



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0104985
(43) 공개일자 2022년07월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01P 1/203 (2006.01) C04B 41/88 (2006.01)
H01P 1/207 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H01P 1/203 (2013.01)
C04B 41/88 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0007454
(22) 출원일자 2021년01월19일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
주식회사 아모텍
인천광역시 남동구 남동서로 380, 남동공단 5블록
1롯데 (남촌동)

(72) 발명자
단성백
경기도 김포시 통진읍 김포대로 1950번길 91

(74) 대리인
김철진

전체 청구항 수 : 총 18 항

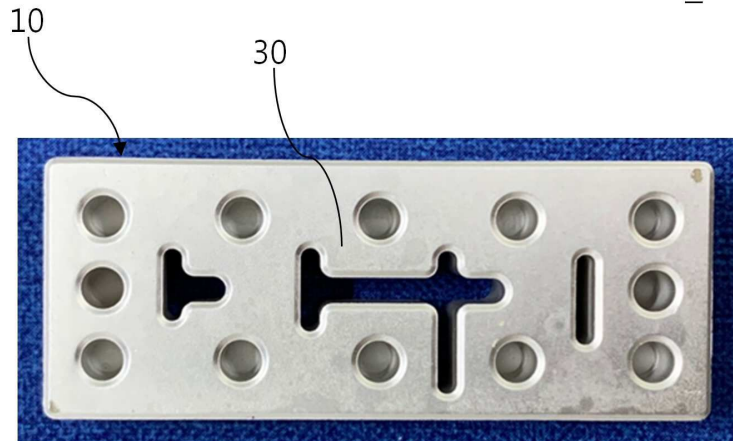
(54) 발명의 명칭 세라믹 도파관 필터의 제조방법 및 세라믹 도파관 필터

(57) 요약

본 발명의 세라믹 도파관 필터의 제조방법 및 세라믹 도파관 필터에 관한 것으로, 세라믹 기재 상에 시드층과 금속 전도층의 증착 이후 고온에서 열처리함으로써 균일한 금속화(metalization)가 가능하고 세라믹 도파관 필터의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도1

1



(52) CPC특허분류
H01P 1/207 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

세라믹 기재를 준비하는 단계;

상기 세라믹 기재의 표면에 시드층을 형성하는 단계;

상기 시드층 상에 금속 전도층을 형성하는 단계; 및

상기 시드층과 상기 금속 전도층의 계면 영역을 공융(eutectic) 접합하여 공융 접합층을 형성하는 단계를 포함하는 세라믹 도파관 필터의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 세라믹 기재를 준비하는 단계에서,

상기 세라믹 기재는 육면체 구조이고, 상면과 하면을 관통하는 관통홀이 형성되며, 상기 상면으로부터 일정 깊이까지 파인 홈이 형성된 세라믹 도파관 필터의 제조방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 시드층을 형성하는 단계는,

상기 세라믹 기재에서 상기 상면과 네 개의 측면, 상기 관통홀의 내면 및 상기 홈의 내면에 시드층을 형성하는 세라믹 도파관 필터의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 시드층은 Ti-Cu를 포함하고, 금속 전도층은 Ag를 포함하는 세라믹 도파관 필터의 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 공융 접합층은 Ti-Cu-Ag 합금으로 이루어진 세라믹 도파관 필터의 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 시드층 및 상기 금속 전도층은 물리증착 방법으로 형성하는 세라믹 도파관 필터의 제조방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 시드층을 형성하는 단계는,

스퍼터링(sputtering)을 이용하여 상기 시드층을 형성하는 세라믹 도파관 필터의 제조방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 시드층을 형성하는 단계는,

상기 세라믹 기재의 표면에 Ti층을 형성하고, 상기 Ti층 상에 Cu층을 형성하는 세라믹 도파관 필터의 제조방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 금속 전도층을 형성하는 단계는,

열 증착(Thermal Evaporation)을 이용하여 상기 금속 전도층을 형성하는 세라믹 도파관 필터의 제조방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 공융 접합층을 형성하는 단계는,

상기 시드층과 상기 금속 전도층의 공융 반응을 위하여 가압 및 가열하는 단계를 포함하는 세라믹 도파관 필터의 제조방법.

청구항 11

제3항에 있어서,

상기 세라믹 기재의 하면에 은 페이스트를 프린팅하는 단계; 및

상기 은 페이스트를 소성하여 은 전도층을 형성하는 단계를 더 포함하는 세라믹 도파관 필터의 제조방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 은 전도층을 형성하는 단계는,

상기 은 페이스트를 850℃ 내지 870℃의 온도에서 15분 동안 소성하여 상기 은 전도층을 형성하는 세라믹 도파관 필터의 제조방법.

청구항 13

세라믹 기재;

상기 세라믹 기재의 표면에 형성된 시드층;

상기 시드층 상에 형성된 금속 전도층; 및

상기 시드층과 상기 금속 전도층의 계면 영역이 공융(eutectic) 접합되어 형성된 공융 접합층;

을 포함하는 세라믹 도파관 필터.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 세라믹 기재는 육면체 구조이고, 상면과 하면을 관통하는 관통홀이 형성되며, 상기 상면으로부터 일정 깊이까지 파인 홈이 형성된 세라믹 도파관 필터.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 시드층은,

상기 세라믹 기재에서 상면과 네 개의 측면, 상기 관통홀의 내면 및 상기 홈의 내면에 형성된 세라믹 도파관 필터.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 시드층은 Ti-Cu를 포함하고, 금속 전도층은 Ag를 포함하는 세라믹 도파관 필터.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 공용 접합층은 Ti-Cu-Ag 합금으로 이루어진 세라믹 도파관 필터.

청구항 18

제15항에 있어서,

상기 세라믹 기재의 하면에 은 페이스트를 프린팅한 후 소성하여 형성한 은 전도층을 더 포함하는 세라믹 도파관 필터.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 세라믹 도파관 필터의 제조방법 및 세라믹 도파관 필터에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 이동통신 시스템에 사용되는 세라믹 도파관 필터의 제조방법 및 세라믹 도파관 필터에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 도파관 필터는 도파관 기술로 구성된 전자 필터이다. 여기서, 도파관은 내부에 전자기파가 전송될 수 있는 속이 빈 금속 도관을 의미하며, 도파관 필터는 일부 주파수 대역의 신호는 통과시키고 다른 주파수 대역의 신호는 차단하는데 사용되는 장치이다.

[0003] 통신서비스가 진화함에 따라 데이터 전송속도가 늘어나고 되고 이를 위해 시스템 대역폭 또한 늘어나야 하며, 수신 감도 향상 및 타 통신 시스템에 의한 장애를 최소화할 필요가 있다. 이를 위해서 저손실(Low insertion loss) 필터에 대한 요구가 나날이 늘어가고 있는 실정이다.

[0004] 기존에는 금속, 플라스틱 소재로 이루어진 도파관 필터를 주로 사용하였으나, 고주파로 통신 주파수가 올라갈수록 플라스틱은 유전 특성의 변화가 심하고, 금속은 무게가 무거워 사용에 한계가 있다는 문제점이 있다.

[0005] 이를 해결하기 위해 세라믹 도파관 필터(CWF: Ceramic waveguide Filter)에 대한 연구가 이루어지고 있다. 세라믹 도파관 필터는 저손실 및 고유전율을 가지는 세라믹 재질을 이용한 필터이다. 세라믹 도파관 필터는 메시브(Massive) MIMO 안테나와 같은 기지국 시스템에서 사용될 수 있으며, 기존의 금속 재질로 이루어진 캐비티 필터(Cavity Filter) 대비 약 40% 정도로 사이즈와 무게를 줄일 수 있다는 장점이 있다. 즉, 기지국에 장비를 설치하기 위해서는 사람이 직접 운반하기 때문에 무게를 최대한 줄여하는 문제점이 있으나, 세라믹 도파관 필터는 작고 가볍기 때문에 설치 및 유지보수에 효과적이다. 또한, 세라믹 도파관 필터는 세라믹을 소결하여 다량 생산할 수 있기 때문에 기존의 캐비티 필터보다 제조 단가를 약 절반 정도로 절감할 수 있다.

[0006] 그러나, 세라믹 도파관 필터의 경우, 외부와 내부 캐비티(Cavity)에 전도성이 우수하고, 부착 신뢰성이 높은 금속층을 형성하기가 어렵다. 즉, 세라믹 도파관 필터는 입체 구조물이므로 페이스트(paste)를 이용한 디핑(dipping), 도금과 같은 방식은 균일한 부착이 어려워 공정이 복잡해지고, 부착력이 약하며, 두께가 두꺼워져 삽입 손실, 스푸리어스(Spurious) 등의 전기적 특성이 좋지 않은 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제10-1493328호(2015.02.09.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하고자 안출된 것으로서, 본 발명은 세라믹 소성체에 균일한 금속층이 형성되어 필터링 효과를 높일 수 있는 세라믹 도파관 필터의 제조방법 및 세라믹 도파관 필터를 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터의 제조방법은 세라믹 기재를 준비하는 단계와, 세라믹 기재의 표면에 시드층을 형성하는 단계와, 시드층 상에 금속 전도층을 형성하는 단계와, 시드층과 금속 전도층의 계면 영역을 공융(eutectic) 접합하여 공융 접합층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 세라믹 기재를 준비하는 단계에서, 세라믹 기재는 육면체 구조이고, 상면과 하면을 관통하는 관통홀이 형성되며, 상면으로부터 일정 깊이까지 파인 홈이 형성될 수 있다.

[0011] 시드층을 형성하는 단계는, 세라믹 기재에서 상면과 네 개의 측면, 관통홀의 내면 및 홈의 내면에 시드층을 형성할 수 있다.

[0012] 시드층은 Ti-Cu를 포함하고, 금속 전도층은 Ag를 포함할 수 있다.

[0013] 공융 접합층은 Ti-Cu-Ag 합금으로 이루어질 수 있다.

[0014] 또한, 시드층 및 금속 전도층은 물리증착 방법으로 형성할 수 있다.

[0015] 시드층을 형성하는 단계는, 스퍼터링(sputtering)을 이용하여 시드층을 형성할 수 있다.

[0016] 또한, 시드층을 형성하는 단계는, 세라믹 기재의 표면에 Ti층을 형성하고, Ti층 상에 Cu층을 형성할 수 있다.

[0017] 금속 전도층을 형성하는 단계는, 열 증착(Thermal Evaporation)을 이용하여 금속 전도층을 형성할 수 있다.

[0018] 공융 접합층을 형성하는 단계는, 시드층과 금속 전도층의 공융 반응을 위하여 가압 및 가열하는 단계를 포함할 수 있다.

[0019] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터의 제조방법은 세라믹 기재의 하면에 은 페이스트를 프린팅하는 단계와, 은 페이스트를 소성하여 은 전도층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0020] 여기서, 은 전도층을 형성하는 단계는, 은 페이스트를 850℃ 내지 870℃의 온도에서 15분 동안 소성하여 은 전도층을 형성할 수 있다.

[0021] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터는, 세라믹 기재와, 세라믹 기재의 표면에 형성된 시드층과, 시드층 상에 형성된 금속 전도층과, 시드층과 금속 전도층의 계면 영역이 공융(eutectic) 접합되어 형성된 공융 접합층을 포함할 수 있다.

[0022] 세라믹 기재는 육면체 구조이고, 상면과 하면을 관통하는 관통홀이 형성되며, 상면으로부터 일정 깊이까지 파인 홈이 형성될 수 있다.

[0023] 시드층은, 세라믹 기재에서 상면과 네 개의 측면, 관통홀의 내면 및 홈의 내면에 형성될 수 있다.

[0024] 시드층은 Ti-Cu를 포함하고, 금속 전도층은 Ag를 포함할 수 있다.

[0025] 공융 접합층은 Ti-Cu-Ag 합금으로 이루어질 수 있다.

[0026] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터는 세라믹 기재의 하면에 은 페이스트를 프린팅한 후 소성하여 형성한 은 전도층을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0027] 본 발명의 세라믹 도파관 필터의 제조방법 및 세라믹 도파관 필터에 의하면, 금속화(metalization) 공정을 단순화하여 비용 절감이 가능하고, 높은 부착력을 구현하여 금속보다 가벼운 세라믹 소재를 사용한 세라믹 도파관

필터의 효율성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

- [0028] 또한, 본 발명은 시드층과 금속 전도층의 계면 영역이 공용 반응하여 공용 접합층이 형성되기 때문에 세라믹 기재와 금속 전도층 사이의 부착 강도(peel strength)를 극대화시킬 수 있다.
- [0029] 또한, 본 발명은 공용 접합층이 형성되면서 증착층들이 좀 더 고체화되어 전체 저항 개선 효과가 발생할 수 있다.
- [0030] 또한, 본 발명은 친환경 공법으로 세라믹 도파관 필터를 제조함으로써 제조 공정에서 발생하는 환경 문제를 최소화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터를 평면에서 나타낸 사진이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터를 도시한 평면측 사시도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터를 도시한 저면측 사시도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터의 열처리 전 표면 구조를 나타낸 SEM 이미지이다.
- 도 5는 도 4의 이미지에 대한 EDX 분석 결과를 나타낸 그래프이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터의 열처리 후 표면 구조를 나타낸 SEM 이미지이다.
- 도 7은 도 6의 이미지에 대한 EDX 분석 결과를 나타낸 그래프이다.
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터의 제조방법을 도시한 흐름도이다.
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터의 제조방법에서 세라믹 기재를 준비하는 단계를 도시한 흐름도이다.
- 도 10은 수소 분위기에서 열처리한 세라믹 도파관 필터와 공기 분위기에서 열처리한 본 발명의 세라믹 도파관 필터를 평면에서 바라본 사진이다.
- 도 11은 시드층과 금속 전도층을 형성한 후 열처리를 가하지 않은 세라믹 도파관 필터와, 열처리를 가한 본 발명의 세라믹 도파관 필터의 표면을 촬영한 사진 및 확대하여 촬영한 전자현미경 사진이다.
- 도 12는 열처리를 가한 본 발명의 세라믹 도파관 필터의 두께를 측정한 결과를 나타낸 도면이다.
- 도 13은 본 발명의 세라믹 도파관 필터의 복수의 영역에 부착 강도를 측정하기 위해 와이어를 부착한 상태를 나타낸 사진이다.
- 도 14는 도 13의 와이어를 이용하여 인장 강도를 측정한 결과를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터를 평면에서 나타낸 사진이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터를 도시한 평면측 사시도이고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터를 도시한 저면측 사시도이다.
- [0034] 도 1에 도시된 바에 의하면, 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터(1)는 세라믹 기재(10)와, 세라믹 기재(10) 상에 형성된 금속 전도층(30)과, 세라믹 기재(10) 및 금속 전도층(30) 사이에 개재된 시드층(20) 및 공용 접합층(40)(도 4 및 도 6 참조)을 포함할 수 있다. 여기서, 시드층(20)은 Ti-Cu를 포함하는 Ti-Cu층일 수 있고, 금속 전도층(30)은 Ag를 포함하는 Ag층일 수 있다. 또한, 금속 전도층(30)은 열 증착(Thermal Evaporation)을 이용하여 시드층(20) 상에 3 μ m 내지 5 μ m의 두께로 형성될 수 있다.
- [0035] 도 2 및 도 3에 도시된 바에 의하면, 세라믹 도파관 필터(1)는 육면체 구조인 세라믹 기재(10)의 상면(11)과 하면(12)을 관통하는 관통홀(13)과, 세라믹 기재(10)의 상면(11)으로부터 일정 깊이까지 파인 홈(15)을 포함하는 일체형으로 구비될 수 있다. 여기서, 관통홀(13)은 미리 지정된 패턴에 따라 세라믹 기재(10)를 관통하도록 복수개가 형성될 수 있고, 관통홀(13)의 크기와 위치 등에 따라 관통홀(13)에 의해 구분되는 공진 캐비티(14)의

크기 및 공진 특성이 가변될 수 있다.

- [0036] 또한, 홈(15)은 공기와 같은 유전체가 채워지도록 복수개가 형성될 수 있다. 이때, 복수의 홈(15) 중 어느 하나는 RF 신호를 입력하기 위한 입력 인터페이스 포트가 연결될 수 있고, 다른 하나는 필터링된 RF 신호를 출력하기 위한 출력 인터페이스 포트가 연결될 수 있다.
- [0037] 세라믹 도파관 필터(1)는 고주파 하에서 작동할 때 삽입 손실을 최소화하기 위해 높은 Q값(Quality factor)을 갖는 것이 바람직하다. 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터(1)는 MgO, Al₂O₃, SiO₂, TiO₂ 중 적어도 하나를 포함하는 세라믹 소결체인 세라믹 기재(10)가 구비될 수 있다. 이러한 세라믹 기재(10)는 기존의 도파관 필터 재료로 사용된 금속, 플라스틱 소재보다 Q값이 상대적으로 더 높기 때문에 통신 대역에서 일정한 유전율을 유지하며 손실을 저감할 수 있다.
- [0038] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터의 열처리 전 표면 구조를 나타낸 SEM(Scanning Electron Microscope)이미지이고, 도 5는 도 4의 이미지에 대한 EDX(Energy-dispersive X-ray spectroscopy) 분석 결과를 나타낸 그래프이며, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터의 열처리 후 표면 구조를 나타낸 SEM 이미지이고, 도 7은 도 6의 이미지에 대한 EDX 분석 결과를 나타낸 그래프이다.
- [0039] 도 4 및 도 5 도시된 바에 의하면, 열처리 전의 세라믹 도파관 필터(1)는, 세라믹 기재(10)의 표면에 형성된 시드층(20)과, 시드층(20) 상에 형성된 금속 전도층(30)을 포함할 수 있다.
- [0040] 시드층(20)은 세라믹 기재(10)의 표면에 약 0.26 μ m의 두께로 형성된 Ti층(21)과, Ti층(21) 상에 약 0.55 μ m의 두께로 형성된 Cu층(22)을 포함할 수 있다. 이러한 시드층(20)은 세라믹 기재(10)와 금속 전도층(30) 사이에 위치하여 세라믹 기재(10)에 대한 금속 전도층(30)의 부착력을 증가시킬 수 있다. 시드층(20)은 스퍼터링(sputtering) 방법을 이용하여 세라믹 기재(10)의 표면에 형성될 수 있다.
- [0041] 이때, 시드층(20)은 도 2 및 도 3에 도시된 세라믹 기재(10)의 하면(12)을 제외한 상면(11)과 네 개의 측면(16), 관통홀(13)의 내면 및 홈(15)의 내면에 형성될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터(1)는 세라믹 기재(10)의 상면(11) 및 네 개의 측면(16)과 같은 외면뿐만 아니라 관통홀(13)의 내면 및 홈(15)의 내면에도 균일한 금속화(metalization)가 가능하다는 장점이 있다.
- [0042] 도 6 및 도 7에 도시된 바에 의하면, 열처리 후의 세라믹 도파관 필터(1)는, 시드층(20)과 금속 전도층(30) 사이에 약 1.72 μ m의 두께로 공용 접합층(40)이 형성될 수 있다. 공용 접합층(40)은 시드층(20)과 금속 전도층(30)의 계면 영역이 공용(eutectic) 접합되어 형성될 수 있다. 여기서, 공용 접합은 금속과 금속을 공용 온도로 가열한 다음, 공용 온도 이하의 온도에서 경화시켜서 공용 접합층을 형성하는 금속과 금속간의 접합 방법으로서, 견고하고 신뢰성이 높게 접합할 수 있다는 장점이 있다. 시드층(20)과 금속 전도층(30)의 공용 온도, 예컨대, 시드층(20)이 Ti-Cu를 포함하고, 금속 전도층(30)이 Ag를 포함할 경우, 소정의 압력을 가하여 시드층(20)과 금속 전도층(30)을 서로 밀착시키고, 브레이징 로(Brazing Furnace)에서 약 900 $^{\circ}$ C의 온도로 15분 동안 열처리함으로써 Ti-Cu-Ag 합금으로 이루어진 공용 접합층(40)을 형성할 수 있다.
- [0043] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터(1)는 은 전도층(미도시)을 더 포함할 수 있다. 은 전도층은 세라믹 기재(10)의 하면(12)(도 3 참조)에 은 페이스트를 스크린 인쇄 등의 방식으로 프린팅한 후 소성하여 형성할 수 있다. 은 전도층은 기판에 솔더링되어 접합되는 부분이므로, 리칭(leaching)이 발생하지 않도록 두께는 15 μ m 이상으로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0044] 이하, 도 8 및 도 9을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터(1)의 제조방법을 설명하기로 한다.
- [0045] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터의 제조방법을 도시한 흐름도이고, 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터의 제조방법에서 세라믹 기재를 준비하는 단계를 도시한 흐름도이다.
- [0046] 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터(1)의 제조방법은 도 8에 도시된 바와 같이, 세라믹 기재(10)를 준비하는 단계(S10)와, 세라믹 기재(10)의 표면에 시드층(20)을 형성하는 단계(S20)와, 시드층(20) 상에 금속 전도층(30)을 형성하는 단계(S30)와, 시드층(20)과 금속 전도층(30)의 계면 영역을 공용(eutectic) 접합하여 공용 접합층(40)을 형성하는 단계(S40)를 포함할 수 있다.
- [0047] 세라믹 기재(10)를 준비하는 단계(S10)는 도 9에 도시된 바와 같이, MgO, Al₂O₃, SiO₂, TiO₂ 중 적어도 하나를 포함하는 세라믹 혼합물을 준비하는 단계(S11)와, 세라믹 혼합물로 세라믹 성형체를 사출 성형하는

단계(S12)와, 세라믹 성형체를 소결하여 세라믹 기재(10)를 형성하는 단계(S13)를 포함할 수 있다. 세라믹 혼합물을 준비하는 단계(S11)에서, 세라믹 혼합물은 사출 성형 시 MgO, Al₂O₃, SiO₂, TiO₂ 중 적어도 하나를 포함하는 분말들을 잘 바인딩할 수 있도록 바인더를 더 포함할 수 있다. 또한, 사출 성형하는 단계(S12)는 이전 단계에서 준비한 혼합물을 사출 금형에 투입해 사출시켜 세라믹 성형체를 만들 수 있다. 이후, 세라믹 기재(10)를 형성하는 단계(S13)에서 세라믹 성형체를 약 900℃ 내지 1200℃의 온도로 소결해 세라믹 기재(10)를 형성할 수 있다.

[0048] 이러한 세라믹 기재(10)는 육면체 구조이고, 상면(11)과 하면(12)을 관통하는 관통홀(13)이 형성되며, 세라믹 기재(10)의 상면(11)으로부터 일정 깊이까지 파인 홈(15)이 형성될 수 있다.

[0049] 시드층(20)을 형성하는 단계(S20)와 금속 전도층(30)을 형성하는 단계(S30)에서, 시드층(20) 및 금속 전도층(30)은 물리증착 방법으로 형성할 수 있다.

[0050] 구체적으로, 시드층(20)을 형성하는 단계(S20)에서, 시드층(20)은 세라믹 기재(10)에 대한 금속 전도층(30)의 부착력을 높이기 위해 형성되는 것으로, 스퍼터링(sputtering) 방법을 이용하여 세라믹 기재(10)의 표면, 즉 상면(11)과 네 개의 측면(16), 관통홀(13)의 내면 및 홈(15)의 내면에 시드층(20)을 형성할 수 있다. 스퍼터링은 고체 상태의 Ti, Cu 타겟(Target)에 높은 에너지를 가진 입자들을 충돌시켜 타겟 원자들에게 에너지를 전달해줌으로써 타겟 원자들이 방출되는 현상을 이용한 방법이며, 이때 발생한 플라즈마가 세라믹 기재(10)의 표면에 부착되어 시드층(20)이 형성된다. 시드층(20)에서 Ti층(21)은 세라믹 기재(10)의 표면에 약 0.26 μ m의 두께로 형성할 수 있고, Cu층(22)은 Ti층(21) 상에 약 0.55 μ m의 두께로 형성할 수 있다. 스퍼터링은 막 두께가 균일하고, 박막의 밀착력이 양호하다는 장점이 있다. 따라서, 시드층(20)은 스퍼터링에 의해 세라믹 기재(10)의 상면(11) 및 네 개의 측면(16)과 같은 외면뿐만 아니라 관통홀(13)의 내면 및 홈(15)의 내면에도 균일하게 형성될 수 있다.

[0051] 금속 전도층(30)을 형성하는 단계(S30)는, 열 증착(Thermal Evaporation)을 이용하여 시드층(20) 상에 금속 전도층(30)을 형성할 수 있다. 여기서, 금속 전도층(30)은 Ag로 이루어질 수 있다. 열 증착은 진공 하에서 고체 시료에 직접 열을 가하여 기체 상태로 만들고 확산시켜 증발시키는 방식으로, 기체 상태의 물질이 기판에 도달하면 고체 상태로 변환될 수 있다. 열 증착 시 온도는 300℃ 내지 400℃일 수 있다. 열 증착법은 다른 물리 기상 증착법에 비해 장비 구성 비용이 저렴하며, 원하는 두께로 증착하기가 용이하다는 장점이 있다. 열 증착 시 금속 전도층(30)은 3 μ m 내지 5 μ m의 두께로 형성할 수 있다. 또한, 금속 전도층(30)을 형성하는 단계(S30)에서, 금속 전도층(30)은 열 증착 이외에 스퍼터링을 이용하여 형성할 수도 있다.

[0052] 공용 접합층(40)을 형성하는 단계(S40)는, 시드층(20)과 금속 전도층(30)의 공용 반응을 위하여 가압 및 가열하는 단계를 포함할 수 있다. 이때, 우선 소정의 압력을 가하여 시드층(20)과 금속 전도층(30)을 서로 밀착시키고, 이후에 시드층(20)과 금속 전도층(30)의 공용 온도, 예컨대, 시드층(20)이 Ti-Cu를 포함하고, 금속 전도층(30)이 Ag를 포함할 경우, 브레이징 로(Brazing Furnace)에서 약 900℃의 온도로 15분 동안 열처리함으로써 Ti-Cu-Ag 합금으로 이루어진 공용 접합층(40)을 형성할 수 있다.

[0053] 도 10을 참조하면, 공용 접합을 위한 열처리 시 수소 분위기에서 진행할 경우 좌측의 세라믹 도파관 필터(1A)와 같이 금속 전도층(30)이 변색되고, 필링(peeling) 현상이 발생한다. 반면, 도 10의 우측에 도시된 바와 같이 본 발명의 세라믹 도파관 필터(1)는 시드층(20) 및 금속 전도층(30)의 증착 이후 공기(Air) 분위기에서 약 900℃의 온도로 열처리함으로써 금속 전도층(30)의 색상이 변색되지 않고, 부착력도 향상될 수 있다. 따라서, 공용 접합 시 열처리는 공기(Air) 분위기에서 실시하는 것이 바람직하다.

[0054] 도 11은 시드층(20)과 금속 전도층(30)을 형성한 후 열처리를 가하지 않은 세라믹 도파관 필터(1B)와, 공용 접합을 위해 열처리를 가한 본 발명의 세라믹 도파관 필터(1)의 표면을 촬영한 사진 및 확대하여 촬영한 전자현미경 사진이다.

[0055] 도 11에 도시된 바에 의하면, 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터(1)는 열처리를 가하지 않은 세라믹 도파관 필터(1B)와 비교하여 표면이 거칠어져 있지 않고 균일한 상태임을 확인할 수 있다. 또한, 도 12에 도시된 바에 의하면, 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터(1)에서 시드층(20), 공용 접합층(40) 및 금속 전도층(30)을 포함하는 박막의 두께는 6개의 영역에서 측정했을 때 2.929 μ m 내지 3.899 μ m 정도로 비교적 균일한 두께를 형성하는 것으로 나타났다.

[0056] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터(1)는 시드층(20)과 금속 전도층(30)의 증착 이후 고온에서 열처리함으로써 증착층들이 공용 접합으로 인해 좀 더 고체화되어 균일한 금속화(metalization)가 가능하

고, 색상과 물성이 향상될 수 있다. 또한, 아래 표 1에 기재된 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터(1)는 균일한 금속화가 가능함에 따라 전도성이 더 좋아질 수 있다.

표 1

	두께	비저항	전도율	Ag비저항과 상대 비교	저항	Ag 두께와 동등 시 저항
	μm	μΩ · cm	%	%	μΩ · cm	μΩ · cm
Ag Paste	6.98	1.670	104	-	1.191	1.191
Cu/Ag 도금	3.40	2.063	84	+19%	3.036	1.477
Cu/Ag 도금 (열처리)	3.38	2.785	62	+40%	4.126	1.994
Ti-Cu/Ag 증착	2.87	2.775	63	+40%	4.835	1.986
Ti-Cu/Ag 증착 (열처리)	2.55	1.337	129	-24%	2.626	0.957

[0057]

[0058]

상기 표 1을 참조하면, 세라믹 기재(10)에 Ag Paste를 인쇄한 경우와 비교하여, Cu/Ag 도금을 수행한 경우, 비저항은 더 높아지고 전도율은 더 낮게 나타났다. 여기서, 전도율은 도체의 도전성을 비교하기 위해 표준 연동(軟銅)의 도전율을 100으로 하고, 백분율(%)로 표시한 것이다. Cu/Ag 도금은 세라믹 기재(10)에 Cu 무전해 도금으로 박막을 형성한 후 Cu 박막 위에 Ag 전해 도금으로 Ag 박막을 형성한 것으로, 도금 후 약 900℃에서 열처리할 경우 Cu/Ag 도금층이 들뜨는 등의 표면 결함이 발생하여 비저항이 열처리 전보다 더 높아지는 것으로 나타났다.

[0059]

반면, 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터(1)와 같이 Ti-Cu/Ag 증착을 수행한 후 브레이징 로(Brazing Furnace)에서 약 900℃의 온도로 15분 동안 열처리를 수행하여 공용 접합층(40)을 형성한 경우, 비저항이 가장 낮아지고, 전도율은 가장 높은 것으로 나타났다. 또한, 표 1에서 Ag Paste의 두께와 동등한 두께일 때의 저항으로 환산한 값을 보면, Ti-Cu/Ag 증착 후 열처리를 하지 않았을 때보다 열처리를 했을 때 저항 특성이 더 우수한 것으로 나타났다. 즉, 시드층(20)의 증착 및 금속 전도층(30)의 증착 후 공용 접합을 위해 열처리를 가했을 때, 공용 접합층(40)이 형성되면서 증착층들이 좀 더 고체화되어 전체 저항 개선 효과가 발생할 수 있다. 이와 같이 저항 개선 효과가 발생함에 따라, 삽입 손실이 최소화될 수 있다.

[0060]

도 13을 참조하면, 금속 전도층(30)의 상면에 2x2mm 정사각형으로 영역을 구분한 후 상기 영역에 0.8Φ의 와이어(w)를 부착하고, 와이어(w)를 이용하여 부착 강도(Peel Strength), 즉 인장 강도를 측정하였다. 이때 측정 설비는 INSTRON 만능 시험기이고, 측정 속도는 30mm/min이다. 측정 결과, 도 14에 도시된 바와 같이 시드층(20) 및 금속 전도층(30) 증착 후 열처리를 가했을 때 세라믹 기재(10)와 금속 전도층(30) 사이의 인장 강도가 열처리를 가하지 않을 때의 인장 강도보다 더 높은 것으로 나타났다. 즉, 공용 접합층(40)이 형성되면서 세라믹 기재(10)와 금속 전도층(30) 간의 밀착력이 좀 더 높아짐을 확인할 수 있다.

[0061]

이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터의 제조방법은, 시드층(20)과 금속 전도층(30)의 계면 영역이 공용 반응하여 공용 접합층(40)이 형성되기 때문에 결합력이 향상되어 세라믹 기재(10)와 금속 전도층(30) 사이의 부착 강도(peel strength)를 극대화시킬 수 있다.

[0062]

한편, 본 발명의 실시예에 따른 세라믹 도파관 필터(1)의 제조방법은, 세라믹 기재(10)의 하면(12)(도 3 참조)에 은 페이스트를 프린팅하는 단계와, 은 페이스트를 소성하여 은 전도층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0063]

은 페이스트를 프린팅하는 단계에서, 세라믹 기재(10)의 하면(12)은 기관에 슬더링되어 접합되는 부분이므로, 리칭(leaching)이 발생하지 않도록 두께는 15μm 이상으로 형성하는 것이 바람직하다. 또한, 은 페이스트는 스크린 인쇄 등의 방식으로 세라믹 기재(10)의 하면(12)에 프린팅될 수 있다.

[0064]

은 전도층을 형성하는 단계는, 은 페이스트를 약 850℃ 내지 870℃의 온도에서 약 15분 동안 소성하여 은 전도층을 형성하는 것을 일 예로 한다. 소성하는 단계는 세라믹 기재(10)에 따라 온도를 조절하여 세라믹 기재(10)의 손상이나 변형 없이 은 페이스트가 소성될 수 있도록 한다.

[0065] 이와 같이, 본 발명의 세라믹 도파관 필터의 제조방법 및 세라믹 도파관 필터에 의하면, 금속화(metalization) 공정을 단순화하여 비용 절감이 가능할 뿐만 아니라, 높은 부착력을 구현하여 금속보다 가벼운 세라믹 소재를 사용한 세라믹 도파관 필터의 효율성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

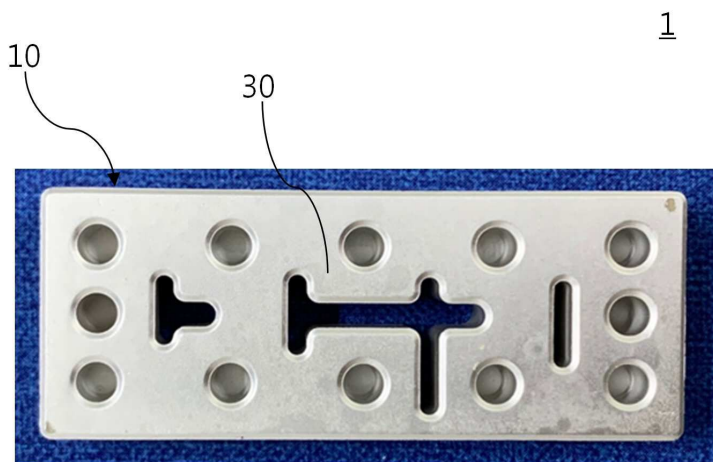
[0066] 이상과 같은 본 발명은 예시된 도면을 참조하여 설명되었지만, 기재된 실시 예에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변형될 수 있음은 이 기술의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명하다. 따라서 그러한 수정 예 또는 변형 예들은 본 발명의 특허청구범위에 속한다 하여야 할 것이며, 본 발명의 권리범위는 첨부된 특허청구범위에 기초하여 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

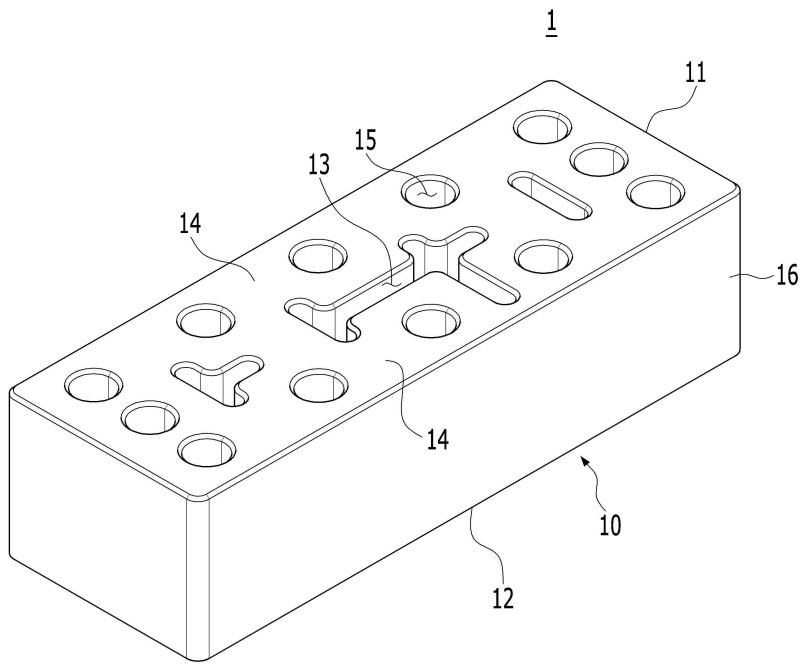
- [0067] 1: 세라믹 도파관 필터 10: 세라믹 기재
 11: 세라믹 기재의 상면 12: 세라믹 기재의 하면
 13: 관통홀 14: 공진 캐비티
 15: 홈 16: 세라믹 기재의 측면
 20: 시드층 21: Ti 층
 22: Cu 층 30: 금속 전도층
 40: 공융접합층

도면

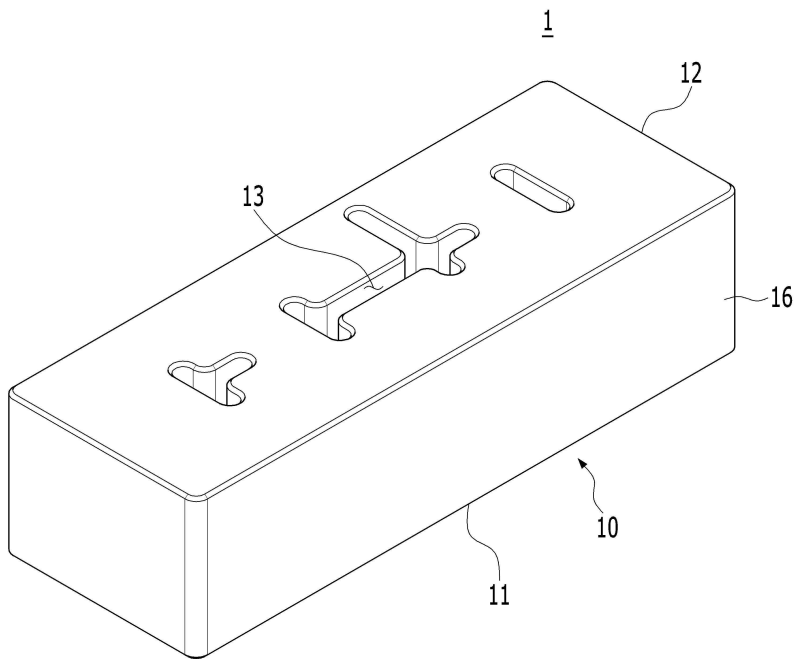
도면1



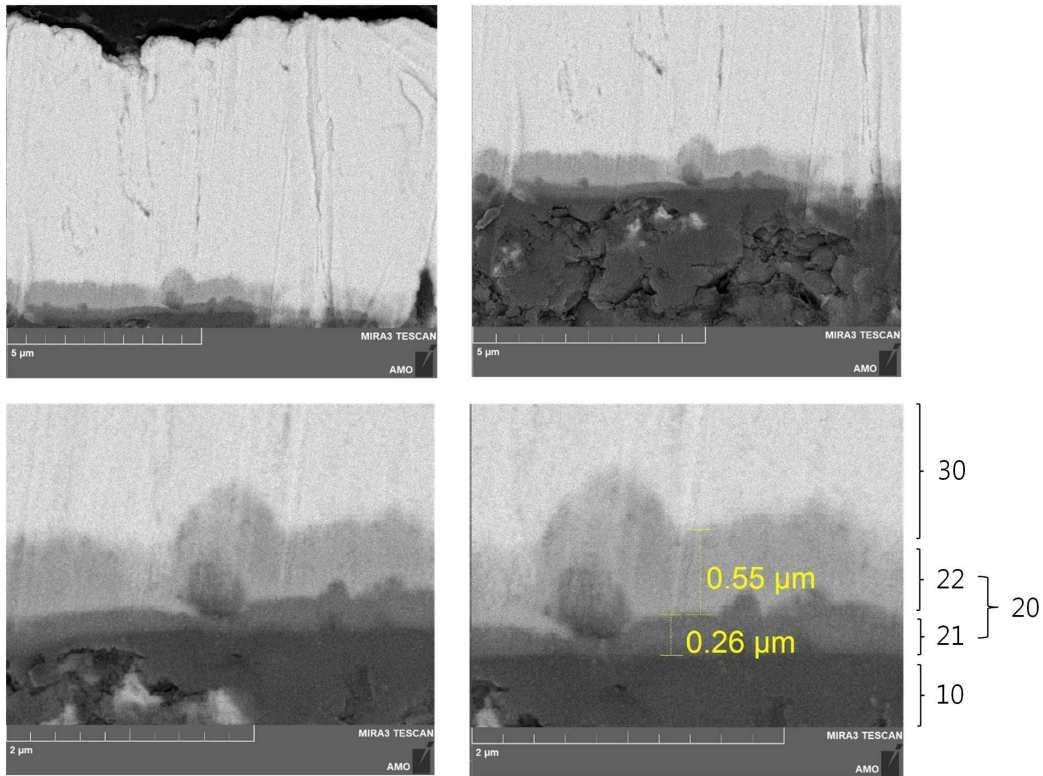
도면2



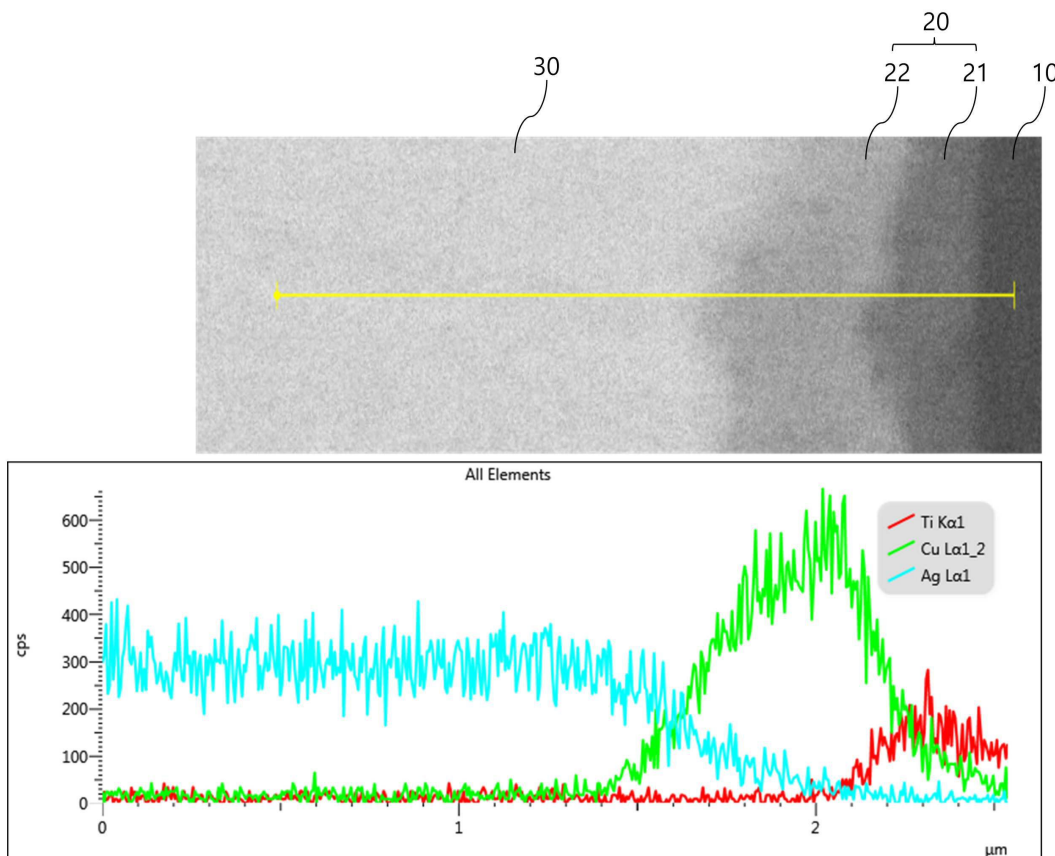
도면3



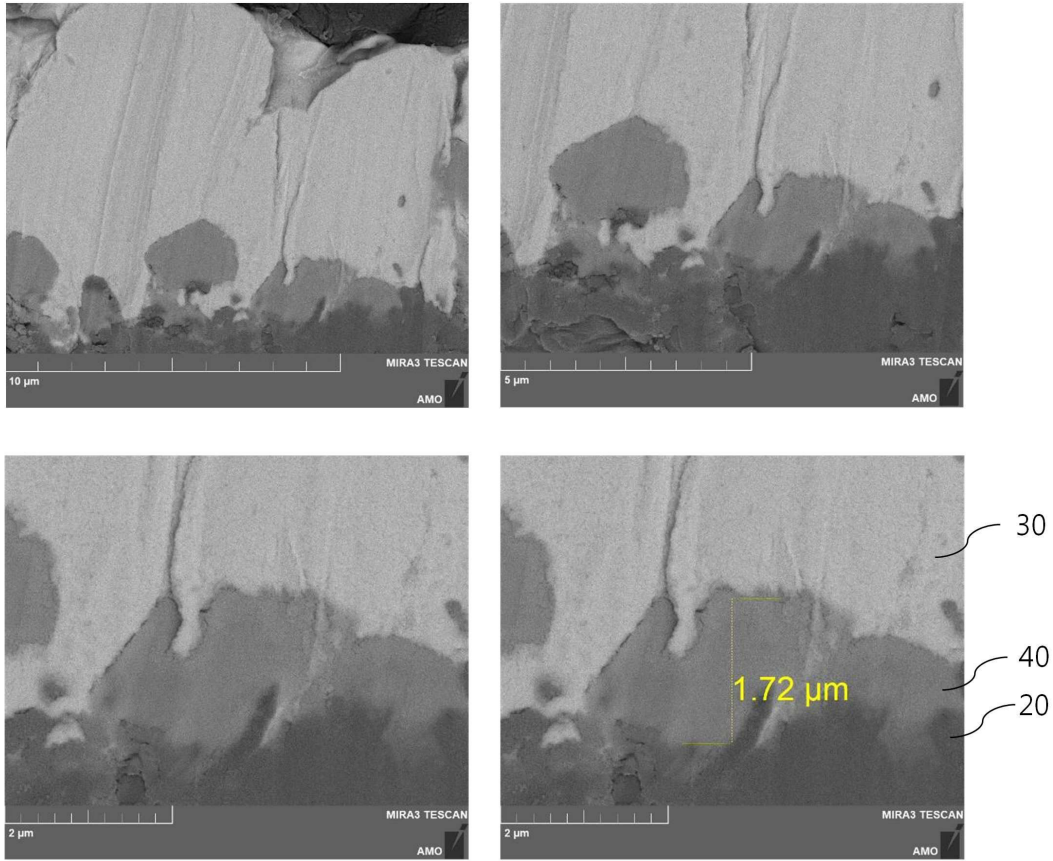
도면4



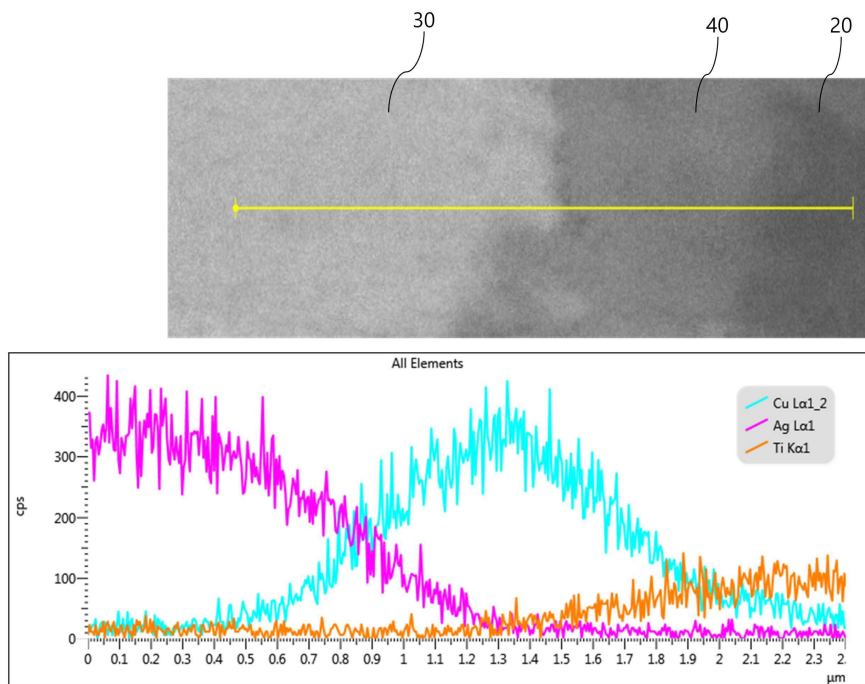
도면5



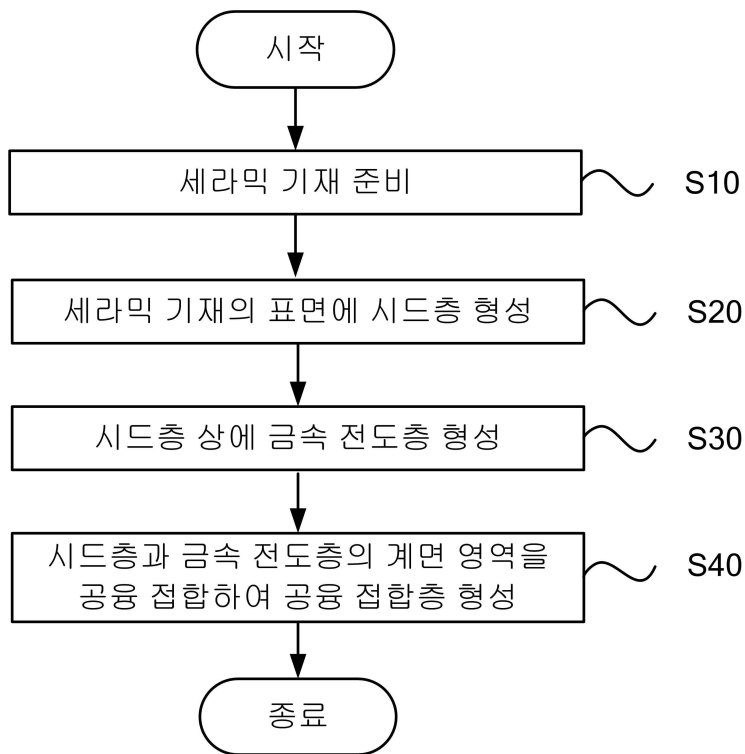
도면6



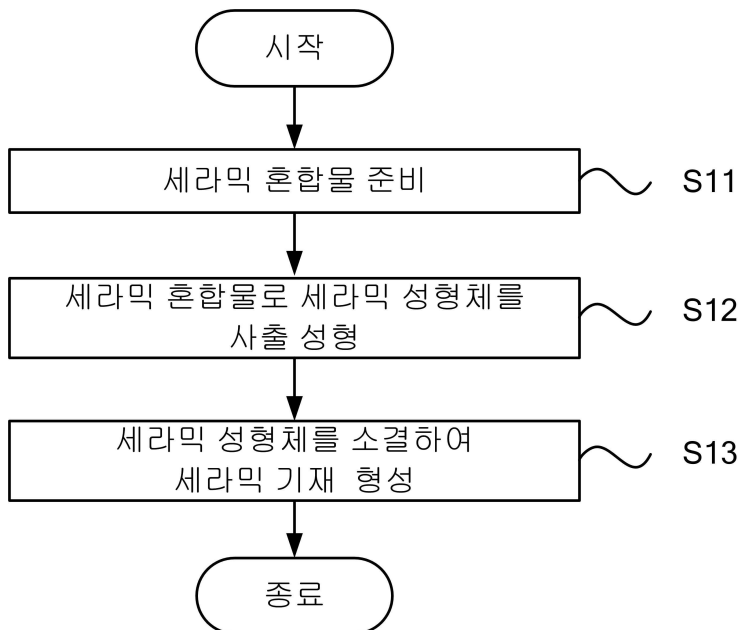
도면7



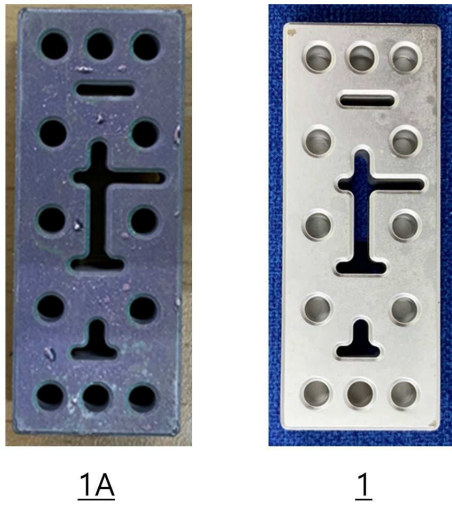
도면8



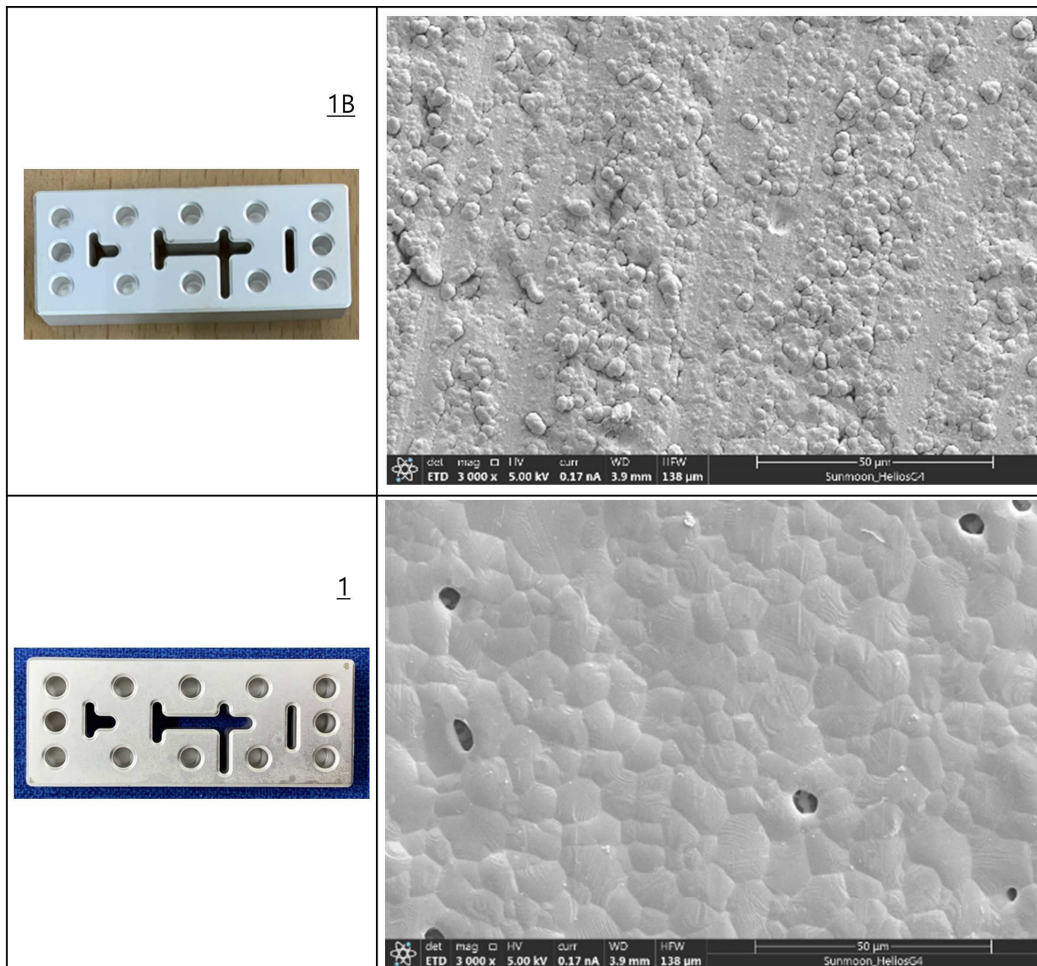
도면9



도면10



도면11

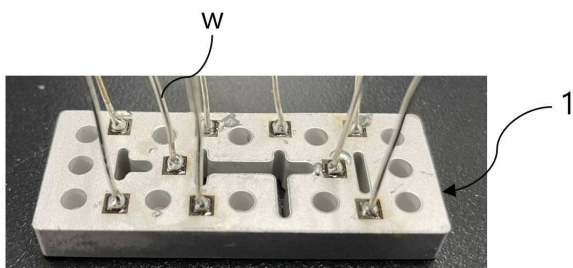
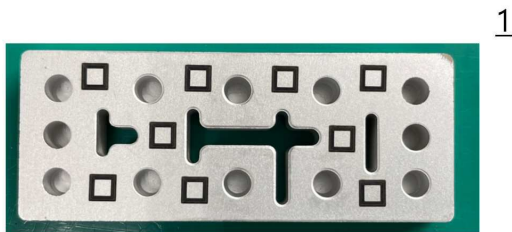


도면12



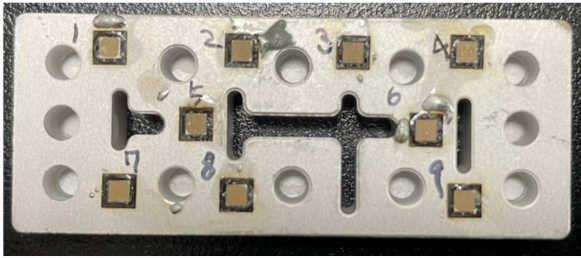
	두께(μm)
1	2.929
2	3.899
3	3.020
4	3.006
5	2.940
6	2.937
Avg	3.122
Max	3.899
Min	2.929
R	0.970

도면13



도면14

1



구분	열처리 전 인장강도(kgf)	열처리 후 인장강도(kgf)
1	2.404	4.598
2	5.628	7.163
3	5.923	6.439
4	3.791	9.921
5	2.629	10.090
6	4.127	5.371
Avg	4.0837	7.2637
Max	5.923	10.090
Min	2.404	4.598
R	3.519	5.492