



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년07월06일
(11) 등록번호 10-2273869
(24) 등록일자 2021년06월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 38/04 (2006.01) B23K 26/24 (2014.01)
B23K 33/00 (2006.01) B23K 35/30 (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01) C22C 38/02 (2006.01)
C22C 38/06 (2006.01) C23C 2/12 (2006.01)

(52) CPC특허분류
C22C 38/04 (2013.01)
B23K 26/24 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0066525

(22) 출원일자 2020년06월02일

심사청구일자 2020년06월02일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020200031695 A*

WO2019166941 A1*

KR1020170140415 A

KR1020180033593 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

현대제철 주식회사

인천광역시 동구 중봉대로 63 (송현동)

(72) 발명자

이창용

인천광역시 동구 중봉대로 63

김정석

인천광역시 동구 중봉대로 63

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 윤여분

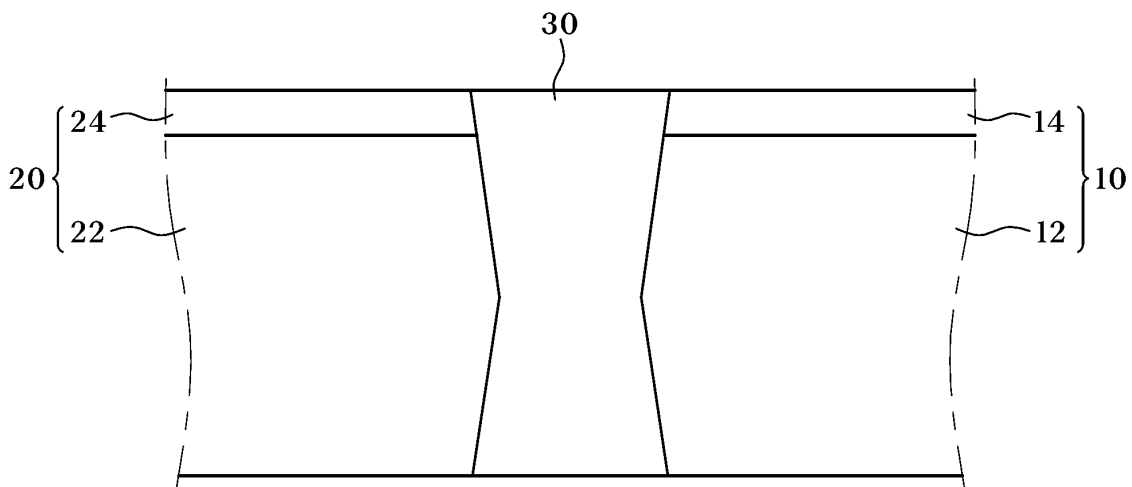
(54) 발명의 명칭 알루미늄계 도금 블랭크, 이의 제조방법 및 알루미늄계 도금 블랭크 제조장치

(57) 요약

알루미늄계 도금 블랭크, 이의 제조방법 및 알루미늄계 도금 블랭크 제조장치와 관련한 발명이 개시된다. 한 구체예에서 상기 알루미늄계 도금 블랭크는 2 이상의 알루미늄계 도금강관이 서로 연결된 이음부를 포함하는 알루미늄계 도금 블랭크로서, 상기 알루미늄계 도금강관은 탄소(C) 0.01~0.5 중량%, 실리콘(Si) 0.01~1.0 중량%, 망 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1

100



간(Mn) 0.5~3.0 중량%, 인(P) 0 초과 0.05 중량% 이하, 황(S) 0 초과 0.01 중량% 이하, 알루미늄(Al) 0 초과 0.1 중량% 이하, 질소(N) 0 초과 0.001 중량% 이하, 잔부의 철(Fe) 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는 베이스 강판; 및 상기 베이스 강판의 적어도 일면에 20~100g/m²의 부착량으로 형성되며, 알루미늄(Al)을 포함하는 도금층;을 포함하고, 상기 이음부는 상기 2 이상의 알루미늄계 도금강판의 Ac3 중, 가장 높은 Ac3 온도 이상에서 페라이트가 형성되지 않는 성분계로 이루어지며, 상기 알루미늄계 도금 블랭크를 Ac3 이상으로 가열하여 프레스 성형을 하고, 300℃ 이하까지 10~500℃/s의 냉각속도로 냉각하여 핫스탬핑 성형한 경우, 상기 이음부의 평균 경도는, 상기 베이스 강판의 평균 경도 이상이다.

(52) CPC특허분류

B23K 33/008 (2013.01)

B23K 35/3073 (2013.01)

C22C 38/001 (2013.01)

C22C 38/02 (2013.01)

C22C 38/06 (2013.01)

C23C 2/12 (2013.01)

(72) 발명자

김성률

인천광역시 동구 중봉대로 63

권태우

인천광역시 동구 중봉대로 63

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

2 이상의 알루미늄계 도금강관 중 하나의 도금강관의 가장자리와 다른 하나의 도금강관의 가장자리를 서로 마주 보도록 배치하는 강관 정렬 단계; 및

상기 알루미늄계 도금강관이 서로 마주보는 부위에 필러 와이어가 제공되고, 레이저 헤드에서 레이저 빔을 조사하여, 상기 알루미늄계 도금강관의 서로 마주보는 부위 및 필러 와이어를 용융하여 이음부를 형성하는 강관 접합 단계;를 포함하는 알루미늄계 도금 블랭크 제조방법이며,

상기 강관 접합시, 상기 이음부의 형성 방향을 기준으로 45° 이상 90° 미만의 패턴 각도를 이루도록 레이저 빔을 조사하여 접합되며,

상기 레이저 빔은 주파수 100~1500Hz, 파워 1~20kW이며, 상기 이음부의 형성 속도는 15~120mm/sec 이고, 상기 레이저 빔 반경은 0.1~1.0mm이며,

상기 레이저 빔의 주파수, 상기 레이저 빔 반경 및 상기 이음부 형성 속도는 하기 식 1의 관계를 만족하고,

상기 알루미늄계 도금강관은 탄소(C) 0.01~0.5 중량%, 실리콘(Si) 0.01~1.0 중량%, 망간(Mn) 0.5~3.0 중량%, 인(P) 0 초과 0.05 중량% 이하, 황(S) 0 초과 0.01 중량% 이하, 알루미늄(Al) 0 초과 0.1 중량% 이하, 질소(N) 0 초과 0.001 중량% 이하, 잔부의 철(Fe) 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는 베이스 강관; 및 상기 베이스 강관의 적어도 일면에 20~100g/m²의 부착량으로 형성되며, 알루미늄(Al)을 포함하는 도금층;을 포함하는 알루미늄계 도금 블랭크 제조방법;

[식 1]

$$\left(\frac{f \times r}{v}\right)^{\alpha} \geq 1$$

(상기 식 1에서, 상기 α는 0.7이고, 상기 f는 상기 레이저 빔의 주파수(Hz), 상기 r은 알루미늄계 도금강관의 표면에서 측정된 상기 레이저 빔의 반경(mm) 및 상기 v는 상기 이음부의 형성 속도(mm/sec)이다).

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 알루미늄계 도금 블랭크를 Ac3 이상으로 가열하여 프레스 성형을 하고, 300℃ 이하까지 10~500℃/s의 냉각 속도로 냉각하여 핫스탬핑 성형한 경우,

상기 이음부의 평균 경도는, 상기 베이스 강판의 평균 경도 이상인 것을 특징으로 하는 알루미늄계 도금 블랭크 제조방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 필터 와이어는 오스테나이트 안정화 원소를 포함하는 것을 특징으로 하는 알루미늄계 도금 블랭크 제조방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 패턴은 상기 레이저 빔이 조사시, 상기 도금강판 및 레이저 헤드 중 하나 이상이 운동하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 알루미늄계 도금 블랭크 제조방법.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 이음부의 알루미늄 편석의 면적 분율은 5% 이하인 것을 특징으로 하는 알루미늄계 도금 블랭크 제조방법.

청구항 10

2 이상의 알루미늄계 도금강판이 서로 연결된 이음부를 포함하는 알루미늄계 도금 블랭크의 제조장치에 있어서,

레이저 광원을 생성하는 레이저 발전부;

2 이상의 알루미늄계 도금강판이 배치되되, 하나의 도금강판의 가장자리와 다른 하나의 도금강판의 가장자리를 서로 마주보도록 배치되는 강판 로딩부;

상기 도금강판의 이음부를 형성하기 위한 필터 와이어를 공급하는 와이어 공급부; 및

상기 레이저 발전부로부터 공급된 레이저 광원을 이용하여 상기 알루미늄계 도금강판의 서로 마주보는 부위 및 상기 공급된 필터 와이어에 레이저 빔을 조사하는 레이저 헤드;를 포함하며,

상기 강판 접합시, 상기 이음부의 형성 방향을 45° 이상 90° 미만의 패턴 각도를 이루도록 레이저 빔을 조사하여 접합되며,

상기 레이저 빔은 주파수 100~1500Hz, 파워 1~20kW 이며, 상기 이음부의 형성 속도는 15~120mm/sec이고, 상기 레이저 빔 반경은 0.1~1.0mm이며,

상기 레이저 빔의 주파수, 상기 레이저 빔 반경 및 상기 이음부 형성 속도는 하기 식 1의 관계를 만족 하는 것을 특징으로 하는 알루미늄계 도금 블랭크 제조장치:

[식 1]

$$\left(\frac{f \times r}{v}\right)^\alpha \geq 1$$

(상기 식 1에서, 상기 α는 0.7이고, 상기 f는 상기 레이저 빔의 주파수(Hz), 상기 r은 알루미늄계 도금강판의 표면에서 측정된 상기 레이저 빔의 반경(mm) 및 상기 v는 상기 이음부의 형성 속도(mm/sec)이다).

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 패턴은 상기 레이저 빔이 조사시, 상기 강판 로딩부의 도금강판 및 레이저 헤드 중 하나 이상이 운동하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 알루미늄계 도금 블랭크 제조장치.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 이음부의 알루미늄 편석의 면적 비율은 5% 이하인 것을 특징으로 하는 알루미늄계 도금 블랭크 제조장치.

청구항 13

제5항 내지 제9항 중 어느 한 항의 알루미늄계 도금 블랭크 제조방법으로 제조된 알루미늄계 도금 블랭크.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 알루미늄계 도금 블랭크, 이의 제조방법 및 알루미늄계 도금 블랭크 제조장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 차량에는 다양한 강도를 갖는 부품들이 사용된다. 예를 들어 차량 충돌 또는 전복시 에너지를 흡수해야 하는 부분들은 비교적 약한 강도가 요구되며, 탑승자의 생존공간 확보를 위해 형상유지가 필요한 부분은 강한 강도가 요구된다.

[0004] 충돌시 에너지를 흡수해야 하는 부분이 강도가 지나치게 높으면 충격에너지를 적절하게 흡수하지 못하고 다른 부분으로 그대로 전달하게 되어, 오히려 탑승객과 차량의 다른 부품들에 과도한 충격을 전달하는 문제점을 가져 오기 때문이다.

[0005] 차량은 지속적으로 경량화와 원가절감이 요구 되고 있으며, 이에 따라 하나의 부품이 부분적으로 서로 다른 이종강도를 갖는 것이 필요하게 되었다.

[0006] 부품의 일부 구간은 탑승자 보호를 위해 고강도가 요구되지만, 일부 구간은 충격 에너지 흡수를 위해 상대적으로 낮은 강도가 요구되는 것이다.

[0007] 이러한 부품에는 대표적으로 승용차의 B 필러를 예로 들 수 있다. 상기 B 필러는 하부는 상대적으로 낮은 인장강도가 요구되고, 상부는 높은 인장강도가 요구된다. 강도의 차이가 필요한 이유는 차량 충돌시 고강도로 형상이 유지되어야 하는 부분(전복시 루프를 지탱해야 하는 상부)과 찌그러지면서 충격을 흡수해야 하는 부분(타 차량과 측면 충돌 가능성이 높지 하부)이 동시에 필요하기 때문이다.

[0008] 또한 탑승객의 부상을 방지할 수 있는 안정된 공간을 확보하기 위하여 B 필러의 상부는 형상이 유지되어야 하므로 고강도가 요구된다. B 필러의 상부 강도가 확보되지 않으면 차량 전복될 경우 루프가 내려 앉아 탑승객의 안전에 큰 위협이 된다. 그러나 B 필러의 하부는 변형이 되면서 충격에너지를 흡수해야 하므로 상대적으로 낮은 강도가 요구된다. B 필러의 하부도 고강도를 가지게 되면 측면 충돌시 충돌에너지의 흡수가 이루어지지 않아 다른 구조재에 충격이 전달되기 때문이다.

[0009] 구체적인 요구 강도는 차량의 종류나 형태에 따라 다르겠지만, B 필러의 상부의 경우 약 1500MPa의 인장강도가 요구되는 반면에, B 필러의 하부의 경우에는 약 500~1,000MPa의 인장강도가 요구된다.

[0010] 종래에는 저강도의 소재로 부품을 형성한 후, 고강도가 요구되는 부분에 별도의 보강재를 부착하는 방식을 사용하기도 하였으나, 하나의 부품이 구간적으로 다른 강도가 요구되는 경우 상부는 경화능이 높은 소재(또는 두께가 두꺼운 소재)를 사용하고, 하부는 강도가 낮고 경화능이 낮은 소재(또는 두께가 얇은 소재)를 사용하여 두 소재를 레이저로 접합하여 블랭크를 만들고 핫스탬핑 공정을 거쳐 최종 제품을 제작하고 있었다.

- [0011] 한편 테일러 웰디드 블랭크(TWB)는 재질 및 두께가 상이한 2 이상의 강판 소재를 접합하여 제조되는 부품이다. 이러한 TWB용 강판 소재로는 표면에 Al-Si 도금층이 사용된다. 한편, 이러한 도금강판 소재를 이용한 테일러 웰디드 블랭크 제조시에는 상기 도금강판의 레이저 접합과 동시에, 탄소(C) 및 망간(Mn) 성분이 함유된 필터와이어를 주입하여, 강판 표면의 알루미늄(Al) 성분이 용융금속 내부로 혼입되더라도 850~1000℃에서 핫스탬핑 성형시 폴마르텐사이트 조직을 확보 가능하다.
- [0012] 그러나 도금강판 소재를 레이저로 접합하게 되면, 도금층의 성분이 접합(이음)부의 용융풀 내로 용입되기 때문에 접합부는 모재와 다른 물성을 가지게 된다. 도금층이 알루미늄-실리콘(Al-Si) 또는 아연(Zn)계인 경우, 레이저 접합시에 도금성분이 접합부로 혼입되어 기계적 물성 저하를 가져오게 된다.
- [0013] 이에 필터 와이어의 성분에 의해 접합부의 강도 저하현상을 해결하거나 최소화 할 수 있으나, 소재(도금 부착량이 많은 소재) 및 접합조건(고 접합속도)에 따라서 혼입된 도금층 성분(Al)이 골고루 모재와 희석되지 못하여 편석이 발생하는 등의 문제가 발생하여, 필터 와이어 성분에 의한 효과만으로는 불충분할 수 있다.
- [0014] 본 발명과 관련한 배경기술은 대한민국 등록특허공보 제10-1637084호(2016.07.06. 공고, 발명의 명칭: 필터와이어 및 이를 이용한 맞춤형접블랭크 제조방법)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0016] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 블랭크 이음부의 경도 및 물성 저하를 최소화할 수 있는 알루미늄계 도금 블랭크를 제공하는 것이다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 블랭크 이음부의 편석 발생 등의 결함 발생을 방지할 수 있는 알루미늄계 도금 블랭크를 제공하는 것이다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 핫스탬핑 공정 이후 블랭크 이음부의 물성 저하를 최소화할 수 있는 알루미늄계 도금 블랭크를 제공하는 것이다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 알루미늄계 도금 블랭크의 제조방법을 제공하는 것이다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 알루미늄계 도금 블랭크의 제조장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0022] 본 발명의 하나의 관점은 알루미늄계 도금 블랭크에 관한 것이다. 한 구체예에서 상기 알루미늄계 도금 블랭크는 2 이상의 알루미늄계 도금강판이 서로 연결된 이음부를 포함하는 알루미늄계 도금 블랭크로서, 상기 알루미늄계 도금강판은 탄소(C) 0.01~0.5 중량%, 실리콘(Si) 0.01~1.0 중량%, 망간(Mn) 0.5~3.0 중량%, 인(P) 0 초과 0.05 중량% 이하, 황(S) 0 초과 0.01 중량% 이하, 알루미늄(Al) 0 초과 0.1 중량% 이하, 질소(N) 0 초과 0.001 중량% 이하, 잔부의 철(Fe) 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는 베이스 강판; 및 상기 베이스 강판의 적어도 일면에 20~100g/m²의 부착량으로 형성되며, 알루미늄(Al)을 포함하는 도금층;을 포함하고, 상기 2 이상의 알루미늄계 도금강판의 Ac3 중, 가장 높은 Ac3 온도 이상에서 페라이트가 형성되지 않는 성분계로 이루어지며, 상기 알루미늄계 도금 블랭크를 Ac3 이상으로 가열하여 프레스 성형을 하고, 300℃ 이하까지 10~500℃/s의 냉각속도로 냉각하여 핫스탬핑 성형한 경우, 상기 이음부의 평균 경도는, 상기 베이스 강판의 평균 경도 이상이다.
- [0023] 한 구체예에서 상기 베이스 강판은 니오븀(Nb), 티타늄(Ti), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo) 및 보론(B) 중 하나 이상의 성분을 더 포함할 수 있다.
- [0024] 한 구체예에서 상기 도금층은 상기 베이스 강판의 표면에 형성되며 알루미늄(Al)을 80 중량% 이상 포함하는 표면층; 및 상기 표면층과 베이스 강판 사이에 형성되며 알루미늄-철(Al-Fe) 및 알루미늄-철-실리콘(Al-Fe-Si) 금속간 화합물을 포함하며, 철(Fe)을 20~70 중량% 포함하는 합금화층;을 포함할 수 있다.
- [0025] 한 구체예에서 상기 핫스탬핑 성형 후 상기 이음부는 마르텐사이트를 90 면적% 이상 포함하는 미세조직을 가질 수 있다.
- [0026] 본 발명의 다른 관점은 상기 알루미늄계 도금 블랭크의 제조방법을 제공하는 것이다. 한 구체예에서 상기 알루미늄계 도금 블랭크의 제조방법은 2 이상의 알루미늄계 도금강판 중 하나의 도금강판의 가장자리와 다른 하나의

도금강판의 가장자리를 서로 마주보도록 배치하는 강판 정렬 단계; 및 상기 알루미늄계 도금강판이 서로 마주보는 부위에 필러 와이어가 제공되고, 레이저 헤드에서 레이저 빔을 조사하여, 상기 알루미늄계 도금강판의 서로 마주보는 부위 및 필러 와이어를 용융하여 이음부를 형성하는 강판 접합 단계;를 포함하는 알루미늄계 도금 블랭크 제조방법이며, 상기 강판 접합시, 상기 이음부의 형성 방향을 기준으로 소정 각도의 패턴을 이루도록 레이저 빔을 조사하여 접합되며, 상기 레이저 빔은 주파수 100~1500Hz, 파워 1~20kW이며, 상기 이음부의 형성 속도는 15~170mm/sec 이고, 상기 알루미늄계 도금강판은 탄소(C) 0.01~0.5 중량%, 실리콘(Si) 0.01~1.0 중량%, 망간(Mn) 0.5~3.0 중량%, 인(P) 0 초과 0.05 중량% 이하, 황(S) 0 초과 0.01 중량% 이하, 알루미늄(Al) 0 초과 0.1 중량% 이하, 질소(N) 0 초과 0.001 중량% 이하, 잔부의 철(Fe) 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는 베이스 강판; 및 상기 베이스 강판의 적어도 일면에 20~100g/m²의 부착량으로 형성되며, 알루미늄(Al)을 포함하는 도금층;을 포함한다.

[0027] 한 구체예에서 상기 알루미늄계 도금 블랭크를 Ac3 이상으로 가열하여 프레스 성형을 하고, 300℃ 이하까지 10~500℃/s의 냉각속도로 냉각하여 핫스탬핑 성형한 경우, 상기 이음부의 평균 경도는, 상기 베이스 강판의 평균 경도 이상일 수 있다.

[0028] 한 구체예에서 상기 필러 와이어는 오스테나이트 안정화 원소를 포함할 수 있다.

[0029] 한 구체예에서 상기 패턴은 상기 레이저 빔이 조사시, 상기 도금강판 및 레이저 헤드 중 하나 이상이 운동하여 이루어질 수 있다.

[0030] 한 구체예에서 상기 이음부 형성 속도는 15~120mm/sec이고, 상기 레이저 빔의 주파수, 레이저 빔 반경 및 상기 이음부 형성 속도는 하기 식 1의 관계를 만족할 수 있다:

[0031] [식 1]

$$\left(\frac{f \times r}{v}\right)^\alpha \geq 1$$

[0032]

[0033] (상기 식 1에서, 상기 α는 0.7이고, 상기 f는 상기 레이저 빔의 주파수(Hz), 상기 r은 알루미늄계 도금강판의 표면에서 측정된 상기 레이저 빔의 반경(mm) 및 상기 v는 상기 이음부의 형성 속도(mm/sec)이다).

[0034] 본 발명의 또 다른 관점은 상기 알루미늄계 도금 블랭크의 제조장치를 제공하는 것이다. 한 구체예에서 상기 알루미늄계 도금 블랭크의 제조장치는 2 이상의 알루미늄계 도금강판이 서로 연결된 이음부를 포함하는 알루미늄계 도금 블랭크의 제조장치에 있어서, 레이저 광원을 생성하는 레이저 발진부; 2 이상의 알루미늄계 도금강판이 배치되며, 하나의 도금강판의 가장자리와 다른 하나의 도금강판의 가장자리를 서로 마주보도록 배치되는 강판 로딩부; 상기 도금강판의 이음부를 형성하기 위한 필러 와이어를 공급하는 와이어 공급부; 및 상기 레이저 발진부로부터 공급된 레이저 광원을 이용하여 상기 알루미늄계 도금강판의 서로 마주보는 부위 및 상기 공급된 필러 와이어에 레이저 빔을 조사하는 레이저 헤드;를 포함하며, 상기 강판 접합시, 상기 이음부의 형성 방향을 기준으로 소정 각도의 패턴을 이루도록 레이저 빔을 조사하여 접합되며, 상기 레이저 빔은 주파수 100~1500Hz, 파워 1~20kW 이며, 상기 이음부의 형성 속도는 15~170mm/sec 이다.

[0035] 한 구체예에서 상기 패턴은 상기 레이저 빔이 조사시, 상기 도금강판 및 레이저 헤드 중 하나 이상이 운동하여 이루어질 수 있다.

발명의 효과

[0037] 본 발명의 알루미늄계 도금 블랭크는 강도 및 두께 중 하나 이상이 서로 다른 2 이상의 알루미늄계 도금강판을 접합하여 제조하는 것으로, 블랭크 이음부의 경도 및 물성 저하를 최소화할 수 있으며, 블랭크 이음부의 편식 발생 등의 결함 발생을 방지할 수 있고, 상기 편식이 핫스탬핑 공정에 의해 Al-Fe 금속간 화합물로 상변화하여 발생하는 이음부 파단을 최소화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0039] 도 1은 본 발명의 한 구체예에 따른 알루미늄계 도금 블랭크를 나타낸 것이다.

도 2(a)는 본 발명의 한 구체예에 따른 알루미늄계 도금 블랭크 제조 과정을 나타낸 것이며, 도 2(b)는 본 발명

의 다른 구체예에 따른 알루미늄계 도금 블랭크 제조 과정을 나타낸 것이다.

도 3은 레이저 빔을 조사하여 알루미늄계 도금 강판을 접합하는 과정에서, 도금층 성분이 베이스 강판 성분에 충분히 희석되지 못하는 영역을 모식적으로 나타낸 것이다.

도 4는 본 발명의 한 구체예에 따른 알루미늄계 블랭크의 제조장치를 나타낸 것이다.

도 5(a)는 종래 방법으로 제조된 알루미늄계 블랭크의 단면을 나타낸 것이며, 도 5(b)는 실시예 1의 알루미늄계 블랭크의 단면을 나타낸 광학현미경 사진이다.

도 6(a)는 실시예 7의 알루미늄계 블랭크의 핫스탬핑 성형 후 부위별 경도 변화를 나타낸 그래프이며, 도 6(b)는 비교예 5의 알루미늄계 블랭크의 핫스탬핑 성형 후 부위별 경도 변화를 나타낸 그래프이다.

도 7(a)는 실시예 34 알루미늄계 블랭크의 단면을 나타낸 것이며, 도 7(b)는 비교예 28의 알루미늄계 블랭크의 단면을 나타낸 광학현미경 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0040] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다. 이때, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기술 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 것이다.

[0041] 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있으므로 그 정의는 본 발명을 설명하는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0043] **알루미늄계 도금 블랭크**

[0044] 본 발명의 하나의 관점은 알루미늄계 도금 블랭크에 관한 것이다. 도 1은 본 발명의 한 구체예에 따른 알루미늄계 도금 블랭크를 나타낸 것이다. 상기 도 1을 참조하면, 알루미늄계 도금 블랭크(100)는 2 이상의 알루미늄계 도금강판(10, 20)이 서로 연결된 이음부(30)를 포함하는 알루미늄계 도금 블랭크로서, 상기 알루미늄계 도금강판은 탄소(C) 0.01~0.5 중량%, 실리콘(Si) 0.01~1.0 중량%, 망간(Mn) 0.5~3.0 중량%, 인(P) 0 초과 0.05 중량% 이하, 황(S) 0 초과 0.01 중량% 이하, 알루미늄(Al) 0 초과 0.1 중량% 이하, 질소(N) 0 초과 0.001 중량% 이하, 잔부의 철(Fe) 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는 베이스 강판(12, 22); 및 베이스 강판(12, 22)의 적어도 일면에 20~100g/m²의 부착량으로 형성되며, 알루미늄(Al)을 포함하는 도금층(14, 24);을 포함한다.

[0045] 한 구체예에서 이음부(30)는 알루미늄(Al) 0.2~2.0 중량%를 포함하되, 상기 2 이상의 알루미늄계 도금강판의 Ac3 중, 가장 높은 알루미늄계 도금강판의 Ac3 온도 이상에서 페라이트가 형성되지 않는 성분계로 이루어진다. 바람직하게는, 850℃ 이상에서 페라이트가 형성되지 않는 성분계로 이루어질 수 있다. 구체적으로, 핫스탬핑 공정을 거친 후의 이음부, 즉, 상기 알루미늄계 도금 블랭크를 850~1000℃까지 가열한 후 프레스 성형을 하고 10~500℃/s의 평균냉각속도로 급냉하는 핫스탬핑 공정을 거친 후의 이음부가 면적분율로 90% 이상의 마르텐사이트를 포함하는 미세조직을 가질 수 있는 성분계로 이루어진다.

[0046] 상기 알루미늄계 도금 블랭크를 Ac3 이상으로 가열하여 프레스 성형을 하고, 300℃ 이하까지 10~500℃/s의 냉각속도로 냉각하여 핫스탬핑 성형한 경우, 상기 이음부의 평균 경도는, 상기 2 이상의 베이스 강판의 각 평균 경도 중 가장 큰 평균 경도 이상일 수 있고, 바람직하게는, 상기 이음부의 최소 경도가 상기 베이스 강판의 평균 경도 이상이다.

[0048] **베이스 강판**

[0049] 이하, 상기 베이스 강판의 합금 성분에 대하여 보다 상세히 설명하도록 한다.

[0051] **탄소(C)**

[0052] 상기 탄소(C)는 강의 강도, 경도를 결정하는 주요 원소이며, 핫 스탬핑(또는 열간 프레스) 공정 이후, 강재의 인장강도를 확보하는 목적으로 첨가된다. 또한 소입성 특성을 확보하기 위한 목적으로 첨가된다. 한 구체예에서 상기 탄소는 상기 베이스 강판 전체중량에 대하여 0.01~0.5 중량%로 포함된다. 상기 탄소가 0.01 중량% 미만으로 포함되는 경우, 본 발명의 기계적 강도를 달성하기 어려우며, 0.5 중량%를 초과하는 경우, 강재의 인성 저하 문제 또는 강의 취성 제어 문제가 야기될 수 있다.

[0054] **실리콘(Si)**

- [0055] 실리콘(Si)은 강관 내 페라이트 안정화 원소로 작용한다. 페라이트를 청정하게 해줌으로써 연성을 향상시키며, 저온역 탄화물 형성을 억제함으로써 오스테나이트 내 탄소 농화도를 향상시키는 기능을 수행할 수 있다. 나아가, 열연, 냉연, 핫 스탬핑 조직 균질화(펄라이트, 망간 편석대 제어) 및 페라이트 미세 분산의 핵심 원소이다. 한 구체예에서 상기 실리콘은 상기 베이스 강관 전체중량에 대하여 0.01~1.0 중량% 포함된다. 상기 실리콘이 0.01 중량% 미만으로 포함되는 경우, 상술한 기능을 충분히 발휘하지 못하며, 1.0 중량%를 초과하는 경우, 열연 및 냉연 부하가 증가하며 열연 붉은형 스케일이 과다해지고 접합성이 저하될 수 있다.
- [0057] **망간(Mn)**
- [0058] 상기 망간(Mn)은 열처리시 소입성 및 강도 증가 목적으로 첨가된다. 한 구체예에서 상기 망간은 상기 베이스 강관 전체중량에 대하여 0.5~3.0 중량% 포함된다. 상기 망간을 0.5 중량% 미만으로 포함시 소입성 미달로 핫스탬핑 후 재질이 미달(경질상 분율 미달)할 가능성이 높으며, 3.0 중량%를 초과하여 포함시 망간 편석 또는 펄라이트 밴드에 의한 연성 및 인성이 저하될 수 있으며, 급힘 성능 저하의 원인이 되며 불균질 미세조직이 발생할 수 있다.
- [0060] **인(P)**
- [0061] 상기 인(P)은 편석이 잘 되는 원소로 강의 인성을 저해하는 원소이다. 한 구체예에서 상기 인(P)은 상기 베이스 강관 전체중량에 대하여 0 초과 0.05 중량% 이하로 포함된다. 상기 범위로 포함시 인성 저하를 방지할 수 있다. 상기 인을 0.05 중량%를 초과하여 포함시, 공정중 크랙을 유발하고, 인화철 화합물이 형성되어 인성이 저하될 수 있다.
- [0063] **황(S)**
- [0064] 상기 황(S)은 가공성 및 물성을 저해하는 원소이다. 한 구체예에서 상기 황은 상기 베이스 강관 전체중량에 대하여 0 초과 0.01 중량% 이하 포함될 수 있다. 상기 황을 0.01 중량%를 초과하여 포함시 열간 가공성을 떨어뜨리고, 거대 개재물 생성에 의해 크랙 등 표면 결함이 발생할 수 있다.
- [0066] **알루미늄(Al)**
- [0067] 상기 알루미늄(Al)은 강 중의 산소를 제거하기 위한 탈산제 역할을 한다. 한 구체예에서 상기 알루미늄은 상기 베이스 강관 전체중량에 대하여 0 초과 0.1 중량% 이하 포함된다. 상기 알루미늄을 0.1 중량%를 초과하여 포함시 제강 시 노즐 막힘의 원인이 되며, 주조시 알루미늄 산화물 등에 의해 열간 취성이 발생하여 크랙이 발생하거나, 연성이 저하될 수 있다.
- [0069] **질소(N)**
- [0070] 상기 질소(N)는 다량 첨가시 고용 질소량이 증가하여 강관의 충격특성 및 연신율을 떨어뜨리고 이음부의 인성을 크게 저하시킬 수 있다. 한 구체예에서 상기 질소는 상기 베이스 강관 전체 중량에 대하여 0 초과 0.001 중량% 이하 포함된다. 상기 질소를 0.001 중량%를 초과하여 포함시 강관의 충격특성 및 연신율이 저하되며, 이음부 인성이 저하될 수 있다.
- [0072] 한 구체예에서 상기 베이스 강관은 니오븀(Nb), 티타늄(Ti), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo) 및 보론(B) 중 하나 이상의 성분을 더 포함할 수 있다.
- [0074] **니오븀(Nb)**
- [0075] 니오븀(Nb)은 마르텐사이트(Martensite) 패킷 크기(Packet size) 감소에 따른 강도 및 인성 증가를 목적으로 첨가된다. 한 구체예에서 상기 니오븀은 상기 베이스 강관 전체 중량에 대하여 0.005~0.1 중량% 포함될 수 있다. 상기 범위로 포함시 열간압연 및 냉간 압연 공정에서 강재의 결정립 미세화 효과가 우수하고, 제강/연주시 슬라브의 크랙 발생과, 제품의 취성 파단 발생을 방지하며, 제강성 조대 석출물 생성을 최소화할 수 있다.
- [0077] **티타늄(Ti)**
- [0078] 상기 티타늄(Ti)은 핫 스탬핑 열처리 후 석출물 형성에 의한 소입성 강화 및 재질 상향 목적으로 첨가될 수 있다. 또한, 고온에서 Ti(C,N) 등의 석출상을 형성하여, 오스테나이트 결정립 미세화에 효과적으로 기여한다. 본 발명에서는 TiN 형성을 통한 B 소입성 효과를 확보하고 첨가량 상하한을 설정하고자 하였다. 한 구체예에서 상기 티타늄은 상기 베이스 강관 전체중량에 대하여 0.005~0.1 중량% 포함될 수 있다. 상기 함량범위로 포함시, 연주 불량 및 석출물 조대화를 방지하며, 강재의 물성을 용이하게 확보할 수 있고, 강재 표면에 크랙 발생 등의

결함을 방지할 수 있다.

[0080] 크롬(Cr)

[0081] 상기 크롬(Cr)은 상기 알루미늄계 도금강판의 소입성 및 강도를 향상시키는 목적으로 첨가된다. 한 구체예에서 상기 크롬은 상기 베이스 강판 전체중량에 대하여 0.01~0.5 중량% 포함될 수 있다. 상기 범위로 포함시 상기 알루미늄계 도금강판의 소입성 및 강도를 향상시키며, 생산비 증가와 강재의 인성 저하를 방지할 수 있다.

[0083] 몰리브덴(Mo)

[0084] 상기 몰리브덴(Mo)은 열간압연 및 핫스탬핑 중 석출물의 조대화 억제 및 소입성 증대를 통해 강도 향상에 기여할 수 있다. 몰리브덴(Mo)은 상기 베이스 강판 전체 중량에 대하여 0.001~0.008 중량%로 포함될 수 있다. 상기 범위로 포함시 열간압연 및 핫스탬핑 중 석출물의 조대화 억제 및 소입성 증대 효과가 우수할 수 있다.

[0086] 보론(B)

[0087] 상기 보론(B)은 마르텐사이트 조직을 확보함으로써, 상기 강재의 소입성 및 강도를 확보하는 목적으로 첨가되며, 오스테나이트 결정립 성장 온도 증가로 결정립 미세화 효과를 가진다. 한 구체예에서 상기 보론은 상기 베이스 강판 전체중량에 대하여 0.001~0.008 중량%로 포함될 수 있다. 상기 범위로 포함시 경질상 입계 취성 발생을 방지하며, 고인성과 굽힘성을 확보할 수 있다.

[0088] 한 구체예에서 상기 알루미늄계 도금강판은 탄소(C) 0.01~0.5 중량%, 실리콘(Si) 0.01~1.0 중량%, 망간(Mn) 0.5~3.0 중량%, 인(P) 0 초과 0.05 중량% 이하, 황(S) 0 초과 0.01 중량% 이하, 알루미늄(Al) 0 초과 0.1 중량% 이하, 질소(N) 0 초과 0.001 중량% 이하, 잔부의 철(Fe) 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는 강 슬라브를 재가열하고; 상기 재가열한 슬라브를 마무리압연하고; 상기 열간압연된 강판을 권취하고; 상기 권취된 강판을 냉간압연하고; 상기 냉간압연된 판재를 소둔 처리하고; 그리고 상기 소둔 처리된 판재의 표면에 도금층을 형성하는 단계;를 포함하여 제조할 수 있다.

[0090] 도금층

[0091] 상기 도금층은, 상기 베이스 강판의 적어도 일면에 편면 기준 $20\sim 100\text{g/m}^2$ 의 부착량으로 형성되며, 알루미늄(Al)을 포함한다. 한 구체예에서 상기 도금층은 600~800℃의 용융 알루미늄 및 알루미늄 합금중 하나 이상을 포함하는 도금욕에, 상기 베이스 강판을 침지한 다음, 평균 1~50℃/s의 냉각 속도로 냉각시키는 단계를 포함하여 형성될 수 있다.

[0092] 한 구체예에서 상기 베이스 강판을 도금욕에 침지 후, 상기 베이스 강판의 표면에 공기 및 가스 중 하나 이상을 분사하여 용융 도금층을 와이핑 하며, 분사 압력을 조절함으로써 도금 부착량을 조절할 수 있다.

[0093] 상기 도금 부착량은 상기 베이스 강판의 적어도 일면에 $20\sim 150\text{g/m}^2$ 로 형성될 수 있다. 바람직하게는 상기 베이스 강판의 적어도 일면에 $20\sim 100\text{g/m}^2$ 로 형성된다. 상기 도금 부착량을 20g/m^2 미만으로 형성시 내식성이 저하되며, 100g/m^2 을 초과시 상기 알루미늄계 도금강판을 접합시 이음부로 혼입되는 알루미늄(Al) 량이 증가하여, 핫스탬핑 후 이음부의 강도가 저하될 수 있다.

[0094] 한 구체예에서 상기 도금층은, 상기 베이스 강판의 표면에 형성되며 알루미늄(Al)을 80 중량% 이상 포함하는 표면층; 및 상기 표면층과 베이스 강판 사이에 형성되며 알루미늄-철(Al-Fe) 및 알루미늄-철-실리콘(Al-Fe-Si) 금속간 화합물을 포함하며, 철(Fe)을 20~70 중량% 포함하는 합금화층;을 포함할 수 있다.

[0095] 한 구체예에서 상기 표면층은 알루미늄을 80~100 중량% 포함할 수 있고, 평균두께가 10~40 μm 일 수 있다. 상기 평균두께가 10 μm 미만인 경우, 알루미늄계 도금 블랭크의 내식성이 저하되며, 40 μm 를 초과하는 경우, 접합시 이음부로 혼입되는 알루미늄(Al) 량이 증가하여, 핫스탬핑 후 이음부의 기계적 물성이 저하된다. 예를 들면 평균 두께가 10~30 μm 일 수 있다.

[0096] 한 구체예에서 상기 합금화층은 철(Fe)을 20~70 중량% 포함할 수 있다. 상기 조건에서 상기 합금화층은 높은 응점을 가지게 되어 핫스탬핑 가열로에서 상기 표면층이 용융되어 상기 베이스 강판의 조직으로 침투하게 되는 액체 금속 취화 현상 {Liquid Metal Embrittlement}이 발생하는 것을 방지할 수 있다. 예를 들면 상기 합금화층은 철(Fe)을 20~60 중량% 포함할 수 있다.

[0098] 이음부

- [0099] 상기 이음부는 상기 알루미늄계 도금강관을 서로 마주보게 정렬한 후, 레이저를 조사하여 용융시켜 형성할 수 있으며, 상기 2 이상의 알루미늄계 도금강관의 Ac3 중, 가장 높은 알루미늄계 도금강관의 Ac3 온도 이상에서 페라이트가 형성되지 않는 성분계로 이루어지고, 오스테나이트 안정화 원소를 상기 베이스 강관 보다 더 많이 포함할 수 있다. 상기 오스테나이트 안정화 원소는 탄소(C) 및 망간(Mn) 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0100] 상기 이음부는 알루미늄(Al) 0.2~2.0 중량%를 포함한다. 상기 알루미늄의 함량은 용융된 베이스 강관의 알루미늄(Al) 및 도금층으로부터 혼입되는 알루미늄(Al)의 합일 수 있다. 상기 이음부의 알루미늄(Al) 함량이 0.2 중량% 미만시, 알루미늄계 도금강관을 접합시 도금층을 제거하여야 하므로 공정원가가 상승하게 되며, 2.0 중량%를 초과하여 포함시, 핫스탬핑 이후 이음부의 마르텐사이트 분율이 저하되어 기계적 성질이 저하된다. 더 바람직하게 상기 이음부는 알루미늄을 0.2~1.0 중량% 포함할 수 있다. 한편 상기 이음부는 알루미늄을 1.0 중량% 초과하여 포함시, 이음부 표면에 산화막이 다량 형성될 우려가 있다.
- [0101] 한 구체예에서 핫스탬핑 부재는 상기 2 이상의 알루미늄계 도금강관과 상기 도금강관이 서로 연결된, 이음부를 포함하는 알루미늄계 도금 블랭크를 Ac3 이상의 온도까지 가열한 후 프레스 성형을 하고, 300℃ 이하 온도까지 10~500℃/s의 평균냉각속도로 냉각하여 제조할 수 있다.
- [0102] 상기 핫스탬핑 부재 중 상기 알루미늄계 도금강관 및 상기 이음부에 상응하는 부분은, 상기 블랭크의 알루미늄계 도금강관 및 이음부 보다 인장강도가 높아진다. 특히, 상기 블랭크의 이음부는, 면적분율로 90% 이상의 마르텐사이트를 포함하는 미세조직을 가진다.
- [0103] 본 발명의 알루미늄계 도금강관의 평균 경도는 서로 상이할 수 있다. 한 구체예에서 이음부를 형성하는 두 개의 알루미늄계 도금강관 중, 가장 큰 알루미늄계 도금강관의 평균 경도값보다, 상기 이음부의 평균 경도값이 더 클 수 있고, 바람직하게는 상기 가장 큰 평균 경도값보다, 이음부의 최소 경도값이 더 클 수 있다. 본 발명은, 강도 및 두께 중 하나 이상이 서로 다른 2 이상의 알루미늄계 도금강관을 접합할 수 있다. 강도가 상이한 경우, 평균 경도값이 서로 다를 수 있다.
- [0104] 상기 알루미늄계 도금 블랭크를 Ac3 이상으로 가열하여 프레스 성형을 하고, 300℃ 이하까지 10~500℃/s의 냉각속도로 냉각하여 핫스탬핑 성형한 경우, 상기 이음부의 평균 경도는, 상기 두 베이스 강관의 각 평균 경도값보다 크다.
- [0107] **알루미늄계 도금 블랭크의 제조방법**
- [0108] 본 발명의 다른 관점은 상기 알루미늄계 도금 블랭크의 제조방법을 제공하는 것이다. 한 구체예에서 상기 알루미늄계 도금 블랭크의 제조방법은 (S10) 강관 정렬단계 및 (S20) 강관 접합단계;를 포함한다.
- [0109] 보다 구체적으로 상기 알루미늄계 도금 블랭크의 제조방법은, (S10) 2 이상의 알루미늄계 도금강관 중 하나의 도금강관의 가장자리와 다른 하나의 도금강관의 가장자리를 서로 마주보도록 배치하는 강관 정렬 단계; 및 (S20) 상기 알루미늄계 도금강관이 서로 마주보는 부위에 필터 와이어가 제공되고, 레이저 헤드에서 레이저 빔을 조사하여, 상기 알루미늄계 도금강관의 서로 마주보는 부위 및 필터 와이어를 용융하여 이음부를 형성하는 강관 접합 단계;를 포함한다.
- [0110] 이하, 상기 알루미늄계 도금 블랭크 제조방법을 단계별로 상세히 설명하도록 한다.
- [0112] **(S10) 강관 정렬단계**
- [0113] 상기 단계는 2 이상의 알루미늄계 도금강관 중 하나의 도금강관의 가장자리와 다른 하나의 도금강관의 가장자리를 서로 마주보도록 배치하는 단계이다.
- [0114] 상기 2 이상의 알루미늄계 도금강관은, 강도 및 두께 중 하나 이상이 서로 다를 수 있다. 강도가 상이한 경우, 평균 경도값이 서로 다를 수 있다.
- [0115] 상기 알루미늄계 도금강관은 탄소(C) 0.01~0.5 중량%, 실리콘(Si) 0.01~1.0 중량%, 망간(Mn) 0.5~3.0 중량%, 인(P) 0 초과 0.05 중량% 이하, 황(S) 0 초과 0.01 중량% 이하, 알루미늄(Al) 0 초과 0.1 중량% 이하, 질소(N) 0 초과 0.001 중량% 이하, 잔부의 철(Fe) 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는 베이스 강관; 및 상기 베이스 강관의 적어도 일면에 20~100g/m²의 부착량으로 형성되며, 알루미늄(Al)을 포함하는 도금층;을 포함한다. 상기 알루미늄계 도금강관은 전술한 바와 동일한 것을 사용할 수 있으므로, 이에 대한 상세한 설명은 생략하도록 한다.
- [0117] **(S20) 강관 접합단계**

- [0118] 상기 단계는 상기 알루미늄계 도금강판이 서로 마주보는 부위에 필터 와이어가 제공되고, 레이저 헤드에서 레이저 빔을 조사하여, 상기 알루미늄계 도금강판의 서로 마주보는 부위 및 필터 와이어를 용융하여 이음부를 형성하는 단계이다. 상기 레이저 빔은 상기 필터 와이어와, 알루미늄계 도금강판의 도금층 및 베이스 강판을 용융시켜 이음부를 형성하게 된다.
- [0120] **필터 와이어**
- [0121] 한 구체예에서 상기 필터 와이어는 오스테나이트 안정화 원소를 포함할 수 있다. 예를 들면 상기 오스테나이트 안정화 원소는 탄소(C) 및 망간(Mn) 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0122] 상기 필터 와이어는 상기 이음부에 용입되며, 상기 이음부의 성분계를 조절할 수 있다.
- [0123] 상기 베이스 강판의 표면에 형성된 도금층의 알루미늄(Al)이 이음부의 용융풀에 혼입되더라도 필터 와이어에 첨가되어 있는 오스테나이트 안정화 원소의 함량이 많기 때문에 이음부의 미세조직이 핫스텝 후 풀 마르텐사이트 조직을 가지게 되는 것이다. 즉, 도금층을 제거하지 않고 도금층의 성분이 용접부로 혼입되더라도 경도/강도 저하를 방지할 수 있게 되므로 용접부의 물성이 모재부의 물성과 차이를 가지지 않게 되므로 용접부 파단 현상을 방지할 수 있다.
- [0124] 한편 상기 필터 와이어에 의해 도금층 성분을 희석시키더라도, 접합 조건에 따라 필터 와이어의 성분과 도금층 성분을 베이스 강판 성분에 고르게 분포시키지 못할 수 있다. 이를 방지하기 위해 상기 도금강판의 접합시, 상기 이음부의 형성 방향을 기준으로 소정 각도의 패턴을 이루도록 레이저 빔을 조사하여 접합된다.
- [0125] 한 구체예에서 상기 패턴은 상기 레이저 빔이 조사시, 상기 도금강판 및 레이저 헤드 중 하나 이상이 운동하여 이루어질 수 있다.
- [0126] 예를 들면 상기 레이저 빔은 상기 이음부가 형성되는 방향과 소정의 각도로 패턴 운동하며, 상기 필터 와이어와 상기 알루미늄계 도금강판의 도금층 및 베이스 강판을 용융시켜 상기 이음부를 형성할 수 있다.
- [0127] 또한, 상기 이음부는, 상기 레이저 빔이 패턴 운동하며 조사됨과 동시에, 도금강판 및 레이저 헤드 중 하나 이상이 운동하여 이루어질 수 있다. 본 명세서에서 상기 “상대 운동”은 상기 도금강판 및 레이저 헤드 중 하나 이상이 운동하는 것을 의미한다. 바람직하게는 상기 도금강판은 정지된 상태로 상기 레이저 헤드가 운동을 하여 이음부를 형성할 수 있다.
- [0128] 도 2(a)는 본 발명의 한 구체예에 따른 알루미늄계 도금 블랭크 제조 과정을 나타낸 것이며, 도 2(b)는 본 발명의 다른 구체예에 따른 알루미늄계 도금 블랭크 제조 과정을 나타낸 것이다.
- [0129] 보다 구체적으로 상기 도 2(a)는 상기 상대 운동의 일 예로서, 알루미늄계 도금강판(10, 20)이 패턴 운동하여 이음부(30)를 형성하는 과정을 모식적으로 나타낸 것이다. 상기 도 2(a)를 참조하면, 레이저 헤드(300)는 고정된 상태로 상기 알루미늄계 도금강판(10, 20)이 서로 마주보는 부위를 향하여 필터 와이어(200)가 공급되며, 레이저 빔(310)이 조사될 수 있다. 이때, 알루미늄계 도금강판(10, 20)은 이음부(30)가 형성(X)되는 방향에 대하여 반대 방향으로 평행하게 이동하면서, 동시에 레이저 빔(310)이 소정의 각도로 패턴 운동을 하며 조사되어 이음부(30)를 형성할 수 있다.
- [0130] 상기 도 2(b)는 상기 상대 운동의 다른 예로서, 상기 레이저 빔이 패턴 운동하여 이음부를 형성하는 과정을 모식적으로 나타낸 것이다. 상기 도 2(b)를 참조하면, 알루미늄계 도금강판(10, 20)은 고정된 상태로, 알루미늄계 도금강판(10, 20)이 서로 마주보는 부위를 향하여 필터 와이어(200)가 공급되며, 레이저 헤드(300)가 운동하여 레이저 빔(310)이 조사될 수 있다. 이때 레이저 헤드(300)는 이음부(30)가 형성되는 방향(X)과 동일한 방향으로 평행하게 이동하면서, 동시에 레이저 빔(310)이 소정의 각도로 패턴 운동을 하며 조사되어 이음부(30)를 형성할 수 있다.
- [0131] 한 구체예에서 상기 레이저 빔은 상기 레이저 헤드의 운동방향과 다른 방향으로 운동할 수 있다. 바람직하게는, 상기 레이저 헤드의 운동 방향과 일정한 각도를 이루며 운동할 수 있다. 더욱 바람직하게는 상기 레이저 헤드의 운동 방향과 수직으로 패턴 운동할 수 있다.
- [0132] 한 구체예에서 상기 레이저 헤드가 운동하는 경우, 레이저 빔은 상기 레이저 헤드의 운동방향에 대하여 45° 이상 90° 미만으로 패턴 운동할 수 있다.
- [0133] 다른 구체예에서 상기 알루미늄계 도금강판이 이동하는 경우, 상기 레이저 빔은 상기 이음부 형성방향에

대하여, 45° 이상 90° 미만으로 패턴 운동할 수 있다.

- [0134] 결과적으로, 상기 레이저 빔이 알루미늄계 도금강판 표면을 향하여 조사될 때, 상기 이음부의 형성 방향(X)과 평행하게 상대 운동을 하는 상기 도금강판 및 레이저 헤드 중 하나 이상에 의해, 상기 레이저 빔은 상기 알루미늄계 도금강판의 표면에서 상기 이음부의 형성 방향(X)과 소정의 각도를 가지는 운동 패턴을 가질 수 있다.
- [0135] 따라서 레이저 빔이 이음부 형성 방향과 동일한 방향으로 조사되는 경우 보다, 상기 도금강판 표면에서 상기 레이저 빔이 이동하는 레이저 빔 이동 길이가 더 길어지게 되므로 상기 도금강판에 에너지를 전달할 수 있는 면적이 넓어지게 될 뿐만 아니라, 상기 레이저 빔 이동 경로와 상기 레이저 빔 반경에 따라 에너지가 전달되는 영역이 중첩될 수도 있는 바, 상기 도금층의 성분 및 필터 와이어의 성분을 상기 베이스 강판의 성분에 충분히 희석시켜 이음부를 형성할 수 있다.
- [0136] 한 구체예에서 상기 레이저 빔은 주파수 100~1500Hz, 파워 1~20kW 일 수 있다. 한 구체예에서 상기 레이저 빔의 파워는, 레이저 발전부의 출력값을 의미할 수 있고, 상기 레이저 빔의 주파수는, 상기 레이저 빔의 패턴 운동이 가지는 주파수를 의미할 수 있다.
- [0137] 한 구체예에서 상기 알루미늄계 도금 블랭크 제조시, 이음부의 형성 속도는 1m/min 이상, 레이저 주파수는 1500Hz 이하, 레이저 빔 파워는 20kW 이하가 되어야 최소한의 생산성 및 사업성 확보가 가능할 수 있다. 상기 레이저 주파수와 레이저 빔 파워는 높을수록 좋지만, 1500Hz를 초과하는 주파수 및 20kW를 초과하는 파워를 구현하기 위해서는 고성능의 설비가 필요하므로 설비 크기가 커지고 설비 가격이 비싸지는 문제가 있다. 또한, 최소한의 생산성 확보를 위해서는 상기 알루미늄계 도금강판의 접합속도, 즉 이음부가 형성되는 속도를 1m/min 이상으로 유지할 필요가 있다. 상기 이음부 형성 속도는 상기 레이저 헤드가 상기 이음부 형성 방향과 평행하게 상대 운동한 단위 시간당 변위를 의미한다.
- [0138] 한 구체예에서 상기 이음부의 형성 속도는 1~10m/min일 수 있다. 상기 이음부의 형성 속도가 10m/min를 초과하는 경우, 레이저 빔을 주파수 100~1500Hz, 파워 1~20kW의 파워 및 0.1~1.0mm의 빔 반경 조건으로 조사하여도, 상기 레이저 빔 이동 경로의 간격이 커지게 되므로, 상기 레이저 빔에 의해 상기 알루미늄계 도금강판의 도금층 및 베이스 강판이 용융될 때 상기 도금층의 성분이 상기 베이스 강판 성분에 충분히 희석되지 못하는 부분이 존재할 수 있다. 한 구체예에서 상기 이음부의 형성 속도는 15~170mm/sec 이다. 바람직하게는 1~7m/min 일 수 있다. 바람직하게는 상기 이음부 형성 속도는 15~120mm/sec 일 수 있다.
- [0139] 한 구체예에서 상기 레이저 빔은 반경 0.1~1.0mm 조건으로 조사될 수 있다. 상기 레이저 빔이 상기 도금강판의 표면에 1.0mm를 초과하는 반경으로 조사되는 경우, 상기 필터 와이어와 상기 도금강판과 상기 레이저 빔을 조사하는 레이저 헤드 간의 거리가 가까워야 하므로, 상기 필터 와이어가 상기 이음부가 형성됨에 따라 상기 알루미늄계 도금강판으로 혼입되어 길이가 점점 짧아져 교체가 필요한 경우, 상기 필터 와이어가 공급되는 공간 또는 상기 필터 와이어가 완전 소비된 경우 이를 교체할 공간이 불충분 할 수 있다.
- [0140] 도 3은 레이저 빔 반경이 0.1mm 미만인 레이저 빔을 조사하여 알루미늄계 도금 강판을 접합하는 과정에서, 도금층 성분이 베이스 강판 성분에 충분히 희석되지 못하는 영역을 모식적으로 나타낸 것이다. 상기 도 3을 참조하면, 상기 레이저 빔 반경이 0.1mm 미만인 경우에는, 레이저 빔을 주파수 100~1500Hz, 파워 1~20kW의 조건으로 조사하여도, 레이저 빔 반경이 작기 때문에 상기 레이저 빔에 의해 상기 알루미늄계 도금강판(10, 20)의 도금층 및 베이스 강판이 용융될 때 상기 도금층의 성분이 상기 베이스 강판 성분에 충분히 희석되지 못하는 영역(S)이 존재할 수 있다.
- [0141] 상기 레이저 빔의 주파수가 100Hz 미만이 되면, 상기 레이저 빔의 이동 경로의 간격이 커지게 되므로, 1~20kW의 레이저 빔 파워, 0.1~1.0mm의 레이저 빔 반경 및 1~7m/min의 이음부 형성 속도 조건을 만족하여도 상기 레이저 빔에 의해 상기 알루미늄계 도금강판의 도금층 및 베이스 강판이 용융될 때, 상기 도금층의 성분이 상기 베이스 강판 성분에 충분히 희석되지 못하는 부분이 존재할 수 있다.
- [0142] 상기 레이저 빔의 파워가 1kW 미만인 경우에는, 레이저 빔의 주파수 100~1500Hz, 빔 반경 0.1~1.0mm 및 이음부 형성 속도 1~7m/min 조건을 만족하여도, 상기 도금강판 표면에 도달하는 에너지가 부족하여, 즉 상기 도금강판 표면에서의 에너지 밀도가 부족하여 상기 레이저 빔에 의해 상기 알루미늄계 도금강판의 도금층 및 베이스 강판이 용융될 때 상기 도금층의 성분이 상기 베이스 강판 성분에 충분히 희석되지 못하는 부분이 존재할 수 있다.
- [0143] 한 구체예에서 상기 레이저 빔 조사시 서로 이격된 제1 레이저빔 및 제2 레이저빔을 조사할 수 있다. 예를 들면 상기 제1 레이저빔이 필터 와이어와 도금층 및 베이스 강판을 용융시키며, 제2 레이저빔으로 상기 용융된 상태를 유지시켜, 용융된 부위의 균일한 교반이 이루어져 이음부의 편석 발생을 방지하며, 품질 및 기계적 물성이

우수할 수 있다. 한편, 상기 제1 레이저 빔 및 제2 레이저 빔을 사용하는 경우, 상기 제1 레이저 빔 제2 레이저 빔의 파워의 합이 1~20kW 일 수 있다.

[0144] 또한, 상기 알루미늄계 도금 블랭크는 상술한 레이저 빔 파워, 반경, 주파수 및 상기 이음부 형성 속도 범위 안에서 접합한 후 고온으로 가열하고 급냉하는 열처리를 수행했을 때, 상기 이음부의 평균 경도가 상기 알루미늄계 도금강관의 평균 경도 이상일 수 있고, 바람직하게는 상기 이음부의 최소 경도가 상기 알루미늄계 도금 강관의 평균 경도 이상일 수 있다. 상기 이음부의 평균 경도가 상기 알루미늄계 도금강관의 평균 경도 미만인 경우는 상기 열처리된 블랭크에 인장력이 가해진 경우, 상기 이음부에서 파단이 발생할 가능성이 있다. 한 구체예에서 상기 알루미늄계 도금 블랭크를 Ac3 이상으로 가열하여 프레스 성형을 하고, 300℃ 이하까지 10~500℃/s의 냉각속도로 냉각하여 핫스탬핑 성형한 경우, 상기 이음부의 평균 경도는, 상기 베이스 강관의 평균 경도 이상이다.

[0145] 한 구체예에서 상기 이음부의 형성속도는 15~120mm/sec 이며, 이때 상기 레이저 빔의 주파수, 레이저 빔 반경 및 상기 이음부 형성 속도는 하기 식 1의 관계를 만족할 수 있다:

[0146] [식 1]

$$\left(\frac{f \times r}{v}\right)^{\alpha} \geq 1$$

[0147]

[0148] (상기 식 1에서, 상기 α 는 0.7이고, 상기 f 는 상기 레이저 빔의 주파수(Hz), 상기 r 은 알루미늄계 도금강관의 표면에서 측정된 상기 레이저 빔의 반경(mm) 및 상기 v 는 상기 이음부의 형성 속도(mm/sec)이다).

[0149] 상기 식 1의 레이저 빔의 주파수, 파워, 반경 및 상기 이음부 형성속도를 제어하더라도, 이음부의 충분한 인장강도를 확보하려면, 알루미늄(A1) 편석 면적분율을 낮추어야 한다. 그러기 위해서는 상기 레이저 빔의 주파수, 파워, 반경 및 상기 이음부 형성속도뿐만 아니라, 상기 레이저 빔이 레이저 헤드에서 조사되어 강관까지 전달되면 발생하는 에너지 손실, 도금층의 열 반사율, 강관의 열전도율, 베이스 강관의 두께 및 도금층의 두께 등 수 많은 변수를 고려해야 한다.

[0150] 또한, 상기 레이저 빔의 반경을 제어시에는 상기 알루미늄계 도금강관 표면에서의 에너지 밀도를 고려해야 할 뿐만 아니라, 상기 레이저 빔의 주파수와 상기 이음부 형성 속도에 따라 결정되는 상기 도금강관 표면에서의 레이저 빔 이동 경로도 고려하여 이음부에 고르게 에너지가 전달되도록 하여야 하는 어려움이 있다.

[0151] 이에, 본 발명자는 과도하게 반복된 실험을 거쳐 상술한 다양한 상황을 고려한 보정계수(α)를 사용하여 레이저 빔의 주파수와 반경 및 이음부 형성 속도만으로 이음부의 충분한 인장강도를 확보할 수 있는 조건을 도출했다.

[0152] 상기 식 1에 따른 조건 만족시 알루미늄(A1) 편석 분율을 5% 이하로 낮출 수 있다. 다만, 이때 상기 이음부의 형성속도는 1~7m/min인 것이 바람직하며, 더욱 바람직하게는 15~120mm/sec일 수 있다. 상기 이음부 형성 속도가 빠른 경우, 상기 이음부에 고르게 에너지가 전달될 수 있는 시간이 부족한 문제가 있다. 예를 들면 120~170mm/s의 이음부 형성속도 조건에서는, 상기 식 1을 만족하여도 이음부의 A1 편석이 과도하게 발생할 수 있다.

[0153] 한편 상기 이음부의 알루미늄(A1) 편석 면적분율이 5% 이하를 만족하여도, 상기 이음부와 베이스 강관의 경계면에 알루미늄(A1) 편석이 발생하는 경우에는 이음부, 구체적으로는 이음부 및 강관의 경계면에서 파단이 발생할 가능성이 높다.

[0154] 한 구체예에서 상기 레이저 빔의 패턴 각도를 45° 이상 90° 미만으로 실시하는 경우 상기 이음부와 베이스 강관의 경계면에 알루미늄(A1) 편석이 발생하는 것을 방지할 수 있다. 상기 패턴 각도는 상기 이음부가 형성될 때 상기 도금강관의 표면에서, 상기 이음부 형성 방향(X)과 상기 레이저 빔의 이동 경로(Y)가 이루는 각도를 의미한다.

[0156] **알루미늄계 도금 블랭크의 제조장치**

[0157] 본 발명의 또 다른 관점은 상기 알루미늄계 도금 블랭크의 제조장치를 제공하는 것이다. 도 4는 본 발명의 한 구체예에 따른 알루미늄계 블랭크의 제조장치를 나타낸 것이다. 상기 도 4를 참조하면, 알루미늄계 도금 블랭크 제조장치(1000)는 2 이상의 알루미늄계 도금강관이 서로 연결된 이음부를 포함하는 알루미늄계 도금 블랭크의 제조장치에 있어서, 레이저 광원을 생성하는 레이저 발진부(500); 2 이상의 알루미늄계 도금강관이 배치되며, 하나의 도금강관의 가장자리와 다른 하나의 도금강관의 가장자리를 서로 마주보도록 배치되는 강관 로딩부

(400); 상기 도금강관의 이음부를 형성하기 위한 필터 와이어(200)를 공급하는 와이어 공급부(210); 및 상기 레이저 발전부(500)로부터 공급된 레이저 광원을 이용하여 상기 알루미늄계 도금강관의 서로 마주보는 부위 및 상기 공급된 필터 와이어에 레이저 빔을 조사하는 레이저 헤드(300);를 포함한다.

[0158] 한 구체예에서 레이저 헤드(300)는 로봇 암(320)에 체결되어, 상기 이음부가 형성되는 방향에 대하여 반대 방향으로 이동할 수 있다.

[0159] 한 구체예에서 상기 강관 로딩부(400)를 이용하여 알루미늄계 도금강관을 상기 이음부가 형성되는 방향과 동일한 방향으로 이동할 수 있다.

[0160] 상기 강관 접합시, 상기 이음부의 형성 방향을 기준으로 소정 각도의 패턴을 이루도록 레이저 빔을 조사하여 접합되며, 상기 레이저 빔은 주파수 100~1500Hz, 파워 1~20kW 이다. 상기 이음부의 형성 속도는 1~10m/min, 바람직하게는 15~170mm/sec 일 수 있다.

[0161] 상기 알루미늄계 도금강관은 전술한 것과 동일한 것을 사용할 수 있다.

[0162] 한 구체예에서 상기 패턴은 상기 강관 로딩부의 도금강관 및 레이저빔 중 하나 이상이 패턴 운동하여 이루어질 수 있다.

[0164] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 통해 본 발명의 구성 및 작용을 더욱 상세히 설명하기로 한다. 다만, 이는 본 발명의 바람직한 예시로 제시된 것이며 어떠한 의미로도 이에 의해 본 발명이 제한되는 것으로 해석될 수는 없다.

[0166] **실시예 및 비교예**

[0167] **실시예 1**

[0168] 탄소(C) 0.01~0.5 중량%, 실리콘(Si) 0.01~1.0 중량%, 망간(Mn) 0.5~3.0 중량%, 인(P) 0 초과 0.05 중량% 이하, 황(S) 0 초과 0.01 중량% 이하, 알루미늄(Al) 0 초과 0.1 중량% 이하, 질소(N) 0 초과 0.001 중량% 이하, 잔부의 철(Fe) 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는 베이스 강관; 및 상기 베이스 강관의 적어도 일면에 20~100g/m²의 부착량으로 형성되며, 알루미늄(Al)을 포함하는 도금층;을 포함하되, 서로 강도 및 두께가 각각 다른 2 이상의 알루미늄계 도금강관을 준비하였다. 상기 알루미늄계 도금강관의 도금층은, 각각 상기 베이스 강관의 표면에 형성되며 알루미늄(Al)을 80 중량% 이상 포함하는 표면층; 및 상기 표면층과 베이스 강관 사이에 형성되며 알루미늄-철(Al-Fe) 및 알루미늄-철-실리콘(Al-Fe-Si) 금속간 화합물을 포함하며, 철(Fe)을 20~70 중량% 포함하는 합금화층;을 포함하였다.

[0169] 그리고 도 5와 같은 알루미늄계 도금 블랭크의 제조장치의 강관 로딩부에 상기 2 이상의 알루미늄계 도금강관 중 하나의 도금강관의 가장자리와 다른 하나의 도금강관의 가장자리를 서로 마주보도록 배치하였다. 그 다음에 상기 알루미늄계 도금강관이 서로 마주보는 부위에 와이어 공급부로부터 필터 와이어를 제공하고, 레이저 빔을 조사하여, 상기 알루미늄계 도금강관의 서로 마주보는 부위 및 필터 와이어를 용융하여 이음부를 형성하여 알루미늄계 도금 블랭크를 제조하였다.

[0170] 상기 강관 접합시, 상기 이음부의 형성 방향을 기준으로 소정 각도의 패턴을 이루도록 레이저 빔을 조사하여 접합하였다. 구체적으로 레이저 헤드는 이음부 형성 방향과 동일한 방향으로 평행하게 이동하면서, 레이저 빔은 상기 이음부 형성 방향에 대해 60° 로 패턴 운동을 하며 조사되었다. 또한, 상기 레이저 빔은 주파수 100Hz, 빔 파워 1kW, 빔반경 0.1mm로 조사하였으며, 이음부는 1m/min의 형성 속도로 형성하였다.

[0172] **실시예 2~16 및 비교예 1~12**

[0173] 하기 표 1 조건의 레이저 빔 파워, 빔 반경, 주파수, 이음부 형성 속도 조건을 적용하여 알루미늄계 도금강관을 접합한 것을 제외하고, 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 알루미늄계 도금 블랭크를 제조하였다.

[0174]

[0175] 실험예 (1) 경도 테스트: 상기 실시예 1~16 및 비교예 1~12의 알루미늄계 도금 블랭크 시편을 각각 3개씩 제조한 후, 각 시편을 오스테나이트 단상역 온도 이상(Ac3 이상)으로 가열하고 300℃ 이하까지 10~500℃/s의 냉각속도로 냉각 후 상기 알루미늄계 도금 블랭크의 이음부와 상기 알루미늄 도금강관의 평균 경도값을 측정하였다. 상기 이음부의 최소 경도가 상기 베이스 강관의 평균 경도 이상인 경우는 Pass, 평균 경도 미만인 경우를 Fail로 판정하여, 그 결과를 하기 표 1에 나타내었다.

표 1

구 분	빔 파워 (kW)	빔 반경 (mm)	주파수 (Hz)	이음부 형성 속도 (m/min)	경도 테스트 결과 (Pass/Fail)
실시예1	1	0.1	100	1	Pass
실시예2	1	0.1	1500	1	Pass
실시예3	1	0.1	100	10	Pass
실시예4	1	0.1	1500	10	Pass
실시예5	1	1	100	1	Pass
실시예6	1	1	1500	1	Pass
실시예7	1	1	100	10	Pass
실시예8	1	1	1500	10	Pass
비교예1	1	0.05	100	1	Fail
비교예2	1	0.05	1500	1	Fail
비교예3	1	0.1	90	1	Fail
비교예4	1	1	90	1	Fail
비교예5	1	1	100	11	Fail
비교예6	1	1	1500	11	Fail
실시예9	1	0.32	100	1	Pass
실시예10	1	0.32	1500	10	Pass
실시예11	10	1	100	1	Pass
실시예12	10	1	1500	10	Pass
실시예13	20	0.1	100	1	Pass
실시예14	20	0.1	1500	1	Pass
실시예15	20	0.1	100	10	Pass
실시예16	20	0.1	1500	10	Pass
비교예7	20	0.05	100	1	Fail
비교예8	20	0.05	1500	1	Fail
비교예9	20	0.1	90	1	Fail
비교예10	20	1	90	1	Fail
비교예11	20	1	100	11	Fail
비교예12	20	1	1500	11	Fail

[0176]

[0177]

[0178]

[0179]

[0180]

[0181]

[0183]

이하, 본 발명에서 “에너지 밀도”는 “레이저 발전기의 빔 파워 P(kW)를 강판 표면에서의 레이저 빔 면적($\pi \cdot r^2$)으로 나눈 값(단, 상기 r은 레이저 빔의 반경임)”으로 가정한다.

상기 표 1의 결과를 참조하면, 본 발명의 레이저 빔 조사 및 이음부 형성 속도를 만족하는 실시예 1~16의 경우, 상기 이음부의 최소 경도는, 상기 베이스 강판의 평균 경도 이상임을 알 수 있었다.

반면 비교예 1, 2, 7 및 8의 경우, 에너지 밀도는 충분하나, 이음부 형성 속도를 최소로 했음에도 레이저 빔의 반경이 작기 때문에 상기 레이저 빔에 의해 상기 알루미늄 도금강판의 도금층 및 베이스 강판의 용융시 상기 도금층의 성분이 상기 베이스 강판 성분에 충분히 희석되지 못하는 부분이 존재하여, 상기 이음부의 최소 경도가 상기 베이스 강판의 평균 경도 미만으로 형성되었다.

비교예 3, 4, 9 및 10의 경우, 레이저 빔 반경 값을 최대(1.0mm)로 하고, 이음부 형성 속도를 최소(1m/min)로 했음에도, 주파수가 낮기 때문에 상기 레이저 빔 이동 경로의 간격이 커지고, 상기 레이저 빔에 의해 상기 알루미늄 도금강판의 도금층 및 베이스 강판이 용융될 때 상기 도금층의 성분이 상기 베이스 강판 성분에 충분히 희석되지 못하는 부분이 존재하여, 상기 이음부의 최소 경도가 상기 베이스 강판의 평균 경도 미만으로 형성되었다.

또한 비교예 5, 6, 11 및 12의 경우, 에너지 밀도는 충분하고, 빔 반경도 최대로 했으나 속도가 너무 빨라서, 상기 레이저 빔 이동 경로의 간격이 커지고, 상기 레이저 빔에 의해 상기 알루미늄 도금강판의 도금층 및 베이스 강판이 용융될 때 상기 도금층의 성분이 상기 베이스 강판 성분에 충분히 희석되지 못하는 부분이 존재하여, 상기 이음부의 최소 경도가 상기 베이스 강판의 평균 경도 미만으로 형성되었다.

실시예 17~68 및 비교예 13~52

[0184] 하기 표 2 내지 표 5에 따른 레이저 빔 파워, 빔 반경, 주파수, 이음부 형성속도와, 하기 식 1에 따른 조건을 적용하여 알루미늄계 도금강판을 접합하였으며, 레이저 헤드는 이음부 형성 방향과 동일한 방향으로 평행하게 이동하면서, 레이저 빔은 상기 이음부 형성 방향에 대해 45°의 패턴 운동을 하며 조사한 것을 제외하고, 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 알루미늄계 도금 블랭크를 제조하였다.

[0185] [식 1]

$$\left(\frac{f \times r}{v}\right)^{\alpha} \geq 1$$

[0186]

[0187] (상기 식 1에서, 상기 α는 0.7이고, 상기 f는 상기 레이저 빔의 주파수(Hz), 상기 r은 알루미늄계 도금강판의 표면에서 측정된 상기 레이저 빔의 반경(mm) 및 상기 v는 상기 이음부의 형성 속도(mm/sec)이다).

[0189] 실험예 (2) 이음부의 알루미늄(A1) 편석분율(%) 및 인장 테스트: 상기 실시예 17~68 및 비교예 13~52의 블랭크 시편을 각각 3개씩 제조한 후, 각 시편을 오스테나이트 단상역 온도 이상(Ac3 이상)으로 가열하고 300℃ 이하까지 10~500℃/s의 냉각속도로 냉각하였다. 그 다음에, 상기 각 시편의 이음부의 알루미늄 편석 면적 분율과 인장 테스트를 실시하여 그 결과를 하기 표 2 내지 표 5에 나타내었다. 구체적으로 상기 이음부의 알루미늄(A1) 편석의 면적 분율 측정은 3개 시편에서의 A1 편석 면적 분율의 평균값으로 나타내었으며, 상기 인장 시험 결과는 시편에 인장력을 가한 후 3개의 시편 모두 상기 이음부에서 파단이 일어나지 않은 경우를 Pass, 이음부에서 1회 이상 파단이 발생한 경우를 Fail로 표시한 것이다.

표 2

구 분	빔파워 (kW)	이음부 형성 속도 (m/min)	빔반경 (mm)	주파수 (Hz)	식 1 (v:mm/sec)	A1 편석 면적분율 (%)	인장 테스트 결과 (Pass/Fail)
실시예17	1	1	0.1	1500	4.66	4.2	Pass
실시예18	1	1	1	100	3.51	3.6	Pass
실시예19	1	1	1	1500	23.34	5	Pass
실시예20	1	3	0.1	1500	2.16	1.1	Pass
실시예21	1	3	0.4	130	1.03	1	Pass
실시예22	1	3	0.4	1500	5.7	3.1	Pass
실시예23	1	3	1	100	1.63	1.1	Pass
실시예24	1	3	1	1500	10.82	4.2	Pass
실시예25	1	5	0.1	1500	1.51	1.6	Pass
실시예26	1	5	1	100	1.14	1.2	Pass
실시예27	1	5	1	1500	7.57	3.9	Pass
실시예28	1	7	0.1	1500	1.2	1.3	Pass
실시예29	1	7	1	1500	5.98	3.3	Pass
비교예13	1	1	0.1	100	0.7	18.7	Fail
비교예14	1	1	0.1	160	0.98	18.3	Fail
비교예15	1	3	0.1	100	0.33	14.2	Fail
비교예16	1	3	0.4	100	0.86	13.6	Fail
비교예17	1	5	0.1	100	0.23	11.2	Fail
비교예18	1	7	0.1	100	0.18	19.2	Fail
비교예19	1	7	1	100	0.9	14.5	Fail
비교예20	1	8	0.1	1500	1.09	13.9	Fail
비교예21	1	8	1	1500	5.45	15.7	Fail
비교예22	1	10	1	1500	4.66	19.5	Fail

[0190]

표 3

구 분	빔 파워 (kW)	이음부 형성 속도 (m/min)	빔 반경 (mm)	주파수 (Hz)	식 1 (v:mm/sec)	AI 편석 면적분율 (%)	인장 테스트 결과 (Pass/Fail)
실시예30	3	1	0.1	1500	4.66	4.9	Pass
실시예31	3	1	1	100	3.51	4.8	Pass
실시예32	3	1	1	1500	23.34	4.8	Pass
실시예33	3	3	0.1	1500	2.16	2.1	Pass
실시예34	3	3	0.4	130	1.03	0	Pass
실시예35	3	3	0.4	1500	5.7	3.9	Pass
실시예36	3	3	1	100	1.63	1.2	Pass
실시예37	3	3	1	1500	10.82	4.6	Pass
실시예38	3	5	0.1	1500	1.51	1.4	Pass
실시예39	3	5	1	100	1.14	0.9	Pass
실시예40	3	5	1	1500	7.57	3.1	Pass
실시예41	3	7	0.1	1500	1.2	1.2	Pass
실시예42	3	7	1	1500	5.98	3.9	Pass
비교예23	3	1	0.1	100	0.7	15.1	Fail
비교예24	3	1	0.1	160	0.98	14.6	Fail
비교예25	3	3	0.1	100	0.33	12.8	Fail
비교예26	3	3	0.4	100	0.86	17.7	Fail
비교예27	3	5	0.1	100	0.23	16.3	Fail
비교예28	3	7	0.1	100	0.18	16.1	Fail
비교예29	3	7	1	100	0.9	14.1	Fail
비교예30	3	8	0.1	1500	1.09	13.6	Fail
비교예31	3	8	1	1500	5.45	11.6	Fail
비교예32	3	10	1	1500	4.66	16.7	Fail

[0191]

표 4

구 분	빔 파워 (kW)	이음부 형성 속도 (m/min)	빔 반경 (mm)	주파수 (Hz)	식 1 (v:mm/sec)	AI 편석 면적분율 (%)	인장 테스트 결과 (Pass/Fail)
비교예33	7	1	0.1	100	0.7	14.2	Fail
비교예34	7	1	0.1	160	0.98	16.7	Fail
비교예35	7	3	0.1	100	0.33	15.2	Fail
비교예36	7	3	0.4	100	0.86	11.6	Fail
비교예37	7	5	0.1	100	0.23	11	Fail
비교예38	7	7	0.1	100	0.18	11.2	Fail
비교예39	7	7	1	100	0.9	12.6	Fail
비교예40	7	8	0.1	1500	1.09	13.2	Fail
비교예41	7	8	1	1500	5.45	17	Fail
비교예42	7	10	1	1500	4.66	19.5	Fail
실시예43	7	1	0.1	1500	4.66	5	Pass
실시예44	7	1	1	100	3.51	4.1	Pass
실시예45	7	1	1	1500	23.34	4.9	Pass
실시예46	7	3	0.1	1500	2.16	1.1	Pass
실시예47	7	3	0.4	130	1.03	1	Pass
실시예48	7	3	0.4	1500	5.7	3.9	Pass
실시예49	7	3	1	100	1.63	1.8	Pass
실시예50	7	3	1	1500	10.82	4.1	Pass
실시예51	7	5	0.1	1500	1.51	1.7	Pass
실시예52	7	5	1	100	1.14	1.2	Pass
실시예53	7	5	1	1500	7.57	3.5	Pass
실시예54	7	7	0.1	1500	1.2	1.9	Pass
실시예55	7	7	1	1500	5.98	3.4	Pass

[0192]

표 5

구 분	빔과 워 (kW)	이음부 형성 속도 (m/min)	빔반경 (mm)	주파수 (Hz)	식 1 (v:mm/se c)	A1 편석 면적분 율(%)	인장 테스트 결과 (Pass/Fai l)
비교예43	20	1	0.1	100	0.7	12.2	Fail
비교예44	20	1	0.1	160	0.98	10.9	Fail
비교예45	20	3	0.1	100	0.33	15.2	Fail
비교예46	20	3	0.4	100	0.86	14	Fail
비교예47	20	5	0.1	100	0.23	15.5	Fail
비교예48	20	7	0.1	100	0.18	20.9	Fail
비교예49	20	7	1	100	0.9	12.2	Fail
비교예50	20	8	0.1	1500	1.09	13.9	Fail
비교예51	20	8	1	1500	5.45	12.7	Fail
비교예52	20	10	1	1500	4.66	16.1	Fail
실시예56	20	1	0.1	1500	4.66	3.9	Pass
실시예57	20	1	1	100	3.51	4	Pass
실시예58	20	1	1	1500	23.34	3	Pass
실시예59	20	3	0.1	1500	2.16	1.9	Pass
실시예60	20	3	0.4	130	1.03	1.3	Pass
실시예61	20	3	0.4	1500	5.7	3.2	Pass
실시예62	20	3	1	100	1.63	0	Pass
실시예63	20	3	1	1500	10.82	5	Pass
실시예64	20	5	0.1	1500	1.51	1.2	Pass
실시예65	20	5	1	100	1.14	1.3	Pass
실시예66	20	5	1	1500	7.57	4.4	Pass
실시예67	20	7	0.1	1500	1.2	1.3	Pass
실시예68	20	7	1	1500	5.98	3	Pass

[0193]

[0194]

상기 표 2 내지 표 5의 결과를 참조하면, 본 발명의 실시예 17~68의 경우, 식 1의 조건을 만족하였으며, 이음부의 알루미늄 편석 면적분율이 5% 이하를 만족하였고, 인장 테스트결과 이음부에서 파단이 발생하지 않았다(PASS). 그러나, 본 발명의 조건을 벗어난 비교예 13~52의 경우, 본 발명의 식 1의 조건을 만족하지 못하는 경우 이음부의 알루미늄 편석 면적분율이 5%를 초과하였으며, 인장 테스트시 이음부에서 파단이 발생하였다. 또한, 식 1을 만족하더라도 이음부 형성속도가 7m/min을 초과하는 경우 이음부 형성 속도가 빨라서 레이저 빔이 베이스 강판의 내부까지 충분히 교반하지 못하여 알루미늄 편석이 과도하게 발생하였으며, 인장 테스트시 이음부에서 파단이 발생하였다.

[0196]

실시예 69~98 및 비교예 53~72

[0197]

하기 표 6 및 표 7에 따른 레이저 빔 파워, 이음부 형성속도, 빔 반경, 주파수를 적용하여 알루미늄계 도금강판을 접합하였으며, 레이저 헤드는 이음부 형성 방향과 동일한 방향으로 평행하게 이동하면서, 레이저 빔은 상기 이음부 형성 방향에 대해 하기 표 6 및 표 7 조건의 패턴 각도로 조사한 것을 제외하고, 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 알루미늄계 도금 블랭크를 제조하였다. 이때 상기 패턴 각도는 상기 이음부가 형성될 때 상기 도금강판의 표면에서 상기 이음부 형성방향(X)과 상기 레이저 빔의 이동 경로(Y)가 이루는 각도를 의미한다.

[0199]

실험예 (3) 이음부의 알루미늄(A1) 편석분율(%), 이음부 경계면의 알루미늄 편석 및 이음부 파단여부 확인: 상기 실시예 69~98 및 비교예 53~72의 블랭크 시편을 각각 3개씩 제조한 후, 각 시편을 오스테나이트 단상역 온도 이상(Ac3 이상)으로 가열하고 300℃ 이하까지 10~500℃/s의 냉각속도로 냉각하였다. 그 다음에, 상기 각 시편의 이음부의 알루미늄 편석 면적 분율, 이음부 경계면의 알루미늄 편석발생 여부와, 인장 테스트를 결과를 하기 표 6 및 표 7에 나타내었다. 구체적으로 상기 이음부의 알루미늄(A1) 편석의 면적 분율 측정은 3개 시편에서의 A1 편석 면적 분율의 평균값으로 나타내었으며, 상기 인장 시험 결과는 시편에 인장력을 가한 후 3개의 시편 모두 상기 이음부에서 파단이 일어나지 않은 경우를 x, 이음부에서 1회 이상 파단이 발생한 경우를 ○로 판정하였다.

표 6

구분	빔과워 (kW)	이음부 형성 속도 (m/min)	빔반경 (mm)	주파수 (Hz)	패턴각도 (degree)	AI 편석 면적분율	이음부 경계면 석 AI 편석	이음부 파단여부
비교예53	3	1	0.1	1500	20	4.8	유	0
비교예54					40	4.1	유	0
실시예69					45	4.9	무	X
실시예70					60	4.1	무	X
실시예71					85	3.2	무	X
비교예55	3	1	1	100	20	4.8	유	0
비교예56					40	4.2	유	0
실시예72					45	0	무	X
실시예73					60	4.1	무	X
실시예74					85	3.4	무	X
비교예57	3	1	1	1500	20	4.8	유	0
비교예58					40	4.3	유	0
실시예75					45	0	무	X
실시예76					60	4.5	무	X
실시예77					85	3.1	무	X
비교예59	3	7	0.1	1500	20	3.2	유	0
비교예60					40	2.2	유	0
실시예78					45	1.2	무	X
실시예79					60	1.8	무	X
실시예80					85	0.5	무	X
비교예61	3	7	1	1500	20	4.7	유	0
비교예62					40	4.2	유	0
실시예81					45	3.9	무	X
실시예82					60	1.5	무	X
실시예83					85	0	무	X

[0200]

표 7

구분	빔파워 (kW)	이음부 형성 속도 (m/min)	빔반경 (mm)	주파수 (Hz)	패턴각도 (degree)	A1 편석 면적분율	이음부 경계면석	이음부 파단여부
비교예63	7	1	0.1	1500	20	4.6	유	0
비교예64					40	4.1	유	0
실시에84					45	5	무	X
실시에85					60	4.1	무	X
실시에86					85	3.9	무	X
비교예65	7	1	1	100	20	4.7	유	0
비교예66					40	3.9	유	0
실시에87					45	3.5	무	X
실시에88					60	3.5	무	X
실시에89					85	3.5	무	X
비교예67	7	1	1	1500	20	4.7	유	0
비교예68					40	4.5	유	0
실시에90					45	4.9	무	X
실시에91					60	4.1	무	X
실시에92					85	2.8	무	X
비교예69	7	7	0.1	1500	20	4.9	유	0
비교예70					40	3.5	유	0
실시에93					45	1.9	무	X
실시에94					60	1.8	무	X
실시에95					85	1.1	무	X
비교예71	7	7	1	1500	20	4.8	유	0
비교예72					40	3.8	유	0
실시에96					45	3.4	무	X
실시에97					60	2.8	무	X
실시에98					85	1.9	무	X

[0201]

[0202]

한편 상기 이음부의 알루미늄 편석의 면적 분율이 5% 이하를 만족하여도, 상기 이음부와 베이스 강판의 경계면에 알루미늄(A1) 편석이 발생하는 경우에는, 이음부, 구체적으로 이음부 및 강판의 경계면에서 파단이 발생할 가능성이 높다. 상기 표 6 및 표 7의 결과를 참조하면, 패턴 각도를 45° 이상 90° 미만으로 적용한 실시예의 경우 이음부의 알루미늄 편석이 면적분율 5% 이하로 형성되며, 이음부와 베이스 강판의 경계면에 알루미늄(A1) 편석이 발생하는 것을 방지할 수 있으며, 인장시험시 이음부의 파단이 방지되는 것을 알 수 있었다. 반면, 45° 미만의 패턴 각도를 적용한 비교예 53~72의 경우 이음부 경계면에 알루미늄 편석이 발생하며 이음부의 파단이 발생함을 알 수 있었다.

[0203]

하기 도 5(a)는 레이저 빔으로 집합하되, 레이저 빔을 소정의 패턴 각도를 적용하지 않은 종래 방법으로 제조된 알루미늄계 블랭크의 단면을 나타낸 것이며, 도 5(b)는 실시예 1의 알루미늄계 블랭크의 단면을 나타낸 광학현미경 사진이다. 상기 도 5를 참조하면, 레이저 빔을 소정의 패턴 각도를 적용하지 않은 종래 방법을 적용시, 도금층의 성분이 베이스 강판의 성분에 충분히 희석되지 못하여, 이음부 알루미늄 편석의 면적분율이 증가하였으나, 상기 실시예 1의 경우, 도금층의 성분이 베이스 강판의 성분에 충분히 희석되어, 이음부에 알루미늄 편석 발생을 최소화할 수 있음을 알 수 있었다.

[0204]

도 6(a)는 실시예 7의 알루미늄계 블랭크의 핫스탬핑 성형 후 부위별 경도 변화를 나타낸 그래프이며, 도 6(b)는 비교예 5의 알루미늄계 블랭크의 부위별 경도 변화를 나타낸 그래프이다. 상기 도 6을 참조하면, 실시예 7은 핫스탬핑 성형 후 상기 이음부의 최소 경도가 상기 베이스 강판의 평균 경도 이상을 가졌으나, 본 발명의 조건을 벗어난 비교예 5의 경우 핫스탬핑 성형 후 상기 이음부의 최소 경도가 상기 베이스 강판의 평균 경도 미만인 것을 알 수 있었다.

[0205]

도 7(a)는 실시예 34 알루미늄계 블랭크의 단면을 나타낸 것이며, 도 7(b)는 비교예 28의 알루미늄계 블랭크의 단면을 나타낸 광학현미경 사진이다. 상기 도 7을 참조하면, 실시예 34의 알루미늄계 블랭크는 이음부의 알루미늄

늄 편석을 최소화하였으나, 본 발명의 식 1의 조건을 벗어난 비교예 28의 경우, 상기 실시예 34에 비해 이음부의 알루미늄 편석 발생이 증가한 것을 알 수 있었다.

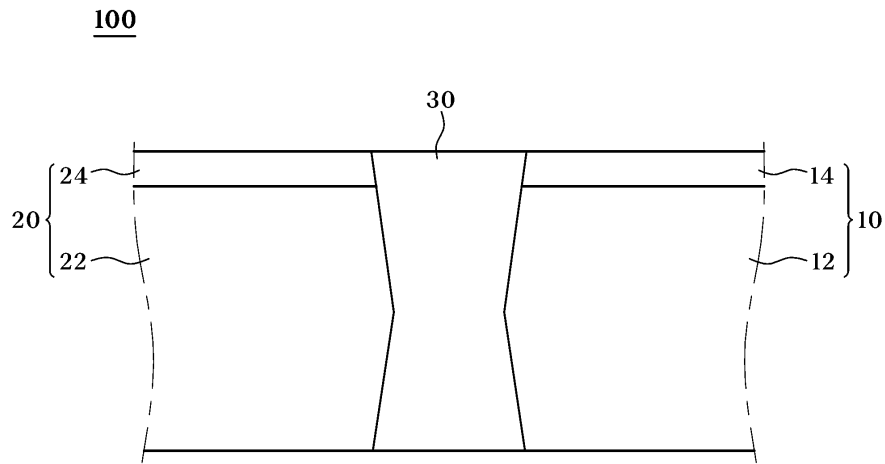
[0207] 본 발명의 단순한 변형 내지 변경은 이 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의하여 용이하게 실시될 수 있으며, 이러한 변형이나 변경은 모두 본 발명의 영역에 포함되는 것으로 볼 수 있다.

부호의 설명

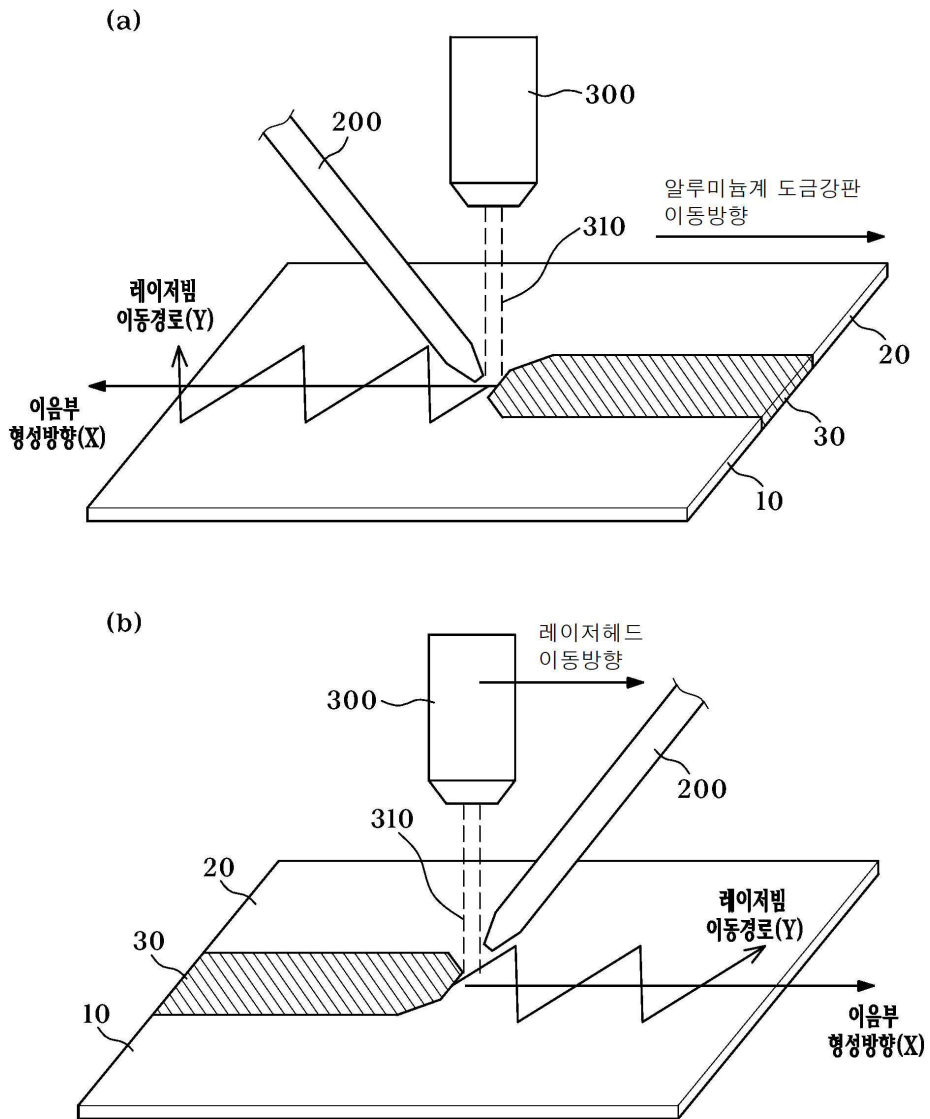
- [0209]
- | | |
|--------------------|-------------------|
| 10, 20: 알루미늄계 도금강판 | 12, 22: 베이스 강판 |
| 14, 24: 도금층 | 100: 알루미늄계 도금 블랭크 |
| 200: 필러 와이어 | 210: 와이어 공급부 |
| 300: 레이저 헤드 | 310: 레이저 빔 |
| 320: 로봇 암 | 400: 강판 로딩부 |
| 500: 레이저 발진부 | |

도면

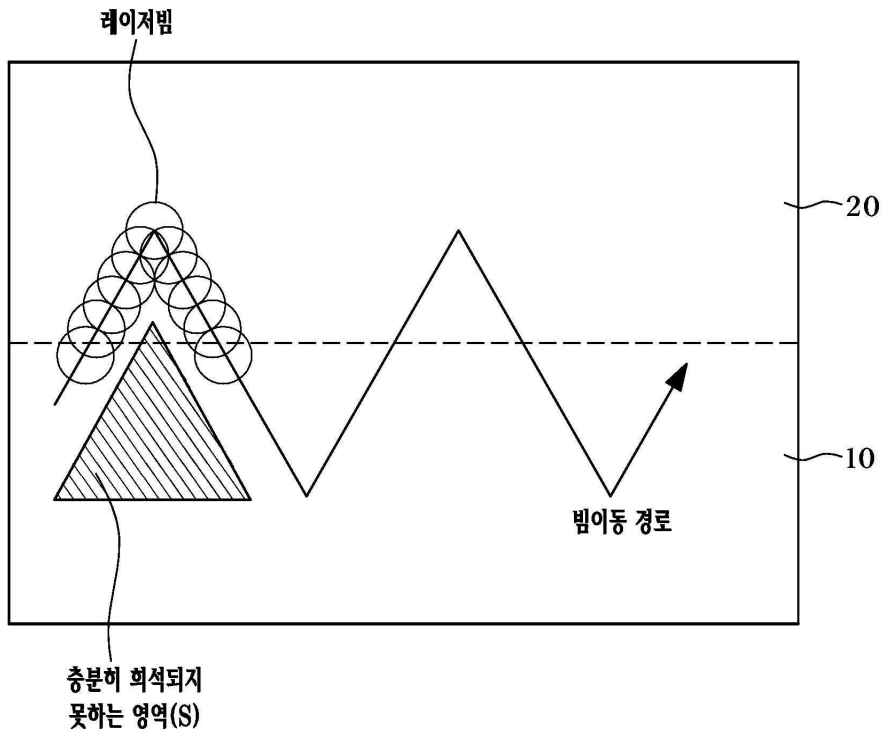
도면1



도면2

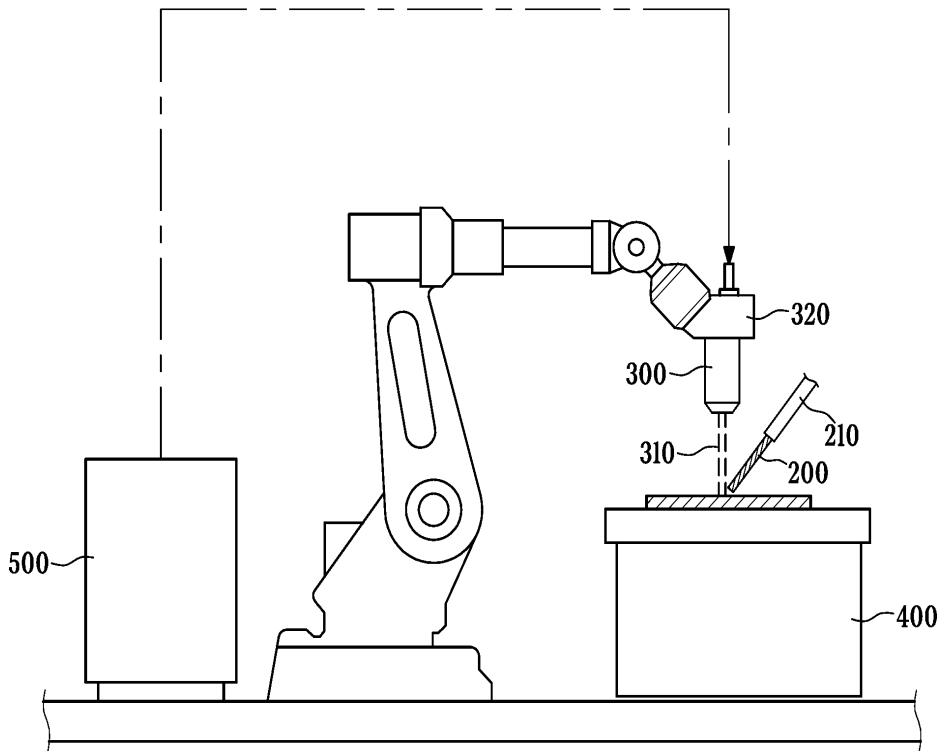


도면3

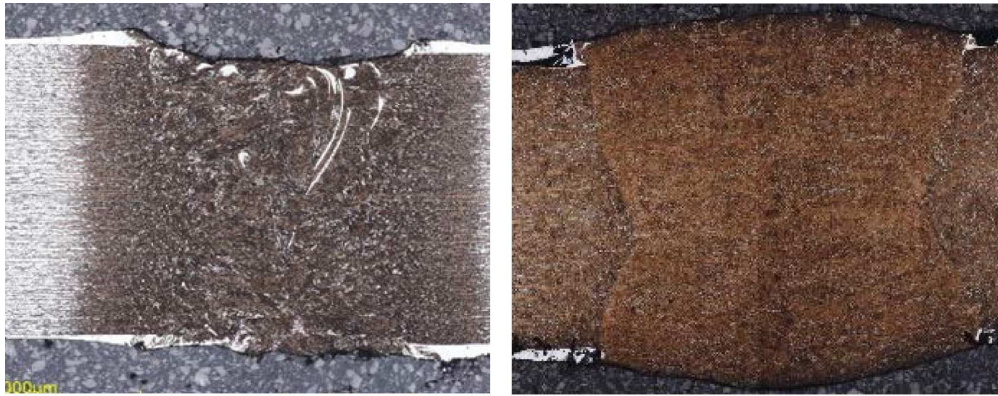


도면4

1000



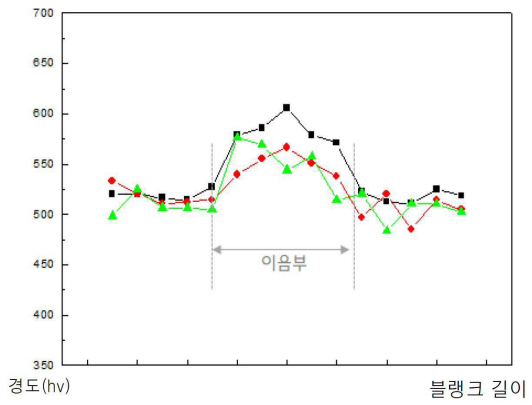
도면5



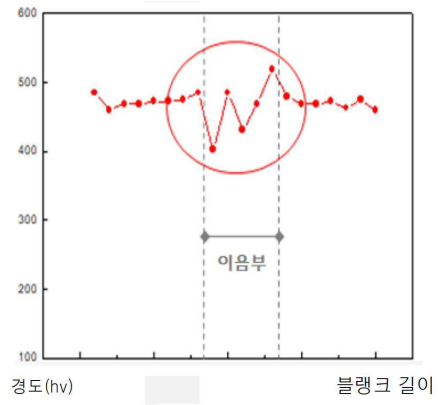
(a)

(b)

도면6

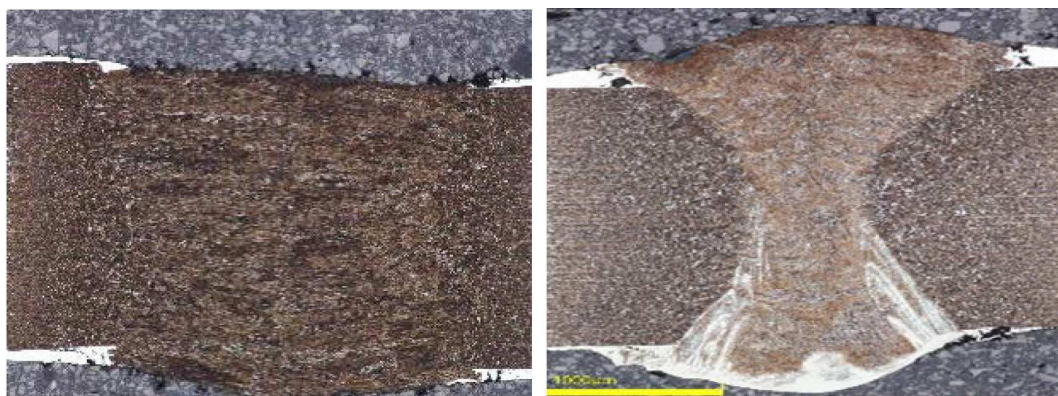


(a)



(b)

도면7



(a)

(b)

【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 9

【변경전】

제5항에 있어서,

상기 이음부의 상기 알루미늄 편석의 면적 분율은 5% 이하인 것을 특징으로 하는 알루미늄계 도금 블랭크 제조 방법.

【변경후】

제5항에 있어서,

상기 이음부의 알루미늄 편석의 면적 분율은 5% 이하인 것을 특징으로 하는 알루미늄계 도금 블랭크 제조방법.

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 12

【변경전】

제10항에 있어서,

상기 이음부의 상기 알루미늄 편석의 면적 분율은 5% 이하인 것을 특징으로 하는 알루미늄계 도금 블랭크 제조 장치.

【변경후】

제10항에 있어서,

상기 이음부의 알루미늄 편석의 면적 분율은 5% 이하인 것을 특징으로 하는 알루미늄계 도금 블랭크 제조장치.