속 입자와 도전성 페이스트의 부피 분율에 대한 검토]

[0094] 이어서, 전극 배선 중의 금속 입자와 도전성 페이스트의 부피 분율에 대하여 검토하였다. 실시예 2와 동일한 순알루미늄 분말과 유리 시료 번호 9의 도전성 유리 분말을 사용하여 표 2에 나타낸 부피 분율로 혼합하고, 실시예 1과 동일한 바인더 수지와 용제를 더 첨가·혼련하여 도전성 페이스트(시료 번호 A1 내지 A9)를 제작하였다. 제작한 도전성 페이스트를 사용하여, 실시예 1과 동일한 조건으로 전극 배선을 형성하였다.

[0095] 형성한 전극 배선의 접착의 강도를 박리 시험(peel test)으로 평가하였다. 박리 시험은, 시판된 셀로판 테이프를 형성한 전극 배선에 부착시켜 박리하는 시험으로 평가하였다. 평가 기준으로서, 알루미늄 입자가 거의 전부 박리된 것을 "×"로 하고, 알루미늄 입자의 일부가 박리되어 전극 배선의 일부가 단선 상태가 된 것을 "△"로 하고, 알루미늄 입자가 상기 셀로판 테이프에 얇게 부착되었지만 전극 배선은 단선 상태가 되지 않은 것을 "○"로 하고, 전혀 박리되지 않은 것을 "◎"로 표기하였다. 박리 시험 결과를 표 2에 병기한다.

표 2

시료 번호	알루미늄층 (부피%)	유리층 (부피%)	박리시험 결과
A1	99.9	0.1	×
A2	99.7	0.3	△
A3	99.5	0.5	○
A4	99	1	○
A5	97	3	○
A6	95	5	○
A7	92	8	◎
A8	90	10	◎
A9	88	12	◎

[0096]

[0097] 표 2로부터 알 수 있는 바와 같이, 도전성 유리의 양은 0.3 부피% 이상(즉, 금속 입자의 양은 99.7 부피% 이상)으로 혼합하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 도전성 유리의 양이 0.5 부피% 이상이고, 더욱 바람직하게는 8 부피% 이상이다.

[0098] 또한, 형성한 전극 배선의 비저항을 실시예 1과 동일하게 측정하였다. 도 3은, 전극 배선의 비저항과 도전성 유리의 부피 분율의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 3에 나타낸 바와 같이, 혼합하는 도전성 유리의 부피 분율이 12 부피% 이하이면 전극 배선으로서 양호한 비저항이 얻어졌다. 즉, 전극 배선 중의 금속 입자의 부피 분율이 88 부피% 이상 99.7 부피% 이하, 도전성 유리상의 부피 분율이 0.3 부피% 이상 12 부피% 이하일 때,

전극 배선으로서 양호한 특성(작은 비저항)이 얻어진다는 것을 알 수 있었다.

[0099] 실시예 4

[0100] [전극 배선 중의 금속 입자의 입경에 대한 검토]

[0101] 이어서, 전극 배선 중의 금속 입자의 입경에 대하여 검토하였다. 우선, 실시예 1과 동일한 구리-알루미늄 합금 분말(92Cu-8Al 분말, 입경 8 μm 미만)을 준비하고, 상기 분말에 대하여 체(메쉬 1.5 μm)를 사용하여 등급 분류함으로써, 입경 1.5 μm 미만(입경 1.5 μm 이상을 제거함)의 구상 금속 입자(이하, 제1 입자군으로 칭함)와 입경 1.5 μm 이상 8 μm 미만의 구상 금속 입자(이하, 제2 입자군으로 칭함)를 준비하였다.

[0102] 등급 분류한 제1 입자군과 제2 입자군 각각에 대하여, 레이저 회절식 입도 분포계(니키소 가부시끼가이샤 제조, 형식: MT3300, 용매 굴절률: 1.333)를 사용하여 입도 측정을 행하였다. 그 결과, 제1 입자군은 입경 0.5 μm 이상 1.5 μm 미만의 범위 내에 약 95 %의 부피 분율을 갖고, 평균 입경이 약 1 μm였다. 또한, 제2 입자군은 입경 1.5 μm 이상 8 μm 미만의 범위 내에 약 95 %의 부피 분율을 갖고, 평균 입경이 약 5 μm였다.

[0103] 제1 입자군과 제2 입자군을 표 3에 나타난 배합 비율(단위: 질량%)로 혼합하고, 실시예 1과 마찬가지로 금속 입자가 90 부피%, 유리 시료 번호 9의 도전성 유리 분말이 10 부피%가 되도록 혼합한 분말에 바인더 수지와 용제를 더 첨가·혼련하여 도전성 페이스트(시료 번호 B1 내지 B5)를 제작하였다. 제작한 도전성 페이스트를 사용하여, 실시예 1과 동일한 조건으로 전극 배선을 형성하였다.

표 3

시료 번호	입경이 상이한 입자군의 배합 비율(질량%)	
	제1 입자군	제2 입자군
B1	0	100
B2	25	75
B3	50	50
B4	75	25
B5	100	0

[0104]

[0105] (결과와 고찰)

[0106] 형성한 전극 배선에 대하여 X선 회절 측정(XRD) 및 SEM-EDX 분석을 행한 바, 어떠한 전극 배선도 도 1와 마찬가지로 치밀하게 소결되었으며, 바나듐에서 유래하는 결정상의 석출이나 바나듐의 국소적인 편석은 확인되지 않았다. 또한, 시료 번호 B2 내지 B4의 전극 배선의 미세 구조는, 다른 시료(시료 번호 B1, B5)의 미세 구조보다 금속 입자가 보다 치밀하게 채워져 있는 것이 관찰되었다.

[0107] 형성한 전극 배선의 비저항을 실시예 1과 동일하게 하여 측정하였다. 도 4는, 평균 입경이 상이한 금속 입자의 배합 비율과 전극 배선의 비저항의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 4로부터 알 수 있는 바와 같이, 어떠한 배합 비율에서도 $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 미만의 양호한 비저항이 얻어졌지만, 특히 제1 입자군의 배합 비율이 15 내지 90 질량%(제2 입자군의 배합 비율이 85 내지 10 질량%)의 범위 내에서 $5 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 이하의 매우 작은 비저항을 나타내었다. 또한, 제1 입자군의 배합 비율이 25 내지 75 질량%(제2 입자군의 배합 비율이 75 내지 25 질량%)의 범위 내이면, 더욱 작은 비저항을 나타내기 때문에 보다 바람직하다고 할 수 있다.

[0108] 본 실시예로부터, 평균 입경이 상이한 금속 입자의 군을 조합하여 사용한 도전성 페이스트 및 그에 의해 형성된 전극 배선은, 단독의 입자군만을 사용한 것보다 전극 배선의 비저항을 작게 할 수 있다는 것이 분명해졌다.

[0109] 실시예 5

[0110] [전극 배선 중의 금속 입자의 형상에 대한 검토]

[0111] 전극 배선 중의 금속 입자의 형상에 대하여 검토하였다. 우선, 실시예 4와 동일하게 하여 구리-알루미늄 합금 분말(92Cu-8Al 분말, 입경 8 μm 미만)을 준비하고, 상기 분말에 대하여 체(메쉬 1.5 μm)를 사용하여 등급 분류함으로써, 입경 1.5 μm 미만(입경 1.5 μm 이상을 제거함)의 구상 금속 입자(제1 입자군)를 준비하였다. 이어서, 제1 입자군을 2개로 나누고, 그 중 하나에 대하여 유기 용매를 분산매로 한 볼밀 처리를 실시함으로써

관상 금속 입자를 형성하였다. 그 후, 이 관상 금속 입자의 표면 청정화와 열적 안정성의 확보를 목적으로서, 환원 분위기 중에서 700 °C의 어닐링 처리를 행하여 제3 입자군을 준비하였다.

[0112] 제1 입자군과 제3 입자군을 표 4에 나타난 배합 비율(단위: 질량%)로 혼합하고, 실시예 1과 마찬가지로 금속 입자가 90 부피%, 유리 시료 번호 9의 도전성 유리 분말이 10 부피%가 되도록 혼합한 분말에 바인더 수지와 용제를 더 첨가·혼련하여 도전성 페이스트(시료 번호 C1 내지 C5)를 제작하였다. 제작한 도전성 페이스트를 사용하여, 실시예 1과 동일한 조건으로 전극 배선을 형성하였다.

표 4

시료 번호	입경이 상이한 입자군의 배합 비율(질량%)	
	제1 입자군	제3 입자군
C1	0	100
C2	25	75
C3	50	50
C4	75	25
C5	100	0

[0113]

[0114] (결과와 고찰)

[0115] 형성한 전극 배선에 대하여 X선 회절 측정(XRD) 및 SEM-EDX 분석을 행한 바, 어떠한 전극 배선도 도 1과 마찬가지로 치밀하게 소결되었으며, 마나뎀에서 유래하는 결정상의 석출이나 마나뎀의 국소적인 편석은 확인되지 않았다. 또한, 시료 번호 C1 내지 C3의 전극 배선의 미세 구조는, 다른 시료(시료 번호 C4 내지 C5)의 미세 구조보다 금속 입자가 보다 치밀하게 채워져 있는 것이 관찰되었다.

[0116] 형성한 전극 배선의 비저항을 실시예 1과 동일하게 하여 측정하였다. 도 5는, 입자 형상이 상이한 금속 입자의 배합 비율과 전극 배선의 비저항의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 5로부터 알 수 있는 바와 같이, 어떠한 배합 비율에서도 $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 미만의 양호한 비저항이 얻어졌지만, 특히 제3 입자군의 배합 비율이 50 질량% 이상(제1 입자군의 배합 비율이 50 질량% 이하)의 범위 내에서 $5 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 이하의 매우 작은 비저항을 나타내었다. 또한, 제3 입자군의 배합 비율이 75 질량% 이상(제1 입자군의 배합 비율이 25 질량% 이하)의 범위 내이면, 더욱 작은 비저항을 나타내기 때문에 보다 바람직하다고 할 수 있다.

[0117] 본 실시예로부터, 도전성 페이스트 및 그에 의해 형성된 전극 배선에 함유시키는 금속 입자의 형상으로서, 구상 입자만을 사용한 것보다 구상 입자와 관상 입자의 혼합 또는 관상 입자만을 사용한 것이 전극 배선의 비저항을 작게 할 수 있다는 것이 분명해졌다.

[0118] 실시예 6

[0119] [태양 전지 패널로의 적용에 대한 검토]

[0120] 본 실시예에서는, 본 발명에 따른 전자 부품으로서 태양 전지 패널에 적용한 예에 대하여 설명한다. 도 6은, 태양 전지 패널의 한 예를 나타내는 모식도이고, (a)는 수광면의 평면 모식도, (b)는 이면의 평면 모식도, (c)는 (a) 중의 A-A선에서의 단면 모식도이다. 이하, 도 6을 참조하면서 설명한다.

[0121] 태양 전지 패널 (60)의 반도체 기관 (61)에는, 통상 단결정 실리콘 기관 또는 다결정 실리콘 기관 등이 사용된다. 이 반도체 기관 (61)은, 붕소 등을 함유하여 p형 반도체가 된다. 수광면측은, 태양광의 반사를 억제하기 위해 에칭 등에 의해 요철이 형성된다. 또한, 수광면에는, 인 등을 도핑하여 서브 마이크론 오더의 두께로 n형 반도체의 확산층 (62)를 생성시킴과 동시에, p형 벌크 부분과의 경계에 pn 접합부를 형성한다. 또한, 수광면 위에는 질화규소 등의 반사 방지층 (63)이 증착법 등에 의해 두께 100 nm 정도로 형성된다.

[0122] 이어서, 수광면에 형성되는 수광면 전극 배선 (64)와, 이면에 형성되는 집전 전극 배선 (65) 및 출력 전극 배선 (66)의 형성에 대하여 설명한다. 통상, 수광면 전극 배선 (64) 및 출력 전극 배선 (66)의 형성에는 유리 분말과 은 입자를 포함하는 도전성 페이스트가 사용되며, 집전 전극 배선 (65)의 형성에는 유리 분말과 알루미늄 입자를 포함하는 도전성 페이스트가 사용되고 있다. 각각의 도전성 페이스트는, 스크린 인쇄법 등으로 반도체 기

관 (61)의 표면 위에 도포된다.

[0123] 도전성 페이스트를 건조시킨 후, 대기 중 500 내지 800 °C 정도에서 소성되어 각각의 전극 배선이 형성된다. 이 때, 수광면에서는 수광면 전극 배선 (64)에 포함되는 유리 조성물과 반사 방지층 (63)이 반응하여, 수광면 전극 배선 (64)와 확산층 (62)의 전기적 접촉이 형성된다. 또한, 이면에서는 집전 전극 배선 (65) 중의 알루미늄 성분이 반도체 기관 (61)의 이면 내부로 확산되어, 이면 표층 영역에 전극 성분 확산층 (67)을 형성한다. 전극 성분 확산층 (67)이 형성됨으로써, 반도체 기관 (61)과 집전 전극 배선 (65) 및 출력 전극 배선 (66) 사이에서 옴 접촉(ohmic contact)을 얻을 수 있다.

[0124] 또한, 태양 전지 패널에서는 집전 전극 배선의 주도전재로서 종래부터 알루미늄 입자가 사용되었지만, 상술한 바와 같이 대기 중에서 소성하기 위해 알루미늄의 표층 영역이 산화되며, 전기 저항이 증대되기 쉽다는 문제점이 있었다. 또한, 종래의 저융점 유리인 납계나 비스무트계의 유리 조성물과 알루미늄 입자를 포함하는 도전성 페이스트를 소성하는 경우, 유리 중의 납 성분이나 비스무트 성분이 환원되어, 알루미늄 입자의 사이 등에 납이나 비스무트의 금속 입자로서 편석되는 경우가 있었다. 이 경우, 상기 편석 입자가 알루미늄 입자끼리의 용합을 저해한다는 등의 요인에 의해, 집전 전극 배선의 전기 저항이 증대되기 쉽다는 문제점이 있었다.

[0125] (태양 전지 패널의 제작)

[0126] 본 발명에 따른 태양 전지 패널을 제작하였다. 우선, 수광면에 확산층 (62)와 반사 방지층 (63)을 형성한 반도체 기관 (61)을 준비하였다. 이어서, 실시예 3에서 검토한 시료 번호 A4의 도전성 페이스트를 사용하여, 도 6(b) 및 도 6(c)에 나타난 바와 같이 반도체 기관 (61)의 이면에 스크린 인쇄로 도포하여 건조한 후, 적외선 급속 가열로로 대기 중에서 600 °C까지 가열하였다. 600 °C에서의 유지 시간은 3분간으로 하였다. 이에 따라, 반도체 기관 (61)의 이면에 집전 전극 배선 (65)를 형성하였다.

[0127] 이어서, 실시예 4에서 검토한 시료 번호 B3의 도전성 페이스트를 사용하여, 도 6(a) 내지 도 6(c)에 나타난 바와 같이 반도체 기관 (61)의 수광면과 상기에서 집전 전극 배선 (65)를 형성한 이면에 대하여 스크린 인쇄로 도포하여 건조한 후, 적외선 급속 가열로로 대기 중에서 750 °C까지 가열하였다. 750 °C에서의 유지 시간은 1분간으로 하였다. 이에 따라, 수광면 전극 배선 (64)와 출력 전극 배선 (66)을 형성하였다.

[0128] 또한, 상기와 동일한 절차로 소성 조건만을 대기 중 800 °C에서 3초간 유지하는 조건으로 변경한 태양 전지 패널을 별도 제작하였다.

[0129] 또한, 상기 수광면 전극 배선 (64)를 이면에 배치한 이면 전극형(후면 접촉(back contact) 타입) 태양 전지 패널도 별도 제작하였다. 도 7은, 이면 전극형 태양 전지 패널의 단면의 한 예를 나타내는 모식도이다. 이면 전극형 태양 전지 패널의 제작은, 우선 반도체 기관의 이면에 확산층 (62), (67)과 패시베이션막 (68)을 형성하고, 수광면에 반사 방지막 (63)을 형성한 반도체 기관 (61)을 준비하였다. 그 후, 상기와 동일한 방법으로 이면에 도전성 페이스트를 도포·소성함으로써 전극 배선 (64')(수광면 전극 배선 (64)에 상당하는 전극 배선)과 출력 전극 배선 (66)을 형성하여, 이면 전극형 태양 전지 패널 (70)을 제작하였다.

[0130] (태양 전지 패널의 시험 평가)

[0131] 상기에서 제작한 태양 전지 패널에 대하여 각종 시험 평가를 행하였다. 어떠한 태양 전지 패널도, 수광면에서는 수광면 전극 배선 (64)와 반도체 기관 (61)이 전기적으로 접촉되어 있는 것을 확인하였다. 또한, 이면에서는 전극 성분 확산층 (67)이 형성되고, 반도체 기관 (61)과 집전 전극 배선 (65) 및 출력 전극 배선 (66) 사이에 옴 접촉이 얻어져 있는 것을 확인하였다. 이면 전극형 태양 전지 패널에서도 마찬가지로 확인하였다.

[0132] 이어서, 제작한 태양 전지 패널에 대하여 온도 85 °C, 상대 습도 85 %의 고온 고습 시험을 1000 시간 동안 실시하였다. 그 결과, 전극 배선의 배선 저항이나 반도체 기관과의 접촉 저항이 커지지 않았다. 또한, 제작한 태양 전지 패널에서의 발전 효율을 시험 평가한 바, 전극 배선으로서 Pb계 유리상과 은 입자를 사용한 종래의 태양 전지 패널과 동등 이상의 발전 효율이 얻어졌다.

[0133] 이상의 점으로부터, 본 발명에 따른 도전성 페이스트는 산화 분위기 중의 고온 공정에 견딜 수 있는 내산화성을 갖고, 다양한 태양 전지 패널 구조에 적당한 열 처리 조건을 적절하게 선택하는 것이 가능하다고 할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 전자 부품은, 종래의 고가인 은 전극 배선의 대체로서 염가인 구리 전극 배선이나 알루미늄 전극 배선을 이용할 수 있기 때문에, 비용 감소에도 공헌할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 도전성 페이스트에 의해 형성된 전극 배선은, RoHS 지령의 금지 물질(예를 들면 Pb 등)을 포함하지 않기 때문에 환경 보호에 대해서도 공헌할 수 있다.

[0134] 실시예 7

[0135] [태양 전지 패널의 휘어짐에 대한 검토]

[0136] 본 실시예에서는, 태양 전지 패널의 이면에 형성하는 집전 전극 배선 (65)와 반도체 기관 (61)의 휘어짐의 관계에 대하여 검토하였다. 집전 전극 배선 (65)를 형성하기 위한 도전성 페이스트에 함유시키는 금속 입자에는, 평균 입경이 약 3 μm인 순알루미늄 분말을 사용하였다. 또한, 상기 도전성 페이스트에 함유시키는 도전성 유리 분말로서는, 실시예 1에서 비저항의 측정 결과가 "◎" 또는 "○"인 것을 사용하였다. 사용한 도전성 유리의 특성 온도를 표 5에 나타낸다. 또한, 도전성 유리의 특성 온도의 측정은 실시예 1에서 행하였다.

표 5

유리 시료 번호	특성 온도 (°C)		
	전이점	굴복점	연화점
1	267	281	-
2	335	352	383
6	380	405	442
8	367	390	446
9	375	400	456
13	375	412	452
15	238	252	-
16	290	307	-
17	256	273	-
21	373	390	455
25	221	236	-
26	232	248	-
27	257	273	-
28	375	394	441
29	348	369	415
30	353	381	443
31	373	396	445
33	390	419	487
34	480	506	575
35	488	520	588
36	452	485	603
37	420	449	560
38	433	455	585

[0137]

[0138] 집전 전극 배선 (65)용의 도전성 페이스트는, 금속 입자가 99.5 부피%, 도전성 유리 분말이 0.5 부피%가 되도록 혼합한 분말에 바인더 수지와 용제를 더 첨가·혼련하여 제작하였다. 바인더 수지와 용제는 실시예 1과 동일한 것을 사용하였다. 태양 전지의 제작 방법은 실시예 6과 동일하게 실시하였다.

[0139] 제작한 태양 전지 패널에 대하여 반도체 기관 (61)의 휘어짐량을 측정하였다. 반도체 기관 (61)의 휘어짐량은, 태양 전지 패널 (60)을 수평면에 설치한 경우 상기 수평면으로부터 반도체 기관 (61)의 최고부까지의 높이를 측정함으로써 평가하였다. 또한, 반도체 기관 (61)의 치수는 150 mm×150 mm×160 μm인 것을 사용하였다. 또한, 제작한 태양 전지 패널의 발전 효율을 시험 평가하였다.

[0140] (결과와 고찰)

[0141] 도 8은, 도전성 유리의 전이점과 반도체 기관의 휘어짐량의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 8에 나타낸 바와 같이, 도전성 유리의 전이점이 상승함에 따라 반도체 기관 (61)의 휘어짐량이 작아진다는 것이 판명되었다. 여기서, 태양 전지 패널에서 일반적으로 반도체 기관의 허용 휘어짐량은 2 mm 정도로 알려져 있다. 따라서, 도 8의 결과를 감안하면, 집전 전극 배선용의 도전성 페이스트에 사용하는 도전성 유리의 전이점은 400 °C 이상이 바람직하다고 할 수 있다.

[0142] 또한, 표 5 및 도 8에는 나타내지 않았지만, 전이점이 520 °C를 초과하는 도전성 유리를 사용한 경우 집전 전극 배선과 반도체 기관의 밀착성이 양호하지 않고, 이들이 박리된다는 문제점이 있었다. 이상의 점으로부터, 집전 전극 배선용의 도전성 페이스트에 사용하는 도전성 유리의 전이점은 400 °C 이상 520 °C 이하가 바람직하다.

- [0143] 한편, 태양 전지 패널의 발전 효율에서도 반도체 기관의 휘어짐량이 작을수록 발전 효율이 높았다. 즉, 발전 효율의 관점에서, 집전 전극 배선용의 도전성 페이스트에 사용하는 도전성 유리의 전이점은 400 ℃ 이상 520 ℃ 이하가 바람직하다고 할 수 있다.
- [0144] 실시예 8
- [0145] [플라즈마 디스플레이 패널로의 적용에 대한 검토]
- [0146] 본 실시예에서는, 본 발명에 따른 전자 부품으로서 플라즈마 디스플레이 패널(PDP)에 적용한 예에 대하여 설명한다. 도 9는, 플라즈마 디스플레이 패널의 한 예를 나타내는 단면 모식도이다. 이하, 도 9를 참조하면서 설명한다.
- [0147] 우선, 일반적인 플라즈마 디스플레이 패널에 대하여 설명한다. 플라즈마 디스플레이 패널 (800)은, 전면관 (801)과 배면관 (802)가 100 내지 150 μm 의 간극으로 대향하여 배치되고, 각 기관(전면관 (801)과 배면관 (802))의 간극은 격벽 (803)으로 유지되어 있다. 전면관 (801)과 배면관 (802)의 주연부는 밀봉 부착 재료 (804)로 기밀하게 밀봉되고, 패널 내부에 희가스가 충전되어 있다.
- [0148] 전면관 (801) 위에는 표시 전극 (809)가 형성되고, 표시 전극 (809) 위에 유전체층 (812)가 형성되고, 유전체층 (812) 위에 방전으로부터 표시 전극 (809) 등을 보호하기 위한 보호층 (814)(예를 들면, MgO의 증착막)가 형성되어 있다. 또한, 배면관 (802) 위에는 어드레스 전극 (810)이 형성되고, 어드레스 전극 (810) 위에 유전체층 (813)이 형성되고, 유전체층 (813) 위에 셀 (805)를 구성하기 위한 격벽 (803)이 설치되어 있다. 이 격벽 (803)은, 적어도 유리 조성물과 충전재를 포함하는 재료를 500 내지 600 ℃에서 소결한 구조체로 이루어지며, 통상 스트라이프상 또는 박스상의 구조체이다. 또한, 배면관 (802)의 어드레스 전극 (810)은, 전면관 (801)의 표시 전극 (809)에 대하여 직교하도록 형성되어 있다.
- [0149] 격벽 (803)에 의해 구획된 미소 공간(셀 (805))에는 형광체가 충전되어 있다. 셀 (805) 중의 형광체는, 형광체 용의 페이스트를 셀 (805)에 충전하여 450 내지 500 ℃에서 소성함으로써 형성된다. 적색 형광체 (806)이 충전된 셀과 녹색 형광체 (807)이 충전된 셀과 청색 형광체 (808)이 충전된 셀의 3색의 셀로 1 화소가 구성된다. 각 화소는, 표시 전극 (809)와 어드레스 전극 (810)에 가해지는 신호에 따라 다양한 색을 발광한다.
- [0150] 밀봉 부착 재료 (804)는, 디스펜서법이나 인쇄법 등에 의해 전면관 (801) 또는 배면관 (802) 중 어느 한쪽 주연부에 사전에 도포된다. 도포된 밀봉 부착 재료 (804)는, 형광체 (806) 내지 (808)의 소성과 동시에 가(假)소성되는 경우도 있다. 도포된 밀봉 부착 재료를 가소성함으로써 유리 밀봉 부착부의 기포를 현저히 감소시킬 수 있으며, 신뢰성이 높은(즉, 기밀성이 높은) 유리 밀봉 부착부가 얻어지기 때문이다.
- [0151] 전면관 (801)과 배면관 (802)의 밀봉 부착은 각각 제작한 전면관 (801)과 배면관 (802)를 정확하게 위치 정렬하면서 대향시켜 배치하고, 420 내지 500 ℃로 가열하여 행해진다. 이 때, 가열하면서 셀 (805) 내부의 가스를 배기하여 희가스를 대신 봉입함으로써, 전자 부품으로서의 플라즈마 디스플레이 패널이 완성된다. 또한, 밀봉 부착 재료의 가소성시나 유리 밀봉 부착시에 봉재 재료 (804)가 표시 전극 (809)나 어드레스 전극 (810)과 직접적으로 접촉하는 경우가 있지만, 전극 배선 재료와 밀봉 부착 재료가 화학 반응하지 않도록 구성되어 있는 것이 중요하다.
- [0152] 플라즈마 디스플레이 패널의 셀 (805)를 점등(발광)하기 위해서는, 점등시키고자 하는 셀 (805)의 표시 전극 (809)와 어드레스 전극 (810) 사이에 전압을 인가하여 셀 (805) 내에 어드레스 방전을 행하고, 희가스를 플라즈마 상태로 여기하여 셀내에 벽 전하를 축적한다. 이어서, 표시 전극쌍에 일정한 전압을 인가함으로써, 벽 전하가 축적된 셀에만 표시 방전이 일어나 자외선 (811)을 발생시킨다. 또한, 이 자외선 (811)을 이용하여 형광체 (806) 내지 (808)을 발광시킴으로써 화상 정보가 표시된다.
- [0153] 여기서, 표시 전극 (809)나 어드레스 전극 (810)으로서는 양호한 전기적 성질과 제조 중의 내산화성을 고려하여 은 후막의 전극 배선이 종래부터 사용되었다. 표시 전극 (809) 및 어드레스 전극 (810)의 형성은 스퍼터링법에 의해서도 가능하지만, 제조 비용의 감소를 위해서는 인쇄법이 유리하다. 또한, 유전체층 (812), (813)은 통상 인쇄법으로 형성된다. 또한, 인쇄법으로 형성되는 표시 전극 (809), 어드레스 전극 (810), 유전체층 (812), (813)은, 산화 분위기 중 450 내지 620 ℃의 온도 범위에서 소성되는 것이 일반적이다.
- [0154] 상술한 바와 같이, 은 후막의 전극 배선은 은이 마이그레이션 현상을 일으키기 쉽다는 문제점이 있음과 동시에 재료 비용이 높다는 문제점이 있다. 이들의 문제점을 해결하기 위해서는, 은 후막의 전극 배선으로부터 구리 후막의 전극 배선으로의 변경이 바람직하다. 그러나, 구리 후막의 전극 배선으로 변경하기 위해서는, 산화 분

위기 중에서의 소성시에 구리가 산화되어 전극 배선의 비저항이 증대되지 않는다는 것, 전극 배선과 유전체층이 화학 반응하지 않는다는 것, 형성한 전극 배선의 근방에 공극(기포 등)이 발생하여 전기적 내압성이 저하되지 않는다는 것 등의 조건을 만족할 필요가 있다.

[0155] (플라즈마 디스플레이 패널의 제작)

[0156] 본 발명에 따른 플라즈마 디스플레이 패널을 제작하였다. 우선, 상술한 실시예 4에서 검토한 B5의 도전성 페이스트를 사용하여 스크린 인쇄법에 의해 전면판 (801)과 배면판 (802)의 전체면에 도포하고, 대기 중 150 °C에서 건조하였다. 포토리소그래피에 의해 도포막의 여분의 개소를 제거하여 전극 배선을 패터닝하고, 그 후 대기 중 600 °C에서 30분간 소성하여 표시 전극 (809)와 어드레스 전극 (810)을 형성하였다.

[0157] 이어서, 블랙 매트릭스 (815)나 유전체층 (812), (813)을 각각 도포하고, 대기 중 610 °C에서 30분간 소성하였다. 이와 같이 하여 제작한 전면판 (801)과 배면판 (802)를 대향시켜 배치하고, 외연부를 유리 밀봉 부착하여 도 9에 나타낸 바와 같은 구조를 갖는 플라즈마 디스플레이 패널을 제작하였다.

[0158] (플라즈마 디스플레이 패널의 평가)

[0159] 본 발명에 따른 도전성 페이스트를 사용하여 형성한 전극 배선(표시 전극 (809)과 어드레스 전극 (810))은, 소성 중의 산화에 의한 변색은 확인되지 않았다. 또한, 표시 전극 (809)와 유전체층 (812)의 계면부나 어드레스 전극 (810)과 유전체층 (813)의 계면부에 공극의 발생도 관찰되지 않았으며, 외관상 양호한 상태로 플라즈마 디스플레이 패널을 제작할 수 있었다.

[0160] 이어서, 제작한 플라즈마 디스플레이 패널의 점등 실험을 행하였다. 표시 전극 (809) 및 어드레스 전극 (810)의 비저항이 증가되지 않았다. 또한, 전기적 내압성을 저하시키지 않고 패널을 점등할 수 있었다. 또한, 은 후막의 전극 배선과 같은 마이그레이션 현상도 발생하지 않았으며, 그 이외에 특별히 지장이 있는 점은 관찰되지 않았다. 이상의 점으로부터, 본 발명의 도전성 페이스트는 플라즈마 디스플레이 패널의 전극 배선으로서 적용할 수 있다는 것이 확인되었다. 또한, 고가인 은 후막의 전극 배선의 대체가 될 수 있기 때문에 비용 감소에도 크게 공헌할 수 있다.

[0161] 실시예 9

[0162] [다층 배선 기관으로의 적용에 대한 검토]

[0163] 본 실시예에서는, 본 발명에 따른 전자 부품으로서 다층 배선 기관에 적용한 예에 대하여 설명한다. 도 10은, LTCC(Low Temperature Co-fired Ceramics)의 다층 배선 기관(5층)의 소성 전의 구조예를 나타내는 단면 모식도이다. 도 10에 나타낸 바와 같이, 다층 배선 기관 (90)은 배선(배선용 도전성 페이스트 (91))이 삼차원적으로 형성되어 있는 배선 기관이다. 이하, 도 10을 참조하면서 설명한다.

[0164] 다층 배선 기관의 제조는, 통상 다음과 같은 절차로 행해진다. 우선, 유리 분말과 세라믹 분말과 바인더를 포함하는 그린 시트 (92)를 준비하고, 원하는 위치에 관통 구멍 (93)을 뚫는다. 관통 구멍 (93)이 뚫린 그린 시트 (92)에 대하여 배선용 도전성 페이스트 (91)을 원하는 배선 패턴에 인쇄법으로 도포함과 동시에, 관통 구멍 (93)에도 충전한다. 필요에 따라 그린 시트 (92)의 이면에도 배선용 도전성 페이스트 (91)을 인쇄법으로 도포한다. 그린 시트 (92)의 이면에 도포하는 경우에는, 표면에 도포한 배선용 도전성 페이스트 (91)을 건조시킨 후 행한다.

[0165] 소정의 배선 패턴을 형성한 복수의 그린 시트 (92)를 적층하고, 일체로 소성함으로써 LTCC의 다층 배선 기관이 제조된다. 또한, 소성 조건으로서, 대기 중에서 900 °C 전후의 온도가 일반적이다. 또한, 배선용 도전성 페이스트로서는, 양호한 전기적 성질과 제조 중의 내산화성을 고려하여 은의 도전성 페이스트가 통상 사용되고 있다.

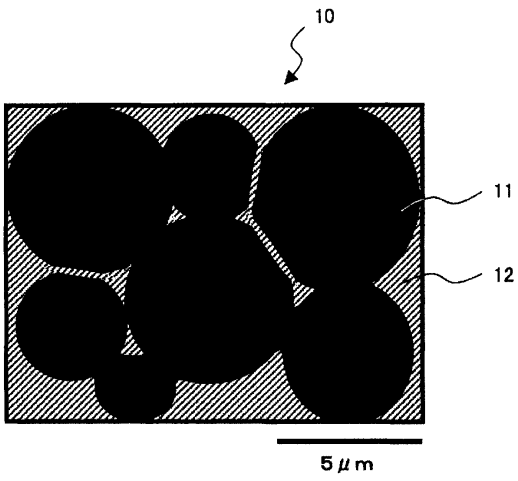
[0166] 마이그레이션 현상의 대책에 유리할 뿐만 아니라 염가인 구리의 도전성 페이스트를 사용한 검토도 행해지고 있다. 그러나, 구리 입자의 산화 방지를 목적으로서 질소 분위기 중에서 소성되기 때문에, 도전성 페이스트 (91)이나 그린 시트 (92) 중의 바인더의 소성 제거(탈바인더)를 양호하게 행할 수 없었으며, 치밀한 다층 배선 기관을 얻는 것이 어려웠다.

[0167] 또한, 구리를 사용한 종래의 도전성 페이스트에서는, 소성 중에 그린 시트 (92)와 도전성 페이스트 (91)이 접하는 부분에서 유리상이 연화·유동하기 쉽고, 구리 입자가 산화되고, 전극 배선의 비저항이 증대된다는 문제점이 있었다. 또한, 유리상과의 화학 반응에 의해 상기 계면부에 공극이 발생하는 경우가 있었다.

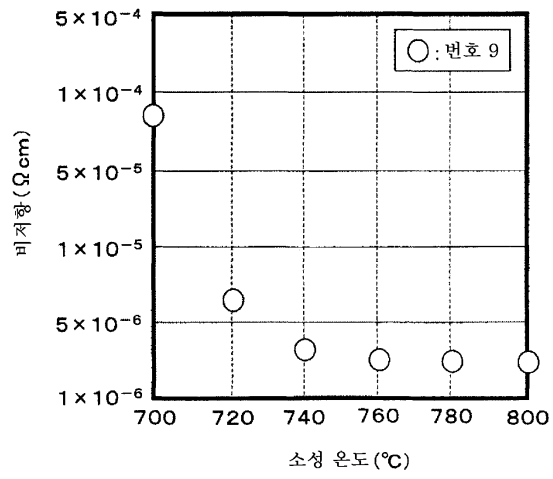
- [0168] (다층 배선 기판의 제작)
- [0169] 본 발명에 따른 다층 배선 기판을 제작하였다. 배선용 도전성 페이스트 (91)로서는, 실시예 4에서 검토한 B5의 도전성 페이스트를 사용하고, 상술한 바와 동일한 절차로 도 10에 나타낸 바와 같은 다층 배선의 적층체를 형성하여 도 11에 나타낸 온도 스케줄로 소성하였다. 도 11은, 본 발명에 따른 다층 배선 기판을 소성하는 온도 스케줄의 한 예이다. 도 11에 나타낸 바와 같이, 실온에서부터 700 °C까지의 승온 과정은 대기 중에서 하고, 700 내지 900 °C의 온도 범위(60분간 유지를 포함함)를 질소 분위기 중에서 하고, 700 °C에서부터 실온까지의 강온 과정을 다시 대기 중에서 하였다. 또한, 소성의 온도 스케줄은 도 11로 한정되는 것은 아니다.
- [0170] (다층 배선 기판의 평가)
- [0171] 제작한 다층 배선 기판에서 전극 배선의 비저항을 측정할 바, 설계대로의 값이 얻어졌다. 이것은, 배선용 도전성 페이스트의 금속 입자가 산화되지 않았다는 것을 나타내고 있다. 이어서, 제작한 다층 배선 기판의 단면 관찰을 행하였다. 그 결과, 제작한 다층 배선 기판은 충분히 치밀하게 소성되어 있었다. 이것은, 700 °C까지의 승강 과정에서 대략 완전하게 탈바인더가 완료되었기 때문인 것으로 생각되었다. 또한, 유리상과 전극 배선의 화학 반응에 의한 계면 근방에서의 공극도 발생하지 않았다는 것이 확인되었다. 이상의 점으로부터, 본 발명의 도전성 페이스트는 다층 배선 기판의 전극 배선으로서 적용할 수 있다는 것이 확인되었다. 또한, 고가인 은 후막의 전극 배선의 대체가 될 수 있기 때문에, 비용 감소에도 크게 공헌할 수 있다.
- [0172] 실시예 10
- [0173] [은 입자를 사용한 도전성 페이스트에 대한 검토]
- [0174] 본 실시예에서는, 도전성 페이스트에 함유시키는 금속 입자로서 순은 분말을 사용한 도전성 페이스트를 제작하고, 이것을 수광면 전극 배선용으로서 실시예 6과 마찬가지로 태양 전지 패널에 적용한 예에 대하여 설명한다. 도전성 페이스트에 함유시키는 금속 입자로서 평균 입경 1 μm의 순은 분말을 준비하고, 실시예 1과 마찬가지로 금속 입자가 90 부피%, 유리 시료 번호 9의 도전성 유리 분말이 10 부피%가 되도록 혼합한 분말에 바인더 수지와 용제를 더 첨가·혼련하여 도전성 페이스트를 제작하였다. 제작한 도전성 페이스트를 사용하여, 실시예 6과 동일한 조건으로 태양 전지 패널을 제작하였다.
- [0175] (결과와 고찰)
- [0176] 상기에서 제작한 태양 전지 패널에 대하여, 실시예 6과 마찬가지로 각종 시험 평가를 행하였다. 제작한 태양 전지 패널은, 수광면에서는 수광면 전극 배선 (64)와 반도체 기판 (61)이 전기적으로 접속되어 있는 것을 확인하였다. 또한, 이면에서는 전극 성분 확산층 (67)이 형성되고, 반도체 기판 (61)과 집전 전극 배선 (65) 및 출력 전극 배선 (66) 사이에 음 접촉이 얻어져 있는 것을 확인하였다.
- [0177] 이어서, 제작한 태양 전지 패널에 대하여 온도 85 °C, 상대 습도 85 %의 고온 고습 시험을 1000 시간 동안 실시하였다. 그 결과, 전극 배선의 배선 저항이나 반도체 기판과의 접촉 저항이 커지지 않았다. 또한, 제작한 태양 전지 패널에서의 발전 효율을 시험 평가한 바, 전극 배선으로서 Pb계 유리상과 은 입자를 사용한 종래의 태양 전지 패널과 동등한 발전 효율이 얻어졌다. 본 실시예로부터, 도전성 페이스트 및 그에 의해 형성된 전극 배선에 함유시키는 금속 입자로서, 종래와 같이 은 입자를 사용하여 전극 배선을 형성한 경우에도 사용할 수 있으며, 태양 전지 패널로서 적용할 수 있다는 것이 분명해졌다. 또한, RoHS 지령의 금지 물질(예를 들면 Pb 등)을 포함하지 않기 때문에, 환경 보호에 대해서도 공헌할 수 있다.

도면

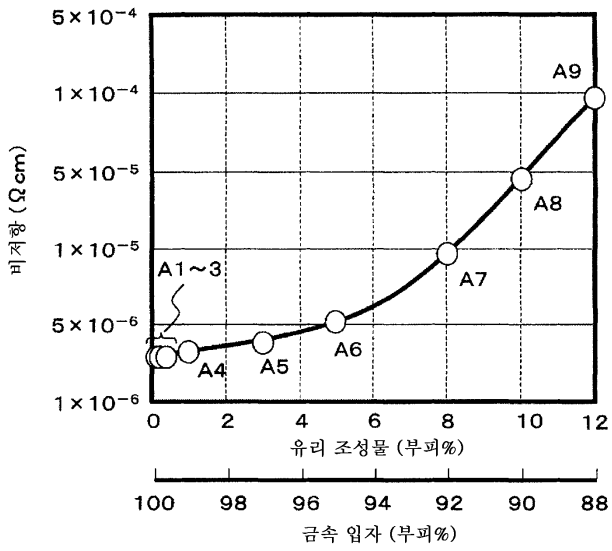
도면1



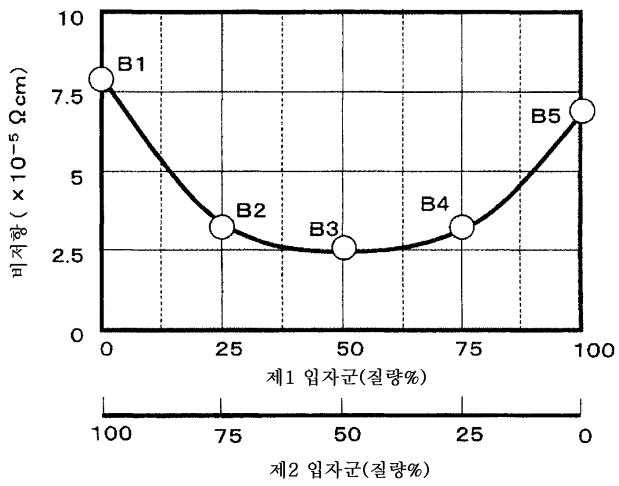
도면2



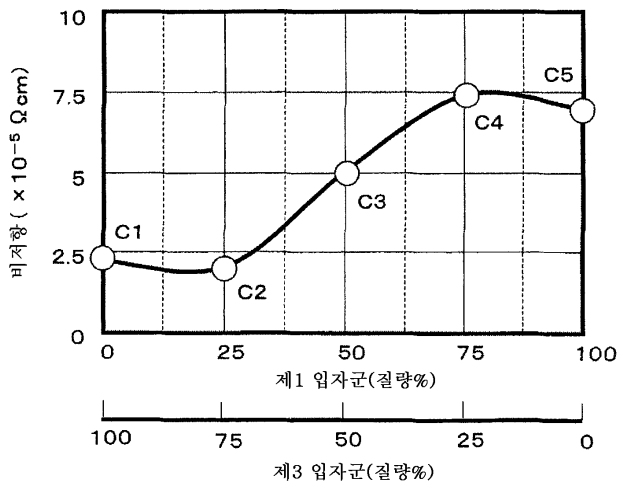
도면3



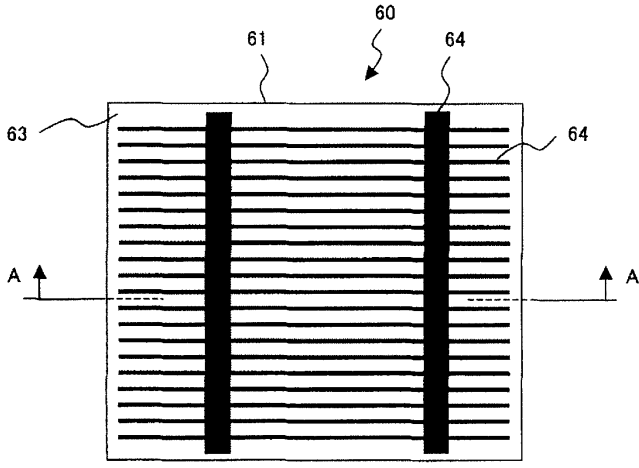
도면4



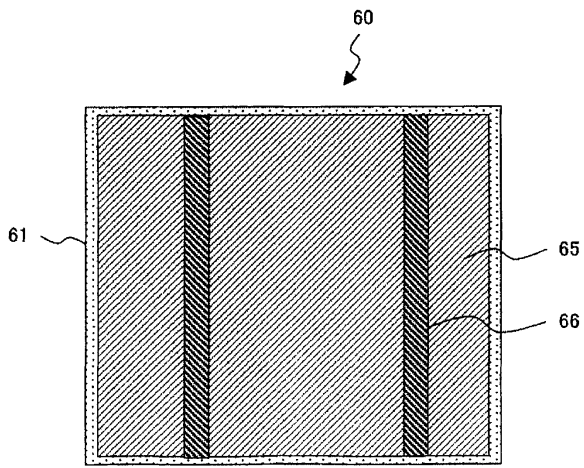
도면5



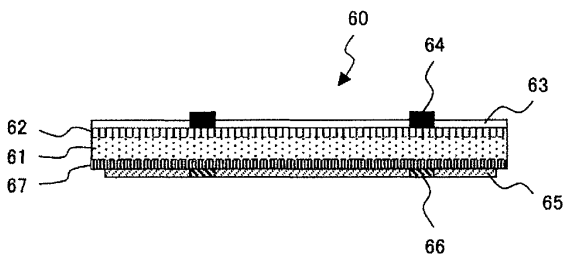
도면6



(a)

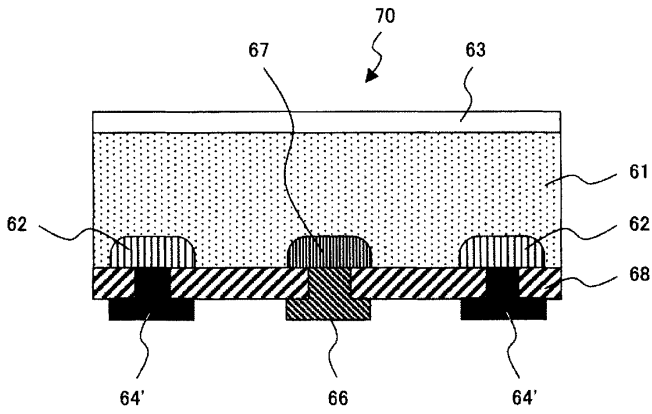


(b)

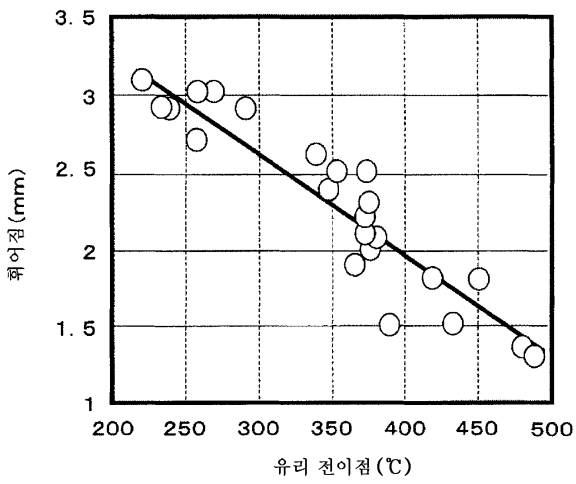


(c)

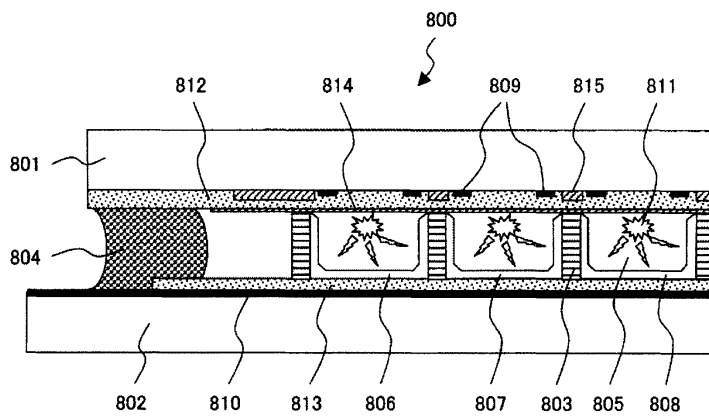
도면7



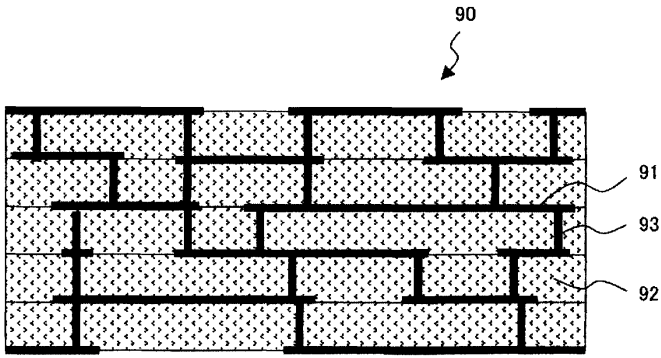
도면8



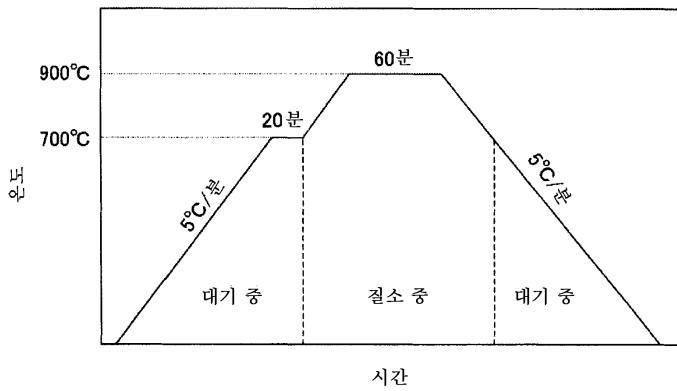
도면9



도면10



도면11



도면12

