



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년06월28일
 (11) 등록번호 10-1746995
 (24) 등록일자 2017년06월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C22C 38/04 (2006.01) *C21D 8/02* (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01) *C22C 38/02* (2006.01)
C22C 38/06 (2006.01) *C22C 38/12* (2006.01)
C22C 38/14 (2006.01) *C23C 2/06* (2006.01)
C23C 2/12 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C22C 38/04 (2013.01)
B21B 3/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0186127

(22) 출원일자 2015년12월24일

심사청구일자 2015년12월24일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020150007608 A*

JP09263883 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 포스코

경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동)

(72) 발명자

성한구

전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 (금호동, 광양
제철소)

배성범

전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 (금호동, 광양
제철소)

(74) 대리인

특허법인씨엔에스

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 윤여분

(54) 발명의 명칭 **가공성이 우수한 열연도금강판 및 그 제조방법**

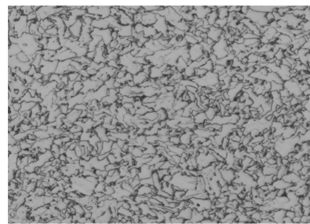
(57) 요약

열연강판과 상기 열연강판의 표면에 형성된 도금층을 포함하는 열연도금강판으로서, 상기 열연강판은 중량%로, C: 0.03~0.06%, Mn: 0.5~1.5%, Si: 0.01~0.25%, Al: 0.01~0.05%, P: 0.001~0.02%, S: 0.006% 이하, Ti: 0.0001~0.02%, Nb: 0.0001~0.03%, N: 0.001~0.005%, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, 상기 Ti, Al 및 N

(뒷면에 계속)

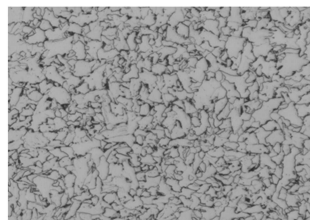
대표도 - 도1

(a)



20µm

(b)



20µm

은 하기 관계식 1을 만족하고, 상기 Nb, C 및 N은 하기 관계식 2를 만족하며, 4% 미만의 항복점 연신을 갖는 열연도금강판과 이를 제조하는 방법이 개시된다.

$$[\text{관계식 1}] \quad 0.03 \leq (\text{wt}\% \text{Ti}) \times (\text{wt}\% \text{Al}) \times (\text{wt}\% \text{N}) \times 10^6 \leq 0.20$$

$$[\text{관계식 2}] \quad 22 \leq (\text{mol}\% \text{Nb}) / \{(\text{mol}\% \text{C}) \times (\text{mol}\% \text{N})\} \leq 1826$$

(관계식 1에서 소괄호는 각각 해당 원소의 중량% 값을 의미하고, 관계식 2에서 소괄호는 각각 해당 원소의 중량%를 해당 원소의 원자량으로 나눈 값을 의미함)

(52) CPC특허분류

- C21D 8/0226* (2013.01)
 - C22C 38/001* (2013.01)
 - C22C 38/02* (2013.01)
 - C22C 38/06* (2013.01)
 - C22C 38/12* (2013.01)
 - C22C 38/14* (2013.01)
 - C23C 2/06* (2013.01)
 - C23C 2/12* (2013.01)
 - C21D 2211/005* (2013.01)
-

명세서

청구범위

청구항 1

열연강판과 상기 열연강판의 표면에 형성된 도금층을 포함하는 열연도금강판으로서,

상기 열연강판은 중량%로, C: 0.03~0.06%, Mn: 0.5~1.5%, Si: 0.001~0.25%, Al: 0.01~0.05%, P: 0.001~0.02%, S: 0.006% 이하, Ti: 0.0001~0.02%, Nb: 0.0001~0.03%, N: 0.001~0.01%, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고,

상기 Ti, Al 및 N은 하기 관계식 1을 만족하고, 상기 Nb, C 및 N은 하기 관계식 2를 만족하며, 4% 미만의 항복점 연신을 갖는 열연도금강판.

$$[\text{관계식 1}] \quad 0.03 \leq (\text{wt}\% \text{Ti}) \times (\text{wt}\% \text{Al}) \times (\text{wt}\% \text{N}) \times 10^6 \leq 0.20$$

$$[\text{관계식 2}] \quad 22 \leq (\text{mol}\% \text{Nb}) / \{(\text{mol}\% \text{C}) \times (\text{mol}\% \text{N})\} \leq 1826$$

(관계식 1에서 소괄호는 각각 해당 원소의 중량% 값을 의미하고, 관계식 2에서 소괄호는 각각 해당 원소의 중량%를 해당 원소의 원자량으로 나눈값을 의미함)

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 불가피한 불순물은 Cu, Cr, Ni, Mo, B, Sn 및 Ca를 포함하고, 그 함량의 합이 0.03% 이하(0% 포함)로 억제된 열연도금강판.

청구항 3

제1항에 있어서,

주조직으로 페라이트를 포함하는 열연도금강판.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 페라이트 중 0.2~0.8의 중횡비(단축길이/장축길이)를 갖는 페라이트의 분율이 85% 이상인 열연도금강판.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 페라이트의 평균 원상당 직경은 5 μm 미만인 열연도금강판.

청구항 6

제3항에 있어서,

누적 면적 백분율이 95면적%인 페라이트의 원상당 직경은 18 μm 이하인 열연도금강판.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 도금층은 용융 도금층이고, Zn 및 Al로 이루어진 균으로부터 선택된 1종 이상을 포함하는 열연도금강판.

청구항 8

제1항에 있어서,

0.8 이상의 항복비(항복강도/인장강도)를 갖는 열연도금강판.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 열연강판은 폭 방향으로 50 μm 이하(0 μm 포함)의 두께 공차를 갖는 열연도금강판.

청구항 10

중량%, C: 0.03~0.06%, Mn: 0.5~1.5%, Si: 0.001~0.25%, Al: 0.01~0.05%, P: 0.001~0.02%, S: 0.006% 이하, Ti: 0.0001~0.02%, Nb: 0.0001~0.03%, N: 0.001~0.01%, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, 상기 Ti, Al 및 N은 하기 관계식 1을 만족하고, 상기 Nb, C 및 N은 하기 관계식 2를 만족하는 용강을 연속주조하여 슬라브를 얻는 단계;

상기 슬라브를 1150~1250℃로 재가열하는 단계;

상기 재가열된 슬라브를 850~900℃에서 마무리 압연하여 열연강판을 얻는 단계;

상기 열연강판을 10℃/sec 이상의 속도로 냉각한 후, 550~650℃에서 권취하는 단계; 및

상기 권취된 열연강판을 산세 후, 도금하여 열연도금강판을 얻는 단계;

를 포함하는 열연도금강판의 제조방법.

$$[\text{관계식 1}] \quad 0.03 \leq (\text{wt}\% \text{Ti}) \times (\text{wt}\% \text{Al}) \times (\text{wt}\% \text{N}) \times 10^6 \leq 0.20$$

$$[\text{관계식 2}] \quad 22 \leq (\text{mol}\% \text{Nb}) / \{ (\text{mol}\% \text{C}) \times (\text{mol}\% \text{N}) \} \leq 1826$$

(관계식 1에서 소괄호는 각각 해당 원소의 중량% 값을 의미하고, 관계식 2에서 소괄호는 각각 해당 원소의 중량%를 해당 원소의 원자량으로 나눈 값을 의미함)

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 연속주조시, 주조 속도는 1.1mpm 이상인 열연도금강판의 제조방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

열연강관의 크라운(Crown) 25 값은 40 μm 이하인 열연도금강관의 제조방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 도금은 용융 아연계 도금이고,

상기 산세 후 도금 전, 상기 권취된 열연강관을 450~550℃로 가열한 후, 500~560℃에서 항온 열처리하는 단계를 더 포함하는 열연도금강관의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가공성이 우수한 열연도금강관 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 고강도 박물 강관을 자동차 외/내관 및 샤시 부품에 적용하여 자동차의 전체 중량을 감소시켜 자동차 연료 소비 효율을 증대시키는 것은 자동차 산업의 일반적 추세이다. 특히, 자동차 부품 소재로서 열연 박물 강관(이하, 열연 박강관)의 채용은 점진적으로 증대되고 있고, 이에 열연 박강관의 항상, 치수 및 내부식성의 증대에 대한 기준은 보다 엄격해지고 있다. 치수 정도가 높은 열연 박강관의 경우, 내부식성을 향상하기 위해 열연 박강관 자체의 내부식성을 증가하거나, 열연 박강관에 도금이 행해진다.

[0003] 한편, 열연 박강관은 열간압연 제조시 강관의 직진성 제어가 쉽지 않아 강관의 꼬임 또는 파단 등을 포함하는 압연 통관성 하락으로 생산성이 감소하는 문제가 있어서 형상, 치수 및 균일 재질 측면에서 연연속 압연 기술을 적용이 필요한 것으로 알려져 있다.

[0004] 특허문헌 1에 의하면, (바 플레이트 접합후 Tendom 압연-권취 직결) 연연속 압연 기술을 이용하여 N/Al 중량비가 0.3 이상인 강으로 윤활압연을 통한 마무리압연으로 강관의 폭 방향 온도 편차를 최소화하여 균일한 재질을 갖는 박강관 및 80MPa 이상의 소부경화(Bake hardening) 특성을 향상시키는 방법을 제공한다. 한편, 도장인화 처리(170℃, 20min)후 소부 경화능을 증대하기 위해 기지조직내 고용 N 함량을 증가 시키기 위해 Al 함량을 제어하고 가능한 40℃/sec 이상의 냉각속도로 급속냉각 및 저온 권취하여 AlN 포함한 탄/질화물의 석출을 최소화하고 있다. 또한, 박강관의 형상에 영향을 줄 수 있는 변태온도를 제어하기 위해 3 이상의 범위 Mn/Si 가 필요함을 제시하고 있다. 미세조직은 페라이트 및 마르텐사이트를 주상으로 명시하고 있다.

[0005] 특허문헌 2에 의하면, C: 0.002~0.02%, Si: 1% 이하, Mn: 3.0% 이하, P: 0.1% 이하, S: 0.02% 이하, Al: 0.01~0.1%, N: 0.007% 이하, Nb: 0.01~0.4% 와 Ti: 0.005~0.3% 중 적어도 하나를 함유한 강을 1.0 이상으로 (12/93)Nb/C 원자량비를 제어하여 불균일 연신 (YP-Elongation) 발생을 제거한 높은 프레스 성형성을 갖는 냉연(소둔) 박물 강관을 제조하는 방법을 제시하고 있다. 한편, (12/93)Nb/C≥1 의 중량비 제어를 통해 불균일 변형이 "Zero"인 특성은 저탄강에 탄/질화물 원소를 첨가하여 페라이트 입계에 농화되는 탄소 함량을 최소화함으로써 구현 가능한 것으로 언급하고 있다.

[0006] 열연 강관에 항복점 연신이 발생하여 표면 결함이 발생하면, 특히 냉간압연 등의 가공 공정에서 압연 두께가 불균일해지고 강관 표면 불량 등이 야기되어 자동차 외관재로 사용할 수가 없다.

[0007] 특허문헌 3에 의하면, 0.2% 이하의 C 및 2% 이하의 Mn 을 함유하는 강을 650~800℃ 범위에서 마무리압연하고 400~600℃ 범위에서 권취(권취온도 = 2000 - 2 x 마무리압연온도)하면 1% 미만의 항복점 연신을 갖는 열연 강관을 제조할 수 있음을 제시하고 있다. 상기 압연 및 권취 온도에서는 페라이트 내부에 가동 전위가 불균일 하게 도입되고 침입형 원소에 의해 고착된 전위가 갑자기 이동하는 것을 억제하여 외부 응력에 의해 전위가 이동하게 되어 불연속 항복이 아닌 연속 항복이 일어날 수 있다고 언급하고 있다. 한편, 상기 온도 범위는 판 형상 및 치수 정도가 높은 고강도 박물 강관을 제조하기에는 선호되지 않은 조건으로 권취 온도가 낮을수록 강관의 형상 불량이 일어날 빈도는 높아질 것으로 판단된다.

[0008] 상기 특허 문헌들에 제안된 합금 성분 및 제조 공정 검토로부터, 0.03~0.06% 탄소를 함유하고 통상의 열간압연 과정을 통해 가공성이 우수하면서도, 형상 및 치수 정도가 높은 고강도 열연도금강판의 제조를 제시하는 제안은 없다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 제2009-041104호
- (특허문헌 0002) 한국 공개특허공보 제10-2002-0016906호
- (특허문헌 0003) 한국 공개특허공보 제1991-0003029호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 여러 목적 중 하나는, 가공성이 우수한 열연도금강판과 이를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 측면은, 열연강판과 상기 열연강판의 표면에 형성된 도금층을 포함하는 열연도금강판으로서, 상기 열연강판은 중량%로, C: 0.03~0.06%, Mn: 0.5~1.5%, Si: 0.001~0.25%, Al: 0.01~0.05%, P: 0.001~0.02%, S: 0.006% 이하, Ti: 0.0001~0.02%, Nb: 0.0001~0.03%, N: 0.001~0.01%, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, 상기 Ti, Al 및 N은 하기 관계식 1을 만족하고, 상기 Nb, C 및 N은 하기 관계식 2를 만족하며, 3% 이하의 항복점 연신을 갖는 열연도금강판을 제공한다.

[0012] [관계식 1] $0.03 \leq (\text{wt}\% \text{Ti}) \times (\text{wt}\% \text{Al}) \times (\text{wt}\% \text{N}) \times 10^6 \leq 0.20$

[0013] [관계식 2] $22 \leq (\text{mol}\% \text{Nb}) / \{ (\text{mol}\% \text{C}) \times (\text{mol}\% \text{N}) \} \leq 1826$

[0014] (관계식 1에서 소괄호는 각각 해당 원소의 중량% 값을 의미하고, 관계식 2에서 소괄호는 각각 해당 원소의 중량%를 해당 원소의 원자량으로 나눈값을 의미함)

[0015] 또한, 본 발명의 다른 일 측면은, 중량%로, C: 0.03~0.06%, Mn: 0.5~1.5%, Si: 0.001~0.25%, Al: 0.01~0.05%, P: 0.001~0.02%, S: 0.006% 이하, Ti: 0.0001~0.02%, Nb: 0.0001~0.03%, N: 0.001~0.01%, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, 상기 Ti, Al 및 N은 하기 관계식 1을 만족하고, 상기 Nb, C 및 N은 하기 관계식 2를 만족하는 용강을 연속주조하여 슬라브를 얻는 단계; 상기 슬라브를 1150~1250℃로 재가열하는 단계; 상기 재가열된 슬라브를 850~900℃에서 마무리 압연하여 열연강판을 얻는 단계; 상기 열연강판을 10℃/sec 이상의 속도로 냉각한 후, 550~650℃에서 권취하는 단계; 및 상기 권취된 열연강판을 산세 후, 도금하여 열연도금강판을 얻는 단계를 포함하는 열연도금강판의 제조방법을 제공한다.

[0016] [관계식 1] $0.03 \leq (\text{wt}\% \text{Ti}) \times (\text{wt}\% \text{Al}) \times (\text{wt}\% \text{N}) \times 10^6 \leq 0.20$

[0017] [관계식 2] $22 \leq (\text{mol}\% \text{Nb}) / \{ (\text{mol}\% \text{C}) \times (\text{mol}\% \text{N}) \} \leq 1826$

[0018] (관계식 1에서 소괄호는 각각 해당 원소의 중량% 값을 의미하고, 관계식 2에서 소괄호는 각각 해당 원소의 중량%를 해당 원소의 원자량으로 나눈값을 의미함)

[0019] 덧붙여, 상기한 과제의 해결 수단은, 본 발명의 특징을 모두 열거한 것은 아니다. 본 발명의 다양한 특징과 그

에 따른 장점 및 효과는 하기의 구체적인 실시형태를 참조하여 보다 상세하게 이해될 수 있을 것이다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따르면, 가공성이 우수한 우수한 열연도금강판을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1의 (a)는 발명에 1의 미세조직을 관찰한 SEM(Scanning Electron Microscope) 이미지이고, 도 1의 (b)는 발명에 2의 미세조직을 관찰한 SEM(Scanning Electron Microscope) 이미지이다.

도 2의 (a)는 발명에 1의 EBSD(Electron Back-Scattered Diffractometer) 이미지이고, 도 2의 (b)는 발명에 2의 EBSD(Electron Back-Scattered Diffractometer) 이미지이다.

도 3의 (a)는 발명에 1의 페라이트의 종횡비에 따른 페라이트의 면적 분율을 도시한 그래프이고, 도 3의 (b)는 발명에 2의 페라이트의 종횡비에 따른 페라이트의 면적 분율을 도시한 그래프이다.

도 4의 (a)는 발명에 1의 페라이트의 원상당 직경에 따른 페라이트의 면적 분율을 도시한 그래프이고, 도 3의 (b)는 발명에 2의 페라이트의 원상당 직경에 따른 페라이트의 면적 분율을 도시한 그래프이다.

도 5의 (a)는 발명예들과 비교예들의 항복점 2 값에 대한 항복점 연신의 관계를 도시한 그래프이고, 도 5의 (b)는 발명예들과 비교예들의 항복점 연신과 항복강도를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 본 발명의 일 측면인 가공성이 우수한 열연도금강판 열연도금강판에 대하여 상세히 설명한다.

[0023] 본 발명의 일 측면인 열연도금강판은, 열연강판과 상기 열연강판의 일면 또는 양면에 형성된 도금층을 포함한다. 본 발명에서는 상기 도금층의 구체적인 종류에 대해서는 특별히 한정하지 않으나, 예를 들면, 상기 도금층은 용융 도금층일 수 있고, Zn 및 Al로 이루어진 균으로부터 선택된 1종 이상을 포함하는 용융 아연계 도금층 또는 용융 알루미늄계 도금층일 수 있다.

[0024] 이하, 열연강판의 합금 성분 및 바람직한 함량 범위에 대하여 상세히 설명한다. 후술하는 각 성분의 함량은 특별히 언급하지 않는 한 모두 중량 기준임을 미리 밝혀둔다.

[0025] 탄소(C): 0.03~0.06%

[0026] 탄소는 강 중 탄화물을 형성하거나 혹은 페라이트에 고용되어 열연강판의 강도 향상에 기여하는 원소이다. 본 발명에서 목표하는 항복강도를 확보하기 위해서는 0.03% 이상 포함되는 것이 바람직하다. 다만, 그 함량이 과다할 경우, 항복강도 확보에는 유리하나 연신율이 저하되는 단점이 있다. 또한, 페라이트 결정립계에 탄질화물이 과다 형성되어 가동 전위의 이동을 방해할 수 있다. 이 경우, 열연도금강판에 항복점 연신을 초래하기 때문에 열연도금강판의 표면에 주름과 같은 표면 단차를 발생시킬 수 있다. 이를 방지하기 위해서는 0.06% 이하로 포함되는 것이 바람직하다.

[0027] 망간(Mn): 0.5~1.5%

[0028] 망간은 페라이트 변태를 지연시켜 강의 강도를 증가시킨다. 본 발명에서 목표하는 강도를 확보하기 위해서는 0.5% 이상 포함되는 것이 바람직하다. 다만, 그 함량이 과다할 경우, 강도의 지나친 상승으로 인해 가공성을 열화시키며, 복잡한 형상으로서의 프레스 가공시 크랙을 발생시킬 수 있다. 이를 방지하기 위해서는 1.5% 이하로 포함되는 것이 바람직하다.

- [0029] 실리콘(Si): 0.001~0.25%
- [0030] 실리콘은 페라이트 고용강화 및 탄화물 형성을 억제하여 잔류 오스테나이트 안정성을 높여 강판의 연성을 증가시킨다. 본 발명에서 이러한 효과를 나타내기 위해서는 0.001% 이상 포함되는 것이 바람직하다. 다만, 그 함량이 과다할 경우, 난산세정 스케일 결함을 야기하여 열연강판의 표면 품질을 저하시키고, 용융 도금시 미도금(bare spot)을 야기할 수 있다. 이러한 표면 품질 저하 및 미도금 발생을 방지하기 위해서는 0.25% 이하로 포함되는 것이 바람직하다.
- [0031] 알루미늄(Al): 0.01~0.05%
- [0032] 알루미늄은 강 중 산소와 반응하여 강의 청정성을 개선하고, 강 중 탄화물 형성을 억제하여 잔류 오스테나이트 안정성을 높여 강판의 연성 향상에 기여하는 원소이다. 본 발명에서 이러한 효과를 확보하기 위해서는 0.01% 이상 포함되는 것이 바람직하다. 다만, 그 함량이 과다할 경우, 강 중 질소와 반응하여 AlN을 형성하며, 열연강판의 에지 크랙 결함을 유발할 수 있다. 이를 방지하기 위해서는 0.05% 이하로 포함되는 것이 바람직하다.
- [0033] 인(P): 0.001~0.015%
- [0034] 인은 강판의 강도를 향상시키는 원소이다. 본 발명에서 이러한 효과를 나타내기 위해서는 0.001% 이상 포함되는 것이 바람직하다. 다만, 그 함량이 과다할 경우, 강판의 가공성이 열화될 수 있다. 이를 방지하기 위해서는 0.015% 이하로 포함되는 것이 바람직하다.
- [0035] 황(S): 0.006% 이하
- [0036] 황은 강 중 불가피하게 함유되는 불순물로서, 슬라브 표면 결함을 유발하고, 강판의 연성 및 용접성 저하를 유발하는 원소이다. 이론상 황의 함량은 0%로 제한하는 것이 유리하나, 제조공정상 필연적으로 함유될 수 밖에 없다. 따라서, 그 상한을 관리하는 것이 중요하며, 본 발명에서는 상기 황 함량의 상한을 0.006%로 관리한다.
- [0037] 티타늄(Ti): 0.0001~0.02%
- [0038] 티타늄은 탄질화물 형성원소로서 강의 강도를 증가시키는 원소이다. 본 발명에서 이러한 효과를 나타내기 위해서는 0.0001% 이상 포함되는 것이 바람직하다. 다만, 그 함량이 과다할 경우 제조 비용의 상승 및 강의 연성 저하를 초래할 수 있다. 이를 방지하기 위해서는 0.02% 이하로 포함되는 것이 바람직하다.
- [0039] 니오븀(Nb): 0.0001~0.03%
- [0040] 니오븀은 탄질화물을 형성하여 고온에서 오스테나이트 결정립을 미세화하는 원소이다. 본 발명에서 이러한 효과를 나타내기 위해서는 0.0001% 이상 포함되는 것이 바람직하다. 다만, 그 함량이 과다할 경우 열간압연 중 강판의 변형 저항성이 과도하게 증가하여 열연강판의 제조가 어려울 수 있다. 이를 방지하기 위해서는 0.03% 이하로 포함되는 것이 바람직하다.
- [0041] 질소(N): 0.001~0.01%
- [0042] 질소는 오스테나이트 안정화 및 질화물 형성 원소이다. 본 발명에서 이러한 효과를 나타내기 위해서는 0.001% 이상 포함되는 것이 바람직하다. 다만, 그 함량이 과다할 경우, 강 중 AlN을 형성하여 주편 크랙 결함을 야기할 우려가 있다. 이러한 주편 크랙 결함을 방지하기 위해서는 0.01% 이하로 포함되는 것이 바람직하다.
- [0043] 상기 조성 이외에 나머지는 Fe이다. 다만, 통상의 제조과정에서는 원료 또는 주위 환경으로부터 의도되지 않는

불순물들이 불가피하게 혼입될 수 있으므로, 이를 배제할 수는 없다. 이들 불순물들은 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구라도 알 수 있는 것이기 때문에 그 모든 내용을 본 명세서에서 특별히 언급하지는 않는다. 한편, 상기 조성 이외에 유효한 성분의 첨가가 배제되는 것은 아니다.

[0044] 다만, Cu, Cr, Ni, Mo, B, Sn 및 Ca는 열연도금강판의 표면 품질 확보를 위해 그 함량을 최대한 억제하여야 하는 대표적인 불순물에 해당하기 때문에, 이에 대하여 간략히 설명하면 다음과 같다.

[0045] 구리(Cu), 크롬(Cr), 니켈(Ni), 몰리브덴(Mo), 보론(B), 주석(Sn) 및 칼슘(Ca): 합계 0.03% 이하

[0046] 트랩프 원소(Cu, Cr, Ni, Mo, B, Sn 및 Ca)는 제강 공정에서 원료로 사용하는 스크랩에서 비롯된 불순물 원소로서, 그 함량이 과다할 경우, 열연강판의 표면에 극미세 산화물이 형성되며, 이러한 극미세 산화물은 산세 후에도 잔존하여 용융도금시 도금성을 열화시킨다. 이 경우, 도금 부착량에 편차가 발생하여 벌집 또는 눈물 자국 모양의 표면 결함, 소위 tears mark 결함이 야기될 수 있다. 이를 방지하기 위해서는 트랩프 원소 함량의 합을 0.03% 이하로 관리하는 것이 바람직하다.

[0047] 상기와 같은 성분 범위를 갖는 강재의 합금설계시, 상기 Ti, Al 및 N은 하기 관계식 1을 만족하고, 상기 Nb, C 및 N은 하기 관계식 2를 만족하도록 제어하는 것이 바람직하다. 만약, 하기 관계식 1 또는 2를 만족하지 않을 경우 항복점 연신으로 인해 가공성이 열화될 수 있다.

[0048] [관계식 1] $0.03 \leq (\text{wt}\% \text{Ti}) \times (\text{wt}\% \text{Al}) \times (\text{wt}\% \text{N}) \times 10^6 \leq 0.20$

[0049] [관계식 2] $22 \leq (\text{mol}\% \text{Nb}) / \{(\text{mol}\% \text{C}) \times (\text{mol}\% \text{N})\} \leq 1826$

[0050] (관계식 1에서 소괄호는 각각 해당 원소의 중량% 값을 의미하고, 관계식 2에서 소괄호는 각각 해당 원소의 중량%를 해당 원소의 원자량으로 나눈값을 의미함)

[0051] 본 발명의 열연도금강판은 구조적으로 페라이트를 포함하며, 실질적으로는 페라이트만으로 이뤄질 수 있다.

[0052] 일 예에 따르면, 페라이트 중 0.2~0.8의 중형비(단축길이/장축길이)를 갖는 페라이트의 분율이 85% 이상일 수 있다. 만약, 그 분율이 85% 미만일 경우 조직 균일성이 저하되어 가공성이 열화될 우려가 있다.

[0053] 일 예에 따르면, 페라이트의 평균 원상당 직경은 5 μm 미만일 수 있다. 만약, 평균 원상당 직경이 5 μm 이상일 경우, 도금강판의 강도가 증가하여 연성이 저하되거나, 항복점 연신이 증가하여 SPM 입하와 같은 공정이 추가되어야 할 수 있다.

[0054]

[0055] 일 예에 따르면, 누적 면적 백분율이 95면적%인 페라이트의 원상당 직경은 18 μm 이하일 수 있다. 만약, 18 μm를 초과할 경우, 충분한 강도 확보에 어려움이 발생할 수 있다.

[0056] 본 발명의 열연도금강판은 가공성이 우수한 장점이 있으며, 본 발명의 열연도금강판은 4% 미만의 항복점 연신을 가진다.

[0057] 또한, 본 발명의 열연도금강판은 항복강도 및 항복비가 높은 장점이 있으며, 일 예에 따르면, 300MPa 이상의 항복강도 및 0.8 이상의 항복비(항복강도/인장강도)를 가질 수 있다.

- [0058] 또한, 본 발명의 열연도금강관은 재질 편차가 적은 장점이 있으며, 일 예에 따르면, 열연강관의 폭 방향으로 20MPa 이하(0MPa 포함)의 인장강도 편차를 가질 수 있다. 이때, 인장강도 및 경도 편차란 폭 방향 중심부에서의 열연도금강관의 인장강도와 폭 방향 엣지부로부터 폭 방향 중심부 방향으로 10mm 이격된 위치에서의 열연도금강관의 인장강도의 차이를 의미한다.
- [0059] 또한, 본 발명의 열연도금강관은 두께 편차가 적은 장점이 있으며, 일 예에 따르면, 열연강관의 폭 방향으로 50 μm 이하(0 μm 포함)의 두께 공차를 가질 수 있다. 이때, 두께 공차란 폭 방향 중심부에서의 열연강관의 두께와 폭 방향 엣지부로부터 폭 방향 중심부 방향으로 10mm 이격된 위치에서의 열연강관의 두께의 차이를 의미한다.
- [0060] 이상에서 설명한 본 발명의 열연도금강관은 다양한 방법으로 제조될 수 있으며, 그 제조방법은 특별히 제한되지 않는다. 다만, 일 구현예로써 다음과 같은 방법에 의해 제조될 수 있다.
- [0061] 이하, 본 발명의 다른 일 측면인 가공성이 우수한 열연도금강관의 제조방법에 대하여 상세히 설명한다.
- [0062] 먼저, 전술한 합금 조성을 만족하는 용강을 준비한 뒤, 연속주조하여 슬라브를 얻는다. 일 예에 따르면, 연속주조시 슬라브의 주조속도는 1.1mpm(meter per minute) 이상일 수 있다.
- [0063] 다음으로, 슬라브를 재가열한다.
- [0064] 이때, 슬라브 재가열 온도는 1150~1250 $^{\circ}\text{C}$ 인 것이 바람직하다. 만약, 슬라브 재가열 온도가 1150 $^{\circ}\text{C}$ 미만일 경우 석출물이 충분히 재고용 되지 않아 열간압연 이후의 공정에서 NbC, (Ti,Nb)CN 등의 석출물이 감소하게 된다. 반면, 슬라브 재가열 온도가 1250 $^{\circ}\text{C}$ 를 초과할 경우 오스테나이트 결정립 성장에 의해 강도가 저하되게 된다.
- [0065] 다음으로, 재가열된 슬라브를 마무리 압연하여 열연강관을 얻는다.
- [0066] 이때, 마무리 압연 온도는 850~900 $^{\circ}\text{C}$ 인 것이 바람직하다. 만약, 마무리 압연 온도가 850 $^{\circ}\text{C}$ 미만일 경우 열연 스트립 엣지부가 과냉되어 조대 및 미세 페라이트 결정립이 혼재되어 강도 불균일이 발생할 수 있다. 반면, 마무리 압연 온도가 900 $^{\circ}\text{C}$ 를 초과할 경우 페라이트 결정립이 조대해지거나, 열연 스트립 표면에 스케일 결함이 발생할 우려가 있다.
- [0067] 일 예에 따르면, 열연강관의 크라운(Crown) 25 값은 40 μm 이하일 수 있다. 크라운(Crown) 25 값이란 폭 방향 중심부에서의 열연강관의 두께와 폭 방향 엣지부로부터 폭 방향 중심부 방향으로 25mm 이격된 위치에서의 열연강관의 두께의 차이를 의미한다. 본 발명에서는 크라운(Crown) 25 값을 제어하는 구체적인 방법에 대해서는 특별히 한정하지 않으나, 예를 들면, 상, 하부 롤의 각도를 일정한 범위로 제어하여 페어 크로스(Pair cross) 압연을 함으로써, 상기와 같은 범위의 크라운(Crown) 25 값을 얻을 수 있다.
- [0068] 다음으로, 열연강관을 냉각한 후, 권취한다.
- [0069] 이때, 냉각 속도는 10 $^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ 이상인 것이 바람직하다. 만약, 냉각속도가 10 $^{\circ}\text{C}$ 미만일 경우 페라이트 결정립 크기가 증가하거나, 페라이트 입계에 세멘타이트가 과도하게 석출하여 열연강관의 강도가 저하될 수 있다.
- [0070] 또한, 권취 온도는 550~650 $^{\circ}\text{C}$ 인 것이 바람직하다. 만약, 권취 온도가 550 $^{\circ}\text{C}$ 미만인 경우 불규칙한 형상의 페라이트 결정립이 형성되어 미세조직의 불균일성이 증가될 수 있다. 반면, 권취 온도가 650 $^{\circ}\text{C}$ 를 초과할 경우 결정립 조대화로 인해 강도 확보가 어려울 수 있으며, 강관의 내부 산화가 촉진되어 표면 스케일성 결함이 유발될 수 있다.

[0071] 다음으로, 권취된 열연강판을 산세 후, 도금하여 열연도금강판을 얻는다.

[0072] 만약 상기 도금이 용융 아연계 도금인 경우, 상기 산세 후 도금 전, 상기 권취된 열연강판을 450~550℃로 가열한 후, 500~560℃에서 항온 열처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0073] 상기 권취된 열연강판의 가열 온도가 450℃ 미만인 경우에는 불충분한 가열에 의해 도금결함(Tears mark) 발생 빈도가 높아질 수 있으며, 550℃를 초과하는 경우에는 도금층 표면의 색상 차이에 의한 도금 표면결함을 초래할 수 있다. 또한, 상기 항온 열처리하는 합금원소의 균일 분포 및 도금층의 합금화를 위한 것으로서, 500℃ 미만인 경우에는 상기 효과를 얻기 어려우며, 흐름 무늬와 같은 도금층 표면결함이 발생하는 단점이 있으며, 560℃를 초과하는 경우에는 소지철/도금층 계면 근처, 소지철 계면에서 일어나는 Fe-Zn 합금화가 불균일할 수 있어 도금층 색상에 차이가 나타나는 문제가 발생할 수 있다.

[0074] 이하, 본 발명을 실시예를 통하여 보다 상세하게 설명한다. 그러나, 이러한 실시예의 기재는 본 발명의 실시를 예시하기 위한 것일 뿐 이러한 실시예의 기재에 의하여 본 발명이 제한되는 것은 아니다. 본 발명의 권리범위는 특허청구범위에 기재된 사항과 이로부터 합리적으로 유추되는 사항에 의하여 결정되는 것이기 때문이다.

[0075] (실시예)

[0076] 하기 표 1의 조성을 갖는 슬라브를 준비한 뒤, 표 2에 기재된 조건으로 재가열 및 마무리 압연하여 열연강판을 제조한 후, 이를 냉각 및 권취하였다. 이후, 권취된 열연강판을 산세하고, 480℃로 가열하고, 520℃에서 항온 열처리한 후, 460℃의 용융 아연 도금욕(도금욕 조성: 0.11~0.5중량%의 Al 및 잔부 Zn)에 침지하여 열연도금강판을 제조하였다.

[0077] 이후, 이렇게 제조된 열연도금강판에 대하여 강판의 미세조직을 분석하여 그 결과를 하기 표 2에 함께 나타내었으며, 재질을 측정하여 그 결과를 하기 표 3에 나타내었다. 이때, 강판의 재질 측정은 ASTM 시편을 폭방향으로 1/4 지점에서 압연 방향과 평행 방향으로 채취하여 측정되었으며, 강판의 재질 특성 편차는 ASTM 시편을 폭방향 중심부 위치와 폭 방향 엣지부로부터 폭 방향 중심부 방향으로 10mm 이격된 위치에서 각각 압연 방향과 평행 방향으로 채취하여 측정한 후, 이들의 차이를 통해 얻었다. 한편, 하기 표 2에서, YS, TS, E1, YR은 각각 항복강도, 인장강도, 연신율, 항복비를 의미한다.

표 1

[0078]

구분	조성 범위(중량%)										관계식 1	관계식 2
	C	Mn	Si	P	S	Al	Nb	Ti	N	트랩프 원소		
발명강 1	0.052	0.780	0.045	0.0073	0.0035	0.034	0.008	0.001	0.0040	0.030	0.14	70
발명강 2	0.039	0.850	0.052	0.0100	0.0016	0.010	0.010	0.001	0.0042	0.030	0.03	111
발명강 3	0.043	0.780	0.056	0.0100	0.0016	0.030	0.009	0.001	0.0040	0.030	0.12	96
발명강 4	0.048	0.900	0.039	0.0096	0.0016	0.024	0.015	0.001	0.0059	0.030	0.11	97
비교강 1	0.043	1.020	0.047	0.0190	0.0032	0.083	0.001	0.038	0.0069	0.070	21.76	6
비교강 2	0.080	1.120	0.205	0.0190	0.0040	0.027	0.035	0.002	0.0037	0.040	0.20	216
비교강 3	0.044	0.836	0.048	0.0120	0.0010	0.014	0.010	0.009	0.0066	0.080	0.83	63

표 2

[0079]

강종	제조 조건					미세조직		비고
	재가열 온도(℃)	마무리 압연 온도(℃)	냉각 속도(℃/s)	크라운 25(mm)	권취 온도(℃)	0.2~0.8의 중형비를 갖는 페라이트 분율(%)	평균 원상당 직경(μm)	
발명강1	1202	866	20	40	578	87	3.91	발명예1
	1205	886	15	40	610	88	3.67	발명예2
발명강2	1219	885	15	40	589	88	3.73	발명예3
	1212	869	15	40	582	89	4.09	발명예4
	1204	870	15	70	580	87	3.87	발명예5
	1177	887	15	19	584	88	3.73	발명예6
	1200	891	15	27	580	88	3.73	발명예7
	1204	872	15	32	565	87	3.94	발명예8
발명강3	1217	884	15	27	582	89	3.78	발명예9
발명강4	1190	899	20	41	562	90	3.92	발명예10
비교강1	1200	870	10	83	650	85	7.38	비교예1
비교강2	1180	870	15	-	620	92	3.65	비교예2
비교강3	1100	863	15	92	625	89	5.09	비교예3

표 3

[0080]

강종	기계적 물성					인장강도 편차(MPa)	두께 공차(mm)	비고
	YS(MPa)	TS(MPa)	E1(%)	YR	항복점 연신(%)			
발명강 1	391	469	28	0.83	1.9	11	0.020	발명예1
	400	467	31	0.86	3.2	20	0.050	발명예2
발명강 2	429	480	25	0.89	3.0	15	0.025	발명예3
	428	481	25	0.89	2.6	15	0.012	발명예4
	432	482	26	0.90	3.1	16	0.075	발명예5
	413	474	29	0.87	2.5	18	0.010	발명예6
	413	473	29	0.87	1.8	13	0.050	발명예7
	423	473	30	0.89	3.1	20	0.025	발명예8
발명강 3	459	513	24	0.89	1.8	12	0.045	발명예9
발명강 4	432	482	26	0.90	3.1	20	0.075	발명예10
비교강 1	370	409	31	0.90	6.0	22	0.030	비교예1
비교강 2	463	510	32	0.91	4.5	23	0.016	비교예2
비교강 3	399	464	33	0.86	4.2	23	0.022	비교예3

* 여기서, 두께 공차는 도금 전 열연강판을 대상으로 측정함.

[0081]

표 3을 참조하면, 발명예 1 내지 10의 경우, 0.8 이상의 항복비, 300MPa 이상의 항복강도 및 4% 미만의 항복점 연신을 나타냄을 확인할 수 있다.

[0082]

도 1의 (a)는 발명예 1의 미세조직을 관찰한 SEM(Scanning Electron Microscope) 이미지이고, 도 1의 (b)는 발명예 2의 미세조직을 관찰한 SEM(Scanning Electron Microscope) 이미지이다.

[0083]

도 2의 (a)는 발명예 1의 EBSD(Electron Back-Scattered Diffractometer) 이미지이고, 도 2의 (b)는 발명예 2

의 EBSD(Electron Back-Scattered Diffractometer) 이미지이다. 도 2에서 파란색 부분은 종횡비가 0.10 이상 0.30 미만인 페라이트 결정립을 의미하고, 녹색 부분은 종횡비가 0.30 이상 0.45 미만인 페라이트 결정립을 의미하며, 노란색 영역은 종횡비가 0.45 이상 0.60 미만인 페라이트 결정립을 의미하고, 주황색 영역은 종횡비가 0.60 이상 0.70 미만인 페라이트 결정립을 의미하며, 붉은색 영역은 종횡비가 0.70 이상 0.90 이하인 페라이트 결정립을 의미한다.

[0084] 도 3의 (a)는 발명예 1의 페라이트의 종횡비에 따른 페라이트의 면적 분율을 도시한 그래프이고, 도 3의 (b)는 발명예 2의 페라이트의 종횡비에 따른 페라이트의 면적 분율을 도시한 그래프이다. 도 3을 참조할 때, 대부분의 페라이트 결정립의 종횡비가 0.2 내지 0.8를 나타냄을 확인할 수 있다.

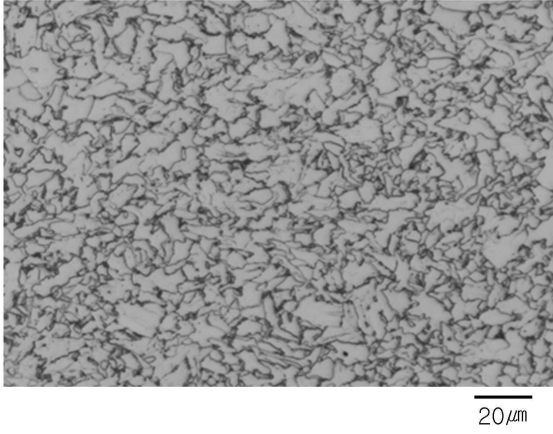
[0085] 도 4의 (a)는 발명예 1의 페라이트의 원상당 직경에 따른 페라이트의 면적 분율을 도시한 그래프이고, 도 3의 (b)는 발명예 2의 페라이트의 원상당 직경에 따른 페라이트의 면적 분율을 도시한 그래프이다. 도 4를 참조할 때, 대부분의 페라이트 결정립이 18 μm 이하의 원상당 직경을 가짐을 확인할 수 있다.

[0086] 도 5의 (a)는 발명예들과 비교예들의 관계식 2 값에 대한 항복점 연신의 관계를 도시한 그래프이고, 도 5의 (b)는 발명예들과 비교예들의 항복점 연신과 항복강도를 나타낸 그래프이다.

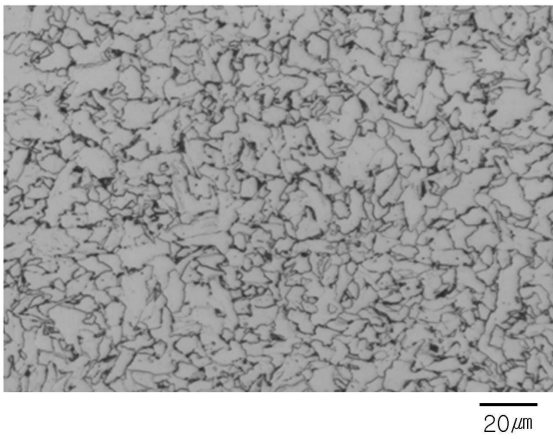
도면

도면1

(a)

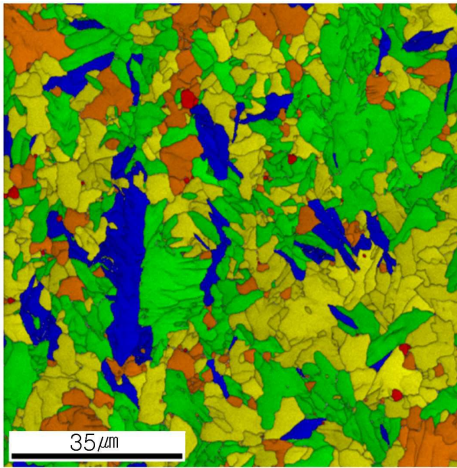


(b)

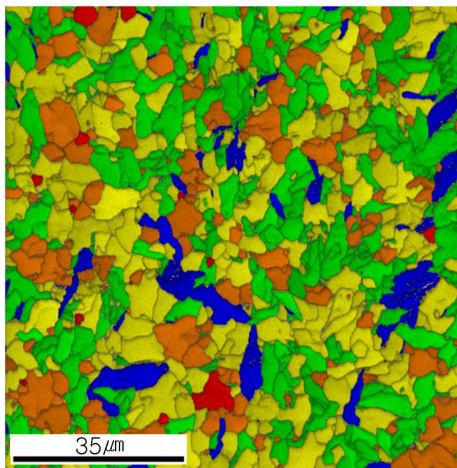


도면2

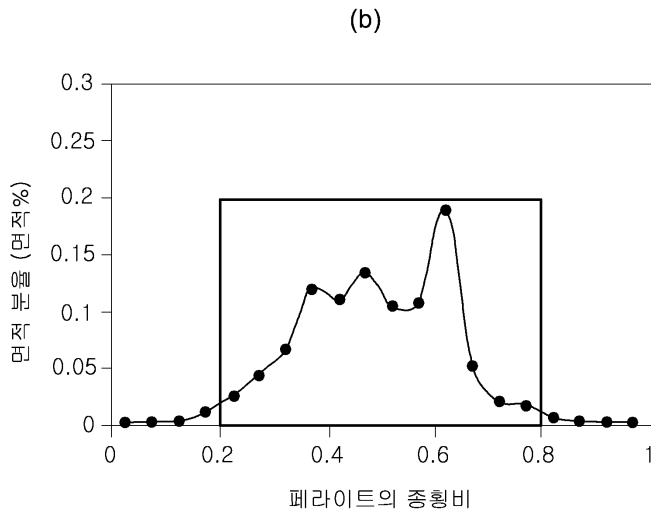
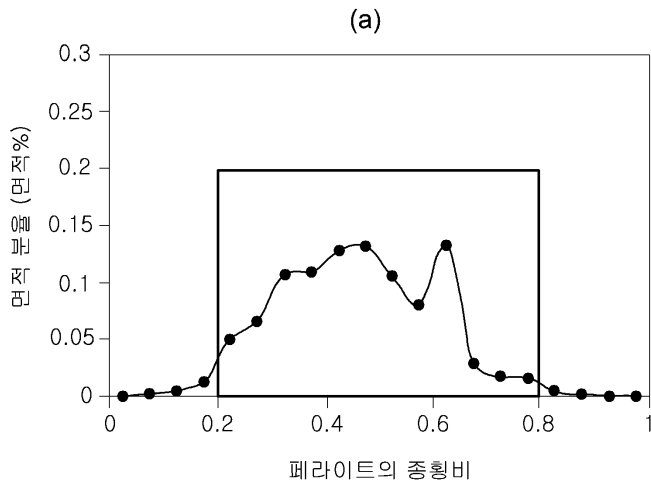
(a)



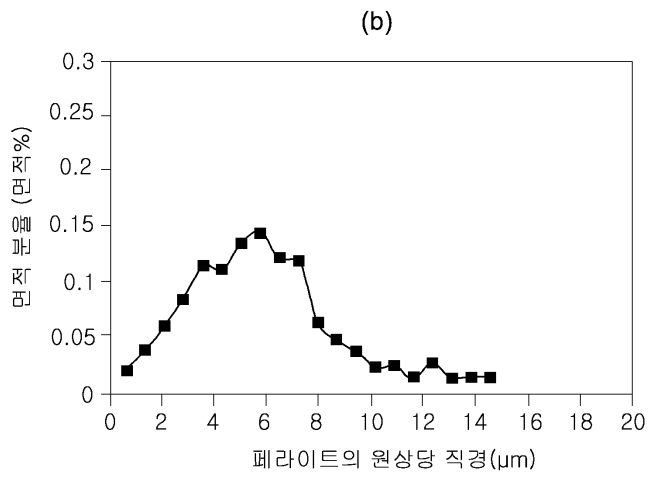
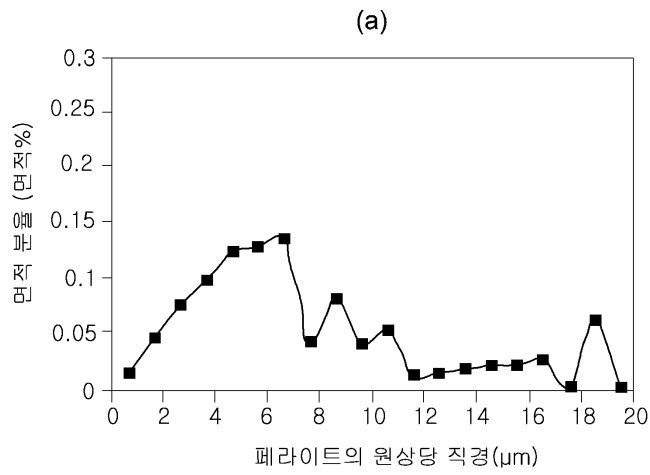
(b)



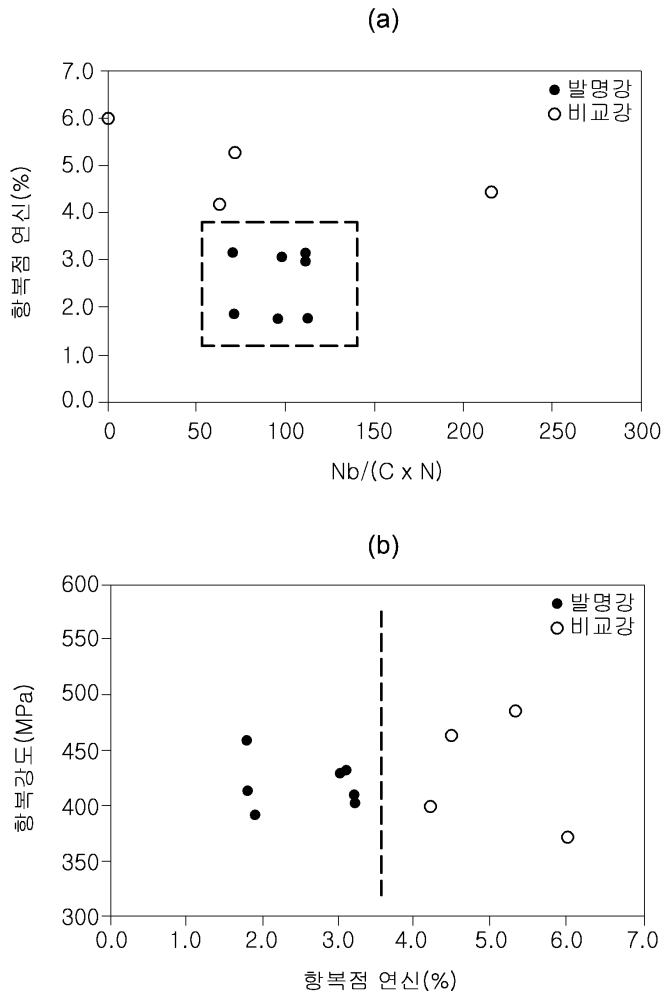
도면3



도면4



도면5



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 발명(고안)의 설명

【보정세부항목】 [0011], [0015]

【변경전】

Si: 0.01~0.25%, N: 0.001~0.005%

【변경후】

Si: 0.001~0.25%, N: 0.001~0.01%