(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년02월04일
(11) 등록번호 10-1489745
(24) 등록일자 2015년01월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B32B 15/04 (2006.01) *B32B 37/00* (2006.01)
B23K 20/04 (2006.01) *B21B 1/28* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0088750
(22) 출원일자 2013년07월26일
심사청구일자 2013년07월26일
(56) 선행기술조사문헌
JP2009535508 A
JP06235039 A
JP05339669 A

(73) 특허권자
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
김형욱
경남 창원시 성산구 대암로 253, 104동 402호 (성주동, 일신대동프리빌리지아파트)
김수현
경남 창원시 성산구 원이대로883번길 23, 103동 1304호 (가음동, 창원자이아파트)
어광준
경남 창원시 성산구 삼정자로 79, 101동 1002호 (성주동, 유니온빌리지)
(74) 대리인
이원희

전체 청구항 수 : 총 15 항 심사관 : 이인철

(54) 발명의 명칭 **삼층구조 알루미늄 합금 다층 클래드판 및 이의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 삼층구조 알루미늄 합금 다층 클래드판 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 상세하게는 알루미늄 6000계열 판재로 이루어지는 제1층 및 제3층; 및 상기 제1층 및 제3층 사이로 구비되는 알루미늄 5000계열 판재로 이루어지는 제2층;으로 이루어지되, 상기 제1층; 제2층;및 제3층;의 두께비는 1 : 1.5 내지 2.5 : 0.9 내지 1.1 인 알루미늄 합금 다층 클래드판 및 이의 제조방법을 제공한다. 본 발명에 따른 삼층구조 알루미늄 합금 다층 클래드판은 다른 기계적 성질 및 이방성을 갖는 알루미늄 합금 판재들을 특정 두께 비율로 접합시킴으로써, 강도 및 연신율과 같은 기계적 강도가 향상되는 효과가 있다. 또한, 각 합금층의 상이한 변형거동으로 인해 이방성이 상쇄되어 성형성이 우수하다. 나아가, 상기 알루미늄 합금 다층 클래드판으로 제조된 자동차용 판재는 알루미늄으로 인한 자동차 차체의 경량화와 우수한 내식성, 강도 및 성형성을 나타내는 장점이 있다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	PNK3250
부처명	지식경제부
연구관리전문기관	산업기술연구회
연구사업명	주요사업
연구과제명	경량금속소재의 중간재 제조기술개발(2/3)
기 여 율	1/1
주관기관	한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간	2013.01.01 ~ 2013.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

알루미늄 6000계열 판재로 이루어지는 제1층 및 제3층; 및

상기 제1층 및 제3층 사이로 구비되는 알루미늄 5000계열 판재로 이루어지는 제2층;으로 이루어지되, 상기 제1층; 제2층;및 제3층;의 두께비는 1 : 1.5 내지 2.5 : 0.9 내지 1.1 이고, 30.2 % 이상의 연신율을 갖는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 다층 클래드판.

청구항 2

제1항에 있어서,

115 MPa 이상의 항복강도를 갖는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 다층 클래드판.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

압연방향, 45도 방향, 수직방향의 연신율 표준편차가 0 내지 0.54인 것을 특징으로 하는 알루미늄 다층 클래드판.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 알루미늄 합금 다층 클래드판은 압연 후 열처리하여 제조되는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 다층 클래드판.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 압연은 냉간압연인 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 다층 클래드판.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 압연은 30 내지 70 %의 압하율로 수행되는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 다층 클래드판.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 열처리는 490도 내지 520도로 수행되는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 다층 클래드판.

청구항 9

1 : 1.5 내지 2.5 : 0.9 내지 1.1의 두께비로 알루미늄 6000계열 판재인 제1층, 알루미늄 5000계열 판재인 제2층 및 알루미늄 6000계열 판재인 제3층의 삼층 구조로 알루미늄 합금판재를 적층하는 단계(단계 1);

상기 단계 1의 적층된 판재를 30 내지 70 %의 압하율로 냉간압연하여 접합하는 단계(단계 2);

상기 단계 2에서 압연 접합된 다층 판재를 30 내지 70 %의 압하율로 냉간압연하는 단계(단계 3);

상기 단계 3에서 압연된 다층 판재를 490도 내지 520도의 온도로 열처리하는 단계(단계 4);를 포함하는 알루미늄 합금 다층 클래드판의 제조방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 단계 1의 알루미늄 합금 판재 적층 수행 전, 알루미늄 합금 판재 접합면을 세척하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 다층 클래드판의 제조방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 단계 4의 열처리는 30초 내지 3분 동안 수행되는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 다층 클래드판의 제조방법.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 제조방법에 따라 제조된 알루미늄 합금 다층 클래드판을 시효처리하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 다층 클래드판의 제조방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 시효처리는 100 내지 150 ℃ 의 온도에서 수행되는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 다층 클래드판의 제조방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 시효처리는 30분 내지 2시간 동안 수행되는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 다층 클래드판의 제조방법.

청구항 15

제9항의 제조방법에 따라 제조되는 알루미늄 합금 다층 클래드판.

청구항 16

제1항의 알루미늄 합금 다층 클래드판을 포함하는 자동차용 판재.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 알루미늄 합금 다층 클래드판 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 상세하게는 알루미늄 6000계열 합금인 피재와 알루미늄 5000계열 합금인 심재의 삼층구조로 이루어진 알루미늄 합금 다층 클래드판 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 알루미늄 합금은 알루미늄에 일정량의 합금원소를 첨가하여 알루미늄의 가벼운 특성을 유지함과 동시에 고강도, 내식성, 가공성 등의 제반 특성을 갖는 소재이다. 특히, 알루미늄 합금은 비강도가 우수하여 자동차 경량화 소재로서 그 사용량이 점차 증가하고 있다.

[0003] 한편, 알루미늄 합금은 첨가하는 합금원소의 종류 및 양에 따라서 구분되는데, 그 중에서도 마그네슘을 첨가한 5000계 알루미늄 합금은 마그네슘 함량이 증가함에 따라 가공경화가 크고 성형성이 우수하여 각종 자동차 차체 경량화용 소재로서 개발되어 왔다. 그러나 마그네슘 함량이 증가함에 따라 내식성이 저하되며 스트레쳐 스트레인 마크가 발생하여 주로 자동차의 내판에 적용되고 있다.

[0004] 반면, 마그네슘 및 실리콘을 첨가한 6000계 알루미늄 합금은 외관이 우수하고 시효경화 효과가 커서 자동차의 외판에 적용되고 있으나 성형성이 부족하다는 단점이 있다.

[0005] 이와 같은 단점을 보완하기 위하여 최근에 여러 합금층으로 이루어진 알루미늄 다층판재를 제조하여 내식성 및 성형성이 우수한 판재로서 활용하고자 하는 연구가 시도되어 왔다.

[0006] 알루미늄 다층판재와 같은 클래드판이란, 성질이 다른 두 가지 이상의 금속판재를 겹쳐서 접합시킨 다층 복합판으로서 각각의 재질의 특징을 복합적으로 갖춘 판이다. 예를 들어 강도 및 가공성이 우수한 5000계 판재의 양쪽 표면에 내식성이 우수한 6000계 판재를 접합하여 고강도, 고내식성, 가공성을 두루 갖춘 다층 클래드판을 제조할 수 있다.

[0007] 다양한 합금층으로 이루어진 클래드판을 제조하기 위한 방법으로 주로 다른 종류 금속을 접착제 등으로 접합하여 다층화하거나, 판재를 상온 또는 고온으로 겹친 후 압연하는 방법, 주조하여 접합하는 방법이 일반적으로 알려져 있다.

[0008] 한편, 알루미늄 합금판재를 이용하여 여러 형태를 갖는 제품을 제조하기 위해서는 판재 성형과정을 거치게 된다. 판재 성형과정은 일반적으로 원하는 형상을 갖는 다이 위에 판재를 올려 놓고 펀치로 눌러서 성형하는 프레스 성형법이 주로 사용된다.

[0009] 이때 성형성은 판재의 합금 종류, 기계적 성질 및 재료 내부에 발달하는 집합조직에 따라서 달라지며, 알루미늄 합금판재는 압연 및 열처리 등의 제조공정을 거치면서 고유의 미세조직 및 집합조직이 발달하며 이 과정에서 필연적으로 소성변형거동이 판재의 방향에 따라서 달라지는 이방성을 갖게 된다.

[0010] 이러한 이방성은 판재의 성형과정에 영향을 주게 되며, 이방성을 갖는 판재의 경우 이음새 없는 중공 용기를 제조하는 성형법인 딥드로잉시 용기 상단부 높이가 일정하지 않은 귀발생 현상이 일어난다. 이러한 귀발생은 절단하여 제거해야 하므로 생산성 측면에서 결코 바람직하지 않다.

[0011] 한편, 알루미늄 합금 다층 클래드판에 관련된 종래의 기술로서, 대한민국 등록특허 제10-0662727호에서는 강과 알루미늄 클래드재의 제조방법 및 그를 위한 원심주조기가 개시된 바 있다. 구체적으로는, 강과 알루미늄 클래드재의 제조방법에 있어서, 접합시키고자 하는 강재의 표면이 정해진 조도를 갖도록 연마하는 단계와;상기 강재의 연마된 표면에 정해진 두께를 갖도록 진공증착법으로 알루미늄을 코팅하는 단계와; 상기 알루미늄이 코팅된 강재를 정해진 온도로 예열시키는 단계 및; 상기 예열된 강재를 정해진 속도로 회전시키면서 상기 강재의 알루미늄이 코팅된 표면에 정해진 온도로 가열된 알루미늄 용탕이 접촉되도록 한 후, 냉각시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 강과 알루미늄 클래드재의 제조방법이 개시된 바 있다.

[0012] 다만, 상기 방법으로 알루미늄 클래드재를 제조하는 경우, 공정이 복잡할 뿐만 아니라 강이 포함되어 알루미늄의 가벼운 장점을 발휘할 수 없는 문제점이 있다.

[0013] 이에 본 발명자들은 클래드판의 기계적 성질 및 성형성 향상에 대한 연구를 수행하던 중, 다른 기계적 성질 및 이방성을 갖는 알루미늄 합금 판재들을 특정 두께 비율로 접합시킴으로써, 기계적 성질 및 성형성이 향상된 삼층구조의 알루미늄 합금 다층 클래드판을 개발하고 본 발명을 완성하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명의 목적은 알루미늄 합금 다층 클래드판을 제공하는 데 있다.

[0015] 본 발명의 다른 목적은 알루미늄 합금 다층 클래드판의 제조방법을 제공하는 데 있다.

[0016] 나아가, 본 발명의 목적은 상기 제조방법에 따라 제조되는 알루미늄 합금 다층 클래드판을 제공하는 데 있다.

[0017] 더욱 나아가, 본 발명의 목적은 상기 알루미늄 합금 다층 클래드판을 포함하는 자동차용 판재를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0018] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은,

[0019] 알루미늄 6000계열 판재로 이루어지는 제1층 및 제3층; 및

[0020] 상기 제1층 및 제3층 사이로 구비되는 알루미늄 5000계열 판재로 이루어지는 제2층;으로 이루어지되, 상기 제1층; 제2층;및 제3층;의 두께비는 1 : 1.5 내지 2.5 : 0.9 내지 1.1 인 알루미늄 합금 다층 클래드판을 제공한다.

[0021] 또한, 본 발명은,

[0022] 1 : 1.5 내지 2.5 : 0.9 내지 1.1의 두께비로 알루미늄 6000계열 판재인 제1층, 알루미늄 5000계열 판재인 제2층 및 알루미늄 6000계열 판재인 제3층의 삼층 구조로 알루미늄 합금판재를 적층하는 단계(단계 1);

[0023] 상기 단계 1의 적층된 판재를 30 내지 70 %의 압하율로 냉간압연하여 접합하는 단계(단계 2);

[0024] 상기 단계 2에서 압연 접합된 다층 판재를 30 내지 70 %의 압하율로 냉간압연하는 단계(단계 3);

[0025] 상기 단계 3에서 압연된 다층 판재를 490도 내지 520도의 온도로 열처리하는 단계(단계 4);를 포함하는 알루미늄 합금 다층 클래드판의 제조방법을 제공한다.

[0026] 나아가, 본 발명은,

[0027] 상기 제조방법에 따라 제조되는 알루미늄 합금 다층 클래드판을 제공한다.

[0028] 더욱 나아가, 본 발명은,

[0029] 상기 알루미늄 합금 다층 클래드판을 포함하는 자동차용 판재를 제공한다.

발명의 효과

[0030] 본 발명에 따른 삼층구조 알루미늄 합금 다층 클래드판은 다른 기계적 성질 및 이방성을 갖는 알루미늄 합금 판재들을 특정 두께 비율로 접합시킴으로써, 강도 및 연신율과 같은 기계적 강도가 향상되는 효과가 있다.

[0031] 또한, 각 합금층의 상이한 변형거동으로 인해 이방성이 상쇄되어 성형성이 우수하다.

[0032] 나아가, 상기 알루미늄 합금 다층 클래드판으로 제조된 자동차용 판재는 알루미늄으로 인한 자동차 차체의 경량화와 우수한 내식성, 강도 및 성형성을 나타내는 장점이 있다.

[0033]

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 본 발명에 따른 알루미늄 합금 다층 클래드판의 제조방법의 일례를 나타낸 모식도이고;

도 2는 본 발명에 따른 알루미늄 합금 다층 클래드판의 제조방법 중 열처리 및 시효처리의 수행온도를 나타낸 그래프이고;

도 3은 본 발명의 실시예 2와 비교예 3 및 비교예 4에서 제조된 알루미늄 합금 다층 클래드판의 단면을 광학 현미경으로 관찰한 사진이고;

도 4는 딥드로잉 성형 후, 성형높이, 귀발생량, 귀율을 측정하는 방법을 나타낸 모식도이고;

도 5는 대조군 1 및 2와 본 발명의 실시예 2에서 제조된 알루미늄 합금 다층 클래드판을 딥드로잉 성형한 컵의 형상을 나타낸 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 본 발명은

[0036] 알루미늄 6000계열 판재로 이루어지는 제1층 및 제3층; 및

[0037] 상기 제1층 및 제3층 사이로 구비되는 알루미늄 5000계열 판재로 이루어지는 제2층;으로 이루어지되, 상기 제1층; 제2층;및 제3층;의 두께비는 1 : 1.5 내지 2.5 : 0.9 내지 1.1 인 알루미늄 합금 다층 클래드판을 제공한다.

[0038] 이하, 본 발명에 따른 알루미늄 합금 다층 클래드판을 상세히 설명한다.

[0039] 본 발명은 알루미늄 6000계열 합금인 피재와 알루미늄 5000계열 합금인 심재의 삼층구조로 이루어진 알루미늄 합금 다층 클래드판을 제공한다.

[0040] 종래에 알루미늄 합금은 비강도가 우수하여 자동차 경량화 소재로서 그 사용량이 점차 증가하고 있었으나, 알루미늄 5000계 합금의 경우 내식성이 좋지 않고, 알루미늄 6000계 합금의 경우 성형성이 부족하다는 단점으로 인해 이를 다층판재로 제작하여 활용하였다.

[0041] 이에 본 발명에서는 알루미늄 5000계 합금을 심재로, 알루미늄 6000계 합금을 피재로 한 알루미늄 합금 다층 클래드판을 제공하며, 내식성이 우수한 알루미늄 6000계 합금을 피재로서, 높은 강도를 가지는 알루미늄 5000계 합금을 심재로서 포함함에 따라, 두 가지 합금의 장점을 모두 나타낼 수 있다.

[0042] 또한, 최적의 심재/피재/심재의 두께비율을 가짐으로써 높은 항복강도 및 연신율을 가지며, 각 재료의 조합으로

인하여 이방성이 상쇄되기 때문에 성형성이 향상될 수 있고, 높은 기계적 특성과 성형성을 가진 자동차용 판재로 적용할 수 있다.

[0043] 한편, 본 발명에 따른 상기 알루미늄 합금 다층 클래드판은 상기 제1층; 제2층;및 제3층;의 두께비가 1: 1.5 내지 2.5 : 0.9 내지 1.1인 것이 바람직하다.

[0044] 상기 제2층은 상기 제1층에 비해 두께비가 1.5 내지 2.5인 것이 바람직하며, 만약, 상기 제2층이 상기 제1층에 비하여 1.5 미만의 비율로 알루미늄 5000계열 합금인 심재를 포함하는 경우에는 알루미늄 합금 다층 클래드판의 강도가 현저히 감소하는 문제점이 있고, 상기 제2층이 상기 제1층에 비하여 2.5 초과의 비율로 알루미늄 5000계열 합금인 심재를 포함하는 경우에는 연신율이 감소하기 때문에 성형성이 떨어지는 문제점이 있다.

[0045] 또한, 상기 제3층은 제1층에 비해 두께비가 0.9 내지 1.1인 것이 바람직하며, 만약 상기 제3층이 상기 제1층에 비해 두께비가 0.9 미만이거나 1.1 초과의 비율로 알루미늄 6000계열인 피재를 포함하는 경우에는 제1층과 제3층의 대칭구조가 깨지면서 압연시 판재가 휘어지는 문제점이 발생할 수 있고, 성형시 위아래면의 방향에 따른 성형성이 달라지게 되어 치수제어가 어려워지는 문제점이 발생할 수 있다.

[0046] 이때, 상기 알루미늄 합금 다층 클래드판은 압연 후 열처리가 수행된 것일 수 있다.

[0047] 상기 압연은 상온에서 30 내지 70 %의 압하율로 수행될 수 있으며, 만약, 상기 압연이 30 % 미만의 압하율로 수행되는 경우에는 접합하고자 하는 판재 사이의 원자접근이 어렵기 때문에 클래트 판재의 접합력이 낮아지는 문제점이 있고, 상기 압연이 70 % 를 초과하는 압하율로 수행되는 경우에는 너무 높은 압하율로 인해 판재들의 압연 자체가 불가능하거나 압연도중 판재의 균열이 발생하는 문제점이 있다.

[0048] 또한, 상기 열처리는 490 내지 520도의 온도에서 수행될 수 있으며, 만약, 상기 열처리를 490도 미만의 온도에서 수행하는 경우에는 강도가 충분히 높지 않은 문제점이 있으며, 520 도를 초과하는 온도에서 열처리를 수행하는 경우에는 이방성의 개선효과가 저하되는 문제점이 있다.

[0049] 한편, 상기 삼층구조의 알루미늄 합금 다층 클래드판은 115MPa 이상의 항복강도, 30.2 % 이상의 연신율을 가질 수 있고, 알루미늄 함금 다층 클래드판을 압연방향, 45도 방향, 수직방향에서 각각 측정한 연신율의 표준편차가 0 내지 0.54인 낮은 이방성을 나타낼 수 있다.

[0050] 이는 본 발명의 알루미늄 합금 다층 클래드판의 심재 및 피재가 최적의 비율로 이루어짐으로써 종래의 판재, 예를 들어 상용 5023 알루미늄 합금 또는 상용 6022 알루미늄 합금과 비교하여 더욱 우수한 항복강도 및 연신율을 나타내는 것으로서, 알루미늄 합금 다층 클래드판의 각 층들의 이방성이 상쇄됨으로써, 우수한 성형성을 나타내는 것이다.

[0051] 또한, 본 발명은,

[0052] 1 : 1.5 내지 2.5 : 0.9 내지 1.1의 두께비로 알루미늄 6000계열 판재인 제1층, 알루미늄 5000계열 판재인 제2층 및 알루미늄 6000계열 판재인 제3층의 삼층 구조로 알루미늄 합금판재를 적층하는 단계(단계 1);

[0053] 상기 단계 1의 적층된 판재를 30 내지 70 %의 압하율로 냉간압연하여 접합하는 단계(단계 2);

[0054] 상기 단계 2에서 압연 접합된 다층 판재를 30 내지 70 %의 압하율로 냉간압연하는 단계(단계 3);

[0055] 상기 단계 3에서 압연된 다층 판재를 490도 내지 520도의 온도로 열처리하는 단계(단계 4);를 포함하는 알루미늄 합금 다층 클래드판의 제조방법을 제공한다.

[0056] 본 발명에 따른 알루미늄 합금 다층 클래드판의 제조방법의 일례를 도 1의 모식도를 통해 나타내었으며, 이하, 본 발명에 따른 알루미늄 합금 다층 클래드판의 제조방법을 도면을 참조하여 각 단계별로 상세히 설명한다.

[0057] 본 발명의 제조방법에 있어서, 상기 단계 1은 1 : 1.5 내지 2.5 : 0.9 내지 1.1의 두께비로 알루미늄 6000계열 판재인 제1층, 알루미늄 5000계열 판재인 제2층 및 알루미늄 6000계열 판재인 제3층의 삼층 구조로 알루미늄 합금판재를 적층하는 단계이다.

[0058] 종래에는, 알루미늄 5000계 합금의 경우 내식성이 좋지 않고, 알루미늄 6000계 합금의 경우 성형성이 부족하다는 단점으로 인해 이를 다층판재로 제작하여 활용하고자 하였다.

[0059] 이에 본 발명에서는 알루미늄 5000계 합금을 심재로, 알루미늄 6000계 합금을 피재로 한 알루미늄 합금 다층 클래드판을 제공하며, 내식성이 우수한 알루미늄 6000계 합금을 피재로서, 높은 강도를 가지는 알루미늄 5000계 합금을 심재로서 포함함에 따라, 두 가지 합금의 장점을 모두 나타낼 수 있다.

[0060] 또한, 최적의 심재/피재/심재의 두께비율을 가짐으로써 높은 항복강도 및 연신율을 가지며, 각 재료의 조합으로 인하여 이방성이 상쇄되기 때문에 성형성이 향상될 수 있고, 높은 기계적 특성과 성형성을 가진 자동차용 판재로 적용할 수 있다.

[0061] 한편, 본 발명에 따른 상기 알루미늄 합금 다층 클래드판은 상기 제1층; 제2층;및 제3층;의 두께비가 1: 1.5 내지 2.5 : 0.9 내지 1.1인 것이 바람직하다.

[0062] 상기 제2층은 상기 제1층에 비해 두께비가 1.5 내지 2.5인 것이 바람직하며, 만약, 상기 제2층이 상기 제1층에 비하여 1.5 미만의 비율로 알루미늄 5000계열 합금인 심재를 포함하는 경우에는 알루미늄 합금 다층 클래드판의 강도가 현저히 감소하는 문제점이 있고, 상기 제2층이 상기 제1층에 비하여 2.5 초과의 비율로 알루미늄 5000계열 합금인 심재를 포함하는 경우에는 연신율이 감소하기 때문에 성형성이 떨어지는 문제점이 있다.

[0063] 또한, 상기 제3층은 제1층에 비해 두께비가 0.9 내지 1.1인 것이 바람직하며, 만약 상기 제3층이 상기 제1층에 비해 두께비가 0.9 미만이거나 1.1 초과의 비율로 알루미늄 6000계열인 피재를 포함하는 경우에는 제1층과 제3층의 대칭구조가 깨지면서 압연시 판재가 휘어지는 문제점이 발생할 수 있고, 성형시 위아래면의 방향에 따른 성형성이 달라지게 되어 치수제어가 어려워지는 문제점이 발생할 수 있다.

[0064] 본 발명의 제조방법에 있어서, 상기 단계 2는 상기 단계 1의 적층된 판재를 30 내지 70 %의 압하율로 냉간압연하여 접합하는 단계이다.

[0065] 본 발명에서는 판재를 예열하거나 롤을 예열하는 열간 압연과 달리 상온에서 압연을 수행하기 때문에, 에너지 절감 효과가 있으며, 이를 통해 공정비용을 절감시킬 수 있다.

[0066] 이때, 상기 단계 2의 압연은 30 내지 70 %의 압하율로 수행될 수 있다. 만약, 상기 압연이 30 % 미만의 압하율로 수행되는 경우에는 접합하고자 하는 판재 사이의 원자접근이 어렵기 때문에 클래드 판재의 접합력이 낮아지는 문제점이 있고, 상기 압연이 70 % 를 초과하는 압하율로 수행되는 경우에는 너무 높은 압하율로 인해 판재들의 압연 자체가 불가능하거나 압연도중 판재의 균열이 발생하는 문제점이 있다.

[0067] 본 발명의 제조방법에 있어서, 상기 단계 3은 상기 단계 2에서 압연 접합된 다층 판재를 30 내지 70 %의 압하율로 냉간압연하는 단계이다.

[0068] 본 발명에서는 먼저 접합이 수행된 삼층 구조의 알루미늄 다층 클래드판을 한번 더 압연하는 공정이 수행될 수 있는데, 이 공정을 통하여 더욱 향상된 알루미늄 합금 클래드판의 접합강도를 가질 수 있다.

[0069] 이때, 상기 압연은 30 내지 70 %의 압하율로 수행될 수 있다.

[0070] 만약, 상기 압연이 30 % 미만의 압하율로 수행되는 경우에는 접합 계면에서의 접합 강도가 충분히 향상되지 못

할 수 있다는 문제점이 있고, 상기 압연이 70 % 를 초과하는 압하율로 수행되는 경우에는 너무 높은 압하율로 인해 판재들의 압연 자체가 불가능하거나 압연도중 판재의 균열이 발생하는 문제점이 있다.

[0071] 본 발명의 제조방법에 있어서, 상기 단계 4는 상기 단계 3에서 압연된 다층 판재를 490도 내지 520도의 온도로 열처리하는 단계이며, 수랭하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0072] 한편, 이방성이란, 금속판을 이용하여 굽힘, 스트레칭, 딥드로잉 등 판재성형을 행할 시에 금속판의 방향에 따라서 성형특성이 달라지는 현상을 의미하는데, 알루미늄 합금 판재는 집합조직 발달에 의하여 이방성이 발생하게 된다.

[0073] 그러나, 본 발명에서와 같이 알루미늄 합금 다층 판재에 열처리를 수행함으로써 집합조직이 달라지므로, 이에 따라 이방성도 낮아지게 된다. 또한 열처리 과정에서 고용, 석출, 재결정, 결정립 성장 등 여러 강화 메커니즘에 의하여 재료의 기계적 성질이 향상되는 효과가 있다.

[0074] 상기 열처리는 490도 내지 520도의 온도로 수행될 수 있다.

[0075] 만약, 상기 열처리를 490도 미만의 온도에서 수행하는 경우에는 강도가 충분히 높지 않은 문제점이 있으며, 520도를 초과하는 온도에서 열처리를 수행하는 경우에는 이방성이 개선되는 효과가 떨어지는 문제점이 있다.

[0076] 또한, 상기 열처리는 30초 내지 3분의 시간 동안 수행될 수 있으며, 만약, 상기 열처리를 30초 미만의 시간 동안 수행하는 경우에는 강도가 충분히 높지 않거나 이방성이 개선되는 효과가 떨어지는 문제점이 있으며, 3분을 초과하는 시간 동안 열처리를 수행하는 경우에는 불필요한 결정립의 성장으로 인하여 강도가 오히려 감소할 수 있는 문제점이 있다.

[0077] 한편, 상기 단계 1의 알루미늄 합금 판재의 적층 수행 전, 알루미늄 합금 판재 접합면을 세척하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0078] 상기 알루미늄 다층 합금 판재의 접합하고자하는 표면을 세척하는 경우, 이를 적층하고 접합할 때 클래드판 내부에 이물질이 들어가는 것을 방지하고 판재 간의 접합이 더욱 원활하게 수행되게 한다.

[0079] 이때, 상기 알루미늄 합금 판재 접합면의 세척은, 유기용매를 사용하여 수행될 수 있으며, 바람직하게는 아세톤을 사용하여 세척할 수 있다.

[0080] 또한, 본 발명에 따른 알루미늄 합금 다층 클래드판의 제조방법은, 상기 제조방법에 따라 제조된 알루미늄 합금 다층 클래드판을 시효처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0081] 상기 시효처리가 수행되는 경우, 알루미늄 합금 다층 클래드판의 이방성이 개선되는 동시에 우수한 기계적 성질을 획득할 수 있는 효과가 있다.

[0082] 이때, 상기 시효처리는 100 내지 150 도의 온도에서 30분 내지 2시간 동안 수행될 수 있으며, 수랭하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0083] 만약, 상기 시효처리가 상기 온도 및 시간 범위 미만으로 수행되는 경우 강도가 충분히 높지 않은 문제점이 있으며, 상기 온도 및 시간 범위를 초과하는 시간 동안 시효처리를 수행하는 경우에는 과시효로 인하여 오히려 강도가 떨어질 수 있는 문제점이 있다.

[0084] 나아가, 본 발명은,

[0085] 상기 제조방법에 따라 제조되는 알루미늄 합금 다층 클래드판을 제공한다.

[0086] 상기 제조방법에 따라 제조되는 알루미늄 합금 다층 클래드판의 경우, 최적의 심재, 피재, 심재의 두께비율로 적층됨으로써, 높은 항복강도 및 연신율을 가지며, 각 재료의 이방성이 조합됨으로써 상쇄되어 성형성이 향상된다.

[0087] 또한, 상온에서 압연을 수행하기 때문에, 제조공정상 비용이 절감되는 효과가 있으며, 추가 압연을 통하여 알루미늄 합금 클래드판의 접합강도가 향상된다.

[0088] 나아가, 열처리 단계를 통하여 이방성이 낮아지고, 고용, 석출, 재결정, 결정립 성장 등 여러 강화 메커니즘에 의하여 기계적 성질이 향상된 알루미늄 합금 다층 클래드판을 제공할 수 있다.

[0089] 이에 따라, 상기 삼층구조의 알루미늄 합금 다층 클래드판은 115MPa 이상의 항복강도, 30.2 % 이상의 연신율을 가질 수 있고, 알루미늄 함금 다층 클래드판을 압연방향, 45도 방향, 수직방향에서 각각 측정한 연신율의 표준편차가 0 내지 0.54인 낮은 이방성을 나타낼 수 있다.

[0090] 더욱 나아가. 본 발명은,

[0091] 상기 알루미늄 합금 다층 클래드판을 포함하는 자동차용 판재를 제공한다.

[0092] 종래에 알루미늄 합금은 비강도가 우수하여 자동차 경량화 소재로서 그 사용량이 점차 증가하고 있었으나, 알루미늄 5000계 합금의 경우 내식성이 좋지 않고, 알루미늄 6000계 합금의 경우 성형성이 부족하다는 단점으로 인해 이를 다층판재로 제작하여 활용하고자 하였다.

[0093] 이에 본 발명에서는 내식성이 우수한 알루미늄 6000계 합금을 피재로서, 높은 강도를 가지는 알루미늄 5000계 합금을 심재로서 포함하는 알루미늄 합금 다층 클래드판을 제공하여 두 가지 합금의 장점을 모두 나타낼 수 있고, 최적의 심재/피재/심재의 두께비율을 가짐으로써 높은 항복강도 및 연신율을 가지며, 각 재료의 조합으로 인하여 이방성이 상쇄된다.

[0094] 따라서, 알루미늄 합금을 사용하여 가벼우면서도, 우수한 내식성과 기계적 강도를 가지며, 성형성 또한 향상된 본 발명의 알루미늄 합금 다층 클래드판을 우수한 자동차용 판재로 적용 가능하다.

[0095] 이하 본 발명의 실시예를 통하여 더욱 구체적으로 설명한다. 단, 하기 실시예들은 본 발명의 설명을 위한 것일 뿐 본 발명의 범위가 하기 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니다.

[0096] 대조군 1

[0097] 상용 5023 알루미늄 합금을 대조군으로 비교하였다.

[0098] 대조군 2

[0099] 상용 6022 알루미늄 합금을 대조군으로 비교하였다.

[0100] <실시예 1>

[0101] 단계 1: 두께 2㎜인 5023 알루미늄 합금 판재를 심재, 두께 1㎜인 6022 알루미늄합금 판재를 피재로 하여, 상기 판재의 접합면을 아세톤으로 표면 세척한 후 6022/5023/6022의 3층 구조로 적층하였다.

[0102] 단계 2: 상기 단계 1에서 적층된 알루미늄 합금 다층 클래드판을 50 %의 압하율로 냉간압연 하였다.

[0103] 단계 3: 상기 단계 2에서 압연된 알루미늄 합금 다층 클래드판을 50 %의 압하율로 추가 냉간압연 하였다.

[0104] 단계 4: 상기 단계 3에서 압연된 알루미늄 합금 다층 클래드판을 500도의 온도에서 1분 동안 열처리한 후 수랭하여 알루미늄 합금 다층 클래드판을 제조하였다.

[0105]

[0106] <실시예 2>

[0107] 상기 실시예 1에서 제조된 알루미늄 합금 다층 클래드판을 120도의 온도에서 1시간 동안 시효처리 후 수랭한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 알루미늄 합금 다층 클래드판을 제조하였다.

[0108] <비교예 1>

[0109] 상기 실시예 1의 단계 1에서 6022 알루미늄합금 판재의 두께가 2㎜인 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 알루미늄 합금 다층 클래드판을 제조하였다.

[0110] <비교예 2>

[0111] 상기 실시예 1의 단계 1에서 6022 알루미늄합금 판재의 두께가 0.5㎜인 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 알루미늄 합금 다층 클래드판을 제조하였다.

[0112] <비교예 3>

[0113] 상기 실시예 2의 단계 3의 열처리 수행 온도가 480도인 것을 제외하고는 상기 실시예 2와 동일하게 수행하여 알루미늄 합금 다층 클래드판을 제조하였다.

[0114] <비교예 4>

[0115] 상기 실시예 2의 단계 3의 열처리 수행 온도가 530도인 것을 제외하고는 상기 실시예 2와 동일하게 수행하여 알루미늄 합금 다층 클래드판을 제조하였다.

[0116] 표 1

	두께비	열처리 온도(도)	시효처리 여부
실시예 1	1:2:1	500	×
실시예 2	1:2:1	500	○
비교예 1	1:1:1	500	×
비교예 2	1:4:1	500	×
비교예 3	1:2:1	480	○
비교예 4	1:2:1	530	○

[0117] <실험예 1> 알루미늄 합금 다층 클래드판의 심재 및 피재의 두께비에 따른 기계적 강도 및 연신율 분석

[0118] 상기 실시예 1과 비교예 1 및 비교예 2에서 제조된 알루미늄 합금 다층 클래드판의 인장강도, 항복강도, 연신율을 측정하고, 그 결과를 표 2에 도시하였다.

표 2

[0119]

구분	두께비율	인장강도 (MPa)	항복강도 (MPa)	연신율 (%)
실시예 1	1:2:1	259.1	115.5	30.2
비교예 1	1:1:1	228.2	99.5	24.8
비교예 2	1:4:1	263.1	112.3	28.2

[0120] 표 2에 나타낸 바와 같이, 실시예 1의 경우 115.5MPa 항복강도를 나타내며, 이는 비교예 1의 경우보다 약 16 % 만큼 향상된 수치이며, 비교예 2의 경우보다 약 3 % 만큼 높은 수준이다. 연신율의 경우에는 실시예 1이 30.2 %로 비교예 1의 경우보다 약 22 % 가량 높고, 비교예 2 보다는 약 7 % 가량 높은 수준으로 나타났다. 심재 두께 비율이 1:1:1로 가장 작은 비교예 1의 경우에는 인장강도가 228.2MPa로 가장 낮게 나타났고, 심재 두께비율이 1:4:1로 가장 높은 비교예 2의 경우에는 연신율이 24.8 %로 가장 낮은 것으로 나타났다.

[0121] 이와 같이, 심재의 두께비가 증가하는 비교예 2의 경우, 인장강도는 높은 값을 나타내었지만, 항복강도와 연신율에 있어서는 낮은 값을 나타내었고, 심재의 두께비가 감소하는 비교예 1의 경우에는 강도와 연신율 모두 불리하게 나타났다.

[0122] 결국, 피재와 심재 및 피재의 두께비가 1:2:1인 실시예 1의 경우 항복강도와 연신율 모두 높은 값을 가짐을 알 수 있다.

[0123] <실험예 2> 열처리 온도에 따른 알루미늄 합금 다층 클래드판의 이방성 분석

[0124] 상기 실시예 2와 비교예 3 및 4에서 제조된 알루미늄 합금 다층 클래드판의 이방성을 분석하기 위해, 인장강도, 항복강도 및 연신율을 압연방향, 45도방향, 수직방향에서 측정한 후, 그 결과를 표 3에 도시하였고, 광학 현미경으로 관찰한 미세구조 사진을 도 3에 도시하였다.

표 3

[0125]

구분	열처리온도 (도)	인장강도 (MPa)					항복강도 (MPa)					연신율 (%)				
		압연 방향	45도 방향	수직 방향	평균	표준 편차	압연 방향	45도 방향	수직 방향	평균	표준 편차	압연 방향	45도 방향	수직 방향	평균	표준 편차
실시예 2	500	265.1	263.1	266.9	264.6	1.83	124.9	123.1	124.5	123.9	0.94	30.3	30.1	29.1	29.9	0.54
비교예 3	480	250.1	251.2	250.7	250.8	0.52	113.6	113.1	114.6	113.6	0.71	29.6	26.8	29.2	28.1	1.51
비교예 4	530	274.5	267.9	274.5	271.2	3.81	129.5	130.9	129.4	130.2	0.84	27.4	26.5	29.0	27.4	1.18

[0126] (평균 = (압연 방향×2 + 45도 방향×4 + 수직 방향×2)/8)

[0127] 표 3에 도시한 바와 같이, 실시예 2의 경우 평균 29.9 %의 가장 우수한 연신율을 가질 뿐만 아니라 방향에 따른 연신율의 표준편차가 0.54로 가장 적게 나타났다. 열처리 온도가 480도인 비교예 3의 경우 인장강도 및 항복강도가 평균 250.8MPa 및 평균 113.6MPa로 급격히 감소함을 알 수 있으며, 열처리 온도가 530도인 비교예 4의 경우에는 연신율의 감소 뿐만 아니라 인장강도의 방향에 따른 표준편차가 3.81로 이방성이 급격히 증가함을 알 수 있다.

[0128] 도 3에 도시한 바와 같이, 열처리 온도가 480도인 비교예 3의 경우에는 심재의 결정립의 크기가 약 30㎛ 내지 50㎛로 가장 작았고, 열처리 온도가 530도인 비교예 4의 경우 심재의 결정립의 크기가 약 70㎛ 내지 130㎛로, 열처리 온도가 증가함에 따라 결정립의 크기가 증가함을 확인할 수 있다. 또한, 이는 피재의 경우에도 열처리 온도가 증가할수록 결정립이 커지는 것으로 동일하게 나타났다. 특히, 심재인 5023 알루미늄 합금 판재가 고온

에서 결정립의 성장이 뚜렷한 것을 확인할 수 있다.

[0129] 이를 통해, 열처리를 500도의 온도에서 수행하는 경우 가장 높은 연신율을 보이며 연신율의 이방성이 가장 작아, 우수한 성형성을 가질 수 있음을 확인할 수 있다.

[0130] <실험예 3> 딥드로잉(deep drawing)에 따른 성형성 분석

[0131] 상기 실시예 2에 의해 제조된 알루미늄 합금 다층 클래드판의 성형성을 측정하기 위해, 대조군 1 및 대조군 2와 같이 딥드로잉 시험을 실시하고 도 4에 도시한 바와 같이 귀율을 계산하여 그 결과를 표 4 및 도 5에 도시하였다.

표 4

[0132]

구분	성형높이 (㎜)	귀발생량 (㎜)	귀율 (%)	귀발생 위치
실시예 2	27.5	1.4	5.2	압연방향, 45도 방향, 수직방향
대조군 1	27.5	1.6	5.9	45도 방향
대조군 2	27.3	2.1	7.9	압연방향, 수직방향

[0133] 도 5에 도시한 바와 같이, 상기 귀율(%)은 딥드로잉 시험을 실시한 후, 발생하는 귀발생량(△h)에 성형높이(h)를 나눈 후, 100을 곱하여 계산되었다.

[0134] 표 4에 나타낸 바와 같이, 실시예 2에서 제조된 알루미늄 합금 다층 클래드판은 단일소재인 대조군 1 및 대조군 2의 귀율이 5.9 % 및 7.9 %으로 나타난 것에 비해, 5.2 %로 현저히 낮은 것으로 나타났다.

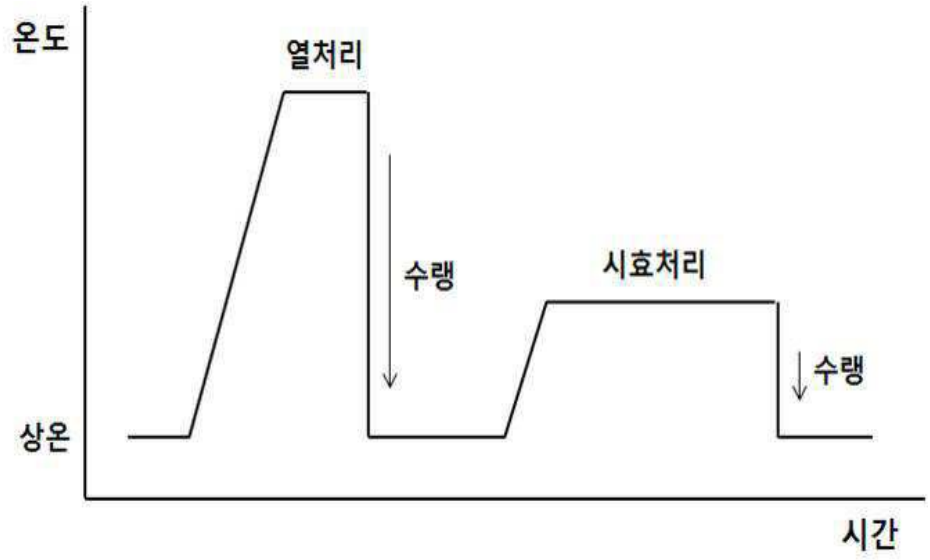
[0135] 이에 따라, 단일 소재의 경우보다 다층 합금 클래드 판재의 경우가 각 합금층의 변형거동이 상이하여 이방성이 상쇄되는 것을 확인할 수 있으며, 우수한 성형성을 가진다는 것을 알 수 있다.

도면

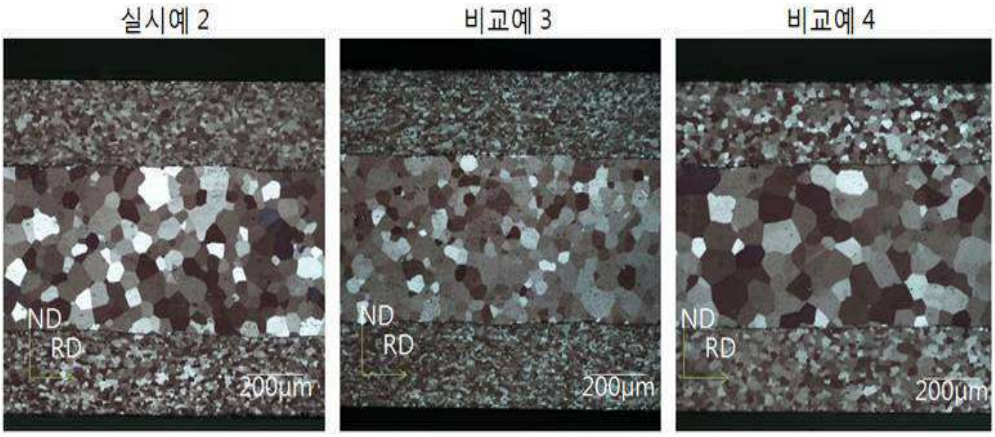
도면1



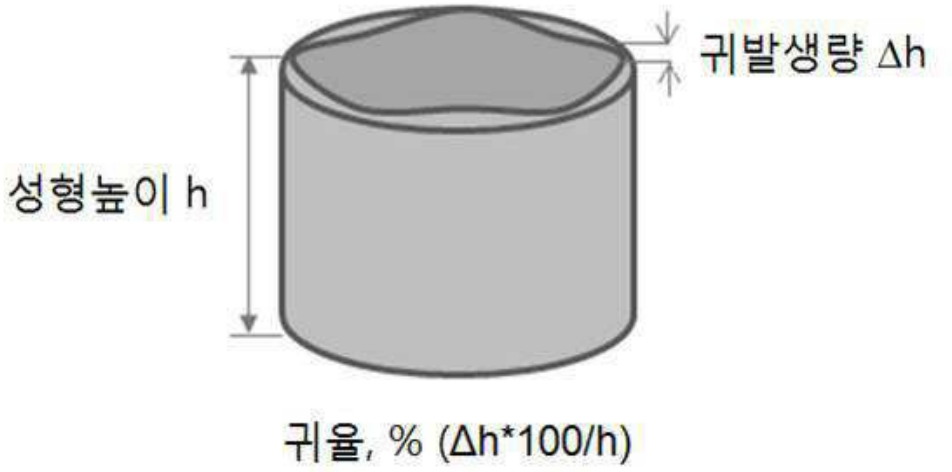
도면2



도면3


실시예 2
비교예 3
비교예 4
ND
RD
200μm
ND
RD
200μm
ND
RD
200μm

도면4


귀발생량 Δh
성형높이 h
귀율, % (Δh*100/h)

도면5


실시예 2
대조군 1
대조군 2