



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년01월05일
(11) 등록번호 10-2484978
(24) 등록일자 2023년01월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 2/28 (2006.01) C22C 38/00 (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01) C22C 38/04 (2006.01)
C22C 38/06 (2006.01) C22C 38/12 (2006.01)
C22C 38/14 (2006.01) C23C 2/02 (2006.01)
C23C 2/06 (2006.01) C23C 2/26 (2006.01)
C23C 2/40 (2006.01)

(52) CPC특허분류
C23C 2/28 (2022.08)
C22C 38/001 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0173353

(22) 출원일자 2020년12월11일

심사청구일자 2020년12월11일

(65) 공개번호 10-2022-0083906

(43) 공개일자 2022년06월21일

(56) 선행기술조사문헌

JP2001279409 A*

JP2002060917 A*

JP2015101776 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 포스코

경상북도 포항시 남구 동해안로 6261(괴동동)

(72) 발명자

하유미

전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소

염준성

전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소

홍지호

전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소

(74) 대리인

특허법인씨엔에스

전체 청구항 수 : 총 9 항

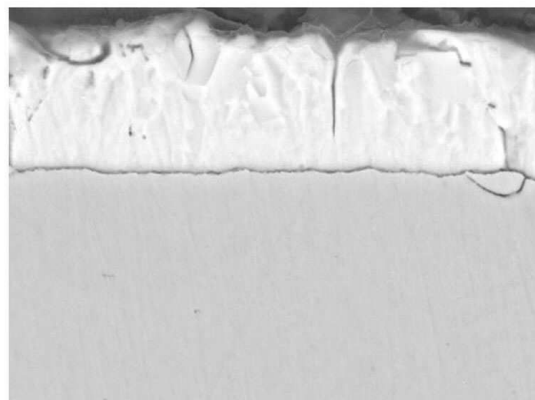
심사관 : 이철환

(54) 발명의 명칭 내파우더링성이 우수한 고강도 합금화 용융아연도금강판 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명의 일 측면에 따르면, 고강도 특성을 가지면서도 내파우더링성이 우수한 합금화 용융아연도금강판 및 그 제조방법이 제공될 수 있다.

대표도 - 도1



— 1 μm

(52) CPC특허분류

C22C 38/02 (2013.01)

C22C 38/04 (2013.01)

C22C 38/06 (2013.01)

C22C 38/12 (2013.01)

C22C 38/14 (2013.01)

C23C 2/02 (2022.08)

C23C 2/06 (2013.01)

C23C 2/26 (2022.08)

C23C 2/40 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

소지철; 및 상기 소지철의 적어도 일면에 구비된 합금화 용융아연도금층;을 포함하고,

상기 소지철은 중량%로, 탄소(C): 0.003~0.009%, 실리콘(Si): 0.05% 이하(0%를 제외), 망간(Mn): 0.4~1.0%, 인(P): 0.045~0.09%, 황(S): 0.01% 이하(0%를 포함), 질소(N): 0.005% 이하(0%를 포함), 알루미늄(S.Al): 0.1% 이하(0%를 제외), 몰리브덴(Mo): 0.05~0.08%, 티타늄(Ti): 0.005~0.03%, 니오븀(Nb): 0.02~0.045%, 구리(Cu): 0.06~0.1%, 보론(B): 0.0002~0.0015%, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하고, 하기의 관계식 1을 만족하며,

상기 소지철과 상기 합금화 용융아연도금층의 계면에 존재하는 감마(γ)상의 평균 두께가 0.20 μm 이하(0 μm 를 제외)인, 합금화 용융아연도금강판.

[관계식 1]

$$0.08 \leq [\text{Ti}] / \{48 * ([\text{Mo}]/96 + [\text{Si}]/28)\} \leq 0.3$$

상기 관계식 1에서, [Ti], [Mo] 및 [Si]는 각각 상기 소지철에 포함되는 티타늄(Ti), 몰리브덴(Mo) 및 실리콘(Si)의 함량(중량%)을 의미한다.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 합금화 용융아연도금층 표면에서의 델타(δ)상의 점유 면적율은 80~100%인, 합금화 용융아연도금강판.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 합금화 용융아연도금층은, 자체 중량%로, 알루미늄(Al): 0.05~0.3%, 철(Fe): 10~20%, 나머지 아연(Zn) 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는, 합금화 용융아연도금강판.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 소지철은 95~100면적%의 페라이트를 포함하고,

상기 페라이트의 평균 결정립 크기는 15 μm 이하인, 합금화 용융아연도금강판.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 합금화 용융아연도금강판은, 인장강도가 390MPa 이상이고, 연신율이 28% 이상인, 합금화 용융아연도금강판.

청구항 6

중량%로, 탄소(C): 0.003~0.009%, 실리콘(Si): 0.05% 이하(0%를 제외), 망간(Mn): 0.4~1.0%, 인(P): 0.045~0.09%, 황(S): 0.01% 이하(0%를 포함), 질소(N): 0.005% 이하(0%를 포함), 알루미늄(S.Al): 0.1% 이하(0%를 제외), 몰리브덴(Mo): 0.05~0.08%, 티타늄(Ti): 0.005~0.03%, 니오븀(Nb): 0.02~0.045%, 구리(Cu): 0.06~0.1%, 보론(B): 0.0002~0.0015%, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하고, 하기의 관계식 1을 만족하는 냉연강판을 준비하는 단계;

상기 냉연강판의 표면 온도 기준으로 490~500℃의 인입온도로 용융아연 도금욕에 상기 냉연강판을 침지하여 용융아연도금층이 형성된 도금강판을 제공하는 단계; 및

상기 도금강판을 500~560℃의 온도범위로 가열하여 합금화 처리하는 단계를 포함하는, 합금화 용융아연도금강판의 제조방법.

[관계식 1]

$$0.08 \leq [Ti] / \{48 * ([Mo]/96 + [Si]/28)\} \leq 0.3$$

상기 관계식 1에서, [Ti], [Mo] 및 [Si]는 각각 상기 냉연강판에 포함되는 티타늄(Ti), 몰리브덴(Mo) 및 실리콘(Si)의 함량(중량%)을 의미한다.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 용융아연 도금욕은, 중량%로, 0.05~0.5%의 알루미늄(Al), 나머지 아연(Zn) 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는, 합금화 용융아연도금강판의 제조방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 냉연강판을 준비하는 단계는,

연속주조에 의해 소정의 합금조성으로 구비되는 슬라브를 제조하는 단계;

상기 슬라브를 1100~1300℃에서 가열하는 단계;

상기 가열된 슬라브를 920~970℃의 마무리 압연온도로 열간압연하여 열연강판을 얻는 단계;

상기 열연강판을 600~650℃의 온도범위에서 권취하는 단계;

상기 열연강판을 산세한 후 70~83%의 압하율로 냉간압연하여 냉연강판을 얻는 단계; 및

상기 냉연강판을 760~820℃의 온도범위에서 소둔하는 단계;를 포함하는, 합금화 용융아연도금강판의 제조방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

1.0~1.6 μ m의 표면 거칠기(Ra)를 가지는 스킨패스들을 이용하여 상기 합금화 용융아연도금강판을 0.6~1.2%의 압하율로 조절압연하는 단계를 더 포함하는, 합금화 용융아연도금강판의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 합금화 용융아연도금강판 및 그 제조방법에 관한 것이며, 상세하게는 고강도 특성을 가지면서도 내과

[0001]

우더링성이 우수하여 자동차 외판재로 바람직하게 적용될 수 있는 합금화 용융아연도금강판 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 합금화 용융아연도금강판(GA 강판)은 용융아연도금강판(GI 강판)을 가열하여 소지강판 중의 Fe를 도금층으로 확산시켜, Fe와 Zn을 합금화함으로써 얻어진다. GA 강판은 강도, 용접성, 도장 후의 내식성 등이 우수하기 때문에, 예컨대, 자동차의 골격 부재(충돌 시의 에너지를 흡수하는 역할을 하는 부재 등) 등에 주로 사용되는 소재이다.
- [0005] 최근 자동차 차체의 고강도화 요구에 따라 자동차의 외판재에도 GA 강판을 적용하고자 하는 시도가 있으나, 자동차의 외판재로서 GA 강판이 활발히 이용되지 못하는 실정이다. GA 강판은 성형 시 도금층이 가루 형상으로 박리되는, 이른바 파우더링이 문제가 되므로, 복잡한 형상으로 성형되는 자동차의 외판재에 GA 강판을 적용하는 데에는 해결되어야 할 기술적 난점이 존재하기 때문이다.
- [0007] GA 강판의 내파우더링성을 향상시키기 위한 방안으로서 Fe-Zn 합금 도금층 중의 철 농도를 낮게 하여 무른 감마(γ)상(相)을 저감하는 방안이 제안된 바 있다. 또한, 특허문헌 1과 같이, 도금층 중의 제타(ζ)상, 델타(δ)상 및 감마(γ)상의 양을 조정함과 아울러, 소지철과 도금층의 계면에서의 감마(γ)상의 형성을 억제하고, 표면 조도를 낮게 제어하여, 내파우더링성 및 내플레이킹성을 향상시키는 기술이 제안된 바 있다. 그러나 이와 같은 방안에 의하더라도 내파우더링성을 충분히 확보하지 못하여, 최근의 고장력화 추세에 부합되는 강도 특성을 구비하여 경량화를 도모하면서도, 복잡한 형상으로 성형 가능하여 자동차 외판재용으로 적합한 GA 강판을 제공하지 못하는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 일본 등록특허공보 2695259호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명의 일 측면에 따르면, 고강도 특성을 가지면서도 내파우더링성이 우수한 합금화 용융아연도금강판 및 그 제조방법이 제공될 수 있다.
- [0011] 본 발명의 과제는 상술한 내용에 한정되지 않는다. 통상의 기술자라면 본 명세서의 전반적인 내용으로부터 본 발명의 추가적인 과제를 이해하는데 아무런 어려움이 없을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명의 일 측면에 따른 합금화 용융아연도금강판은, 소지철; 및 상기 소지철의 적어도 일면에 구비된 합금화 용융아연도금층;을 포함하고, 상기 소지철은 중량%로, 탄소(C): 0.003~0.009%, 실리콘(Si): 0.05% 이하, 망간(Mn): 0.4~1.0%, 인(P): 0.04~0.09%, 황(S): 0.01% 이하, 질소(N): 0.005% 이하, 알루미늄(Si): 0.1% 이하, 몰리브덴(Mo): 0.05~0.08%, 티타늄(Ti): 0.005~0.03%, 니오븀(Nb): 0.02~0.045%, 구리(Cu): 0.06~0.1%, 보론(B): 0.0015% 이하, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하고, 하기의 관계식 1을 만족하며, 상기 소지철과 상기 합금화 용융아연도금층의 계면에 존재하는 감마(γ)상의 평균 두께가 0.20 μ m 이하일 수 있다.
- [0014] [관계식 1]
- [0015] $0.08 \leq [Ti] / \{48 * ([Mo]/96 + [Si]/28)\} \leq 0.3$
- [0016] 상기 관계식 1에서, [Ti], [Mo] 및 [Si]는 각각 상기 소지철에 포함되는 티타늄(Ti), 몰리브덴(Mo) 및 실리콘(Si)의 함량(중량%)을 의미한다.
- [0017] 상기 합금화 용융아연도금층 표면에서의 델타(δ)상의 점유 면적율은 80~100%일 수 있다.
- [0018] 상기 합금화 용융아연도금층은, 자체 중량%로, 알루미늄(Al): 0.05~0.3%, 철(Fe): 10~20%, 나머지 아연(Zn) 및

기타 불가피한 불순물을 포함할 수 있다.

- [0019] 상기 소지철은 95면적% 이상의 페라이트를 포함하고, 상기 페라이트의 평균 결정립 크기는 15 μ m 이하일 수 있다.
- [0020] 상기 합금화 용융아연도금강판은, 인장강도가 390MPa 이상이고, 연신율이 28% 이상일 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일 측면에 따른 합금화 용융아연도금강판의 제조방법은, 중량%로, 탄소(C): 0.003~0.009%, 실리콘(Si): 0.05% 이하, 망간(Mn): 0.4~1.0%, 인(P): 0.04~0.09%, 황(S): 0.01% 이하, 질소(N): 0.005% 이하, 알루미늄(Si): 0.1% 이하, 몰리브덴(Mo): 0.05~0.08%, 티타늄(Ti): 0.005~0.03%, 니오븀(Nb): 0.02~0.045%, 구리(Cu): 0.06~0.1%, 보론(B): 0.0015% 이하, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하고, 하기의 관계식 1을 만족하는 냉연강판을 준비하는 단계; 상기 냉연강판의 표면 온도를 기준으로, 490~500 $^{\circ}$ C의 인입온도로 용융아연도금욕에 상기 냉연강판을 침지하여 용융아연도금층이 형성된 도금강판을 제공하는 단계; 및 상기 도금강판을 500~560 $^{\circ}$ C의 온도범위로 가열하여 합금화 처리하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0023] [관계식 1]
- [0024] $0.08 \leq [Ti] / \{48 * ([Mo]/96 + [Si]/28)\} \leq 0.3$
- [0025] 상기 관계식 1에서, [Ti], [Mo] 및 [Si]는 각각 상기 냉연강판에 포함되는 티타늄(Ti), 몰리브덴(Mo) 및 실리콘(Si)의 함량(중량%)을 의미한다.
- [0026] 상기 용융아연 도금욕은, 중량%로, 0.05~0.5%의 알루미늄(Al), 나머지 아연(Zn) 및 기타 불가피한 불순물을 포함할 수 있다.
- [0027] 상기 냉연강판을 준비하는 단계는, 연속주조에 의해 소정의 합금조성으로 구비되는 슬라브를 제조하는 단계; 상기 슬라브를 1100~1300 $^{\circ}$ C에서 가열하는 단계; 상기 가열된 슬라브를 920~970 $^{\circ}$ C의 마무리 압연온도로 열간압연하여 열연강판을 얻는 단계; 상기 열간강판을 600~650 $^{\circ}$ C의 온도범위에서 권취하는 단계; 상기 열연강판을 산세한 후 70~83%의 압하율로 냉간압연하여 냉연강판을 얻는 단계; 및 상기 냉연강판을 760~820 $^{\circ}$ C의 온도범위에서 소둔하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0028] 상기 합금화 용융아연도금강판의 제조방법은, 1.0~1.6 μ m의 표면 거칠기(Ra)를 가지는 스킨패스를 이용하여 상기 합금화 용융아연도금강판을 0.6~1.2%의 압하율로 조질압연하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0030] 상기 과제 해결 수단은 본 발명의 특징을 모두 열거한 것은 아니며, 본 발명의 다양한 특징과 그에 따른 장점과 효과는 아래의 구체적인 구현에 및 실시예를 참조하여 보다 상세하게 이해될 수 있을 것이다.

발명의 효과

- [0032] 본 발명의 일 측면에 따르면, 고강도 특성을 가지면서도 내과우더링성이 우수하여 자동차 외판재로서 바람직한 물성을 가지는 합금화 용융아연도금강판 및 그 제조방법이 제공될 수 있다.
- [0033] 본 발명의 효과는 상술한 사항에 국한되는 것은 아니며, 통상의 기술자가 본 명세서에 기재된 사항으로부터 합리적으로 유추 가능한 사항을 포함하는 것으로 해석될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 SEM을 이용하여 시편 1의 단면을 관찰한 사진이다.
- 도 2는 SEM을 이용하여 시편 14의 단면을 관찰한 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 본 발명은 내과우더링성이 우수한 고강도 합금화 용융아연도금강판 및 그 제조방법에 관한 것으로, 이하에서는 본 발명의 바람직한 구현예들을 설명하고자 한다. 본 발명의 구현예들은 여러 가지 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 설명되는 구현예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 안된다. 본 구현예들은 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자에게 본 발명을 더욱 상세히 하기 위하여 제공되는 것이다.
- [0038] 이하, 본 발명의 일 측면에 따른 합금화 용융아연도금강판에 대해 보다 상세히 설명한다.
- [0040] 본 발명의 일 측면에 따른 합금화 용융아연도금강판은, 소지철; 및 상기 소지철의 적어도 일면에 구비된 합금화

용융아연도금층;을 포함하고, 상기 소지철은 중량%로, 탄소(C): 0.003~0.009%, 실리콘(Si): 0.05% 이하, 망간(Mn): 0.4~1.0%, 인(P): 0.04~0.09%, 황(S): 0.01% 이하, 질소(N): 0.005% 이하, 알루미늄(Si): 0.1% 이하, 몰리브덴(Mo): 0.05~0.08%, 티타늄(Ti): 0.005~0.03%, 니오븀(Nb): 0.02~0.045%, 구리(Cu): 0.06~0.1%, 보론(B): 0.0015% 이하, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하고, 하기의 관계식 1을 만족하며, 상기 소지철과 상기 합금화 용융아연도금층의 계면에 존재하는 감마(γ)상의 두께가 0.20 μ m 이하일 수 있다.

[0041] [관계식 1]

[0042] $0.08 \leq [Ti] / \{48 * ([Mo]/96 + [Si]/28)\} \leq 0.3$

[0043] 상기 관계식 1에서, [Ti], [Mo] 및 [Si]는 각각 상기 소지철에 포함되는 티타늄(Ti), 몰리브덴(Mo) 및 실리콘(Si)의 함량(중량%)을 의미한다.

[0045] 이하, 본 발명의 소지철에 포함되는 강 조성에 대하여 보다 상세히 설명한다. 이하, 특별히 달리 표시하지 않는 한 각 원소의 함량을 나타내는 %는 중량을 기준으로 한다.

[0047] 탄소(C): 0.003~0.009%

[0048] 탄소(C)는 침입형 고용원소로서, 냉연 및 소둔 과정에서 강판의 집합조직 형성에 큰 영향을 미치는 원소이다. 강 중에 고용 탄소량이 많아지면, 드로잉 가공에 유리한 {111} 감마(γ)-파이버 집합조직을 가진 결정립의 성장이 억제되고, {110} 및 {100} 집합조직을 가진 결정립의 성장이 촉진되어 소둔판의 드로잉성이 저하된다. 나아가, 탄소(C) 함량이 과도한 경우, 이를 탄화물로 석출시키기 위해 필요한 티타늄(Ti) 및 니오븀(Nb)의 함량이 커지므로 경제성 측면에서 불리할 뿐만 아니라, 펄라이트 등이 생성되어 성형성을 저하시킬 수 있다. 따라서, 본 발명은 탄소(C) 함량의 상한을 0.009%로 제한할 수 있다. 바람직한 탄소(C) 함량의 상한은 0.008%일 수 있으며, 보다 바람직한 탄소(C) 함량의 상한은 0.007%일 수 있다. 다만, 탄소(C) 함량이 과도하게 소량인 경우 충분한 강도 확보가 불가능하므로, 본 발명은 탄소(C) 함량의 하한을 0.003%로 제한할 수 있다. 바람직한 탄소(C) 함량의 하한은 0.004%일 수 있다.

[0050] 실리콘(Si): 0.05% 이하

[0051] 실리콘(Si)은 고용강화에 의한 강도 상승에 기여하는 원소이다. 본 발명은 이와 같은 강도 상승의 효과를 발휘하기 위해 실리콘(Si)을 첨가할 수 있다. 본 발명은 실리콘(Si) 함량의 하한을 특별히 규정하지는 않으나, 그 하한에서 0%는 제외될 수 있다. 바람직한 실리콘(Si) 함량의 하한은 0.01%일 수 있으며, 보다 바람직한 실리콘(Si) 함량의 하한은 0.02%일 수 있다. 다만, 실리콘(Si) 함량이 과도한 경우 표면 스케일 결함을 유발하여 도금 표면 특성을 저하시킬 수 있는바, 본 발명은 실리콘(Si) 함량의 상한을 0.05%로 제한할 수 있다. 바람직한 실리콘(Si) 함량의 상한은 0.04%일 수 있다.

[0053] 망간(Mn): 0.4~1.0%

[0054] 망간(Mn)은 고용강화 원소로 강도 상승에 기여할 뿐만 아니라, 강 중 황(S)을 MnS로 석출시키는 역할을 한다. 본 발명은 이와 같은 효과를 얻기 위하여 0.4% 이상의 망간(Mn)을 첨가할 수 있다. 바람직한 망간(Mn) 함량의 하한은 0.45%일 수 있다. 다만, 망간(Mn) 함량이 과도한 경우 산화물에 의한 표면품질 저하가 발생할 수 있기 때문에, 본 발명은 망간(Mn) 함량의 상한을 1.0%로 제한할 수 있다. 바람직한 망간(Mn) 함량의 상한은 0.9%일 수 있으며, 보다 바람직한 망간(Mn) 함량의 상한은 0.85%일 수 있다.

[0056] 인(P): 0.04~0.09%

[0057] 인(P)은 고용 효과가 가장 우수하고, 드로잉성을 크게 해치지 않으면서, 강의 강도를 확보하는데 가장 효과적인 원소이다. 본 발명은 이와 같은 효과를 위해 0.04% 이상의 인(P)을 첨가할 수 있다. 바람직한 인(P) 함량은 0.04% 초과일 수 있으며, 보다 바람직하게는 0.045% 이상일 수 있다. 반면, 인(P)이 과도하게 첨가되는 경우, 인(P) 편석에 의한 2차 취성 및 표면 선형 결함이 우려되나, 본 발명은 인(P) 함량의 상한을 0.09%로 제한할 수 있다. 바람직한 인(P) 함량의 상한은 0.085%일 수 있다.

[0059] 황(S): 0.01% 이하, 질소(N): 0.005% 이하

[0060] 황(S) 및 질소(N)는 강 중에 존재하는 불순물로서 불가피하게 첨가되는 성분이나, 용접특성을 확보하기 위해서는 그 함량을 가급적 낮게 제어하는 것이 바람직하다. 따라서, 본 발명은 황(S)의 함량을 0.01% 이하(0% 포함)로 제한할 수 있으며, 질소(N)의 함량을 0.005% 이하(0% 포함)로 제한할 수 있다. 또한, 불가피하게 첨가되는 양을 고려하여, 본 발명은 황(S) 및 질소(N) 함량의 하한에서 0%를 제외할 수 있다.

- [0062] 알루미늄(S.Al): 0.1% 이하
- [0063] 알루미늄(Al)은 AlN을 석출시켜 강의 드로잉성 및 연성 향상에 기여하는 성분으로, 본 발명은 이와 같은 효과를 확보하기 위해 알루미늄(Al)을 첨가할 수 있다. 바람직한 알루미늄(Al) 함량은 0% 초과일 수 있으며, 보다 바람직한 알루미늄(Al) 함량은 0.01% 이상일 수 있다. 반면, 알루미늄(Al)이 과다 첨가되는 경우, 제강 조업 시 알루미늄(Al) 개재물이 과다 형성되어 강관 내부 결함을 유발할 수 있는바, 본 발명은 알루미늄(Al) 함량의 상한을 0.1%로 제한할 수 있다.
- [0065] 몰리브덴(Mo): 0.05~0.08%
- [0066] 본 발명의 발명자는 인(P) 첨가를 통해 고강도화를 도모하면서도, 인(P)의 입계편석에 의한 표면품질 저하를 방지하기 위한 방안에 대해 심도 있는 연구를 수행한 결과, 강 중에 몰리브덴(Mo)을 적정량 첨가하는 경우 인(P)과 친화력이 높은 몰리브덴(Mo)이 MoP 화합물을 형성하며, 그에 따라 인(P)의 입계 편석을 효과적으로 방지할 수 있음을 알게 되었다. 따라서, 본 발명은 이와 같은 효과를 달성하기 위해 0.05% 이상의 몰리브덴(Mo)을 포함할 수 있다. 보다 바람직한 몰리브덴(Mo) 함량의 하한은 0.055%일 수 있다. 다만, 몰리브덴(Mo)이 과도하게 첨가되는 경우, MoP 화합물의 형성 효과는 포화되는 반면, 원가 경쟁력이 크게 떨어지므로, 본 발명은 몰리브덴(Mo) 함량의 상한을 0.08%로 제한할 수 있다. 바람직한 몰리브덴(Mo) 함량의 상한은 0.075%일 수 있다.
- [0068] 티타늄(Ti): 0.005~0.03%
- [0069] 티타늄(Ti)은 열간압연 중, 고용 탄소 및 고용 질소와 반응하여 티타늄(Ti)계 탄질화물을 석출시킴으로써 강관의 드로잉성 향상에 크게 기여하는 원소이다. 본 발명은 이와 같은 효과를 확보하기 위해 0.005% 이상의 티타늄(Ti)을 첨가할 수 있다. 바람직한 티타늄(Ti) 함량의 하한은 0.007%일 수 있다. 반면, 티타늄(Ti) 함량이 과도한 경우, 제강 조업 시 개재물 관리가 어려워 개재물성 결함이 발생할 수 있기 때문에, 본 발명은 티타늄(Ti) 함량의 상한을 0.03%로 제한할 수 있다. 바람직한 티타늄(Ti) 함량의 상한은 0.025%일 수 있다.
- [0071] 니오븀(Nb): 0.02~0.04%
- [0072] 니오븀(Nb)은 열간압연 중 용질 견인(solute drag) 및 석출물 피닝(pinning)에 기여하며, 오스테나이트역 미세 결정영역이 고온으로 넓어지면 압연 및 냉각하는 과정을 통해 매우 미세한 결정립(grain)을 만들 수 있는 가장 효과적인 원소이다. 본 발명은 이와 같은 결정립 미세화를 도모하기 위해 0.02% 이상의 니오븀(Nb)을 첨가할 수 있다. 바람직한 니오븀(Nb) 함량의 하한은 0.025%일 수 있다. 반면, 니오븀(Nb)이 과도하게 첨가된 경우, 고온 강도가 높아져 열간압연 부하가 과중해질 수 있는바, 본 발명은 니오븀(Nb) 함량의 상한을 0.04%로 제한할 수 있다. 바람직한 니오븀(Nb) 함량의 상한은 0.035%일 수 있다.
- [0074] 구리(Cu): 0.06~0.1%
- [0075] 구리(Cu)는 강의 강도 향상에 기여하는 성분이다. 본 발명은 이와 같은 효과를 위해 0.06% 이상의 구리(Cu)를 첨가할 수 있다. 바람직한 구리(Cu) 함량의 하한은 0.065%일 수 있으며, 보다 바람직한 구리(Cu) 함량의 하한은 0.07%일 수 있다. 반면, 구리(Cu)의 첨가량이 과도한 경우 입계 취화나 비용 상으로 이어지므로, 본 발명은 구리(Cu) 함량의 상한을 0.1%로 제한할 수 있다. 바람직한 구리(Cu) 함량의 상한은 0.09%일 수 있다.
- [0077] 보론(B): 0.0015% 이하,
- [0078] 보론(B)은 강 중 인(P) 첨가에 의한 2차 가공취성을 방지하기 성분으로, 본 발명은 2차 가공취성 방지를 위해 보론(B)을 첨가할 수 있다. 바람직한 보론(B) 함량의 하한은 0.0002%일 수 있으며, 보다 바람직한 보론(B) 함량의 하한은 0.0004%일 수 있다. 다만, 보론(B) 함량이 과도한 경우 강관의 연성 저하가 수반되므로, 본 발명은 보론(B) 함량의 상한을 0.0015%로 제한할 수 있다. 바람직한 보론(B) 함량의 상한은 0.001%일 수 있다.
- [0080] 본 발명의 소지철은 전술한 성분 이외에 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함할 수 있다. 다만, 통상의 제조과정에서는 원료 또는 주위 환경으로부터 의도되지 않는 불순물이 불가피하게 혼입될 수 있으므로, 이를 전면적으로 배제할 수는 없다. 이들 불순물은 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구라도 알 수 있는 것이기 때문에 그 모든 내용을 본 명세서에서 특별히 언급하지는 않는다. 더불어, 전술한 성분 이외에 유효한 성분의 추가적인 첨가가 전면적으로 배제되는 것은 아니다.
- [0082] 본 발명의 소지철은 아래의 관계식 1을 만족할 수 있다.
- [0083] [관계식 1]

- [0084] $0.08 \leq [Ti] / \{48 * ([Mo]/96 + [Si]/28)\} \leq 0.3$
- [0085] 상기 관계식 1에서, [Ti], [Mo] 및 [Si]는 각각 상기 소지철에 포함되는 티타늄(Ti), 몰리브덴(Mo) 및 실리콘(Si)의 함량(중량%)을 의미한다.
- [0087] 본 발명의 발명자는 소지철에 인(P)을 첨가하여 고강도화를 도모하되 합금화 도금층의 내과우더링성을 향상시키는 방안에 대해 심도 있는 연구를 수행하였으며, 소지철에 포함되는 티타늄(Ti), 몰리브덴(Mo) 및 실리콘(Si)의 상대적인 함량을 특정 범위로 제어하는 경우 도금층의 합금화도를 제어할 수 있으며, 그에 따라 소지철과 합금화 도금층 사이의 계면에 감마(γ)상이 형성되는 것을 효과적으로 억제할 수 있다는 것을 확인하였다. 즉, 본 발명은 관계식 1을 이용하여 소지철에 포함되는 티타늄(Ti), 몰리브덴(Mo) 및 실리콘(Si)의 상대적인 함량을 일정 범위로 제어하므로, 합금화 도금층과 소지철 계면 사이에 형성되는 감마(γ)상의 평균 두께를 0.20 μ m 이하로 제한할 수 있으며, 그에 따라 도금층의 내과우더링성을 효과적으로 확보할 수 있다.
- [0089] 본 발명의 소지철은 페라이트를 기지조직으로 포함할 수 있으며, 불기피하게 형성되는 펄라이트 등의 기타 미세 조직을 잔부조직으로 더 포함할 수 있다. 본 발명의 소지철은 페라이트를 기지조직을 포함하므로, 도금강판의 성형성을 효과적으로 확보할 수 있다. 본 발명에서 페라이트의 분율은 95면적% 이상일 수 있으며, 보다 바람직한 페라이트의 분율은 99면적% 이상일 수 있다. 상기 페라이트의 평균 결정립 크기는 15 μ m 이하일 수 있다.
- [0091] 본 발명의 일 측면에 따른 합금화 용융아연도금강판은 소지철의 적어도 일면에 구비된 합금화 용융아연도금층을 포함하고, 상기 합금화 용융아연도금층은, 자체 중량%로, 알루미늄(Al): 0.05~0.3%, 철(Fe): 10~20%, 나머지 아연(Zn) 및 기타 불가피한 불순물을 포함할 수 있다.
- [0093] 본 발명의 일 측면에 따른 합금화 용융아연도금강판에서, 소지철과 합금화 용융아연도금층 사이의 계면에는 일정한 두께를 가지는 감마(γ)상이 형성될 수 있으며, 바람직한 감마(γ)상의 평균 두께는 0.20 μ m 이하일 수 있다. 본 발명은 감마(γ)상의 두께 하한을 특별히 규정하지는 않으나, 불가피하게 형성되는 양을 고려하여 감마(γ)상의 두께의 하한에서 0 μ m를 제외할 수 있다. 바람직하게는 0.02 μ m 이상의 두께를 가질 수 있다. 본 발명의 일 측면에 따른 합금화 용융아연도금강판은 소지철과 합금화 용융아연도금층 사이의 계면에 형성되는 감마(γ)상의 평균 두께를 0.20 μ m 이하의 범위로 제어하므로, 도금층의 내과우더링 특성을 효과적으로 확보할 수 있다.
- [0095] 본 발명의 합금화 용융아연도금강판의 표면에서 관찰되는 델타(δ)상의 점유 면적율은 80~100%일 수 있다. 본 발명은 도금층의 표면에서 관찰되는 델타(δ)상의 점유 면적율 80% 이상으로 제한하므로, 마찰계수를 저감시킬 수 있으며, 그에 따라 우수한 내플레이킹성을 확보할 수 있다.
- [0097] 본 발명의 일 측면에 따른 합금화 용융아연도금강판은, 390MPa 이상의 인장강도 및 28% 이상의 연신율을 가질 수 있다. 또한, 본 발명의 일 측면에 따른 합금화 용융아연도금강판은 고강도 특성 및 우수한 가공성을 구비할 뿐만 아니라, 우수한 내과우더링성을 구비하므로, 자동차 외관재로서 적합한 물성을 가질 수 있다.
- [0099] 이하, 본 발명의 일 측면에 따른 합금화 용융아연도금강판의 제조방법에 대해 보다 상세히 설명한다.
- [0101] 본 발명의 일 측면에 따른 합금화 용융아연도금강판의 제조방법은, 소정의 합금조성을 가지는 냉연강판을 준비하는 단계; 상기 냉연강판의 표면 온도 기준으로 490~500 $^{\circ}$ C의 인입온도로 용융아연 도금욕에 상기 냉연강판을 침지하여 용융아연도금층이 형성된 도금강판을 제공하는 단계; 및 상기 도금강판을 500~560 $^{\circ}$ C의 온도범위로 가열하여 합금화 처리하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0103] 상기 냉연강판을 준비하는 단계는, 연속주조에 의해 소정의 합금조성으로 구비되는 슬라브를 제조하는 단계; 상기 슬라브를 1100~1300 $^{\circ}$ C에서 가열하는 단계; 상기 가열된 슬라브를 920~970 $^{\circ}$ C의 마무리 압연온도로 열간압연하여 열연강판을 얻는 단계; 상기 열연강판을 600~650 $^{\circ}$ C의 온도범위에서 권취하는 단계; 상기 열연강판을 산세한 후 70~83%의 압하율로 냉간압연하여 냉연강판을 얻는 단계; 및 상기 냉연강판을 760~820 $^{\circ}$ C의 온도범위에서 소둔하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0105] 슬라브 제조 및 가열
- [0106] 연속주조에 의해 소정의 성분을 가지는 강 슬라브를 제조한다. 본 발명의 강 슬라브는 전술한 소지철의 합금조성과 대응하는 합금조성을 가지므로, 강 슬라브의 합금조성에 대한 설명은 전술한 소지철의 합금조성에 대한 설명으로 대신한다.
- [0108] 준비된 슬라브를 1100~1300 $^{\circ}$ C의 온도범위에서 가열할 수 있다. 슬라브 가열 온도가 과도하게 낮은 경우 열간압

연 시 과도한 압연부하가 야기될 수 있는바, 슬라브 가열 온도의 하한을 1100℃로 제한할 수 있다. 슬라브 가열 온도가 과도하게 높은 경우, 표면 스케일 결함이 문제될 수 있는바, 슬라브 가열 온도의 상한을 1300℃로 제한할 수 있다.

[0110] 열간압연

[0111] 가열된 슬라브를 열간압연하여 열연강관을 제공할 수 있다. 열간압연은 마무리 압연온도가 Ar3 이상인 범위에서 수행될 수 있다. 보다 상세하게는, 마무리 압연온도는 900~970℃의 범위일 수 있다. 열간압연 온도가 과도하게 낮은 경우, 최종 조직의 결정립 크기가 지나치게 미세화 되어 목적하는 수준의 성형성을 확보할 수 없는바, 마무리 압연 온도의 하한을 900℃로 제한할 수 있다. 반면, 열간압연 온도가 과도하게 높은 경우, 최종 조직의 결정립 크기가 지나치게 조대화 되어 목적하는 강도를 확보할 수 없을 뿐만 아니라, 최종 제품의 표면 품질 열화를 유발할 수 있는바, 본 발명은 마무리 압연 온도의 상한을 970℃로 제한할 수 있다.

[0113] 권취

[0114] 열간압연에 의해 수득한 열연강관을 600~650℃의 온도범위에서 권취할 수 있다. 권취 온도가 과도하게 낮은 경우, Ti(Nb)C 등의 석출물이 충분히 생성되지 못하여 고용 탄소량이 많아지며, 소둔 시 재결정 및 입자 성장 등 거동에 영향을 주어 원하는 강도 및 연신을 확보하는데 문제가 생길 수 있다. 따라서, 본 발명은 권취 온도의 하한을 600℃로 제한할 수 있다. 반면, 권취 온도가 과도하게 높은 경우 2차 스케일 생성으로 인해 표면 품질이 열위해질 수 있는바, 본 발명은 권취 온도의 상한을 650℃로 제한할 수 있다.

[0116] 산세 및 냉간압연

[0117] 권취된 열연강관을 언코일링 한 후 표면 스케일 제거를 위한 산세를 실시할 수 있으며, 산세 후 70~83%의 압하율로 냉간압연을 실시하여 냉연강관을 얻을 수 있다. 냉간압연의 압하율이 일정 수준 미만인 경우, {111} 집합 조직이 충분히 성장하지 않아 성형성이 열위해질 수 있는바, 본 발명은 냉간압연의 압하율 하한을 70%로 제한할 수 있다. 보다 바람직한 압하율 하한은 74%일 수 있다. 반면, 냉간압연 시 압하율이 과도한 경우, 과도한 압연을 부하에 의해 형상 불량에 발생할 수 있는바, 본 발명은 냉간압연 압하율의 상한을 83%로 제한할 수 있다. 보다 바람직한 압하율 상한은 80%일 수 있다.

[0119] 소둔

[0120] 냉간압연에 의해 수득한 냉연강관을 재결정 온도 이상의 온도로 가열하여 소둔(어닐링) 처리할 수 있다. 소둔 온도가 인정 수준 이하인 경우 압연에 의해 발생된 변형이 충분히 제거되지 않고, 페라이트 재결정이 완료되지 않아 연신율이 열위해질 수 있다. 따라서, 본 발명은 소둔 온도의 하한을 760℃로 제한할 수 있다. 반면, 소둔 온도가 과도하게 높은 경우, 재결정 완료 후 결정립 성장까지 진행되어 강도가 열위해지거나 표면 품질이 열위해질 수 있는바, 본 발명은 소둔 온도의 상한을 820℃로 제한할 수 있다.

[0122] 도금 및 선택적 합금화

[0123] 소둔 처리된 냉연강관을 용융아연 도금욕에 침지하여 용융아연 도금층을 형성할 수 있다. 본 발명에 이용되는 용융아연 도금욕은, 중량%로, 0.05~0.5%의 알루미늄(Al), 나머지 아연(Zn) 및 기타 불가피한 불순물을 포함할 수 있다. 도금욕 침지시의 인입온도가 감마(γ)상의 형성 정도에 지대한 영향을 미치므로, 본 발명은 도금욕 침지시의 인입온도를 냉연강관의 표면 온도 기준으로 490~500℃의 범위로 제한할 수 있다.

[0125] 용융아연 도금층이 형성된 도금강관을 500~560℃의 온도범위로 가열하여 합금화 처리할 수 있다. 합금화 온도가 과도하게 높은 경우 감마(γ)상이 과도하게 형성될 우려가 있는바, 본 발명은 합금화 온도의 상한을 560℃로 제한할 수 있다. 반면, 합금화 온도가 낮은 경우, 충분한 합금화가 이루어지지 않는바, 본 발명은 합금화 온도의 하한을 500℃로 제한할 수 있다.

[0127] 조절압연

[0128] 도금강관의 표면 품질을 확보하기 위해, 선택적으로 조절 압연을 실시할 수 있다. 바람직하게는, 1.0~1.6 μ m의 표면 거칠기(Ra)를 가지는 스킨페이스를 이용하여 합금화 용융아연도금강관을 0.6~1.2%의 압하율로 조절압연할 수 있다.

[0130] 전술한 제조방법에 의해 제조된 도금강관은, 390MPa 이상의 인장강도, 28% 이상의 연신율을 구비할 뿐만 아니라, 우수한 내파우더링성을 가질 수 있다.

[0132] 이하, 구체적인 실시예를 통하여 본 발명의 도금강판 및 그 제조방법에 대해 보다 상세히 설명한다. 아래의 실시예는 본 발명의 이해를 위한 것일 뿐, 본 발명의 권리범위를 특정하기 위한 것이 아님을 유의할 필요가 있다. 본 발명의 권리범위는 특허청구범위에 기재된 사항과 이로부터 합리적으로 유추되는 사항에 의해 결정될 수 있다.

[0134] (실시예)

[0135] 연속주조에 의해 아래의 표 1에 기재된 합금조성을 가지는 두께 250mm의 강 슬라브를 제조하였다. 강 슬라브를 1250℃로 가열한 후 열간압연을 실시하였으며, 열간압연된 강판을 권취하여 열연 코일을 준비하였다. 이 때, 열간압연의 마무리 압연 온도 및 권취 온도는 표 2에 기재된 조건을 적용하였다. 열연 코일을 언코일링하여 산세하였으며, 70~83%의 압하율로 냉간압연을 실시하여 0.6~1.0mm의 두께를 가지는 냉연강판을 제조하였다. 각각의 냉연강판에 대해 표 2의 조건으로 소둔을 실시하였다. 이후 0.12중량%의 Al을 포함하는 용융아연 도금욕에 냉연강판을 침지하여 도금층을 형성하였으며, 후속하여 합금화 처리를 실시하였다. 도금욕 침지시 인입온도 및 합금화 온도는 표 2에 기재된 조건을 적용하였다.

표 1

[0137]

강종	합금구성(중량%)												[관계식 1]
	C	Si	P	Mo	Mn	Cu	S,Al	N	S	Ti	Nb	B	
A	0.004	0.028	0.048	0.058	0.45	0.08	0.0365	0.0018	0.0023	0.01	0.032	0.0008	0.13
B	0.007	0.034	0.078	0.065	0.72	0.09	0.0315	0.0015	0.003	0.021	0.041	0.0007	0.23
C	0.01	0.05	0.09	0.07	0.07	0.1	0.0421	0.0019	0.0032	0.07	0.01	0.002	0.58
D	0.008	0.03	0.15	0.06	0.8	0.13	0.0346	0.0013	0.0054	0.03	0.034	0.002	0.37
E	0.004	0.1	0.08	0.01	0.78	0.02	0.0397	0.0015	0.0022	0.01	0.021	0.001	0.06
F	0.0056	0.03	0.034	0.056	0.51	0.056	0.0345	0.0017	0.0034	0.025	0.021	0.0009	0.31
G	0.0066	0.047	0.058	0.068	0.78	0.08	0.0331	0.002	0.0028	0.008	0.038	0.0008	0.07

표 2

[0139]

시편 No.	강종	FDT (℃)	CT (℃)	소둔온도 (℃)	강판인입온도 (℃)	GA합금화온도 (℃)
1	A	915	622	775	490	535
2	A	932	620	766	495	530
3	A	940	618	780	500	540
4	A	939	615	793	480	580
5	A	925	623	800	510	560
6	A	920	620	778	490	600
7	A	933	622	790	480	589
8	A	936	625	780	490	485
9	B	942	620	770	490	535
10	B	923	618	766	500	530
11	B	922	615	780	490	540
12	B	940	680	820	480	590
13	B	934	678	785	480	580
14	C	933	600	790	490	550
15	D	940	610	810	490	530
16	E	934	615	800	490	555
17	F	935	620	800	490	550
18	G	933	623	760	490	550

[0141] 각각의 시편에 대해 인장시험을 실시하여 인장강도, 항복강도, 파괴연신율을 측정하였다. 인장시험은 JIS 5호 규격에 의거하여 채취된 시험편을 이용하여 실시하였다. SEM을 각 시편의 계면 영역을 관찰하였으며, 3군데 이상의 지점에서 감마(γ)상의 두께를 측정하여 평균값을 계산하였다. 시편 8은 합금화 온도가 낮아 미합금화 되었으므로, 감마(γ)상 및 델타(δ)상을 구분할 수 없었다.

[0143] 내과우더링성은 각 시편을 60° 벤딩(bending)하고 동일 지점에 대해 반대편 방향으로 다시 60° 벤딩(reverse

bending)한 후 투명 테이프를 각 시편 표면에 부착한 뒤 탈착하여 파우더링 박리폭을 측정하여 평가하였다. 파우더링 박리폭이 6mm 이하인 경우, 자동차용 외판재로서 적합한 내파우더링성을 가지는 것으로 파악할 수 있다.

표 3

시편 No.	강종	YP (MPa)	TS (MPa)	E1. (%)	감마(γ)상 두께 (μm)	델타(δ)상 점유 면적율 (%)	파우더링 박리폭 (mm)
1	A	275	410	35	0.08	99	3.2
2	A	250	415	35	0.09	99	4
3	A	235	412	32	0.11	96	4.6
4	A	255	421	34	0.28	98	6.2
5	A	265	399	35	0.21	96	6.8
6	A	311	405	36	0.48	96	6.5
7	A	270	411	35	0.3	97	6.1
8	A	277	415	35	-	-	-
9	B	311	470	34	0.08	98	2.9
10	B	297	457	36	0.12	97	4.1
11	B	289	461	36	0.1	98	5
12	B	270	438	36	1	90	6.6
13	B	309	449	30	0.8	92	6.3
14	C	335	490	28	0.31	98	6.5
15	D	356	550	25	0.21	98	6.1
16	E	295	436	30	0.25	98	6.3
17	F	218	368	36	0.31	97	6.6
18	G	235	399	35	0.25	98	6.1

[0145]

[0147]

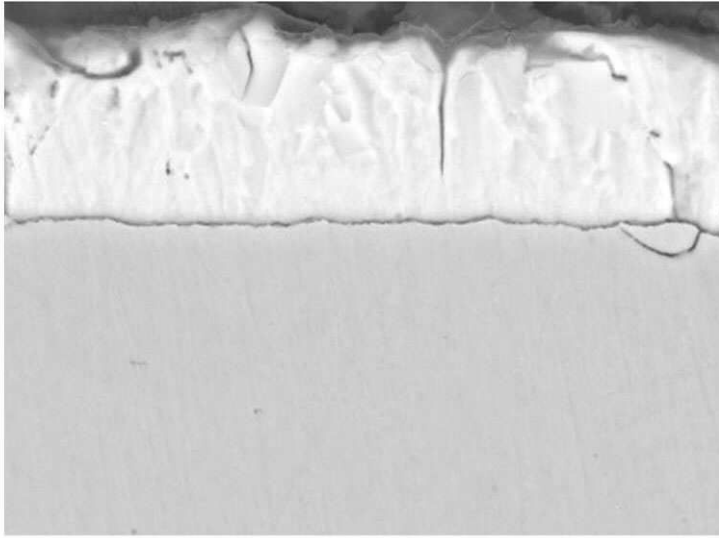
표 1 내지 표 3에 나타난 바와 같이, 본 발명의 합금조성 및 공정조건을 만족하는 시편들은 390MPa 이상의 인장강도 및 28% 이상의 연신율을 가질 뿐만 아니라, 우수한 내파우더링성을 가지는 반면, 본 발명의 합금조성 또는 공정조건 중 어느 하나 이상을 만족하지 않은 시편들은 390MPa 이상의 인장강도 또는 28% 이상의 연신율을 만족하지 않거나, 열위한 내파우더링성이 구현되는 것을 알 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 측면에 따르면, 자동차 외판재로 바람직한 물성을 가지는 합금화 용융아연도금강판 및 그 제조방법을 제공할 수 있다.

[0149]

이상에서 실시예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명하였으나, 이와 다른 형태의 실시예들도 가능하다. 그러므로, 이하에 기재된 청구항들의 기술적 사상과 범위는 실시예들에 한정되지 않는다.

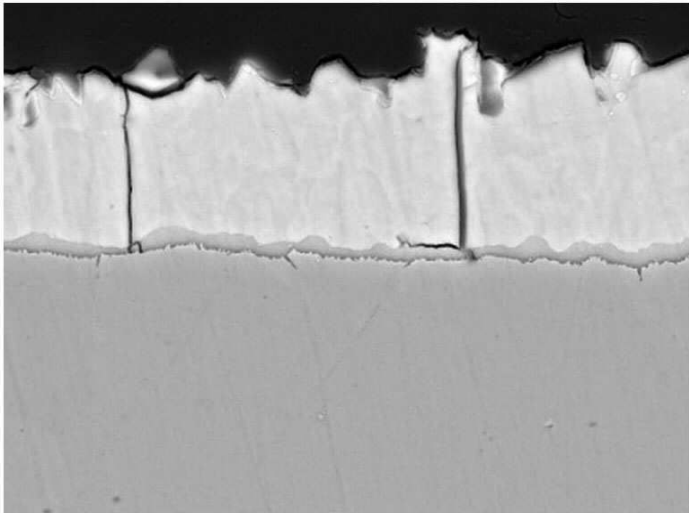
도면

도면1



— 1 μm

도면2



— 1 μm