



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0079905
(43) 공개일자 2013년07월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B32B 15/20 (2006.01) B23K 20/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0000666
(22) 출원일자 2012년01월03일
심사청구일자 2012년01월03일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
홍순익
대전광역시 유성구 도룡동 현대A 101-604
김호병
경기도 안성시 보개면 신장리 38-1번지
오기환
대전광역시 서구 도마2동 경남아파트 108-801
(74) 대리인
이동희

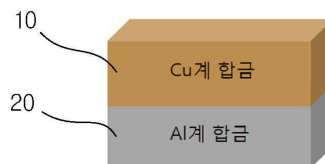
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 합금화에 의해 강도와 계면신뢰성이 향상된 구리/알루미늄 클래드재 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 합금화에 의한 미세조직 및 계면조직 변화에 의해 전기적·기계적 신뢰성과 계면 신뢰성을 향상시킬 수 있는 구리 소재와 알루미늄 소재를 이용한 클래드재 및 그 제조방법에 관한 것이다. 본 발명에 의한 클래드재는, 구리 소재와 알루미늄 소재가 차례로 적층된 적층 구조를 가지며, 구리 소재는 Cu기지에 Cr, Zr, Ag, Mg, Mn, Ti, Nb, Fe, Co로 이루어지는 합금원소 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 합금원소를 함유하고, 알루미늄 소재는 Al기지에 Cr, Zr, Ag, Mg, Mn, Ti, Nb, Fe, Co, Si로 이루어지는 합금원소 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 합금원소를 함유한다. 본 발명에 의한 클래드재는 구리 소재 및/또는 알루미늄 소재에 전기전도도를 크게 저하시키지 않으면서 강도를 증진시키고 구리와 알루미늄의 반응상을 억제시키는 합금원소를 첨가함으로써, 종래의 Cu/Al 클래드재에 비해 강도와 전기적 특성이 우수하며, 계면 신뢰성과 내구성이 향상된다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010-10037275

부처명 지식경제부

연구사업명 소재원천기술개발사업

연구과제명 용융/변형 계면 반응제어 하이브리드 금속 소재기술

주관기관 충남대학교

연구기간 2010.06.01 ~ 2014.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

구리 소재와 알루미늄 소재가 차례로 적층된 적층 구조를 가지며,

상기 구리 소재는 Cu기지에 Cr, Zr, Ag, Mg, Mn, Ti, Nb, Fe, Co로 이루어지는 합금원소 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 합금원소를 함유하고,

상기 알루미늄 소재는 Al기지에 Cr, Zr, Ag, Mg, Mn, Ti, Nb, Fe, Co, Si로 이루어지는 합금원소 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 합금원소를 함유하는 것을 특징으로 하는 클래드재.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 Cu기지에 함유되는 상기 합금원소의 함유량은 Ag, Nb, Fe, Cr인 경우 0.01 ~ 10wt%이고, Zr, Mg, Mn, Ti, Co인 경우 0.01 ~ 5wt%이며,

상기 Al기지에 함유되는 상기 합금원소의 함유량은 Ag, Nb, Fe, Cr인 경우 0.01 ~ 10wt%이고, Zr, Mg, Mn, Ti, Co, Si인 경우 0.01 ~ 5wt%인 것을 특징으로 하는 클래드재.

청구항 3

구리 소재와 알루미늄 소재가 차례로 적층된 적층 구조를 가지며,

상기 구리 소재는 Cu기지에 Cr, Zr, Ag, Mg, Mn, Ti, Nb, Fe, Co로 이루어지는 합금원소 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 합금원소를 함유하고,

상기 Cu 기지에 함유되는 상기 합금원소의 함유량은 Ag, Nb, Fe, Cr인 경우 0.01 ~ 10wt%이고, Zr, Mg, Mn, Ti, Co인 경우 0.01 ~ 5wt%이며,

상기 알루미늄 소재는 Al-0.01~5wt%Cu-0.01~5wt%Mg계 또는 Al-0.01~5wt%Mg-0.01~5wt%Si 계 합금인 것을 특징으로 하는 클래드재.

청구항 4

구리 소재와 알루미늄 소재가 차례로 적층된 적층 구조를 가지며,

상기 구리 소재와 상기 알루미늄 소재 중 어느 하나는 Cr, Zr, Ag, Mg, Mn, Ti, Nb, Fe, Co로 이루어지는 합금원소 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 합금원소를 함유하고, 나머지 다른 하나는 불가피한 불순물을 함유한 순금속으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 클래드재.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 구리 소재와 상기 알루미늄 소재가 차례로 적층된 샌드위치 구조로 이루어지는 것을 특징으로 하는 클래드재.

청구항 6

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 구리 소재와 상기 알루미늄 소재가 동심원상으로 차례로 적층된 봉 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 클래드재.

청구항 7

(a) 구리 소재를 준비하는 단계;

(b) 알루미늄 소재를 준비하는 단계;

(c) 상기 구리 소재와 상기 알루미늄계 소재를 적층하는 단계; 및

(d) 적층된 상기 구리 소재와 상기 알루미늄 소재를 접합하는 단계;를 포함하고, 상기 구리 소재와 상기 알루미늄 소재 중 적어도 어느 하나는 Cr, Zr, Ag, Mg, Mn, Ti, Nb, Fe, Co, Si로 이루어지는 합금원소 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 합금원소를 함유하는 것을 특징으로 하는 클래드재의 제조방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 합금원소는 상기 구리 소재에 함유되고, 상기 구리 소재에 함유되는 상기 합금원소의 함유량은 Ag, Nb, Fe, Cr인 경우 0.01 ~ 10wt%이고, Zr, Mg, Mn, Ti, Co인 경우 0.01 ~ 5wt%이며,

상기 알루미늄 소재는 Al-0.01~5wt%Cu-0.01~5wt%Mg계 또는 Al-0.01~5wt%Mg-0.01~5wt%Si계 합금인 것을 특징으로 하는 클래드재의 제조방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

강도와 전기전도도 특성을 높이기 위해 상기 (d) 단계 이후, 상기 구리 소재와 상기 알루미늄 소재가 접합된 적층물을 50℃ ~ 600℃ 사이의 온도 범위에서 시효 처리하는 단계를 더 포함하는 특징으로 하는 클래드재의 제조방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 (c) 단계 이전에, 상기 구리 소재를 700℃ ~ 1060℃ 사이의 온도 범위에서 용체화 처리하는 단계;

용체화 처리된 상기 구리 소재를 100℃ ~ 600℃ 사이의 온도 범위에서 시효 처리하는 단계;

상기 알루미늄 소재를 400℃ ~ 650℃ 사이의 온도 범위에서 용체화 처리하는 단계; 및

용체화 처리된 상기 알루미늄 소재를 50℃ ~ 400℃ 사이의 온도 범위에서 시효 처리하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 클래드재의 제조방법.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 (c) 단계 이전에, 상기 구리 소재를 700℃ ~ 1060℃ 사이의 온도 범위에서 용체화 처리하는 단계;

상기 알루미늄 소재를 400℃ ~ 650℃ 사이의 온도 범위에서 용체화 처리하는 단계; 및

상기 (d) 단계 이후, 상기 구리 소재와 상기 알루미늄 소재가 접합된 적층물을 50℃ ~ 600℃ 사이의 온도 범위에서 시효 처리하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 클래드재의 제조방법.

명세서

기술분야

- [0001] 본 발명은 합금화에 의해 강도와 계면신뢰성이 향상된 구리/알루미늄 클래드재에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 구성 소재에 합금원소를 첨가함으로써 미세구조 및 계면조직을 변화시켜 상호접합성, 전기적·기계적 신뢰성과 계면 신뢰성이 향상된 클래드재 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 클래드재(clad material)는 복합재료의 하나로 기계적, 전기적, 화학적 성질을 개선시키기 위한 목적으로 개발된 층상 복합재료이다. 클래드재에 사용되는 대표적인 모재(matrix)로는 알루미늄(Al), 티타늄(Ti), 스테인리스강(STS), 탄소강(carbon steel), 구리(Cu) 등이 있다. 클래드재는 이종금속을 조합함으로써 단일소재에서 얻을 수 없는 재료의 특성을 얻을 수 있고, 고가의 소재를 절약할 수 있기 때문에 경제적으로 큰 장점이 있다.
- [0003] 예를 들어, 티타늄은 내식, 내후성이 대단히 우수한 금속이며, 기계적 성질도 좋다. 특히 재료의 비중과 강도의 비로 나타내는 비강도의 값이 뛰어나 다양한 구조재로 쓰인다. 하지만 가격이 고가이기 때문에 널리 이용되지 못하고 있다. 한편 스틸(steel)은 티타늄에 비해 비강도 특성이 떨어지지만 가격이 훨씬 저렴하고 우수한 기계적 특성을 가지고 있다. 이 두 재료로 클래드재를 제조하면 이들의 장점을 극대화시켜 우수한 내식성, 기계적 특성 및 비강도 특성을 얻을 수 있다.
- [0004] Cu와 Al을 조합하여 제조된 Cu/Al 클래드재는 Cu의 고전도도, Al의 경량성 및 경제성을 조합한 소재로 전기 케이블용 소재나 배전반의 버스바(bus bar)용 소재 등 다양한 분야에 응용되고 있다. Cu/Al 클래드재는 구리만을 사용한 경우에 비해 전기전도도(electrical conductivity)는 다소 떨어지지만, 무게를 50% 이하로 줄일 수 있으며, 가격도 35% 정도 저감시킬 수 있는 장점을 가지므로 고가의 Cu 소재를 대체하는 소재로 사용되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 그러나 Cu/Al 클래드재는 강도가 Cu보다 낮아 신선 시에 문제가 될 뿐만 아니라 사용 시에도 기계적 신뢰성이 떨어진다. 또한 강도가 낮아 고강도 Cu합금을 대체하는 데는 미흡하다. 그리고 종래 Cu/Al 클래드재는 불가분의 불순물을 함유한 상용순도를 갖는 순수 구리 및 순수 알루미늄으로 제조되므로, 전기전도도 특성은 양호하나 강도가 낮아 고강도 및 고전도도 특성이 요구되는 제품 또는 분야로의 적용이 불가능하다. 또한 구리와 알루미늄의 화학적 반응특성이 높아 저항열에 의해 가열되거나 고온 환경에서 사용되는 경우 경계면에 취성이 강한 구리와 알루미늄으로 이루어진 금속간 화합물이 형성되어 전기전도도 및 기계적 특성의 신뢰성 및 사용 수명의 저하가 발생한다.
- [0006] 본 발명은 이러한 점을 감안하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 순수 구리 및 순수 알루미늄의 강도를 높이거나 계면 반응상을 억제할 수 있는 합금원소를 첨가하여 종래 Cu/Al 클래드재의 단점인 낮은 강도, 계면 신뢰성 악화의 문제점을 해결할 수 있는 합금화된 구리 소재와 알루미늄 소재를 이용한 클래드재 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 클래드재는, 구리 소재와 알루미늄 소재가 차례로 적층된 적층 구조를 가지며, 상기 구리 소재는 Cu기지에 Cr, Zr, Ag, Mg, Mn, Ti, Nb, Fe, Co로 이루어지는 합금원소 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 합금원소를 함유하고, 상기 알루미늄 소재는 Al기지에 Cr, Zr, Ag, Mg, Mn,

Ti, Nb, Fe, Co, Si로 이루어지는 합금원소 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 합금원소를 함유한다.

[0008] 상기 Cu기지에 함유되는 상기 합금원소의 함유량은 Ag, Nb, Fe, Cr인 경우 0.01 ~ 10wt%이고, Zr, Mg, Mn, Ti, Co인 경우 0.01 ~ 5wt%이며, 상기 Al기지에 함유되는 상기 합금원소의 함유량은 Ag, Nb, Fe, Cr인 경우 0.01 ~ 10wt%이고, Zr, Mg, Mn, Ti, Co, Si인 경우 0.01 ~ 5wt%인 것이 좋다.

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 측면에 따른 클래드재는, 구리 소재와 알루미늄 소재가 차례로 적층된 적층 구조를 가지며, 상기 구리 소재는 Cu기지에 Cr, Zr, Ag, Mg, Mn, Ti, Nb, Fe, Co로 이루어지는 합금원소 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 합금원소를 함유하고, 상기 Cu 기지에 함유되는 상기 합금원소의 함유량은 Ag, Nb, Fe, Cr인 경우 0.01 ~ 10wt%이고, Zr, Mg, Mn, Ti, Co인 경우 0.01 ~ 5wt%이며, 상기 알루미늄 소재는 Al-0.01~5wt%Cu-0.01~5wt%Mg계 또는 Al-0.01~5wt%Mg-0.01~5wt%Si계 합금인 것을 특징으로 한다.

[0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또다른 측면에 따른 클래드재는, 구리 소재와 알루미늄 소재가 차례로 적층된 적층 구조를 가지며, 상기 구리 소재와 상기 알루미늄 소재 중 어느 하나는 Cr, Zr, Ag, Mg, Mn, Ti, Nb, Fe, Co로 이루어지는 합금원소 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 합금원소를 함유하고, 나머지 다른 하나는 불가피한 불순물을 함유한 순금속으로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0011] 본 발명에 의한 클래드재는 상기 구리 소재와 상기 알루미늄 소재가 차례로 적층된 샌드위치 구조로 이루어질 수 있다.

[0012] 본 발명에 의한 클래드재는 상기 구리 소재와 상기 알루미늄 소재가 동심원상으로 차례로 적층된 봉 구조로 이루어질 수 있다.

[0013] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 클래드재의 제조방법은, (a) 구리 소재를 준비하는 단계, (b) 알루미늄 소재를 준비하는 단계, (c) 상기 구리 소재와 상기 알루미늄계 소재를 적층하는 단계, (d) 적층된 상기 구리 소재와 상기 알루미늄 소재를 접합하는 단계를 포함하고, 상기 구리 소재와 상기 알루미늄 소재 중 적어도 어느 하나는 Cr, Zr, Ag, Mg, Mn, Ti, Nb, Fe, Co, Si로 이루어지는 합금원소 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 합금원소를 함유하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 상기 합금원소는 상기 구리 소재에 함유되고, 상기 구리 소재에 함유되는 상기 합금원소의 함유량은 Ag, Nb, Fe, Cr인 경우 0.01 ~ 10wt%이고, Zr, Mg, Mn, Ti, Co인 경우 0.01 ~ 5wt%이며, 상기 알루미늄 소재는 Al-0.01~5wt%Cu-0.01~5wt%Mg계 또는 Al-0.01~5wt%Mg-0.01~5wt%Si계 합금인 것이 좋다.

[0015] 본 발명에 의한 클래드재의 제조방법은 강도와 전기전도도 특성을 높이기 위해 상기 (d) 단계 이후, 상기 구리 소재와 상기 알루미늄 소재가 접합된 적층물을 50℃ ~ 600℃ 사이의 온도 범위에서 시효 처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명에 의한 클래드재의 제조방법은, 상기 (c) 단계 이전에, 상기 구리 소재를 700℃ ~ 1060℃ 사이의 온도 범위에서 용체화 처리하는 단계, 용체화 처리된 상기 구리 소재를 100℃ ~ 600℃ 사이의 온도 범위에서 시효 처리하는 단계, 상기 알루미늄 소재를 400℃ ~ 650℃ 사이의 온도 범위에서 용체화 처리하는 단계, 용체화 처리된 상기 알루미늄 소재를 50℃ ~ 400℃ 사이의 온도 범위에서 시효 처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명에 의한 클래드재의 제조방법은, 상기 (c) 단계 이전에, 상기 구리 소재를 700℃ ~ 1060℃ 사이의 온도 범위에서 용체화 처리하는 단계, 상기 알루미늄 소재를 400℃ ~ 650℃ 사이의 온도 범위에서 용체화 처리하는 단계, 상기 (d) 단계 이후, 상기 구리 소재와 상기 알루미늄 소재가 접합된 적층물을 50℃ ~ 600℃ 사이의 온도 범위에서 시효 처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 의한 클래드재는 구리 소재 및/또는 알루미늄 소재에 전기전도도를 크게 저하시키지 않으면서 강도를 증진시키고 구리와 알루미늄의 반응상을 억제시키는 합금원소를 첨가함으로써, 종래의 Cu/Al 클래드재에 비해 강도와 전기적 특성이 우수하며, 계면 신뢰성이 향상된다.

[0019] 또한 본 발명에 의한 클래드재는 계면 반응성의 형성이 억제되어 종래 Cu/Al 클래드재에 비해 반응상이 훨씬 적게 나타나고, 이로 인해 종래 Cu/Al 클래드재에 비해 가공성과 사용 수명이 향상된다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 샌드위치 구조를 갖는 본 발명에 의한 클래드재를 나타낸 것이다.
- 도 2는 봉 구조를 갖는 본 발명에 의한 클래드재를 나타낸 것이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 의한 Cu-Zr-Nb/Al-Zr-Nb 클래드재의 접합면을 나타낸 사진이다.
- 도 4는 종래 Cu/Al 클래드재의 접합면을 나타낸 사진이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 의한 Cu계 합금/Al계 합금 클래드재의 Strain-Stress 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명에 의한 구리 소재와 알루미늄 소재를 이용한 클래드재 및 그 제조 방법에 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] 본 발명은 구리 소재와 알루미늄 소재가 차례로 적층된 클래드재에 관한 것으로, 합금원소의 첨가와 열처리를 통해 순수 구리 및 순수 알루미늄으로 제조되는 종래 Cu/Al 클래드재의 단점을 극복할 수 있는 특징을 갖는다. 즉 순수 구리 및 순수 알루미늄으로 제조되는 종래 Cu/Al 클래드재는 강도가 낮고, 구리와 알루미늄의 화학적 반응특성이 높아 저항열에 의해 가열되거나, 고온 환경에서 사용되는 경우 경계면에 취성이 강한 금속간 화합물이 형성되어 전기전도도 및 기계적 특성이 저하될 수 있는데, 본 발명은 구리 소재 및/또는 알루미늄 소재에 전기전도도와 강도를 높여주고 반응상 억제에 기여하는 합금원소를 첨가하고, 이들의 접합 전후에 열처리를 수행함으로써, 우수한 전기전도도 및 기계적 특성을 얻을 수 있다.
- [0024] 본 발명에 의한 클래드재는 기본적으로 구리 소재와 알루미늄 소재가 차례로 적층된 Cu/Al의 구조를 갖는다. 구리 소재는 순수한 Cu기지에 Cr, Zr, Mn, Mg, Ag, Ti, Nb, Co로 이루어지는 합금원소 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 합금원소가 함유된 구리계 합금이 이용될 수 있다. 구리 소재에 함유되는 합금원소는 전기전도도를 크게 감소시키지 않으면서 강도를 크게 증가시키고, 계면에서의 Cu와 Al간 화합물 형성을 억제하여 계면 신뢰성을 높여주며, 가공성과 사용 수명을 향상시켜준다.
- [0025] Cu기지에 함유되는 합금원소의 함유량은 Ag, Nb, Fe, Cr인 경우 0.01 ~ 10wt%이고, Zr, Mg, Mn, Ti, Co인 경우 0.01 ~ 5wt%인 것이 좋다. Cu기지에 함유되는 합금원소의 함유량이 0.01wt% 미만이면, 강도 증진 및 계면반응 억제 효과가 작아 기계적 특성의 신뢰성이 낮아지게 된다. 또한 Cu기지에 함유되는 Ag, Nb, Fe, Cr의 함유량이 10wt%를 초과하거나, Zr, Mg, Mn, Ti, Co의 함유량이 5wt%를 초과하면 전기저항 및 합금원소로 구성된 반응물을 증가시켜 전기적 특성의 신뢰성을 감소시키게 된다.
- [0026] 알루미늄 소재는 순수한 Al기지에 Cr, Zr, Mn, Mg, Ag, Ti, Nb, Co로 이루어지는 합금원소 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 합금원소가 함유된 알루미늄계 합금이 이용될 수 있다. 구리 소재와 마찬가지로 알루미늄 소재에 함유되는 합금원소는 전기전도도를 크게 감소시키지 않으면서 강도를 크게 증가시키고, 계면에서의 Cu와 Al간 화합물 형성을 억제하여 계면 신뢰성을 높여주며, 가공성과 사용 수명을 향상시켜준다.
- [0027] Al기지에 함유되는 합금원소의 함유량은 Ag, Nb, Fe, Cr인 경우 0.01 ~ 10wt%이고, Zr, Mg, Mn, Ti, Co인 경우 0.01 ~ 5wt%인 것이 좋다. Al기지에 함유되는 합금원소의 함유량이 0.01wt% 미만이면, 강도 증진 및 계면반응 억제 효과가 작아 기계적 특성의 신뢰성이 낮아지게 된다. 또한 Al기지에 함유되는 Ag, Nb, Fe, Cr의 함유량이 10wt%를 초과하거나, Zr, Mg, Mn, Ti, Co의 함유량이 5wt%를 초과하면 전기저항 및 합금원소로 구성된 반응물을 증가시켜 전기적 특성의 신뢰성을 감소시키게 된다.
- [0028] 본 발명에 의한 클래드재는 구리 소재와 알루미늄 소재가 모두 상술한 합금원소를 함유하는 구리계 합금 또는 알루미늄계 합금일 수도 있고, 구리 소재와 알루미늄 소재 중 어느 하나만 합금원소를 함유하는 합금이고 나머지 다른 하나는 불가피한 불순물을 함유한 순금속일 수 있다. 즉 구리 소재로 Cr, Zr, Ag, Mg, Mn, Ti, Nb, Fe, Co로 이루어지는 합금원소 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 합금원소를 함유하는 구리계 합금이 이용되는 경우, 알루미늄 소재로는 순수 알루미늄이 이용될 수 있다. 그리고 알루미늄 소재로 Cr, Zr, Ag, Mg, Mn, Ti, Nb,

Fe, Co로 이루어지는 합금원소 그룹으로부터 선택되는 1종 이상의 합금원소를 함유하는 알루미늄계 합금이 이용되는 경우, 구리 소재로는 순수 구리가 이용될 수 있다.

[0029] 구리 소재로 합금원소를 함유하는 구리계 합금이 이용되는 경우, 알루미늄 소재로는 전기전도도가 비교적 우수한 Al-0.01~5wt%Cu-0.01~5wt%Mg계 또는 Al-0.01~5wt%Mg-0.01~5wt%Si계 합금이 이용될 수도 있다. 이 경우, 구리 소재에 함유되는 합금원소의 함유량은 Ag, Nb, Fe, Cr인 경우 0.01 ~ 10wt%이고, Zr, Mg, Mn, Ti, Co인 경우 0.01 ~ 5wt%인 것이 좋다.

[0030] 본 발명에 의한 클래드재는 평평한 구리 소재와 평평한 알루미늄 소재가 차례로 적층된 샌드위치 구조로 이루어질 수도 있고, 서로 다른 직경의 봉형으로 이루어진 구리 소재와 알루미늄 소재가 동심원상으로 차례로 적층된 봉 구조로 이루어질 수도 있다.

[0031] 도 1은 샌드위치 구조를 갖는 클래드재의 일예를 나타낸 것으로, 도 1에 도시된 클래드재는 하나의 구리계 합금(10)과 하나의 알루미늄계 합금(20)이 차례로 적층된 Cu/Al의 2층 구조를 갖는다. 물론 본 발명에 의한 클래드재는 Cu/Al/Cu 또는 Al/Cu/Al의 3층 구조, Al/Cu/Al/Cu/Al 또는 Cu/Al/Cu/Al/Cu의 5층 구조 등 다양한 형태의 샌드위치 구조로 확장될 수 있다.

[0032] 도 2는 봉 구조를 갖는 클래드재의 일예를 나타낸 것으로, 도 2에 도시된 클래드재는 봉형의 구리계 합금(10)을 이보다 직경이 큰 봉형의 알루미늄계 합금(20)이 감싸는 2중 봉형 구조를 갖는다. 물론 본 발명에 의한 클래드재는 봉형의 알루미늄계 합금을 봉형의 구리계 합금이 감싸는 2중 봉형 구조, Cu/Al/Cu나 Al/Cu/Al의 3중 봉형 구조 등 복수의 구리 소재와 복수의 알루미늄 소재가 동심원상으로 차례로 적층된 다중 봉형 구조로 확장될 수 있다.

[0033] 이하에서는 본 발명에 의한 클래드재의 제조방법에 대하여 설명한다.

[0034] 먼저, 구리 소재와 알루미늄 소재를 준비한다. 여기에서 구리 소재와 알루미늄 소재 중 적어도 어느 하나는 상술한 것과 같이 Cr, Zr, Ag, Mg, Mn, Ti, Nb, Fe, Co 등 강도를 증가시키고 Cu와 Al간 화합물 형성을 억제할 수 있는 합금원소를 1종 이상 함유한 구리계 합금 또는 알루미늄계 합금이다. 샌드위치 구조의 클래드재를 제조하는 경우 구리 소재와 알루미늄 소재는 판형 등 단면이 4각형인 것을 준비하고, 봉형 구조의 클래드재를 제조하는 경우 구리 소재와 알루미늄 소재는 봉형 또는 원통형인 것을 준비한다.

[0035] 구리 소재가 합금원소를 함유한 구리계 합금인 경우, 구리 소재를 설정된 모양대로 가공하기 전이나, 가공 후, 또는 가공 중에 용체화 처리한 후 냉각시킬 수 있다. 용체화 처리는 소재 내부에 미세하고 균일한 분포의 2차 상 입자들을 기지 내에 모두 용해시키는 열처리 방법으로, 구리계 합금의 용체화 처리는 700℃~10600℃ 사이의 온도 범위에서 이루어진다. 그리고 용체화 처리된 구리계 합금은 100℃~600℃의 온도에서 시효 처리를 한다. 용체화 처리를 통하여 Cu기지를 제외한 나머지 합금원소는 Cu기지에 고용되었다가, 용체화 처리 이후에 이루어지는 시효 처리에 의해 석출됨으로써 구리계 합금의 기계적 성질 등이 개선될 수 있다.

[0036] 구리계 합금의 용체화 처리시 온도가 700℃ 미만일 경우에는 2차 상의 입자들이 모두 용해가 되지 못하여 용체화 처리 효과가 크게 떨어질 수 있고, 용체화 처리 온도가 1060℃를 초과하면 일부 편석된 부분이 용융될 우려가 있어 바람직하지 않다.

[0037] 시효 처리 온도가 100℃ 미만일 경우에는 Cu기지에 용해된 합금원소가 석출 되지 않거나 석출속도가 늦어 시효 처리 효과가 나타나지 않으며 시효 처리 온도가 600℃를 초과할 경우에는 Cu기지에 용해된 합금원소가 석출 되는 과정에서 석출상의 조대화로 인한 시효강화 효과가 나타나지 않는다.

[0038] 한편, 알루미늄 소재가 합금원소를 함유한 알루미늄 합금인 경우, 알루미늄 소재를 설정된 모양대로 가공하기 전이나, 가공 후, 또는 가공 중에 용체화 처리한 후 냉각시킬 수 있다. 알루미늄계 합금의 용체화 처리는 400℃ ~ 650℃ 사이의 온도 범위에서 이루어진다. 그리고 용체화 처리된 알루미늄계 합금은 50℃ ~ 400℃의 온도에서 시효 처리를 한다. 용체화 처리를 통하여 Al기지를 제외한 나머지 합금원소는 Al기지에 고용되었다가 용체화 처리 이후에 이루어지는 시효 처리에 의해 석출됨으로써 알루미늄계 합금의 기계적 성질 등이 개선될 수 있다.

[0039] 알루미늄계 합금의 용체화 처리시 온도가 400℃ 미만일 경우에는 2차 상의 입자들이 모두 용해가 되지 못하여 용체화 처리 효과가 크게 떨어질 수 있고, 용체화 처리 온도가 650℃를 초과하면 일부 편석된 부분이 용융될 우려가 있어 바람직하지 않다.

[0040] 시효 처리 온도가 50℃ 미만일 경우에는 Al기지에 용해된 합금원소가 석출 되지 않거나 석출속도가 늦어 시효 처리 효과가 나타나지 않으며 시효 처리 온도가 400℃를 초과할 경우에는 Al기지에 용해된 합금원소가 석출 되는

과정에서 석출상의 조대화로 인한 시효강화 효과가 나타나지 않는다.

- [0041] 구리계 합금이나 알루미늄계 합금에 대한 시효 처리는 상술한 것과 같은 합금 준비 단계에서 이루어지지 않고, 구리 소재와 알루미늄 소재를 차례로 적층한 후에 이루어질 수도 있다. 즉 구리 소재와 알루미늄 소재를 차례로 적층한 후, 이 적층물을 50℃ ~ 600℃ 사이의 온도 범위에서 시효 처리함으로써 구리계 합금이나 알루미늄계 합금의 기계적 성질 등을 개선할 수 있다.
- [0042] 계속해서, 구리 소재와 알루미늄 소재를 적층하고 난 후 이 적층물을 접합한다. 구리 소재와 알루미늄 소재의 적층물을 접합시키는 방법은 공지된 다양한 방법이 이용될 수 있다. 즉 적층물은 저항심용접법, 압연접합법, 압출접합법, 인발접합법, 폭발접합법, 레이저용접법, 고압비틀림접합법(high pressure torsioning;HPT), 마찰용접법, 확산접합법 등을 통해 접합될 수 있다.
- [0043] 저항심용접법을 이용하는 경우, 적층물에 압력을 가한 상태에서 큰 전류를 흘려준다. 이때 구리 소재와 알루미늄 소재 사이의 접촉면에서 생기는 접촉저항과 구리 소재와 알루미늄 소재 각각의 고유저항에 의해 열이 발생하고, 발생된 열로 인해 구리 소재와 알루미늄 소재가 용융되면서 가해진 압력에 의하여 접합이 이루어진다.
- [0044] 압연접합법이나 압출접합법을 이용하는 경우, 금속의 소성(塑性)을 이용해서 고온 또는 상온의 구리 소재와 알루미늄 소재를 회전하는 2개의 롤 사이나 압출다이로 통과시켜서 판(板)·봉(棒)·관(管)·형재(形材) 등으로 여러 가지 형태로 가공할 수 있다.
- [0045] 폭발접합법을 이용하는 경우, 구리 소재와 알루미늄 소재를 소량의 화약을 사용해서 접합하게 된다. 폭발접합법은 이중재료의 용접, 고용접 재료, 클래드 용접 및 다층 용접 등에 쓰인다. 폭발접합에 의해 제조되는 합금은 기계적으로 강고한 접합면을 보이며 접합면에 인접한 곳에서 열영향을 거의 받지 않으며 열처리재나 가공경화재에서도 모재의 강도가 저하되는 일이 없다.
- [0046] 레이저용접법을 이용하는 경우, 레이저빔을 집광하여 에너지 밀도를 높여 구리 소재와 알루미늄 소재를 용융하면서 용접하게 된다. 레이저용접법은 에너지의 밀도가 높아 재료에 주는 열 영향이 작아서 변형이 적고, 정밀한 용접이 가능한 접합 방법이다.
- [0047] 고압비틀림접합법을 이용하는 경우, 구리 소재와 알루미늄 소재를 높은 압력을 주면서 회전시킴으로써 높은 소성 가공도와 압력으로 구리 소재와 알루미늄 소재를 접합하게 된다. 고압비틀림접합법을 이용하면 높은 소성 가공도로 인해 접합된 피접합체의 강도를 증가시킬 수 있고, 상온에서도 접합이 가능하다.
- [0048] 마찰용접법을 이용하는 경우, 구리 소재와 알루미늄 소재의 접합면에 압력을 건 상태로 서로 상대적인 회전을 준다. 이때, 마찰 발열에 의해 접합부가 적당한 고온으로 되었을 때 가압력을 증가함으로써 구리 소재와 알루미늄 소재를 접합하게 된다.
- [0049] 확산용접법을 이용하는 경우, 적층물에 압력을 가한 상태로 열처리를 해서 구리 소재와 알루미늄 소재를 확산에 의해 접합시키게 된다. 확산접합법은 피용접물을 마찰 용접처럼 맞대어서 압력을 가해 고정을 하고, 용융점에서 0.3Tm(Tm: 용융온도)의 온도로 가열을 하는데, 이때 시간은 5분에서 24시간까지 다양하며 부피가 큰 부품보다는 작은 부품을 접합부의 변형없이 용접하는데 용이하다.
- [0050] 구리 소재와 알루미늄 소재의 적층물을 접합시킬 때, 구리 소재 및/또는 알루미늄 소재에 함유된 합금원소는 계면에서의 Cu와 Al간의 반응을 제어하여 Cu와 Al으로 이루어진 금속간화합물 형성을 감소시킴으로써, 계면 신뢰성 및 고온 신뢰성의 특성을 부여할 수 있다.
- [0051] 실시예 : 강도와 계면신뢰성이 향상된 구리/알루미늄 클래드재의 제조
- [0052] 하기의 표 1에 나타난 것과 같은 다양한 구조 및 조성의 구리/알루미늄 클래드재를 제조하였다. Cu계 합금, Al계 합금 각각의 두께는 6mm로 하였으며, Cu계 합금은 950℃에서 용체화 처리 후, 400℃에서 시효처리를 하였고, Al계 합금은 500℃에서 용체화 처리 후, 250℃에서 시효처리를 하였으며, 각 합금은 압연접합방법으로 접합하였다.
- [0053] 상기의 과정에 의하여 제조된 다양한 구조 및 조성의 클래드재의 '전기전도도', '강도', '(전도도x강도)/비중' 특성을 표 1에 나타내었다.

[0054] 비교예

[0055] 불가피한 불순물을 제외한 순수한 Cu와 Al을 이용하여 제조한 클래드재를 비교예로 선정하였다. 클래드재의 제조는 상기 실시예와 동일한 과정에 의하였으며, 제조된 클래드재의 '전기전도도', '강도', '(전도도x강도)/비중' 특성을 표 1에 나타내었다.

표 1

구 분	구조 및 조성	전기전도도 (IACS%)	강도 (Mpa)	(전도도x강도)/비중
실시예 1	Cu-0.15Zr/Al-0.9Zr	75	280	5833
실시예 2	Cu-0.9Cr/Al-0.9Cr	76	295	6227
실시예 3	Cu-1Ag/Al-1Ag	78	275	5958
실시예 4	Cu-0.5Nb-0.5Ag/Al-0.5Nb-0.5Ag	73	290	5880
실시예 5	Al-0.2Ti-0.8Cr/Cu-0.2Ti-0.8Cr	72	285	5700
실시예 6	Cu-0.15Zr/Al-0.9Zr/Cu-0.15Zr	72	300	6000
실시예 7	Cu-0.9Cr/Al-0.9Cr/Al-0.9Cr	72	320	6400
실시예 8	Al-0.9Zr-0.2Nb/Cu-0.15Zr-0.3Nb/ Al-0.9Zr-0.2Nb	72	312	6240
실시예 9	Cu-1Co/Al-0.2Ti/Cu-1Co	68	320	6044
실시예 10	Cu-0.6Fe/Al-0.3Fe/Cu-0.6Fe	69	330	6325
실시예 11	Cu-0.9Ag/Al-0.9Ag/Al-0.9Ag	83	283	6524
비교예	Cu/Al	80	100	2000

[0056]

[0057] (IACS(International Annealed Copper Standard)는 "국제 어닐링된 구리의 표준"이며, 순수한 구리의 전기 전도도를 20℃에서 100% IACS로 하여 나타낸 전기전도도의 단위이며, 강도는 ASTM E8-00, 비중은 ASTM D792를 기준으로 하였다)

[0058] 상기 표 1의 결과에서 확인할 수 있듯이 본 발명의 실시예에 의한 클래드재가 종래의 클래드재에 비해 높은 전기전도도와 높은 강도를 갖으며, 특히 '(전도도x강도)/비중'의 특성이 종래의 클래드재 보다 월등히 우수함을 확인할 수 있었다.

[0059] 또한 본 발명의 실시예에 의한 클래드재는 종래 클래드재에 비하여 구리 소재와 알루미늄 소재 사이의 계면에서 계면 반응성의 형성이 억제된다. 도 3은 본 발명의 실시예 8에 의한 Cu-Zr-Nb/Al-Zr-Nb 클래드재의 접합면을 나타낸 사진이고, 도 4는 비교예에 의한 종래 Cu/Al 클래드재의 접합면을 나타낸 사진이다. 이들 사진을 비교해 보면 본 발명의 실시예에 의한 Cu계 합금/Al계 합금 클래드재는 종래의 Cu/Al 클래드재에 비해 계면 반응성의 형성이 억제되어 반응상이 훨씬 적게 나타남을 확인할 수 있다.

[0060] 또한 본 발명의 실시예에 의한 클래드재는 도 5에 나타난 그래프와 같이, 종래 클래드재에 비하여 기계적·전기적 특성이 우수함을 확인할 수 있고, 이로 인해 종래에 비해 사용 수명의 향상을 예상할 수 있다.

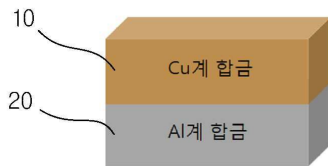
[0061] 앞에서 설명되고 도면에 도시된 본 발명의 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 한정하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 발명의 보호범위는 특허청구범위에 기재된 사항에 의해서만 제한되고, 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상을 다양한 형태로 개량 및 변경하는 것이 가능하다. 따라서, 이러한 개량 및 변경은 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속하게 될 것이다.

부호의 설명

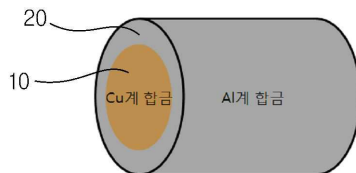
[0062] 10 : 구리계 합금 20 : 알루미늄계 합금

도면

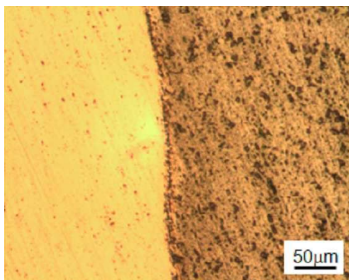
도면1



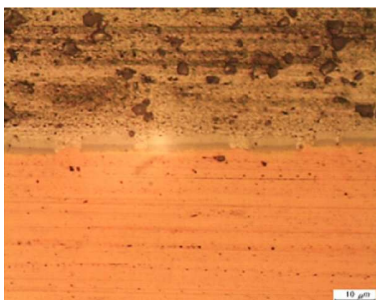
도면2



도면3



도면4



도면5

