



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0104931
(43) 공개일자 2018년09월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B32B 5/16 (2006.01) B32B 37/06 (2006.01)
B32B 38/00 (2006.01) B32B 5/30 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B32B 5/16 (2013.01)
B32B 37/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0031845
(22) 출원일자 2017년03월14일
심사청구일자 2017년03월14일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)
(72) 발명자
권한상
부산광역시 수영구 광안해변로 459-5, 402호(민락
동, 화인아트빌리지)
(74) 대리인
오위환, 나성곤, 정기택

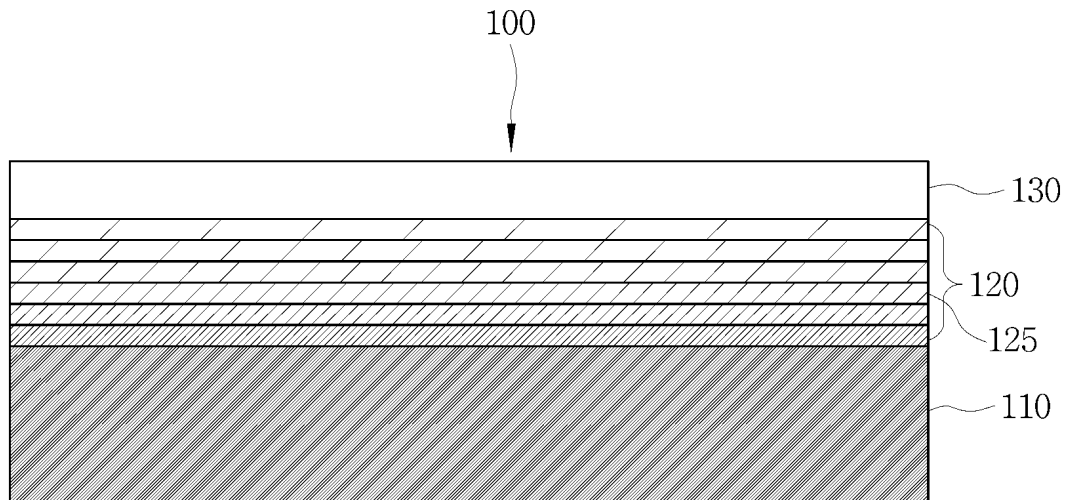
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 알루미늄 분말로 구성된 표면 층과 마그네슘 분말로 구성된 지지 층 사이에, 알루미늄 분말과 마그네슘 분말의 혼합 분말로 구성되는 이중재료 경사 층을 구비함으로써 상기 표면 층과 지지 층을 접합하여, 우수한 내식성을 나타낼 뿐만 아니라 경량, 고강도 특성을 나타내는 이중 경사기능복합재료 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B32B 38/0008 (2013.01)

B32B 5/30 (2013.01)

B32B 2264/105 (2013.01)

B32B 2309/02 (2013.01)

B32B 2309/04 (2013.01)

B32B 2309/12 (2013.01)

B32B 2310/14 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

알루미늄 분말로 이루어진 표면 층;

마그네슘 분말로 이루어진 지지 층; 및

상기 표면 층과 지지 층 사이에 알루미늄 분말과 마그네슘 분말이 혼합된 복수개의 혼합 층들로 구성된 이중재료 경사 층;이 형성되고,

상기 복수개의 혼합 층의 각 층은 서로 다른 조성비의 알루미늄 및 마그네슘 분말의 혼합으로 이루어지며,

상기 혼합 층들중 표면 층에 인접한 혼합 층일수록 알루미늄 분말의 함량이 마그네슘 분말의 함량보다 많고, 상기 지지 층에 인접한 혼합 층일수록 마그네슘 분말의 함량이 알루미늄 분말의 함량보다 많아져, 상기 혼합 층의 각 층의 알루미늄 분말과 마그네슘 분말의 함량이 연속적으로 변화하는 것을 특징으로 하는 경량, 고강도 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 복수개의 혼합 층들의 각 층의 조성비는 표면 층으로부터 지지 층으로 갈수록 알루미늄 분말과 마그네슘 분말의 부피%비가 95:5 내지 1:99로 변화하는 것을 특징으로 하는 경량, 고강도 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 복합재료의 이중재료 경사 층의 비커스 경도는 55 내지 195 Hv인 것을 특징으로 하는 경량, 고강도 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료.

청구항 4

알루미늄과 마그네슘을 접합하는 방법에 있어서,

알루미늄 분말로 이루어진 표면 층;

마그네슘 분말로 이루어진 지지 층; 및

상기 표면 층과 지지 층 사이에 알루미늄 분말과 마그네슘 분말이 혼합된 복수개의 혼합 층들로 구성된 이중재료 경사 층;을 구비하되,

상기 복수개의 혼합 층의 각 층은 서로 다른 조성비의 알루미늄 및 마그네슘 분말의 혼합으로 이루어지고,

상기 혼합 층들중 표면 층에 인접한 혼합 층일수록 알루미늄 분말의 함량이 마그네슘 분말의 함량보다 많고, 상기 지지 층에 인접한 혼합 층일수록 마그네슘 분말의 함량이 알루미늄 분말의 함량보다 많아져, 상기 혼합 층의 각 층의 알루미늄 분말과 마그네슘 분말의 함량이 연속적으로 변화하도록 하며,

상기 접합은 50 내지 200 MPa의 압력, 400 내지 500 °C의 온도 및 유지시간 1 내지 10 분 조건에서 방전 플라즈마 소결 공정을 이용하여 수행되는 것을 특징으로 하는 경량, 고강도 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료의 제조방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 복수개의 혼합 층들의 각 층의 조성비는 표면 층으로부터 지지 층으로 갈수록 알루미늄 분말과 마그네슘 분말의 부피%비가 95:5 내지 1:99로 변화하는 것을 특징으로 하는 경량, 고강도 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 알루미늄 분말로 구성된 표면 층과 마그네슘 분말로 구성된 지지 층 사이에, 알루미늄 분말과 마그네슘 분말의 혼합 분말로 구성되는 이중재료 경사 층을 구비함으로써 상기 표면 층과 지지 층을 접합하여, 우수한 내식성을 나타낼 뿐만 아니라 경량, 고강도 특성을 나타내는 이중 경사기능복합재료 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로 방전플라즈마를 이용한 소결법(Spark Plasma Sintering, SPS)은 분말을 1축으로 가압하면서 가압방향과 평행한 방향으로 직류펄스전류를 인가하여 소결하는 방법인데, 분체 입자간의 틈새에 압력과 저전압 및 대전류를 투입하고 이때 발생하는 스파크(Spark)에 의해 순식간에 발생하는 플라즈마(Plasma)의 고에너지를 전계 확산, 열확산 등에 응용한 소결법이다. 종래의 열간압축법(Hot Press)에 비해서, 소결온도가 200 ~ 500 °C 더 낮고, 승온 및 유지시간을 포함하여 단시간에 소결을 완료할 수 있기 때문에 전력소비가 크게 줄며, 취급이 간편하고, 러닝코스트가 저렴하고, 소결기술에 대한 숙련이 필요하지 않고, 난소결재 및 고온에서 가공이 어려운 재료들에 대해서도 적용이 가능하다.

- [0003] 최근, 상기 방전 플라즈마를 응용하여 분말의 소결 뿐만 아니라 금속 접합 기술로의 적용이 진행되고 있다. 플라즈마를 이용한 접합은 소결과 같이 접합물을 가압하면서 직접 펄스전류를 통해 발생하는 열을 이용하여 가열함으로써 수행한다. 이 때, 확산한 원자에 의해 재료 간에 새로운 금속 결합이 형성되고 접합된다.

- [0004]
- [0005] 한편, 알루미늄(Aluminium, Al)은 우수한 기계적 특성을 가지므로, 주방에서 사용하는 포일(foil)에서부터 일회용 식기, 창문, 자동차, 항공기, 우주선 등등 일상 생활뿐만 아니라 다양한 산업용 소재로 사용되고 있다.

- [0006] 그러나, 알루미늄은 밀도가 다소 높기 때문에 경량 소재로 사용되기에는 어려운 문제점이 있었다. 이러한 문제점을 보완하기 위해 금속 중 가장 가벼운 밀도를 가지는 마그네슘과 알루미늄을 접합하여 사용하기 시작했으나, 상기 알루미늄과 마그네슘을 단순 접합하여 사용하는 것은 접합면의 강도가 약해 작은 충격에도 쉽게 분리되는 문제점이 있었다.

- [0007] 따라서, 기술이 지속적으로 발전함에 따라 종래 소재보다 우수한 특성을 나타낼 수 있는 소재에 대한 연구 개발이 활발하게 진행되고 있으며, 다양한 산업용 부품군에서 사용되기 위해 층간 박리 현상을 억제될 뿐만 아니라, 보다 우수한 강도 및 내식성을 나타내면서 중량이 작은 복합재료에 대한 연구 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 한국 등록특허 제10-0717201호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명의 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료 및 이의 제조방법에 있어서 상기한 문제점을 해결하고자 예의 연구 검토한 결과,

- [0010] 알루미늄 분말로 이루어진 표면 층과 마그네슘 분말로 이루어진 지지 층 사이에 알루미늄과 마그네슘 분말의 혼합 분말로 구성되는 이중재료 경사 층을 구비하고, 50 내지 200 MPa의 압력, 400 내지 500 °C의 온도 및 유지시간 1 내지 10 분 조건에서 방전 플라즈마 소결 공정을 이용하여 접합소결시킴으로써 상기 표면 층과 지지 층을 접합하여, 층간 박리 현상을 억제할 뿐만 아니라, 우수한 내식성 및 경량, 고강도 특성을 나타낼 수 있음을 알아내고, 본 발명을 완성하게 되었다.

- [0011] 따라서, 본 발명의 목적은 우수한 내식성을 나타낼 뿐만 아니라 경량, 고강도 특성을 나타내는 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료 및 이를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 한편으로, 본 발명은
- [0013] 알루미늄 분말로 이루어진 표면 층;
- [0014] 마그네슘 분말로 이루어진 지지 층; 및
- [0015] 상기 표면 층과 지지 층 사이에 알루미늄 분말과 마그네슘 분말이 혼합된 복수개의 혼합 층들로 구성된 이중재료 경사 층;이 형성되고,
- [0016] 상기 복수개의 혼합 층의 각 층은 서로 다른 조성비의 알루미늄 및 마그네슘 분말의 혼합으로 이루어지며,
- [0017] 상기 혼합 층들중 표면 층에 인접한 혼합 층일수록 알루미늄 분말의 함량이 마그네슘 분말의 함량보다 많고, 상기 지지 층에 인접한 혼합 층일수록 마그네슘 분말의 함량이 알루미늄 분말의 함량보다 많아져, 상기 혼합층의 각 층의 알루미늄 분말과 마그네슘 분말의 함량이 연속적으로 변화하는 것을 특징으로 하는 경량, 고강도 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료를 제공한다.
- [0018] 다른 한편으로, 본 발명은
- [0019] 알루미늄과 마그네슘을 접합하는 방법에 있어서,
- [0020] 알루미늄 분말로 이루어진 표면 층;
- [0021] 마그네슘 분말로 이루어진 지지 층; 및
- [0022] 상기 표면 층과 지지 층 사이에 알루미늄 분말과 마그네슘 분말이 혼합된 복수개의 혼합 층들로 구성된 이중재료 경사 층;을 구비하고,
- [0023] 상기 복수개의 혼합 층의 각 층은 서로 다른 조성비의 알루미늄 및 마그네슘 분말의 혼합으로 이루어지고,
- [0024] 상기 혼합 층들중 표면 층에 인접한 혼합 층일수록 알루미늄 분말의 함량이 마그네슘 분말의 함량보다 많고, 상기 지지 층에 인접한 혼합 층일수록 마그네슘 분말의 함량이 알루미늄 분말의 함량보다 많아져, 상기 혼합 층의 각 층의 알루미늄 분말과 마그네슘 분말의 함량이 연속적으로 변화하도록 하며,
- [0025] 상기 접합은 50 내지 200 MPa의 압력, 400 내지 500 °C의 온도 및 유지시간 1 내지 10 분 조건에서 방전 플라즈마 소결 공정을 이용하여 수행되는 것을 특징으로 하는 경량, 고강도 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료의 제조방법을 제공한다.
- [0026] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 복수개의 혼합 층들의 각 층의 조성비는 표면 층으로부터 지지 층으로 갈수록 알루미늄 분말과 마그네슘 분말의 부피%비가 95:5 내지 1:99로 변화하는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 복합재료의 이중재료 경사 층의 비커스 경도는 55 내지 195 Hv인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명에 따른 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료는 알루미늄 분말로 구성되는 표면 층과 마그네슘 분말로 구성되는 지지 층 사이에 알루미늄 및 마그네슘 혼합 분말의 함량이 연속적으로 변화하는 이중재료 경사 층을 구비함으로써 알루미늄과 마그네슘 간의 물성이 점진적으로 변화하도록 하여, 이중 재료 간 완벽한 접합으로 인하여 층간 박리 현상을 억제할 수 있다.
- [0029] 또한, 특정 조건에서 방전 플라즈마 소결 공정을 수행함으로써, 상기 알루미늄 분말 및 마그네슘 분말 입자의 넓은 표면적으로 인해 상기 이중 재료간에 보다 많은 접합 영역 또는 경계(Boundary)가 형성될 수 있고, 이에 따라 방전 플라즈마 소결 공정을 수행하면서 확산한 원자에 의해 재료 간에 형성될 수 있는 금속 결합이 더욱 증가하여 보다 견고한 복합소재를 제조할 수 있다.
- [0030] 따라서, 본 발명에 따른 방법을 통해 제조된 이중 경사기능복합재료는 알루미늄과 마그네슘의 장점을 극대화시키고, 단점을 상화 보완할 수 있으므로 강도와 내식성 및 경량성이 요구되는 부품군에 적용 가능하며, 기계, 자동차, 열차, 선박, 우주항공, 특히 해양관련 소재부품에 적용 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료를 도시한 단면도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예 1의 복합재료의 비커스 경도(Vickers Hardness) 값을 나타낸 사진이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시형태에 따른 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료를 나타낸 사진이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시형태에 따른 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료를 나타낸 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하, 본 발명을 보다 상세히 설명한다.
- [0033]
- [0034] 본 발명의 일 실시형태에 따른 경량, 고강도 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료(100)는
- [0035] 알루미늄 분말로 이루어진 표면 층(130);
- [0036] 마그네슘 분말로 이루어진 지지 층(110); 및
- [0037] 상기 표면 층(130)과 지지 층(110) 사이에 알루미늄 분말과 마그네슘 분말이 혼합된 복수개의 혼합 층(125)들로 구성된 이중재료 경사 층(120);이 형성되고,
- [0038] 상기 복수개의 혼합 층의 각 층은 서로 다른 조성비의 알루미늄 및 마그네슘 분말의 혼합으로 이루어지며,
- [0039] 상기 혼합 층들중 표면 층에 인접한 혼합 층일수록 알루미늄 분말의 함량이 마그네슘 분말의 함량보다 많고, 상기 지지 층에 인접한 혼합 층일수록 마그네슘 분말의 함량이 알루미늄 분말의 함량보다 많아져, 상기 혼합층의 각 층의 알루미늄 분말과 마그네슘 분말의 함량이 연속적으로 변화하는 것을 특징으로 한다.
- [0040] 본 발명에 따른 이중 경사기능복합재료는, 알루미늄 분말보다 밀도가 낮은 마그네슘 분말을 혼합함으로써 제조되므로, 알루미늄으로만 구성된 소재에 비해 가벼우므로 저경량 특성을 필요로 하는 분야에서 사용될 수 있다. 또한, 저경량 특성뿐만 아니라, 우수한 기계적 특성이 요구되는 표면에는 알루미늄 분말만으로 구성되는 층을 구비시켜, 우수한 강도 및 내식성을 나타낼 수 있으므로 보다 다양한 분야에서 사용될 수 있다.
- [0041] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 복수개의 혼합 층들의 각 층의 조성비는 표면 층으로부터 지지 층으로 갈수록 알루미늄 분말과 마그네슘 분말의 부피%비가 95:5 내지 1:99로 변화하는 것을 특징으로 한다. 알루미늄 및 마그네슘 분말의 조성비가 상기 범위를 만족하지 않는 경우, 상기 표면 층과 지지 층 간에 접합이 잘 되지 않아 층간 박리가 발생할 수 있다.
- [0042] 본 발명의 이중 경사기능복합재료는 상기 복수개의 혼합 층에 포함된 알루미늄 분말 및 마그네슘 분말의 함량 및 조성비가 각 층마다 상이하며, 두께 방향으로 각 혼합 층에 따라 그 조성비가 연속적으로 변화하므로 알루미늄과 마그네슘간의 급격한 물성 변화를 완화시켜 기계적 충격이나 열 충격에 강할 뿐만 아니라, 열 충격 특성 및 열 피로 특성이 향상될 수 있다.
- [0043] 상기 이중 경사기능복합재료의 두께는 적층되는 혼합 층의 수에 따라 조절될 수 있다.
- [0044] 또한, 상기 이중 경사기능복합재료는 알루미늄 분말로 구성되는 층-이중재료 경사 층-마그네슘 분말로 구성되는 층과 같이 한 방향으로 조합될 수도 있고, 알루미늄 분말로 구성되는 층-이중재료 경사 층-마그네슘 분말로 구성되는 층-이중재료 경사 층-알루미늄 분말로 구성되는 층과 같이 양 방향으로 조합될 수도 있으며, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0045] 본 발명에 따른 이중 경사기능복합재료는 한국특허출원 제2015-0122003호에 개시된 내용을 참고로 하여 제조할 수 있다. 본 발명에 따른 이중 경사기능복합재료에 구성되는 각 층을 형성하는 각 분말 소재는 상기 특허에 기재된 방법을 토대로 방전 플라즈마 소결 공정을 이용하여 소결됨으로써 상기 층을 형성할 수 있다.
- [0046] 구체적으로는, 상기 알루미늄 분말 및 마그네슘 분말은 각 분말을 적층한 후 소결함으로써 하나의 복합체 내에 각 기능을 가지는 각 층을 구성할 수 있다.
- [0047]

- [0048] 이하, 상기 이중 경사기능복합재료의 제조방법을 보다 상세히 설명한다.
- [0049] 본 발명의 일 실시형태에 따른 경량, 고강도 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료의 제조방법은
- [0050] 하단에서부터 지지 층, 이중재료 경사 층, 표면 층 순으로 적층한 후, 50 내지 200 MPa의 압력, 400 내지 500 °C의 온도 및 유지시간 1 내지 10 분 조건에서 방전 플라즈마 소결 공정을 이용하여 접합을 수행하는 것을 특징으로 한다.
- [0051] 구체적으로는, 알루미늄과 마그네슘을 접합하는 방법에 있어서,
- [0052] 알루미늄 분말로 이루어진 표면 층;
- [0053] 마그네슘 분말로 이루어진 지지 층; 및
- [0054] 상기 표면 층과 지지 층 사이에 알루미늄 분말과 마그네슘 분말이 혼합된 복수개의 혼합 층들로 구성된 이중재료 경사 층;을 구비하되,
- [0055] 상기 복수개의 혼합 층의 각 층은 서로 다른 조성비의 알루미늄 및 마그네슘 분말의 혼합으로 이루어지고,
- [0056] 상기 혼합 층들중 표면 층에 인접한 혼합 층일수록 알루미늄 분말의 함량이 마그네슘 분말의 함량보다 많고, 상기 지지 층에 인접한 혼합 층일수록 마그네슘 분말의 함량이 알루미늄 분말의 함량보다 많아져, 상기 혼합 층의 각 층의 알루미늄 분말과 마그네슘 분말의 함량이 연속적으로 변화하도록 하며,
- [0057] 상기 접합은 50 내지 200 MPa의 압력, 400 내지 500 °C의 온도 및 유지시간 1 내지 10 분 조건에서 방전 플라즈마 소결 공정을 이용하여 수행되는 것을 특징으로 한다.
- [0058] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 알루미늄 분말 및 마그네슘 분말의 직경은 10 nm 이상 100 μ m 이하일 수 있다.
- [0059] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 알루미늄 분말 및 마그네슘 분말의 직경은 동일할 수도 있고, 상이할 수도 있다.
- [0060] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 복수개의 혼합 층들의 각 층의 조성비는 표면 층으로부터 지지 층으로 갈수록 알루미늄 분말과 마그네슘 분말의 부피%비가 95:5 내지 1:99로 변화하는 것을 특징으로 한다.
- [0061] 상기 방전 플라즈마에 대해 상세히 설명하면, 탄소몰드 하단에서부터 지지 층, 이중재료 경사 층, 표면 층 순으로 적층하여 각 분말을 투입하고, 상기 탄소몰드를 진공챔버 내의 소결다이에 세팅한다. 상기 세팅된 진공챔버를 감압장치에 의해 감압 후 가압장치부에 의해 가압하고 직류전원 공급장치부를 통해 상, 하부 펀치 전극에 전류를 가하여 챔버 내 승온이 이루어진다. 챔버 내의 일정한 압력과 온도 조절은 제어부에서 온도계측기, 감압장치, 가압장치부, 직류전원 공급장치부 등을 제어하여 일정한 소결체가 나오도록 한다. 일정 시간 소결 후, 냉각장치 아르곤 또는 질소가스를 이용하여 챔버 내에서 냉각을 실시한다.
- [0062]
- [0063] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 이중재료 경사 층을 구성하는 각 혼합층의 혼합 분말은 볼 밀(Ball Mill) 공정, 초음파 분산, 블렌딩, Tubular 믹싱 등을 사용하여 혼합할 수 있으나, 볼 밀 공정을 이용하는 것이 바람직하다.
- [0064]
- [0065] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 접합 소결은 50 내지 200 MPa의 압력, 400 내지 500 °C의 온도 및 유지시간 1 내지 10 분 조건에서 수행되는 것이 바람직하다.
- [0066] 상기 조건에서 수행되지 않는 경우, 알루미늄 용점 이상의 온도에서는 액상의 출현으로 불균일한 조직의 생성 및 알루미늄과 마그네슘의 화합물이 생성되는 문제점이 있다.
- [0067] 또한, 본 발명에서 제시한 온도 이하에서는 에너지 구동력이 낮아 소결이 충분히 수행되지 않으므로 벌크(bulk)한 덩어리 형태의 고강도 복합재료의 제조가 어렵고, 본 발명에서 제시한 온도 이상에서는 과도한 에너지 구동력 발생으로 인해 기계적 물성이 오히려 저하되는 문제점이 있다.
- [0068]
- [0069] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 접합소결은 진공 또는 가스 분위기 중에서 수행될 수 있다. 상기 알루미늄과 마그네슘은 산소에 민감하게 반응하기 때문에 상기 접합 소결은 진공 또는 가스 분위기 중에서 수행되는 것이

바람직하다.

[0070] 본 발명에 따른 복합재료는 알루미늄(약 230W/mk) 보다는 다소 떨어지는 열전도특성을 나타내지만 마그네슘(약 160W/mk) 보다는 높은 열전도도를 나타낼 수 있다.

[0072] 본 발명의 일 실시형태에서, 상기 복합재료의 이중재료 경사 층의 비커스 경도는 바람직하게는 55 내지 195 Hv 인 것을 특징으로 한다.

[0073] 본 발명에 따른 복합재료가 상기 온도 및 압력조건에서 소결 수행되지 않는 경우, 측정되는 비커스 정도 값이 50 Hv 이하로 매우 낮아 고강도를 필요로 하는 분야에서 사용되기 어렵다.

[0075] 이하, 실시예에 의해 본 발명을 보다 구체적으로 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오직 본 발명을 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 국한되지 않는다는 것은 당업자에게 있어서 자명하다.

[0077] 실시예 1: 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료의 제조

[0078] 알루미늄 분말(직경 100 μm 이하), 마그네슘 분말(직경 100 μm 이하)을 사용하여 각각 표면 층과 지지 층을 제조하였다. 그런 다음, 알루미늄 분말과 마그네슘 분말을 하기 표 1의 조성으로 혼합하고, 각각 볼 밀을 이용하여 6시간 동안 혼합하였다. 혼합 후, $\Phi 10\text{mm}$ 의 탄소몰드에 하기 표 1에 기재된 순서로 지지 층을 가장 하층으로 하여 순차적으로 적층하였다. 그런 다음, 50 MPa, 410 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10분간 방전 플라즈마 소결 공정을 수행하여 알루미늄-마그네슘 이중 경사기능복합재료를 제조하였다. 이 때, 승온 속도는 분당 100 $^{\circ}\text{C}$ 였다. 제조된 경사기능복합재료의 직경은 27 mm이고, 두께는 10 mm였다.

표 1

조성(부피%)	중량(g)
100 % Al	0.2
10 % Mg / 90 % Al	0.2
30 % Mg / 70 % Al	0.2
50 % Mg / 50 % Al	0.2
70 % Mg / 30 % Al	0.2
90 % Mg / 10 % Al	0.2
100% Mg	0.2

[0080] 비교예 1: 알루미늄-마그네슘 이중 복합재료의 제조

[0081] 상기 표면 층과 지지 층 사이에 이중재료 경사 층을 구비하는 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 수행하여 알루미늄-마그네슘 이중 복합재료를 제조하였다.

[0082] 실험예 1: 비커스 정도(Vickers Hardness)의 측정

[0083] 실시예 1 및 비교예 1의 복합재료의 비커스 경도를 측정하여 하기 표 2 및 3에 나타내었다. 구체적으로, 각 복합재료의 일면을 각각 3회씩 측정하였으며 그 평균값을 나타내었다.(단위 : HV). 또한, 하기 표 2에 기재된 데이터들 도 2에 상세히 나타내었다.

표 2

구분	비커스 정도	Theoretical density (g/cm^3)	Experimental density (g/cm^3)	Relative Density (%)
----	--------	---	--	-------------------------

실시예 1	100 % Al	19.4	2.700	2.700	100.0
	10 % Mg / 90 % Al	59.1	2.604	2.574	98.8
	30 % Mg / 70 % Al	137.7	2.411	2.384	98.9
	50 % Mg / 50 % Al	150.9	2.219	2.206	99.4
	70 % Mg / 30 % Al	193.6	2.027	2.050	101.1
	90 % Mg / 10 % Al	64.8	1.834	1.832	99.9
	100% Mg	20.0	1.738	1.738	100

표 3

비교예 1	구분		비커스 경도
	100 % Al		19.4
	100 % Mg		20.0

[0085]

[0086]

표 2 및 3을 참조로, 실시예 1의 복합재료의 비커스 경도 값이 비교예 1의 복합재료의 비커스 경도 값 대비 크게 상승한 것을 확인하였다.

[0087]

특히, 알루미늄 분말만으로 구성된 지지 층의 비커스 경도 평균 값이 약 19.4 Hv인데에 반해, 이종재료 경사 층을 구성하는 혼합 층들의 비커스 경도 평균 값은 약 59 내지 195 Hv로 크게 증가한 것으로 보아, 본 발명에 따른 복합재료가 상기 경사 층을 구비함으로써 보다 우수한 기계적 특성을 나타낼 수 있음을 알 수 있었다.

[0088]

따라서, 본 발명에 따른 실시예 1의 복합재료는 상기 비교예 1의 복합재료에 비해 보다 우수한 내식성 및 강도를 나타낼 뿐만 아니라 우수한 기계적 특성을 나타낼 수 있음을 확인하였다.

[0089]

[0090]

이상으로 본 발명의 특정한 부분을 상세히 기술하였는 바, 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 이러한 구체적인 기술은 단지 바람직한 구현예일 뿐이며, 이에 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아님은 명백하다. 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기 내용을 바탕으로 본 발명의 범주 내에서 다양한 응용 및 변형을 행하는 것이 가능할 것이다.

[0091]

따라서, 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 특허청구범위와 그의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

부호의 설명

[0092]

100: 알루미늄-마그네슘 이종 경사기능복합재료

110: 지지 층

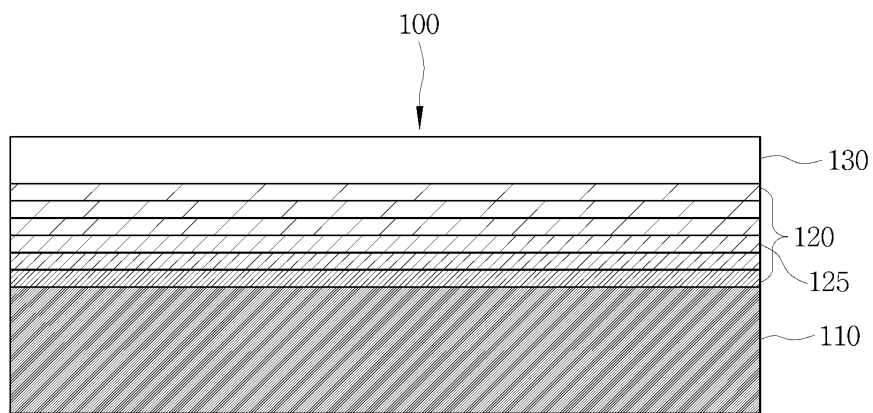
120: 이종재료 경사 층

125: 혼합 층

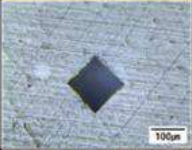
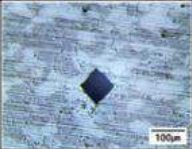
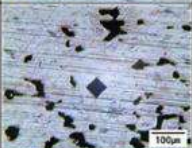
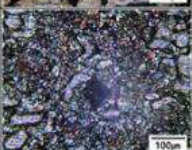
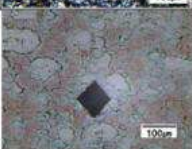
130: 표면 층

도면

도면1



도면2

Sample	Vickers Hardness (HV)	
Pure Al		19.4
Al-10vol% Mg		59.1
Al-30vol% Mg		137.7
Al-50vol% Mg		150.9
Al-70vol% Mg		193.6
Al-90vol% Mg		64.8
Pure Mg		28.3

도면3



도면4

