

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2014-0102469 (43) 공개일자 2014년08월22일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) B32B 15/01 (2006.01) B32B 37/00 (2006.01)		(71) 출원인 충남대학교산학협력단 대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(21) 출원번호 10-2013-0015812		(72) 발명자 홍순익 대전 유성구 대덕대로541번길 68, 101동 604호 (도룡동, 현대아파트)
(22) 출원일자 2013년02월14일 심사청구일자 2013년02월14일		오기환 대전 서구 배재로 155-7, 108동 801호 (도마동, 경남아파트2단지) 김호병 경기 안성시 보개면 신장길 90,
		(74) 대리인 이동희

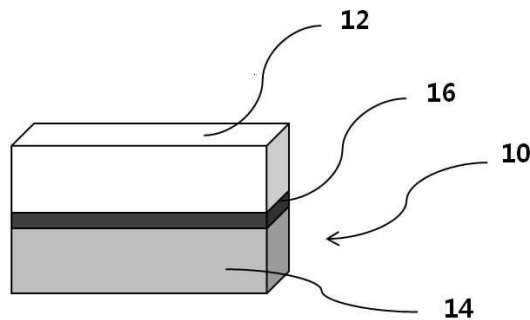
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **Cu 및 Al의 확산 및 반응 제어를 통하여 신뢰성이 향상된 Cu / Al 하이브리드 합금소재 및 그 제조방법**

(57) 요약

본 발명에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재는, Cu를 70% 이상 함유하는 하나 이상의 Cu 소재층, Al을 80% 이상 함유하는 하나 이상의 Al 소재층, Cu 소재층과 Al 소재층 사이의 계면에서의 Cu 및 Al의 확산 및 반응을 억제시키기 위한 하나 이상의 중간 금속층을 포함하고, Cu 소재층과 Al 소재층 사이에 중간 금속층이 개재되어 3층 이상의 적층 구조를 갖는다. 본 발명은 Cu를 주성분으로 하는 Cu 소재층과 Al을 주성분으로 하는 Al 소재층 사이에 Cu 및 Al의 확산 및 반응을 억제시키기 위한 중간 금속층 개재함으로써, Cu 소재층과 Al 소재층을 접합할 때나 고온 환경에서 사용되는 경우에 이들의 계면에서 금속간 화합물이 생성되는 것을 방지할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010-10037275

부처명 지식경제부

연구사업명 소재원천기술개발사업

연구과제명 용융/변형 계면 반응제어 하이브리드 금속 소재기술

기 여 율 1/1

주관기관 충남대학교

연구기간 2010.06.01 ~ 2014.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

Cu를 70% 이상 함유하는 하나 이상의 Cu 소재층;

Al을 80% 이상 함유하는 하나 이상의 Al 소재층; 및

상기 Cu 소재층과 상기 Al 소재층 사이의 계면에서의 Cu 및 Al의 확산 및 반응을 억제시키기 위한 하나 이상의 중간 금속층;을 포함하고,

상기 Cu 소재층과 상기 Al 소재층 사이에 상기 중간 금속층이 개재된 3층 이상의 적층 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 Cu/Al 하이브리드 합금소재.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 중간 금속층은 Zr, Ti, Co, Cr, Fe, Ni, Si, Nb, Ag 및 STS로 이루어지는 반응억제용 금속군 중에서 선택되는 것을 특징으로 하는 Cu/Al 하이브리드 합금소재.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 중간 금속층은 상기 반응억제용 금속군 중에서 선택된 하나의 반응억제용 금속을 60% 이상 함유하는 합금으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 Cu/Al 하이브리드 합금소재.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 Cu 소재층, 상기 Al 소재층 및 상기 중간 금속층이 판형으로 이루어져 전체적으로 판형 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 Cu/Al 하이브리드 합금소재.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 Cu 소재층, 상기 Al 소재층 및 상기 중간 금속층이 봉형으로 이루어져 전체적으로 봉형 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 Cu/Al 하이브리드 합금소재.

청구항 6

(a) Cu를 70% 이상 함유하는 하나 이상의 Cu 소재층 및 Al을 80% 이상 함유하는 하나 이상의 Al 소재층을 준비하는 단계; 및

(b) 상기 Cu 소재층과 상기 Al 소재층을 차례로 적층하되, 상기 Cu 소재층과 상기 Al 소재층 사이에 Cu 및 Al의 확산 및 반응을 억제시키기 위한 중간 금속층을 개재하여 상기 Cu 소재층과 상기 Al 소재층을 접합하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 Cu/Al 하이브리드 합금소재의 제조방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 중간 금속층은 Zr, Ti, Co, Cr, Fe, Ni, Si, Nb, Ag 및 STS로 이루어지는 반응억제용 금속군 중에서 선택되는 것을 특징으로 하는 Cu/Al 하이브리드 합금소재의 제조방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 중간 금속층은 상기 반응억제용 금속군 중에서 선택된 하나의 반응억제용 금속을 60% 이상 함유하는 합금으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 Cu/Al 하이브리드 합금소재의 제조방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 Cu 소재층, 상기 Al 소재층 및 상기 중간 금속층은 판형으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 Cu/Al 하이브리드 합금소재의 제조방법.

청구항 10

제 6 항에 있어서,

상기 Cu 소재층, 상기 Al 소재층 및 상기 중간 금속층은 봉형으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 Cu/Al 하이브리드 합금소재의 제조방법.

청구항 11

제 6 항에 있어서,

상기 (b) 단계는 저항심용접법, 주조법, 부분용융법, 레이저접합법, 폭발접합법, 마찰접합법, 확산접합법, 코팅접합법, 압연접합법, 압출접합법, 고압비틀림접합법(high pressure torsioning; HPT) 중에서 선택된 접합법으로 상기 Cu 소재층과 상기 Al 소재층을 이들 사이에 상기 중간 금속층이 개재되도록 접합하는 것을 특징으로 하는 Cu/Al 하이브리드 합금소재의 제조방법.

청구항 12

제 6 항에 있어서,

상기 (b) 단계는 상기 Cu 소재층과 상기 Al 소재층의 사이에 상기 중간 금속층을 개재한 상태에서 상기 Cu 소재층, 상기 Al 소재층 및 상기 중간 금속층을 함께 접합하는 것을 특징으로 하는 Cu/Al 하이브리드 합금소재의 제조방법.

청구항 13

제 6 항에 있어서,

상기 (b) 단계는 상기 Cu 소재층과 상기 Al 소재층 중 어느 하나에 상기 중간 금속층을 박막 코팅한 후 나머지 다른 하나와 접합하는 것을 특징으로 하는 Cu/Al 하이브리드 합금소재의 제조방법.

명세서

기술분야

- [0001] 본 발명은 Cu/Al 하이브리드 합금소재에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 Cu 또는 Cu조성물과, Al 또는 Al조성물 사이에 중간 금속층을 확산 및 반응 배리어(barrier)로 도입하여 계면에서의 Cu와 Al의 반응상 형성을 억제함으로써, 높은 전기전도도, 열전도도 및 경량화의 특성을 가지면서 계면 신뢰성 및 기계적 신뢰성이 향상된 Cu/Al 하이브리드 합금소재 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 최근 산업분야에서 다양한 요구특성을 만족시키기 위해서는 서로 다른 물성과 특성을 갖는 두 가지 이상의 금속 소재를 접합시킨 하이브리드 합금소재의 개발이 활발하게 이루어지고 있다.
- [0003] 클래드재나 하이브리드재는 두 종류 이상의 다른 금속을 접합하여 만든 것으로 단일의 금속에서는 얻어지지 않는 새로운 특성이나 기능을 갖는 하이브리드 합금소재이다. 이러한 하이브리드 합금소재를 제조하는 방법으로는 압연, 압출, 폭발 용접, 전기저항 용접 등이 있으며, 금속 간 접촉면에서의 전단응력 및 열적 활성화에 의한 물질의 혼합 또는 확산으로 이종 금속 간의 접합이 일어난다. 이 중에서 압연 접합방법은 다른 제조방법보다 효율적이고 경제적이므로 하이브리드 합금소재의 제조에 가장 일반적으로 쓰이는 방법이다.
- [0004] 하이브리드 합금소재 중에서 Cu/Al 하이브리드 합금소재에 대한 관심이 커지고 있다. 최근에 Cu 원자재의 가격 상승에 따라 Cu 및 Cu 합금의 기능을 일부 유지하며 가격이 저렴한 금속소재에 대한 요구가 커지고 있으며, 그 중에서 Cu와 Al 중간의 전기 특성 그리고 경량 특성을 갖는 Cu/Al 하이브리드 합금소재에 대한 수요가 꾸준히 증가하고 있다. Al은 내식성과 내마모성, 가공성이 우수하고 전기전도도가 Cu의 약 60%로 우수하며, 경량 특성이 있어 지상의 송전선 등으로 이용된다.
- [0005] Cu와 Al의 중간 특성을 갖는 Cu/Al 하이브리드 합금소재는 높은 전기전도도와 높은 열전도도 및 우수한 내식성을 함께 지니고 있으며, Cu에 비해 경량 특성이 우수하므로 전선, 전차선, 통신선, 열교환장치 등의 각종 전기 소재 및 부품 등으로 광범위하게 사용될 수 있다. 따라서 Cu/Al 하이브리드 합금소재의 안정성과 신뢰성이 확보될 경우, 경량성과 가격 경쟁력 때문에 Cu를 대체하는 대체재로서의 수요가 폭발적으로 증가할 것으로 예상되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] Cu와 Al은 모두 우수한 성형성을 갖고 있지만, 두 금속의 화학적, 물리적 성질이 달라 이들의 접합 시 두 금속 간의 반응에 의해 취성을 갖는 금속간 화합물이 형성된다. 즉, 고온에서 성형 시 취성을 갖는 Cu_xAl_y 의 금속간 화합물이 생성되며 이러한 금속간 화합물은 계면 접합력에 심각한 악영향을 미칠 뿐만 아니라 전기적 특성의 저해요소로 작용한다. 특히 Cu/Al 하이브리드 합금소재를 전기 소재로 사용할 때 계면에서의 금속간 화합물 및 그에 따른 결합은 국부적으로 과도한 저항 및 그로 인한 열과 스파크를 발생시켜 안정성에 심각한 위험요소가 될 수 있다.
- [0007] 또한 Cu/Al 하이브리드 합금소재는 Cu와 Al의 화학적 반응 특성이 높아 저항 열에 의해 가열되거나 고온 환경에서 사용되는 경우에도 계면에서 취성이 강한 Cu와 Al으로 이루어진 금속간 화합물이 형성되어 전도도 및 기계적 특성의 신뢰성 및 사용수명의 저하가 일어날 수 있다.
- [0008] 따라서 과도한 고온에서의 Cu와 Al의 접합은 피하는 것이 좋다. 반면, Cu와 Al를 저온에서 접합할 경우 계면 확산 및 계면가공성의 저하로 두 소재의 접합이 완전하게 이루어지지 못하게 되고, 이는 제품이 조기에 파손되는 문제로 이어질 수 있다.
- [0009] 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 Cu를 주성분으로 하는 Cu층과 Al을 주성분으로 하는 Al층 사이에 Cu와 Al 간 확산 및 반응을 억제시키는 중간 금속층을 개

재하여 금속간 화합물 형성을 억제시킴으로써 계면 신뢰성이 향상된 Cu/Al 하이브리드 합금소재 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재는, Cu를 70% 이상 함유하는 하나 이상의 Cu 소재층, Al을 80% 이상 함유하는 하나 이상의 Al 소재층, 상기 Cu 소재층과 상기 Al 소재층 사이의 계면에서의 Cu 및 Al의 확산 및 반응을 억제시키기 위한 하나 이상의 중간 금속층을 포함하고, 상기 Cu 소재층과 상기 Al 소재층 사이에 상기 중간 금속층이 개재되어 3층 이상의 적층 구조를 갖는다.
- [0011] 상기 중간 금속층은 Zr, Ti, Co, Cr, Fe, Ni, Si, Nb, Ag 및 STS로 이루어지는 반응억제용 금속군 중에서 선택되는 것이 바람직하다.
- [0012] 상기 중간 금속층은 상기 반응억제용 금속군 중에서 선택된 하나의 반응억제용 금속을 60% 이상 함유하는 합금으로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0013] 상기 Cu 소재층, 상기 Al 소재층 및 상기 중간 금속층이 판형으로 이루어져 전체적으로 판형 구조를 가질 수 있다.
- [0014] 상기 Cu 소재층, 상기 Al 소재층 및 상기 중간 금속층이 봉형으로 이루어져 전체적으로 봉형 구조를 가질 수 있다.
- [0015] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재의 제조방법은, (a) Cu를 70% 이상 함유하는 하나 이상의 Cu 소재층을 및 Al을 80% 이상 함유하는 하나 이상의 Al 소재층을 준비하는 단계, (b) 상기 Cu 소재층과 상기 Al 소재층을 차례로 적층하되, 상기 Cu 소재층과 상기 Al 소재층 사이에 Cu 및 Al의 확산 및 반응을 억제시키기 위한 중간 금속층을 개재하여 상기 Cu 소재층과 상기 Al 소재층을 접합하는 단계를 포함한다.
- [0016] 상기 (b) 단계는 저항심용접법, 주조법, 부분용융법, 레이저접합법, 폭발접합법, 마찰접합법, 확산접합법, 코팅접합법, 압연접합법, 압출접합법, 고압비틀림접합법(high pressure torsioning; HPT) 중에서 선택된 접합법으로 상기 Cu 소재층과 상기 Al 소재층을 이들 사이에 상기 중간 금속층이 개재되도록 접합하는 것이 바람직하다.
- [0017] 상기 (b) 단계는 상기 Cu 소재층과 상기 Al 소재층의 사이에 상기 중간 금속층을 개재한 상태에서 상기 Cu 소재층, 상기 Al 소재층 및 상기 중간 금속층을 함께 접합할 수 있다.
- [0018] 상기 (b) 단계는 상기 Cu 소재층과 상기 Al 소재층 중 어느 하나에 상기 중간 금속층을 박막 코팅한 후 나머지와 다른 하나와 접합할 수 있다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명은 Cu를 주성분으로 하는 Cu 소재층과 Al을 주성분으로 하는 Al 소재층 사이에 Cu 및 Al의 확산 및 반응을 억제시키기 위한 중간 금속층을 개재함으로써 Cu 소재층과 Al 소재층을 접합할 때나, 고온 환경에서 사용되는 경우에 이들의 계면에서 금속간 화합물이 생성되는 것을 방지할 수 있다. 따라서 금속간 화합물 생성에 의한 전도도, 기계적 특성 및 사용수명 저하의 문제를 해결할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재를 나타낸 것이다.
- 도 2는 본 발명의 제 2 실시예에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재를 나타낸 것이다.
- 도 3은 본 발명의 제 3 실시예에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재를 나타낸 것이다.
- 도 4는 본 발명의 제 4 실시예에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재를 나타낸 것이다.
- 도 5는 본 발명의 제 5 실시예에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재를 나타낸 것이다.

도 6은 본 발명의 제 6 실시예에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재를 나타낸 것이다.

도 7은 본 발명의 제 7 실시예에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재를 나타낸 것이다.

도 8은 Cu 소재층이 Cu-1wt%Cr로 이루어지고 Al 소재층이 Al6061로 이루어지며 중간 금속층이 Zr(a), Co(b), Cr(c), Ni(d), Nb(e)로 이루어진 Cu 소재층-중간 금속층-Al 소재층 구조의 판형 Cu/Al 하이브리드 합금소재 각각 대한 계면사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재 및 그 제조방법에 대하여 상세히 설명한다.
- [0022] 본 발명을 설명함에 있어서, 도면에 도시된 구성요소의 크기나 형상 등은 설명의 명료성과 편의를 위해 과장되거나 단순화되어 나타날 수 있다. 또한 본 발명의 구성 및 작용을 고려하여 특별히 정의된 용어들은 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 이러한 용어들은 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.
- [0023] Cu/Al 하이브리드 합금소재는 높은 전기전도도와 높은 열전도도 및 우수한 내식성을 함께 지니고 있고 경량 특성이 우수하여 각종 전기소재 및 부품 등으로 광범위하게 사용될 수 있다. Cu와 Al은 모두 우수한 성형성을 갖고 있지만 제조 시 이들 두 금속 간의 반응에 의해 취성을 갖는 금속간 화합물이 형성된다. 이러한 금속간 화합물은 계면 접합력에 심각한 악영향을 미칠 뿐만 아니라 전기적 특성의 저해요소로 작용한다.
- [0024] 본 발명은 Cu를 주성분으로 하는 Cu 소재층과 Al을 주성분으로 하는 Al 소재층 사이에 Cu 및 Al의 확산 및 반응을 억제시키기 위한 중간 금속층 개재함으로써 Cu 소재층과 Al 소재층의 접합 시 이들의 계면에서 금속간 화합물이 생성되는 것을 방지할 수 있다. 중간 금속층은 Cu와 Al의 확산 및 반응을 억제하는 장벽 역할을 하여 Cu 소재층과 Al 소재층의 계면에서의 Cu와 Al의 반응상 형성을 억제한다.
- [0025] 본 발명에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재는 하나 이상의 Cu 소재층, 하나 이상의 Al 소재층 및 하나 이상의 중간 금속층이 차례로 적층되되, Cu 소재층과 Al 소재층 사이에 중간 금속층이 개재된 3층 이상의 적층 구조를 갖는다. 이러한 본 발명에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재는 판재나 봉재(선재 포함) 등 다양한 형태로 제조될 수 있다.
- [0026] Cu 소재층은 순수 Cu나 Cu를 주성분으로 하며 Cr, Zr, Ag, Ti, Nb, Fe Co 등이 한 종류 이상 함유된 Cu 합금으로 이루어질 수 있다. Cu 합금의 경우 Cu 고유의 높은 전기전도도, 높은 열전도율, 우수한 강도 및 가공성을 가질 수 있도록 Cu가 70% 이상 함유되는 것이 바람직하다. 그리고 Cu에 첨가되어 Cu 합금을 이루는 다른 금속 성분의 경우, Ag, Fe, Nb, Cr은 0.01% ~ 10%, Ti, Zr, Co는 0.01% ~ 5%가 함유되는 것이 바람직하며, 함유된 합금의 총 무게 비는 30%를 넘지 않는 것이 좋다. Cu 합금에 첨가되는 다른 금속 성분의 첨가량이 상술한 것과 같은 첨가량 이상 함유되는 경우 Cu 합금의 전도도가 낮아지고, 연성이 감소하게 되므로 바람직하지 않다.
- [0027] Al 소재층은 순수 Al나 Al을 주성분으로 하며 Cr, Zr, Mn, Ag, Ti, Nb, Fe Co 등이 한 종류 이상 함유된 Al 합금으로 이루어질 수 있다. Al 합금의 경우 Al 고유의 높은 전기전도도, 우수한 강도 및 경량화 특성을 가질 수 있도록 Al이 80% 이상 함유되는 것이 바람직하다. 그리고 Al에 첨가되어 Al 합금을 이루는 다른 금속 성분의 경우, Ag, Fe, Nb, Cr은 0.01% ~ 7%, Ti, Zr, Mn, Co는 0.01% ~ 5%가 함유되는 것이 바람직하며, 함유된 합금의 총 무게 비는 20%를 넘지 않는 것이 좋다. Al 합금에 첨가되는 다른 금속 성분의 첨가량이 상술한 것과 같은 첨가량 이상 함유되는 경우 Al 합금의 전도도가 낮아지고, 연성이 감소하게 되므로 바람직하지 않다.
- [0028] 금속 중간층은 Zr, Ti, Co, Cr, Fe, Ni, Si, Nb, Ag, 탄소강 및 STS (stainless steel)로 이루어지는 반응억제용 금속군 중에서 선택된 금속 및 이들 금속의 2~3가지 조합으로 이루어진 합금으로 이루어진다. 반응억제용 금속군 중에서 선택된 반응억제용 금속(Zr, Ti, Co, Cr, Fe, Ni, Si, Nb, Ag, STS)은 불가피한 불순물이 함유된 금속이나 이들 중 한 성분을 주성분으로 하는 합금 형태로 금속 중간층을 구성할 수 있다. 선택된 반응억제용 금속이 합금 형태로 금속 중간층을 형성하는 경우, 선택된 반응억제용 주금속의 함유량은 60% 이상인 것이 바람직한데, 선택된 반응억제용 금속의 함유량이 60% 미만인 경우는 확산 및 반응 제어재로서의 기능이 떨어지며 중간층의 연성 감소로 가공 특성이 낮아지기 때문에 바람직하지 않다.
- [0029] 이러한 본 발명에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재의 제조방법은 Cu 소재층 및 Al 소재층을 준비하는 단계 및 Cu 소재층과 Al 소재층 사이에 중간 금속층을 개재하여 Cu 소재층과 Al 소재층을 접합하는 단계를 포함한다. 중

간 금속층은 Cu 소재층 및 Al 소재층의 형태에 따라 별도의 판재 또는 봉재 형태로 준비되어 Cu 소재층 및 Al 소재층과 함께 접합될 수도 있고, Cu 소재층이나 Al 소재층의 일면에 박막 코팅된 후 Cu 소재층이나 Al 소재층과 접합될 수 있다.

- [0030] Cu 소재층과 Al 소재층은 저항심용접법, 압연접합법, 압출접합법, 폭발접합법, 레이저접합법, 고압비틀림접합법(hihg pressure torsioning; HPT), 마찰접합법, 확산접합법, 주조법, 부분용융법, 코팅접합법 등 다양한 접합법을 통해 접합될 수 있다.
- [0031] 저항심용접법은 Cu 소재층, Al 소재층 및 중간 금속층을 적층하고 이 적층물에 압력을 가한 상태에서 전류를 흘려주는 방법이다. 적층물에 압력을 가한 상태에서 전류를 흘려주면 각 층간 접촉면에서 생기는 접촉저항과 각 층의 고유저항에 의해 열이 발생하고, 발생된 열로 소재가 용융되면서 가해진 압력에 의하여 접합이 이루어진다.
- [0032] 압연접합법이나 압출접합법은 금속의 소성(塑性)을 이용해서 고온 또는 상온의 이중 금속을 회전하는 복수의 롤사이거나 압출다이로 통과시켜서 판(板)·봉(棒)·관(管)·형재(形材) 등으로 다양한 형태의 합금을 제조하는 방법이다.
- [0033] 폭발접합법은 이중 금속을 소량의 화약을 사용해서 접합하는 방법이다. 폭발접합법에 의해 제조되는 합금은 기계적으로 강고한 접합면을 보이며 접합면에 인접한 곳에서 열영향을 거의 받지 않으며 열처리재나 가공경화재에서도 모재의 강도가 저하되는 일이 없다.
- [0034] 레이저접합법은 레이저빔을 집광하여 에너지 밀도를 높여 금속 소재를 용융하면서 용접하는 방법이다. 레이저접합법은 에너지의 밀도가 높아 재료에 주는 열 영향이 작아서 변형이 적고, 정밀한 용접이 가능한 접합 방법이다.
- [0035] 고압비틀림접합법은 이중 소재를 높은 압력을 가하면서 회전시킴으로써 높은 소성 가공도와 압력으로 이중 소재를 접합하는 방법이다. 고압비틀림접합법을 이용하면 높은 소성가공도로 인해 접합된 피접합체의 강도를 증가시킬 수 있고, 상온에서도 접합이 가능하다.
- [0036] 마찰접합법은 이중 소재의 접합면에 압력을 가한 상태로 서로 상대적인 회전을 주어 이중 소재를 접합하는 방법이다. 이중 소재를 압착시킨 상태에서 상대 회전시키면 마찰 발열에 의해 접합부의 온도가 고온으로 되어 이중 소재를 접합할 수 있다.
- [0037] 확산접합법은 적층물에 압력을 가한 상태로 열처리를 해서 이중 소재를 확산을 통해 접합하는 방법이다. 확산접합법은 피접합물을 마찰 용접처럼 맞대어서 압력을 가해 고정을 하고, 용융점에서 $0.3T_m$ (T_m :용융온도)의 온도로 가열을 하는데, 이때 시간은 5분에서 24시간까지 다양하며 부피가 큰 부품보다는 작은 부품을 접합부의 변형없이 용접하는데 용이하다.
- [0038] 주조법은 접합시킬 이중 소재를 고상 상태가 아닌 액상, 즉 주물 상태로 압연접합법 등을 이용해서 접합시키는 방법으로서 강한 접합강도를 갖는다.
- [0039] 부분용융법은 고상의 금속에 액상의 금속을, 또는 액상의 금속에 고상의 금속을 맞대어 접합시키는 방법으로써, 잠열에 의해 고상 금속 접합면이 부분적으로 용융되면서 이중금속이 접합된다.
- [0040] 코팅접합법은 판재와 판재를 맞대어 접합시키는 다른 접합법과는 다르게 판재 등의 금속에 접합시킬 금속을 얇게 코팅하는 방법으로써, 스프레이 코팅법 및 플라즈마 코팅법 등이 있다.
- [0041] 도 1 내지 도 7은 본 발명에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재의 다양한 실시예를 나타낸 것으로, 도 1 내지 도 3은 판형 구조의 Cu/Al 하이브리드 합금소재이고, 도 4 내지 도 7은 봉형 구조의 Cu/Al 하이브리드 합금소재이다.
- [0042] 도 1에 도시된 본 발명의 제 1 실시예에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재(10)는 Al 소재층(14)-중간 금속층(16)-Cu 소재층(12)으로 이루어진 3층의 판형 구조를 갖는 것이다. Cu 소재층(12)은 순수 Cu나 Cu를 70% 이상 함유하는 Cu 합금으로 이루어지고, Al 소재층(14)은 순수 Al나 Al을 80% 이상 함유하는 Al 합금으로 이루어진다. 중간 금속층(16)은 Zr, Ti, Co, Cr, Fe, Ni, Si, Nb, Ag 및 STS로 이루어지는 반응억제용 금속군 중에서 선택된 순수 금속이나 이를 60% 이상 함유하는 합금으로 이루어진다.
- [0043] 도 2에 도시된 제 2 실시예에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재(20)는 Cu 소재층(12)-중간 금속층(16)-Al 소재층(14)-중간 금속층(16)-Cu 소재층(12)으로 이루어진 5층의 판형 구조를 갖는 것이고, 도 3에 도시된 제 3 실시예

에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재(30)는 Al 소재층(14)-중간 금속층(16)-Cu 소재층(12)-중간 금속층(16)-Al 소재층(14)으로 이루어진 5층의 판형 구조를 갖는 것이다.

[0044] 도 4에 도시된 본 발명의 제 4 실시예에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재(40)는 Al 소재층(14)-중간 금속층(16)-Cu 소재층(12)으로 이루어진 3층의 봉형 구조를 갖는 것이다. 직경이 서로 다른 Al 소재층(14), 중간 금속층(16) 및 Cu 소재층(12)은 동심원을 이루며 배치된다.

[0045] 도 5에 도시된 본 발명의 제 5 실시예에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재(50)는 Cu 소재층(12)-중간 금속층(16)-Al 소재층(14)으로 이루어진 3층의 봉형 구조를 갖는 것이다.

[0046] 도 6에 도시된 본 발명의 제 6 실시예에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재(60)는 Cu 소재층(12)-중간 금속층(16)-Al 소재층(14)-중간 금속층(16)-Cu 소재층(12)으로 이루어진 5층의 봉형 구조를 갖는 것이고, 도 7에 도시된 본 발명의 제 7 실시예에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재(70)는 Al 소재층(14)-중간 금속층(16)-Cu 소재층(12)-중간 금속층(16)-Al 소재층(14)으로 이루어진 5층의 봉형 구조를 갖는 것이다.

[0047] 도시된 구조 이외에 본 발명에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재는 하나 이상의 Cu 소재층과 하나 이상의 Al 소재층, 하나 이상의 중간 금속층이 3층 이상 적층된 다양한 판재 또는 봉재 형태로 이루어질 수 있다.

[0048] 이와 같이, 본 발명은 Cu를 주성분으로 하는 Cu 소재층과 Al을 주성분으로 하는 Al 소재층 사이에 Cu 및 Al의 확산 및 반응을 억제시키기 위한 중간 금속층을 개재함으로써, Cu 소재층과 Al 소재층을 접합할 때나 고온 환경에서 사용되는 경우에 이들의 계면에서 금속간 화합물이 생성되는 것을 방지할 수 있다. 따라서 금속간 화합물 생성에 의한 전도도, 기계적 특성 및 사용수명 저하의 문제를 해결할 수 있다.

[0049] 이하에서는, 본 발명을 실시예에 의거하여 설명한다.

[0050] 아래의 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명이 실시예로 한정되는 것은 아니다.

[0051] 실시예1: Cu 소재층이 순수 Cu로 이루어지고, Al 소재층이 순수 Al로 이루어지며, 중간 금속층이 Fe, Ti, STS, Ag, Ni-25wt%Cr로 이루어진 Cu 소재층-중간 금속층-Al 소재층 구조의 판재형 Cu/Al 하이브리드 합금소재의 제조

[0052] 상용순도를 갖는 순수 Cu로 이루어진 6mm 두께의 판재형 Cu 소재층 및 상용순도를 갖는 순수 Al로 이루어진 6mm 두께의 판재형 Al 소재층을 준비하고, 순수 Fe로 이루어진 50 μ m 두께의 중간 금속층을 판재 형태로 Cu 소재층과 Al 소재층 사이에 개재한 후 이들을 확산접합법을 통해 접합하여 Cu 소재층-중간 금속층-Al 소재층 구조의 판재형 Cu/Al 하이브리드 합금소재를 제조하였다.

[0053] 상술한 것과 같은 동일한 방법으로 Ti로 이루어진 두께 50 μ m의 중간 금속층을 이용하여 Cu 소재층-중간 금속층-Al 소재층 구조의 판재형 Cu/Al 하이브리드 합금소재를 제조하였다. 그리고 동일한 방법으로 STS로 이루어진 두께 50 μ m의 중간 금속층, Ag로 이루어진 두께 50 μ m의 중간 금속층, Ni-25wt%Cr로 이루어진 두께 50 μ m의 중간 금속층을 Cu 소재층과 Al 소재층 사이에 개재하고 이들을 접합함으로써 판재형 Cu/Al 하이브리드 합금소재를 각각 제조하였다.

[0054] 실시예2: Cu 소재층이 순수 Cu로 이루어지고, Al 소재층이 순수 Al로 이루어지며, 중간 금속층이 Zr, Co, Cr, Ni, Si, Nb로 이루어진 Cu 소재층-중간 금속층-Al 소재층 구조의 판재형 Cu/Al 하이브리드 합금소재의 제조

[0055] 상용순도를 갖는 Cu로 이루어진 6mm 두께의 Cu 소재층 및 상용순도를 갖는 Al로 이루어진 6mm 두께의 Al 소재층을 준비하고, Zr을 Cu 소재층의 일면에 플라즈마 코팅기를 이용한 박막 코팅법으로 10 μ m 두께로 코팅한 후 Cu 소재층과 Al 소재층을 확산접합법을 통해 접합하여 Cu 소재층-중간 금속층-Al 소재층 구조의 판재형 Cu/Al 하이브리드 합금소재를 제조하였다.

[0056] 상술한 것과 같은 동일한 방법으로 Co, Cr, Ni, Si, Nb를 각각 Cu 소재층의 일면에 박막 코팅법으로 10 μ m 두께로 코팅한 후, 각각의 반응억제용 금속이 코팅된 Cu 소재층과 Al 소재층을 각각 접합하여 판재형 Cu/Al 하이브리드 합금소재를 제조하였다.

- [0057] 실시예3: Cu 소재층이 Cu-1wt%Cr로 이루어지고, Al 소재층이 Al6061, Al6063, Al-0.5wt%Fe, Al-0.2wt%Zr로 이루어지며, 중간 금속층이 STS, Zr로 이루어진 Cu 소재층-중간 금속층-Al 소재층 구조의 판재형 Cu/Al 하이브리드 합금소재의 제조
- [0058] 열처리 후 수냉시킨 Cu-1wt%Cr로 이루어진 판재 형태의 Cu 소재층, 열처리 후 수냉시킨 Al6061로 이루어진 Al 소재층, 열처리 후 수냉시킨 Al6063로 이루어진 Al 소재층, 열처리 후 수냉시킨 Al-0.5wt%Fe로 이루어진 Al 소재층, 열처리 후 수냉시킨 Al-0.2wt%Zr로 이루어진 Al 소재층을 준비하고, STS로 이루어진 50 μ m 두께의 중간 금속층을 판재 형태로 Cu 소재층과 각각의 Al 소재층 사이에 개재한 후 이들을 확산접합법을 통해 접합한 후 170~350℃의 온도로 시효처리하여 Cu 소재층-중간 금속층-Al 소재층 구조의 판재형 Cu/Al 하이브리드 합금소재를 각각 제조하였다. 여기에서, 각각의 Cu 소재층과 Al 소재층의 두께는 6mm로 하였다.
- [0059] 상술한 것과 같은 동일한 방법으로 Zr로 이루어진 50 μ m 두께의 중간 금속층을 판재 형태로 Cu 소재층과 각각의 Al 소재층 사이에 개재한 후 이들을 확산접합법을 통해 접합하고 시효처리하여 Cu 소재층-중간 금속층-Al 소재층 구조의 판재형 Cu/Al 하이브리드 합금소재를 각각 제조하였다.
- [0060] 실시예4: Cu 소재층이 Cu-1wt%Cr로 이루어지고, Al 소재층이 Al6061, Al6063, Al-0.5wt%Fe, Al-0.2wt%Zr로 이루어지며, 중간 금속층이 Zr, Co, Cr, Ni, Si, Nb로 이루어진 Cu 소재층-중간 금속층-Al 소재층 구조의 판재형 Cu/Al 하이브리드 합금소재의 제조
- [0061] 열처리 후 수냉시킨 Cu-1wt%Cr로 이루어진 판재 형태의 Cu 소재층, 열처리 후 수냉시킨 Al6061로 이루어진 Al 소재층, 열처리 후 수냉시킨 Al6063로 이루어진 Al 소재층, 열처리 후 수냉시킨 Al-0.5wt%Fe로 이루어진 Al 소재층, 열처리 후 수냉시킨 Al-0.2wt%Zr로 이루어진 Al 소재층을 준비하고, Zr을 Cu 소재층의 일면에 플라즈마 코팅기를 이용한 박막 코팅법으로 10 μ m 두께로 코팅한 후 Cu 소재층과 각각의 Al 소재층을 확산접합법을 통해 접합한 후 170~350℃에서 시효처리하여 Cu 소재층-중간 금속층-Al 소재층 구조의 판재형 Cu/Al 하이브리드 합금소재를 각각 제조하였다. 여기에서, 각각의 Cu 소재층과 Al 소재층의 두께는 6mm로 하였다.
- [0062] 상술한 것과 같은 동일한 방법으로 Co, Cr, Ni, Si, Nb를 각각 Cu 소재층의 일면에 박막 코팅법으로 10 μ m 두께로 코팅한 후, 각각의 반응억제용 금속이 코팅된 Cu 소재층과 준비된 각각의 Al 소재층을 접합하고 시효처리하여 판재형 Cu/Al 하이브리드 합금소재를 각각 제조하였다. 이러한 실시예 중에서 Al 소재층이 Al6061로 이루어지고 중간 금속층이 Zr, Co, Cr, Ni, 및 Nb로 이루어진 Cu/Al 하이브리드 합금소재의 계면사진을 도 8에 나타내었다.
- [0063] 아래의 [표 1]은 상술한 실시예에 의해 제조된 Cu/Al 하이브리드 합금소재와 일반적인 Cu/Al 합금소재를 튜브 열처리로를 이용하여 500℃의 아르곤 분위기에서 5시간 동안 열처리한 후 생성되는 금속간 화합물의 두께를 장방출 주사현미경으로 관찰한 결과를 나타낸 것이다. 금속간 화합물의 두께가 5 μ m 이상이면 취성 파괴가 일어나고, 금속간 화합물의 두께가 증가할수록 취성 파괴의 위험성이 커진다고 알려져 있다. [표 1]에 나타낸 결과를 보면 Cu 소재층과 Al 소재층 사이에 Cu 및 Al의 확산 및 반응을 억제시킬 수 있는 중간 금속층이 개재된 본 발명에 의한 Cu/Al 하이브리드 합금소재는 금속간 화합물의 생성이 억제됨을 확인할 수 있다.

표 1

Cu/Al 하이브리드 합금소재 종류	금속간 화합물 두께
Al/Cu	40 μ m
Al/Fe/Cu	관찰되지 않음
Al/Ti/Cu	관찰되지 않음
Al/STS/Cu	관찰되지 않음
Al/Ni-25wt%Cr/Cu	관찰되지 않음
Al/Zr/Cu	관찰되지 않음
Al/Co/Cu	관찰되지 않음
Al/Cr/Cu	5.45 μ m
Al/Ni/Cu	관찰되지 않음
Al/Si/Cu	관찰되지 않음
Al/Nb/Cu	12 μ m

[0064]

[0065]

위의 [표 1]은 상술한 실시예 중에서 Cu 소재층이 순수 Cu로 이루어지고, Al 소재층이 순수 Al로 이루어진 실시예 중 일부에 대한 결과이다. 순수한 Al과 순수한 Cu가 접합된 금속을 열처리할 경우가 금속간 화합물(계면유해상)이 더 많이 생성되기 때문에 이들 실시예에 대한 결과만 나타내었다.

[0066]

앞에서 설명되고 도면에 도시된 본 발명의 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 한정하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 발명의 보호범위는 특허청구범위에 기재된 사항에 의해서만 제한되고, 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상을 다양한 형태로 개량 및 변경하는 것이 가능하다. 따라서, 이러한 개량 및 변경은 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속하게 될 것이다.

부호의 설명

[0067]

10 ~ 70 : Cu/Al 하이브리드 합금소재

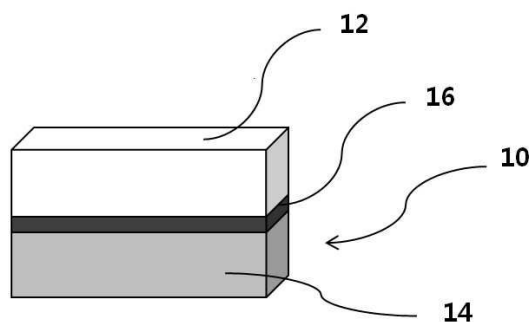
12 : Cu 소재층

14 : Al 소재층

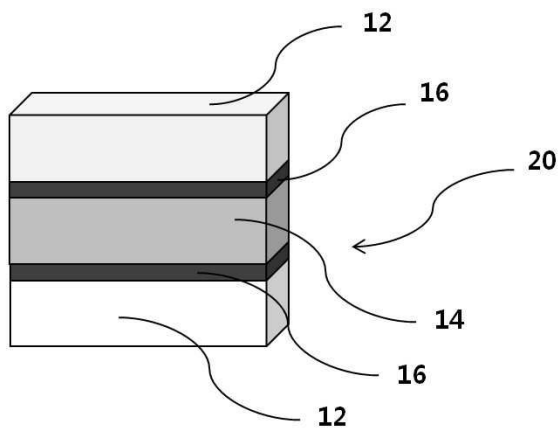
16 : 중간 금속층

도면

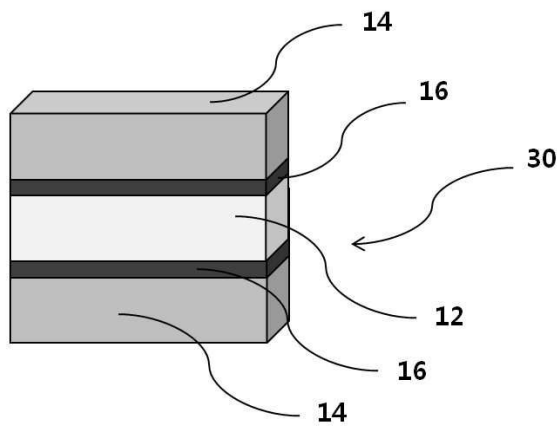
도면1



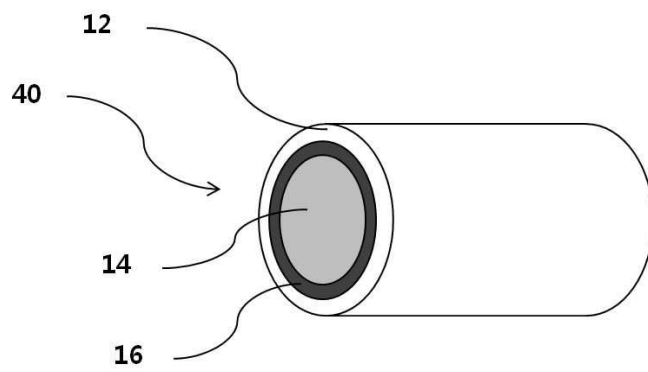
도면2



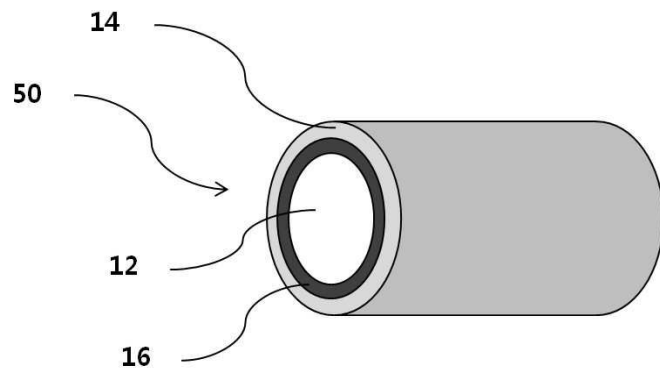
도면3



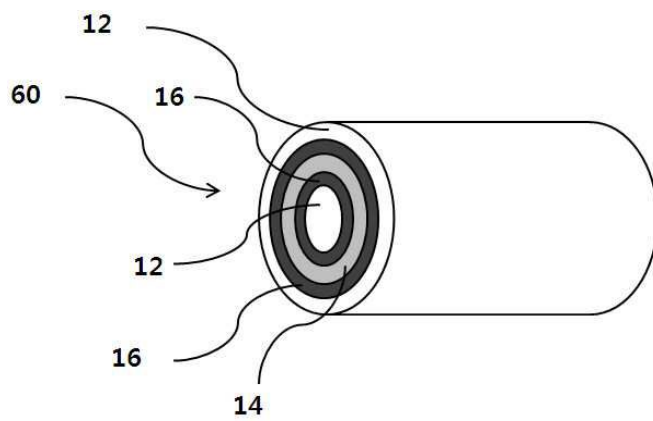
도면4



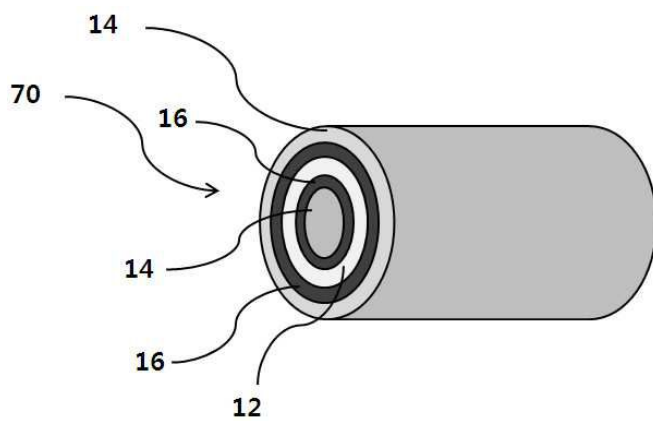
도면5



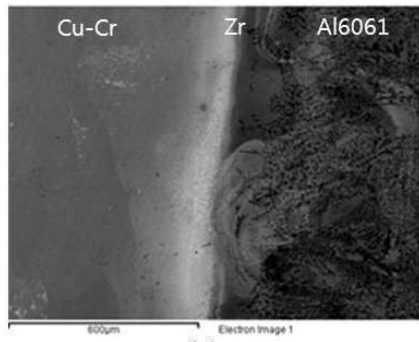
도면6



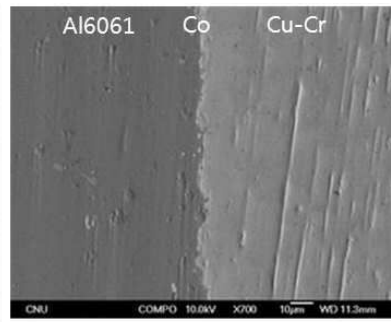
도면7



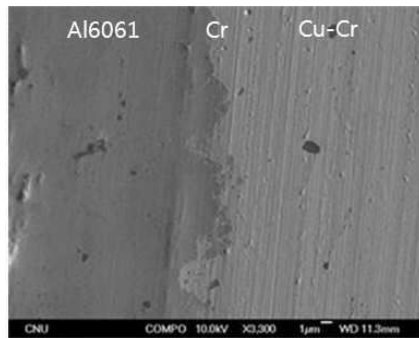
도면8



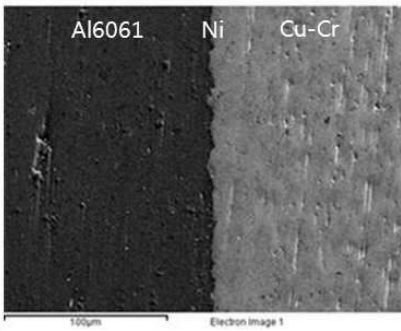
(a)



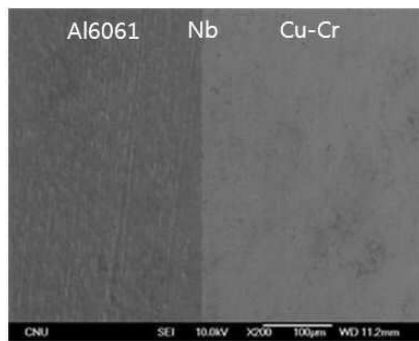
(b)



(c)



(d)



(e)