



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년10월31일
(11) 등록번호 10-1897668
(24) 등록일자 2018년09월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B32B 15/01 (2006.01) B32B 37/06 (2006.01)
B32B 37/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B32B 15/017 (2013.01)
B32B 37/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0022058
(22) 출원일자 2018년02월23일
심사청구일자 2018년02월23일
(56) 선행기술조사문헌
KR101822073 B1*
KR1020160131206 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)
(주)차세대소재연구소
부산광역시 남구 신선로 365, 411호(용당동, 부경
대학교 창업보육센터 산학협력관)
(72) 발명자
권한상
부산광역시 남구 신선로 365 부경대학교용당캠퍼
스 7공학관
(74) 대리인
특허법인 천지

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 이인철

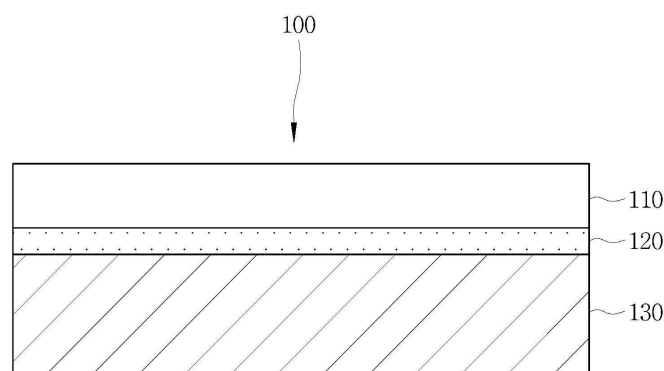
(54) 발명의 명칭 금속 PCB 및 열교환기용 이중 복합 재료 및 이의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 이중 복합 재료 및 이의 제조 방법에 관한 것으로서, 상기 이중 복합 재료는 알루미늄 판재, 상기 알루미늄 판재에 적층된 구리 판재, 그리고 상기 알루미늄 판재와 상기 구리 판재 사이에 위치하며, 알루미늄 분말 및 구리 분말을 포함하는 혼합 분말 층을 포함하며, 상기 알루미늄 판재와 상기 구리 판재는 상기 혼합 분말 층을 매개로 클래딩(cladding)된 것이다.

상기 이중 복합 재료는 알루미늄의 경량성과 구리의 고방열 및 고전도성이 결합된 이중 복합 재료로서, 알루미늄과 구리 사이 계면의 접합 강도가 우수하다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B32B 37/10 (2013.01)

B32B 2310/14 (2013.01)

B32B 2311/12 (2013.01)

B32B 2311/24 (2013.01)

B32B 2457/08 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

알루미늄 판재,

상기 알루미늄 판재에 적층된 구리 판재, 그리고

상기 알루미늄 판재와 상기 구리 판재 사이에 위치하며, 알루미늄 분말 및 구리 분말을 포함하는 혼합 분말 층을 포함하며,

상기 알루미늄 판재와 상기 구리 판재는 상기 혼합 분말 층을 개재시키고 방전 플라즈마 소결을 이용하여 클래딩(cladding)된 것인 이중 복합 재료.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 혼합 분말 층은 상기 혼합 분말 층 전체 부피에 대하여 상기 알루미늄 분말을 1 부피% 내지 99 부피%, 상기 구리 분말을 1 부피% 내지 99 부피%로 포함하는 것인 이중 복합 재료.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 혼합 분말 층의 상기 알루미늄 분말의 입경은 0.5 μm 내지 200 μm 이고, 상기 구리 분말의 입경은 0.5 μm 내지 200 μm 인 것인 이중 복합 재료.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 이중 복합 재료는 상기 이중 복합 재료 전체 두께에 대하여 상기 혼합 분말 층을 0.1 길이% 내지 30 길이%로 포함하는 것인 이중 복합 재료.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 알루미늄 판재와 상기 구리 판재의 두께 비율은 1:1 내지 9:1인 것인 이중 복합 재료.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 혼합 분말 층은 카본 나노 튜브 분말, 그래핀 분말, 나노 다이아몬드 분말, 나노 실리콘 카바이드 분말 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나의 분말을 더 포함하는 것인 이중 복합 재료.

청구항 7

알루미늄 판재와 구리 판재 사이에 알루미늄 분말 및 구리 분말을 포함하는 혼합 분말 층을 개재시키고, 상기 알루미늄 판재와 구리 판재를 적층시키는 단계, 그리고

상기 알루미늄 판재와 구리 판재의 적층체를 클래딩시키는 단계를 포함하며,

상기 클래딩시키는 단계는 진공 또는 공기 중에서 방전 플라즈마를 이용하여 5 MPa 내지 500 MPa의 압력, 350 $^{\circ}\text{C}$ 내지 600 $^{\circ}\text{C}$ 의 온도, 및 10 분 이하의 조건에서 소결시키는 것인 이중 복합 재료의 제조 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 알루미늄 판재와 구리 판재를 적층시키는 단계는 상기 혼합 분말 층을 개재시키고, 상기 혼합 분말 층을 압착하는 단계를 더 포함하는 것인 이중 복합 재료의 제조 방법.

청구항 10

제 7 항에 따른 이중 복합 재료의 제조 방법을 이용하여 빌렛을 제조하는 단계, 그리고

상기 빌렛을 압출 다이스(extrusion dies)를 이용하여 직접 압출(direct extrusion)시키는 단계를 포함하며,

상기 압출 다이스(extrusion dies)는 중공다이스인 것인 이중 복합 형재의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이중 복합 재료 및 이의 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 알루미늄의 경량성과 구리의 고방열 및 고전도성이 결합된 이중 복합 재료로서, 알루미늄과 구리 사이 계면의 접합 강도가 우수한 이중 복합 재료 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 알루미늄은 적당한 기계적 특성과 우수한 경량성으로 인해 다양한 전기 및 방열용 소재로 응용이 가능하다. 한편, 구리는 알루미늄 보다 약 3 배 정도 무겁고 가격은 4 배 정도 비싸지만 2 배 이상의 높은 열전도 및 40 % 이상의 높은 전기 전도도를 나타낸다.

[0003] 따라서, 이러한 알루미늄과 구리의 특성을 응용하여 성능 맞춤형 알루미늄-구리 이중 복합 재료를 제조할 경우 구리와 알루미늄의 중간 또는 구리나 알루미늄에 근접하는 성질의 소재 및 부품 개발이 가능하다.

[0004] 그러나, 일반적으로 금속 재료의 표면은 연마나 연삭 등의 가공을 해도 미세한 요철이 잔존하고 있으며, 상기 표면에는 공기 중의 산소로 인한 산화물 층이 형성되기 쉽기 때문에, 금속을 접합할 때 접합 계면에 빈 구멍이나 산화 피막 등의 개재물이 남기 쉬우며 이들은 접합 강도에 크게 영향을 주는 문제점을 가진다. 이에, 이와 같은 접합 문제점을 해결할 수 있는 방법에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

[0005] 일본공개특허 제2015-120170호에는 스테인리스강 간에 철 또는 철합금, 바람직하게는 탄소강을 중간재로서 삽입하여 스테인리스 강을 접합하는 방법에 관해 개시되어 있으며, 가열 온도가 600 ℃ 내지 800 ℃에서 수행되는 것이 바람직한 것으로 기재되어 있다.

[0006] 그러나, 상기 접합 방법에 의해 제조된 스테인리스 강은 접합면의 강도가 약해 약 1 m의 높이에서 낙하시키는 작은 충격에도 쉽게 분리되는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 일본공개특허 제2015-120170호(공개일: 2015년 7월 2일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은 알루미늄의 경량성과 구리의 고방열 및 고전도성이 결합된 이중 복합 재료로서, 알루미늄과 구리 사이 계면의 접합 강도가 우수한 이중 복합 재료를 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 다른 목적은 상기 이중 복합 재료의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 알루미늄 판재, 상기 알루미늄 판재에 적층된 구리 판재, 그리고 상기 알루미늄 판재와 상기 구리 판재 사이에 위치하며, 알루미늄 분말 및 구리 분말을 포함하는 혼합 분말 층을 포함하며, 상기 알루미늄 판재와 상기 구리 판재는 상기 혼합 분말 층을 매개로 클래딩(cladding)된 것인 이중 복합 재료를 제공한다.
- [0011] 상기 혼합 분말 층은 상기 혼합 분말 층 전체 부피에 대하여 상기 알루미늄 분말을 1 부피% 내지 99 부피%, 상기 구리 분말을 1 부피% 내지 99 부피%로 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 혼합 분말 층의 상기 알루미늄 분말의 입경은 0.5 μm 내지 200 μm 이고, 상기 구리 분말의 입경은 0.5 μm 내지 200 μm 일 수 있다.
- [0013] 상기 이중 복합 재료는 상기 이중 복합 재료 전체 두께에 대하여 상기 혼합 분말 층을 0.1 길이% 내지 30 길이%로 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 알루미늄 판재와 상기 구리 판재의 두께 비율은 1:1 내지 9:1일 수 있다.
- [0015] 상기 혼합 분말 층은 카본 나노 튜브 분말, 그래핀 분말, 나노 다이아몬드 분말, 나노 실리콘 카바이드 분말 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나의 분말을 더 포함할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 알루미늄 판재와 구리 판재 사이에 알루미늄 분말 및 구리 분말을 포함하는 혼합 분말 층을 개재시키고, 상기 알루미늄 판재와 구리 판재를 적층시키는 단계, 그리고 상기 알루미늄 판재와 구리 판재의 적층체를 클래딩시키는 단계를 포함하는 이중 복합 재료의 제조 방법을 제공한다.
- [0017] 상기 클래딩시키는 단계는 진공 또는 공기 중에서 방전 플라즈마를 이용하여 5 MPa 내지 500 MPa의 압력, 350 $^{\circ}\text{C}$ 내지 600 $^{\circ}\text{C}$ 의 온도, 및 10 분 이하의 조건에서 소결시키는 것일 수 있다.
- [0018] 상기 알루미늄 판재와 구리 판재를 적층시키는 단계는 상기 혼합 분말 층을 개재시키고, 상기 혼합 분말 층을 압착하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 이중 복합 재료의 제조 방법을 이용하여 빌렛을 제조하는 단계, 그리고 상기 빌렛을 압출 다이스(extrusion dies)를 이용하여 직접 압출(direct extrusion)시키는 단계를 포함하며, 상기 압출 다이스(extrusion dies)는 중공다이스인 것인 이중 복합 형태의 제조 방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명의 이중 복합 재료는 알루미늄의 경량성과 구리의 고방열 및 고전도성이 결합된 이중 복합 재료로서, 알루미늄과 구리 사이 계면의 접합 강도가 우수하다.
- [0021] 상기 이중 복합 재료는 상기 알루미늄과 상기 구리의 비율을 조절하여 전도성, 기계적 성질 및 화학적 성질 등의 다양한 물성을 구현할 수 있고, 판재, 파이프 및 봉재 등으로 대량 생산이 가능하며, 판재의 경우 전자 기기 부품용 금속 인쇄 배선 회로 기판(printed circuit board, PCB)으로 응용이 가능하고, 파이프 및 환봉은 냉난방 열교환기용 부품 소재로 사용 가능하다. 또한 형상에 구애 받지 않고 방열용 소재로 적용이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 상기 이중 복합 재료를 모식적으로 도시한 단면도이다.
- 도 2는 직접 압출시키는 단계에서 빌렛의 형상이 변화하는 각각의 단계를 나타내는 그림이다.
- 도 3은 중공다이스를 나타낸 사진이다.
- 도 4 및 도 5는 본 발명의 실시예 1-1에서 제조된 이중 복합 재료의 앞면과 뒷면 사진이다.
- 도 6은 본 발명의 실험예 1-1에서 측정한 실시예 1-1의 비커스 경도 데이터를 나타내는 표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 본 발명을 보다 상세히 설명한다.

- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 이중 복합 재료는 알루미늄 판재, 상기 알루미늄 판재에 적층된 구리 판재, 그리고 상기 알루미늄 판재와 상기 구리 판재 사이에 위치하며, 알루미늄 분말 및 구리 분말을 포함하는 혼합 분말 층을 포함하며, 상기 알루미늄 판재와 상기 구리 판재는 상기 혼합 분말 층을 매개로 클래딩(cladding)된다.
- [0025] 도 1은 상기 이중 복합 재료를 모식적으로 도시한 단면도이다. 이하, 상기 도 1을 참고하여 상기 이중 복합 재료를 설명한다.
- [0026] 상기 이중 복합 재료(100)는 상기 알루미늄 판재(130)와 상기 구리 판재(110)가 적층된 형태를 가진다.
- [0027] 상기 판재는 평평한 면을 포함하는 형태이면 본 발명에서 특별히 한정되지 않으며, 예를 들면 박판, 박막, 시트, 필름, 플레이트, 판금 등의 너비가 넓은 형태이거나, 원기둥, 타원기둥, 다각기둥, 다각뿔 등의 높이가 높은 형태일 수도 있다.
- [0028] 상기 알루미늄은 순수 알루미늄 또는 알루미늄 합금일 수 있고, 상기 알루미늄 합금은 1000 번대 계열, 2000 번대 계열, 3000 번대 계열, 4000 번대 계열, 5000 번대 계열, 6000 번대 계열, 7000 번대 계열 및 8000 번대 계열로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나일 수 있다. 상기 구리도 순수 구리 또는 구리 합금일 수 있고, 상기 구리 합금은 청동 또는 황동을 예로 들 수 있다.
- [0029] 상기 이중 복합 재료(100)는 알루미늄의 경량성과 구리의 고방열 및 고전도성이 결합된 이중 복합 재료(100)로서, 상기 알루미늄과 상기 구리의 비율을 조절하여 전도성, 기계적 성질 및 화학적 성질 등의 다양한 물성을 구현할 수 있고, 판재, 파이프 및 봉재 등으로 대량 생산이 가능하며, 판재의 경우 전자 기기 부품용 금속 인쇄 배선 회로 기판(printed circuit board, PCB)으로 응용이 가능하고, 파이프 및 환봉은 냉난방 열교환기용 부품 소재로 사용 가능하다.
- [0030] 상기 이중 복합 재료(100)는 상기 알루미늄 판재(130)와 상기 구리 판재(110)가 적층된 형태로서, 상기 알루미늄 판재(130)에 상기 구리 판재(110)가 적층되거나, 상기 구리 판재(110)에 상기 알루미늄 판재(130)가 적층될 수 있으며, 본 발명에서 적층 순서는 제한되지 않는다.
- [0031] 이때, 상기 알루미늄 판재(130)와 상기 구리 판재(110)는 상기 혼합 분말 층(120)을 매개로 클래딩(cladding)된다.
- [0032] 상기 클래딩이란, 상기 알루미늄 판재(130)와 상기 구리 판재(110)의 표면을 금속학적으로 결합시켜 일체화시킨 것으로서, 상기 알루미늄 판재(130)와 상기 구리 판재(110)를 클래딩시키는 방법으로는 압연법, 폭발압점법, 확산접합법, 오버레이 용접법, 방전 플라즈마 소결법(spark plasma sintering, SPS) 등을 예로 들 수 있다.
- [0033] 상기 알루미늄 판재(130)와 상기 구리 판재(110)는 상기 혼합 분말 층(120)을 매개로 클래딩됨에 따라, 상기 알루미늄 판재(130)와 상기 구리 판재(110) 사이 계면의 접합 강도가 더욱 향상된다. 또한, 상기 혼합 분말 층(120)이 상기 알루미늄 판재(130)와 상기 구리 판재(110)와 동일한 소재의 분말로 구성됨에 따라 상기 알루미늄 판재(130)와 상기 구리 판재(110) 각각의 특성을 보완할 수 있어 상기 이중 복합 재료의 내식성이 더욱 우수해질 뿐만 아니라, 기계적 특성도 향상될 수 있다.
- [0034] 상기 혼합 분말 층(120)은 상기 혼합 분말 층(120) 전체 부피에 대하여 상기 알루미늄 분말을 1 부피% 내지 99 부피%, 상기 구리 분말을 1 부피% 내지 99 부피%로 포함할 수 있고, 구체적으로 상기 알루미늄 분말을 10 부피% 내지 90 부피%, 상기 구리 분말을 10 부피% 내지 90 부피%로 포함할 수 있고, 더욱 구체적으로 상기 알루미늄 분말을 30 부피% 내지 60 부피%, 상기 구리 분말을 40 부피% 내지 70 부피%로 포함할 수 있다. 상기 알루미늄 분말의 함량이 상기 혼합 분말 층(120) 전체 부피에 대하여 10 부피% 미만인 경우 이중 복합 재료(100)의 경제성 및 경량성 측면에서 원하는 정도의 효과를 얻을 수 없고, 90 부피%를 초과하는 경우 방열성과 전기 전도성 측면에서 원하는 정도의 효과를 얻을 수 없다. 또한, 상기 구리 분말의 함량이 상기 혼합 분말 층(120) 전체 부피에 대하여 10 부피% 미만인 경우 방열성과 전기 전도성 측면에서 원하는 정도의 효과를 얻을 수 없고, 90 부피%를 초과하는 경우 경제성과 경량성 측면에서 원하는 정도의 효과를 얻을 수 없다.
- [0035] 상기 혼합 분말 층(120)의 상기 알루미늄 분말의 입경은 0.5 μm 내지 200 μm 이고, 상기 구리 분말의 입경은 0.5 μm 내지 200 μm 일 수 있고, 구체적으로 상기 알루미늄 분말의 입경은 75 μm 내지 100 μm 이고, 상기 구리 분말의 입경은 75 μm 내지 100 μm 일 수 있다. 상기 알루미늄 분말의 입경이 75 μm 미만인 경우 바운더리의 증가로 인해 열 전도도와 전기 전도도가 저하될 수 있고, 100 μm 를 초과하는 경우 기계적 특성이 저하될 수 있다. 또한, 상기 구리 분말의 입경이 75 μm 미만인 경우 바운더리의 증가로 인해 열 전도도와 전기 전도도가 저하될 수 있고, 100 μm 를 초과하는 경우 기계적 특성이 저하될 수 있다.

- [0036] 상기 혼합 분말 층(120)은 선택적으로 카본 나노 튜브 분말, 그래핀 분말, 나노 다이아몬드 분말, 나노 실리콘 카바이드 분말 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나의 분말을 더 포함할 수 있다. 상기 혼합 분말 층(120)이 상기 추가적인 분말을 더 포함하는 경우 기계적 특성과 열 전도도를 더욱 향상시킬 수 있다. 이때, 상기 추가적인 분말은 상기 혼합 분말 층(120) 전체 부피에 대하여 0.1 부피% 내지 10 부피%로 포함될 수 있으며, 구체적으로 0.1 부피% 내지 1 부피%로 포함될 수 있다. 상기 추가적인 분말의 함량이 상기 혼합 분말 층(120) 전체 부피에 대하여 0.1 부피% 미만인 경우 강화재로서의 효과 발현이 어려울 수 있고, 10 부피%를 초과하는 경우 고른 분산이 어려울 수 있다.
- [0037] 상기 이중 복합 재료(100)는 상기 이중 복합 재료(100) 전체 두께에 대하여 상기 혼합 분말 층(120)을 0.1 길이% 내지 30 길이%로 포함할 수 있고, 구체적으로 0.1 길이% 내지 10 길이%로 포함할 수 있다. 상기 혼합 분말 층(120)의 두께가 상기 이중 복합 재료(100) 전체 두께에 대하여 0.1 길이% 미만인 경우 혼합 분말 층(120)이 불균질한 두께 분포를 가질 수 있고, 접합 강도가 저하될 수 있고, 30 길이%를 초과하는 경우 불필요하게 두꺼운 혼합 분말 층(120)이 형성되어 비용적 부담이 증가할 수 있다.
- [0038] 이때, 상기 혼합 분말 층(120)의 두께 비율은 하기 수학적 식 1에 의하여 계산할 수 있다.
- [0039] [수학적 식 1]
- [0040] 혼합 분말 층의 두께 비율(길이%) = (혼합 분말 층의 두께/이중 복합 재료의 전체 두께) X 100
- [0041] 상기 수학적 식 1에서 상기 혼합 분말 층(120)의 두께와 상기 이중 복합 재료(100)의 두께는 상기 알루미늄 판재(130)와 상기 구리 판재(110)의 접합면과 수직하는 방향의 높이를 의미한다.
- [0042] 상기 알루미늄 판재(130)의 두께는 10 μm 내지 10,000 μm 일 수 있고, 구체적으로 100 μm 내지 1,000 μm 일 수 있다. 상기 알루미늄 판재(130)의 두께가 10 μm 미만인 경우 혼합 분말 층(120)의 확산에 의하여 특성이 변화될 수 있고, 10,000 μm 를 초과하는 경우 장비의 설계 한계로 인해 제조가 어려울 수 있다.
- [0043] 상기 구리 판재(110)의 두께는 10 μm 내지 10,000 μm 일 수 있고, 구체적으로 10 μm 내지 1,000 μm 일 수 있다. 상기 구리 판재(110)의 두께가 10 μm 미만인 경우 혼합 분말 층(120)의 확산에 의하여 특성이 변화될 수 있고, 10,000 μm 를 초과하는 경우 장비의 설계 한계로 인해 제조가 어려울 수 있다.
- [0044] 상기 알루미늄 판재(130)와 상기 구리 판재(110)의 두께 비율은 1:1 내지 9:1일 수 있고, 구체적으로 1:1 내지 5:1일 수 있다. 즉, 상기 이중 복합 재료(100)는 상기 알루미늄과 상기 구리의 비율을 조절하여 전도성, 기계적 성질 및 화학적 성질 등의 다양한 물성을 구현할 수 있다. 구체적으로, 상기 구리 판재(110)의 두께에 대한 알루미늄 판재(130)의 두께 비율을 1:1 내지 5:1로 조절하는 경우 구리 대비 가격이 저렴한 알루미늄 함량의 증가로 인해서 경제성이 개선이 될 뿐만 아니라 구리 대비 약 3 배 정도 낮은 밀도로 인해서 경량성을 확보할 수 있다. 상기 알루미늄 판재(130)와 상기 구리 판재(110)의 두께는 상기 알루미늄 판재(130)와 상기 구리 판재(110)의 접합면과 수직하는 방향의 높이를 의미한다.
- [0045] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 이중 복합 재료의 제조 방법은 알루미늄 판재와 구리 판재 사이에 알루미늄 분말 및 구리 분말을 포함하는 혼합 분말 층을 개재시키고, 상기 알루미늄 판재와 구리 판재를 적층시키는 단계, 그리고 상기 알루미늄 판재와 구리 판재의 적층체를 클래딩시키는 단계를 포함한다.
- [0046] 우선, 상기 혼합 분말 층을 사이에 개재시키고, 상기 알루미늄 판재와 구리 판재를 적층시켜 적층체를 제조한다.
- [0047] 일 예로, 카본몰드 내부에 상기 알루미늄 판재를 삽입하고, 상기 혼합 분말을 상기 알루미늄 판재 위에 적층한 후, 상기 구리 판재를 올릴 수 있다. 다만, 상기한 바와 같이 상기 알루미늄 판재와 상기 구리 판재를 적층하는 순서는 본 발명에서 제한되지 않고, 상기 구리 판재를 먼저 삽입하고 상기 혼합 분말을 상기 구리 판재 위에 적층한 후 상기 알루미늄 판재를 올릴 수도 있다.
- [0048] 이때, 상기 알루미늄 판재와 구리 판재를 적층시키는 단계는 상기 혼합 분말 층을 개재시키고, 상기 혼합 분말 층을 압착하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 압착하는 단계는 상기 혼합 분말을 고압으로 다쳐서 압착시키는 것으로서, 상기 혼합 분말 층을 압착하면 계면 균질성을 높일 수 있고 결과적으로 혼합 분말 층의 결합 강도를 높일 수 있다. 상기 혼합 분말 층의 압착은 10 MPa 내지 100 MPa의 압력으로 이루어질 수 있고, 구체적으로 30 MPa 내지 50 MPa의 압력으로 이루어질 수 있다. 상기 압착 압력이 10 MPa 미만인 경우 압착력이 낮아 계면 균일성의 향상 효과를 얻지 못할 수 있고, 100 MPa를 초과하는 경우 과도한 압력의 적용으로 인한 배압(Back

pressure)이 발생하여 오히려 계면이 밀착되지 못할 수 있다.

- [0049] 다음으로, 상기 알루미늄 판재와 구리 판재의 적층체를 클래딩시킨다. 상기 알루미늄 판재와 구리 판재의 적층체를 클래딩시키는 방법은 압연법, 폭발압접법, 확산접합법, 오버레이 용접법, 방전 플라즈마 소결법(spark plasma sintering, SPS) 등을 예로 들 수 있다.
- [0050] 이하, 상기 클래딩시키는 방법으로 방전 플라즈마 소결법을 이용하는 경우에 대하여 자세히 설명한다.
- [0051] 상기 알루미늄 판재와 구리 판재의 적층체를 포함하는 카본몰드를 진공 챔버 내의 소결 다이에 세팅한다. 상기 세팅된 진공 챔버를 감압 장치에 의해 감압 후 가압 장치부에 의해 가압하고 직류 전원 공급 장치부를 통해 상, 하부 편치 전극에 전류를 가하여 챔버내 승온이 이루어지도록 한다. 상기 챔버 내의 일정한 압력과 온도 조절은 제어부에서 온도 계측기, 감압 장치, 가압 장치부, 직류 전원 공급 장치부 등을 제어하여 일정한 소결체가 나오도록 한다. 일정 시간 소결 후, 냉각 장치를 이용하여 챔버 내에서 냉각을 실시한다.
- [0052] 상기 방전 플라즈마 소결은 5 MPa 내지 500 MPa의 압력, 구체적으로 30 MPa 내지 200 MPa의 압력 하에서 이루어질 수 있다. 상기 방전 플라즈마 소결의 압력이 5 MPa 미만인 경우 낮은 가압력으로 인해서 전류 전압의 통전이 원활하지 못하여 방전 플라즈마의 형성이 어려울 수 있고, 500 MPa를 초과하는 경우 과도한 압력의 적용으로 인하여 배압(back pressure)의 형성으로 혼합 분말 층과 판재의 계면 접합이 원활하지 못할 수 있다.
- [0053] 상기 방전 플라즈마 소결은 350 ℃ 내지 600 ℃의 온도, 구체적으로 400 ℃ 내지 500 ℃의 온도에서 이루어질 수 있다. 상기 방전 플라즈마 소결의 온도가 350 ℃ 미만인 경우 접합면의 기계적 강도가 저하되어 박리되는 현상이 발생할 수 있고, 600 ℃를 초과하는 경우 고온 열화로 인해서 기계적 물성이 저하될 수 있다. 즉, 상기 온도 조건에서 방전 플라즈마 소결이 수행되는 경우, 접합면의 경도가 상승하여 이종 재료 간에 견고한 접합 계면을 형성할 수 있다.
- [0054] 상기 방전 플라즈마 소결은 10 분 이하, 구체적으로 1 분 내지 3 분 내에 이루어질 수 있다. 상기 방전 플라즈마 소결의 시간이 1 분 미만인 경우 접합면의 기계적 강도가 저하되어 박리되는 현상이 발생할 수 있고, 10 분을 초과하는 경우 고온 열화로 인해서 기계적 물성이 저하될 수 있다.
- [0055] 상기 방전 플라즈마 소결은 진공 또는 공기 중에서 수행될 수 있다.
- [0056] 상기 이종 복합 재료는 상기 알루미늄 판재와 상기 구리 판재 사이에 삽입된 혼합 분말 층을 구성하는 미세한 분말 입자의 넓은 표면적으로 인해 상기 이종 재료 간에 보다 많은 접합 영역 또는 경계(Boundary)가 형성될 수 있고, 이에 따라 상기 방전 플라즈마 소결을 수행하면서 확산한 원자에 의해 재료 간에 형성될 수 있는 금속 결합이 보다 증가하여 견고한 접합 계면을 형성할 수 있다.
- [0057] 또한, 상기 이종 복합 재료는 상기 알루미늄과 상기 구리의 특성을 모두 가지고 있으므로 적당한 기계적 특성과 우수한 경량성을 가지면서도 높은 열전도와 전기 전도 특성을 가진 재료를 보다 저렴한 가격으로 제조할 수 있다.
- [0058] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 이종 복합 형제는 상기 이종 복합 재료를 빌렛으로 이용하여 제조할 수 있다. 구체적으로, 상기 이종 복합 형제의 제조 방법은 상기 이종 복합 재료의 제조 방법을 이용하여 빌렛을 제조하는 단계, 그리고 상기 빌렛을 압출 다이스(extrusion dies)를 이용하여 직접 압출(direct extrusion)시키는 단계를 포함한다.
- [0059] 구체적으로, 상기 압출 다이스는 평다이스(Solid Dies), 중공다이스(Hollow Dies), 반중공다이스(Semi-Hollow Dies)일 수 있다. 일 예로, 상기 평다이스는 봉 형상의 이종 복합 형제를 제조하는데 사용할 수 있고, 상기 중공다이스는 관 형상의 이종 복합 형제를 제조하는데 사용할 수 있다. 이하, 상기 압출 다이스가 중공다이스인 경우를 일 예로 상기 직접 압출 과정을 설명한다.
- [0060] 구체적으로, 상기 직접 압출시키는 단계는 상기 중공다이스에 의하여 상기 빌렛이 원통 직경의 수직 방향으로 분할되는 빌렛 분할 단계, 상기 분할된 빌렛들을 접합 챔버(chamber)에 주입하여 속이 빈 중공 형상으로 접합시키는 접합 단계, 및 상기 속이 빈 중공 형상으로 접합된 빌렛을 직접 압출하는 압출 단계를 포함할 수 있다.
- [0061] 도 2는 상기 직접 압출시키는 단계에서 상기 빌렛의 형상이 변화하는 각각의 단계를 나타내는 그림이다.
- [0062] 상기 도 2를 참고하면, 우선 상기 빌렛은 상기 중공다이스에 의하여 상기 원통 직경의 수직 방향으로 2개 이상으로 분할된다(S1). 참고로, 상기 도 2에서는 상기 빌렛이 상기 중공다이스에 의하여 4 개로 분할되는 것이 예시되었다.

- [0063] 도 3은 상기 중공다이스를 나타낸 사진이다. 상기 도 3을 참고하면, 상기 중공다이스는 상기 빌렛을 분할하고자 하는 개수에 따라 복수개의 구멍이 형성된 다이스이다. 상기 중공다이스의 구멍은 예를 들어 2개, 3개, 및 4개 이상일 수 있고 본 발명에서 특별히 제한되지 않는다. 상기 도 3에서는 상기 중공다이스가 4 개의 구멍을 가지는 것이 예시되었다.
- [0064] 상기 분할된 빌렛들은 접합 챔버(chamber)에 주입되어 챔버를 가득 채운 후(S2), 상기 분할된 빌렛들이 다시 합쳐지면서 속이 빈 중공형상으로 접합된다(S3), 그 후 상기 속이 빈 중공 형상으로 접합된 빌렛은 직접 압출된다(S4). 상기 방법에 의하여 제조된 상기 이중 복합 형재는 분할 후 접합되기 때문에 지름방향으로 2군데 이상의 압출 융착부가 존재할 수 있다.
- [0065] 상기 직접 압출시 온도는 350 ℃ 내지 550 ℃이고, 압출비는 15 내지 20일 수 있고, 상기 압출비는 상기 빌렛의 단면적과 상기 이중 복합 형재의 단면적과의 비이다.
- [0066] 상기 이중 복합 형재의 제조 방법은 선택적으로 상기 제조된 이중 복합 형재를 열처리 등의 후처리 공정을 더 포함할 수 있다. 상기 이중 복합 형재의 제조 방법을 이용하는 경우 종래 일반적인 열처리 조건으로 열처리하여도 더 좋은 열처리 효과를 얻을 수 있다.
- [0067] 상기 제조된 이중 복합 형재는 내부가 빈 관 형상 또는 내부가 차 있는 봉 형상일 수 있고, 상기 이중 복합 형재는 이중 재료를 포함함에 따라 내부식성, 기계적 특성 및 가공성이 우수하다.
- [0068] 상기 판재 형상의 이중 복합 재료의 경우 전자 기기 부품용 금속 인쇄 배선 회로 기판(printed circuit board, PCB)으로 응용이 가능하고, 관 형상 및 봉 형상의 이중 복합 형재는 냉난방 열교환기용 부품 소재로 사용 가능하다.
- [0070] 이하에서는 본 발명의 구체적인 실시예들을 제시한다. 다만, 하기에 기재된 실시예들은 본 발명을 구체적으로 예시하거나 설명하기 위한 것에 불과하며, 이로써 본 발명이 제한되는 것은 아니다. 또한, 여기에 기재되지 않은 내용은 당 기술분야에서 숙련된 자이면 충분히 기술적으로 유추할 수 있는 것으로 그 설명을 생략한다.
- [0071] **[실험예 1: 이중 복합 재료의 제조 및 특성 측정]**
- [0072] **(실시예 1-1: 이중 복합 재료의 제조)**
- [0073] Φ 30 mm의 카본몰드 내부에 직경 3 cm, 두께 1 mm의 동전 형태의 알루미늄 판재를 삽입하였다. 알루미늄 분말(직경 75 μm) 50 부피% 및 구리 분말(직경 75 μm) 50 부피%를 포함하는 혼합 분말을 상기 알루미늄 판재 위에 적층한 후, 직경 3 cm, 두께 1 mm의 동전 형태의 구리 판재를 적층하였다.
- [0074] 이때, 상기 혼합 분말 층의 두께는 0.1 mm이었고, 상기 이중 복합 재료 전체 두께에 대하여 상기 혼합 분말 층의 두께는 5 길이%이었고, 상기 알루미늄 판재와 상기 구리 판재의 두께 비율은 1:1이었다.
- [0075] 상기 카본몰드를 방전 플라즈마 소결 장치 내부에 세팅한 후 챔버 내부를 진공화시켜 감압하고, 상기 카본몰드에는 30 MPa의 압력을 가해주었다. 450 ℃에서 3 분간 유지하여 카본몰드 내부의 적층물을 소결하였다. 그런 다음, 다시 상온까지 온도를 내려주어 이중 복합 재료를 제조하였다.
- [0076] 상기 제조된 이중 복합 재료의 앞면과 뒷면 사진을 각각 도 4 및 5에 나타내었다.
- [0077] **(비교예 1-1: 혼합 분말 층이 없는 이중 복합 재료의 제조)**
- [0078] Φ 30 mm의 카본몰드 내부에 직경 3 cm, 높이 1 mm의 동전 형태의 알루미늄 판재를 삽입하였다. 상기 알루미늄 판재 위에 직경 3 cm, 높이 1 mm의 동전 형태의 구리 판재를 적층하였다.
- [0079] 상기 카본몰드를 방전 플라즈마 소결 장치 내부에 세팅한 후 챔버 내부를 진공화시켜 감압하고, 상기 카본몰드에는 30 MPa의 압력을 가해주었다. 450 ℃에서 3 분간 유지하여 카본몰드 내부의 적층물을 소결하였다. 그런 다음, 다시 상온까지 온도를 내려주어 이중 복합 재료를 제조하였다.
- [0080] **(실험예 1-1: 비커스 경도(Vickers Hardness)의 측정)**
- [0081] 상기 실시예 1-1 및 비교예 1-1에서 제조된 이중 복합 재료의 비커스 경도를 측정하였고, 그 결과를 하기 표 1에 나타내었다.
- [0082] 구체적으로, 상기 이중 복합 재료의 알루미늄 판재, 상기 구리 판재 및 이들의 접합면에 대하여 각각 5 회씩 측정하였으며 그 평균값을 나타내었다(단위: HV). 상기 표 1에서 상기 실시예 1-1에 대한 데이터를 도 6에 구체적

으로 나타내었다. 상기 도 6에서 (a) Al은 알루미늄 판재, (b) Al-Cu는 접합면, (c) Cu는 구리 판재를 의미한다.

표 1

	평균 경도값(HV)	
	실시예 1-1	비교예 1-1
알루미늄 판재	25.533	22.148
접합면	99.011	54.316
구리 판재	82.270	81.350

상기 표 1 및 도 6을 참고하면, 상기 비교예 1-1에서 제조된 이중 복합 재료의 접합면에서의 비커스 경도는 저하되는 반면, 상기 혼합 분말 층으로 구성된 접합부를 삽입하여 제조된 실시예 1-1의 이중 복합 재료의 접합면에서의 비커스 경도는 상승한 것을 확인할 수 있다. 이는 상기 혼합 분말 입자들의 넓은 표면에 의한 확산 접합에 의한 것이다. 따라서, 상기 실시예 1-1에서 제조된 이중 복합 재료는 보다 견고한 접합면을 가질 수 있으므로 우수한 내식성 및 강도를 나타낼 뿐만 아니라 우수한 기계적 특성을 나타낼 수 있음을 확인할 수 있다.

(실험예 1-2: 전기적 특성 측정)

상기 실시예 1-1 및 비교예 1-1에서 제조된 이중 복합 재료의 비저항(resistivity)과 전기 전도성(conductivity)을 4분 탐침법(4 point probe method)을 이용하여 측정하였고, 구리 대비 전기 전도도를 계산하여 하기 표 2에 나타내었다.

표 2

	resistivity $\rho (\Omega \cdot m)$ at 20 °C	conductivity $\sigma (S/m)$ at 20 °C	conductance relative to Cu
구리 판재	1.68×10^{-8}	5.96×10^7	100 %
알루미늄 판재	2.65×10^{-8}	3.77×10^7	63.3 %
실시예 1-1	2.11×10^{-8}	4.75×10^7	79.7 %
비교예 1-1	1.78×10^{-8}	4.02×10^7	67.2 %

상기 표 2를 참고하면, 상기 실시예 1-1에서 제조된 이중 복합 재료는 상기 비교예 1-1에서 제조된 이중 복합 재료에 비하여 전기 전도도가 향상되는 것을 확인할 수 있다. 이는 혼합분말층과 판재의 계면이 견고하게 결합이 되어 있는 것을 나타내며, 다시 말해 이는 상기 혼합 분말 입자들의 넓은 표면에 의한 확산 접합에 의하여 상기 전기 전도도가 향상된 것으로 생각된다.

(실험예 1-3: 열적 특성 측정)

상기 실시예 1-1 및 비교예 1-1에서 제조된 이중 복합 재료의 열적 특성을 레이저 섬광법(laser flash method)을 이용하여 측정하였고, 그 결과를 하기 표 3에 나타내었다.

표 3

	열적 특성
실시예 1-1	450 W/(m*K)
비교예 1-1	280 W/(m*K)

상기 표 3을 참고하면, 상기 실시예 1-1에서 제조된 이중 복합 재료는 상기 비교예 1-1에서 제조된 이중 복합 재료에 비하여 열 전도도가 향상되는 것을 확인할 수 있다. 이는 혼합분말층과 판재의 계면이 견고하게 결합이 되어 있는 것을 나타내며, 다시 말해 상기 혼합 분말 입자들의 넓은 표면에 의한 확산 접합에 의하여 상기 열 전도도가 향상된 것으로 생각된다.

[실험예 2: 이중 복합 재료의 제조 및 특성 측정]

- [0094] **(실시예 2-1: 이중 복합 재료의 제조)**
- [0095] 상기 실시예 1-1에서 혼합 분말로 알루미늄 분말 20 부피% 및 구리 분말 80 부피%를 포함하는 혼합 분말을 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1-1과 동일하게 실시하여 이중 복합 재료를 제조하였다.
- [0096] **(실시예 2-2: 이중 복합 재료의 제조)**
- [0097] 상기 실시예 1-1에서 혼합 분말로 알루미늄 분말 70 부피% 및 구리 분말 30 부피%를 포함하는 혼합 분말을 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1-1과 동일하게 실시하여 이중 복합 재료를 제조하였다.
- [0098] **(실시예 2-3: 이중 복합 재료의 제조)**
- [0099] 상기 실시예 1-1에서 혼합 분말로 알루미늄 분말 80 부피% 및 구리 분말 20 부피%를 포함하는 혼합 분말을 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1-1과 동일하게 실시하여 이중 복합 재료를 제조하였다.
- [0100] **(실시예 3-1: 이중 복합 재료의 제조)**
- [0101] 상기 실시예 1-1에서 직경이 30 μm 인 알루미늄 분말과 직경이 30 μm 인 구리 분말을 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1-1과 동일하게 실시하여 이중 복합 재료를 제조하였다.
- [0102] **(실시예 3-2: 이중 복합 재료의 제조)**
- [0103] 상기 실시예 1-1에서 직경이 50 μm 인 알루미늄 분말과 직경이 50 μm 인 구리 분말을 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1-1과 동일하게 실시하여 이중 복합 재료를 제조하였다.
- [0104] **(실시예 3-3: 이중 복합 재료의 제조)**
- [0105] 상기 실시예 1-1에서 직경이 150 μm 인 알루미늄 분말과 직경이 150 μm 인 구리 분말을 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1-1과 동일하게 실시하여 이중 복합 재료를 제조하였다.
- [0106] **(실시예 4-1: 이중 복합 재료의 제조)**
- [0107] 상기 실시예 1-1에서 상기 혼합 분말 층의 두께는 2 mm이고, 상기 이중 복합 재료 전체 두께에 대하여 상기 혼합 분말 층의 두께를 10 길이%로 변경한 것을 제외하고는 상기 실시예 1-1과 동일하게 실시하여 이중 복합 재료를 제조하였다.
- [0108] **(실시예 4-2: 이중 복합 재료의 제조)**
- [0109] 상기 실시예 1-1에서 상기 혼합 분말 층의 두께는 5 mm이고, 상기 이중 복합 재료 전체 두께에 대하여 상기 혼합 분말 층의 두께를 35 길이%로 변경한 것을 제외하고는 상기 실시예 1-1과 동일하게 실시하여 이중 복합 재료를 제조하였다.
- [0110] **(실시예 4-3: 이중 복합 재료의 제조)**
- [0111] 상기 실시예 1-1에서 상기 혼합 분말 층의 두께는 10 mm이고, 상기 이중 복합 재료 전체 두께에 대하여 상기 혼합 분말 층의 두께를 70 길이%로 변경한 것을 제외하고는 상기 실시예 1-1과 동일하게 실시하여 이중 복합 재료를 제조하였다.
- [0112] **(실시예 5-1: 이중 복합 재료의 제조)**
- [0113] 상기 실시예 1-1에서 상기 알루미늄 판재의 두께를 2 mm, 상기 구리 판재의 두께를 1 mm로 변경하여, 상기 알루미늄 판재와 상기 구리 판재의 두께 비율을 2:1로 변경한 것을 제외하고는 상기 실시예 1-1과 동일하게 실시하여 이중 복합 재료를 제조하였다.
- [0114] **(실시예 5-2: 이중 복합 재료의 제조)**
- [0115] 상기 실시예 1-1에서 상기 알루미늄 판재의 두께를 3 mm, 상기 구리 판재의 두께를 1 mm로 변경하여, 상기 알루미늄 판재와 상기 구리 판재의 두께 비율을 3:1로 변경한 것을 제외하고는 상기 실시예 1-1과 동일하게 실시하여 이중 복합 재료를 제조하였다.
- [0116] **(실시예 5-3: 이중 복합 재료의 제조)**
- [0117] 상기 실시예 1-1에서 상기 알루미늄 판재의 두께를 5 mm, 상기 구리 판재의 두께를 1 mm로 변경하여, 상기 알루미늄 판재와 상기 구리 판재의 두께 비율을 5:1로 변경한 것을 제외하고는 상기 실시예 1-1과 동일하게 실시하여

여 이종 복합 재료를 제조하였다.

(실험예 2-1: 비커스 경도(Vickers Hardness)의 측정)

상기 실시예 2-1 내지 실시예 5-3에서 제조된 이종 복합 재료의 비커스 경도를 실험예 1-1과 같은 방법으로 측정하였고, 그 결과를 하기 표 4에 나타내었다.

표 4

	평균 경도값(HV)		
	알루미늄 판재	접합면	구리 판재
실시예 2-1	25	101	82
실시예 2-2	25	83	82
실시예 2-3	25	78	82
실시예 3-1	25	100	82
실시예 3-2	25	95	82
실시예 3-3	25	68	82
실시예 4-1	25	94	82
실시예 4-2	25	88	82
실시예 4-3	25	79	82
실시예 5-1	25	98	82
실시예 5-2	25	99	82
실시예 5-3	25	98	82

상기 표 4를 참고하면, 혼합 분말의 혼합비, 분말의 입경, 혼합 분말 층의 두께비, 알루미늄 판재와 구리 판재의 높이 비율이 변함에 따라 접합면의 비커스 경도도 변하는 것을 알 수 있다.

(실험예 2-2: 전기적 특성 측정)

상기 실시예 2-1 내지 실시예 5-3에서 제조된 이종 복합 재료의 전기적 특성을 실험예 1-2와 같은 방법으로 측정하였고, 그 결과를 하기 표 5에 나타내었다.

표 5

	resistivity $\rho (\Omega \cdot m)$ at 20 °C	conductivity $\sigma (S/m)$ at 20 °C	conductance relative to Cu
실시예 2-1	1.874×10^{-8}	5.336×10^7	70.78
실시예 2-2	2.359×10^{-8}	4.239×10^7	89.10
실시예 2-3	2.456×10^{-8}	4.071×10^7	92.76
실시예 3-1	2.321×10^{-8}	4.308×10^7	87.67
실시예 3-2	1.790×10^{-8}	5.586×10^7	67.77
실시예 3-3	1.477×10^{-8}	6.770×10^7	55.79
실시예 4-1	2.01×10^{-8}	4.975×10^7	75.92
실시예 4-2	2.85×10^{-8}	3.508×10^7	58.57
실시예 4-3	3.56×10^{-8}	2.808×10^7	47.13
실시예 5-1	2.79×10^{-8}	3.584×10^7	60.14
실시예 5-2	3.17×10^{-8}	3.154×10^7	52.93
실시예 5-3	3.93×10^{-8}	2.544×10^7	42.69

상기 표 5를 참고하면, 혼합 분말의 혼합비, 분말의 입경, 혼합 분말 층의 두께비, 알루미늄 판재와 구리 판재의 높이 비율이 변함에 따라 이종 복합 재료의 전기적 특성이 변하는 것을 알 수 있다.

[0126] (실험예 2-3: 열적 특성 측정)

[0127] 상기 실시예 2-1 내지 실시예 5-3에서 제조된 이중 복합 재료의 열적 특성을 실험예 1-3과 같은 방법으로 측정하였고, 그 결과를 하기 표 6에 나타내었다.

표 6

[0128]

	열적 특성 W/(m*K)
실시예 2-1	364
실시예 2-2	270
실시예 2-3	251
실시예 3-1	241
실시예 3-2	310
실시예 3-3	385
실시예 4-1	388
실시예 4-2	390
실시예 4-3	395
실시예 5-1	351
실시예 5-2	337
실시예 5-3	302

[0129] 상기 표 6을 참고하면, 혼합 분말의 혼합비, 분말의 입경, 혼합 분말 층의 두께비, 알루미늄 판재와 구리 판재의 높이 비율이 변함에 따라 이중 복합 재료의 열적 특성이 변하는 것을 알 수 있다.

[0130] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만, 상기한 실시예는 본 발명의 특정한 일예로서 제시되는 것으로, 이에 의해 본 발명이 제한되지는 않으며 본 발명의 권리범위는 후술할 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

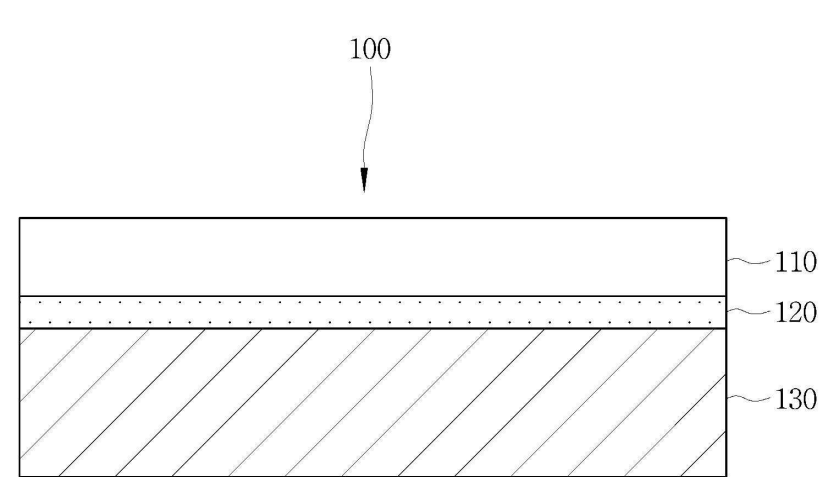
부호의 설명

[0131]

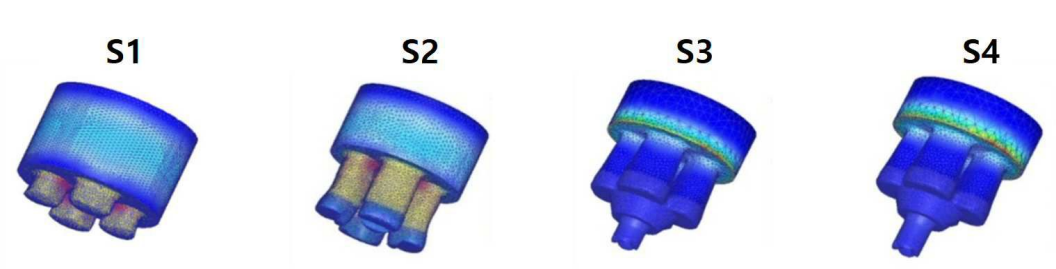
- 100: 이중 복합 재료
- 110: 구리 판재
- 120: 혼합 분말 층
- 130: 알루미늄 판재

도면

도면1



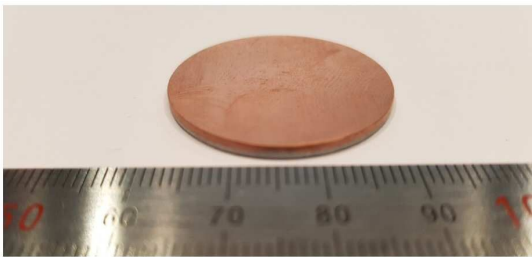
도면2



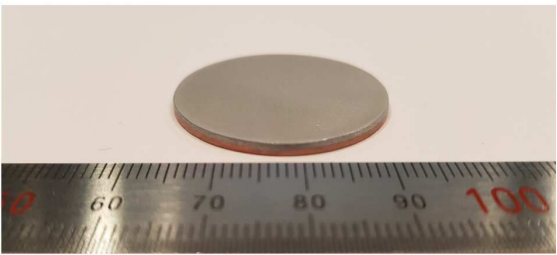
도면3



도면4



도면5



도면6

		1	2	3	4	5	평균 경도값 (HV)
	(a) Al	 24.824 100 μm	 26.266 100 μm	 27.192 100 μm	 25.103 100 μm	 24.281 100 μm	25.533
	(b) Al-Cu	 88.791 100 μm	 97.481 100 μm	 98.202 100 μm	 99.668 100 μm	 110.912 100 μm	99.011
	(c) Cu	 80.134 100 μm	 81.213 100 μm	 81.761 100 μm	 83.438 100 μm	 86.951 100 μm	82.270

【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 4

【변경전】

것이

【변경후】

것인