



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월17일
 (11) 등록번호 10-1961123
 (24) 등록일자 2019년03월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B05D 7/24 (2006.01) *B05D 3/00* (2006.01)
C04B 41/51 (2006.01) *C04B 41/88* (2006.01)
C09D 1/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
B05D 7/24 (2013.01)
B05D 3/007 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0077822

(22) 출원일자 2018년07월04일

심사청구일자 2018년07월04일

(56) 선행기술조사문헌

JP2009253196 A*

JP2737292 B2*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한문수

전라북도 전주시 완산구 새터로 74, 102동 1505호
 (서신동, 중흥아파트)

(72) 발명자

한문수

전라북도 전주시 완산구 새터로 74, 102동 1505호
 (서신동, 중흥아파트)

정영성

경기도 용인시 기흥구 중부대로55번길 11, 119동
 301호(영덕동, 영통 빌리지)

(74) 대리인

이은철, 김중호

전체 청구항 수 : 총 8 항

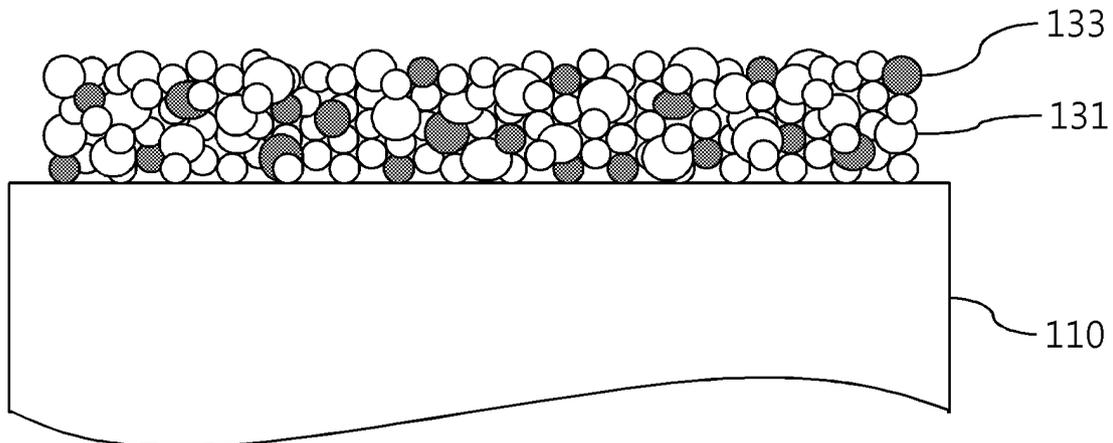
심사관 : 김민정

(54) 발명의 명칭 **세라믹 메탈라이징 기판과 그 제조 방법**

(57) 요약

본 발명은 세라믹 메탈라이징 기판과 그 제조 방법에 관한 것이다. 본 발명은 세라믹 메탈라이징 기판을 제조하는 방법에 있어서, 구리 파우더와 금속 산화물을 혼합하여 구리 페이스트를 제조하는 공정과, 세라믹 기판의 상면에 구리 페이스트를 도포하는 공정과, 구리 페이스트를 소결하여 세라믹 기판의 상면에 구리 금속화 층을 형성하는 공정을 포함한다. 본 발명에 의하면, 치밀하고 접합강도가 크며 불순물이 적으면서도 얇은 구리 금속화 층을 세라믹 기판 위에 형성할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C04B 41/5127 (2013.01)

C04B 41/88 (2013.01)

C09D 1/00 (2013.01)

B05D 2203/30 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

세라믹 메탈라이징 기판을 제조하는 방법에 있어서,
 구리 파우더와 금속 산화물과 용제를 혼합하여 구리 페이스트를 제조하는 공정과,
 세라믹 기판의 상면에 상기 구리 페이스트를 도포하는 공정과,
 상기 구리 페이스트를 소결하여 상기 세라믹 기판의 상면에 구리 금속화 층을 형성하는 공정을 포함하며,
 상기 금속 산화물은 산화구리(II)(CuO) 파우더와 산화구리(I)(Cu₂O) 파우더로 이루어진 군에서 선택되어지는 어느 하나 또는 둘의 혼합물이고,
 상기 구리 페이스트는 용제를 제외한 조성물 총 100 중량%를 기준으로, 산소 함량은 0.11 중량% 내지 0.78 중량%이고 구리 함량은 99 중량% 이상이 되도록, 상기 구리파우더와 상기 금속 산화물을 혼합하여 제조하는 것을 특징으로 하는 세라믹 메탈라이징 기판의 제조 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 금속 산화물은 구리 파우더의 외곽 표면에 산화구리 층이 코팅된 모양으로 형성된 것을 특징으로 하는 세라믹 메탈라이징 기판의 제조 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 구리 파우더의 직경의 크기는 0.1 내지 10.0 μm이고, 상기 금속 산화물의 직경의 크기는 5.0 μm 이하인 것을 특징으로 하는 세라믹 메탈라이징 기판의 제조 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 세라믹 기판은 Al₂O₃ 또는 ZrO₂ 으로 제작된 금속 산화물계 세라믹 기판인 것을 특징으로 하는 세라믹 메탈라이징 기판의 제조 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 세라믹 기판은 AlN 또는 Si₃N₄ 으로 제작된 비금속 산화물계 세라믹의 표면을 산화 처리한 것을 특징으로 하는 세라믹 메탈라이징 기판의 제조 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 페이스트를 도포하는 공정은 스크린 프린트법, 스프레이법, 3D 프린트법으로 구성된 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나를 사용하는 것을 특징으로 하는 세라믹 메탈라이징 기판의 제조 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 소결 공정은 진공 또는 환원 분위기에서 1065 내지 1083 °C의 온도로 수행되는 것을 특징으로 하는 세라믹 메탈라이징 기관의 제조 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

무전해도금, 전해도금, 스퍼터링, 인쇄로 구성된 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나의 방법으로 구리 금속화 층을 후막화하는 공정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 세라믹 메탈라이징 기관의 제조 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 세라믹 메탈라이징 기관과 그 제조 방법에 관한 것으로서, 특히 금속 산화물을 포함하는 구리 파우더로 구리 금속화 층을 형성한 세라믹 메탈라이징 기관과 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 세라믹은 비금속 고체를 가열후 냉각시켜 만든 무기화합물의 일종이다. 일반적으로 세라믹 재료는 전기를 잘 전도하지 않을 뿐만 아니라 고온에서도 잘 견디기 때문에, 전자재료 및 정밀기계 재료 등 다양한 용도에 쓰이고 있다.

[0003] 세라믹 재료 중 산화 알루미늄(알루미나, Al_2O_3), 질화 알루미늄(AlN), 질화 규소(Si_3N_4) 등은 열전도가 높을 뿐만 아니라, 고온에서의 재료 안정성이 뛰어나다. 따라서 LED(Light Emitting Diode)나 파워 반도체와 같이 많은 열이 발생하는 부품에서 열을 효율적으로 방출하고 내구성을 향상시키기 위해 사용된다.

[0004] 세라믹을 전자부품의 기관으로 사용하기 위해서는, 한면 또는 양면에 구리 등의 금속성 전도체를 접합한 형태로 세라믹 기관을 제작하고, 스크린프린팅, 리소그래피 등을 이용하여 주어진 패턴으로 구리 배선을 형성할 수 있다.

[0005] 한편, 비금속인 세라믹 기관에 금속인 구리층을 부착시켜 접착력을 갖도록 하는 것은 용이하지 않다. 따라서 세라믹 표면에 금속화 층을 형성한 세라믹 금속화(metalizing) 기관을 제조하는 공정들이 다양하게 개발되고 있다.

[0006] 직접 접합법(Direct Bonded Copper; DBC)은 구리(Cu) 금속 산화물과 Al_2O_3 와의 공정 반응을 이용하여 구리관을 직접 Al_2O_3 에 접착시키는 방법이다. AlN 등의 질화물계 세라믹은 고온에서 표면에 산화층(Al_2O_3)을 형성하는 공

정을 먼저 실시한 후 적용할 수 있다.

- [0007] DBC법에서는 구리판을 고온에서 산화시켜 표면에 산화구리 층을 만들어야 한다. 따라서 세라믹 기판에 구리판을 접합시키기 위해서는 산소 분압이 제어된 환원 분위기의 고온로가 필요하다. 또한, 구리판에 균일하게 산화층을 만들어야 하므로, 판형 재료의 특성상 너무 얇으면 공정을 진행시키는 데 제약이 있다. 따라서 DBC법은 100 μ m이하의 구리층을 만들기에 적합하지 않고, 일반적으로 약 100 μ m이상의 구리층을 만들 때 사용한다.
- [0008] 공개특허공보 제10-2014-0026632호 (금속 산화물계 세라믹스 회로 기판의 제조 방법 및 금속 산화물계 세라믹스 회로 기판)에는 금속 산화물계 세라믹스 기판 상에 동판을 배치하여 적층체를 형성하고, 이를 가열하여, 금속 산화물계 세라믹스 기판과 동판을 일체로 접합하는 방법이 개시되어 있다.
- [0009] 브레이징법은 세라믹과 구리 사이에 브레이징 합금을 두고 고온에서 열처리하는 방법이다. 고온에서 열처리하는 동안 브레이징 합금 내 소량 함유된 Ti, Zr 등이 AlN과 반응하여 중간층이 형성되고 이 중간층은 계면의 접합력을 증가시키게 된다.
- [0010] Ag-Cu-Ti계 브레이징 합금을 사용하는 경우, 고가의 Ag 및 ti가 함유된 페이스트(paste)를 접합제로 사용하고, 진공 분위기에서 접합해야 하며, 패딩 제작시 Ag/ti의 추가적인 제거가 필요하기 때문에 장치비 및 공정비가 증가하는 단점이 있다. 그리고 Ti 사용으로 용융된 브레이징제와 세라믹스 기판의 젖음성이 향상되는 반면에, 접합 계면에 Ti와의 반응물(TiO₂, TiN 등)이 형성되는데 이는 단단하여 깨지기 쉽기 때문에, 냉열 사이클 부하 시에 세라믹스 기판에 균열이 발생할 우려가 있다.
- [0011] DPC(Direct Plating Copper)법은 세라믹 기판에 스퍼터(sputter) 장치를 이용하여 금속화 중간층(seed, 보통 Ti)을 형성하고, 무전해 도금, 인쇄방법 등을 통해 금속 층을 추가적으로 형성시킨 후에, 전기도금으로 구리 층을 원하는 두께로 형성한다. 높은 원재료비용, 고가의 스퍼터 장치, 배치(batch) 생산으로 인산 생산성 저하 등의 문제가 있다.
- [0012] 페이스트(paste)법은 Cu파우더와 무기물을 혼합하여 파우더 또는 페이스트 형태로 일정 두께를 도포 후, 고온 산화/환원 분위기에서 소결하여 금속화 층을 형성하는 방법이다. 이 방법은 Cu금속화 층을 형성시키기 위해 무기물을 혼합하여 사용하는 데, 무기물은 불순물로 Cu의 순도를 저하시켜 이로 인해 전기 및 열적 특성이 저하되는 문제가 있다.
- [0013] 등록특허공보 제10-1766426호 (구리층 제조 방법)에서는 구리 포메이트(Cu(COOH)₂) 분말을 제조후, 구리 포메이트계 페이스트를 제조하여 스크린 프린팅 공법으로 세라믹 기판상에 인쇄한 후에, 질소분위기에서 열처리하여 구리층을 형성하는 공정이 개시되어 있다. 그러나 이 경우 구리층이 세라믹 기판과 강한 접착력을 얻기 어려운 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0014] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2014-0026632호
- (특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제10-1766426호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명은 세라믹 기판 위에 치밀한 구조를 가지는 구리 금속화 층을 제조하는 방법을 제공하는 것을 일 목적으로 한다.
- [0016] 또한 본 발명은 세라믹 기판과 높은 접합강도를 가지는 구리 금속화 층을 제조하는 방법을 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.
- [0017] 또한 본 발명은 구리 함량이 높은 구리 금속화 층을 세라믹 기판에 제조하는 방법을 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

[0018] 또한 본 발명은 이러한 방법으로 제조된 구리 세라믹 접합체를 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0019] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명은 세라믹 메탈라이징 기판을 제조하는 방법에 있어서, 구리 파우더와 금속 산화물을 혼합하여 구리 페이스트를 제조하는 공정과, 세라믹 기판의 상면에 상기 구리 페이스트를 도포하는 공정과, 상기 구리 페이스트를 소결하여 상기 세라믹 기판의 상면에 구리 금속화 층을 형성하는 공정을 포함하는 것을 일 측면으로 한다.

[0020] 바람직하게는, 상기 금속 산화물은 산화구리(II)(CuO), 산화구리(I)(Cu₂O), 산화철(II)(FeO), 산화철(III)(Fe₂O₃), 산화철(II, III)(Fe₃O₄)로 구성된 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함한다. 또는 상기 금속 산화물은 구리 파우더의 표면에 산화구리 층을 구비한다.

[0021] 바람직하게는, 상기 구리 파우더의 직경의 크기는 0.1 내지 10.0 μm이고, 상기 금속 산화물의 직경의 크기는 5.0 μm 이하이다.

[0022] 바람직하게는, 상기 세라믹 기판은 Al₂O₃ 또는 ZrO₂ 으로 제작된 금속 산화물계 세라믹 기판이다. 또는 상기 세라믹 기판은 AlN 또는 Si₃N₄ 으로 제작된 비금속 산화물계 세라믹의 표면을 산화 처리한 것이다.

[0023] 바람직하게는, 상기 페이스트를 도포하는 공정은 스크린 프린트법, 스프레이법, 3D 프린트법으로 구성된 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나를 사용한다. 또한, 상기 소결 공정은 진공 또는 환원 분위기에서 1065 내지 1083 °C의 온도로 수행된다. 또한, 무전해도금, 전해도금, 스퍼터링, 인쇄로 구성된 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나의 방법으로 구리 금속화 층을 후막화하는 공정을 더 포함한다.

[0024] 또한, 본 발명은 세라믹 메탈라이징 기판에 있어서, 열전도도가 20 W/mK 이상인 세라믹 기판과, 상기 세라믹 기판의 상면에 형성된 구리 금속화 층을 포함하고, 상기 구리 금속화 층은 그레인 구조를 가지고, 상기 그레인은 평균 직경이 5 내지 50 μm이며, 상기 구리 금속화 층의 두께는 1 내지 100 μm 인 것을 다른 측면으로 한다.

[0025] 바람직하게는, 상기 구리 금속화 층과 상기 세라믹 기판 사이의 접합강도는 4 N/mm 이상이다. 또한, 상기 구리 금속화 층은 구리 함량이 95% 이상이다.

발명의 효과

[0026] 상기와 같은 본 발명에 따르면, 구리 파우더와 금속 산화물에 의한 공용접합을 이용하므로, 세라믹 기판 위에 두께가 얇고 그레인 크기가 크며 치밀한 구조를 가지는 구리 금속화 층을 제조할 수 있다. 또한 본 발명에 따르면, 구리 금속화 층이 치밀한 구조를 가지므로, 세라믹 기판에 높은 접합강도를 가지는 구리 금속화 층을 형성할 수 있다. 또한 본 발명에 따르면, 페이스트에 플럭스를 사용하지 않아서, 구리 함량이 높은 구리 금속화 층을 세라믹 기판에 제조할 수 있으므로, 구리층의 도전성이 큰 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 메탈라이징 기판 제조 방법을 나타내는 순서도이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 메탈라이징 기판 제조 공정 중 세라믹 기판에 구리 페이스트가 도포된 상태를 나타내는 단면도이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 메탈라이징 기판이 방열판에 부착되어 사용되는 모습을 나타내는 단면도이다.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 메탈라이징 기판의 그레인 사이즈를 종래기술과 비교하는 사진이다.
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 메탈라이징 기판의 구리 금속화 층의 접착력을 테스트하는 방법을 나타내는 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 상술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 후술되어 있는 상세한 설명을 통하여 보다 명확해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이

본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

- [0029] 이하, 첨부된 도면들을 함께 참조하여 본 발명에 따른 실시예를 상세히 설명한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 메탈라이징 기판 제조 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0031] 우선, 구리 파우더와 금속 산화물의 혼합물을 용제에 섞어서 구리 페이스트(paste)를 제조한다(S110). 구리 페이스트는 구리 파우더, 구리금속 산화물, 용제를 포함한다. 구리 페이스트에는 플럭스 등 별도의 무기물이 포함되지 않기 때문에, 불순물을 최소화할 수 있고, 소결된 이후에도 구리의 함량이 충분히 높아 양호한 전도도를 가진다.
- [0032] 파우더의 직경의 크기는 중앙값 직경인 D_{50} 으로 나타낼 수 있다. 중앙값 직경 D_{50} 은 입자의 크기를 순서대로 나열했을 때 가운데(50%) 위치하는 입자의 크기에 해당한다. 본 명세서에서 특별히 언급하지 않는 경우 직경은 D_{50} 값을 의미한다.
- [0033] 구리 파우더의 직경의 크기(D_{50})는 $10.0 \mu\text{m}$ 이하인 것이 바람직하다. $10 \mu\text{m}$ 보다 입자의 직경이 커지면 불균일성이 커지며 금속 산화물이 골고루 섞이지 않는 문제가 발생할 수 있다. 입자 균일도를 높여서 구리 금속화 층의 균일성을 향상시키기 위해서 구리 파우더와 구리 산화물 파우더의 직경의 크기는 $0.1 \mu\text{m}$ 이상이 바람직하다. 금속 산화물의 직경의 크기는 $5.0 \mu\text{m}$ 이하로 하며, 구리 파우더의 최대 직경보다 작도록 하여, 구리 파우더와 골고루 섞이도록 한다. 금속 산화물로는 산화구리(II)(CuO), 산화구리(I)(Cu₂O), 산화철(II)(FeO), 산화철(III)(Fe₂O₃), 산화철(II,III)(Fe₃O₄) 등을 사용할 수 있다.
- [0034] 또한 구리 파우더의 표면을 산화시켜 제조한 금속 산화물을 사용할 수도 있는데, 이렇게 제조된 금속 산화물은 구리 파우더의 외곽 표면에 산화구리 층이 코팅된 모양으로 형성된다.
- [0035] 다음으로, 제조된 구리 페이스트를 세라믹 기판위에 도포한다(S130). 세라믹 기판은 금속 산화물계 세라믹 기판뿐만 아니라, 비금속 산화물계 세라믹 기판도 사용할 수도 있다. 금속 산화물계 세라믹 기판의 예로는 산화알루미늄(Al₂O₃), 산화지르코늄(ZrO₂) 등이 있다. 비금속 산화물계 세라믹 기판의 예로는 질화알루미늄(AlN), 질화규소(Si₃N₄) 등이 있다. 다만, 비금속 산화물계 세라믹 기판의 경우, 공정 반응시 구리와 접촉을 용이하게 하기 위하여 기판의 표면을 산화처리한 후에 사용하는 것이 바람직하다.
- [0036] 페이스트를 도포하는 방법으로는 스크린 프린트(인쇄)법, 스프레이법, 3D 프린트법 등을 사용할 수 있다. 전자회로 패턴이 형성되지 않은 구리 금속화 층을 형성한 후에는, 나중에 노광 및 식각 공정을 거쳐서 패턴을 형성할 수 있다. 전자회로 패턴이 미리 정해진 경우에는, 구리 페이스트를 도포할 때 전자회로 패턴을 미리 형성할 수도 있다.
- [0037] 구리 페이스트를 도포할 때, 구리층의 두께는 스핀의 각도, 이동속도 등을 바꾸어 조절할 수 있다. 도포하는 두께는 페이스트가 소성이 완료된 경우 형성되는 구리층의 두께가 1 내지 $100 \mu\text{m}$ 가 되도록 설정하는 것이 바람직하다. 너무 얇은 경우 두께의 불균일성이 증가하고, 너무 두꺼운 경우 생산성이 감소하기 때문이다.
- [0038] 다음으로, 구리 페이스트가 도포된 세라믹 기판을 소결로에 투입한다(S150). 소결로는 진공 또는 환원 분위기에 서, 1065 내지 $1083 \text{ }^\circ\text{C}$ 로 유지하여, 구리 파우더를 소결한다. 구리 파우더와 산소는 이러한 온도에서 공정 반응(eutectic reaction)을 일으켜 세라믹 기판에 접합된다.
- [0039] 구리가 고온에서 “액상” 이 되었을 때 산소가 없을 경우는, 마치 물과 기름과 같이 세라믹에 구리가 젖음(wetting)이 되지 않는다. 따라서 강한 접합이 이루어지지 않는다. 반면에, 산소가 있는 경우, 공정 반응이 일어나서 구리가 세라믹 기판에 강하게 결합할 수 있다. 즉, 브레이징 합금 등의 별도의 중간층이 없어도, 구리와 세라믹간의 강한 접합을 얻기 위해서는 일정량의 산소가 필요하다.
- [0040] 구리 파우더와 금속 산화물의 총 중량 중에서 산소 함량이 0.1 내지 1.0 중량% 인 것이 바람직하다. 산소 함량이 너무 작은 경우에는 충분한 접착력을 얻을 수 없으며, 산소 함량이 너무 많은 경우에는 가장자리가 녹는 등의 문제가 발생할 수 있다.
- [0041] 소결로에서 세라믹 기판을 꺼내서 냉각시키면, 세라믹 기판 위에 치밀한 구조를 가지는 구리 금속화 층이 형성된다(S170). 구리 금속화 층은 치밀한 구조를 가지면서, 세라믹 기판과 높은 접착강도를 가진다. 또한 플럭스 등을 포함하지 않으므로 구리함량이 높아서 전기전도도가 양호한 효과가 있다.

- [0042] 필요에 따라, 구리 금속화 층을 후막화하는 공정을 더 포함할 수 있다(S190). 후막화 공정은 전해도금, 무전해도금, 스퍼터링, 인쇄 등의 공정을 이용하여 구리 금속화 층 위에 추가로 구리층을 형성하는 것이다. 후막화 공정을 통해서 치밀화 및 전도도를 더욱 높일 수 있고, 위에 부착되는 전자부품과의 접착력을 향상시킬 수도 있다.
- [0043] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 메탈라이징 기판 제조 공정 중 세라믹 기판에 구리 페이스트가 도포된 상태를 나타내는 단면도이다. 세라믹 기판(110)위에 구리 파우더(131)와 금속 산화물(133)의 혼합물이 도포된 상태가 나타난다. 구리 파우더(131)의 직경의 크기는 10.0 μm 이하인 것이 바람직하다. 10 μm 보다 입자의 직경이 커지면, 불균일성이 커지며, 금속 산화물이 골고루 섞이지 않는 문제가 발생할 수 있다. 입자 균일도를 높여서 구리 금속화 층의 균일성을 향상시키기 위해서, 구리 파우더의 직경의 크기를 0.1 μm 이상으로 선택할 수 있다.
- [0044] 금속 산화물의 직경의 크기는 5.0 μm 이하로, 구리 파우더의 최대직경보다 작도록 하여, 구리 파우더와 골고루 섞이도록 한다. 입자 균일도를 높이기 위해, 금속 산화물 파우더의 직경의 크기를 0.1 μm 이상으로 선택할 수 있다.
- [0045] 고온의 소결로에 들어가면 구리 파우더와 금속 산화물이 녹기 시작한다. 금속 산화물의 산소는 내부보다는 외부 쪽으로 이동하게 되고, 세라믹 기판과 구리 용융액의 경계면에서 구리용융액의 젖음성을 향상시킨다. 따라서, 냉각이 되면 세라믹 기판에 강하게 접합된 구리 금속화 층을 얻을 수 있다.
- [0046] 한편 구리 금속화 층은 세라믹 기판과의 경계부근에 세라믹 기판과 산화구리의 반응물을 형성한다. 즉, 세라믹 기판 - 반응물 - 구리 금속화 층의 구조를 형성하여, 구리 금속화 층이 세라믹 기판에 단단하게 접착할 수 있다. 예를 들어, 알루미나(Al_2O_3) 기판을 사용하는 경우, 경계면에 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-CuO}$ 반응물이 형성되고, 그 위에 구리(Cu) 금속화 층이 형성된다. 이 경우 생성되는 반응물로는 CuAl_2O_4 , CuAlO_2 등이 있다.
- [0047] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 메탈라이징 기판이 방열판에 부착되어 사용되는 모습을 나타내는 단면도이다. 세라믹 기판(110)의 한쪽 면 위에 구리 금속화 층(130)이 접합되어 있고, 그 위에 전자부품(150)이 실장된 상태가 나타나 있다. 세라믹 기판(110)의 다른 쪽 면에는 방열판(170)이 부착되어 있다.
- [0048] 전자부품 중에서 LED나 전력용 반도체와 같이 많은 열이 발생하는 부품은 열을 효율적으로 방출하기 위하여 방열판과 연결하여야 한다. 따라서 방열판에 부착되는 기판은 열전도도가 20 W/mK 이상인 세라믹 기판을 사용하는 것이 바람직하다. 이러한 용도에 적합한 몇가지 세라믹 기판과 그 구체적인 열전도도 값을 살펴보면, 산화알루미늄(Al_2O_3)의 경우 24 ~ 28 W/mK 이고, 질화알루미늄(AlN)의 경우 150 ~ 250 W/mK, 질화규소(Si_3N_4)의 경우 70 ~ 80W/mK 로 상당히 높다.
- [0049] 구리 금속화층은 세라믹 기판과 충분한 접착강도를 가지는 것이 바람직하다. 악조건에서 작동하는 부품의 특성상 접합강도는 4 N/mm 이상인 것이 바람직하다. 이를 위해 세라믹 기판에 구리 파우더와 금속 산화물을 포함하는 구리페이스트를 이용하여 구리 금속화층을 제작한다.
- [0050] 세라믹 기판에 접합되는 구리 금속화층의 두께는 1 내지 100 μm 인 것이 바람직하다. 100 μm 이상으로 두꺼운 경우, 식각공정에 의해 패턴을 형성할 때, 제거해야하는 구리층의 양이 많아서 미세한 패턴을 형성하는 데 문제가 발생할 수 있다. 그리고 1 μm 이하로 얇은 경우, 구리층의 두께가 균일하게 하기 어려운 문제가 있다.
- [0051] **[실시예] 구리 페이스트 제조**
- [0052] 구리 페이스트는 구리 파우더와 산화구리 파우더를 용제와 혼합하여 제조한다. 구리 파우더로는 중앙값 직경(D_{50})이 2.0 ~ 2.5 μm 인 구리(Cu) 파우더를 사용하였고, 산화구리 파우더로는 중앙값 직경(D_{50})이 0.5 ~ 1.0 μm 인 Cu_2O 파우더를 사용하였다. 용제는 텍산올(texanol; $\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_3$)을 사용하였다.
- [0053] 표 1과 같이 구리 파우더와 산화구리 파우더를 다양한 조성비로 섞어서 구리 페이스트를 제조하였다. 전체 파우더 중에서 구리 파우더의 비율은 조건 1에서 99.5 중량% 이었고, 조건 8에서 91.0 중량% 이었다. 이 경우 전체 파우더 중에서 구리(Cu)함량은 조건 1에서 99.94 중량% 이었고, 조건 8에서 98.99 중량% 이었다. 구리 파우더 비율보다 구리(Cu)함량이 더 높은 이유는, 산화구리 파우더에도 구리가 함유되어 있기 때문이다.

표 1

| | 구리 파우더 (중량%) | 산화구리 파우더 (중량%) | 구리(Cu)함량 (중량%) | 산소(O)함량 (중량%) |
|------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|
| 조건 1 | 99.5 | 0.5 | 99.94 | 0.06 |
| 조건 2 | 99.0 | 1.0 | 99.89 | 0.11 |
| 조건 3 | 98.5 | 1.5 | 99.83 | 0.17 |
| 조건 4 | 98.0 | 2.0 | 99.78 | 0.22 |
| 조건 5 | 97.0 | 3.0 | 99.66 | 0.34 |
| 조건 6 | 95.0 | 5.0 | 99.44 | 0.56 |
| 조건 7 | 93.0 | 7.0 | 99.22 | 0.78 |
| 조건 8 | 91.0 | 9.0 | 98.99 | 1.01 |

[0054]

[0055]

[0056]

[0057]

[0058]

[0059]

[0060]

[0061]

[0062]

[0063]

[0064]

[0065]

[0066]

구리 페이스트의 점도가 너무 크거나 낮으면 스크린 인쇄하기가 어려워지므로, 구리 페이스트의 점도가 10,000 ~ 50,000 cps 가 되도록 용제를 첨가하였다. 구리 페이스트의 점도 또는 용제의 양은 스크린 인쇄 조건에 맞추어 조절할 수 있다.

[실시예] 구리 금속화 층 제조

구리 금속화 층을 형성하는 세라믹 기판으로는 알루미늄(Al₂O₃) 기판을 사용하였다. 세라믹 기판의 면적은 140 × 190 mm² 이었고, 두께는 0.635 mm 인 것을 사용하였다.

구리 페이스트를 세라믹 기판에 도포하는 방법으로는 스크린 인쇄 방법을 이용하였다. 스크린 인쇄 조건은 구리 페이스트 인쇄 두께에 맞추어 조절할 수 있다. 구리 페이스트의 인쇄 두께는 35 ~ 40 μm 가 되도록 스크린 인쇄 조건을 설정하였다. 스크린은 200 ~ 300 메쉬로 제작하였고, 스퀴즈를 각도 60 ~ 80° 로 100 ~ 150 mm/sec 의 속도로 이동시키면서 인쇄를 하였다.

스크린 인쇄가 완료되어 구리 페이스트가 도포된 세라믹 기판을 질소분위기를 가진 소결로 내에서 최대 온도 1,075 °C 로 10분 동안 소결하였다.

[비교예] 종래 방법으로 제조한 구리 금속화 층

실시예에 사용한 것과 동일한 구리 파우더에 플럭스(Flux)를 혼합하여 구리 페이스트를 제조하였다. 구리 금속화 층을 제조하기 위해 구리 파우더를 가열하는 경우, 구리 파우더의 표면에 산화물 층이 형성되어 기판과의 접촉이 원활하게 이루어지지 않는다. 따라서 플럭스를 이용하여 산화물 층의 생성을 억제할 수 있다. 플럭스의 재료로는 포타슘 테트라 보레이트(Potassium Tetraborate, K₂B₄O₇), 소듐 테트라 보레이트(Sodium tetraborate, Na₂B₄O₇)를 포함하는 붕산염과, 불화칼륨(Potassium Fluoride, KF), 염화칼륨(Potassium Chloride, KCl), 염화아연(ZnCl₂)을 포함하는 불화물 또는 염화물, 그리고 실리카(SiO₂), 산화아연(ZnO)을 포함하는 산화물 등을 사용할 수 있다. 비교예에서는 구리 파우더에 실리카(SiO₂)계 플럭스를 10% 첨가하여 구리 페이스트를 제조하였다.

플럭스를 혼합하여 제조한 구리 페이스트를 실시예에 사용한 것과 동일한 사양의 세라믹 기판에 스크린 인쇄를 하였다. 실시예의 스크린 인쇄 조건을 적용하여, 도포된 구리 페이스트의 두께가 실시예와 동일하게 되도록 하였다. 스크린 인쇄가 완료되어 플럭스가 포함된 구리 페이스트가 도포된 세라믹 기판을 산소 100 ppm 분위기를 가진 소결로 내에서 최대 온도 900 °C 로 10분 동안 소결하였다.

[실시예] 특성 평가

실시예와 비교예에 따른 구리 금속화 층의 표면 상태를 현미경으로 관찰하고 그레인(Grain) 크기를 비교하였다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 메탈라이징 기판의 그레인 사이즈를 종래기술과 비교하는 사진이다. 도 4의 (a)는 구리 파우더에 플럭스(Flux)를 혼합하고 900 °C, 산소 100ppm 수준의 분위기에서 소결하여 제조한 비교예의 표면 사진이고, (b)는 구리 파우더와 구리금속 산화물의 혼합물을 1075°C 환원 분위기에서 소결하여 제조한 실시예 중 조건 4의 표면 사진이다. 두 경우 모두 구리 파우더는 직경이 2 ~ 2.5 μm 인 구리 파우더를 사용하였고, 사진의 배율은 1,000 배이다.

도 4의 (a)는 구리입자의 성장이 거의 없으나, (b)의 경우는 입자성장이 많이 일어나 그레인(135) 및 그레인 경

계(Grain boundary)가 형성되어 있음을 알 수 있다. 즉, 본 실시예에 따르면, 종래기술 대비 구리 입자의 성장이 가능하여 세라믹 기관과의 강한 접착이 가능함을 알 수 있다.

[0067] 표 2는 소결 단계별 변화를 나타내는 표이다. 표 2에서 상대밀도는 소결체 이론밀도에 대한 비이고, 수축률은 소결 전 치수대비 소결 후 수축한 정도를 나타낸다. 소결 초기에는 넥 성장(Neck growth)이 일어나며, 구리 입자들 간에 그물망 구조가 형성된다. 소결 중기를 넘어가게 되면 구리 입자들이 치밀하게 성장하는 그레인 성장(Grain growth)이 일어난다.

표 2

| | 상대밀도 | 수축률 (%) | 비고 |
|-------|------------|-----------|--------------|
| 소결 초기 | 0.5 ~ 0.6 | 4 ~ 5 | Neck growth |
| 소결 중기 | 0.6 ~ 0.95 | 5 ~ 20 | Grain growth |
| 소결 말기 | 0.95 이상 | 10 ~ 20이상 | Grain growth |

[0069] 도 4의 (a)에서는 그레인 성장이 보이지 않으므로, 비교예는 충분한 접착강도가 보장되지 않는데 반해서, 본 실시예에 따른 (b)의 경우에는 그레인 성장에 의해 세라믹 기관과 구리 금속화 층 사이에 충분한 접착력이 보장될 수 있다. 이러한 결과는 표 1의 조건 2 내지 조건 8에서 모두 확인할 수 있었다.

[0070] 본 실시예에 따른 구리 금속화 층은, 그레인의 평균 직경이 5 μm 내지 50 μm 를 가진 것을 확인하였다. 그레인의 평균 직경은 1,000배 현미경 사진에 나타나는 그레인들의 지름을 측정한 후, 평균하여 측정하였다.

[0071] 그레인의 평균 직경이 5 μm 보다 작은 경우, 충분한 그레인 성장이 이루어지지 않아서 접착강도가 보장되지 않는다. 그레인의 평균 직경이 50 μm 보다 큰 경우, 소결온도나 시간이 과다하여 설비운용 및 생산성 문제가 있을 뿐 아니라 기관의 손상도 발생할 수 있다.

[0072] [실시예] 접착력 테스트

[0073] 본 실시예에 따라 제조된 구리 금속화 층은 접합강도가 높기 때문에 통상적인 측정방법으로는 정확한 접착력의 측정이 어렵다. 따라서 박리 가능하게 에칭된 구리 금속화 층에 구리박판을 접합하여 접착력 테스트를 실시하였다.

[0074] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 세라믹 메탈라이징 기관의 구리 금속화 층의 접착력을 테스트하는 방법을 나타내는 모식도이다. 도 5의 (a)는 세라믹 메탈라이징 기관의 구리 금속화 층이 에칭된 상태를 세라믹 기관의 위쪽에서 바라본 평면도이고, (b)는 세라믹 메탈라이징 기관의 에칭된 패턴 부위를 절단하여 옆에서 바라본 단면도이다.

[0075] 도면을 참조하여 테스트 방법을 자세히 살펴보면, 우선 구리 금속화 층(130)이 접합된 면적이 40×30 mm² 인 세라믹 기관(110)을 에칭하여 구리 금속화 층에 25×5 mm² 패턴(137)을 형성한다. 에칭된 패턴 위에는 패턴보다 긴(80×5×0.137t) 크기를 가진 구리 박판(141)을 솔더링(250 ~ 270 °C)을 통해 접합한다. 그리고 에칭된 패턴(137)의 밖으로 돌출된 구리 박판(141)을 수직으로 잡고, 구리박판을 화살표 방향으로 당기면서 에칭된 패턴이 박리될 때 인가된 힘을 측정한다.

[0076] 표 3은 이러한 표 1의 다양한 실시예에 따른 실험 결과를 나타낸다. 표 3에는 금속 산화물(Cu₂O)파우더의 비율, 즉 산소(O)함량에 따른 접합강도를 나타내었다. 모든 함량은 중량%로 나타내었다. 소결 공정은 환원분위기를 유지한 채로 최대 온도를 1075℃로 7 내지 10분 유지하였다.

표 3

| | 산화구리 파우더 (중량%) | 산소(O)함량 (중량%) | 외관 | 접합강도 (N/mm) |
|------|----------------|---------------|---------|-------------|
| 조건 1 | 0.5 | 0.06 | 일부 접합불량 | 1.15 |
| 조건 2 | 1.0 | 0.11 | 양호 | 4.08 |
| 조건 3 | 1.5 | 0.17 | 양호 | 4.73 |
| 조건 4 | 2.0 | 0.22 | 양호 | 5.49 |
| 조건 5 | 3.0 | 0.34 | 양호 | 10.59 |

| | | | | |
|------|-----|------|---------|-------|
| 조건 6 | 5.0 | 0.56 | 양호 | 11.77 |
| 조건 7 | 7.0 | 0.78 | 양호 | 11.08 |
| 조건 8 | 9.0 | 1.01 | 가장자리 녹음 | 13.67 |

[0078] 표 3에서 산소 함량이 0.06%인 조건 1의 경우 가장자리 부분에서는 접합이 양호하였지만, 중앙부위에서 접합강도가 1.15 N/mm 로 측정되는 등 접합상태가 불량하였다. 또한, 산소 함량이 1.01%인 조건 8의 경우에는 접합강도는 양호하였으나, 소결 후 가장자리가 녹는 문제가 발생하였다.

[0079] 따라서 접합강도가 4 N/mm 이상으로 충분히 클 뿐만 아니라, 외관도 양호한 구리 금속화 층을 얻기 위해서는 용체를 제외한 구리 파우더와 금속 산화물의 혼합물은 총 중량 중에서 산소 함량이 0.1 중량% 내지 1.0 중량% 인 것을 사용하는 것이 바람직하다. 더욱 바람직하게는, 표 3의 조건 2와 조건 7처럼 산소 함량이 0.11 중량% 내지 0.78 중량% 함유하도록 하여 접착강도도 우수하고 외관도 양호하도록 할 수 있다. 이러한 조건하에서는 산소의 함량이 1% 보다 적으므로, 구리 금속화 층은 99% 이상의 구리를 포함할 수 있다. 실제 제조과정 중에서는 기관, 소결 환경 등 다양한 경로로 구리 금속화 층에 타원소가 포함될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따르면 95% 이상의 구리를 포함하는 구리 금속화 층을 제조할 수 있다.

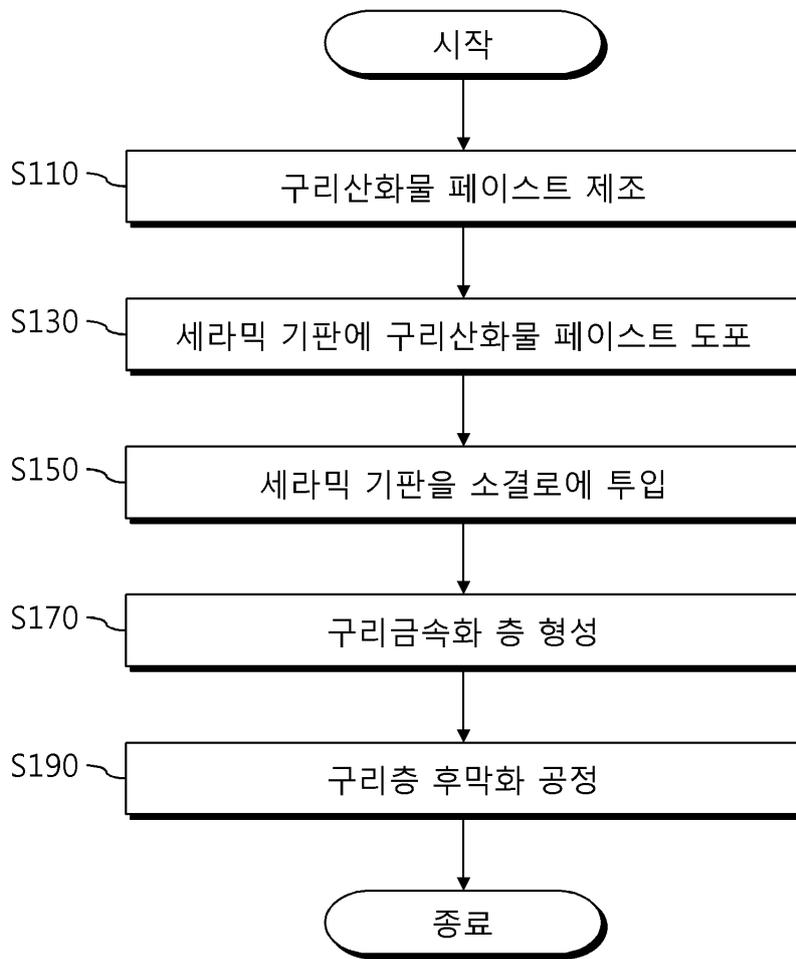
[0080] 이상, 본 발명의 실시예를 상세히 기술하였는 바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적인 기술은 단지 바람직한 실시양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의해 정의된다고 할 것이다.

부호의 설명

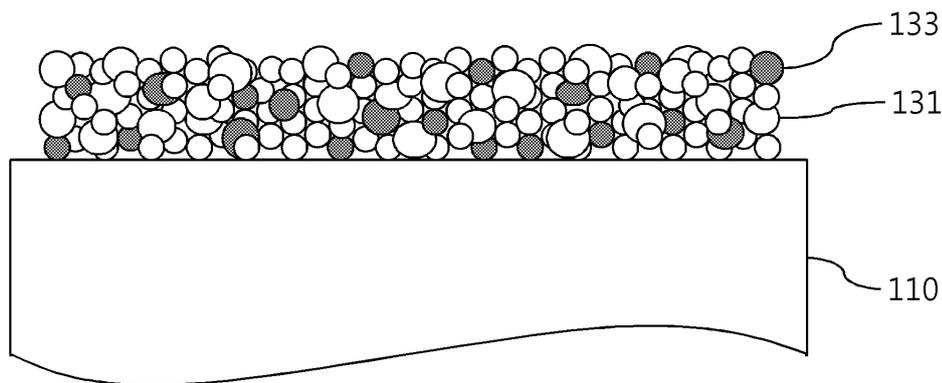
- [0081] 110 : 세라믹 기판
- 130 : 구리 금속화 층
- 150 : 전자부품
- 170 : 방열판

도면

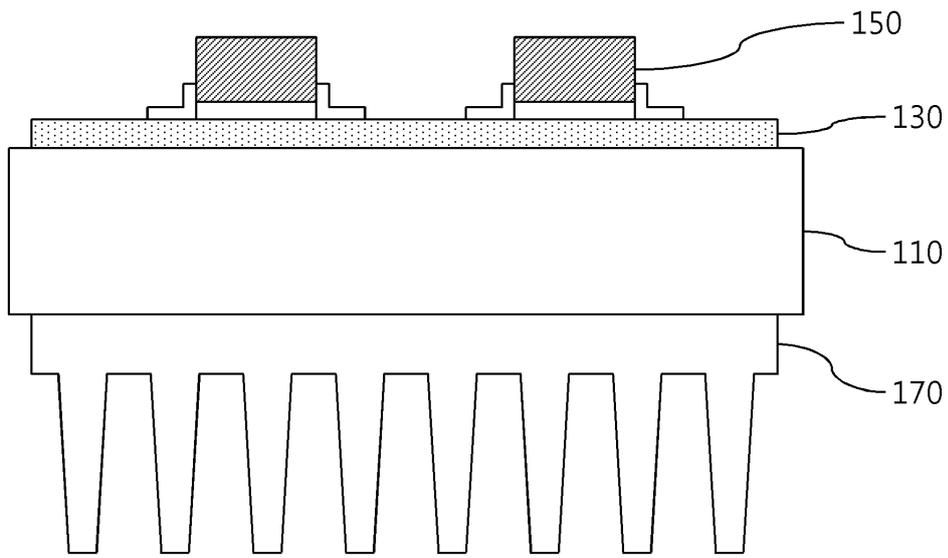
도면1



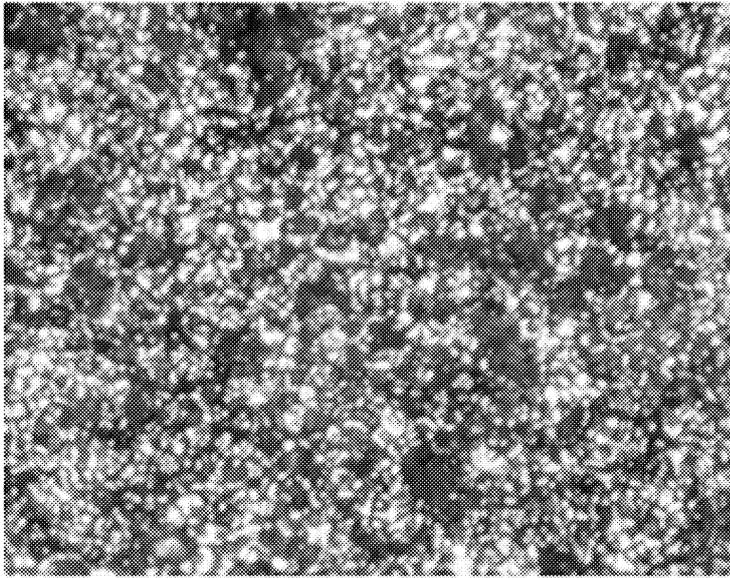
도면2



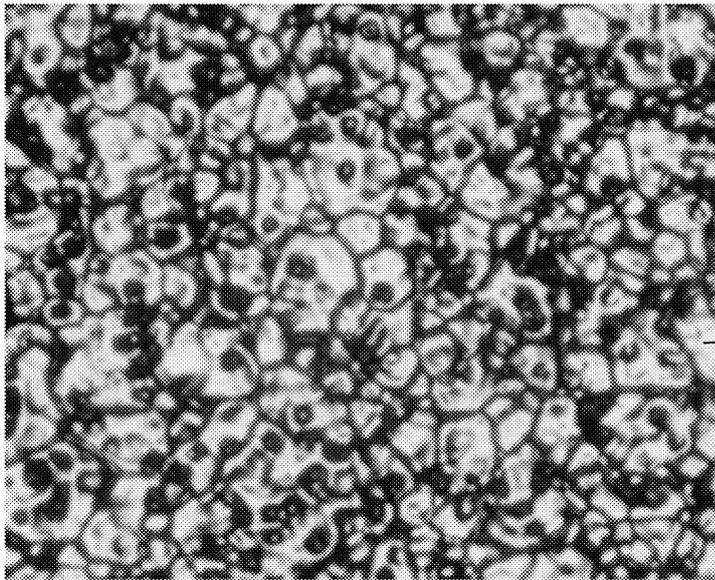
도면3



도면4

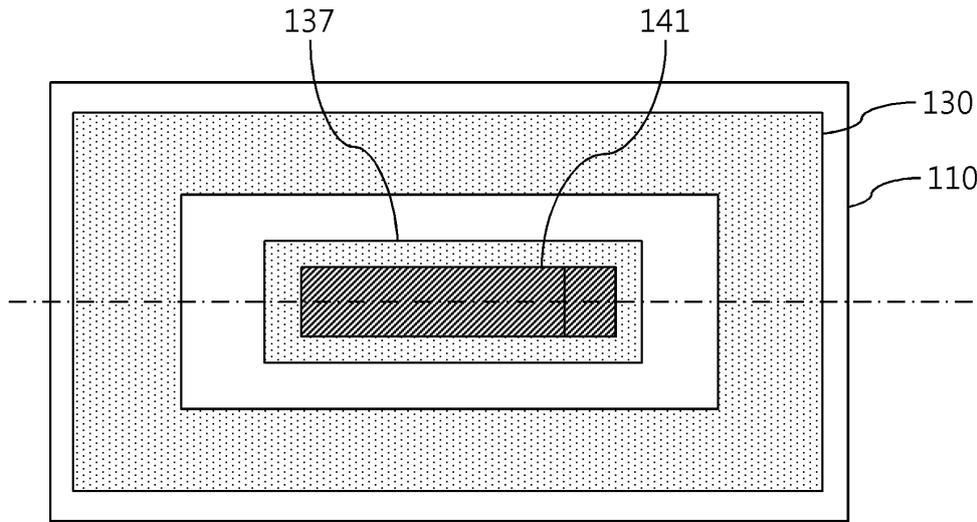


(a)

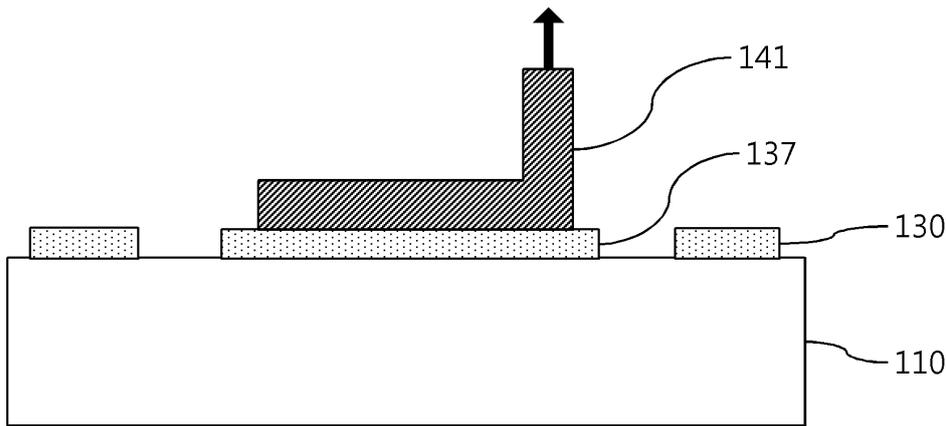


(b)

도면5



(a)



(b)

【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

구리 파우더와 금속 산화과 용제를 혼합하여

【변경후】

구리 파우더와 금속 산화물과 용제를 혼합하여