



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년06월16일
(11) 등록번호 10-2819975
(24) 등록일자 2025년06월09일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 38/38 (2006.01) B32B 15/01 (2006.01)
C21D 1/673 (2006.01) C21D 1/76 (2006.01)
C21D 8/02 (2006.01) C21D 9/46 (2006.01)
C22C 38/22 (2006.01) C22C 38/24 (2006.01)
C22C 38/26 (2006.01) C22C 38/28 (2006.01)
C23C 28/02 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C22C 38/38 (2013.01)
C21D 1/673 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2021-7042720
- (22) 출원일자(국제) 2020년05월28일
심사청구일자 2023년05월26일
- (85) 번역문제출일자 2021년12월27일
- (65) 공개번호 10-2022-0016491
- (43) 공개일자 2022년02월09일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2020/064836
- (87) 국제공개번호 WO 2020/245027
국제공개일자 2020년12월10일
- (30) 우선권주장
PCT/EP2019/064332 2019년06월03일
유럽특허청(EPO)(EP)
- (56) 선행기술조사문헌
CN109136775 A
KR1020170048542 A
KR1020170036700 A
KR1020130085410 A

- (73) 특허권자
티센크루프 스틸 유럽 악티엔게젤샤프트
독일 47166 두이스부르크 카이저-빌헬름-슈트라세 100
- (72) 발명자
페이어 마리아
독일 44141 도르트문트 임 데프다홀 313
루텐베르그 마누엘라
독일 44143 도르트문트 에스펜슈트라세 47
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
박장원

전체 청구항 수 : 총 17 항

심사관 : 최정식

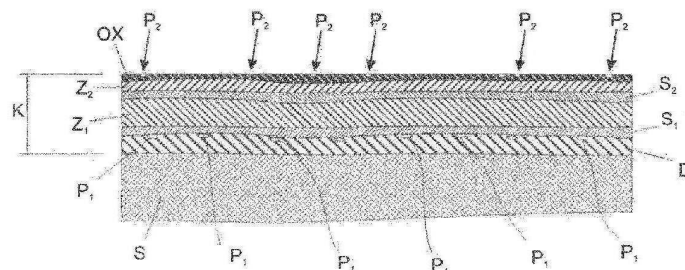
(54) 발명의 명칭 부식방지 코팅이 구비된 강판 제품으로부터 판금 부품을 제조하는 방법

(57) 요약

본 발명은 판금 부품을 제조하기 위한 방법에 관한 것으로서, 이 방법에서 a) (중량%로) 0.05 - 0.5% C, 0.5 - 3% Mn, 0.06 - 1.7% Si, < 0.06% P, < 0.01% S, < 1.0% Al, < 0.15% Ti, < 0.6% Nb, < 0.01% B, < 1.0% Cr, < 1.0% Mo, 여기서 Cr 및 Mo의 합계 함량은 < 1.0%, < 0.2% Ca, < 0.1% V, 잔부 철 및 불순물로 이루어진 강으로

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



만들어진 평탄 강 제품이 제공되고; b) 평탄 강 제품은 0.1 내지 15% 수소와 질소로 구성된 어닐링 분위기에서 4개의 구역(A, B, C, D)를 갖는 연속로에서 이슬점 온도(TP) 및 어닐링 온도(GT)에서 어닐링되고, 여기서 하기의 사항들이 적용되며: 구역 A에서 TP: -10 내지 -25°C, GT: 800 내지 950°C, 구역 B에서 TP: -27 내지 -41°C, GT: 800 내지 930°C, 구역 C에서 TP: -30 내지 -80°C, GT: 800 내지 950°C, 구역 D에서 TP: -30 내지 -20°C, GT: 750 내지 950°C; c) (중량%) < 15% Si, < 5% Fe, 합계로 0.1 - 5%의 적어도 하나의 알칼리 토류 또는 전이 금속, 그리고 잔부 Al 및 불가피한 불순물로 구성되는 부식방지 코팅이 평탄 강 제품에 적용되며; 옵션으로 d) 평탄 강 제품은 조질 압연되고 e) 블랭크가 평탄 강 제품으로부터 분리되고; f) 평탄 강 제품은 100,000 kJ 초과 800,000 kJ 이하의 열에너지 양(Js)을 도입하기에 충분한 유지 시간 동안 평탄 강 제품의 Ac3 보다 높고 1000°C 미만의 온도로 가열되고; g) 평탄 강 제품은 판금 부품으로 열간 성형되고; h) 부품의 적어도 하나의 섹션은 경화 조직을 생성하기에 충분한 냉각 속도로 냉각된다. 본 발명은 또한 강 기관에 대한 부식방지 코팅의 최적의 접착이 보장되는 부품에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류

- C21D 1/76* (2013.01)
- C21D 8/0226* (2013.01)
- C21D 8/0273* (2013.01)
- C21D 8/0278* (2013.01)
- C21D 9/46* (2013.01)
- C22C 38/22* (2013.01)
- C22C 38/24* (2013.01)
- C22C 38/26* (2013.01)
- C22C 38/28* (2013.01)

(72) 발명자

바니크 안코

독일 58762 알테나 안 테르 스타인쿨레 15

에트졸드 울리히

독일 47647 케르켄 회르네베크 16

명세서

청구범위

청구항 1

부식방지 코팅이 제공된 평탄 강 제품으로부터 판금 부품을 제조하는 방법으로서,

a) 0.05 - 0.5% C, 0.5 - 3% Mn, 0.06 - 1.7% Si, 최대 0.06% P, 최대 0.01% S, 최대 1.0% Al, 최대 0.15% Ti, 최대 0.6% Nb, 최대 0.01% B, 최대 1.0% Cr, 최대 1.0% Mo, 여기서 Cr 및 Mo의 합계 함량은 최대 1.0%, 최대 0.2% Ca, 최대 0.1% V, 잔부 철 및 불가피한 불순물로 구성된 강으로부터 생산된 평탄 강 제품을 제공하는 단계;

b) 평탄 강 제품에 의해 연속적으로 통과되는 4개의 구역 A, B, C, D를 갖는 연속로에서 평탄 강 제품을 어닐링하는 단계로서, 여기서 평탄 강 제품은 각각의 경우에 0.1 - 15 부피% 수소와 잔부 질소 및 기술적으로 불가피한 불순물로 구성되며 어닐링 온도 GT_A , GT_B , GT_C , GT_D 에서 이슬점 온도 TP_A , TP_B , TP_C , TP_D 를 갖는 하기의 사양이 적용되는 어닐링 분위기 하에서 어닐링되며;

구역	이슬점 온도 TP	어닐링 온도 GT
A	$-25^{\circ}\text{C} \leq TP_A \leq -10^{\circ}\text{C}$	$800^{\circ}\text{C} \leq GT_A \leq 950^{\circ}\text{C}$
B	$-41^{\circ}\text{C} \leq TP_B \leq -27^{\circ}\text{C}$	$800^{\circ}\text{C} \leq GT_B \leq 930^{\circ}\text{C}$
C	$-80^{\circ}\text{C} \leq TP_C \leq -30^{\circ}\text{C}$	$800^{\circ}\text{C} \leq GT_C \leq 950^{\circ}\text{C}$
D	$-30^{\circ}\text{C} \leq TP_D \leq -20^{\circ}\text{C}$	$750^{\circ}\text{C} \leq GT_D \leq 950^{\circ}\text{C}$

c) 작업 단계 b)에서 수득한 평탄 강 제품에 부식방지 코팅을 적용하는 단계로서, 여기서 부식방지 코팅은 (중량%) 최대 15% Si, 최대 5% Fe, 합계로 0.1 - 5%인 적어도 하나의 알칼리 토류 또는 전이 금속, 잔부 Al 및 불가피한 불순물로 구성되며;

d) 옵션으로, 부식방지 코팅이 제공된 평탄 강 제품을 조질 압연하는 단계;

e) 옵션으로, 평탄 강 제품에서 판재를 분리하는 단계;

f) 평탄 강 제품 또는 판재에 100,000 kJ 초과하고 최대 800,000 kJ의 에너지 양 J_s 를 도입하기에 충분한 유지 시간 동안, 평탄 강 제품의 강의 Ac3 온도보다 높고 1000°C를 초과하지 않는 열간 성형 온도로 상기 평탄 강 제품 또는 판재를 가열하는 단계;

g) 열간 성형 온도로 가열된 평탄 강 제품 또는 열간 성형 온도로 가열된 판재를 판금 부품으로 열간 성형하는 단계;

h) 판금 부품의 섹션에 경화 조직을 생성하기에 충분한 냉각 속도로 부품의 적어도 하나의 섹션을 냉각하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

작업 단계 a)에서 제공된 평탄 강 제품의 두께가 0.6 - 7 mm인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

작업 단계 b)에서 완료된 어닐링의 경우에 연속로의 구역(A)에서 어닐링 온도(GT_A)는 810 - 940°C이고 이슬점 온도(TP_A)는 -25°C 내지 -15°C인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

작업 단계 b)에서 완료된 어닐링의 경우에 연속로의 구역(B)에서 어닐링 온도(GT_B)는 800 - 900℃인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

작업 단계 b)에서 완료된 어닐링의 경우에 연속로의 구역(C)에서 어닐링 온도(GT_C)는 800 - 920℃이고 이슬점 온도(TP_C)는 -50℃ 내지 -30℃인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

작업 단계 b)에서 완료된 어닐링의 경우에 연속로의 구역(D)에서 어닐링 온도(GT_D)는 780 - 930℃인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

작업 단계 b)에서 완료된 어닐링의 경우에 구역(A - D)에서 유지되는 어닐링 분위기의 람다 값(λ)은 0.95 - 1.1인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

작업 단계 c)에서 평탄 강 제품에 적용된 부식방지 코팅의 Si 함량은 3 중량% 이상인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

작업 단계 c)에서 평탄 강 제품에 적용된 부식방지 코팅의 Fe 함량은 1 중량% 이상인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

작업 단계 c)에서 평탄 강 제품에 적용된 부식방지 코팅은 합계로 0.11 중량% 이상의 알칼리 토류 또는 전이 금속을 함유하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

작업 단계 c)에서 평탄 강 제품에 적용된 부식방지 코팅에 알칼리 토류 또는 전이 금속의 함량은 합계로 0.6 중량% 이하인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

작업 단계 c)에서 평탄 강 제품에 적용된 부식방지 코팅이 적어도 하나의 알칼리 토류 또는 전이 금속으로서 마그네슘을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

작업 단계 c)에서 평탄 강 제품에 적용된 부식방지 코팅의 코팅 중량은 평탄 강 제품의 코팅된 면당 30 내지 100 g/m²인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제1항에 있어서,

작업 단계 c)에서 부식방지 코팅의 적용은 용융 코팅에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

제1항에 있어서,

작업 단계 f)에서 평탄 강 제품 또는 관재의 가열은 연속로에서 복사열에 의해 일어나며 유지 시간은 100 - 900 초 인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16

평탄 강 제품으로 제조되는 판금 부품에 있어서,

강 기관은 강으로 구성되며, 강은 (중량%로) 0.05 - 0.5% C, 0.5 - 3% Mn, 0.06 - 1.7% Si, 최대 0.06% P, 최대 0.01% S, 최대 1.0% Al, 최대 0.15% Ti, 최대 0.6% Nb, 최대 0.01% B, 최대 1.0% Cr, 최대 1.0% Mo, 여기서 Cr과 Mo의 합계 함량은 최대 1.0%이고, 최대 0.2% Ca, 최대 0.1% V, 그리고 잔부로서 철 및 불가피한 불순물로 이루어지고, 강은 (중량%로) 최대 15% Si, 최대 5% Fe, 합계 0.1 - 5%의 적어도 하나의 알칼리 토류 또는 전이 금속, 그리고 잔부로서 Al 및 불가피한 불순물로 이루어진 부식방지 코팅으로 도포되며,

강 기관에 인접한 부식방지 코팅의 층은 최대 50 중량%의 Al 함량을 갖는 페라이트로 이루어진 상호확산층(D)이고, 상호확산층(D)의 단면에서 직경이 ≥ 0.1 μm인 기공들에 의해 덮인 표면의 비율은 10% 미만이고, 상호확산층(D)에서 기공에 의해 덮인 표면은 500 μm의 측정 길이에 걸쳐 300 μm² 미만인 것을 특징으로 하는 판금 부품.

청구항 17

제16항에 있어서,

상호확산층(D)의 두께가 1 - 30 μm인 것을 특징으로 하는 판금 부품.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 부식방지 코팅이 구비된 평탄 강 제품으로부터 판금 부품을 제조하는 방법에 관한 것이다.
- [0002] 여기에서 평탄 강 제품은 그 길이와 너비가 두께보다 훨씬 큰 압연 제품으로 이해된다. 평탄 강 제품은 특히 강 스트립 및 강판을 포함한다.
- [0003] 달리 명시적으로 언급되지 않는 한, 합금 성분의 함량에 대한 정보는 본 명세서에서 항상 중량%로 제공된다.
- [0004] 다른 한편으로, 분위기 특히 어닐링 분위기의 특정 성분의 비율은 달리 명시되지 않는 한 부피%로 나타낸다.

배경 기술

- [0005] 서두에 나타난 유형의 방법이 EP 2 993 248 A1으로부터 알려져 있다. 평탄 강 제품은 이 방법을 위한 출발 제품으로 사용되며, 강 기관은 소위 "MnB 강"으로 구성된다. 이 유형의 강들은 EN 10083-3으로 표준화되어 있고 우수한 경화성을 가지고 있다. 이 강들은 열간 프레스 동안 안정적인 공정 제어를 가능하게 하며, 이를 통해 추가 냉각없이 열간 성형 중에 공구에서 마르텐사이트 경화를 계속 일으키는 것이 경제적으로 가능하다. 이러한 강의 전형적인 예는 22MnB5라는 명칭으로 알려진 강이며, 이는 재료 번호 1.5528의 강 키 2004에서 찾을 수 있다. 일반적으로 시장에서 입수할 수 있게 완전히 결정된 22MnB5 강은, 철 및 불가피한 불순물 이외에 (중량%로) 0.10 - 0.250% C, 1.0 - 1.4% Mn, 0.35 - 0.4% Si, 최대 0.03% P, 최대 0.01% S, 최대 0.040% Al, 최대 0.15% Ti, 최대 0.1% Nb, 합계로 최대 0.5% Cr + Mo, 및 최대 0.005% B를 포함한다. 이러한 복합강으로 구성된 평탄 강 제품을 부식 공격으로부터 보호하는 동시에 열간 성형에 필요한 가열 동안 수소 흡수의 위험을 최소화하기

위하여, 평판 강 제품은 알려진 방법에 따른 알루미늄 기반의 부식방지 코팅을 구비하며, 부식방지 코팅은 0.005 - 0.7 중량%의 추가 합금 성분으로서 적어도 하나의 알칼리 토류 또는 전이 금속의 유효 함량을 포함한다. 또한, 3 - 15 중량%의 Si 함량 및 최대 5 중량%의 Fe 함량이 코팅에 존재할 수도 있다. 보호 코팅의 적어도 하나의 알칼리 토류 또는 전이 금속으로서, 여기에서 Mg가 바람직하게는 0.1 - 0.5 중량%의 함량으로 사용되며, 여기서 칼슘, 스트론튬, 나트륨 또는 바륨도 대안적으로 또는 추가적으로 또한 고려된다. Al 기반의 보호 코팅은 기술 용어로 "용융 알루미늄나이징"이라고도 알려진 용융 코팅(hot-dip coating) 또는 가스 분리 공정, 예를 들어 공지된 PVD(물리기상증착) 또는 CVD(화학기상증착)에 의해 도포될 수 있다.

[0006] MnB 강으로 구성된 강 기판에 부식방지 코팅이 도포되는 방식에 대한 특별한 요구 사항은 위에서 설명한 종래 기술에 언급되어 있지 않다. 위에서 설명한 방식으로 코팅된 판재를 일반적인 분위기 하에서 통상적인 방식으로 360 - 800초에 걸쳐 900℃의 온도로 가열하는 경우, 코팅에 알칼리 토류 또는 전이 금속이 존재함으로 인해 강 기판에서 기껏해야 최소한의 수소 흡수가 일어나므로 소위 "수소 취성"의 위험은 최소화된다.

[0007] 그러나 실제 사용에서, 이러한 성공에도 불구하고 위에서 설명한 방식으로 생산된 평판 강 제품으로부터 형성된 부품들은 최적화된 강도를 갖지만, 저항 용접의 경우에 이러한 평판 강 제품들로부터 제조된 판금 부품의 거동 및 이러한 판금 부품에 페인팅 등과 같은 유기층의 접착에 관해 부과되는 더욱더 높은 요구 사항을 항상 충족할 수는 없다.

[0008] DE 10 2017 210 201 A1은 또한 금속의 부식방지 코팅이 구비된 알루미늄 기반의 강 부품의 제조 방법을 다루고 있다. 이를 위해, 중량%로 0.15 내지 0.50% C, 0.50 내지 3.0% Mn, 0.10 내지 0.50% Si, 0.01 내지 1.00% Cr, 최대 0.20% Ti, 최대 0.10% Al, 최대 0.10% P, 최대 0.1% Nb, 최대 0.01% N, 최대 0.05% S, 최대 0.1% B, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물로 구성된 평판 강 제품이 제공되고 Al 코팅으로 코팅되며, Al 코팅은 중량%로 3 - 15% Si, 1 - 3.5% Fe, 최대 0.5% 알칼리 및/또는 알칼리 토류 금속, 잔부 Al 및 불가피한 불순물로 구성된다. 제공된 판금은 복잡한 공식에 따라 계산된 매개변수에 의해 서로 관련되는 온도 및 시간에 걸쳐 노에서 어닐링 처리된다. 노 체류 시간과 온도에 따라 기판과 코팅 사이의 전이에서 소위 상호확산 구역이 형성되는데, 이 영역에서 프레스 경화 동안 마르텐사이트 조직이 발생하지 않지만 상호확산 구역이 Al 코팅에 할당되지도 않는다. 이 상호확산 구역은 평판 강 제품의 중심에서 시작하여 부품에 더 이상 마르텐사이트 조직이 없는 두께부터 Al 코팅의 철 함량이 계속해서 85 중량% 이하이며 Al 함량이 계속해서 10 중량% 이상인 두께까지 연장한다. 상호확산 구역이 어떻게 상세하게 설계될 수 있는지에 대한 정보 또는 코팅의 특정 표면 특성과 관련하여 상호확산 구역의 형성 및 조성이 어떻게 목표하는 방식으로 제어될 수 있는지에 대한 지침은 이 종래 기술에 또한 제공되어 있지 않다. 대신에, 여기서는 Al 코팅의 변형 거동, 특히 달성 가능한 굽힘 각도를 개선하기 위한 고려 사항에 중점을 두고 있다.

발명의 내용

[0009] 이러한 배경에서, 목적은 용접성에 대한 가장 높은 요구 사항을 충족하고 그에 따라 유기물 코팅 특히 페인팅을 위한 최적의 조건을 갖는, 전술한 유형의 평판 강 제품으로부터 판금 부품(sheet metal component)을 형성하는 것을 가능하게 하는 방법을 나타내기 위해 출현하였다.

[0010] 이러한 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 적어도 방법 단계들이 청구항 1에 나타내어 지고 판금 부품의 제조 동안 완료되는 것을 제안한다.

[0011] 본 발명에 따른 방법을 실행할 때, 당업자는 특허청구범위에 언급되고 여기에 설명된 방법 단계들을 수행할 뿐만 아니라, 필요할 경우 종래 기술에서 이러한 방법의 실제 구현에서 일반적으로 수행되는 다른 모든 단계 및 활동들도 수행한다는 것은 말할 필요가 없다.

[0012] 본 발명의 유리한 실시예들은 종속항에 정의되어 있으며, 본 발명의 일반적인 개념과 마찬가지로 이하에서 상세히 설명된다.

[0013] 부식방지 코팅이 제공된 평판 강 제품으로부터 판금 부품을 제조하기 위한 본 발명에 따른 방법에서, 적어도 다음 작업 단계들이 수행된다:

[0014] a) 0.05 - 0.5% C, 0.5 - 3% Mn, 0.06 - 1.7% Si, 최대 0.06% P, 최대 0.01% S, 최대 1.0% Al, 최대 0.15% Ti, 최대 0.6% Nb, 최대 0.01% B, 최대 1.0% Cr, 최대 1.0% Mo, 여기서 Cr 및 Mo의 합계 함량은 최대 1.0%, 최대 0.2% Ca, 최대 0.1% V, 잔부 철 및 불가피한 불순물로 구성된 강으로부터 생산된 평판 강 제품을 제공하는 단계;

[0015] b) 평탄 강 제품에 의해 연속적으로 통과되는 4개의 구역 A, B, C, D를 갖는 연속로에서 평탄 강 제품을 어닐링하는 단계로서, 여기서 평탄 강 제품은 각각의 경우에 0.1 - 15 부피% 수소와 잔부 질소 및 기술적으로 불가피한 불순물로 구성되며 어닐링 온도 GT_A , GT_B , GT_C , GT_D 에서 이슬점 온도 TP_A , TP_B , TP_C , TP_D 를 갖는 하기의 사양이 적용되는 어닐링 분위기 하에서 어닐링되며;

구역	이슬점 온도 TP	어닐링 온도 GT
A	$-25^{\circ}\text{C} \leq TP_A \leq -10^{\circ}\text{C}$	$800^{\circ}\text{C} \leq GT_A \leq 950^{\circ}\text{C}$
B	$-41^{\circ}\text{C} \leq TP_B \leq -27^{\circ}\text{C}$	$800^{\circ}\text{C} \leq GT_B \leq 930^{\circ}\text{C}$
C	$-80^{\circ}\text{C} \leq TP_C \leq -30^{\circ}\text{C}$	$800^{\circ}\text{C} \leq GT_C \leq 950^{\circ}\text{C}$
D	$-30^{\circ}\text{C} \leq TP_D \leq -20^{\circ}\text{C}$	$750^{\circ}\text{C} \leq GT_D \leq 950^{\circ}\text{C}$

[0016] c) 작업 단계 b)에서 취득한 평탄 강 제품에 부식방지 코팅을 적용하는 단계, 여기서 부식방지 코팅은 (중량%) 최대 15% Si, 최대 5% Fe, 합계로 0.1 - 5%인 적어도 하나의 알칼리 토류 또는 전이 금속, 잔부 Al 및 불가피한 불순물로 구성되며;

[0018] d) 옵션으로, 부식방지 코팅이 제공된 평탄 강 제품을 조절 압연하는 단계;

[0019] e) 옵션으로, 평탄 강 제품에서 판재를 분리하는 단계;

[0020] f) 평탄 강 제품 또는 판재에 100,000 kJ을 초과하고 최대 800,000 kJ의 에너지 양 J_s 를 도입하기에 충분한 유지 시간 동안, 평탄 강 제품의 강의 Ac_3 온도보다 높고 1000°C를 초과하지 않는 열간 성형 온도로 상기 평탄 강 제품 또는 판재를 가열하는 단계;

[0021] g) 열간 성형 온도로 가열된 평탄 강 제품 또는 열간 성형 온도로 가열된 판재를 판금 부품으로 열간 성형하는 단계;

[0022] h) 판금 부품의 섹션에 경화 조직을 생성하기에 충분한 냉각 속도로 부품의 적어도 하나의 섹션을 냉각하는 단계.

[0023] 본 발명은 알루미늄 기반("Al 기반") 부식방지 코팅이 제공된 판금 부품의 거동에 대한 지식에 기초한 것이며, 이러한 판금 부품에 대한 저항 용접 및 유기 코팅, 특히 페인팅을 부착하는 경우 부식방지 코팅과 주변 대기 사이의 경계층의 조성이 중요할 뿐만 아니라 특히 전체 코팅의 거칠기 및 전도도와 같은 파라미터도 결정적인 역할을 한다. 이 경우, 부식방지 코팅을 적용(작업 단계 c))하기 전에 본 발명에 따른 어닐링 방식(작업 단계 b))은 본 발명에 따라 가공되는 부품이 최적으로 균질한 부식방지 코팅을 갖도록 하는 상태를 생성한다.

[0024] 따라서, 전형적으로 본 발명에 따라 제조된 부품은 상이한 조성의 복수의 층에 의해 형성되는 부식방지 코팅을 갖는다. 후속하는 부식방지 코팅의 도포를 준비하기 위해 연속 어닐링 노에서 어닐링하는 동안 본 발명에 따라 이슬점 및 어닐링 온도를 안내함으로써, 코팅에 포함된 기공의 상당한 감소가 달성된다.

[0025] 코팅 전에 어닐링(작업 단계 b)) 동안 본 발명에 따라 선택된 어닐링 파라미터를 통해, 순철("Fe")이 최종 어닐링된 평탄 강 제품 표면의 적어도 70%에 존재하는 것이 달성된다. 이는 강 기판(steel substrate)으로부터 부식방지 코팅으로의 전이에서 철-알루미늄 층("Fe-Al 층")을 형성함으로써, 후속해서 적용되는 Al 기반 코팅의 우수한 결합을 초래한다. 다른 한편으로, 철은 층에 충분히 균일하게 일정한 분포로 도달하고, 이를 통해 층의 전도성이 향상되며 저항 용접 동안의 거동은 최적화된다.

[0026] 작업 단계 b)에서 제공되는 평탄 강 제품은 이미 부품으로 직접적으로 성형하기에 적합한 블랭크인 경우, 작업 단계 e)는 생략될 수 있다. 다른 한편으로, 제공되는 평탄 강 제품이 강 스트립 또는 더 큰 강판인 경우, 적절한 크기의 판재가 작업 단계 e)에서 이로부터 분리된다.

[0027] 본 발명에 따른 방식으로 어닐링되고 코팅된(작업 단계 b), c)) 평탄 강 제품 또는 분리된(작업 단계 e)) 판재는 열간 성형(작업 단계 g))을 위한 열간 성형 온도(작업 단계 f))로 가열된다. 부식방지 코팅의 균일한 경계층에 이미 존재하는 철은 심각한 결합없이 코팅내로 고르게 확산할 수 있다. 동시에, 부식방지 코팅에서 본 발명에 따라 제공된 알칼리 토류 또는 전이 금속은 그 산소 친화성으로 인해 표면으로 확산하고 그곳에서 산화물 층을 형성한다. 그들의 비슷한 원자 크기로 인해, 철 원자는 알칼리 토류 또는 전이 금속 원자와 1:1 비율로 자리를 교환할 수 있고 금속 격자에 통합되므로, 알칼리 토류 또는 전이 금속 원자의 확산으로 인해 기껏해야 무시할 수 있는 수의 결합들이 발생할 수도 있다. 본 발명에 따라 달성되는 결합들의 감소의 결과로서, 이 결합들은

본 발명에 따른 부품의 부식방지 코팅에 기공으로 응집될 수 없으므로, 본 발명에 따른 부품은 통상적으로 생산된 부품과 비교하여 예를 들어, EP 2 086 755 B1의 샘플에 따라 생산된 부품과 비교하여 현저히 감소된 수의 기공에 의해 특징지어 진다.

- [0028] 본 발명에 의해 활용되는 효과는 추가로 존재하는 알칼리 토류 또는 전이 금속이 마그네슘("Mg")인 경우, 따라서 본 발명에 따라 가공되는 평탄 강 제품의 부식방지 코팅에 본 발명에 따라 제공되는 함량으로 Mg가 단독으로 존재하거나 알칼리 토류 또는 전이 금속의 그룹에 속하는 다른 원소와 조합하여 존재하는 경우에 특히 신뢰할 수 있게 발생한다.
- [0029] 본 발명에 따른 방법은 큰 두께 범위를 갖는 평탄 강 제품으로부터 부품을 제조하는 데에 적합하다. 따라서, 두께가 0.6 - 7 mm인 평탄 강 제품은 본 발명에 따른 방법으로 가공될 수 있다.
- [0030] 작업 단계 a)에서 제공되는 평탄 강 제품의 생산은 종래 기술로부터 알려진 임의의 방식으로 수행될 수 있다. 본 발명에 따른 방법은 특히 두께가 0.8 - 4 mm, 특히 0.8 - 3 mm인 평탄 강 제품을 처리하는 데 적합하다. 두께가 3mm를 초과하는 평탄 강 제품은 일반적으로 열간 압연 상태에서 처리되는 반면에, 얇은 판은 일반적으로 냉간 압연 상태에서 제공된다.
- [0031] 작업 단계 a)에서, 길이 및/또는 폭에 걸쳐 유연하거나 부분적으로 압연함으로써 상이한 두께들로 얻어진 평탄 강 제품이 본 발명에 따른 방법을 위해 제공될 수도 있다. 유사하게, 본 발명에 따른 방법을 위한 작업 단계 a)에서, 함께 용접된 상이한 판급 블랭크들로 구성된 평탄 강 제품, 또는 함께 용접되어 함께 가공될 평탄 강 제품을 형성하는 유사하게 구성된 평탄 강 제품과 강 스트립으로 구성된 평탄 강 제품이 본 발명에 따른 방법을 위해 제공될 수 있다.
- [0032] 본 발명에 따라 제공되는 평탄 강 제품은 각각의 경우에 MnB 강을 위한 전형적인 조성을 갖는 강으로 구성된다. 이러한 강들은 일반적으로 인도된 상태에서 250 - 580 MPa의 항복 강도와 400 - 720 MPa의 인장 강도를 갖는다.
- [0033] 따라서, 본 발명에 따라 제공되는 평탄 강 제품은
- [0034] · 0.05 - 0.5 중량%의 탄소("C"), 여기서 C 함량은 바람직하게는 0.07 - 0.4 중량%,
- [0035] · 0.5 - 3 중량%의 망간("Mn"), 여기서 Mn 함량은 바람직하게는 0.8 - 2.5 중량%, 특히 1.0 - 2.0 중량%,
- [0036] · 0.06 - 1.7 중량%의 실리콘("Si"), 여기서 Si 함량은 바람직하게는 0.06 - 1.1 중량%, 특히 0.06 - 0.9 중량%,
- [0037] · 최대 0.06%의 인("P"), 여기서 P 함량은 최대 0.03 중량%,
- [0038] · 최대 0.01 중량%의 황("S"),
- [0039] · 최대 1.0 중량%의 알루미늄("Al"), 여기서 Al 함량은 바람직하게는 최대 0.5 중량%, 특히 최대 0.1 중량%,
- [0040] · 최대 0.15 중량%의 티타늄("Ti"),
- [0041] · 최대 0.6 중량%의 니오븀("Nb"), 여기서 Nb 함량은 바람직하게는 최대 0.1 중량%,
- [0042] · 최대 0.01 중량%의 붕소("B"), 여기서 B 함량은 바람직하게는 최대 0.005 중량%,
- [0043] · 최대 1.0 중량%의 크롬("Cr"), 여기서 Cr 함량은 바람직하게는 최대 0.5 중량%, 특히 최대 0.2 중량%,
- [0044] · 최대 1.0 중량%의 몰리브덴("Mo"), 여기서 Mo 함량은 바람직하게는 최대 0.5 중량%, 특히 최대 0.2 중량%,
- [0045] · 여기서 Cr의 함량 %Cr 및 Mo의 함량 %Mo에 대해 $\%Cr + \%Mo \leq 1$ 중량%의 관계가 적용되고,
- [0046] · 옵션으로 최대 0.2 중량%, 특히 최대 0.1 중량%의 칼슘("Ca"),
- [0047] · 옵션으로 최대 0.1 중량%의 바나듐("V"),
- [0048] · 그리고 잔부 철 및 불가피한 불순물로 이루어진다.
- [0049] 특성 프로파일, 특히 열간 성형 및 냉각된 최종 부품에서 고강도의 개발에 대한 가능성으로 인해, 자체적으로 알려진 방식으로 0.07 - 0.4 중량% C, 1.0 - 2 중량% Mn, 0.06 - 0.4 중량% Si, 최대 0.03 중량% P, 최대 0.01 중량% S, 최대 0.1 중량% Al, 최대 0.15 중량% Ti, 최대 0.6 중량% Nb, 최대 0.005 중량% B, 최대 0.5 중량% Cr, 최대 0.5 중량% Mo로 이루어진 평탄 강 제품들이 실제로 특히 흥미롭고, 여기서 Cr 및 Mo의 합계 함량은 최

대 0.5 중량%이고, 잔부는 철과 불가피한 불순물로 구성된다.

- [0050] 이는 이미 계속해서 사용되는 0.07 - 0.4 중량% C, 1.0 - 1.5 중량% Mn, 0.3 - 0.4 중량% Si, 최대 0.03 중량% P, 최대 0.01 중량% S, 최대 0.05 중량% Al, 최대 0.15 중량% Ti, 최대 0.6 중량% Nb, 최대 0.005 중량% B, 최대 0.5 중량% Cr, 최대 0.5 중량% Mo로 구성되는 강들을 포함하며, 여기서 Cr 및 Mo의 합계 함량은 최대 0.5 중량%이고 잔부로서 철 및 불가피한 불순물로 이루어진다. 이러한 복합강은 열간 성형 및 냉각 후에 최대 2000MPa의 인장 강도를 달성한다.
- [0051] 이미 언급한 바와 같이, 각각 처리된 평탄 강 제품에 대해 연속적인 4개의 단계 A, B, C, D에서 완료된 어닐링(작업 단계 b))은 순수 Fe에 의해서 대체로 완전히 덮인, 즉 70% 이상, 특히 80% 이상 또는 90% 이상 덮이는 표면을 생성한다. 이를 위해, 본 발명에 따라 사용되는 연속 어닐링로의 구역 A 내지 D에서, 특별히 어울리는 이슬점 및 어닐링 온도가 각각의 경우에 설정된다.
- [0052] 구역 A 내지 D에서, 작업 단계 b)에서 수행되는 어닐링은 각각의 경우 0.1 - 15 부피% 수소를 함유하며 나머지는 질소 및 불가피한 불순물로 구성되는 어닐링 분위기 하에서 일어나고, 불순물의 합계는 일반적으로 최대 5 부피%, 특히 최대 4 부피% 또는 바람직하게는 최대 3 부피% 이다.
- [0053] 어닐링 온도 GT_A , GT_B , GT_C , GT_D 에 대한 아래에 및 청구범위에 제공된 모든 정보는 스트립 처리 동안의 평균 노 챔버 온도를 나타낸다.
- [0054] 본 발명에 따라 작동되는 연속로의 구역 A에 들어가기 전에, 광범위한 산화물 생성물이 본 발명에 따라 제공된 평탄 강 제품의 표면에 존재하며, 이는 코팅의 품질과 관련하여 특히 코팅에 기공 형성과 관련하여 부정적인 영향을 나타낸다. 본 발명에 따른 연속 어닐링을 통해, 이들 산화물은 기술적인 의미에서 어닐링 후 평탄 강 제품의 표면에 Fe만이 존재하도록 변환된다.
- [0055] 연속로의 구역 A에서 이슬점 온도 TP_A 를 -25°C 내지 -10°C 로 설정하고 어닐링 온도 GT_A 를 800 내지 950°C 로 설정함으로써, 평탄 강 제품에 존재하는 산화물은 산화철로 덮여진다. 특별히 목표 하는 방식으로 이를 달성하기 위해, 연속로의 A 구역에서 어닐링 온도 GT_A 는 810 내지 940°C 일 수 있고 이슬점 온도 TP_A 는 -25°C 내지 -15°C 일 수 있다.
- [0056] 구역 B와 C에서, 산화철이 환원되므로 구역 C 이후에 표면에는 철이 존재한다. 구역 B에서 어닐링 분위기의 이슬점 온도 TP_B 는 -41°C 내지 -27°C 로 감소되고 어닐링 온도 GT_B 는 800 내지 930°C 로 유지되며, 작업 단계 b)에서 완료된 어닐링의 경우에 연속로 구역 B에서의 어닐링 온도 GT_B 가 800 내지 900°C 인 경우 원하는 효과 측면에서 특히 신뢰할 수 있는 것으로 입증되었다.
- [0057] 구역 C에서, 산화철을 철로 환원하는 것을 완료하기 위하여 어닐링 분위기의 이슬점 온도 TP_C 는 -80°C 내지 -30°C 로 더 감소되고 어닐링 온도 GT_C 는 800 내지 950°C 에 유지된다. 작업 단계 b)에서 완료된 어닐링의 경우에 연속로 구역 C에서의 어닐링 온도 GT_C 가 800 내지 920°C 이고 이슬점 온도 TP_C 가 -50°C 내지 -30°C 인 경우 이 효과가 특히 신뢰할 수 있게 달성될 수 있다.
- [0058] 구역 D에서, 한편으로는 재결정이 일어나고 다른 한편으로는 이전에 달성한 순수 철 표면이 유지되는 방식으로 평탄 강 제품을 템퍼링하기 위하여 어닐링 분위기의 이슬점 온도 TP_D 는 -30°C 내지 -20°C 로 증가되고 어닐링 온도 GT_D 는 750 내지 950°C 에 유지된다. 작업 단계 b)에서 완료된 어닐링의 경우에 연속로 구역 D에서 어닐링 온도 GT_D 가 780 내지 930°C 인 경우 이 효과가 특히 신뢰할 수 있게 달성될 수 있다.
- [0059] 람다 값(λ)은 연속로에 도입된 연료에 대한 공기 질량의 비율을 의미하며 본 발명에 따른 방법의 작업 단계 b)에서 완료된 어닐링의 경우에 본 발명에 따라 사용되는 연속로의 구역 A 내지 D에 유지되는 어닐링 분위기에서 일반적으로 0.95 - 1.1 이다.
- [0060] 본 발명에 따라 달성되는 효과에 대한 전제 조건은 본 발명에 따른 어닐링(작업 단계 b)) 후에 도포되는 알루미늄(A1) 기반 부식 보호 코팅에 적어도 하나의 알칼리 토류 또는 전이 금속이 존재하는 것이다. 따라서, 부식방지 코팅을 적용한 후(작업 단계 c)) 및 열간 성형을 위해 가열하기 전(작업 단계 f))의 본 발명에 따라 처리된 평탄 강 제품의 코팅에는, 최소 0.1 내지 5 중량%의 적어도 하나의 알칼리 토류 또는 전이 금속과 잔부로서 알루미늄 및 불가피한 불순물이 존재한다. 여기서, 최소 0.11 중량%의 알칼리 토류 또는 전이 금속 함량은 신뢰성

관점에서 특히 유리한 것으로 입증되었으며, 이에 따라 본 발명에 따라 적용되는 코팅에 적어도 하나의 알칼리 또는 전이 금속이 존재하는 긍정적인 효과가 활용될 수 있다. 알칼리 토류 또는 전이 금속 함량이 5 중량%를 초과하면, 용융 도가니에서 산화물 형성이 증가하여 표면 품질이 저하시킬 수 있다. 열간 성형에서는, 너무 많은 산화물이 또한 형성되어 한편으로는 물의 수소 및 산소로의 분열을 촉진하고 결과적으로 강에 더 많은 수소가 들어갈 위험이 있다. 다른 한편으로, 더 두꺼운 산화물 층은 성형 도구에 더 큰 오염을 유발할 수 있다. 이러한 영향을 확실하게 방지하기 위해, 작업 단계 c)에서 적용된 부식방지 코팅에 알칼리 토금속 또는 전이 금속의 함량은 합계로 최대 1.5중량%, 특히 최대 0.6중량%로 제한될 수 있다. 따라서 작업 단계 c)에서 적용된 부식방지 코팅의 알칼리 토류 또는 전이 금속 함량은 특히 0.11 - 1.5 중량%, 또는 특히 0.11 - 0.6 중량%이다.

[0061] 이미 언급한 바와 같이, 알칼리 토류 또는 전이 금속 그룹의 Mg가 본 발명에 따른 목적에 특히 적합한 것으로 입증되었으며, Mg는 본 발명에 따라 추구되는 효과를 사용할 수 있도록 단독으로 또는 베릴륨, 칼슘, 스트론튬 및 바륨과 같은 다른 알칼리 토류 또는 전이 금속과 조합하여 본 발명에 따라 적용된 코팅에 존재할 수 있다.

[0062] 옵션으로, 작업 단계 b)에서 설정된 철 표면에 잘 접촉되어 코팅의 전체 층 두께의 최대 1/3을 차지하는 철 알루미늄 층의 형성을 촉진하기 위하여 작업 단계 c)에서 적용되는 코팅에 실리콘("Si")이 또한 최대 15 중량%, 특히 최대 11 중량%의 함량으로 코팅에 존재할 수 있다. Si 함량이 너무 높으면 합금층 두께가 지나치게 두꺼워지게 되고, 이는 부작 손실로 이어질 수 있다. 이와 관련하여 최소 3 중량%, 특히 최소 8.5 중량%의 Si 함량이 특히 유리한 것으로 판명되어, 실제로 Si의 긍정적인 영향은 3 내지 15 중량%, 특히 3 내지 11 중량%, 특히 8.5 내지 11 중량%의 Si 함량으로 특히 확실하게 활용될 수 있다.

[0063] 또한, 작업 단계 c)에서 적용된 코팅에서 Fe가 또한 옵션으로 최대 5 중량%, 특히 최대 4 중량%, 특히 최대 3.5 중량%의 함량으로 존재할 수 있다. 이러한 함량의 철이 650 - 720°C의 온도 범위에서 알루미늄 용융물의 포화 값이기 때문에 코팅에 그 정도의 양으로 설정된다. 용융물에 철을 특별히 첨가함으로써, 용융물과 접촉하는 용융 도가니의 철 성분이 용해될 위험이 감소될 수 있다. 이와 관련하여 적어도 1 중량%의 Fe 함량이 특히 유리한 것으로 판명되어, 실제로 Fe의 긍정적인 영향은 1 내지 5 중량%, 특히 1 내지 4 중량%, 특히 1 내지 3.5 중량%의 Fe 함량으로 특히 확실하게 활용될 수 있다.

[0064] 부식방지 코팅은 임의의 알려진 방식으로 본 발명에 따른 방법의 작업 단계 c)에서 도포될 수 있다. 이 경우, 소위 "용융 알루미늄이징"이 특히 적합하며, 여기서 각각의 평탄 강 제품은 본 발명의 사양에 따라 조성된 적절하게 가열된 용융조를 통해 안내된다. 이러한 용융 코팅은 두께가 최대 3mm인 스트립 형태의 평탄 강 제품에 특히 적합하다. 더 두꺼운 두께의 경우, 서두에 언급한 기상 증착 공정(PVD, CVD) 중 하나를 사용하여 부식방지 코팅을 적용할 수도 있다.

[0065] 작업 단계 c)에서 본 발명에 따라 적용된 부식방지 코팅의 코팅 중량은 일반적으로 면당 30 - 100 g/m², 특히 40 - 80 g/m²이다. 따라서, 코팅의 양면에 대한 코팅 중량은 합계로 60 - 200g/m²이다.

[0066] 부식방지 코팅(작업 단계 c))을 적용한 후, 평탄 강 제품의 기계적 특성 값을 설정하고 표면 조도를 조정하거나 균일하게 하기 위하여, 상기 코팅된 평탄 강 제품은 옵션으로 조질 압연(작업 단계 d))을 받을 수 있다. 이를 위해 설정된 변형도[변형도 = (조질 압연 전 두께 - 조질 압연 후 두께) / (조질 압연 전 두께)]는 일반적으로 0.1 - 5%이다.

[0067] 부식방지 코팅(작업 단계 c))을 도포하거나 또는 옵션으로 수행되는 조질 압연(작업 단계 d)) 후, 필요한 경우 그 자체로 알려진 방식으로 판재가 평탄 강 제품에서 분리되며, 판재의 치수는 알려진 방식으로 판재로부터 열간 성형될(작업 단계 e)) 판금 부품의 치수에 맞추어진다.

[0068] 평탄 강 제품 자체 또는 판재는 그 다음에 작업 단계 f)에서 평탄 강 제품의 강의 Ac3 온도보다 높고 1000°C를 초과하지 않으며, 특히 적어도 Ac3 온도 + 50°C 와 동일하고 최대 980°C인 열간 성형 온도로 가열되며, 여기서 820 - 950°C의 열간 성형 온도가 특히 유리한 것으로 입증되었다. 충분한 양의 열이 평탄 강 제품 또는 이로부터 분리된 판재에 도입될 때까지 평탄 강 제품은 이 온도에서 유지된다. 각 경우에 필요한 유지 시간 및 어닐링 온도는 작업 단계 f)에서 평탄 강 제품 또는 판재에 도입되는 열에너지 양 Js가 100,000 kJ를 초과하며 최대 800,000 kJ 이어야 한다는 조건에 기초하여 추산될 수 있으며, 여기서 Js는 하기의 알려진 방정식에 따라 계산될 수 있다.

[0069] $J_s [kJ] = [(T_2 - T_1) \times c \times t \times m] / 1000;$

[0070] T2: 가열 종료시 부품의 종료 온도(K)

- [0071] T1: 가열 시작시 부품의 시작 온도(K)
- [0072] c: 강 열용량(일반적으로 460 J/kgK)
- [0073] t: 종료 온도에서의 평탄 강 제품 또는 판재의 유지 시간(s)
- [0074] m: 평탄 강 제품 또는 판재의 질량(kg)
- [0075] 가열은 적절한 방식으로 수행될 수 있다. 평탄 강 제품 또는 판재가 복사열에 의해 가열되는 전형적인 연속로가 이러한 목적을 위해 사용되는 경우, 적절한 유지 시간은 일반적으로 100 - 900초, 바람직하게는 180 - 720초, 특히 240 - 600초이다. 850 - 930℃의 열간 성형 온도가 선택된 경우, 실제로 180 - 600초, 특히 240 - 600초의 유지 시간이 일반적으로 충분하다. 연속로의 사용에 대한 대안으로, 예를 들어 전형적인 챔버로에서 가열을 수행하는 것도 가능하다.
- [0076] 평탄 강 제품 또는 판재의 가열은 초기에 부식방지 코팅의 예비 합금화를 달성하고 후속해서 평탄 강 제품 또는 판재가 각각의 열간 성형 온도에 이르도록 하기 위해 그 자체로 또한 알려진 방식으로 2 단계로 수행될 수도 있다.
- [0077] 열간 성형 온도로 가열된 판재 또는 열간 성형 온도로 가열된 평탄 강 제품은 일반적으로 15초 미만, 특히 10초 미만의 이송 시간 내에 열간 성형 도구에 삽입되고 그 다음에 그곳에서 부품으로 열간 성형된다(작업 단계 g).
- [0078] 후속적으로 또는 동시에, 수득한 부품의 적어도 하나의 섹션이 부품의 관련 섹션에서 원하는 조직을 생성하기 위해, 제어되고 그 자체로 알려진 방식으로 냉각된다. 이를 위해 필요한 냉각 속도는 일반적으로 20 - 500 K/s이며, 여기에서 30 K/s 초과, 특히 50 K/s 초과의 냉각 속도가 특히 유용하다. 물론 "적어도 하나의 섹션의" 냉각은 전체 부품에 경화 조직을 생성하기 위해 전술한 방식으로 부품 전체를 냉각하는 가능성도 포함한다.
- [0079] 본 발명에 따른 방법으로, 판금 부품의 생산은 평탄 강 제품으로부터 제조되고, 강 기관은 강으로 구성되고, 강은 (중량%로) 0.05 - 0.5% C, 0.5 - 3% Mn, 0.06 - 1.7% Si, 최대 0.06% P, 최대 0.01% S, 최대 1.0% Al, 최대 0.15% Ti, 최대 0.6% Nb, 최대 0.01% B, 최대 1.0% Cr, 최대 1.0% Mo, 여기서 Cr 및 Mo의 합계 함량은 최대 1.0%이고, 최대 0.2% Ca, 특히 최대 0.1% V, 그리고 잔부 철 및 불가피한 불순물로 이루어지고, 강은 (중량%로) 최대 15% Si, 최대 5% Fe, 합계 0.1 - 5%의 적어도 하나의 알칼리 토류 또는 전이 금속 그리고 잔부로서 Al 및 불가피한 불순물로 구성된 부식방지 코팅으로 코팅되고, 여기서 강 기관에 인접한 부식방지 코팅의 층은 최대 50 중량%, 특히 적어도 1 중량%의 Al 함량을 갖는 페라이트로 이루어진 상호확산층이고, 여기서 상호확산층의 단면에서, 직경이 $\geq 0.1 \mu\text{m}$ 인 기공들에 의해 덮인 표면의 비율은 10% 미만, 특히 5% 미만, 바람직하게는 3% 미만이고, 상호확산층에서 기공에 의해 덮인 표면은 $500 \mu\text{m}$ 의 측정 길이에 걸쳐 $300 \mu\text{m}^2$ 미만, 특히 $200 \mu\text{m}^2$ 미만, 특히 바람직하게는 $100 \mu\text{m}^2$ 미만이다. 여기에서 합금층의 두께는 1 - $30 \mu\text{m}$, 바람직하게는 2 - $20 \mu\text{m}$, 특히 4 - $16 \mu\text{m}$ 이다.
- [0080] 본 발명은 예시적인 실시예들을 사용하여 이하에서 더 상세히 설명된다.

도면의 간단한 설명

- [0081] 도 1은 열간 성형에 의해 본 발명에 따라 제조된 판금 부품의 강관의 단면을 500x 배율에서 도시한다. 단면은 강관에 존재하는 층 구조를 명확히 하기 위해 3% 나이탈로 에칭하여 전형적인 방식으로 준비되었다.
도 2는 도 1에 따른 단면의 개략도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0082] 상응하게, 강 기관(S)에 형성된 부식방지 코팅(K)은 강 기관(S)에 직접 연결된 상호확산층(D)을 포함하며, 이는 실질적으로 증가된 Al 함량을 갖는 알파 혼합 결정(즉, 페라이트)으로 구성된다. 여기에서 Fe₂Al₁₅는 여전히 상들에 존재한다. 상호확산층(D)은 균질하고 균일하게 형성되며 사실상 기공이 없는 것이 특징이다.
- [0083] 부식방지 코팅(K)의 자유 표면(O)의 방향으로, 확산층(D) 상에 제1 Si-풍부층(S₁)이 형성된다. 확산층(D)과 Si-풍부층(S₁) 사이의 경계에서, 기공(P1)들은 확산층(D)에 적은 수로 그리고 서로 멀리 떨어져서 존재한다.
- [0084] Si-풍부 층(S₁) 상의 자유 표면(O)의 방향으로, 알루미늄 철로 이루어진 제1 중간층(Z₁)이 형성되고, 여기서 대부분은 알루미늄이다. 미량의 Si, 알칼리 토류 및/또는 전이 금속뿐만 아니라 불가피한 불순물이 Si-풍부층(S

1)에 존재할 수도 있다. 중간층(Z_1)은 기공이 없다.

- [0085] 중간층(Z_1) 상의 자유 표면(O)의 방향으로, 제2 Si-풍부층(S_2)이 있다.
- [0086] Si 풍부층(S_2) 상의 자유 표면(O) 방향으로, 제2 중간층(Z_2)이 형성된다. 중간층(Z_2)은 또한 알루미늄 철로 구성되며, 대부분은 알루미늄이고 알칼리 토류 및/또는 전이 금속도 존재할 수 있다. 미량의 Si뿐만 아니라 불가피한 불순물도 존재할 수 있다. 중간층(Z_2)도 기공이 없다.
- [0087] 제2 중간층(Z_2)은 자유 표면(O)을 마주하는 면에 산화물층(OX)으로 덮여 있고, 산화물층은 실질적으로 알루미늄, 실리콘 및 알칼리 토류 및/또는 전이 금속 산화물로 이루어진다. 최대 1.5 μm 의 산화물층 두께가 열간 성형 부품에 평균적으로 존재할 수 있다. 주위 환경으로 개방된 크레이터 모양의 기공(P_2)들이 부식방지 코팅(K)의 자유 표면(O)을 형성하는 산화물층(OX)의 표면에 적은 수로 그리고 서로 멀리 떨어져서 형성되었다.
- [0088] 비교를 위해, EP 2 086 755에 기술된 종래 기술의 샘플에 따른 AISi 코팅으로 덮인 평탄 강 제품으로부터 부품이 형성되었다. 그러므로, (중량%로) 9.5% Si, 3.5% Fe 그리고 잔부로서 알루미늄 및 불가피한 불순물로 이루어진 그 코팅은, 본 발명에 따라 첨가되는 유형의 알칼리 토류 또는 전이 금속이 없다.
- [0089] 평탄 강 제품의 강 기관은 (중량%로) 0.224% C, 0.25% Si, 1.16% Mn, 0.014% P, 0.002% S, 0.039% Al, 0.0034% N, 0.2% Cr, 0.03% Ti 및 0.0026% B로 구성되었다.
- [0090] 금속 코팅을 도포하고 평탄 강 제품으로 성형하기 전에, 비교를 위해 처리된 평탄 강 제품은 표 6에 표시된 이슬점 온도(TP)와 어닐링 온도(GT)가 설정된 4개의 구역이 있는 연속로에서 어닐링 처리를 거쳤다. 연속로에서 공기 비율 λ 는 0.98이었다.
- [0091] 비교를 위해 종래 방식으로 생산된 부품에 대해서도 5층 구조의 부식방지 코팅이 생성되었다. 그러나, 비교를 위해 종래 방식으로 생산된 부품의 코팅에서의 기공의 수와 비교하여, 본 발명에 따라 생산된 부품에서, 산화물층(OX)에서 기공(P_2)의 수는 25% 이상 감소하였고 비교를 위해 종래 방식으로 생산된 부품의 부식방지 코팅의 대응하는 층에 존재하는 기공과 비교하여 확산층(D)에서 기공(P_1) 수는 40% 이상 감소하였다. 노에서 600초의 체류 시간 후 확산층(D)에서 500 μm 의 측정 길이에 대하여, 기공(P_1)으로 덮인 면적은 300 μm^2 였다.
- [0092] P2에서 기공의 감소는 페인트 크레이터의 감소로 이어지고 부착성 및 용접성을 향상시킨다. P2에서 기공은 대기 방향으로 수 nm의 개구를 갖는다. 부품이 자동차에 대해 일반적인 바와 같이 열간 성형 후에 추가로 처리되는 경우, 다수의 세척 단계와 함께 음극 딥 페인팅을 거치게 된다. 여기서 수성 용액과의 접촉은 불가피하다. 세정하는 동안 세정수에 첨가된 계면활성제가 습윤성을 개선하고 물의 표면 장력을 현저히 감소시키기 때문에, 물이 층의 기공(P2)으로 침투할 수 있다. 물은 음극 딥 페인팅 공정에서 개방된 기공(P2)에 침투할 수도 있다. 이 특별한 경우에, 또한 세정수는 개구의 크기로 인해 기공(P2)으로 침투할 수 없는 페인트 입자의 분리를 유도한다. 그 다음에, 기공(P2)에 존재하는 물은 도료 층이 베이킹될 때 끓는점에 도달하여 증기상이 되며, 일종의 끓음 지연으로 도료를 통해서 대기 환경으로 폭발적으로 빠져나간다. 이러한 반응의 결과로, 소위 페인트 크레이터 형태는 시각적 영향 외에도 부식방지 측면에서 도료의 효과를 현저하게 감소시킨다. 특히 알루미늄 기반 코팅의 경우, 이러한 지점에서 부식 및 페인트 침윤이 발생할 수 있다. 코팅의 높은 철 함량으로 인해 발생하여 형성되고 시각적으로 두드러지는 붉은 녹은 추가 가공업체에 특히 문제가 된다.
- [0093] 또한, 개방된 기공(P2)이 많이 존재하는 표면에서는, 접착제가 그 점도가 높아 기공(P2)으로 침투할 수 없다. 이로 인해 접착제로 표면이 불완전하게 덮일 수 있다. 캐비티가 또한 기공의 구역에 형성되고, 그 결과 접착력도 손상된다.
- [0094] 층(OX)에 존재하는 기공(P2)들은 저항 스폿 용접 중에 재료에서 전류 경로를 또한 변경하여 용접성에 부정적인 영향을 준다.
- [0095] 기공 수가 많은 경우, 열간 성형 공정에서 산화 동안에 물이 분열될 수 있는 확대된 표면이 또한 존재한다. 이러한 방식으로, 확산 수소가 재료에 침투할 수 있으며, 이는 수소 유발 균열의 위험을 증가시키는 것으로 알려져 있다.
- [0096] 본 발명에 따라 판금 부품의 제조 중에 기공(P2)이 발생하는 빈도를 최소화함으로써, 통상적으로 제조된 부품에서의 기공 형성과 관련된 위험이 효과적으로 감소될 수 있다.

- [0097] 또한, 확산층(D)에서 기공(P1)의 수의 감소는 접착 결합의 전달력 증가 및 용접성 향상으로 이어진다.
- [0098] P2의 기공은 부식방지 코팅(K) 내의 캐비티를 나타낸다. 기공의 수가 너무 많으면, 부식방지 코팅(K)이 확산층(D)과 제1 Si 풍부층(S1) 사이의 경계 영역에서 파손될 위험이 있고, 그 결과 접착 이음매도 초기 단계에서 파손된다. 본 발명에 따라 달성된 기공(P1)의 수의 감소로, 접착제 결합의 힘이 전달되는 면적이 60% 초과하여 증가되고 따라서 박리 파괴의 위험이 상응하게 감소된다.
- [0099] 본 발명의 효과를 입증하기 위해, 각각의 두께가 1.5mm이고 통상적인 방법으로 냉간 압연된 강판을 6개의 강 ST1 - ST6으로부터 제조하였고, 이들의 조성은 표 1에 나타내었다(본 발명에 따른 방법의 작업 단계 a)).
- [0100] 이러한 방식으로 제공된 강판은 각각의 경우 9개의 시험 V1 - V9에서, 4개의 연속적인 구역 A, B, C, D을 갖는 연속로에서 연속 어닐링 G1, G2 또는 G3을 받게 되었다. 표 2는 어닐링의 변형 G1 - G3에 대해 구역 A - D에서 설정된 이슬점 온도 $TP_A - TP_D$ 는, 어닐링 온도 $GT_A - GT_D$ 뿐만 아니라 각 어닐링 분위기의 수소 함량 H2 및 질소 함량 N2, 기술적으로 불가피한 불순물로 구성되는 잔부를 보여준다(본 발명에 따른 방법의 작업 단계 b)).
- [0101] 이러한 방식으로 어닐링된 샘플은 통상적인 방식으로 Al 기반 부식방지 코팅 Z1 - Z5을 사용하여 코팅 중량 AG로 각각 코팅된다. 부식방지 코팅 Z1 - Z5의 조성은 표 3에 기재되어 있다(본 발명에 따른 방법의 작업 단계 c)).
- [0102] 부식방지 코팅 Z1 - Z5 중 하나가 제공된 각각의 샘플은 시험 V1 - V9의 각 경우에 연속로에서 유지 시간 t_{H} 동안 유지되는 열간 성형 온도 T_{H} 까지 가열되었다(본 발명에 따른 방법의 작업 단계 f)).
- [0103] 시험 V1 - V9에서 각각 사용된 샘플로 구성된 강철 ST1 - ST6, 시험 V1 - V9에서 각각 사용된 어닐링의 변형 G1 - G3, 시험 V1 - V9에서 각각 생산된 부식방지 코팅의 조성 Z1 - Z5 및 그 코팅 중량 AG 뿐만 아니라 시험 V1 - V9에서 각각 선택된 열간 성형 온도 T_{H} 및 유지 시간 t_{H} 이 표 4에 기재되어 있다.
- [0104] 이러한 방식으로 가열된 샘플들은 각각의 경우에 3 - 7초의 이송 시간에 연속로에서 가져와 부품으로 열간 성형되는 통상적인 열간 성형 도구에 배치되었다. 후속해서, 각각의 경우에 270 K/s로 실온까지 냉각되었다(본 발명에 따른 방법의 작업 단계 g) 및 h)).
- [0105] 시험 V1 - V9에서 얻어진 부품들의, 3개 단면이 알려진 방식으로 생성되었으며 층 구조를 명확하게 드러내기 위해 3% 나이탈로 에칭되었다. 단면의 도시는 도 1에 예시적으로 나타낸 바와 같이 500x 배율로 생성되었다. 각각의 예시에서, 층(OX 및 D)에 존재하는 기공(P1, P2)들은 550 μm 의 길이를 가진 단면에 걸쳐 계수되었다. 산술 평균은 각 경우에 샘플의 3개 단면에 대해 결정된 계수 결과로부터 형성되었다. 기공(P1 및 P2)에 대해 결정된 수의 산술 평균은 비교 샘플에 대해 동일한 방식으로 결정된 비교 값과 비교되었다.
- [0106] 이러한 비교로부터 유래하고 본 발명에 의해 달성되는 기공(P1 및 P2) 수의 상대적인 감소가 표 5에 기재되어 있다. 표 5는 또한 각 샘플의 전체 면적에서 페인트 크레이터의 비율, 박리 파괴 면적의 감소 및 강-철 시험 시트 SEP 1220-2에 따라 결정된 용접 구역을 보여준다. 1 kA를 초과하는 용접 영역들은 "OK"로 분류되었다.

표 1

강	C	Si	Mn	P	S	Al	Nb	Ti	B
A	0.08	0.33	0.95	0.025	0.02	0.013	0.09	0.01	0.005
B	0.23	0.38	1.3	0.02	0.007	0.013	-	0.03	0.004
C	0.38	0.37	1.38	0.02	0.008	0.013	-	0.1	0.005
D	0.2	0.35	1.35	0.02	0.008	0.012	-	0.02	0.004
E	0.14	0.25	1.07	0.1	0.001	0.08	0.025	0.01	0.002
F	0.24	0.3	1.3	0.022	0.008	0.012	-	0.02	0.004

정보는 중량%이며, 잔부는 Fe 및 불가피한 불순물이다.

[0107]

표 2

어닐링	람다 값	이슬점 온도 TP				어닐링 온도 GT				어닐링 분위기 GA	
		[°C]				[°C]				[vol%]	
		A	B	C	D	A	B	C	D	H2	N2
G1	1.05	-25	-40	-40	-20	880	880	850	800	7	91
G2	1.1	-20	-40	-45	-25	890	890	830	800	10	87
G3	0.95	-12	-30	-47	-22	890	900	900	820	5	92

[0108]

표 3

부식 방지 코팅	Mg	Si	Fe
Z1	0.3	9.5	3
Z2	0.5	8	3.5
Z3	0.1	10	3
Z4	2	8	2
Z5	0.8	8	3

정보는 중량%이며, 잔부는 Al 및 불가피한 불순물이다.

[0109]

표 4

시험	강	어닐링	부식 방지 코팅	AG	T _{wu}	twu
				[g/m ²]	[°C]	[s]
V1	A	G1	Z3	69	920	300
V2	B	G2	Z2	70	920	180
V3	C	G1	Z3	75	925	360
V4	D	G3	Z5	65	920	420
V5	E	G1	Z1	70	900	300
V6	F	G3	Z4	71	920	360
V7	H	G2	Z1	65	925	360
V8	B	G1	Z3	72	920	300
V9	D	G3	Z2	71	925	300

[0110]

표 5

시험	기공 P1의 감소	기공 P2의 감소	페인트 크레이터	박리 파괴 면적의 감소	용접 영역
	[%]				[kA]
V1	25	50	8.4	67	1.1
V2	30	75	10.5	70	1
V3	28	43	9.5	62	1.2
V4	35	52	10.9	60	1.1
V5	33	60	11.6	65	1.2
V6	25	58	7.8	63	1
V7	37	57	12.5	60	1.1
V8	33	70	11.6	70	1
V9	28	65	9.5	69	1.2

[0111]

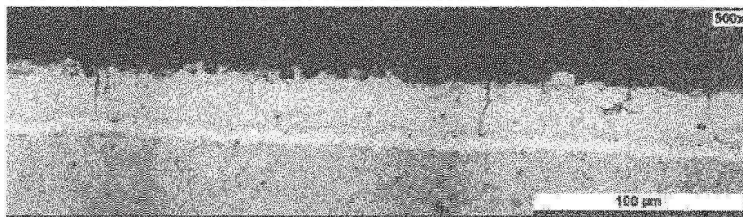
표 6

구역	T _P	T _G
	[°C]	[°C]
A	-30	750
B	-23	780
C	-25	780
D	-35	740

[0112]

도면

도면1



도면2

