



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년08월12일

(11) 등록번호 10-2010079

(24) 등록일자 2019년08월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C23C 2/06 (2006.01) *C22C 38/00* (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01) *C22C 38/04* (2006.01)
C22C 38/06 (2006.01) *C23C 2/40* (2006.01)
C25D 3/22 (2006.01) *C25D 7/06* (2006.01)

(52) CPC특허분류

C23C 2/06 (2013.01)
C22C 38/004 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0178933

(22) 출원일자 2017년12월24일
심사청구일자 2017년12월24일

(65) 공개번호 10-2019-0030142

(43) 공개일자 2019년03월21일

(30) 우선권주장

1020170117329 2017년09월13일 대한민국(KR)
 1020170117343 2017년09월13일 대한민국(KR)

(56) 선행기술조사문헌

JP2008231447 A*

KR1020150048554 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 포스코

경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (과동동)

(72) 발명자

백두진

전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소
박슬기전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인씨엔에스

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 이철환

(54) 발명의 명칭 도장 후 선영성이 우수한 강판 및 그 제조방법

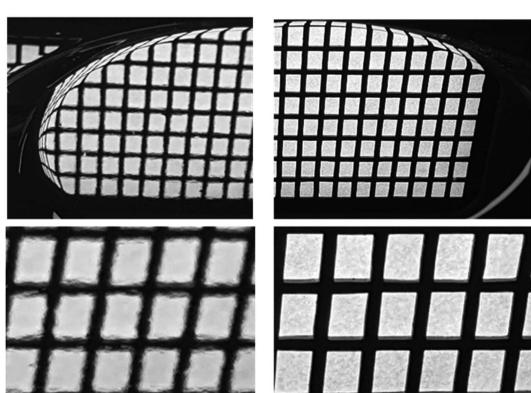
(57) 요 약

발명은 자동차, 가전제품 등의 외판재 등에 사용되는 강판에 관한 것으로서, 도장 후 우수한 선영성을 갖는 강판과 이를 제조하는 방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1

(a)

(b)



(52) CPC특허분류

C22C 38/02 (2013.01)
C22C 38/04 (2013.01)
C22C 38/06 (2013.01)
C23C 2/40 (2013.01)
C25D 3/22 (2013.01)
C25D 7/0614 (2013.01)
C21D 2211/005 (2013.01)

(72) 발명자

김충원

전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소

김정기

전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소

김성일

전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소

황현석

전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소

이제웅

전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소

김정은

전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소

홍초룡

전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소

명세서

청구범위

청구항 1

중량%로, C: 0.001~0.03%, Si: 0.001~0.35%, Mn: 0.05~2.2%, P: 0.003~0.1%, S: 0.001~0.025%, Al: 0.01~0.1%, N: 0.001~0.007%, 나머지는 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고,

강판의 미세조직은 주조직이 페라이트 상으로 이루어지며,

강판 표층부에서의 {001}<110> 집합조직(R-cube texture)이 면적분율로 5% 이하(0은 제외)인 도장 후 선영성이 우수한 강판.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 강판은 Nb: 0.005~0.03% 및 Ti: 0.005~0.10%로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상을 더 포함하는 도장 후 선영성이 우수한 강판.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 강판 표층부의 결정립 평균 크기는 $30\mu\text{m}$ 이하(0은 제외)인 도장 후 선영성이 우수한 강판.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 강판 표층부의 결정립의 표준 편차가 8 이하인 도장 후 선영성이 우수한 강판.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 강판 표층부에서, 결정립 크기 $30\mu\text{m}$ 이상인 결정립의 면적분율에 대한 결정립 크기 $10\mu\text{m}$ 이하인 결정립의 면적분율의 비율(결정립 크기 $10\mu\text{m}$ 이상인 결정립의 면적분율/결정립 크기 $30\mu\text{m}$ 이상인 결정립의 면적분율)이 0.5 이상인 도장 후 선영성이 우수한 강판.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 강판 표층부에서 종횡비(Aspect Ratio)가 0.3 이하(0은 제외)인 결정립이 차지하는 면적분율이 15% 이하(0은 제외)인 도장 후 선영성이 우수한 강판.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 강판은 면적분율로 95% 이상이 페라이트상을 포함하는 도장 후 선영성이 우수한 강판.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 강판은 표면에 도금층을 더 포함하고, 상기 도금층은 Al계 도금층, Zn계 도금층, Zn-Al-Mg계 합금 도금층 중 어느 하나인 도장 후 선영성이 우수한 강판.

청구항 9

중량%로, C: 0.001~0.03%, Si: 0.001~0.35%, Mn: 0.05~2.2%, P: 0.003~0.1%, S: 0.001~0.025%, Al: 0.01~0.1%, N: 0.001~0.007%, 나머지는 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하는 강 슬라브를 가열하는 단계;

상기 가열된 강 슬라브를 열간 압연하여 열연 강판을 제조하는 단계;

상기 열연 강판을 권취하는 단계; 및

상기 열연 강판을 냉간 압연하여 냉연 강판을 제조하는 단계를 포함하고,

상기 열간 압연시 압연유를 400~1000cc/분의 속도로 분사하여 행하는 도장 후 선영성이 우수한 강판의 제조방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 강 슬라브는 Nb: 0.005~0.03% 및 Ti: 0.005~0.10%로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상을 더 포함하는 도장 후 선영성이 우수한 강판의 제조방법.

청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 가열은 1100~1300°C의 온도범위에서 100~300분 동안 행하는 도장 후 선영성이 우수한 강판의 제조방법.

청구항 12

청구항 9에 있어서,

상기 열간 압연 후 10~100°C/초의 냉각속도로 냉각하는 도장 후 선영성이 우수한 강판의 제조방법.

청구항 13

청구항 9에 있어서,

상기 열간 압연 후 500~750°C의 범위에서 권취하는 도장 후 선영성이 우수한 강판의 제조방법.

청구항 14

청구항 9에 있어서,

상기 냉간 압연은 60~90%의 압하율로 행하는 도장 후 선영성이 우수한 강판의 제조방법.

청구항 15

청구항 9에 있어서,

상기 냉간 압연 후 도금층을 형성하는 단계를 더 포함하고, 상기 도금층은 Al계 도금층, Zn계 도금층, Zn-Al-Mg 계 합금 도금층 중 어느 하나인 도장 후 선영성이 우수한 강판의 제조방법.

청구항 16

청구항 15에 있어서,

상기 도금층을 형성하는 단계는 전기도금, 용융도금 및 진공증착 중 어느 하나의 방법으로 행하는 도장 후 선영성이 우수한 강판의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 자동차, 가전제품 등의 외판재 등에 사용되는 강판에 관한 것으로서, 도장 후 우수한 선영성을 갖는 강판과 이를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003]

일반적으로 철강공정에서 제조된 박판의 냉연강판은 가공성이 우수하고, 타재료에 비해 상대적으로, 저렴한 가격으로 인해 자동차, 가전제품 등의 외판재 등으로 널리 사용되고 있다. 이러한 냉연강판은 내수식성 향상 및 미관 확보를 위해서 대부분 도장 공정을 거쳐서 도장된 상태로 사용되고 있다. 따라서, 도장 후에 미려한 외관을 확보하기 위해서 도장 용액, 도장 방법 등에 대한 기술에 연구가 집중되어 왔다.

[0005]

그러나 도장된 강판이라고 하더라도 강판의 외관 품질은 강판 자체의 표면 품질에 영향을 받는다. 비특허문헌 1에 의하면, 강판의 표면 조도(Roughness average, Ra)가 낮을수록 강판의 중파장 조도(Waviness curve average, Wca)가 낮아지고, 강판의 Wca가 낮아질수록 도장 후 외관이 좋아지며, 특히 EDT, 숏블라스트(Short blast)와 같은 확률론적(stochastic) 를 가공방법에서 이러한 경향이 두드러지게 발생한다고 한다. 상기 비특허문헌 1에서 소재 표면 조도와 선형성과의 관계를 일부 언급하고는 있으나, 소재의 조직(grain)과 선형성과의 관계까지 살펴보지 못하는 한계가 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0007]

(비)특허문헌 0001) Assessment of steel surface roughness and waviness in relation with paint appearance. (Int. J. Mach. Tools Manufact. Vol. 38. Nos 5-6, PP. 647-656. 1998)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008]

본 발명의 일 측면은 강판의 미세조직을 제어하여, 도장 후에 우수한 선영성을 확보할 수 있는 강판과 이를 제조하는 방법을 제공하고자 하는 것이다.

[0010]

본 발명의 과제는 상술한 사항에 한정되지 아니한다. 본 발명의 추가적인 과제는 명세서 전반적인 내용에 기술되어 있으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자라면 본 발명의 명세서에 기재된 내용으

로부터 본 발명의 추가적인 과제를 이해하는데 아무런 어려움이 없을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일 태양은 중량%로, C: 0.001~0.03%, Si: 0.001~0.35%, Mn: 0.05~2.2%, P: 0.003~0.1%, S: 0.001~0.025%, Al: 0.01~0.1%, N: 0.001~0.007%, 나머지는 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고,
- [0013] 강판의 미세조직은 주조직이 페라이트 상으로 이루어지며,
- [0014] 강판 표층부에서의 {001}<110> 집합조직(R-cube texture)이 면적분율로 5% 이하인 도장 후 선영성이 우수한 강판에 관한 것이다.
- [0016] 본 발명의 또 다른 일태양은 중량%로, C: 0.001~0.03%, Si: 0.001~0.35%, Mn: 0.05~2.2%, P: 0.003~0.1%, S: 0.001~0.025%, Al: 0.01~0.1%, N: 0.001~0.007%, 나머지는 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하는 강 슬라브를 가열하는 단계;
- [0017] 상기 가열된 강 슬라브를 열간 압연하여 열연 강판을 제조하는 단계;
- [0018] 상기 열연 강판을 권취하는 단계; 및
- [0019] 상기 열연 강판을 냉간 압연하여 냉연 강판을 제조하는 단계를 포함하고,
- [0020] 상기 열간 압연시 압연유를 400~1000cc/분의 속도로 분사하여 행하는 도장 후 선영성이 우수한 강판의 제조방법을 포함한다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명의 강판은 통상의 도장 또는 박막 도장을 수행하더라도 강판 표면 성상이 미려하고 선영성이 우수한 효과를 얻을 수 있다. 또한, 강판의 미세조직이 미세화, 균일화로 인해 가공성을 개선할 수 있고, 가공 불량에 따른 비용을 절감할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1의 (a) 및 (b)는 각각 본 발명의 실시예 중 비교예 1과 발명예 1에 대한 도장 선영성을 육안 비교한 사진이다.

도 2는 본 발명 실시예의 발명예와 비교예의 표층부 결정립 크기와 R-cube 집합조직의 분율의 관계를 나타낸 그레프이다.

도 3은 본 발명 실시예의 발명예와 비교예의 Wa 분포를 나타낸 그레프이다.

도 4의 (a) 및 (b)는 각각 본 발명의 실시예 중 비교예 1과 발명예 1에 대한 EBSD(Electron Back Scatter Diffraction) 결과를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하, 본 발명의 강판에 대해서 상세히 설명한다.

[0027] 먼저, 본 발명의 강판 조성에 대해서 상세히 설명한다. 본 발명의 강판은 중량%(이하, '%'로 기재함)로, C: 0.001~0.03%, Si: 0.001~0.35%, Mn: 0.05~2.2%, P: 0.003~0.1%, S: 0.001~0.025%, Al: 0.01~0.1%, N: 0.001~0.007%를 포함하는 것이 바람직하다.

[0029] C: 0.001~0.03%

[0030] 상기 탄소(C)의 함량이 0.001% 미만의 경우에는 열연판의 결정립이 조대하여 강도가 낮아지고 면내이방성이 높아지는 반면, 0.03%를 초과하는 경우 강 중 고용 C의 양이 많아져 내시효성 확보가 곤란하고 고용강화에 의해 강도가 증가하나 연성이 크게 낮아진다. 따라서, 상기 C는 0.001~0.03% 포함하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 0.002~0.015%로 제한하는 것이 유리하다.

[0032] Si: 0.001~0.35%

[0033] 상기 실리콘(Si)은 강중 고용강화 원소로 강도 확보에 유리하나, 그 함량이 0.001% 미만이면 강도 향상 효과가 거의 없으며, Si의 함량이 0.35%를 넘으면 열간압연 중 표면 스케일 결함을 유발할 뿐만 아니라, 페라이트 안정

역이 넓어져 열간압연시 2상역 압연이 발생할 수 있어서 불균일한 미세조직을 가지게 된다. 따라서 그 함량을 0.001~0.35%로 하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 0.01~0.3%로 포함하는 것이 바람직하다.

[0035] Mn: 0.05~2.2%

[0036] 망간(Mn)은 상기 Si과 마찬가지로 강을 고용강화시키는데 효과적인 원소이다. 이러한 효과를 얻기 위해서는 0.05% 이상으로 함유되는 것이 바람직하다. 0.05%미만이면 강도 향상 효과가 작으며 고온연성이 감소한다. 반면, Mn의 함량이 2.2%를 넘으면 소성이방성이 증가하고 소둔 중 표층부 산화물이 증가하여 도금특성이 저하된다. 따라서 상기 Mn의 함량은 0.05~2.2%로 하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 0.1~0.8%로 포함하는 것이 바람직하다.

[0038] S: 0.001~0.025%

[0039] 상기 황(S)은 강중에 존재하는 불순물로서, 그 함량이 0.025%를 초과하는 경우에는 Mn 등과 결합하여 비금속 개재물을 형성하며, 이로 인해 강의 절단가공시 미세한 균열이 발생하기 쉽고 성형성에도 불리하다. 하지만 그 함량을 0.001%미만으로 제조하기 위해서는 제강조업시 시간이 과다하게 소요되어 생산성이 저하되는 문제가 있다. 따라서, 상기 S의 함량은 0.001~0.025%로 제한하는 것이 바람직하다.

[0041] Al: 0.01~0.1%

[0042] 상기 알루미늄(Al)은 탈산제로 첨가하는 성분이며, 강중 질소와 결합하여 AlN 석출물을 형성하여 내시효특성이 향상된다. 그 함량이 0.01% 미만의 경우에는 상기의 효과를 충분히 얻을 수 없다. 반면 그 함량이 0.1%를 초과하게 되면 AlN 석출물의 형성으로 연속주조시 슬라브에 결함이 발생하기 쉽다. 따라서, 그 함량을 0.01~0.1%로 제한하는 것이 바람직하다.

[0044] N: 0.001~0.007%

[0045] 상기 질소(N)은 제강 중 불가피하게 첨가되는 원소이나 고용강화 효과가 크고 Ti, Al등과 결합하여 조대한 석출물을 형성한다. 그 함량이 0.007%를 초과하는 경우에는 고용 N의 증가로 내시효 특성이 악화되며, 0.001%미만으로 제조하기 위해서는 제강조업시 생산성이 저하되는 문제가 있다. 따라서, 본 발명에서는 0.001~0.007%로 제한하는 것이 바람직하다.

[0047] P: 0.003~0.1%

[0048] 강중 인(P)는 강도상승을 위해 첨가되는 대표적인 고용강화 원소이나, 입계 편석에 의한 취성을 일으켜 내충격성을 열위하게 한다. 상기의 강화 효과를 얻기 위해서는 적어도 0.003% 이상 함유되어야 하지만 그 함량이 0.1%를 초과하면 연신율의 급격한 하락과 함께 강의 취성이 크게 증가한다. 하지만 그 함량을 0.003% 미만으로 제어하기 위해서는 제조비용이 과도하게 소요되어 경제적으로 불리하다. 따라서, 그 함량을 0.003~0.1%로 제한하는 것이 바람직하다.

[0050] 상기 조성이외에 추가적으로, 니오븀(Nb): 0.005~0.03% 및 티타늄(Ti): 0.005~0.10%로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.

[0051] 상기 Nb는 탄소를 석출하여 고용탄소에 의한 시효를 방지하는 역할을 한다. 상기 Nb 양이 0.005% 미만이면 고용탄소의 양이 많아 시효 현상을 방지하기 어렵고, Nb 양이 0.03%를 초과하면 강도가 높아지므로, 페라이트 강판의 열간 가공성이 열위하게 되며, 최종 제품의 강도가 증가하여 성형에 불리하게 된다. 따라서, 상기 Nb는 0.005~0.03%를 포함하는 것이 바람직하다.

[0052] 상기 Ti는 비시효성 확보 및 성형성 향상을 목적으로 첨가하는데 Ti는 강력한 질화물 및 탄화물 생성 원소로 강중에 첨가되어 TiN과 TiC 석출물을 석출시켜 고용 상태의 질소와 탄소를 석출하여 비시효성을 확보한다. Ti의 첨가량이 0.005% 미만인 경우에는 TiC 석출물의 석출량이 너무 적어 상기 효과를 얻기 어렵고, Ti가 0.10%를 초과할 경우에는 조대한 TiN 형성으로, TiC 석출물의 크기도 증가하여 성형성도 열위해지고 도금특성이 크게 저하될 수 있다. 따라서, 상기 Ti의 함량은 0.005~0.10% 인 것이 바람직하고, 0.005~0.06%인 것이 보다 바람직하다.

[0054] 상기 성분 이외에 나머지는 Fe 및 불가피한 불순물을 포함한다. 다만, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서, 다른 합금원소의 첨가를 배제하는 것은 아니다.

[0056] 본 발명의 강판은 페라이트상을 주조직으로 하는 것이 바람직하다. 즉, 본 발명의 강판은 페라이트상이 면적분율로 95% 이상을 포함하며, 바람직하게는 페라이트 단상 조직이다.

- [0058] 본 발명의 강판 표층부의 결정립 평균 크기는 $30\mu\text{m}$ 이하인 것이 바람직하다. 여기서 강판의 표층부는 강판 표면에서부터 강판 두께의 1/16까지를 의미하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 두께의 1/32까지인 것이 바람직하다. 상기 강판 표층부에서의 결정립 평균 크기가 $30\mu\text{m}$ 을 초과하여 조대하면, 가공시 조직의 불균일성이 증대되어 성형성이 저하될 수 있으며, 장파장 조도(W_{ca} 또는 W_a)가 증가하여 도장 후 선영성이 열위해질 수 있다. 한편, 상기 결정립 평균 크기는 작을수록 선영성이 유리하나 결정립 평균 크기를 작게 하기 위해서는 과도한 합금성분을 첨가하거나 압하량을 크게 하여야 하며, 결정립 평균 크기에 따라 강도와 연성이 크게 변화될 수 있으므로, 상기 결정립의 평균은 $1\mu\text{m}$ 이상인 것이 바람직하다.
- [0060] 상기 강판 표층부에서, 결정립 크기 $30\mu\text{m}$ 이상인 결정립의 면적분율에 대한 결정립 크기 $10\mu\text{m}$ 이하인 결정립의 면적분율의 비율(결정립 크기 $10\mu\text{m}$ 이상인 결정립의 면적분율/결정립 크기 $30\mu\text{m}$ 이상인 결정립의 면적분율)이 0.5 이상인 것이 바람직하다. 강판 표층부에서 결정립 크기 $30\mu\text{m}$ 이상인 면적분율에 대한 결정립 크기 $10\mu\text{m}$ 이하인 면적분율의 비가 0.5 미만인 경우에는, 조직 불균일성으로 인해 성형성이 열위해지고, 조직의 불균일로 인해 선영성이 열위해질 수 있다.
- [0062] 상기 강판 표층부에서, 결정립 크기의 표준 편차는 8 이하인 것이 바람직하다. 상기 표준 편차가 8을 초과하게 되면, 조직의 불균일성으로 인해, 성형성 및 선영성이 열위해질 수 있다.
- [0064] 상기 강판 표층부에서, 종횡비(Aspect Ratio, 단경/장경)가 0.3 이하인 결정립이 차지하는 면적분율이 15% 이하인 것이 바람직하다. 상기 종횡비가 0.3 이하인 결정립이 15%를 초과하는 경우에는 표층부의 미세조직 불균일로 인해 선영성이 열위해질 수 있다.
- [0066] 상기 강판 표층부는 $\{001\}<110>$ 집합조직(Rotated-Cube texture)이 면적분율로 5.0% 이하인 것이 바람직하다. 상기 집합조직의 면적분율을 분석하는 방법의 일예로서, 후방산란전자회절(Electron Back Scattered Diffraction, EBSD)를 이용하여 분석할 수 있다.
- [0067] 상기 $\{001\}<110>$ 집합조직(Rotated-Cube texture, R-cube 집합조직)은 주로 냉간압연 중 형성되는 가장 안정된 집합조직으로, 소성이방성 지수(r) 값이 집합조직 중 가장 낮은 값을 나타내고, 에너지적으로 안정되어 소둔 시재결정이 발생하지 않는 특징이 있다.
- [0068] 강판의 집합조직으로 $<111>$ 집합조직(γ -fiber texture, γ -파이버 조직, 압연방향의 수직방향이 $<111>$ 면과 평행한 결정립)을 형성하는 것이 소성이방성 지수 값이 증가시켜 드로잉 성형이 우수하나, 선영성은 강판 표층부에서의 R-cube 집합조직의 존재가 중요하다. 따라서, 본 발명은 표층부에서의 R-cube 집합조직이 면적분율로 5.0%를 초과하게 되면, 압연, 통판, 장력 등에 의해 강판 표면에 R-cube의 클러스터(cluster)가 나타나게 되고 표면 텍스처(texture)의 굴곡이 육안으로 인식되어, 선영성이 열위해진다.
- [0070] 본 발명에서 표층부에서 $\{001\}<110>$ 집합조직의 평균 결정립 크기는 강판 전체의 평균 결정립 크기보다는 작은 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 $20\mu\text{m}$ 이하이다. $\{001\}<110>$ 집합조직의 평균 결정립 크기가 강판 전체의 평균 결정립 크기보다 크게 되면, 표면 굴곡이 발생하여 선영성이 열위해질 수 있다.
- [0072] 본 발명의 강판은 장파장 조도(W_a)가 $0.5\mu\text{m}$ 이하인 것이 바람직하다. $0.45\mu\text{m}$ 이하인 것이 보다 바람직하다.
- [0074] 한편, 본 발명의 강판은 도금층을 포함하는 도금강판일 수 있다. 상기 도금강판의 종류는 한정하지 않으며, Al계 도금강판, Zn계 도금(GI, GA)강판, Zn-Al-Mg계 합금도금강판 일 수 있고, 방법 측면에서도 EG 도금, 용융 도금 등이 적용될 수 있다.
- [0076] 이하, 본 발명의 강판을 제조하는 방법에 관한 일예에 대해서 상세히 설명한다. 본 발명의 강판을 제조하기 위해, 상기 강의 합금조성을 충족하는 강 슬라브를 가열하고, 가열된 강 슬라브를 열간 압연하여 제조할 수 있다. 추가적으로, 상기 열간 압연된 강판을 냉간 압연할 수 있다. 상기 각 공정에 상세히 설명한다.
- [0078] 전술한 강의 합금조성을 충족하는 강 슬라브를 준비하고, 이를 가열한다. 상기 강 슬라브 가열은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상 행해지는 방법에 의한다. 바람직한 일예로서, 상기 가열은 강 슬라브 조직 균일화를 위해 $1100\sim1300^\circ\text{C}$ 의 분위기에서 100~300분 동안 행하는 것이 바람직하다. 상기 가열온도가 1100°C 미만이 되면 충분한 조직 균일화 및 조대한 탄화물과 질화물 등이 재고용되지 못하여 강의 성형성이 불리하며, 1300°C 를 초과하는 경우에는 결정립 성장에 의한 불균일한 미세조직이 형성된다. 상기 가열시간이 100분 미만이면, 슬라브 심층부까지 균일한 온도로 가열되지 못하며, 300분을 초과하면 과도한 결정립 성장이 발생할 수 있고, 경제적으로 바람직하지 않다.

- [0080] 상기 가열된 강 슬라브를 열간 압연한다.
- [0081] 상기 열간 압연은 850~1150°C의 온도범위에서 실시하는 것이 바람직하다. 상기 압연 온도가 1150°C보다 높은 온도에서 열간압연을 개시하면 열연강판의 온도가 높아져 결정립 크기가 조대해지고 열연강판의 표면품질이 열위하게 된다. 반면, 850°C보다 낮은 온도에서 열간압연을 종료하면 지나친 재결정 지연에 의해 연신된 결정립이 발달하여 이방성이 심해지고 성형성도 나빠지게 되며 표층부가 2상역(페라이트+오스테나이트) 압연이 되어 불균일한 미세조직이 발달하게 된다.
- [0082] 상기 열간압연 시, 강 표면에 압연유를 400~1000cc/분으로 분사하여 유압연을 행하는 것이 바람직하다. 상기 유압연 실시로 압연률 표면에 유막을 형성함으로써 압연하중 저하, 마찰계수 감소로 인해 강판의 표면 품질이 향상되며 표층부의 전단변형량이 감소하여 표층부에서 심층부까지 균일한 미세조직을 형성시키는데 유리하다. 상기 압연유 분사량이 400cc/분 미만으로 유압연되면 상기 효과를 기대하기 어렵고, 1000cc/분을 초과하면 압연 중 슬립 현상으로 표면에 결함이 발생하고 통판성이 열위해지며 경제적으로도 불리하다.
- [0083] 통상적으로 열간압연 온도가 감소할수록 결정립이 미세화되고 균일한 미세조직을 갖게 된다. 하지만 온도가 더욱 감소하면 압연률과 열간압연 판재의 마찰이 증가하여 표층부에 전단변형이 증가하여 두께방향으로 균일한 조직을 갖지 못한다. 또한, 압연온도가 상변태온도 이하로 감소하면 2상역 압연이 되어 표층부의 미세조직은 더욱 불균일해 진다. 따라서, 적정한 유압연을 실시하면 압연온도가 감소하여도 표층부의 전단변형이 완화되고 표층부의 상변태 온도도 감소하게 된다. 결과적으로, 상기와 같이 유압연을 실시하게 되면 전단변형이 발생하는 온도범위가 좁아지게 되어 적정 압연온도에서 조직이 미세하고 균일한 상태로 형성되게 된다.
- [0084] 이어, 상기 압연된 강판을 냉각한다. 상기 냉각은 열간압연된 강판을 500~750°C의 온도까지 평균 냉각속도 10~100°C/sec로 냉각하는 것이 바람직하다. 상기 500~750°C까지 냉각한 후에 권취를 행한다. 바람직하게는 600~700°C의 온도까지 냉각하고 권취한다. 상기 냉각을 500°C 미만까지 냉각하여 권취하면 강중 저온 페라이트상이 불필요하게 형성되어 열연강판의 강도가 상승하여 냉간압연시 압연 부하가 증가하고 통판성이 열위하게 된다. 반면, 750°C를 초과하여 냉각되어 권취되면 페라이트 결정립이 형성되어 불균일한 미세조직을 갖게 되므로 바람직하지 않다. 상기 냉각시 평균 속도는 10°C/sec 미만이면 기지조직의 결정립이 조대해지고 미세조직이 불균일해지며, 평균 냉각속도가 100°C/sec를 초과하면 저온 페라이트상이 형성되기 쉽고 압연판의 형상이 열위하게 된다.
- [0085] 상기 권취된 강판은 본 발명의 기술분야에서 통상 행해지는 방법으로 상온까지 냉각된다. 일예로, 공냉 또는 수냉을 통해 0.001~100°C/sec의 냉각속도로 냉각한다. 냉각속도가 0.001°C/sec 미만이면 느린 냉각속도로 인해 결정립 성장이 발생할 수 있으며 제조시 생산성을 저하시킨다. 반면 100°C/sec를 초과하면 코일 전체의 균일한 냉각이 어려워 코일 위치별로 불균일한 미세조직이 형성될 수 있다.
- [0087] 상기 열간 압연된 강판을 냉간 압연할 수 있다. 상기 냉간 압연은 열연 강판을 산세 처리하여 표면에 부착된 스케일을 제거한 후, 60~90%의 압하율로 행하는 것이 바람직하다. 상기 압하율이 60% 미만이면 소둔 중 재결정이 형성되기에 충분한 변형에너지를 얻을 수 없어 불균일한 미세조직을 갖게 되고 성형성도 열위하게 된다. 냉간압하율의 상한은 제한할 필요가 없으나 90%를 초과하는 경우에는 냉간압연시 압연판 형상 품질이 열위하게 되므로 90% 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0088] 상기 냉간압연 후 700~900°C의 온도에서 소둔 열처리를 행할 수 있다.
- [0090] 한편, 상기 냉간 압연 후 도금을 행하여, 도금강판을 제조할 수 있다. 상기 도금의 종류는 특별히 한정하는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 사용될 수 있는 도금을 적용 가능하다. Al계 도금이거나, 용융아연(GI), 합금화 용융아연(GA)과 같은 Zn계 도금 및 Zn-Al-Mg계 합금도금이 적용될 수 있고, 방법적으로는 전기도금, 용융도금, 진공증착 등이 적용될 수 있다. 바람직한 일예로서, 용융도금을 이용한 아연도금강판이 적용될 수 있다. 이는 소둔을 거친 강판은 Zn 도금욕에 침지하여 통과시킨 후 5~50°C/sec로 냉각한다. 이후 조질압연을 통해 조도, 형상교정, 항복점 연신 개선을 도모할 수 있다.
- [0092] 이하, 본 발명의 실시예에 대해서 상세히 설명한다. 하기 실시예는 본 발명의 이해를 위한 것일 뿐, 본 발명의 권리범위를 한정하기 위한 것이 아니라는 점에 유의할 필요가 있다. 본 발명의 권리범위는 특허청구범위에 기재된 사항과 이로부터 합리적으로 유추되는 사항에 의해 결정되는 것이기 때문이다.
- [0094] (실시예)
- [0095] 하기 표 1의 조성을 갖는 강 슬라브를 제조하고, 하기 표 2의 공정조건으로 냉연강판을 제조하였다. 이렇게 제

조된 냉연강판에 대해서, 분석한 결과를 표 3에 나타내었다. 상기 표 1의 조성의 단위는 중량%이며, 나머지는 Fe와 불가피한 불순물을 포함한다. 하기 표 2의 공정으로 제조된 열연강판의 사이즈는 두께 3.2mm, 길이, 폭 1200mm 이며, 압연속도는 700~800mpm의 조건으로 일정하게 제조하였다.

표 1

구분	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Nb	Ti
강종 1	0.002	0.010	0.08	0.009	0.003	0.03	0.003	0.009	0.029
강종 2	0.003	0.002	0.07	0.009	0.004	0.03	0.003	0.001	0.046
강종 3	0.002	0.028	0.14	0.018	0.01	0.03	0.003	0.003	0.001

표 2

구분	강종	슬라브 가열 온도(°C)	슬라브 가열 시간(분)	열간 압연 온도(°C)	압연유 (cc/분)	분사량	권취온도 (°C)	냉간압하율 (%)
발명예 1	강종 1	1176	171	920	600	720	78	
비교예 1	강종 1	1180	150	890	-	720	78	
발명예 2	강종 1	1192	177	923	800	720	78	
비교예 2	강종 1	1178	145	880	1200	720	78	
발명예 3	강종 1	1182	184	920	650	720	78	
비교예 3	강종 1	1185	158	885	-	720	78	
발명예 4	강종 2	1177	179	920	850	700	79	
비교예 4	강종 2	1178	149	890	-	700	79	
발명예 5	강종 2	1184	173	923	600	700	79	
비교예 5	강종 2	1182	149	880	250	700	79	
발명예 6	강종 2	1182	169	920	750	700	79	
비교예 6	강종 2	1178	157	885	300	700	79	
발명예 7	강종 3	1180	166	920	650	620	80	
비교예 7	강종 3	1177	148	890	300	620	80	
발명예 8	강종 3	1178	178	923	700	620	80	
비교예 8	강종 3	1181	148	880	350	620	80	
발명예 9	강종 3	1171	172	920	850	620	80	
비교예 9	강종 3	1175	156	885	-	620	80	

[0101] 상기 표 2와 같이 제조된 발명예 및 비교예에 대해서, 각 시편들의 표충부에서의 집합조직, 그 중에서도 R-cube 집합조직에 대해서 후방산란전자회절(Electron Back Scattered Diffraction, EBSD)로, {001}<110> 집합조직(Rotated-Cube texture, R-cube 집합조직)의 면적분율을 계산하였다.

[0102] 또한, 표충부에서의 결정립 평균 크기와 결정립 크기 30μm 이상인 결정립의 면적분율에 대한 결정립 크기 10μm 이하인 결정립의 면적분율의 비율(결정립 크기 10μm 이상인 결정립의 면적분율/결정립 크기 30μm 이상인 결정립의 면적분율)에 대해서도 계산을 하였으며, 또한, 강판 표충부에 대한 결정립들의 종횡비(Aspect Ratio, 단경/장경)가 0.30 이하인 결정립이 차지하는 면적분율도 계산을 하였다.

[0103] 또한, 각각의 시편들에 대한 가공(약 5% 정도의 2축인장 가공)후의 표면 Wa값들에 대해서도 측정을 실시하고 결과를 도출하였다.

[0104] 상기 도출된 결과를 표 3에 나타내었다.

표 3

구분	표충부 R-cube 집합조직 면적분율 (%)	표충부 결정립 평균 크기	표충부에서 (10μm 이상인 결정립/30μm 이상인 결정립)의 면적비	표충부에서 종횡비 0.3 이하인 결정립 면적분율(%)	Wa (μm)
발명예 1	4.5	20.3	0.70	11.0	0.30
발명예 2	4.6	19.4	0.60	10.2	0.27
발명예 3	4.7	20.6	0.63	13.8	0.36
발명예 4	4.6	20.2	0.93	12.7	0.27

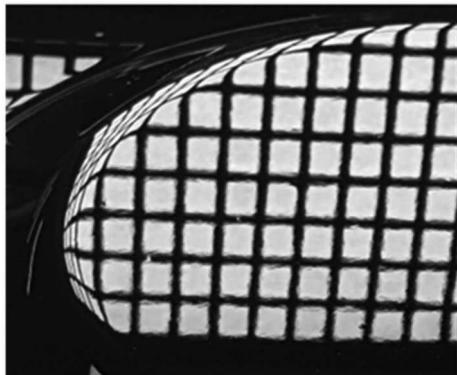
발명예 5	4.5	25.3	0.96	15.0	0.41
발명예 6	4.9	23.5	0.61	13.6	0.26
발명예 7	4.7	17.8	0.54	9.7	0.41
발명예 8	4.5	17.5	0.78	9.8	0.24
발명예 9	4.2	18.0	0.84	11.5	0.23
비교예 1	6.1	33.2	0.25	17.1	0.56
비교예 2	5.9	35.0	0.53	17.7	0.49
비교예 3	4.7	32.0	0.28	17.4	0.63
비교예 4	6.3	30.4	0.39	14.9	0.61
비교예 5	6.5	36.1	0.41	14.4	0.54
비교예 6	5.9	31.4	0.18	16.0	0.55
비교예 7	6.5	23.9	0.33	17.3	0.60
비교예 8	7.5	22.6	0.14	15.4	0.50
비교예 9	6.2	22.4	0.24	17.5	0.59

- [0108] 한편, 도 1의 (a) 및 (b)는 각각, 상기 비교예 1과 발명예 1의 냉연강판을 도장 전 약 5% 정도 2축 인장 가공 후 도장을 실시한 다음, 표면의 육안비교를 위해서 그리드와 광원을 이용하여 선명도 비교한 결과이다. 도 1의 결과에서, 발명예 1은 비교예 1에 비해 선명도가 뚜렷한 것을 알 수 있다. 도 2는 본 발명 실시예의 발명예와 비교예의 표층부 결정립 크기와 R-cube 집합조직의 분율의 관계를 나타낸 그래프이며, 발명예들은 모두 표층부에 균질한 결정을 확보하여, R-cube 집합조직 역시 본 발명의 범위를 충족하는 것을 알 수 있다.
- [0109] 도 3은 상기 발명예와 비교예의 냉연강판에 대해서 W_a 평균값과 그 편차를 나타낸 것이다. 상기 W_a 측정은 2축 인장 상태로 약 5% 가공 후, 표면의 중파장 조도 측정기를 이용하여 측정하였다. 도 3에 나타난 바와 같이 비교 예 대해, 발명예가 W_a 값이 낮아서 선형성이 우수한 것을 알 수 있다.
- [0110] 한편, 도 4의 (a) 및 (b)는 각각, 비교예 1과 발명예 1의 EBSD 분석을 통해, 표층부의 R-cube 집합조직의 면적 분율을 계산한 것이다. 비교예 1의 경우에는 6.1%인 반면 발명예 1은 4.5%를 포함하는 것을 확인할 수 있다.
- [0112] 상기 표 3의 결과 및 도면으로부터 확인할 결과, 본 발명의 조건을 충족하는 경우에는 우수한 선형성을 확보할 수 있었다.

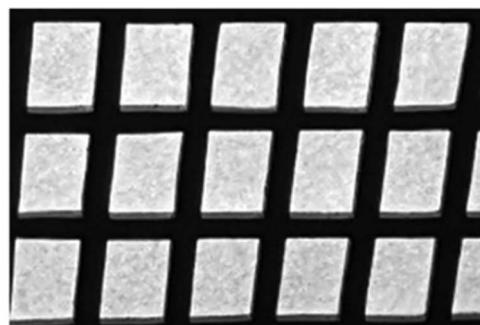
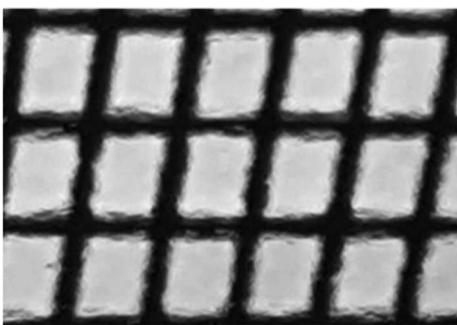
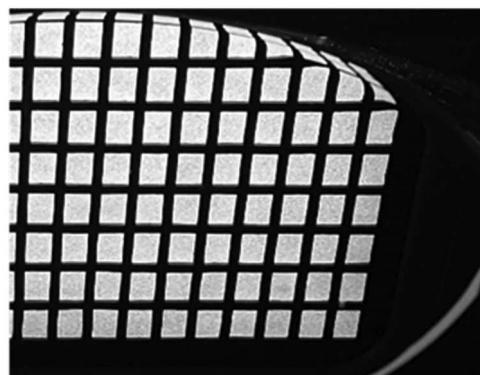
도면

도면1

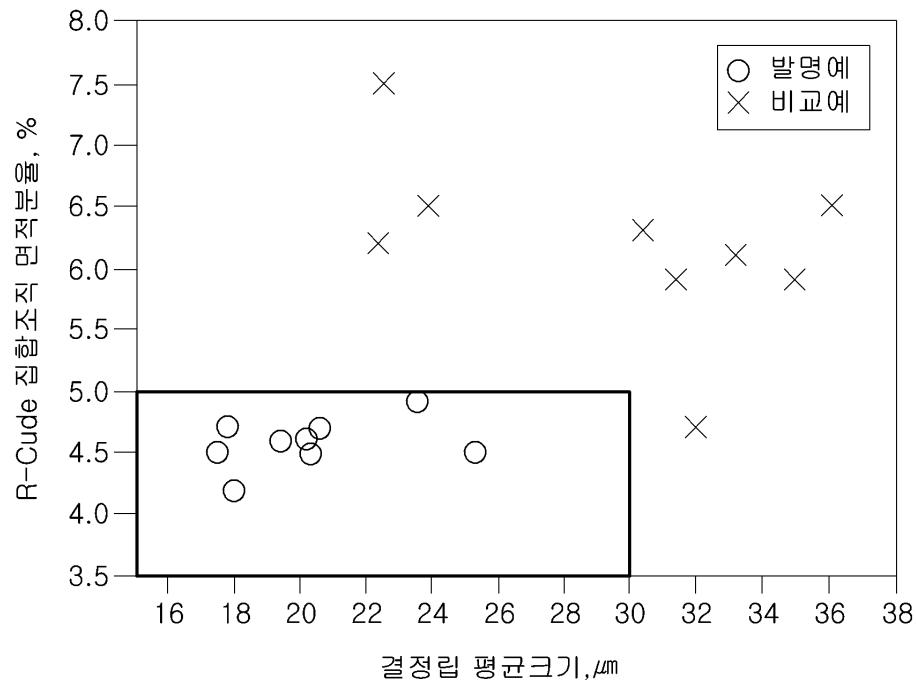
(a)



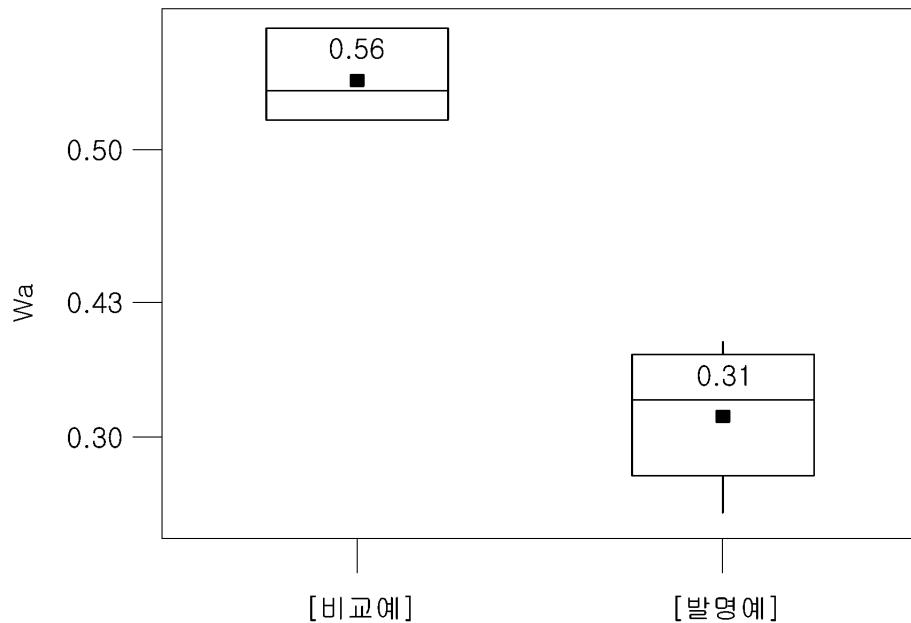
(b)



도면2



도면3



도면4

