



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년07월14일
(11) 등록번호 10-2833080
(24) 등록일자 2025년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 37/02 (2006.01) C23C 24/00 (2018.01)
(52) CPC특허분류
C04B 37/02 (2013.01)
C23C 24/00 (2018.01)
(21) 출원번호 10-2020-0008355
(22) 출원일자 2020년01월22일
심사청구일자 2022년10월18일
(65) 공개번호 10-2020-0096733
(43) 공개일자 2020년08월13일
(30) 우선권주장
JP-P-2019-019124 2019년02월05일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP07211509 A*
JP09208332 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
신꼬오텐기 교교 가부시킴가이샤
일본국 나가노켄 나가노시 오시마다마치 80
(72) 발명자
호리우치 미치오
일본국 나가노켄 나가노시 오시마다마치 80 신꼬
오텐기 교교 가부시킴가이샤 내
미네무라 도모타케
일본국 나가노켄 나가노시 오시마다마치 80 신꼬
오텐기 교교 가부시킴가이샤 내
(74) 대리인
문두현

전체 청구항 수 : 총 15 항

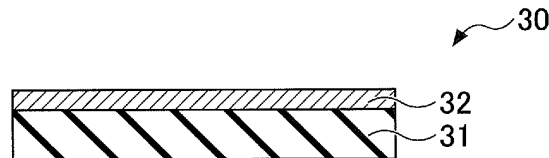
심사관 : 강연무

(54) 발명의 명칭 복합 그린 시트, 세라믹 부재, 복합 그린 시트의 제조 방법 및 세라믹 부재의 제조 방법

(57) 요약

복합 그린 시트는, 그린 시트와, 그린 시트 상에 설치된 벌크상의 금속막을 갖는다. 금속막을 형성하는 금속의 예는, 알루미늄, 알루미늄 합금, 구리, 구리 합금 등을 포함할 수 있다.

대표도 - 도1b



(52) CPC특허분류

C04B 2237/343 (2013.01)

C04B 2237/402 (2013.01)

C04B 2237/407 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

그린 시트와,
 상기 그린 시트 상에 설치된 벌크상의 금속막(bulk metal film)을 포함하고,
 상기 금속막은
 상기 그린 시트에 접하는 제1면과,
 상기 제1면과 반대측의 제2면을 포함하며,
 상기 제2면은 외부에 노출되어 있고,
 상기 금속막의 융점은 소성에 의해 상기 그린 시트의 상대 밀도가 90% 이상으로 되는 온도보다 낮은 것을 특징으로 하는 복합 그린 시트.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 금속막은, 알루미늄 또는 알루미늄 합금으로 이루어지는 복합 그린 시트.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 알루미늄 합금은, Al-Cu계 합금, Al-Zn-Mg계 합금, Al-Zn-Mg-Cu계 합금, Al-Si계 합금, Al-Mg계 합금, Al-Mg-Si계 합금 또는 Al-Mn계 합금으로 이루어지는 그룹에서 선택되는 복합 그린 시트.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 금속막은, 구리 또는 구리 합금으로 이루어지는 복합 그린 시트.

청구항 6

제5항에 있어서,
 상기 구리 합금은, Cu-Ni계 합금, Cu-Zn계 합금, Cu-Zn-Ni계 합금, Cu-Mn-Ni계 합금 또는 Cu-Sn계 합금으로 이루어지는 그룹에서 선택되는 복합 그린 시트.

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 그린 시트는 96질량% 이상의 산화알루미늄을 포함하는 세라믹으로 이루어지는 복합 그린 시트.

청구항 8

세라믹으로 이루어지는 소결체와,
 상기 소결체 내에 설치된 벌크상의 금속의 용융 및 응고에 의해 형성된 도전 부재를 포함하며,

상기 소결체의 상대 밀도가 90% 이상인 것을 특징으로 하는 세라믹 부재.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 금속은, 알루미늄 또는 알루미늄 합금인 세라믹 부재.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 금속은, 구리 또는 구리 합금인 세라믹 부재.

청구항 11

제8항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 소결체는 상기 도전 부재에 도달하는 복수의 홀을 포함하는 세라믹 부재.

청구항 12

제8항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 세라믹은 96질량% 이상의 산화알루미늄을 포함하는 세라믹 부재.

청구항 13

벌크상의 금속막 상에 세라믹의 슬러리를 도포하는 공정과,

상기 슬러리를 건조시켜서 그린 시트를 형성하는 공정을 포함하고,

상기 금속막은

상기 그린 시트에 접하는 제1면과,

상기 제1면과 반대측의 제2면을 포함하며,

상기 제2면은 외부에 노출되어 있고,

상기 금속막의 융점은 소성에 의해 상기 그린 시트의 상대 밀도가 90% 이상으로 되는 온도보다 낮은 것을 특징으로 하는 복합 그린 시트의 제조 방법.

청구항 14

삭제

청구항 15

제1항에 기재된 복합 그린 시트의 상기 금속막의 패터닝을 행하는 공정과,

상기 복합 그린 시트의 상기 그린 시트와 제2 그린 시트 사이에서 상기 금속막을 끼워넣는 공정과,

상기 금속막의 융점 이상의 온도에서 상기 복합 그린 시트의 상기 그린 시트 및 상기 제2 그린 시트의 소성을 행해서 세라믹의 소결체를 얻는 공정

을 갖고,

상기 제2 그린 시트의 상기 금속막과 접하는 면의 일부에 복수의 홀 또는 바닥이 있는 홀이 형성되어 있는 세라믹 부재의 제조 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 소성을 산화성 분위기 중에서 행하는 세라믹 부재의 제조 방법.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 소성을 대기 분위기 중에서 행하는 세라믹 부재의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본원에서 논의되는 실시형태들의 특정 양태는, 복합 그린 시트, 세라믹 부재, 복합 그린 시트의 제조 방법 및 세라믹 부재의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 정전 척, 배선 기관 및 압전 액추에이터 등의 세라믹 부재의 제조에, 세라믹의 그린 시트를 사용하는 경우가 있다. 세라믹 부재의 제조에 있어서는, 우선, 세라믹을 소성하는 온도보다 높은 용점을 갖는 금속의 분말을 페이스트화한다. 이어서, 페이스트를 그린 시트의 표면에 도포한다. 이러한 그린 시트를 복수 준비한다. 복수의 그린 시트를 서로 적층하고, 적층 구조체를 환원 분위기 중에서 소성하여, 세라믹 부재를 제조한다. 이와 같이 해서, 세라믹 부재를 제조하는 방법은, 다음 특허문헌 등에 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본국 특개 2007-294795호 공보
(특허문헌 0002) 일본국 특개 2002-373862호 공보
(특허문헌 0003) 일본국 특개 2002-43481호 공보
(특허문헌 0004) 일본국 특개 2000-188453호 공보
(특허문헌 0005) 일본국 특개 2016-141572호 공보
(특허문헌 0006) 일본국 특개 2009-203097호 공보
(특허문헌 0007) 일본국 특개 2008-47604호 공보
(특허문헌 0008) 일본국 특개 2007-227477호 공보

발명의 내용

[0004] 그러나, 상기와 같은 방법으로 제조되는 세라믹 부재에 있어서는, 금속 분말의 소결체로 형성되는 도전 부재의 두께에 편차가 생기기 쉽다.

[0005] 실시형태들의 일 형태는, 도전 부재의 두께의 편차를 억제할 수 있는 복합 그린 시트, 세라믹 부재, 복합 그린 시트의 제조 방법 및 세라믹 부재의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 본 실시형태들의 일 형태에 따르면, 복합 그린 시트는 그린 시트와, 상기 그린 시트 상에 설치된 벌크상의 금속 막(bulk metal film)을 갖는다.

[0007] 실시형태들의 목적 및 이점은 특히 특허청구범위에서 지시되는 요소 및 조합에 의해 실현 및 달성될 것이다.

[0008] 전술한 일반적 설명 및 이하의 구체적 설명은 예시 및 설명을 위한 것이고 청구되는 본 발명을 제한하지는 않음을 이해할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1a 및 도 1b는 제1 실시형태에 따른 복합 그린 시트를 나타내는 도면.

도 2는 제1 실시형태에 따른 복합 그린 시트의 제조 방법을 설명하는 도면.
 도 3a, 도 3b 및 도 3c는 제2 실시형태에 따른 세라믹 부재를 나타내는 도면.
 도 4a 및 도 4b는 제2 실시형태에 따른 세라믹 부재의 제조 방법을 설명하는 평면도.
 도 5a 및 도 5b는 제2 실시형태에 따른 세라믹 부재의 제조 방법을 설명하는 평면도.
 도 6a 및 도 6b는 제2 실시형태에 따른 세라믹 부재의 제조 방법을 설명하는 평면도.
 도 7a, 도 7b 및 도 7c는 제2 실시형태에 따른 세라믹 부재의 제조 방법을 설명하는 단면도.
 도 8a, 도 8b 및 도 8c는 제2 실시형태에 따른 세라믹 부재의 제조 방법을 설명하는 단면도.
 도 9a 및 도 9b는 제2 실시형태에 관한 실험에 의한 세라믹 부재의 제조 방법을 설명하는 평면도.
 도 10a 및 도 10b는 제2 실시형태에 관한 실험에 의한 세라믹 부재의 제조 방법을 설명하는 평면도.
 도 11a, 도 11b 및 도 11c는 제2 실시형태에 관한 실험에 의한 세라믹 부재의 제조 방법을 설명하는 단면도.
 도 12a 및 도 12b는 제2 실시형태에 관한 실험에 의한 세라믹 부재의 제조 방법을 설명하는 단면도.
 도 13은 제3 실시형태에 따른 정전 칩을 나타내는 단면도.
 도 14는 제4 실시형태에 따른 인덕터를 나타내는 평면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 바람직한 실시형태에 대해 첨부 도면을 참조하면서 설명한다. 도면에 있어서, 동일한 해당 부분에 대해서는, 동일한 참조 부호를 부여하고 동일한 부분의 중복된 설명을 생략하는 경우가 있다.
- [0011] 이하, 본 발명의 각각의 실시형태에 따라 복합 그린 시트, 세라믹 부재, 복합 그린 시트의 제조 방법 및 세라믹 부재의 제조 방법에 대해 설명한다.
- [0012] [제1 실시형태]
- [0013] 우선, 제1 실시형태에 대해 설명한다. 제1 실시형태는 복합 그린 시트에 관한 것이다. 도 1a 및 도 1b는, 제1 실시형태에 따른 복합 그린 시트를 나타내는 도면이다. 도 1a는 복합 그린 시트의 평면도이고, 도 1b는 도 1a 중의 I-I 선을 따른 복합 그린 시트의 단면도이다.
- [0014] 도 1a 및 도 1b에 나타내는 바와 같이, 제1 실시형태에 따른 복합 그린 시트(30)는, 그린 시트(31)와, 그린 시트(31) 상에 설치된 벌크상의 금속막(32)을 갖는다.
- [0015] 복합 그린 시트(30)가 벌크상의 금속막(32)을 포함하고 있기 때문에, 금속 분말의 페이스트를 도포하지 않고, 복합 그린 시트(30)를 세라믹 부재의 제조에 사용할 수 있다. 금속 분말의 페이스트를 사용할 경우, 페이스트를 균일한 두께로 도포하는 것은 곤란하다. 또한, 소성 중에 페이스트 중의 유기 성분이 제거되기 때문에, 도전 부재의 벌크는 도포된 페이스트의 벌크보다 작아진다. 이들 요인으로, 금속 분말의 페이스트로 구성된 소결 금속으로 형성되는 도전 부재의 두께에 편차가 생기기 쉽다. 이에 반해, 두께의 편차가 작은 벌크상의 금속막(32)은 용이하게 입수할 수 있다. 이 때문에, 복합 그린 시트(30)를 사용함으로써, 세라믹 부재 중의 도전 부재의 두께의 편차를 억제할 수 있다.
- [0016] 또한, 소결 금속은 소성 중에 개재물을 도입하지만, 벌크상의 금속막(32)은 용융 및 응고 시 개재물이 취입되기 어렵다. 이 때문에, 복합 그린 시트(30)를 사용함으로써, 개재물의 혼입에 수반하는 전기 저항률의 상승 및 열전도율의 저감을 피할 수 있다.
- [0017] 또한, 복합 그린 시트(30)는 가요성을 갖고 있고, 또한, 용이하게 절단될 수 있다. 이 때문에, 복합 그린 시트(30)는 다양한 용도로 사용할 수 있는 범용성이 높다.
- [0018] 복합 그린 시트(30)는, 예를 들면 닥터 블레이드법에 의해 제조할 수 있다.
- [0019] 여기에서, 닥터 블레이드법에 의한 복합 그린 시트(30)의 제조 방법에 대해 설명한다. 도 2는, 제1 실시형태에 따른 복합 그린 시트(30)의 제조 방법을 설명하는 도면이다.
- [0020] 이 제조 방법에 따르면, 필름 롤(51)에 금속막(32)을 캐리어 필름으로서 감고, 필름 롤(51)로부터 금속막(32)을

풀어서 블레이드(52)의 하방을 일정한 속도로 통과시킨다. 블레이드(52)의, 금속막(32)의 진행 방향 후방에 측판(53)이 설치되어 있고, 블레이드(52)와 측판(53) 사이에 그린 시트(31)의 원료인 슬러리(50)를 공급한다. 슬러리(50)는 블레이드(52)와 측판(53) 사이의 극간으로부터 금속막(32) 상에 도포된다. 그 후, 금속막(32) 상에 도포된 슬러리(50)를 건조기(55)에 의해 건조한다. 건조 후의 슬러리(50)가 그린 시트(31)로 된다. 그린 시트(31)는 가요성을 구비하고 있고, 배출 측의 물에 권취될 수 있다. 슬러리(50)의 건조는 예를 들면 에어 드라이닝 또는 자연 건조로 해도 된다.

[0021] 이와 같이 해서, 복합 그린 시트(30)를 제조할 수 있다. 복합 그린 시트(30)는, 용도에 따라 다양한 형상으로 절단해도 된다.

[0022] 슬러리(50)의 조성은 한정되지 않는다. 예를 들면, 슬러리(50)는, 세라믹의 분말, 성형용 유기 성분 및 유기 용제를 포함할 수 있다. 세라믹의 예로서, 예를 들면, 알루미늄, 탈크, 실리카 및 탄산칼슘을 포함한다. 성형용 유기 성분은, 예를 들면, 폴리비닐 부티랄 등의 바인더 성분, 및 프탈산 디부틸 등의 가소제 성분 등을 포함한다.

[0023] 금속막(32)을 형성하는 재료는 한정되지 않는다. 금속막(32)의 용점은, 소성에 의해 그린 시트(31)의 상대 밀도가 90% 이상으로 되는 온도보다 낮은 것이 바람직하다. 그린 시트(31)의 상대 밀도가 90% 이상으로 되면, 충분한 세라믹의 소결체가 얻어질 수 있다. 금속막(32)의 용점이, 그린 시트(31)의 상대 밀도가 90% 이상으로 되는 온도보다 낮으면, 세라믹의 충분한 소결체를 얻는 과정에서, 금속막(32)의 용융 및 응고가 생긴다. 이 때문에, 용융 금속의 젖음이 넓어지는 범위를 제한해 둬으로써, 원하는 형상을 갖고 도전 재료를 포함하는 세라믹 부재를 제조할 수 있다.

[0024] 금속막(32)은, 예를 들면, 알루미늄 혹은 알루미늄 합금의 박, 또는 구리 혹은 구리 합금의 박이다. 알루미늄 합금의 예로서, Al-Cu계 합금, Al-Zn-Mg계 합금, Al-Zn-Mg-Cu계 합금, Al-Si계 합금, Al-Mg계 합금, Al-Mg-Si계 합금 및 Al-Mn계 합금을 들 수 있다. 구리 합금의 예로서, Cu-Ni계 합금, Cu-Zn계 합금, Cu-Zn-Ni계 합금, Cu-Mn-Ni계 합금 및 Cu-Sn계 합금을 들 수 있다. 금속막(32)에 알루미늄 합금 및 구리 합금이 사용될 경우, 금속막(32)은, 예를 들면 저항 소자에 사용될 수 있다.

[0025] [제2 실시형태]

[0026] 다음으로, 제2 실시형태에 대해 설명한다. 제2 실시형태는 세라믹 부재에 관한 것이다. 도 3a 내지 도 3c는, 제2 실시형태에 따른 세라믹 부재를 나타내는 도면이다. 도 3a는 세라믹 부재의 평면도이고, 도 3b는 도 3a 중의 I-I 선을 따른 세라믹 부재의 단면도이고, 도 3c는 도 3a 중의 I I-I I 선을 따른 세라믹 부재의 단면도이다.

[0027] 도 3a 내지 도 3c에 나타내는 바와 같이, 제2 실시형태에 따른 세라믹 부재(100)는, 세라믹의 소결체(110)와, 소결체(110) 내에 설치된 벌크상의 금속의 도전 부재(111)를 갖는다. 소결체(110)에, 도전 부재(111)에 도달하는 홀(102A)이 형성되어 있어도 된다. 벌크상의 금속은, 예를 들면, 알루미늄, 알루미늄 합금, 구리 또는 구리 합금 등이다.

[0028] 이와 같이 구성된 세라믹 부재(100)에서는, 도전 부재(111)의 전기 저항률을, 텅스텐 또는 몰리브덴의 분말의 페이스트를 사용해서 형성된 도전 부재의 전기 저항률보다 낮게 할 수 있다. 또한, 도전 부재(111)의 열전도율을, 텅스텐 또는 몰리브덴의 분말의 페이스트를 사용해서 형성된 도전 부재의 열전도율보다 높게 할 수 있다. 예를 들면, 텅스텐의 전기 저항률은 $52.8\text{n}\Omega\text{m}$ 이고, 텅스텐의 열전도율은 $173\text{W}/(\text{mK})$ 이다. 이에 대해, 알루미늄의 전기 저항률은 $28.2\text{n}\Omega\text{m}$ 이고, 알루미늄의 열전도율은 $273\text{W}/(\text{mK})$ 이다. 또한, 구리의 전기 저항률은 $16.8\text{n}\Omega\text{m}$ 이고, 구리의 열전도율은 $401\text{W}/(\text{mK})$ 이다.

[0029] 또한, 후술하는 방법에 따르면, 세라믹 부재(100)는 장시간의 탈지 및 소성을 행하지 않고 제조할 수 있다. 이 경우, 세라믹 부재(100)의 제조 비용의 증가를 억제할 수 있다.

[0030] 소결체(110)의 상대 밀도는, 바람직하게는 90% 이상, 보다 바람직하게는 95% 이상이다. 소결체(110)의 상대 밀도가 90% 미만에서는, 연속 기공이 형성될 확률이 높아져, 도전 부재(111)를 형성하는 재료의 페네트레이션이나 기화 손실이 생기기 쉬워진다.

[0031] 소결체(110)는 도전 부재(111)를 형성하는 재료와의 화학적 반응이 진행되기 어려운 재료로 형성되어 있는 것이 바람직하다. 예를 들면, 도전 부재(111)에 알루미늄 또는 알루미늄 합금이 사용될 경우, 소결체(110)는, 96질량% 이상의 산화알루미늄(Al_2O_3)을 포함하고 있는 것이 바람직하고, 99질량% 이상의 산화알루미늄을 포함하고 있

는 것이 보다 바람직하다. 산화실리콘(SiO_2), 산화마그네슘(MgO) 및 산화칼슘(CaO)은, 산화알루미늄보다, 알루미늄 또는 알루미늄 합금과 화학적 반응이 생기기 쉽다. 따라서, 산화실리콘, 산화마그네슘 및 산화칼슘의 총량은 소결체(110)의 4질량% 이하인 것이 바람직하고, 1질량% 이하인 것이 보다 바람직하다.

[0032] 구리 또는 구리 합금은, 알루미늄 또는 알루미늄 합금에 비해 세라믹과 반응하기 어렵다. 이 때문에, 도전 부재(111)에 구리 또는 구리 합금이 사용될 경우, 도전 부재(111)에 알루미늄 또는 알루미늄 합금이 사용될 경우에 비해, 소결체(110)가, 산화실리콘, 산화마그네슘 및 산화칼슘을 많이 함유하고 있어도 된다.

[0033] 다음으로, 제2 실시형태에 따른 세라믹 부재(100)의 제조 방법에 대해 설명한다. 도 4a-도 6b는, 제2 실시형태에 따른 세라믹 부재의 제조 방법을 설명하는 평면도이다. 도 7a-도 8c는, 제2 실시형태에 따른 세라믹 부재의 제조 방법을 설명하는 단면도이다. 도 7a-도 8c는, 도 4a-도 6b 중의 I-I 선을 따른 단면도에 각각 상당한다.

[0034] 우선, 제1 실시형태에 따른 그린 시트(30)를 제조한다. 예를 들면, 금속막(32)으로서 알루미늄 또는 알루미늄 합금의 박을 사용하고, 슬러리(50)의 세라믹으로서 알루미늄이나를 사용한다. 다음으로, 도 4a 및 도 7a에 나타내는 바와 같이, 복합 그린 시트(30)를, 예를 들면 4매의 세라믹 부재(100)가 취해질 수 있는 크기 및 형상으로 편칭한다. 즉, 편칭 후의 복합 그린 시트(30)는, 세라믹 부재(100)에 대응하는 구조체가 형성되는 4개의 영역을 갖고 있다. 이들 영역은, 후에 절단선(151)을 따른 절단에 의해 분할된다. 후술하는 제2 그린 시트(102) 및 제3 그린 시트(103)도, 복합 그린 시트(30)와 마찬가지로 얻어진다. 그 후, 금속막(32)의 도전 부재(111)를 형성하는 영역 상에 마스크를 형성하고, 금속막(32)의 에칭을 행한다. 이어서, 마스크를 제거한다. 이들 일련의 처리에 의해, 그린 시트(31)로부터 제1 그린 시트(101)가 얻어지고, 금속막(32)으로부터 금속막(111A)이 얻어진다.

[0035] 그 후, 도 4b 및 도 7b에 나타내는 바와 같이, 금속막(111A)에 도달하는 홀(102A)이 형성된 제2 그린 시트(102)를 제1 그린 시트(101) 상에 설치한다.

[0036] 이어서, 도 5a 및 도 7c에 나타내는 바와 같이, 제3 그린 시트(103)를 제2 그린 시트(102) 상에 설치한다. 제3 그린 시트(103)에 의해 제2 그린 시트(102)의 홀(102A)이 덮이고 막힌다. 본 실시형태에서는, 제2 그린 시트(102)와 제3 그린 시트(103)를 포함하는 적층체가, 제2 그린 시트의 일례이고, 홀(102A)이 홀 또는 바닥이 있는 홀(또는 캐비티)의 일례이다. 이 홀 또는 바닥이 있는 홀이 덮이고 막히도록, 복합 그린 시트의 제1 그린 시트가 제2 그린 시트 상에 적층된다.

[0037] 다음으로, 도 5b 및 도 8a에 나타내는 바와 같이, 가열 및 가압에 의해 제1 그린 시트(101), 제2 그린 시트(102) 및 제3 그린 시트(103)를 일체화한다. 그 후, 소성을 행함에 의해, 소결체(110)를 얻는다. 이 소성 시, 금속막(111A)이 용융, 응고해서 도전 부재(111)가 얻어진다.

[0038] 소성에 의해 제1 그린 시트(101), 제2 그린 시트(102) 및 제3 그린 시트(103)가 대략 등방적으로 치밀화된다. 이 때문에, 소결체(110)의 체적은 제1 그린 시트(101), 제2 그린 시트(102) 및 제3 그린 시트(103)의 총 체적보다 작아진다. 한편, 도전 부재(111)의 체적은 벌크상의 금속막(111A)의 체적과 대략 동등하다. 본 실시형태에서는, 제2 그린 시트(102)에 홀(102A)이 형성되어 있고, 금속막(111A)이 용융하고 있는 동안에, 소결체(110)의 수축이 완료된다. 따라서, 용융 금속의 일부를 홀(102A)에 넣고 응고한다. 이 결과, 소결체(110)의 수축에 수반하는 내부 응력의 발생을 피할 수 있다.

[0039] 소성 후, 도 6a 및 도 8b에 나타내는 바와 같이, 소결체(110)의 연삭 및 연마를 행함으로써, 홀(102A)을 노출시킨다.

[0040] 다음으로, 도 6b 및 도 8c에 나타내는 바와 같이, 절단선(151)을 따라 소결체(110)를 절단하고, 개편화한다.

[0041] 이와 같이 해서, 제2 실시형태에 따른 세라믹 부재(100)를 제조할 수 있다.

[0042] 이 제조 방법에 따르면, 일체화한 제1 그린 시트(101), 제2 그린 시트(102) 및 제3 그린 시트(103)의 소성 시, 금속막(111A)으로부터 도전 부재(111)를 얻을 수 있다. 즉, 장시간의 탈지 및 소성 등의, 도전 부재(111)를 얻기 위한 특별한 처리는 필요로 되지 않는다. 이 때문에, 세라믹 부재(100)의 제조 비용의 증가를 억제할 수 있다. 또한, 제2 그린 시트(102)에 홀(102A)이 형성되어 있기 때문에, 소결체(110)의 수축, 즉 소성에 수반하는 세라믹의 체적 수축에 수반하는 내부 응력의 발생을 피할 수 있다.

[0043] 또한, 종래의 금속 분말의 페이스트를 사용하는 방법에서는, 상술한 바와 같이 도전 부재에 개재물이 혼입한다. 그러나, 이 제조 방법에서는, 벌크상의 금속막(111A)을 사용할 수 있기 때문에, 개재물의 혼입에 수반하는 전기

저항률의 상승 및 열전도율의 저감을 피할 수 있다.

- [0044] 금속막(111A)에 알루미늄 또는 알루미늄 합금의 막을 사용할 경우, 제1 그린 시트(101), 제2 그린 시트(102) 및 제3 그린 시트(103)의 각각에 대해, 그린 시트를 형성하는 세라믹 중 산화알루미늄의 비율은, 바람직하게는 96 질량% 이상이고, 보다 바람직하게는 99질량% 이상이다. 그린 시트를 형성하는 세라믹 중 산화알루미늄의 이 비율은 세라믹과 알루미늄 또는 알루미늄 합금 사이의 화학적 반응을 억제하기 위한 관점에서 바람직하다.
- [0045] 구리 또는 구리 합금은, 알루미늄 또는 알루미늄 합금에 비해 세라믹과 반응하기 어렵다. 이 때문에, 금속막(32)에 구리 또는 구리 합금의 막을 사용할 경우, 금속막(32)으로서 알루미늄 또는 알루미늄 합금의 막을 사용할 경우에 비해, 그린 시트를 형성하는 세라믹이, 산화실리콘, 산화마그네슘 및 산화칼슘을 많이 함유하고 있어도 된다.
- [0046] 소결체(110)를 얻는 소성의 온도는 금속막(111A)의 용점 이상이고, 예를 들면 700℃ 이상인 것이 바람직하다. 소성의 온도는 제1 그린 시트(101), 제2 그린 시트(102) 및 제3 그린 시트(103)의 형성 재료에도 따르지만, 소성 온도는 1300℃ 이상인 것이 바람직하다. 또한, 소성 온도가 1600℃ 초과에서는, 용융 금속과 세라믹 사이에서 화학적 반응이 생기기 쉬워진다. 이 때문에, 소성 온도는 1600℃ 이하인 것이 바람직하다.
- [0047] 소결체(110)를 얻는 소성의 분위기는 대기 분위기 등의 산화성 분위기인 것이 바람직하다. 고체의 알루미늄 또는 알루미늄 합금의 표면에는 부동태막이라고도 하는 치밀한 산화막이 형성되어 있다. 그런데, 알루미늄 또는 알루미늄 합금이 용점 이상으로 가열되면, 알루미늄 또는 알루미늄 합금의 용융에 수반해서 산화막이 찢어지고 (또는 파열되고), 진공 분위기 중 또는 환원성 분위기 중에서는, 온도의 상승에 수반해서 용융 금속의 증발이 진행된다. 특히, 1200℃ 이상에서는 증기압 상승이 커지고, 증발 손실이 크다. 이에 대해, 대기 분위기 등의 산화성 분위기 중에서는, 산화막이 찢어져도, 신속히 새로운 산화막이 형성된다. 이 때문에, 알루미늄 또는 알루미늄 합금의 증발 손실을 억제할 수 있다.
- [0048] 본 실시형태에서는, 이러한 산화막의 파괴 및 재형성은, 주로 금부막(111A)의 홀(102A)에 노출하는 부분에서 생길 수 있다. 산화막의 파괴 및 재형성이 생기는 범위가 넓을수록 금속의 산화 손실이 증가한다. 그러나, 본 실시형태에서는, 산화막의 파괴 및 재형성이 생기는 범위가 한정적이기 때문에, 알루미늄 또는 알루미늄 합금의 산화 손실이 억제된다.
- [0049] 소성을 대기 분위기에서 행함으로써, 제1 그린 시트(101), 제2 그린 시트(102) 및 제3 그린 시트(103)에 포함되는 유기 성분을 신속히 제거할 수 있다. 유기 성분의 제거에 의해, 잔류 탄소의 세라믹 특성에의 바람직하지 않은 영향을 억제할 수 있다. 또한, 대기 분위기에서의 소성에는, 수소, 질소, 암모니아 분해 가스 등의 분위기 제어 가스가 불필요하다. 또한, 대기 분위기에는, 진공 분위기 및 환원성 분위기보다 관리가 용이하고, 설비 비용 및 운용 비용이 낮다는 이점도 있다.
- [0050] 제1 그린 시트(101), 제2 그린 시트(102) 및 제3 그린 시트(103)의 적층체로부터 얻어지는 세라믹 부재(100)의 수는 4로 한정되지 않음은 물론이다. 예를 들면, 제1 그린 시트(101), 제2 그린 시트(102) 및 제3 그린 시트(103)의 적층체로, 단일 세라믹 부재(100)를 제조해도 된다.
- [0051] 최종 제품의 세라믹 부재(100)에 있어서 홀(102A)이 노출하고 있을 필요는 없고, 세라믹 부재(100)의 유저가 도전 부재(111)와의 도통 경로를 형성하도록 해도 된다. 도전 부재(111)와 세라믹 부재(100)의 외측에 배치된 도전체 사이의 정전용량을 사용한 통신을 행해도 된다. 또한, 홀(102A)이 도전 재료 또는 세라믹 재료 등에 의해 메워져 있어도 된다.
- [0052] 여기에서, 본 발명자들이 행한 제2 실시형태에 관한 실험에 대해 설명한다. 도 9a-도 10b는, 제2 실시형태에 관한 실험에 의한 세라믹 부재의 제조 방법을 설명하는 평면도이다. 도 11a-도 12b는, 제2 실시형태에 관한 실험에 의한 세라믹 부재의 제조 방법을 설명하는 단면도이다. 도 11a-도 12b는, 도 9a-도 10b 중의 I-I 선을 따른 단면도에 상당한다.
- [0053] 이 실험에서는, 우선, 복합 그린 시트(30)의 제조 방법에 준거하여, 제1 그린 시트(1)와 그 상의 알루미늄박을 갖는 복합 그린 시트를 제조했다. 알루미늄박의 두께는 약 12 μ m였다. 제1 그린 시트(1)의 원료의 슬러리로서는, 평균 입경이 1 μ m 이하인 알루미늄 분말과, 폴리비닐 부티랄과, 프탈산 디부틸과, 2-프로판올과, 아세트산 에틸을 볼 그라인더(또는 볼 밀)로 혼합한 슬러리를 사용했다. 제1 그린 시트(1)의 두께는 약 0.5mm였다. 다음으로, 알루미늄박의 일부 상에 마스크를 형성하고, 염화 제2철을 주성분으로 하는 에칭액을 사용해서 알루미늄박의 에칭을 행했다. 이어서, 마스크를 제거했다. 도 9a 및 도 11a에 나타내는 바와 같이, 이들 일련의 처

리에 의해, 평면 형상이 30mm x 10mm의 직사각형의 알루미늄박(11A)을 제1 그린 시트(1) 상에 잔존시켰다.

- [0054] 그 후, 도 9b 및 도 11b에 나타내는 바와 같이, 알루미늄박(11A)에 도달하는 홀(2A)이 2개소에 형성된 제2 그린 시트(2)를 제1 그린 시트(1) 상에 설치했다. 홀(2A)의 직경은 3mm였다.
- [0055] 이어서, 도 10a 및 도 11c에 나타내는 바와 같이, 제3 그린 시트(3)를 제2 그린 시트(2) 상에 설치하고, 제3 그린 시트(3)에 의해 홀(2A)을 덮고 막았다.
- [0056] 다음으로, 도 12a에 나타내는 바와 같이, 가열 및 가압에 의해 제1 그린 시트(1), 제2 그린 시트(2) 및 제3 그린 시트(3)를 일체화했다. 그 후, 대기 분위기 중에서, 약 1500℃에서 소성을 행함에 의해, 소결체(10)를 얻었다. 이 소성 시, 알루미늄박(11A)이 용융, 응고해서 도전 부재(11)가 얻어졌다.
- [0057] 이어서, 도 10b 및 도 12b에 나타내는 바와 같이, 소결체(10)의 연삭 및 연마를 행함으로써, 홀(2A)을 노출시켰다.
- [0058] 접촉 저항을 포함하는 2단자식의 간이 저항 테스터를 사용해서, 도전 부재(11)의 전기 저항을 측정했다. 도전 부재(11)의 전기 저항은 0.3mΩ으로 충분히 낮았다.
- [0059] 또한, 알루미늄박의 에칭액의 성분은 한정되지 않고, 알루미늄박의 에칭에, 다양한 알칼리계 에칭액 또는 산계 에칭액을 사용할 수 있다. 예를 들면, 알루미늄박의 에칭 시, 시판의 알루미늄 에칭액 및 화학 연마액을 사용할 수 있다. 알루미늄 합금, 구리 또는 구리 합금 각각의 에칭에 사용할 경우의 에칭액의 성분도 특별히 한정되지 않는다.
- [0060] [제3 실시형태]
- [0061] 다음으로, 제3 실시형태에 대해 설명한다. 제3 실시형태는 세라믹 부재를 포함하는 정전 척에 관한 것이다. 도 13은, 제3 실시형태에 따른 정전 척을 나타내는 단면도이다.
- [0062] 도 13에 나타내는 바와 같이, 제3 실시형태에 따른 정전 척(200)은, 세라믹의 소결체(210)와, 소결체(210) 내에 설치된 벌크상의 금속으로 이루어지는 정전 전극(220)과, 소결체(210) 내에 설치된 벌크상의 금속으로 이루어지는 정전 전극(230)을 갖는다. 소결체(210)의 한쪽의 면(210A)에, 정전 전극(220)에 도달하는 홀(202A)과, 정전 전극(230)에 도달하는 홀(203A)이 형성되어 있다. 홀(202A) 내에 정전 전극(220)에 전기적으로 접속된 비아 도체(221)가 설치되어 있다. 홀(203A) 내에 정전 전극(230)에 전기적으로 접속된 비아 도체(231)가 설치되어 있다. 정전 전극(220, 230)에 사용되는 벌크상의 금속은, 예를 들면, 알루미늄, 알루미늄 합금, 구리 또는 구리 합금일 수 있다.
- [0063] 이와 같이 구성된 정전 척(200)에서는, 비아 도체(221 및 231) 중 대응하는 것을 통해, 정전 전극(220 또는 230)의 한쪽에 양의 전압이 인가되고, 비아 도체(221 및 231) 중 대응하는 다른 것을 통해, 정전 전극(220 또는 230)의 다른 쪽에 음의 전압이 인가된다. 이 결과, 홀(202A 및 203A)이 형성된 면(210A)과 반대측의 소결체(210)의 면(210B)이 대전되어, 이 면(210B) 상에 반도체 웨이퍼 등의 대상물이 흡착된다.
- [0064] 정전 척(200)에서는, 정전 전극(220 및 230)의 전기 저항률을, 텅스텐 또는 몰리브덴의 분말의 페이스트를 사용해서 형성된 정전 전극의 전기 저항률보다 낮게 할 수 있다. 또한, 정전 전극(220 및 230)의 열전도율을, 텅스텐 또는 몰리브덴의 분말의 페이스트를 사용해서 형성된 정전 전극의 열전도율보다 높게 할 수 있다. 또한, 정전 척(200)에서는, 정전 전극(220 및 230)의 두께의 편차를 억제할 수 있다.
- [0065] 또한, 세라믹 부재(100)와 마찬가지로, 정전 척(200)은 장시간의 탈지 및 소성을 행하지 않고 제조될 수 있다. 이 경우에, 정전 척(200)의 제조 비용의 증가를 억제할 수 있다.
- [0066] 소결체(210)의 상대 밀도는, 바람직하게는 90% 이상, 보다 바람직하게는 95% 이상이다. 소결체(210)의 상대 밀도가 900% 미만에서는, 연속 기공이 형성될 확률이 높아져, 정전 전극(220 및 230)의 형성 재료의 페네트레이션이나 기화 손실이 생기기 쉬워진다.
- [0067] 소결체(210)는 정전 전극(220 및 230)을 형성하는 재료와의 화학적 반응이 진행되기 어려운 재료로 형성되어 있는 것이 바람직하다. 예를 들면, 정전 전극(220 및 230)에 알루미늄 또는 알루미늄 합금이 사용될 경우, 소결체(210)는, 96질량% 이상의 산화알루미늄을 포함하고 있는 것이 바람직하고, 99질량% 이상의 산화알루미늄을 포함하고 있는 것이 보다 바람직하다.
- [0068] 정전 척(200)의 제조에 있어서는, 예를 들면, 세라믹 부재(100)의 제조 방법에 따라, 홀(202A 및 203A)을 노출

시키는 소결체(210)의 연삭 및 연마까지의 처리를 행할 수 있다. 그 후에, 홀(202A) 내에 비아 도체(221)를 형성하고, 홀(203A) 내에 비아 도체(231)를 형성할 수 있다.

[0069] 홀(202A 및 203A)의 사이즈에 따라서는, 세라믹의 체적 수축으로 인해 홀(202A 및 203A)에 넣어지고 응고한 금속을 비아 도체(221 및 231)로서 사용할 수도 있다.

[0070] [제4 실시형태]

[0071] 다음으로, 제4 실시형태에 대해 설명한다. 제4 실시형태는 세라믹 부재를 포함하는 인덕터에 관한 것이다. 도 14는, 제4 실시형태에 따른 인덕터를 나타내는 평면도이다.

[0072] 도 14에 나타내는 바와 같이, 제4 실시형태에 따른 인덕터(300)는, 세라믹의 소결체(310)와, 소결체(310) 내에 설치된 벌크상의 금속으로 이루어지는 도전 부재(311)를 갖는다. 도전 부재(311)는 나선 평면 형상으로 되어 있다. 소결체(310)의 한쪽의 면에, 도전 부재(311)의 일단에 도달하는 홀(302A)와, 도전 부재(311)의 타단에 도달하는 홀(302B)이 형성되어 있다. 도전 부재(311)에 사용되는 벌크상의 금속은, 예를 들면, 알루미늄, 알루미늄 합금, 구리 또는 구리 합금 동일 수 있다.

[0073] 이와 같이 구성된 인덕터(300)는, 홀(302A 및 302B)을 통해 외부의 회로(도시 생략)에 전기적으로 접속할 수 있다.

[0074] 인덕터(300)에서는, 도전 부재(311)의 전기 저항률을, 텅스텐 또는 몰리브덴의 분말의 페이스트를 사용해서 형성된 정전 전극의 전기 저항률보다 낮게 할 수 있다. 또한, 도전 부재(311)의 열전도율을, 텅스텐 또는 몰리브덴의 분말의 페이스트를 사용해서 형성된 도전 부재의 열전도율보다 높게 할 수 있다. 또한, 인덕터(300)에서는, 도전 부재(311)의 두께의 편차를 억제할 수 있다.

[0075] 또한, 세라믹 부재(100)와 마찬가지로, 인덕터(300)는 장시간의 탈지 및 소성을 행하지 않고 제조할 수 있다. 이 경우에, 인덕터(300)의 제조 비용의 증가를 억제할 수 있다.

[0076] 소결체(310)의 상대 밀도는, 바람직하게는 90% 이상, 보다 바람직하게는 95% 이상이다. 소결체(310)의 상대 밀도가 90% 미만에서는, 연속 기공이 형성될 확률이 높아져, 도전 부재(311)의 형성 재료의 페네트레이션이나 기화 손실이 생기기 쉬워진다.

[0077] 소결체(310)는 도전 부재(311)를 형성하는 재료와의 화학적 반응이 진행되기 어려운 재료로 형성되어 있는 것이 바람직하다. 예를 들면, 도전 부재(311)에 알루미늄 또는 알루미늄 합금이 사용될 경우, 소결체(210)는, 96질량% 이상의 산화알루미늄을 포함하고 있는 것이 바람직하고, 99질량% 이상의 산화알루미늄을 포함하고 있는 것이 보다 바람직하다.

[0078] 인덕터(300)의 제조에 있어서는, 예를 들면, 세라믹 부재(100)의 제조 방법에 따르면, 홀(302A 및 302B)을 노출시키는 소결체(310)의 연삭 및 연마까지의 처리를 행할 수 있다.

[0079] 진술한 각각의 실시예에 따르면, 도전 부재의 두께 편차를 감소시킬 수 있다.

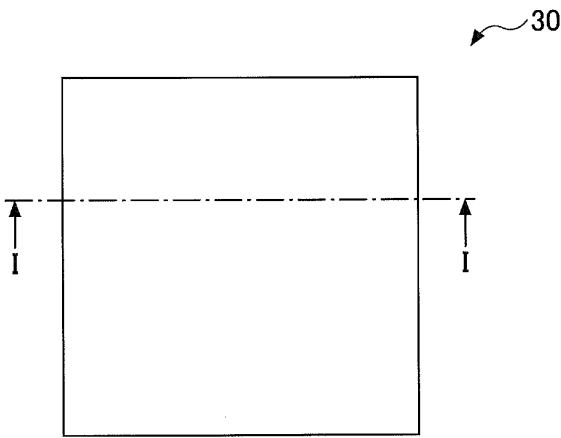
[0080] 실시형태가 예를 들어 "제 1", "제 2", "제 3" 또는 "제 4"로 번호가 부여되어 있지만, 서수는 실시형태의 우선 순위를 의미하지는 않는다. 많은 다른 변형 및 변경이 당업자에게 명백할 것이다.

[0081] 본원에서 언급된 모든 예 및 조건적 언어는 독자가, 본 발명, 및 본 발명자가 본 기술을 발전시키는 데 기여한 개념을 이해하는 것을 돕기 위해 교시적 목적을 위한 것이며, 구체적으로 언급된 예 및 조건에 제한되지 않는 것으로 해석되어야 하고, 본 명세서에서의 이러한 예의 구성은 본 발명의 우수성 및 열등성을 나타내는 것과 관련이 없다. 본 발명의 실시형태가 상세하게 설명되었지만, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양한 변경, 치환 및 변경이 이루어질 수 있음을 이해해야 한다.

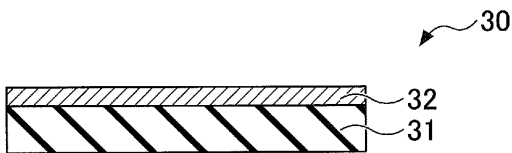
[0082] 예를 들면, 제3 실시형태에서는, 세라믹 부재를 정전 척에 응용하고, 제4 실시형태에서는, 세라믹 부재를 인덕터에 응용하고 있지만, 세라믹 부재의 용도는 이 용도 또는 사용에 한정되지 않는다. 예를 들면, 세라믹 부재를 파워 반도체 장치 등의 실장 기관에 사용해도 된다.

도면

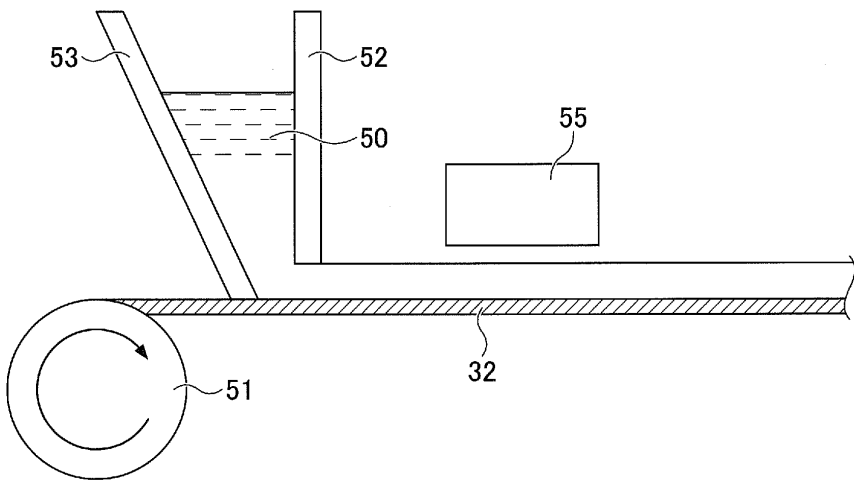
도면1a



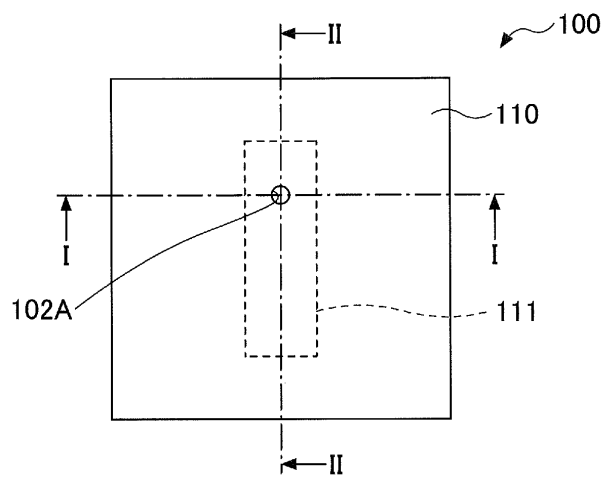
도면1b



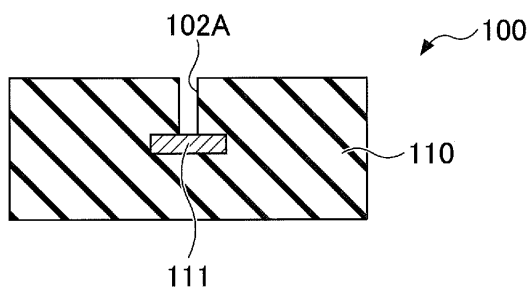
도면2



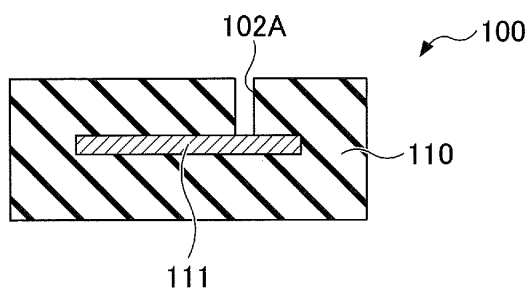
도면3a



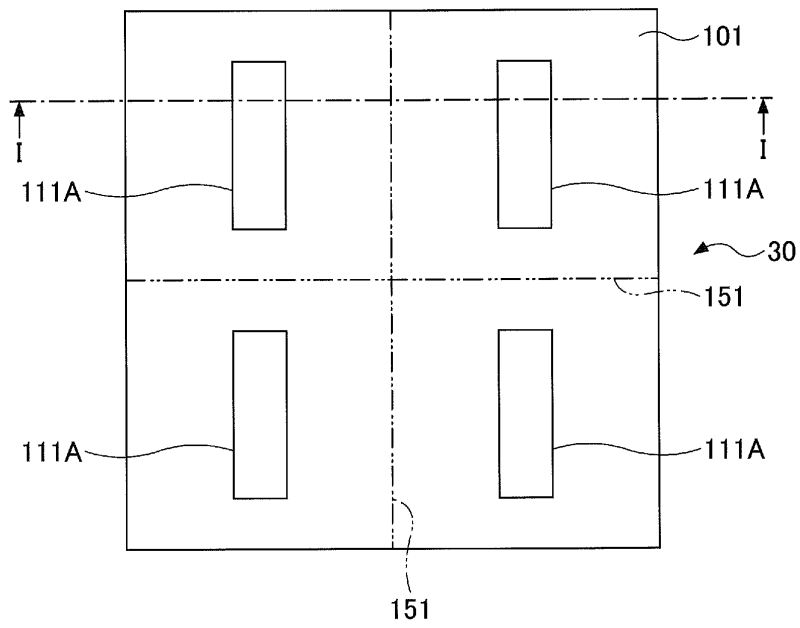
도면3b



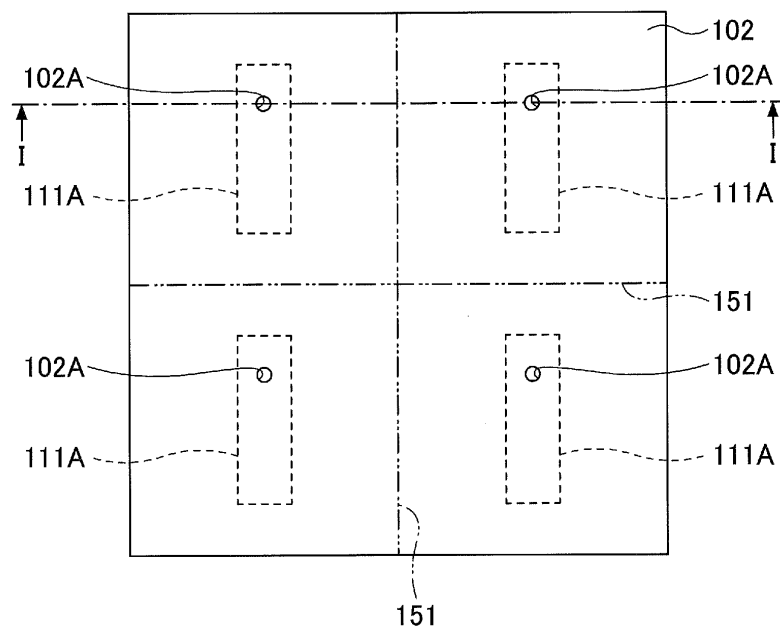
도면3c



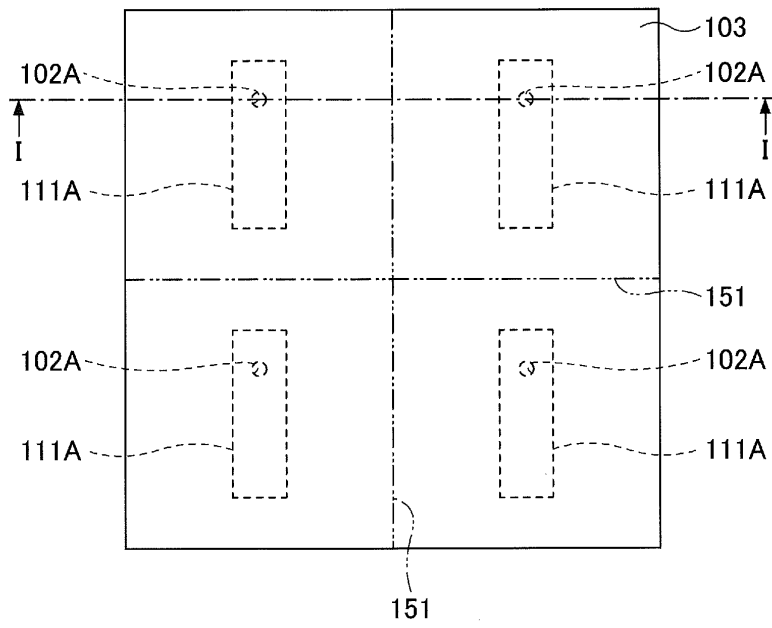
도면4a



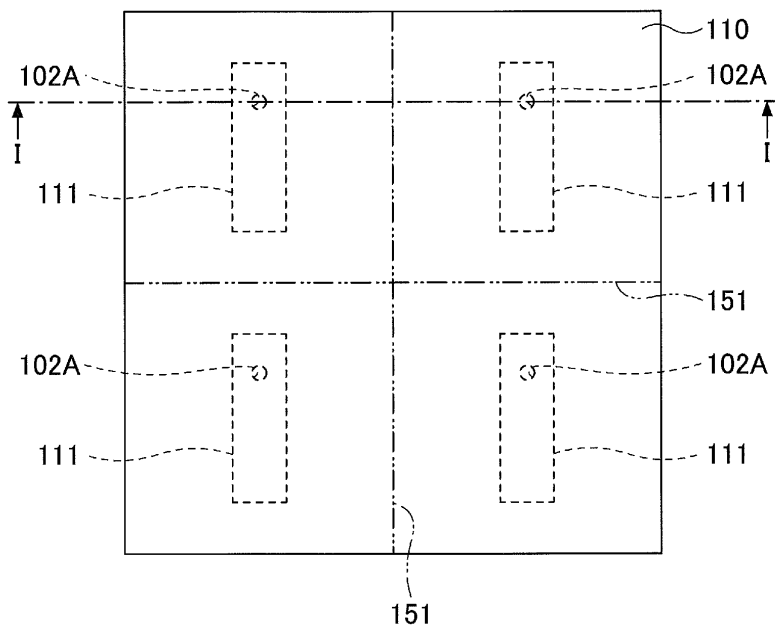
도면4b



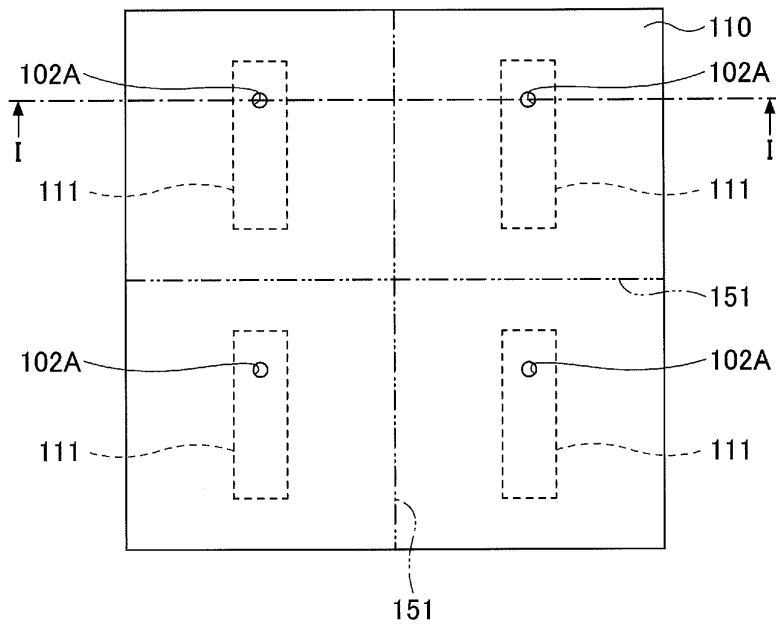
도면5a



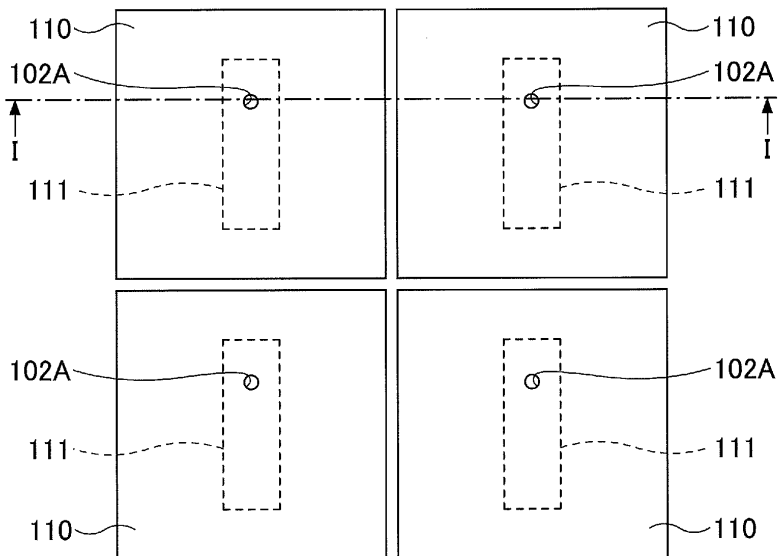
도면5b



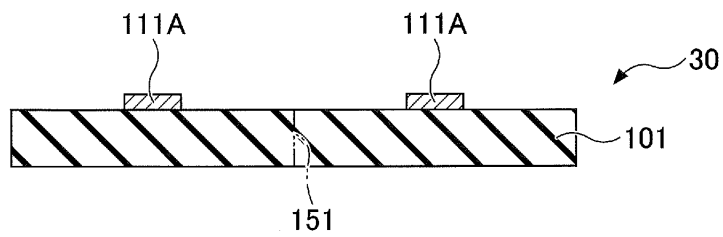
도면6a



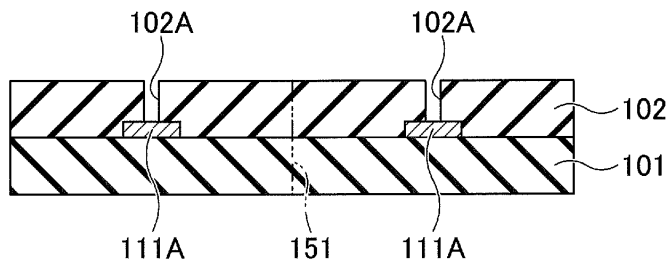
도면6b



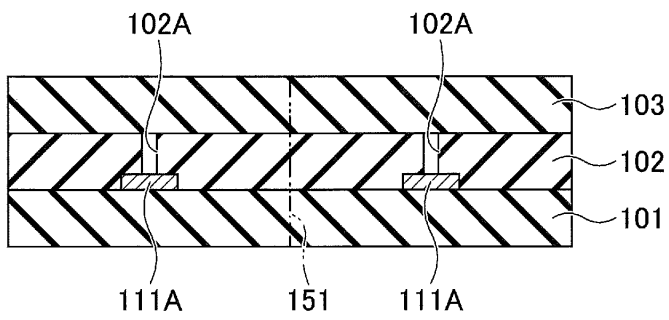
도면7a



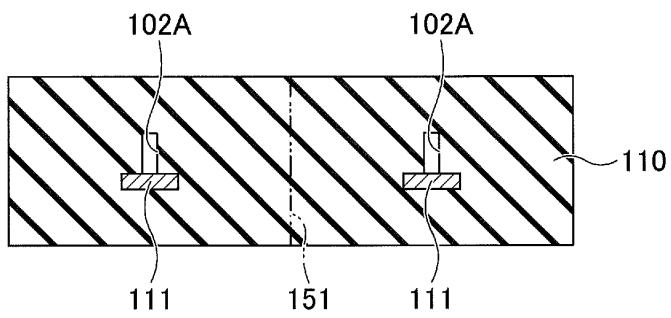
도면7b



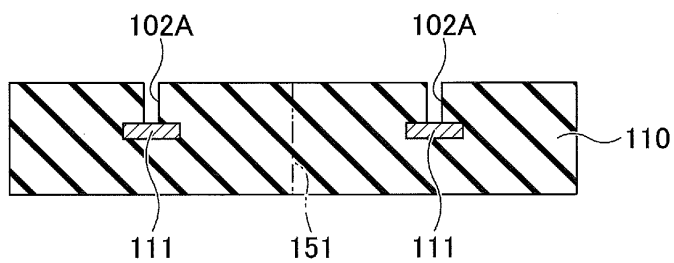
도면7c



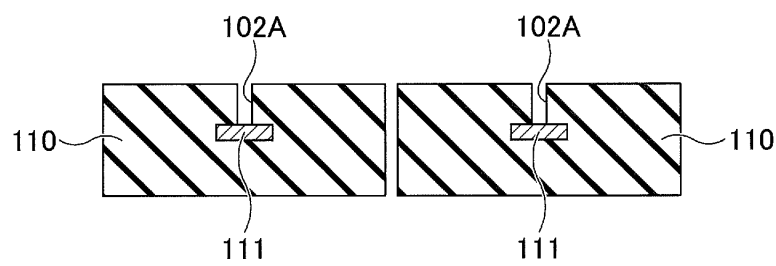
도면8a



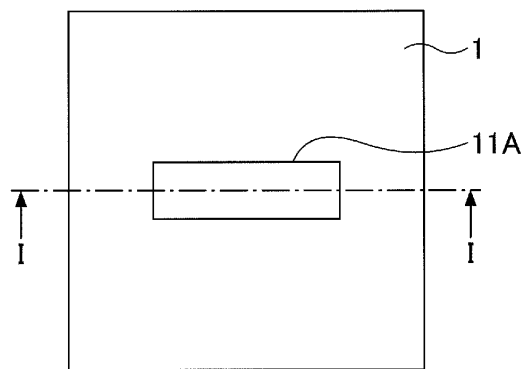
도면8b



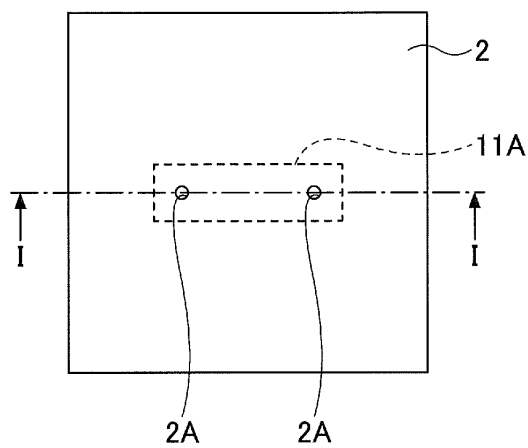
도면8c



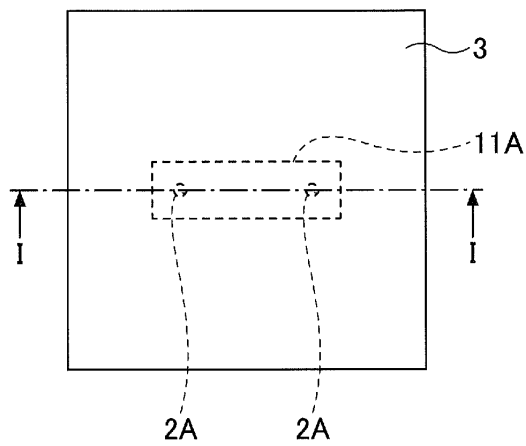
도면9a



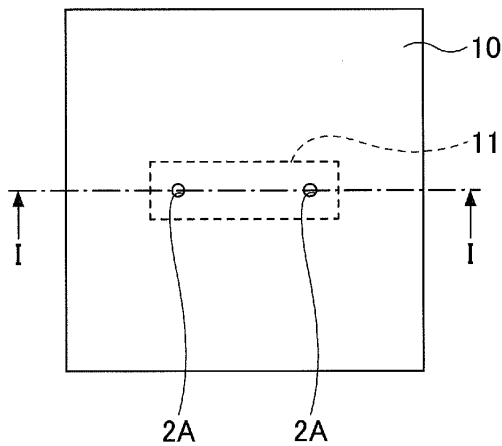
도면9b



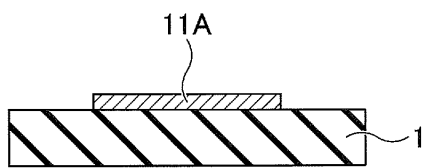
도면10a



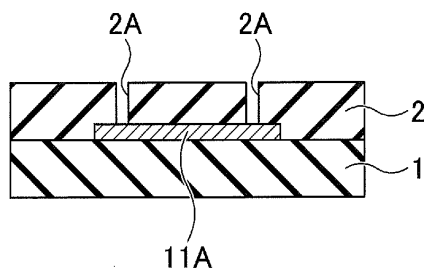
도면10b



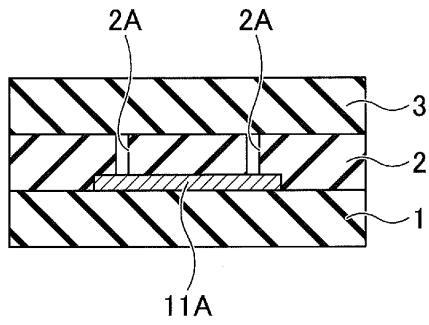
도면11a



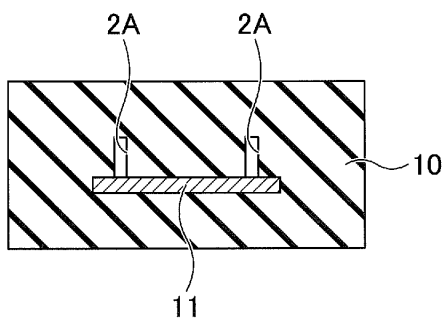
도면11b



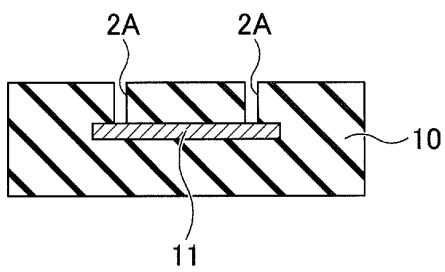
도면11c



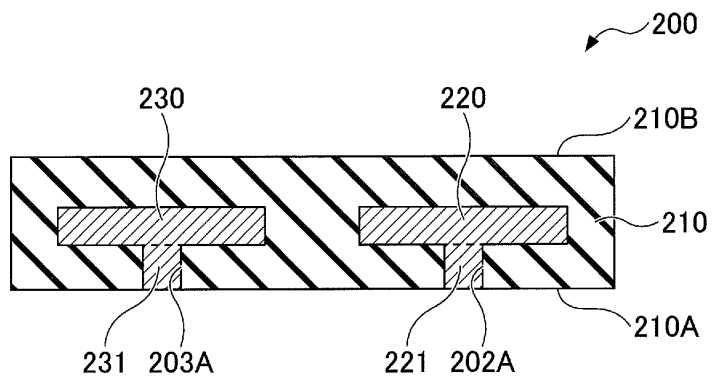
도면12a



도면12b



도면13



도면14

