



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월02일
(11) 등록번호 10-1994989
(24) 등록일자 2019년06월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 2/02 (2006.01) C22C 38/58 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7025029
(22) 출원일자(국제) 2012년12월13일
심사청구일자 2017년12월11일
(85) 번역문제출일자 2014년09월04일
(65) 공개번호 10-2014-0128416
(43) 공개일자 2014년11월05일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2012/075402
(87) 국제공개번호 WO 2013/117273
국제공개일자 2013년08월15일
(30) 우선권주장
10 2012 101 018.8 2012년02월08일 독일(DE)
(56) 선행기술조사문헌
US20070163685 A1
US20090123651 A1

(73) 특허권자
티센크루프 스틸 유럽 악티엔게젤샤프트
독일 47166 두이스부르크 카이저-빌헬름-슈트라세 100
(72) 발명자
브루메나우 마르크
독일 58119 하겐 프라이하이트슈트라세 40
구제 크리스토퍼
독일 58644 이저론 비르켄슈트라세 30
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박장원

전체 청구항 수 : 총 14 항

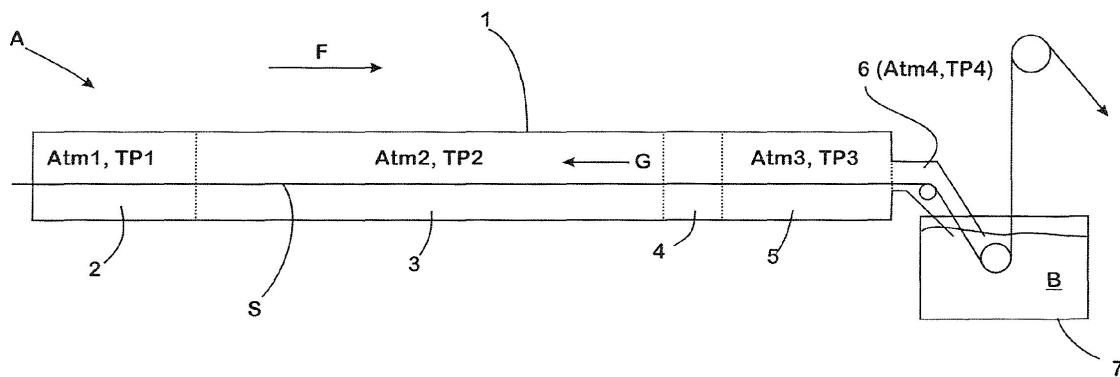
심사관 : 이철환

(54) 발명의 명칭 평탄형 강 제품의 용융 도금 방법

(57) 요약

본 발명은 비용 및 자원 효율적인 방식으로, 평탄형 Ni-합금강 제품(S)을 안정적으로 용융 도금하는 방법을 명시한다. 이를 위해, 본 발명은, a) 적어도 2.0 중량%의 Ni 및 적어도 5.0 중량%의 Cr을 함유하는 강을 열간 압연 또는 냉각 압연하여 얻어지는 평탄형 강 제품(S)을 준비하는 단계; b) 이슬점(TP1)이 -15℃ 내지 +30℃로 설정되 (뒷면에 계속)

대표도



고, N_2 와 기술적으로 불가피한 불순물 및 vol%로, H_2 : 1-50%, CO: 0.1-2.0%, CO_2 : 5.0-15.0% 중 하나 또는 그 이상을 선택적으로 함유하는 가열 분위기(Atm1) 하에서, 1-30초 이내에, 평탄형 강 제품(S)을 700℃ 내지 1100℃ 사이의 유지 온도로 가열하는 단계; c) N_2 와 기술적으로 불가피한 불순물 및 1.0-50.0 vol%의 H_2 , 최대 1.0 vol%의 O_2 를 함유하며, 이슬점(TP2)이 -30℃ 내지 0℃로 설정된 유지 분위기(Atm2) 하에서, 가열된 평탄형 강 제품(S)을 상기 유지 온도에서 10-120초의 유지 시간 동안 유지하는 단계; d) 상기 유지 온도로부터 상기 평탄형 강 제품(S)을 430℃-800℃에 이르는 스트립 입구 온도로 냉각시키는 단계; e) 상기 평탄형 강 제품(S)을 입구 영역(6)을 통과하되, 입구 영역에서, 평탄형 강 제품이 도금욕(B)으로 진입하기 전까지 불활성 또는 환원성 분위기 하에서 유지되며, 후속하여 평탄형 강 제품(S)이 금속성 도금층으로 용융 도금되는 도금욕(B)을 통과하는 단계를 포함하며, TP1 > TP2 > TP4를 특징으로 한다.

(72) 발명자

진드라 프레트

독일 57368 렌네스타르트 암 뢰베르크 7

슈호넨베르크 루돌프

미국 앨라배마 36526 다프네 올드 카운티 로드 1203

크라우트쉬크 한스-요하임

독일 42657 줄링겐 운텐필그하우젠 35

명세서

청구범위

청구항 1

평탄형 강 제품(S)을 금속성 보호 도금층으로 용융 도금하는 방법으로,

a) 2.0-30.0 중량%의 Ni 및 5.0-30.0 중량%의 Cr을 함유하는 강을 열간 압연 또는 냉각 압연하여 얻어지는 평탄형 강 제품(S)을 준비하는 단계;

b) 이슬점(TP1)이 -15°C 내지 $+30^{\circ}\text{C}$ 로 설정되고, N_2 와 기술적으로 불가피한 불순물 및 vol%로,

H_2 : 1-50%,

CO : 0.1-2.0%,

CO_2 : 5.0-15.0% 중 하나 또는 그 이상을 선택적으로 함유하는 가열 분위기(Atm1) 하에서, 1-30초 이내에, 평탄형 강 제품(S)을 700°C 내지 1100°C 사이의 유지 온도로 가열하는 단계;

c) N_2 와 기술적으로 불가피한 불순물 및 1.0-50.0 vol%의 H_2 , 최대 1.0 vol%의 O_2 를 함유하며, 이슬점(TP2)이 -30°C 내지 0°C 로 설정된 유지 분위기(Atm2) 하에서, 가열된 평탄형 강 제품(S)을 상기 유지 온도에서 10-120초의 유지 시간 동안 유지하는 단계;

d) 상기 유지 온도로부터 상기 평탄형 강 제품(S)을 430°C - 800°C 에 이르는 스트립 입구 온도로 냉각시키는 단계;

e) 상기 평탄형 강 제품(S)이 입구 영역(6)을 통과하되, 입구 영역에서, 평탄형 강 제품이 도금욕(B)으로 진입하기 전까지 불활성 또는 환원성 분위기 하에서 유지되며, 후속하여 평탄형 강 제품(S)이 금속성 보호 도금층으로 용융 도금되는 도금욕(B)을 통과하는 단계를 포함하며,

상기 가열 분위기(Atm1)의 이슬점(TP1)이 유지 분위기(Atm2)의 이슬점(TP2)보다 높고, 상기 유지 분위기의 이슬점(TP2)이 입구 분위기(Atm4)의 이슬점(TP4)보다 높은 것을 특징으로 하는, 평탄형 강 제품(S)을 금속성 보호 도금층으로 용융 도금하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 유지 온도는 700°C 내지 850°C 인 것을 특징으로 하는, 평탄형 강 제품(S)을 금속성 보호 도금층으로 용융 도금하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

가열 분위기(Atm1)는 1.0-5.0 vol%의 H_2 를 함유하는 것을 특징으로 하는, 평탄형 강 제품(S)을 금속성 보호 도금층으로 용융 도금하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 가열이 직접 가열로 영역에서 이루어지고, 상기 가열 분위기(Atm1)는 N_2 및 H_2 와, 0.1-2.0 vol%의 CO , 5.0-15.0 vol%의 CO_2 를 함유하는 것을 특징으로 하는, 평탄형 강 제품(S)을 금속성 보호 도금층으로 용융 도금하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 유지 분위기(Atm2)의 H_2 함량이 1.0-5.0 vol%인 것을 특징으로 하는, 평탄형 강 제품(S)을 금속성 보호 도금층으로 용융 도금하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

유지 분위기(Atm2)의 이슬점(TP2)이 $-30^{\circ}C$ 내지 $-10^{\circ}C$ 인 것을 특징으로 하는, 평탄형 강 제품(S)을 금속성 보호 도금층으로 용융 도금하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

유지 분위기(Atm2)의 O_2 함량이 최대 0.1 vol%인 것을 특징으로 하는, 평탄형 강 제품(S)을 금속성 보호 도금층으로 용융 도금하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 스트립 입구 온도로 냉각(공정 d 단계)된 후, 평탄형 강 제품(S)이 스트립 입구 온도에서, N_2 와 기술적으로 불가피한 불순물 및 선택적으로 1-50 vol%의 H_2 를 함유하며, 이슬점(TP3)이 $-50^{\circ}C$ 내지 $-25^{\circ}C$ 로 설정된 과시효 분위기(Atm3) 하에서, 1-30초 동안 유지되어 과시효 처리되는 단계(d')를 거치는 것을 특징으로 하는, 평탄형 강 제품(S)을 금속성 보호 도금층으로 용융 도금하는 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 과시효 분위기(Atm3)의 H_2 함량이 1.0-5.0 vol%인 것을 특징으로 하는, 평탄형 강 제품(S)을 금속성 보호 도금층으로 용융 도금하는 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

이슬점 TP1, TP2, TP3 및 TP4의 온도가,

$TP1 > TP2 > TP3 \geq TP4$ 인 것을 특징으로 하는, 평탄형 강 제품(S)을 금속성 보호 도금층으로 용융 도금하는 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

입구 분위기(Atm4)가 N_2 와 기술적으로 불가피한 불순물 및 선택적으로 1.0-50.0 vol%의 H_2 를 함유하며, 입구 분위기의 이슬점(TP4)이 $-80^{\circ}C$ 내지 $-25^{\circ}C$ 인 것을 특징으로 하는, 평탄형 강 제품(S)을 금속성 보호 도금층으로 용융 도금하는 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

평탄형 강 제품(S)이 도금욕(B)을 1-10초 이내에 통과하는 것을 특징으로 하는, 평탄형 강 제품(S)을 금속성 보호 도금층으로 용융 도금하는 방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

가열 분위기(Atm1)의 이슬점, 유지 분위기(Atm2)의 이슬점, 과시효 분위기(Atm3)의 이슬점 또는 입구 분위기(Atm4)의 이슬점 설정이 가습 매체(damp medium)의 부가에 따라 선택적으로 이루어지는 것을 특징으로 하는, 평탄형 강 제품(S)을 금속성 보호 도금층으로 용융 도금하는 방법.

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

평탄형 강 제품(S)이,

중량%로,

Cr: 5.0-30.0%,

Ni: 2.0-30.0%,

Mn: ≤6.0%,

Mo: ≤5.0%,

Si: ≤2.0%,

Cu: ≤2.0%,

Ti: ≤1.0%,

Nb: ≤1.0%,

V: ≤0.5%,

N: ≤0.2%,

Al: ≤2.0%,

C: ≤0.5%와,

철 및 불가피한 불순물을 함유하는 강으로 제조되는 것을 특징으로 하는, 평탄형 강 제품(S)을 금속성 보호 도금층으로 용융 도금하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 적어도 2.0 중량%의 Ni과 적어도 5.0 중량%의 Cr을 함유하는 강으로 제조되는 평탄형 강 제품을 금속성 보호 도금층으로 용융 도금하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 명세서에 사용되는 "평탄형 강 제품(steel flat product)"이란 용어는 스트립 또는 강판을 지칭하며, 이들로 부터 플레이트 및 블랭크가 제조된다.

[0003] Ni은 예를 들어 Mn 또는 N와 동일한 방식으로, 저온에서 강 내의 오스테나이트 조직을 안정화시킨다. 강의 기계적 특성을 개선하기 위해, 이러한 효과가 사용될 수 있다. 잔류 오스테나이트가 존재하는 멀티상 강은 특히 강도와 연성이 적절하게 조합된 물성을 갖는다. Ni 성분이 8 중량% 초과인 완전 오스테나이트 강은 취성-연성 전이되지 않아, 저온에서 사용될 수 있다. 고Mn 강과 비교하여, 완전 오스테나이트의 Ni-합금은 실질적으로 환경 부하에 덜 민감하다. 특히, Cr 합금 성분이 추가되는 Ni 강은 특히 우수한 내화학성 및 내식성을 특징으로 한다. 강 내에 Mo이 존재함으로써 이러한 부동태성이 한층 더 지지된다. 각 강 합금의 소망하는 소재 강도 또는 연성에 따라, Al, Mn, Ti 및 Si과 같은 추가의 원소들이 부가될 수 있다.

[0004] Ni-합금강의 특별한 물성으로 인해, 평탄형 Ni-합금강 제품이 고온 및 저온 분야에서 사용될 수 있는 큰 잠재력이 있다. 그 중에서도, 평탄형 Ni-합금강 제품이 적용되는 분야는 자동차 차체, 특히 서스펜션 내의 구조 부품, 화학 장비 구조물, 플랜트 및 기계 구조물을 포함한다. 또한, 일례로 가옥용 장식품 또는 이와 유사한 물품을

Ni-합금강으로 제조할 수 있다.

- [0005] Ni-합금강의 상당한 내환경성에도 불구하고, 전술한 형태의 Ni-합금강으로 제조된 평탄형 강 제품을 특히 스트레스를 받는 부품 또는 제품에 사용할 때, 추가의 보호 도금층을 기술적으로나 경제적으로 도금할 필요가 있다. 보호 도금층은 저항성, 특히 내식성을 최적화할 뿐만 아니라, 각 평탄형 강 제품의 성형 적합성 또는 미적 외관을 개선시키게 된다.
- [0006] 평탄형 강 제품에 그러한 보호 도금층을 부착함에 있어, 연속 스트립 도금법은 일반적으로 확립된 공정이다. 그러나, 피도금 제품의 표면에 부착되어 있는, 합금 원소들의 외부 산화물의 화학적 부동태는 도금 결과를 열화시킨다. 이러한 측면에서, 중요한 합금 원소로는, 예를 들어 Cr, Al, Mn, Si 및 다른 산화물-형성 원소들이 있다. 피도금 평탄형 강 제품의 표면 위에, 이들 합금 원소들로부터 형성된 산화물들은 젖음(wetting) 및 부착 결함을 야기한다. 이러한 흠결을 방지하기 위해, 연속 스트립 도금법에 사용가능한 방법 및 설비는 특별한 사양을 만족시켜야 한다.
- [0007] AT 392 089 B호는 연속 스트립 공정에서 스테인리스 강의 한쪽 및 양쪽을 전해 아연 도금하는 방법을 개시하고 있다. 그러나, 이 방법은 비교적 고가이어서 실제로는 널리 사용되고 있지 않다.
- [0008] 스트립 강을 연속 용융 아연 도금하는 것이 전해 도금에 비해 좀 더 경제적이다. 이 방법에서, 강 스트립이 통과로(passage furnace)에서 재결정 어닐링을 거친 후, 강 스트립은 일반적으로 아연, 알루미늄 또는 이들의 합금을 기반으로 하는 금속성 도금욕 내에 침지된다.
- [0009] 어닐링 단계에서 합금강에는 산소-친화형(oxygen-affine) 성분들이 합금강 표면 위를 부분적으로 산화시킬 수 있기 때문에, 합금강을 용융 도금할 때에는 특히 주의가 요망된다. 합금강 외부에 부분적 산화가 발생하는 경우, 젖음 흠결 및 부착 흠결이 반드시 발생할 것으로 예측된다.
- [0010] 이러한 문제점들을 예방하기 위해, 용융 도금법으로 소정의 보호 금속 도금층으로 도금되는 평탄형 강 제품의 합금 성분들은 특정 최대값으로 제한되는 것이 일반적이다. 이는 각 강판의 Ni 성분을 포함한다. 용융 도금법으로 소정의 보호 금속 도금층으로 도금되는 평탄형 강 제품의 Ni 성분은 실제 공정에서 2.0 중량% 미만, 특히 최대 1.0 중량%로 제한된다. 이러한 예가 EP 2 009 128 A1호, EP 1 612 288 A1호 및 EP 2 177 641 A1호에 기재되어 있다.
- [0011] Ni 뿐만 아니라 5-30 중량%의 Cr을 함유하는 Ni-합금강의 용융 도금은 이와는 다른 특수한 케이스에 해당된다. Cr-합금강의 품질을 위해, 일례로 강력한 환원성 어닐링 파라미터(소위 광휘 어닐링(bright annealing))를 사용하여 열처리함으로써 외부 산화물의 형성을 억제하는 시도가 있었다. 이러한 사상을 기반으로 하는 방법이 US 4,675,214호, US 5,066,549호, US 4,883,723호, US 5,023,113호 및 EP 0 467 749 B1호에 기재되어 있다.
- [0012] 이들 공지 방법들과 다른 예로, JP 3 111 546 A호 및 JP 5 311 380 A호는 가열하는 중에 목표로 하는 FeO층(예비-산화물)을 형성시킨 후, 후속의 유지 단계에서 상기 층을 금속 철(Fe)로 환원시키는 공정을 제안하고 있다.
- [0013] 또한, US 5,591,531호로부터 공지된 방법은, 피도금 평탄형 강 제품의 Fe-리치 에지 영역을 오프-라인 작업 단계에서 후드 어닐링으로 사전처리(precondition)한다. 그런 다음, 평탄형 강 제품을 용융 도금 플랜트에 투입하여 도금한다.
- [0014] EP 2 184 376 A1호에 개시된 또 다른 가능 방안은, 강 스트립의 표면에 박막의 Fe 층이 부착되는("Fe 플래쉬(Fe flash)") 오프-라인 예비-도금이다.
- [0015] Cr-합금강을 용융 도금하는 전술한 방법들은 열간 알루미늄 도금(thermal aluminization)으로 용융 도금이 수행되는 것을 필요로 하지만, 언제나 아연계 보호 도금층을 커버하는 것은 아니다. 통상의 합금강을 용융 도금하기 위해 설계된 통상적인 용융 도금 설비에서 이들 방법들을 수행하는 데에는 많은 비용이 소모되기 때문에, 실제 작업에서 Ni-합금강/Cr-합금강을 용융 도금하는 전술한 방법들의 사용이 제한된다. 또한, 공지의 방법들의 활용과 관련하여 H₂ 소모량이 많아져서 유지 비용이 크며, 높은 어닐링 온도가 필요하게 된다. 높은 소모량과 운전 비용은 상기 방법들을 경제적 측면과 환경 측면이 양립되어야 한다는 오늘날의 요구와 조화되지 않는다. 특히, JP 3-111546 A호 및 JP 5-311380 A호에 기재되어 있는 방식의 예비-산화는 실제로 관리가 어렵고, 공정 신뢰성이 낮다는 것을 알게 되었다. 산화 공정에서 산화물 층의 두께가 너무 두껍거나 너무 얇은 경우, 직접적인 젖음 흠결이 발생하여 용융 도금층이 강 기판에 제대로 부착되지 않게 할 수 있다.
- [0016] 이론적으로, Cr-합금강을 용융 도금하는 전술한 공지의 방법들은 오로지 페라이트 특정 강과 관련된다. 그

결과, Ni 성분이 존재하는-해당 합금강의 Ni 함량은 3.0 중량% 미만으로 그 상한치가 상당히 낮게 제한된다. 용융 도금법으로 도금될 평탄형 강 제품 내에 Ni이 존재하면 상당히 유리하다는 점이 종래 기술로부터 알려져 있다. 강 스트립을 용융 도금 설비에 장입하기 전에, 강 스트립 표면에 Ni 층을 박막 형태("Ni 플래쉬")로 예비 도금하면, 평탄형 강 제품의 산소-친화형 합금 성분들의 부분적 산화를 효과적으로 억제할 수 있어서, 도금 결과를 상당히 개선할 수 있다. 용융 도금법에 Ni 플래쉬를 사용하는 것이 일례로 JP 61-147865 A호 또는 JP 60-262950 A호에 권장되어 있다. 그러나 Ni 플래쉬의 적용은 추가의 작업 공정을 필요로 하며, 이는 실질적으로 추가 비용을 발생시키므로, 이 공정은 실제 조업에서는 자주 사용되지 않는다.

[0017] Ni 플래쉬를 별도로 활용하는 것 외에, 합금강 내의 Ni 성분 자체는 금속성 용융 도금층의 품질을 개선하는 데에 사용될 수 있다. US 7,736,449 B2호에 따르면, 평탄형 강 제품의 표면에 Mn, Al 및 Si 산화물의 발생을 억제하기 위해, 도금되는 평탄형 강 제품의 강에 합금성분으로 최대 2.0 중량%의 Ni을 첨가한다. 첨가되는 Ni 함량비는 매우 복잡하며, 평탄형 강 제품의 다른 합금 원소들의 함량과 재결정 중에 관측되는 어닐링 파라미터들 간의 정형화된 상관관계에 의해 결정된다. 0.2-5.0 중량%의 Ni이 첨가된 평탄형 강 제품을 열간 전기도금하는 유사 방안이 WO 00/50658 A1호에 개시되어 있다. 이 방법에서도, Ni 성분이 각 Al 및 Si 성분의 기능으로 작용하도록 설정된 강 스트립의 표면에 에지층이 형성된다. 공정을 관리함에 있어 종속성을 감안하면, 이 방법이 작업 신뢰성과 재현성이 필수인 대규모의 산업적 규모로 실시될 수 없음을 의미한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0018] 이러한 관점에서, 본 발명의 목적은 비용 및 자원 효율적인 방식으로 Ni-합금강을 용융 도금하며, 산업계에서 신뢰성 있는 공정으로 사용될 수 있는 용융 도금 방법을 명시하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0019] 본 발명에 따르면, 상기 본 발명의 목적은 청구항 1에 기재되어 있는 방법에 의해 달성된다.

[0020] 본 발명에 따른 발명은 분위기가 제어된 상태에서 대규모의 산업적인 열간 도금 설비에서 연속 조업 방식으로 냉간 압연 또는 열간 압연된 평탄형 강 제품을 어닐링 처리하고, 이어서 인-라인으로 용융 도금하는 방법에 적합하다. 본 발명에 따른 공정은 플래쉬 예비 도금이나 이와 유사한 공정을 필요로 하지 않는다.

[0021] 이를 위해, 본 발명에 따른 방법은, 원리상, 다음의 연속된 인-라인 공정 단계를 포함한다.

[0022] a) 평탄형 강 제품을 준비하는 단계,

[0023] b) 상기 평탄형 강 제품을 유지 온도로 가열하는 단계,

[0024] c) 상기 유지 온도에서, 상기 평탄형 강 제품을 유지시키고 재결정하는 단계,

[0025] d) 상기 평탄형 강 제품을 스트립 입구 온도로 냉각시키는 단계, 및

[0026] e) 상기 평탄형 강 제품을 입구 영역을 관통하여 도금욕 내로 투입하는 단계.

[0027] 본 발명에 따른 방법의 일부로 적어도 연속적으로 수행되는 상기의 공정 단계 a) 내지 e)는 확정적인 것은 아니다. 즉, 공정 단계 a)와 b) 사이에서, 도금될 평탄형 강 제품의 표면을 세척하는 단계 a')가 수행될 수도 있다. 또한, 상기 평탄형 강 제품을 스트립 입구 온도로 냉각시키는 단계(공정 단계 d))와 상기 평탄형 강 제품을 도금욕 내로 투입하는 단계(공정 단계 e)) 사이에서, 선택적으로 과시효 처리 단계인 공정 단계 d')가 수행될 수 있다. 이와 유사하게, 상기 평탄형 강 제품이 도금욕에서 빠져나온 후, 공정 단계 e')로서 상기 평탄형 강 제품 상에 존재하는 금속 보호 도금층의 두께를 조절하는 단계가 수행될 수도 있다.

[0028] 구체적으로, 고 Ni 및 Cr 성분을 함유하는 평탄형 강 제품을 금속성 보호 도금층으로 용융 도금하는, 본 발명에 따른 방법은 적어도,

[0029] a) 적어도 2.0 중량%의 Ni 및 적어도 5.0 중량%의 Cr을 함유하는 강을 냉간압연 또는 열간 압연하여 평탄형 강 제품을 준비하는 단계,

[0030] b) 이슬점(TP1)이 -15℃ 내지 +30℃로 설정되고, N₂와 기술적으로 불가피한 불순물 및 vol%로, H₂: 1-50%, CO: 0.1-2.0%, CO₂: 5.0-15.0% 중 하나 또는 그 이상을 선택적으로 함유하는 가열 분위기 하에서, 1-30초 이내에,

평탄형 강 제품을 700℃ 내지 1100℃ 사이의 유지 온도로 가열하는 단계;

- [0031] c) N_2 와 기술적으로 불가피한 불순물 및 1.0-50.0 vol%의 H_2 , 최대 1.0 vol%의 O_2 를 함유하며, 이슬점(TP2)이 -30℃ 내지 0℃로 설정된 유지 분위기 하에서, 가열된 평탄형 강 제품을 상기 유지 온도에서 10-120초의 유지 시간 동안 유지하는 단계;
- [0032] d) 상기 유지 온도로부터 상기 평탄형 강 제품을 430℃-800℃에 이르는 스트립 입구 온도로 냉각시키는 단계;
- [0033] e) 상기 평탄형 강 제품이 입구 영역을 통과하되, 입구 영역에서, 평탄형 강 제품이 도금욕으로 진입하기 전까지 불활성 또는 환원성 분위기 하에서 유지되며, 후속하여 평탄형 강 제품이 금속성 도금층으로 용융 도금되는 도금욕을 통과하는 단계를 포함하되,
- [0034] 상기 가열 분위기의 이슬점(TP1)이 유지 분위기의 이슬점(TP2)보다 높고, 상기 유지 분위기의 이슬점(TP2)이 입구 분위기의 이슬점(TP4)보다 높은 것을 특징으로 한다. 다시 말하면, $TP1 > TP2 > TP4$ 이다.
- [0035] 평탄형 강 제품을 도금욕에서 꺼내고, 선택적으로, 꺼내진 상기 평탄형 강 제품상에 존재하는 금속성 도금층의 두께를 일레로 스크래퍼 노즐로 조절한 다음, 얻어진 평탄형 강 제품은 통상적인 방식에 따라 실온까지 냉각될 수 있다. 이러한 냉각이 이루어진 후, 선택적으로 (조절 압연), 부동태화, 오일링 및 평탄형 강 제품을 코일로 권취하는 공정이 수행될 수 있다. 금속성 도금층에 특정 물성을 부여하기 위해, 필요하다면, 권취 전후에 열처리가 수행될 수 있다.
- [0036] 본 발명에 따른 방법에서, 연속된 공정으로 수행되는 각 공정 단계는, 각 공정 단계가 특정 로 영역과 연관되어 있는 통과로(passage furnace)에서 수행되는 것이 바람직하다.
- [0037] 제조되는 평탄형 강 제품은 롤-경화 또는 어닐링된 냉간 또는 열간 스트립으로 존재할 수 있다. 본 발명에 따른 방법은 롤-경화, 냉간 압연 평탄형 강 제품이 시작 소재로 사용되는 경우에 특히 경제적인 것으로 판명되었다. 특히, 냉간 압연, 롤-경화된 평탄형 강 제품이 가공되는 경우, 유지 공정 중에 재결정이 이루어지도록 하기 위해, 공정 단계 a)에서 가열되는 중에 도달되는 유지 온도가 700℃-1100℃, 특히 700℃-850℃라면 유리한 것으로 판명되었다.
- [0038] 본 발명에 따른 방법은 가열 분위기 중의 H_2 함량이 1.0-5.0 vol%인 경우에 경제적으로 적절하게 실시될 수 있다.
- [0039] 본 발명은, 금속성 보호층이 평탄형 강 제품에 부착되는 도금욕 내로 평탄형 강 제품을 장입하기 전에 평탄형 강 제품을 열처리하여, 상기 평탄형 강 제품의 표면 상에 산화물로 형성되어 인지되는 외부로의 이주, 소위 "외부" 산화(external oxidization)를 거의 완전하게 억제시킨다는 사상에 기초한 것이다. 이에 따라, 본 발명에 따른 방법의 모든 열처리 단계는 간접 가열로에서 환원 분위기 하에서 최적으로 실시되어, 외부 산화물의 형성을 최소화하거나 최적으로 형성되지 않도록 한다.
- [0040] 평탄형 강 제품을 간접 방식으로 가열하기 위해, 실제 통상적으로 사용되는 RTF(RTF=Radiant Tube Furnace) 타입의 노가 사용된다. 이러한 형태의 노에서, 연소 가스가 노 챔버 내에 배치되어 있는 래디언트 튜브를 통해 전도되어 가열이 이루어진다. 연소는 래디언트 튜브 안쪽에서 이루어진다. 이러한 방식으로, 연소 가스는 노 분위기와 차단되어 있다. 이 경우에 있어, 산화성 분위기를 형성하는 성분의 부가가 방지되어, 가열 분위기는 완전히 -기술적으로 불가피한 불순물은 제외- N_2 와 선택적으로 첨가되는 H_2 로 구성되는 분위기로 유지될 수 있다.
- [0041] 따라서 -일레로 기술적으로 사용가능한 설비 때문에- 공정 단계 a)에서, 평탄형 강 제품이 직접 가열식 노 영역에서 가열된다면, 이러한 경우, 가열 분위기는 N_2 및 선택적으로 첨가되는 H_2 외에, 최대 0.1-2.0 vol%의 CO와 최대 5.0-15.0 vol%의 CO_2 를 함유하도록 설정된다. 이러한 방식에 의해, 직접 연소식 가열 영역의 가열 분위기는 철 또는 베이스 금속 원소의 외부 산화가 방지되며, 베이스 금속 원소의 산화물 형성이 거의 완전하게 내부적으로 이루어지도록 설정된다.
- [0042] 본 발명에 따른 방법의 본질적인 이점은, 일부 공지의 방법에 기재되어 있는 바와 같은 목표로 하는 예비-산화를 할 필요가 없다는 것이다. 이러한 방식으로, 본 발명에 따른 방법의 성능과 연계된 제어 및 조절 비용이 실질적으로 감소하게 된다.
- [0043] 가열 단계에 후속하는 유지 단계(공정 단계 b)) 중에, 본 발명에 따라 가열된 평탄형 강 제품은 유지 온도에서 10-120초 동안 어닐링된다. 유지 영역을 지배하는 유지 분위기, 유지 시간, 유지 온도 및 유지 분위기의 이슬점

(TP2)은, 유지 단계의 말기에, 평탄형 강 제품의 조직이 재결정되고, 외부 산화물로 존재할 수 있는 모든 형태의 산화물이 환원되며, 그러한 산화물들이 새로이 형성되지 않도록, 서로 조화를 이루어야 한다. 유지 분위기의 H_2 함량이 1.0-5.0 vol%인 경우에 최적의 작업 결과를 얻을 수 있다. 유지 분위기의 산화 포텐셜을 추가로 최소화하기 위해, 유지 분위기 내의 O_2 함량은 최대 0.1 vol%로 제한될 수 있다.

[0044] 구체적으로, 유지 분위기의 이슬점(TP2)은, 평탄형 강 제품이 유지 온도에서 유지되는 동안 외부 산화가 일어나지 않도록 설정된다. 이를 위해, 본 발명에 따르면, 이슬점(TP2)은 최소 $-30^{\circ}C$ 특히 $-30^{\circ}C$ 보다 높게 설정된다. 이슬점 온도가 낮을수록, 일례로 Cr, Mn 또는 Si과 같은 베이스 금속 합금 원소들이 외부 산화물로 될 위험이 있게 된다. 이와 동시에, 평탄형 강 제품의 표면에 존재하는 철 또는 니켈 산화물과 관련된 환원 분위기를 충분히 확보하거나, 철 또는 니켈 산화물의 출현을 예방하기 위해, 본 발명에 따른 이슬점(TP2)은 최대 $0^{\circ}C$ 여야 한다. 유지 영역 분위기의 이슬점(TP2)이 $-10^{\circ}C$ 이하로 설정되면, 본 발명에 따른 평탄형 강 제품의 표면에 불요한 Fe 또는 Ni 산화물의 출현이 특히 신뢰성 있게 방지될 수 있다.

[0045] 유지 단계 후, 냉각 영역 내에서, 상기 강 스트립은 유지 온도로부터 강 스트립 제품이 각 도금욕으로 투입되며 온도 범위가 $430^{\circ}C$ - $800^{\circ}C$ 인 스트립 입구 온도로 냉각된다. 평탄형 강 제품에 금속 보호층을 부착하기 위해 평탄형 강 제품이 통과하는 도금욕의 온도와 같이, 각 경우에서 선택된 스트립 입구 온도는 도금층을 구성하는 아연 또는 알루미늄 베이스에 따라 달라진다.

[0046] 표 1은 평탄형 강 제품이 Zn을 베이스로 하는 도금층(예컨대 Zn, ZnAl, ZnMg 또는 ZnMgAl 도금층)을 형성하기 위한 도금욕과, Al을 베이스로 하는 도금층(예컨대 AlZn, AlSi 도금층)을 형성하기 위한 도금욕에 장입되는 스트립 입구의 전형적인 온도 영역과, 각 도금욕의 적당한 온도 영역을 보여주고 있다.

표 1

도금욕	스트립 침지 온도	도금욕 온도
Zn 계	$430 - 650^{\circ}C$	$420 - 600^{\circ}C$
Al 계	$650 - 800^{\circ}C$	$650 - 780^{\circ}C$

[0047]

[0048] 선택적으로, 평탄형 강 제품을 스트립 입구 온도로 냉각(공정 단계 d))한 후, 평탄형 강 제품은 공정 단계 d')에서 과시효 처리되되, 스트립 입구 온도에서, N_2 와 기술적으로 불가피한 불순물 및 선택적으로 1-50 vol%의 H_2 , 특히 1-5 vol%의 H_2 를 함유하며, 이슬점(TP3)이 $-50^{\circ}C$ 내지 $-25^{\circ}C$ 로 설정된 과시효 분위기 하에서, 1-30초 동안 유지되어 과시효 처리될 수 있다.

[0049] 냉각 및 선택적으로 과시효 처리된 후, 평탄형 강 제품은 도금욕 보일러 내에 제공되어 있는 도금욕(melt bath) 내로 투입된다. 평탄형 강 제품이 주위 분위기와 접촉되지 않도록 하기 위해, 본 발명에 따라 열처리된 평탄형 강 제품은 도금욕 보일러 내로 연장되어 있는 입구 구조물을 통해 스트립 입구 온도에서 도금욕 내로 투입된다. 이러한 입구 영역은 불활성 또는 환원성 입구 분위기가 지배한다. 입구 분위기는 N_2 및 기술적으로 불가피한 불순물과, 선택적으로 1.0-50.0 vol%의 H_2 를 함유하며, 위와 같은 방식으로 구성된 입구 분위기의 이슬점(TP4)이 $-80^{\circ}C$ 내지 $-25^{\circ}C$ 이다.

[0050] 일반적으로, 본 발명에 따르면, 평탄형 강 제품은 불활성 또는 환원성 분위기 하에서, 스트립 입구 온도로 냉각된다고 기술할 수 있다. 구체적으로, 모든 경우에서, 냉각은 냉각 단계에 후속하는 작업 단계 내를 지배하는 분위기 하에서 이루어진다. 과시효 처리되지 않는 경우, 예를 들어 평탄형 강 제품이 냉각된 직후에 바로 입구 영역으로 들어가서 도금욕 내를 통과하는 경우, 냉각은 입구 영역의 분위기에서 이루어지는 것이다. 반면에, 평탄형 강 제품이 냉각된 후에 과시효 처리를 거치는 경우, 냉각은 과시효 분위기 하에서 이루어진다.

[0051] 본 발명에 따른 방식으로 준비된 평탄형 강 제품은 공지의 적당한 도금욕 보일러 내에 채워진 도금욕을 연속 방식으로 통과하며, 실제 조업에서 침지 시간은 1-10초, 특히 2-5초인 것이 적당한 것으로 판명되었다. 도금욕 보일러 내에, 도금욕은 강 표면을 습윤시키고 강 스트립의 금속 철과 도금욕 사이에서 화학 반응이 일어나서 금속 간화합물 경계층을 형성하며, 이는 도금층이 견고하게 부착되도록 한다.

- [0052] 본 발명에 따라 처리되는 유형의 평탄형 강 제품을 도금하는 데에는, 중량%로, Zn 및 불가피한 불순물 외에, 0.1-60.0% 특히 0.15-0.25%의 Al 및 최대 0.5%의 Fe를 포함하는 도금욕이 특히 적당하다. Al 성분의 함량에 따라, 위와 같은 방식으로 구성되는 도금욕 내에서 형성되는 도금층은 실제 조업에서 "Z", "ZA" 또는 "AZ" 도금층으로 알려져 있다. 여기서, 불가피한 불순물로는 미량의 Si, Mn, Pb 및 회토류 원소를 포함한다. 또 다른 도금욕 조성은, Zn 및 불가피한 불순물 외에, 0.05-8.0% Al, 0.2-8.0% Mg, 최대 2.0% Si, 최대 0.1% Pb, 최대 0.2% Ti, 최대 1% Ni, 최대 1% Cu, 최대 0.3% Co, 최대 0.5% Mg, 최대 0.2% Cr, 최대 0.5% Sr, 최대 3.0% Fe, 최대 0.1% B, 최대 0.1% Bi, 최대 0.1% Cd 및 미량의 회토류 원소 및 불가피한 불순물을 포함하며, Mg 함량 %Mg에 대한 Al 함량 %Al의 비가 $\%Al/\%Mg < 1$ 이다. 본 명세서에 기재되어 있는 종류의 평탄형 강 제품을 도금하는 데에 적당한 도금욕의 다른 조성은, 일례로 EP 1 857 566 Al, EP 2 055 799 Al 및 EP 1 693 477 Al의 실시예로 기재되어 있다. 이러한 유형의 마그네슘-함유, 아연계 도금층은 실제 조업현장에서 "ZM" 도금층으로 알려져 있다.
- [0053] 용융 도금된 평탄형 강 제품이 인-라인으로 열간 처리되어 Fe-Zn 도금층을 형성하는 경우(갈바닐링), 도금욕의 조성은, Zn 및 불가피한 불순물 외에, 0.1-0.15% Al 및 최대 0.5% Fe를 함유하는 것이 적합한 것으로 판명되었다. 그러한 도금욕에서 형성된 도금층은 업계에서 "ZF"로 명명된다.
- [0054] 불가피하게 미량 존재하는 경우를 제외하고, Zn을 함유하지 않는 Al계 도금층은 Al 및 불가피한 불순물 외에, 최대 15.0 중량% Si 및 최대 5.0 중량% Fe를 함유하는 것이 일반적이다. 이러한 유형의 도금층은 실제 현장에서 "AS 도금층"으로 알려져 있다.
- [0055] 이슬점 TP1, TP2 및 TP4를,
- [0056] $TP1 > TP2 > TP4$ 로 설정하거나,
- [0057] 과시효 처리하는 경우에는,
- [0058] $TP1 > TP2 > TP3 \geq TP4$ 로 설정함으로써,
- [0059] 가열 분위기(이슬점 TP1), 유지 분위기(이슬점 TP2), 선택적으로 존재하는 과시효 분위기(이슬점 TP3) 및 입구 분위기(이슬점 TP4) 각각의 산화 포텐셜이 각 공정 단계 중에 존재하는 강 스트립의 온도에 최적화될 수 있다. 가열하는 중에 유지되는 가열 분위기의 이슬점 TP1이 높으면, 베이스 금속 합금 원소들의 내부 산화물의 초기 형성을 증가시킨다. 강 표면에서 최적의 환원이 이루어지고 Fe 및 Ni의 산화를 예방하기 위해, 후속하는 고온의 유지 공정에서 이슬점 TP2를 낮춤으로써, 유지 분위기의 산화 포텐셜이 줄어든다.
- [0060] 선택적으로 수행되는 과시효 처리 공정 중에 유지되는 분위기의 이슬점 TP3를 추가로 낮춤으로써, 산화 포텐셜이 추가로 감소된다. 이는, 과시효 처리하는 중에 스트립의 온도가 거의 저온이고, 체류 시간이 짧기 때문에, 과시효 처리 전에 새로이 형성될 수 있는 외부 산화물이 과시효 공정 또는 후속 공정 단계에서 더 이상 환원될 수 없다는 환경을 고려한 것이다. 이와 동일한 이유로, 입구 내를 지배하는 입구 분위기의 이슬점(TP4)은 과시효 분위기의 이슬점(TP3)과 같거나 그보다 작게 설정되므로, 결과적으로 유지 분위기의 이슬점(TP2)보다 낮게 된다.
- [0061] 실제로 실시할 때에, $TP1 > TP2 > TP3 \geq TP4$ 조건을 준수하기 위해, 선행하는 공정 단계에서 유지되는 분위기에 의해 건조한 분위기의 모든 오염이 예방되어야 한다. 이는, 스트립이 진행되는 반대 방향으로, 사용되는 통과로의 전장에 걸쳐 20 내지 100 Pa의 압력 강하가 설정되고 유지됨으로써 용이하게 달성될 수 있다. 이는 기류가 통과로를 지나는 평탄형 강 제품의 진행 방향에 대항하는 방향으로 지향되게 하며, 선행하는 공정 단계 중에 유지되는 분위기와 건조한 분위기가 혼합되게 한다.
- [0062] 상기 통과로를 지나는 평탄형 강 제품의 진행 방향에 대항하는 방향으로 지향되는 기류(gas flow)는 일례로 공급되는 기류의 양, 유속 및 압력 강하를 제어함으로써 조절될 수 있다. 유속 및 압력 강하는 통상적으로 노의 시작부에 위치하는 가스 추출기의 흡인력이 각 사양에 적합하도록 조작성될 수 있다. 노 내부에서 예를 들어 피팅 수축에 의해 국부적으로 유속이 추가로 증가될 수 있다.
- [0063] 본 발명에 따른 방법에 있어 중요한 이슬점(TP1 - TP4), 특히 이슬점(TP1 및 TP2)의 설정과 조절은, 가열 분위기 및 유지 분위기에서 목표로 하는 습윤(targeted moistening)을 필요로 한다. 이를 위해, 가습 매체가 각 분위기(가열 분위기, 유지 분위기, 입구 분위기 또는 과시효 분위기) 내로 도입될 수 있다. 이는 일반적으로 증기, 가습(moist) N_2 또는 H_2 , N_2 및 H_2 의 가습 혼합물 또는 N_2 및 O_2 의 가습 혼합물, 또는 O_2 인 산화력 있는 매체를 첨가함으로써 이루어질 수 있다. 가습 매체는 가습시킬 노 영역별로 하나의 공급라인을 통해 부가되는 것

이 일반적이며, 공급라인은 조절의 용이함을 위해 불활성 가스 공급부와 분리되어 있다.

[0064] 이상적으로는, 본 발명에 따라 용융 도금된 평탄형 강 제품은 그 강 제품의 기계적 수치와 표면 특성으로 인해, 단일 또는 다단의 냉간 성형 또는 열간 성형되어 판형 금속 부품으로 제조되기에 적합하다. 따라서, 특히 자동차 구조용 부품, 및 장비, 기계 또는 가전제품에서 고온 및 저온부용 부품이 본 발명에 따라 얻어지는 평탄형 강 제품으로부터 제조될 수 있다. 본 발명에 따라 제조된 평탄형 강 제품은 성형 능력이 우수하고, 내열성과 내부식성이 우수하다. 본 발명에 따른 용융 도금된 평탄형 강 제품의 용도는 경량 구조물에 활용되기에 최적일 뿐만 아니라, 본 발명에 따라 제조된 평탄형 강 제품으로부터 성형된 제품의 수명을 향상시킨다.

[0065] 본 발명에 따라 처리되는 평탄형 강 제품을 제조하는 강은, 철 및 불가피한 불순물 뿐만 아니라, 중량%로, Cr: 5.0-30.0%, Ni 2.0-30.0%, Mn ≤6.0%, Mo ≤5.0%, Si ≤2.0%, Cu ≤2.0%, Ti ≤1.0%, Nb ≤1.0%, V ≤0.5%, N ≤0.2%, Al ≤2.0%, C ≤0.5%를 함유하는 것이 일반적이다.

도면의 간단한 설명

[0066] 도 1은 본 발명에 따른 방법을 수행하도록 구성된 노 영역(2, 3, 4, 5, 6)을 구비하는 통과로(1)를 포함하는 용융 도금 설비(A)를 개략적으로 도시하고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0067] 이하에서 예시적인 실시형태를 참조하면서 본 발명을 상세하게 설명한다.

[0068] 피용융 도금 강판 제품(S)이 진행 방향(F)으로 노 영역(2-6)을 연속적으로 지나간다. 평탄형 강 제품(S)이 노 영역(2)으로 투입되어, 가열 분위기(Atm1) 하에서 20초간 가열되어 유지온도(T1)로 가열된다.

[0069] 노 영역(2)을 거친 후, 평탄형 강 제품(S)은 노 영역(3)을 통과하되, 유지 분위기(Atm2) 하에서 45초 동안 유지온도(T1)에서 유지된다.

[0070] 노 영역(3) 후에는, 평탄형 강 제품(S)이 10초 이내에 스트립 입구 온도(T2)로 냉각되는 노 영역(4)에 후속한다. 상기 냉각은 노 영역(4)에 후속하는 노 영역(5) 내를 지배하는 과시효 분위기(Atm3) 하에서 이루어진다.

[0071] 노 영역(5)에서, 평탄형 강 제품(S)은 스트립 입구 온도(T2)에서, 과시효 분위기(Atm3) 하에서 20초 동안 과시효 처리된다.

[0072] 노 영역(5)을 거친 후, 평탄형 강 제품(S)은, 도금욕 보일러(7) 내에 채워져 있는 도금욕(B) 내로 자유 단부가 개방되어 있는 입구로 형성되어 있는 노 영역(6)으로 들어간다. 노 영역(6)에서, 평탄형 강 제품(S)은 상기 스트립 입구 온도(T2)에서 입구 분위기(Atm4) 분위기 하에서 유지된다.

[0073] 노 영역(6)을 거쳐 도금욕(B)으로 들어간 평탄형 강 제품(S)은 도금욕 내에서 공지의 방식으로 도금욕(B) 내에 설치되어 있는 가역식 롤러 상에서 전향되며, 그런 다음 도금욕(B) 위로 나와 있는 스크래퍼 장치(도면에는 도시되어 있지 않음)에 의해 평탄형 강 제품(S) 상에 존재하는 금속 도금층의 두께가 조절되며, 최종적으로, 공지된 방식으로, 평탄형 강 제품(S)은 냉각 섹션을 경유하여 권취 장치(미도시)로 안내되어, 권취 장치에서 코일로 권취된다.

[0074] 용융 도금 설비(A)에서 금속성 보호 도금층이 부착된 평탄형 강 제품(S)은 롤-경화된 상태의 냉간 압연 강 스트립인 것이 일반적이다.

[0075] 3개의 다른 강종(S1-S3)에 대해 18번의 실험(V1-V18)을 위해, 합금 성분은 표 2에 중량% 단위로 기재되어 있는 합금 성분을 함유하는 강으로 냉간 압연 강 스트립을 제조한 후, 롤-경화된 상태로 용융 도금 설비(A)로 투입되었다.

표 2

강	C	Ni	Cr	Mn	Mo	N
S1	0.03	13.0	18.5	2.0	2.5	-
S2	0.15	9.5	19.0	2.0	0.8	0.11
S3	0.07	10.5	17.0	2.0	-	-

잔부는 Fe 및 불가피한 불순물

[0076]

[0077]

표 3은, 실험(V1-V18)에 있어서, 노 영역(2)에서 도달되어 있는 유지 온도(T1), 노 영역(2)을 지배하는 가열 분위기(Atm1)의 조성 범위, 가열 분위기(Atm1)에 설정되어 있는 이슬점(TP1), 노 영역(3)을 지배하는 유지 분위기(Atm2)의 조성 범위, 유지 분위기(Atm2)의 이슬점(TP2), 노 영역(4)에서 냉각 후 도달하는 스트립 입구 온도, 노 영역(5)을 지배하는 과시효 분위기(Atm3)의 조성 범위, 과시효 분위기(Atm3)의 이슬점(TP3), 입구로 형성되는 노 영역(6)을 지배하는 입구 분위기(Atm4)의 조성 범위, 입구 분위기(Atm4)의 이슬점(TP4), 도금욕(B)의 온도(T3) 및 도금욕(B)의 조성을 보여주고 있다.

[0078]

노 영역(2-6)을 지배하는 분위기(Atm3-Atm4) 간에 압력 강하를 설정함으로써, 통과로(1) 내에 진행 방향(F)에 대향하는 기류(G)의 유동이 유지되는데, 평탄형 강 제품(S)은 이미 통과한 더욱 습한 분위기(Atm1, Atm2, Atm3)에 의해 각각의 건조한 분위기(Atm2, Atm3, Atm4)의 오염이 예방될 수 있다.

[0079]

표 4는 실험(V1-V18) 결과를 평가하고 있다. 본 발명에 따라 규정되는 $TP1 > TP2 > TP3 \geq TP4$ 를 따르지 않는 이슬점(TP1, TP2, TP3, TP4) 세트를 갖는 예시적 실시형태들(4, 5, 6, 11, 12)은 본 발명에 부합되지 않으며, 이들은 본 발명의 사양을 일탈하는 결과를 나타낸다. 이슬점(TP1 및 TP2) 중 어느 하나가 본 발명에 따라 미리 규정된 범위를 벗어나는 예시적 실시형태(15 및 17)는 만족스럽지 못한 도금 결과를 나타낸다. 반면, 본 발명에 따라 수행된 실험예들은 최적화된 도금 결과를 나타내고 있다.

표 3

실험예	강	T1 [°C]	Atm1 [vol.-%]	TP1 [°C]	Atm2 [vol.-%]	TP2 [°C]	T2 [°C]	Atm3 [vol.-%]	TP3 [°C]	Atm4 [vol.-%]	TP4 [°C]	T3 [°C]	도금욕(B)의 조성 [중량%]
1	S1	780	N ₂ +5% H ₂	0	N ₂ +5% H ₂	-20	485	N ₂ +5% H ₂	-30	N ₂ +5% H ₂	-40	465	Zn+0.18% Al
2	S1	750	N ₂ +5% H ₂	+20	N ₂ +5% H ₂	-20	485	N ₂ +5% H ₂	-30	N ₂ +5% H ₂	-50	465	Zn+0.18% Al
3	S1	800	N ₂ +5% H ₂	-10	N ₂ +5% H ₂	-20	480	N ₂ +5% H ₂	-30	N ₂ +5% H ₂	-50	470	Zn+0.12% Al
4	S1	650	N ₂ +5% H ₂	-10	N ₂ +5% H ₂	-30	485	N ₂ +5% H ₂	-30	N ₂ +5% H ₂	-30	465	Zn+0.18% Al
5	S1	800	N ₂ +5% H ₂	-20 *)	N ₂ +5% H ₂	-20	485	N ₂ +5% H ₂	-20	N ₂ +5% H ₂	-20	465	Zn+0.18% Al
6	S1	800	N ₂ +5% H ₂	-30 *)	N ₂ +5% H ₂	-30	490	N ₂ +5% H ₂	-30	N ₂ +5% H ₂	-30	470	Zn+0.18% Al
7	S2	780	N ₂ +5% H ₂	0	N ₂ +5% H ₂	-20	490	N ₂ +5% H ₂	-30	N ₂ +5% H ₂	-40	460	Zn+0.18% Al
8	S2	750	N ₂ +5% H ₂	0	N ₂ +5% H ₂	-20	490	N ₂ +5% H ₂	-30	N ₂ +5% H ₂	-50	460	Zn+0.18% Al
9	S2	800	N ₂ +5% H ₂	+5	N ₂ +5% H ₂	-20	485	N ₂ +5% H ₂	-30	N ₂ +5% H ₂	-50	460	Zn+0.22% Al
10	S2	850	N ₂ +5% H ₂	+10	N ₂ +5% H ₂	-25	485	N ₂ +5% H ₂	-30	N ₂ +5% H ₂	-30	470	Zn+0.18% Al
11	S2	800	N ₂ +5% H ₂	-20 *)	N ₂ +5% H ₂	-30	485	N ₂ +5% H ₂	-20	N ₂ +5% H ₂	-20	465	Zn+0.18% Al
12	S1	800	N ₂ +5% H ₂	-30 *)	N ₂ +5% H ₂	-30	485	N ₂ +5% H ₂	-30	N ₂ +5% H ₂	-30	465	Zn+0.18% Al
13	S3	780	N ₂ +5% H ₂	+10	N ₂ +5% H ₂	-20	480	N ₂ +5% H ₂	-30	N ₂ +5% H ₂	-40	465	Zn+0.9% Al+0.9% Mg
14	S3	750	N ₂ +5% H ₂	0	N ₂ +5% H ₂	-20	690	N ₂ +5% H ₂	-30	N ₂ +5% H ₂	-50	680	Al+11.5% Si
15	S3	800	N ₂ +5% H ₂	-10	N ₂ +5% H ₂	-45 *)	485	N ₂ +5% H ₂	-50	N ₂ +5% H ₂	-50	465	Zn+0.18% Al
16	S3	850	N ₂ +5% H ₂	-10	N ₂ +5% H ₂	-30	680	N ₂ +5% H ₂	-35	N ₂ +5% H ₂	-50	670	Al+11.5% Si
17	S3	800	N ₂ +5% H ₂	-20 *)	N ₂ +5% H ₂	-30	485	N ₂ +5% H ₂	-40	N ₂ +5% H ₂	-50	470	Zn+0.18% Al
18	S3	800	N ₂ +5% H ₂	-30 *)	N ₂ +5% H ₂	-30	485	N ₂ +5% H ₂	-20 *)	N ₂ +5% H ₂	-20 *)	470	Zn+0.18% Al

*) 분말명 번위를 벗어난

표 4

실험예	결과	본 발명 여부
1	우수	예
2	우수	예
3	우수	예
4	젖음 흡결	아니오
5	젖음 흡결	아니오
6	젖음 흡결	아니오
7	우수	예
8	우수	예
9	우수	예
10	우수	예
11	젖음 흡결	아니오
12	젖음 흡결	아니오
13	우수	예
14	우수	예
15	젖음 흡결 부착불량	아니오
16	우수	예
17	젖음 흡결	아니오
18	젖음 흡결	아니오

[0081]

부호의 설명

[0082]

- 1 통과로(passage furnace)
- 2 통과로(1)의 노 영역(가열 영역)
- 3 통과로(1)의 노 영역(유지 영역)
- 4 통과로(1)의 노 영역(냉각 영역)
- 5 통과로(1)의 노 영역(과시효 영역)
- 6 통과로(1)의 노 영역(입구)
- 7 도금욕 보일러
- A 용융 도금 설비
- B 도금욕
- F 진행 방향
- G 기류(gas flow)
- S 평탄형 강 제품(냉간압연, 롤-경화 강 스트립)

도면
도면1

