



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년03월26일
(11) 등록번호 10-1962564
(24) 등록일자 2019년03월20일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C21D 3/04 (2006.01) C21D 9/46 (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01) C22C 38/04 (2006.01)
C23C 2/06 (2006.01) C23C 2/40 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C21D 3/04 (2013.01)
C21D 9/46 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7030290
- (22) 출원일자(국제) 2016년04월22일
심사청구일자 2017년10월20일
- (85) 번역문제출일자 2017년10월20일
- (65) 공개번호 10-2017-0130508
- (43) 공개일자 2017년11월28일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2016/062713
- (87) 국제공개번호 WO 2016/171237
국제공개일자 2016년10월27일
- (30) 우선권주장
JP-P-2015-087714 2015년04월22일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2013144830 A
JP2011111675 A
JP10130782 A
JP2015025208 A

- (73) 특허권자
신닛테츠스미킨 카부시카이샤
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우찌 2쵸메 6방 1고
- (72) 발명자
하야시 고오타로오
일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우찌 2쵸메 6방 1고 신닛테츠스미킨카부시카이샤 내
우에니시 아키히로
일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우찌 2쵸메 6방 1고 신닛테츠스미킨카부시카이샤 내
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
양영준, 최인호, 성재동

전체 청구항 수 : 총 7 항

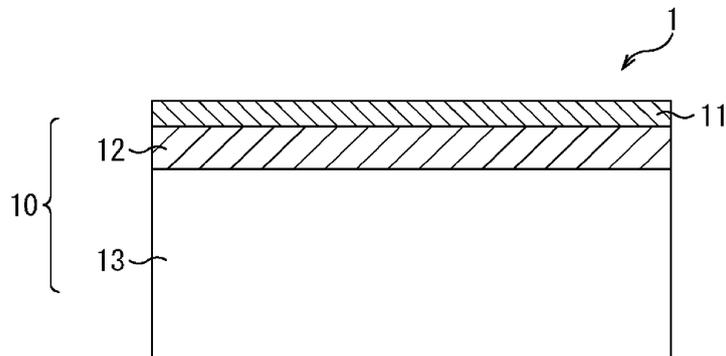
심사관 : 최정식

(54) 발명의 명칭 **도금 강판**

(57) 요약

도금 강판(1)에 포함되는 모재(13)는 판 두께 1/4 위치에 있어서, 체적분율로, 템퍼링 마르텐사이트 : 3.0% 이상, 페라이트 : 4.0% 이상, 또한 잔류 오스테나이트 : 5.0% 이상으로 나타내어지는 조직을 갖는다. 모재(13) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도는 5GPa 내지 10GPa이고, 모재(13) 중의 템퍼링 마르텐사이트 및 잔류 오스테나이트 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



테나이트의 일부 또는 전부는 M-A를 형성하고 있다. 도금 강판(1)에 포함되는 탈탄 페라이트층(12) 중의 페라이트의 체적분율은, 판 두께 1/4 위치에 있어서의 모재(13)의 페라이트의 체적분율의 120% 이상이고, 탈탄 페라이트층(12) 중의 페라이트의 평균 입경은 20 μm 이하이며, 탈탄 페라이트층(12)의 두께는 5 μm 내지 200 μm 이고, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율은 1.0체적% 이상이며, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 개수 밀도는 0.01개/ μm^2 이상이고, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도는 8GPa 이하이다.

(52) CPC특허분류

C22C 38/02 (2013.01)

C22C 38/04 (2013.01)

C23C 2/06 (2013.01)

C23C 2/40 (2013.01)

C21D 2211/005 (2013.01)

(72) 발명자

가메다 마사하루

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 신닛테츠스미킨카부시키키카이사 내

하가 준

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 신닛테츠스미킨카부시키키카이사 내

하야시 구니오

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 신닛테츠스미킨카부시키키카이사 내

사노 고평이치

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 신닛테츠스미킨카부시키키카이사 내

가와타 히로유키

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 신닛테츠스미킨카부시키키카이사 내

명세서

청구범위

청구항 1

강판과,

상기 강판 상의 도금층을 갖고,

상기 도금층은, 용융 아연 도금층 또는 합금화 용융 아연 도금층이고,

상기 강판은,

모재와,

상기 모재 상의 탈탄 페라이트층을 갖고,

상기 모재는,

질량%로,

C : 0.03% 내지 0.70%,

Si : 0.25% 내지 3.00%,

Mn : 1.0% 내지 5.0%,

P : 0.10% 이하,

S : 0.0100% 이하,

sol. Al : 0.001% 내지 1.500%,

N : 0.02% 이하,

Ti : 0.0% 내지 0.300%,

Nb : 0.0% 내지 0.300%,

V : 0.0% 내지 0.300%,

Cr : 0% 내지 2.000%,

Mo : 0% 내지 2.000%,

Cu : 0% 내지 2.000%,

Ni : 0% 내지 2.000%,

B : 0% 내지 0.0200%,

Ca : 0.00% 내지 0.0100%,

REM : 0.0% 내지 0.1000%,

Bi : 0.00% 내지 0.0500%, 또한

잔부 : Fe 및 불순물

로 나타내어지는 화학 조성을 갖고,

상기 모재는, 상기 강판의 표면으로부터의 깊이가 상기 강판의 두께의 1/4의 위치에 있어서, 체적분율로,

템퍼링 마르텐사이트 : 3.0% 이상,

페라이트 : 4.0% 이상, 또한

잔류 오스테나이트 : 5.0% 이상

으로 나타내어지는 조직을 갖고,

상기 모재 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도는 5GPa 내지 10GPa이고,

상기 모재 중의 템퍼링 마르텐사이트 및 잔류 오스테나이트의 일부 또는 전부는 M-A를 형성하고 있고,

상기 탈탄 페라이트층 중의 페라이트의 체적분율은, 상기 강관의 표면으로부터의 깊이가 상기 강관의 두께의 1/4의 위치에 있어서의 상기 모재의 페라이트의 체적분율의 120% 이상이고,

상기 탈탄 페라이트층 중의 페라이트의 평균 입경은 20 μ m 이하이고,

상기 탈탄 페라이트층의 두께는 5 μ m 내지 200 μ m이고,

상기 탈탄 페라이트층 중의 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율은 1.0체적% 이상이고,

상기 탈탄 페라이트층 중의 템퍼링 마르텐사이트의 개수 밀도는 0.01개/ μ m² 이상이고,

상기 탈탄 페라이트층 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도는 8GPa 이하인 것을 특징으로 하는 도금 강판.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 화학 조성에 있어서,

Ti : 0.001% 내지 0.300%,

Nb : 0.001% 내지 0.300%, 혹은

V : 0.001% 내지 0.300%,

또는 이들 임의의 조합이 충족되는 것을 특징으로 하는 도금 강판.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 화학 조성에 있어서,

Cr : 0.001% 내지 2.000%, 혹은

Mo : 0.001% 내지 2.000%,

또는 이들 양쪽이 충족되는 것을 특징으로 하는 도금 강판.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 화학 조성에 있어서,

Cu : 0.001% 내지 2.000%, 혹은

Ni : 0.001% 내지 2.000%,

또는 이들 양쪽이 충족되는 것을 특징으로 하는 도금 강판.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 화학 조성에 있어서,

B : 0.0001% 내지 0.0200%가 충족되는 것을 특징으로 하는 도금 강판.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 화학 조성에 있어서,

Ca : 0.0001% 내지 0.0100%, 혹은

REM : 0.0001% 내지 0.100% 이하,

또는 이들 양쪽이 충족되는 것을 특징으로 하는 도금 강판.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 화학 조성에 있어서,

Bi : 0.0001% 내지 0.0500%가 충족되는 것을 특징으로 하는 도금 강판.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자동차의 차체 등의 프레스 성형에 제공되는 용도에 적합한 도금 강판에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 지구 환경 보호를 위해 자동차의 연비 향상이 요구되고 있으며, 차체의 경량화 및 탑승원의 안전성 확보를 위해, 고강도 강판의 요구가 높아지고 있다. 자동차용 부재에 제공되는 강판은, 고강도인 것만으로 불충분하며, 높은 내식성과, 양호한 프레스 성형성과, 양호한 굽힘성이 요구된다.

[0003] 신율이 양호한 용융 아연 도금 강판으로서, 잔류 오스테나이트의 변태 야기 소성(Transformation Induced Plasticity : TRIP) 효과를 이용하는 강판이 알려져 있다. 예를 들어, 특허문헌 1에는, 강도 및 연성의 향상을 목적으로 한 고장력 용융 아연 도금 강판이 개시되어 있다. 그러나, 고강도화를 위해 경질의 마르텐사이트를 강판에 함유시키면, 강판의 성형성이 열화된다.

[0004] 특허문헌 1 외에도, 강판의 기계적 특성의 향상을 목적으로 하여 마르텐사이트의 템퍼링을 행하는 기술 등이 특허문헌 2 내지 14에 개시되어 있다. 그러나, 이들 종래 기술에 의해서도, 높은 강도를 얻으면서, 도금 강판의 신율 특성 및 성형성을 향상시키는 것은 곤란하다. 즉, 템퍼링을 행함으로써 성형성을 향상시키는 것은 가능하지만, 템퍼링에 수반되는 강도의 저하를 피할 수 없다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 평11-279691호 공보
- (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 평6-93340호 공보
- (특허문헌 0003) 일본 특허 공개 평6-108152호 공보
- (특허문헌 0004) 일본 특허 공개 제2005-256089호 공보
- (특허문헌 0005) 일본 특허 공개 제2009-19258호 공보
- (특허문헌 0006) 일본 특허 공개 평5-195149호 공보
- (특허문헌 0007) 일본 특허 공개 평10-130782호 공보
- (특허문헌 0008) 일본 특허 공개 제2006-70328호 공보
- (특허문헌 0009) 일본 특허 공개 제2011-231367호 공보
- (특허문헌 0010) 일본 특허 공개 제2013-163827호 공보
- (특허문헌 0011) 국제 공개 제2013/047760호
- (특허문헌 0012) 국제 공개 제2013/047821호
- (특허문헌 0013) 일본 특허 공개 제2014-19905호 공보
- (특허문헌 0014) 일본 특허 공개 제2008-255441호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 높은 강도를 얻으면서, 신율 특성 및 굽힘성을 향상시킬 수 있는 도금 강판을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명자들은, 높은 강도를 갖는 도금 강판의 신율 특성 및 굽힘성을 향상시키기 위해 예의 검토를 행한 결과, 마르텐사이트 및 잔류 오스테나이트의 형태를 M-A(Martensite-Austenite constituent, 별명 : 섬 형상 마르텐사이트)로 함으로써, 신율 특성이 향상되는 것을 알아냈다. 여기서, M-A란, 문헌 「용접 학회지 50(1981), No.1, p37-46」에 기재되어 있는 바와 같이, 페라이트 변태 또는 베이나이트 변태 시에 미변태 오스테나이트에 대한 C의 농화가 일어나고, 그 후의 냉각 중의 마르텐사이트 변태에서 발생한 마르텐사이트와 잔류 오스테나이트의 복합체의 영역이며, 매트릭스 중에 섬 형상으로 점재한다.

[0008] 그 한편, 과도하게 경질의 마르텐사이트는 굽힘성을 열화시킨다. 따라서, 본 발명자들은 굽힘성의 개선을 위해 더욱 예의 검토를 거듭하였다. 이 결과, M-A를 발생시키기 전에 탈탄 페라이트층을 형성해 놓고, M-A의 생성 후에는, 잔류 오스테나이트가 남는 온도에서 M-A를 템퍼링함으로써, 양호한 신율 특성을 유지하면서, 굽힘성을 향상시킬 수도 있는 것을 알아냈다. 그리고, 본원 발명자는, 이하에 나타내는 발명의 제형태에 상도하였다. 또한, 도금 강판의 개념에는 도금 강대(鋼帶)도 포함된다.

[0009] (1)

[0010] 강판과,

[0011] 상기 강판 상의 도금층을 갖고,

[0012] 상기 도금층은, 용융 아연 도금층 또는 합금화 용융 아연 도금층이고,

[0013] 상기 강판은,

[0014] 모재와,

[0015] 상기 모재 상의 탈탄 페라이트층을 갖고,

[0016] 상기 모재는,

[0017] 질량%로,

[0018] C : 0.03% 내지 0.70%,

[0019] Si : 0.25% 내지 3.00%,

[0020] Mn : 1.0% 내지 5.0%,

[0021] P : 0.10% 이하,

[0022] S : 0.0100% 이하,

[0023] sol. Al : 0.001% 내지 1.500%,

[0024] N : 0.02% 이하,

[0025] Ti : 0.0% 내지 0.300%,

[0026] Nb : 0.0% 내지 0.300%,

[0027] V : 0.0% 내지 0.300%,

[0028] Cr : 0% 내지 2.000%,

[0029] Mo : 0% 내지 2.000%,

[0030] Cu : 0% 내지 2.000%,

[0031] Ni : 0% 내지 2.000%,

- [0032] B : 0% 내지 0.0200%,
- [0033] Ca : 0.00% 내지 0.0100%,
- [0034] REM : 0.0% 내지 0.1000%,
- [0035] Bi : 0.00% 내지 0.0500%, 또한
- [0036] 잔부 : Fe 및 불순물
- [0037] 로 나타내어지는 화학 조성을 갖고,
- [0038] 상기 모재는, 상기 강관의 표면으로부터의 깊이가 상기 강관의 두께의 1/4의 위치에 있어서, 체적분율로,
- [0039] 템퍼링 마르텐사이트 : 3.0% 이상,
- [0040] 페라이트 : 4.0% 이상, 또한
- [0041] 잔류 오스테나이트 : 5.0% 이상
- [0042] 으로 나타내어지는 조직을 갖고,
- [0043] 상기 모재 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도는 5GPa 내지 10GPa이고,
- [0044] 상기 모재 중의 템퍼링 마르텐사이트 및 잔류 오스테나이트의 일부 또는 전부는 M-A를 형성하고 있고,
- [0045] 상기 탈탄 페라이트층 중의 페라이트의 체적분율은, 상기 강관의 표면으로부터의 깊이가 상기 강관의 두께의 1/4의 위치에 있어서의 상기 모재의 페라이트의 체적분율의 120% 이상이고,
- [0046] 상기 탈탄 페라이트층 중의 페라이트의 평균 입경은 20 μ m 이하이고,
- [0047] 상기 탈탄 페라이트층의 두께는 5 μ m 내지 200 μ m이고,
- [0048] 상기 탈탄 페라이트층 중의 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율은 1.0체적% 이상이고,
- [0049] 상기 탈탄 페라이트층 중의 템퍼링 마르텐사이트의 개수 밀도는 0.01개/ μ m² 이상이고,
- [0050] 상기 탈탄 페라이트층 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도는 8GPa 이하인 것을 특징으로 하는 도금 강관.
- [0051] (2)
- [0052] 상기 화학 조성에 있어서,
- [0053] Ti : 0.001% 내지 0.300%,
- [0054] Nb : 0.001% 내지 0.300%, 혹은
- [0055] V : 0.001% 내지 0.300%,
- [0056] 또는 이들 임의의 조합이 충족되는 것을 특징으로 하는 (1)에 기재된 도금 강관.
- [0057] (3)
- [0058] 상기 화학 조성에 있어서,
- [0059] Cr : 0.001% 내지 2.000%, 혹은
- [0060] Mo : 0.001% 내지 2.000%,
- [0061] 또는 이들 양쪽이 충족되는 것을 특징으로 하는 (1) 또는 (2)에 기재된 도금 강관.
- [0062] (4)
- [0063] 상기 화학 조성에 있어서,
- [0064] Cu : 0.001% 내지 2.000%, 혹은
- [0065] Ni : 0.001% 내지 2.000%,
- [0066] 또는 이들 양쪽이 충족되는 것을 특징으로 하는 (1) 내지 (3) 중 어느 하나에 기재된 도금 강관.

- [0067] (5)
- [0068] 상기 화학 조성에 있어서,
- [0069] B : 0.0001% 내지 0.0200%가 충족되는 것을 특징으로 하는 (1) 내지 (4) 중 어느 하나에 기재된 도금 강판.
- [0070] (6)
- [0071] 상기 화학 조성에 있어서,
- [0072] Ca : 0.0001% 내지 0.0100%, 혹은
- [0073] REM : 0.0001% 내지 0.100% 이하,
- [0074] 또는 이들 양쪽이 충족되는 것을 특징으로 하는 (1) 내지 (5) 중 어느 하나에 기재된 도금 강판.
- [0075] (7)
- [0076] 상기 화학 조성에 있어서,
- [0077] Bi : 0.0001% 내지 0.0500%가 충족되는 것을 특징으로 하는 (1) 내지 (6) 중 어느 하나에 기재된 도금 강판.

발명의 효과

- [0078] 본 발명에 따르면, 모재 및 탈탄 페라이트층이 적절한 구성을 갖고 있기 때문에, 높은 강도를 얻으면서, 신율 특성 및 굽힘성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0079] 도 1은 본 발명의 실시 형태에 관한 도금 강판을 도시하는 단면도이다.
- 도 2는 강판에 있어서의 페라이트의 체적분율의 분포의 개요를 도시하는 도면이다.
- 도 3은 도금 강판의 제조 방법의 제1 예를 나타내는 흐름도이다.
- 도 4는 도금 강판의 제조 방법의 제2 예를 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0080] 이하, 첨부 도면을 참조하면서, 본 발명의 실시 형태에 관한 도금 강판에 대하여 설명한다. 도 1은 본 발명의 실시 형태에 관한 도금 강판을 도시하는 단면도이다.
- [0081] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태에 관한 도금 강판(1)은 강판(10)과, 강판(10) 상의 도금층(11)을 포함한다. 강판(10)은 모재(13)와, 모재(13) 상의 탈탄 페라이트층(12)을 포함한다. 도금층(11)은 용융 아연 도금층 또는 합금화 용융 아연 도금층이다. 탈탄 페라이트층(12)은 모재(13)와 도금층(11) 사이에 있다.
- [0082] 여기서, 모재(13) 및 도금 강판(1)의 제조에 사용하는 소재 강판의 화학 조성에 대하여 설명한다. 상세는 후술하지만, 도금 강판(1)은 소재 강판의 가열, 어닐링, 제1 냉각, 제2 냉각, 용융 아연 도금 처리, 제3 냉각 등을 거쳐 제조된다. 도금 처리와 제3 냉각 사이에 합금화 처리를 행하는 경우도 있다. 따라서, 모재(13) 및 소재 강판의 화학 조성은, 도금 강판(1)의 특성뿐만 아니라, 이들 처리를 고려한 것이다. 이하의 설명에 있어서, 모재(13) 및 소재 강판에 포함되는 각 원소의 함유량의 단위인 「%」는, 특별히 언급이 없는 한 「질량%」를 의미한다. 모재(13) 및 소재 강판은, C : 0.03% 내지 0.70%, Si : 0.25% 내지 3.00%, Mn : 1.0% 내지 5.0%, P : 0.10% 이하, S : 0.0100% 이하, 산 가용성 Al(sol. Al) : 0.001% 내지 1.500%, N : 0.02% 이하, Ti : 0.0% 내지 0.300%, Nb : 0.0% 내지 0.300%, V : 0.0% 내지 0.300%, Cr : 0% 내지 2.000%, Mo : 0% 내지 2.000%, Cu : 0% 내지 2.000%, Ni : 0% 내지 2.000%, B : 0% 내지 0.0200%, Ca : 0.00% 내지 0.0100%, 희토류 원소(rare earth metal : REM) : 0.0% 내지 0.1000%, Bi : 0.00% 내지 0.0500%, 또한 잔부 : Fe 및 불순물로 나타내어지는 화학 조성을 갖고 있다. 불순물로서는, 광석이나 스크랩 등의 원재료에 포함되는 것, 제조 공정에 있어서 포함되는 것이 예시된다.
- [0083] (C : 0.03% 내지 0.70%)
- [0084] C는 인장 강도의 향상에 기여한다. C 함유량이 0.03% 미만에서는, 충분한 인장 강도가 얻어지지 않는다. 따라서, C 함유량은 0.03% 이상으로 하고, 바람직하게는 0.05% 이상으로 한다. 한편, C 함유량이 0.70% 초과

에서는, 도금 강판(1)의 용접성이 저하된다. 따라서, C 함유량은 0.70% 이하로 하고, 바람직하게는 0.45% 이하로 한다.

[0085] (Si : 0.25% 내지 3.00%)

[0086] Si는 시멘타이트의 석출을 억제하여 오스테나이트를 잔류하기 쉽게 하여, 신율의 향상에 기여한다. Si는 페라이트의 강화, 조직의 균일화 및 강도의 향상에도 기여한다. Si 함유량이 0.25% 미만에서는, 이들 효과를 충분히 얻을 수 없다. 따라서, Si 함유량은 0.25% 이상으로 하고, 바람직하게는 0.40% 이상으로 한다. Si는 오스테나이트의 생성 및 탈탄 페라이트층(12)의 성장에도 기여한다. 이 효과를 충분히 얻기 위해, Si 함유량은 보다 바람직하게는 0.60% 이상으로 한다. 한편, Si 함유량이 3.00% 초과에서는, 용융 아연 도금 처리 시에, 도금 불량 발생 우려가 있다. 따라서, Si 함유량은 3.00% 이하로 하고, 바람직하게는 2.50% 이하로 한다.

[0087] (Mn : 1.0% 내지 5.0%)

[0088] Mn은 탈탄 페라이트층(12) 중에 템퍼링 마르텐사이트를 충분히 분산시켜, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 개수 밀도의 향상에 기여한다. Mn은 시멘타이트의 석출을 억제하여 M-A의 생성을 촉진시켜, 강도 및 신율의 향상에도 기여한다. Mn 함유량이 1.0% 미만에서는, 이들 효과를 충분히 얻을 수 없다. 따라서, Mn 함유량은 1.0% 이상으로 하고, 바람직하게는 1.9% 이상으로 한다. 한편, Mn 함유량이 5.0% 초과에서는, 도금 강판(1)의 용접성이 저하된다. 따라서, Mn 함유량은 5.0% 이하로 하고, 바람직하게는 4.2% 이하로 하고, 보다 바람직하게는 3.5% 이하로 한다.

[0089] (P : 0.10% 이하)

[0090] P는 필수 원소가 아니라, 예를 들어 강 중에 불순물로서 함유된다. P는 용접성을 열화시키기 때문에, P 함유량은 낮으면 낮을수록 좋다. 특히, P 함유량이 0.10% 초과에서, 용접성의 저하가 현저하다. 따라서, P 함유량은 0.10% 이하로 하고, 바람직하게는 0.02% 이하로 한다.

[0091] (S : 0.0100% 이하)

[0092] S는 필수 원소가 아니라, 예를 들어 강 중에 불순물로서 함유된다. S는 강 중에 MnS를 형성하여 구멍 확장성을 열화시키기 때문에, S 함유량은 낮으면 낮을수록 좋다. 특히, S 함유량이 0.0100% 초과에서, 구멍 확장성의 저하가 현저하다. 따라서, S 함유량은 0.0100% 이하로 하고, 바람직하게는 0.0050% 이하로 하고, 보다 바람직하게는 0.0012% 이하로 한다.

[0093] (sol. Al : 0.001% 내지 1.500%)

[0094] sol. Al은 탈산 작용을 갖고, 표면 손상의 발생을 억제하여, 제조 수율을 향상시킨다. sol. Al 함유량이 0.001% 미만에서는, 이들 효과를 충분히 얻을 수 없다. 따라서, sol. Al 함유량은 0.001% 이상으로 한다. sol. Al은, Si와 마찬가지로, 시멘타이트의 석출을 억제하여 오스테나이트를 잔류하기 쉽게 한다. 이 효과를 충분히 얻기 위해, sol. Al 함유량은 바람직하게는 0.200% 이상으로 한다. 한편, sol. Al 함유량이 1.500% 초과에서는, 개재물이 증가하여, 구멍 확장성이 열화된다. 따라서, sol. Al 함유량은 1.500% 이하로 하고, 바람직하게는 1.000% 이하로 한다.

[0095] (N : 0.02% 이하)

[0096] N은 필수 원소가 아니라, 예를 들어 강 중에 불순물로서 함유된다. N은 소재 강판을 제작할 때의 연속 주조에 질화물을 형성하여 슬래브의 균열을 발생해 시키는 경우가 있기 때문에, N 함유량은 낮으면 낮을수록 좋다. 특히, N 함유량이 0.02% 초과에서, 슬래브의 균열이 발생하기 쉽다. 따라서, N 함유량은 0.02% 이하로 하고, 바람직하게는 0.01% 이하로 한다.

[0097] Ti, Nb, V, Cr, Mo, Cu, Ni, B, Ca, REM 및 Bi는 필수 원소가 아니라, 강판 및 슬래브에 소정량을 한도로 적절히 함유되어 있어도 되는 임의 원소이다.

[0098] (Ti : 0.0% 내지 0.300%, Nb : 0.0% 내지 0.300%, V : 0.0% 내지 0.300%)

[0099] Ti, Nb 및 V는 결정립의 핵이 되는 석출물을 생성하기 때문에, 결정립의 미세화에 기여한다. 결정립의 미세화는 강도 및 인성의 향상으로 이어진다. 따라서, Ti, Nb 혹은 V 또는 이들 임의의 조합이 포함되어 있어도 된다. 이 효과를 충분히 얻기 위해, Ti 함유량, Nb 함유량 및 V 함유량은 모두 0.001% 이상인 것이 바람직하

다. 한편, Ti 함유량, Nb 함유량 또는 V 함유량 중 어느 것이 0.300% 초과에서는, 효과가 포화되어 쓸데없이 비용이 높아진다. 따라서, Ti 함유량, Nb 함유량 및 V 함유량은 모두 0.300% 이하로 한다. 즉, 「Ti : 0.001% 내지 0.300%」, 「Nb : 0.001% 내지 0.300%」, 혹은 「V : 0.001% 내지 0.300%」, 또는 이들 임의의 조합이 충족되는 것이 바람직하다. Ti 및 Nb는, 어닐링 시에 조직의 적어도 일부가 오스테나이트화된 소재 강판 중에, 제1 냉각에서, 페라이트의 생성에 의한 오스테나이트에 대한 C의 농화를 촉진하여 M-A를 생성하기 쉽게 한다. 이 효과를 충분히 얻기 위해, Ti 혹은 Nb 또는 이들 양쪽이 합계로 0.010% 이상 함유되어 있는 것이 보다 바람직하고, 합계로 0.030% 이상 함유되어 있는 것이 더욱 바람직하다.

[0100] (Cr : 0% 내지 2.000%, Mo : 0% 내지 2.000%)

[0101] Cr 및 Mo는 오스테나이트를 안정화시켜, 마르텐사이트의 생성에 의한 강도의 향상에 기여한다. 따라서, Cr 혹은 Mo 또는 이들 양쪽이 포함되어 있어도 된다. 이 효과를 충분히 얻기 위해, Cr 함유량은 0.001% 이상인 것이 바람직하고, 0.100% 이상인 것이 보다 바람직하고, Mo 함유량은 0.001% 이상인 것이 바람직하고, 0.050% 이상인 것이 보다 바람직하다. 한편, Cr 함유량 또는 Mo 함유량이 2.000% 초과에서는, 효과가 포화되어 쓸데없이 비용이 높아진다. 따라서, Cr 함유량은 2.000% 이하로 하고, 바람직하게는 1.000% 이하로 하고, Mo 함유량은 2.000% 이하로 하고, 바람직하게는 0.500% 이하로 한다. 즉, 「Cr : 0.001% 내지 2.000%」, 혹은 「Mo : 0.001% 내지 2.000%」, 또는 이들 양쪽이 충족되는 것이 바람직하다.

[0102] (Cu : 0% 내지 2.000%, Ni : 0% 내지 2.000%)

[0103] Cu 및 Ni는 도금 강판(1)의 부식을 억제하거나, 도금 강판(1)의 표면에 농화되어 도금 강판(1) 내로의 수소의 침입을 억제하여, 도금 강판(1)의 지연 파괴를 억제하거나 한다. 따라서, Cu 혹은 Ni 또는 이들 양쪽이 포함되어 있어도 된다. 이 효과를 충분히 얻기 위해, Cu 함유량 및 Ni 함유량은 모두 0.001% 이상인 것이 바람직하고, 0.010% 이상인 것이 보다 바람직하다. 한편, Cu 함유량 또는 Ni 함유량이 2.000% 초과에서는, 효과가 포화되어 쓸데없이 비용이 높아진다. 따라서, Cu 함유량 및 Ni 함유량은 모두 2.000% 이하로 하고, 바람직하게는 0.800% 이하로 한다. 즉, 「Cu : 0.001% 내지 2.000%」, 혹은 「Ni : 0.001% 내지 2.000%」, 또는 이들 양쪽이 충족되는 것이 바람직하다.

[0104] (B : 0% 내지 0.0200%)

[0105] B는 입계로부터의 페라이트의 핵 생성을 억제하여, 도금 강판(1)의 퀴칭성을 높임으로써 도금 강판(1)의 고강도화에 기여한다. B는 M-A를 효과적으로 생성시켜 도금 강판(1)의 신율의 향상에도 기여한다. 따라서, B가 포함되어 있어도 된다. 이 효과를 충분히 얻기 위해, B 함유량은 0.0001% 이상인 것이 바람직하다. 한편, B 함유량이 0.0200% 초과에서는, 효과가 포화되어 쓸데없이 비용이 높아진다. 따라서, B 함유량은 0.0200% 이하로 한다. 즉, 「B : 0.0001% 내지 0.0200%」가 충족되는 것이 바람직하다.

[0106] (Ca : 0.00% 내지 0.0100%, REM : 0.0% 내지 0.1000%)

[0107] Ca 및 REM은 황화물을 구상화시킴으로써 도금 강판(1)의 구멍 확장성을 향상시킨다. 따라서, Ca 혹은 REM 또는 이들 양쪽이 포함되어 있어도 된다. 이 효과를 충분히 얻기 위해, Ca 함유량 및 REM 함유량은 모두 0.0001% 이상인 것이 바람직하다. 한편, Ca 함유량이 0.0100% 초과 또는 REM 함유량이 0.1000% 초과에서는, 효과가 포화되어 쓸데없이 비용이 높아진다. 따라서, Ca 함유량은 0.0100% 이하로 하고, REM 함유량은 0.1000% 이하로 한다. 즉, 「Ca : 0.0001% 내지 0.0100%」, 혹은 「REM : 0.0001% 내지 0.1000%」, 또는 이들 양쪽이 충족되는 것이 바람직하다.

[0108] REM은 Sc, Y 및 란타노이드의 합계 17종류의 원소를 가리키고, 「REM 함유량」은 이들 17종류의 원소의 합계의 함유량을 의미한다. 란타노이드는, 공업적으로는, 예를 들어 미슈 메탈의 형태로 첨가된다.

[0109] (Bi : 0.00% 내지 0.0500%)

[0110] Bi는 응고 계면에 농화되어 덴드라이트 간격을 좁게 하여, 응고 편석을 억제한다. Mn 등이 마이크로 편석되면, 경도가 불균일한 밴드 조직이 발달하여, 가공성이 저하되는 경우가 있지만, Bi는 이와 같은 마이크로 편석에 수반되는 특성의 저하를 억제한다. 따라서, Bi가 포함되어 있어도 된다. 이 효과를 충분히 얻기 위해, Bi 함유량은 0.0001% 이상인 것이 바람직하고, 0.0003% 이상인 것이 보다 바람직하다. 한편, Bi 함유량이 0.0500% 초과에서는, 표면 품질이 열화된다. 따라서, Bi 함유량은 0.0500% 이하로 하고, 바람직하게는 0.0100% 이하로 하고, 보다 바람직하게는 0.0050% 이하로 한다. 즉, 「Bi : 0.0001% 내지 0.0500%」가 충족되는 것이 바람직하다.

- [0111] 다음에, 모재(13)에 대하여 설명한다. 모재의 조직을 규정하는 위치는, 강판(10)의 표면으로부터의 깊이가 당해 강판(10)의 두께의 1/4의 위치로 한다. 이하, 이 위치를 「판 두께 1/4 위치」라 하는 경우가 있다. 일반적으로, 판 두께 1/4 위치는, 강판의 평균적인 구성 및 특성을 갖는 위치라고 생각되고 있기 때문이다. 모재(13)의 판 두께 1/4 위치 이외의 위치의 조직은, 통상 판 두께 1/4 위치의 조직과 대략 동일하다. 이하의 설명에 있어서, 모재(13)에 포함되는 각 조직의 체적분율의 단위인 「%」는, 특별히 언급이 없는 한 「체적%」를 의미한다. 모재(13)는 강판(10)의 표면으로부터의 깊이가 강판(10)의 두께의 1/4의 위치에 있어서, 체적분율로, 템퍼링 마르텐사이트 : 3.0% 이상, 또한 잔류 오스테나이트 : 5.0% 이상으로 나타내어지는 조직을 갖고 있다. 모재(13) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도는 5GPa 내지 10GPa이고, 모재(13) 중의 템퍼링 마르텐사이트 및 잔류 오스테나이트의 일부 또는 전부는 M-A를 형성하고 있다. 가공성이 양호하고, 인장 강도가 780MPa 이상인 도금 강판(1)을 얻기 위해서는, 모재(13)의 조직을, M-A를 포함하는 조직을 잔류 오스테나이트가 남는 온도에서 템퍼링한 조직으로 하는 것이 유효하다. 모재(13)가 이와 같은 조직을 가지면, M-A에 의해 얻어지는 양호한 전신율을 유지하면서, 국부 신율이 향상된다.
- [0112] (템퍼링 마르텐사이트 : 3.0% 이상)
- [0113] 템퍼링 마르텐사이트는 굽힘성의 향상에 기여한다. 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율이 3.0% 미만에서는, 충분한 굽힘성이 얻어지지 않는다. 따라서, 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율은 3.0% 이상으로 하고, 바람직하게는 5.0% 이상으로 한다. 템퍼링 마르텐사이트는 강도의 향상에도 기여하고, 보다 높은 강도를 얻기 위해서는, 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율이 8.0% 이상인 것이 바람직하다.
- [0114] (잔류 오스테나이트 : 5.0% 이상)
- [0115] 잔류 오스테나이트는 신율의 향상에 기여한다. 잔류 오스테나이트의 체적분율이 5.0% 미만에서는, 충분한 신율이 얻어지지 않는다. 따라서, 잔류 오스테나이트의 체적분율은 5.0% 이상으로 한다. 잔류 오스테나이트는 강도의 향상에도 기여하고, 보다 높은 강도를 얻기 위해서는, 잔류 오스테나이트의 체적분율이 8.0% 이상인 것이 바람직하다.
- [0116] (템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도 : 5GPa 내지 10GPa)
- [0117] 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도가 5GPa 미만에서는, 충분한 강도, 예를 들어 780MPa 이상의 인장 강도가 얻어지지 않는다. 따라서, 모재(13) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도는 5GPa 이상으로 한다. 한편, 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도가 10GPa 초과에서는, 굽힘 가공을 받았을 때에 균열이 발생하기 쉬워, 우수한 굽힘성이 얻어지지 않는다. 따라서, 모재(13) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도는 10GPa 이하로 한다. 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도는 나노인덴테이션법에 의해 측정할 수 있다. 이 측정에서는, 예를 들어 형상이 큐브 코너인 압자를 사용하고, 압입 하중을 500 μ N으로 한다.
- [0118] (M-A)
- [0119] 본 실시 형태에서는, 모재(13) 중의 템퍼링 마르텐사이트 및 잔류 오스테나이트의 일부 또는 전부는 M-A를 형성하고 있다. M-A는 전신율(T. El)의 향상에 기여한다. 보다 우수한 굽힘성을 얻기 위해, 모재(13)에 포함되어 있는 마르텐사이트는 모두 템퍼링 마르텐사이트인 것이 바람직하다.
- [0120] (잔부)
- [0121] 모재(13)의 잔부는, 주로 페라이트이거나, 페라이트 및 베이나이트인 것이 바람직하다. 페라이트의 체적분율이 4.0% 미만에서는, 충분한 신율 특성 및 굽힘성이 얻어지지 않는 경우가 있다. 따라서, 모재(13)에 있어서의 페라이트의 체적분율은, 인장 강도 등의 기계적 특성의 관점에서 4.0% 이상으로 한다. 한편, 페라이트의 체적분율이 70% 초과에서는, 충분한 강도가 얻어지지 않는 경우가 있다. 따라서, 모재(13)에 있어서의 페라이트의 체적분율은, 바람직하게는 70% 이하로 한다. 모재(13)의 페라이트의 입자 내 및 마르텐사이트의 입자 내에, 원 상당 직경이 5 μ m 이상인 시멘타이트가 없는 것이 바람직하다. 이것은 M-A의 생성을 촉진하기 위해서이다.
- [0122] 다음에, 탈탄 페라이트층(12)에 대하여 설명한다. 탈탄 페라이트층(12)은 어닐링 중에 소재 강판의 표면이 탈탄되어 모재(13) 상에 형성되어 있고, 그 페라이트의 체적분율이, 판 두께 1/4 위치에 있어서의 모재(13)의 페라이트의 체적분율의 120% 이상이 되어 있는 층이다. 즉, 본 실시 형태에서는, 강판(10)의 표면으로부터 1 μ m 마다 페라이트의 체적분율을 측정해 가고, 그 측정 결과가 강판(10)의 판 두께 1/4 위치에 있어서의 페라이트의 체적분율의 120%인 위치에 탈탄 페라이트층(12)과 모재(13)의 계면이 있는 것으로 하고, 이 계면으로부터 강판(10)의 표면측의 부분을 탈탄 페라이트층(12)으로 간주할 수 있다. 도 2에, 강판(10)에 있어서의 페라이트의

체적분율의 분포의 개요를 도시한다. 도 2의 중축은 판 두께 1/4 위치에 있어서의 페라이트의 체적분율을 100%로 하였을 때의 비율을 나타낸다.

[0123] 탈탄 페라이트층(12)은 모재(13)보다도 C를 적게 함유하기 때문에 연질이며, 도금 강판(1)이 구부러져도 탈탄 페라이트층(12)에는 균열이 발생하기 어렵다. 또한, 탈탄 페라이트층(12)은 균일하게 변형되기 쉽기 때문에, 탈탄 페라이트층(12)에는 네킹이 발생하기 어렵다. 따라서, 탈탄 페라이트층(12)은 도금 강판(1)의 굽힘성을 향상시킨다.

[0124] 본 발명자들은, 종래의 도금 강판에서도 소재 강판의 탈탄이 행해지고 있음에도 불구하고 충분한 굽힘성이 얻어지지 않는 경우에 주목하여 예의 검토를 거듭하였다. 그 결과, 종래의 도금 강판에서는, 탈탄 페라이트층 중의 페라이트의 평균 입경이 20 μm 이상으로 큰 것, 및 강판의 굽힘 변형 시에, 변형이 페라이트의 입계에 집중됨으로써 미세한 균열이 탈탄 페라이트층에 발생하는 것이 밝혀지게 되었다. 그리고, 본 발명자들은, 이 문제의 해결에는, 탈탄 페라이트층 중의 페라이트의 평균 입경을 작게 하는 것, 및 탈탄 페라이트층 중에 적절한 평균 경도를 구비한 템퍼링 마르텐사이트를 분산시키는 것이 유효한 것을 지견하였다. 본 실시 형태에 있어서, 탈탄 페라이트층(12) 중의 페라이트의 평균 입경은 20 μm 이하이고, 탈탄 페라이트층(12)의 두께는 5 μm 내지 200 μm 이며, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율은 1.0체적% 이상이고, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 개수 밀도는 0.01개/ μm^2 이상이며, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도는 8GPa 이하이다.

[0125] (페라이트의 평균 입경 : 20 μm 이하)

[0126] 탈탄 페라이트층(12) 중의 페라이트의 체적분율은, 판 두께 1/4 위치에 있어서의 모재(13)의 페라이트의 체적분율의 120% 이상이다. 탈탄 페라이트층(12) 중의 페라이트의 평균 입경이 20 μm 초과에서는, 페라이트의 입계의 총 면적이 적어, 좁은 영역에 변형이 집중되므로, 도금 강판(1)에 우수한 굽힘성이 얻어지지 않는다. 따라서, 페라이트의 평균 입경은 20 μm 이하로 한다. 페라이트의 평균 입경은 작으면 작을수록 바람직하지만, 현재의 기술 레벨에서는, 0.5 μm 이하로 하는 것은 어렵다.

[0127] (두께 : 5 μm 내지 200 μm)

[0128] 탈탄 페라이트층(12)의 두께가 5 μm 미만에서는, 탈탄 페라이트층(12)에 의한 굽힘성의 향상의 효과가 충분히 얻어지지 않는다. 이 때문에, 도금 강판(1)이 구부러지면, 탈탄 페라이트층(12)보다도 강도가 높은 모재(13)가 변형되어 마이크로 크랙이 발생한다. 따라서, 탈탄 페라이트층(12)의 두께는 5 μm 이상으로 한다. 탈탄 페라이트층(12)의 두께가 200 μm 초과에서는, 충분한 인장 강도가 얻어지지 않는다. 따라서, 탈탄 페라이트층(12)의 두께는 200 μm 이상으로 한다.

[0129] (템퍼링 마르텐사이트의 체적분율 : 1.0체적% 이상)

[0130] 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율이 1.0체적% 미만에서는, 도금 강판(1)에 불균일한 변형이 발생하기 쉬워, 우수한 굽힘성이 얻어지지 않는다. 따라서, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율은 1.0체적% 이상으로 한다. 탈탄 페라이트층(12)은 소재 강판의 탈탄을 통해 형성되고 있기 때문에, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율이 모재(13) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율을 상회하는 일은 없다. 만약, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율이 모재(13) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율을 상회하는 경우에는, 탈탄 페라이트층(12)에 있어서 탈탄이 발생하지 않게 된다. 따라서, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율은, 모재(13) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율 이하이다. 본 실시 형태에서는, 탈탄 페라이트층(12)에 포함되는 마르텐사이트가 프레스 마르텐사이트(템퍼링되어 있지 않은 마르텐사이트)가 아니라 템퍼링 마르텐사이트이기 때문에, 페라이트와 마르텐사이트와의 계면에서의 균열의 발생을 억제할 수 있다.

[0131] 탈탄 페라이트층(12)의 조직의 잔부는 주로 페라이트이다. 상술한 바와 같이, 탈탄 페라이트층(12) 중의 페라이트의 면적 분율은, 판 두께 1/4 위치에 있어서의 모재(13)의 페라이트의 면적 분율의 120% 이상이다. 탈탄 페라이트층의 조직의 잔부가, 예를 들어 베이나이트 및 펄라이트 등을, 본 실시 형태에 관한 도금 강판(1)의 특성에 영향을 주지 않는 범위 내에서, 예를 들어 5체적% 이하의 범위 내에서, 포함하고 있어도 된다.

[0132] (템퍼링 마르텐사이트의 개수 밀도 : 0.01개/ μm^2 이상)

[0133] 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 개수 밀도가 0.01개/ μm^2 미만에서는, 도금 강판(1)에 불균일

한 변형이 발생하기 쉬워, 우수한 굽힘성이 얻어지지 않는다. 따라서, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 개수 밀도를 $0.01\text{개}/\mu\text{m}^2$ 이상으로 한다. 템퍼링 마르텐사이트의 개수 밀도는 높으면 높을수록 좋지만, 현재의 기술 레벨에서는, $1\text{개}/\mu\text{m}^2$ 이상으로 하는 것은 어렵다.

[0134] (템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도 : 8GPa 이하)

[0135] 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도가 8GPa 초과에서는, 도금 강판(1)이 구부러졌을 때에 탈탄 페라이트층(12)에 균열이 발생하기 쉬워, 우수한 굽힘성이 얻어지지 않는다. 따라서, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도는 8GPa 이하로 한다. 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도의 하한은 한정되지 않지만, 도금 강판(1)에 높은 강도가 확보되는 정도의 템퍼링이 행해지고 있는 경우, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도는 4GPa 미만이 되지 않는다. 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도는, 모재(13) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도보다 작다.

[0136] 본 실시 형태에 관한 도금 강판(1)에 의하면, 높은 강도를 얻으면서, 신율 특성 및 굽힘성을 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 관폭 방향(압연 방향에 직교하는 방향)을 인장 방향으로 하는 인장 시험에 있어서, 780MPa 이상의 인장 강도(TS), 420MPa 이상의 항복 강도(YS), 12% 이상의 전신율(T. E1)이 얻어진다. 또한, 예를 들어 구멍 확장 시험에 있어서, 35% 이상의 구멍 확장률이 얻어지고, 굽힘성에 관해서는, 90도 V 굽힘 시험에 있어서, 균열이 없고, 10 μm 이상의 네킹이 없다는 결과가 얻어진다.

[0137] 다음에, 본 발명의 실시 형태에 관한 도금 강판(1)의 제조 방법의 예에 대하여 설명한다. 제1 예에서는, 도 3에 도시한 바와 같이, 소재 강판의 가열(스텝 S1), 어닐링(스텝 S2), 제1 냉각(스텝 S3), 제2 냉각(스텝 S4), 용융 아연 도금 처리(스텝 S5), 제3 냉각(스텝 S6) 및 템퍼링(스텝 S7)을 이 순서로 행한다. 제2 예에서는, 도 4에 도시한 바와 같이, 소재 강판의 가열(스텝 S1), 어닐링(스텝 S2), 제1 냉각(스텝 S3), 제2 냉각(스텝 S4), 용융 아연 도금 처리(스텝 S5), 합금화 처리(스텝 S8), 제3 냉각(스텝 S6) 및 템퍼링(스텝 S7)을 이 순서로 행한다. 소재 강판으로서는, 예를 들어 열연 강판 또는 냉연 강판을 사용한다.

[0138] (가열)

[0139] 소재 강판의 가열(스텝 S1)에서는, 100 $^{\circ}\text{C}$ 내지 720 $^{\circ}\text{C}$ 의 온도 영역에 있어서의 평균 가열 속도를 1 $^{\circ}\text{C}/\text{초}$ 내지 50 $^{\circ}\text{C}/\text{초}$ 로 한다. 평균 가열 속도란, 가열 개시 온도와 가열 종료 온도의 차를 가열 시간으로 계산한 값이다. 평균 가열 속도가 1 $^{\circ}\text{C}/\text{초}$ 미만에서는, 소재 강판의 가열 중에 소재 강판의 시멘타이트가 용해되지 않아, 도금 강판(1)의 인장 강도가 저하된다. 평균 가열 속도가 1 $^{\circ}\text{C}/\text{초}$ 미만에서는, 탈탄 페라이트층(12) 중에 템퍼링 마르텐사이트를 분산시키는 것이 곤란하여, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 개수 밀도가 $0.01\text{개}/\mu\text{m}^2$ 미만이 된다. 따라서, 평균 가열 속도는 1 $^{\circ}\text{C}/\text{초}$ 이상으로 한다. 한편, 평균 가열 속도가 50 $^{\circ}\text{C}/\text{초}$ 초과에서는, 소재 강판의 가열 중에, 소재 강판에 조대한 페라이트가 생성된다. 평균 가열 속도가 50 $^{\circ}\text{C}/\text{초}$ 초과에서도, 탈탄 페라이트층(12) 중에 템퍼링 마르텐사이트를 분산시키는 것이 곤란하여, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 개수 밀도가 $0.01\text{개}/\mu\text{m}^2$ 미만이 된다. 따라서, 평균 가열 속도는 50 $^{\circ}\text{C}/\text{초}$ 이하로 한다.

[0140] (어닐링)

[0141] 어닐링(스텝 S2)에서는, 소재 강판을 720 $^{\circ}\text{C}$ 내지 950 $^{\circ}\text{C}$ 로 10초간 내지 600초간 유지한다. 어닐링 중에 소재 강판 중에 오스테나이트를 생성한다. 어닐링 온도가 720 $^{\circ}\text{C}$ 미만에서는, 오스테나이트가 생성되지 않아, 그 후에 퀴칭하여 마르텐사이트를 생성할 수 없다. 따라서, 어닐링 온도는 720 $^{\circ}\text{C}$ 이상으로 한다. 모재(13)의 조직을 보다 균일한 것으로 하여 보다 우수한 굽힘성을 얻기 위해서는, 어닐링 온도를 A_{c3} 점 이상(오스테나이트 단상 영역)으로 하는 것이 바람직하다. 이 경우, 720 $^{\circ}\text{C}$ 로부터 A_{c3} 점까지의 승온에 30초 이상 걸리는 것이 바람직하다. 이것은, 소재 강판의 표면에 평균 입경이 10 μm 이하인 탈탄 페라이트층(12)을 안정적으로 생성할 수 있기 때문이다. 한편, 어닐링 온도가 950 $^{\circ}\text{C}$ 초과에서는, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 개수 밀도를 $0.01\text{개}/\mu\text{m}^2$ 이상으로 하는 것이 곤란하거나, 어닐링 중에 오스테나이트가 성장하여 탈탄 페라이트층 중의 페라이트의 체적분율이 과소가 되거나 한다. 따라서, 어닐링 온도는 950 $^{\circ}\text{C}$ 이하로 한다. 또한, 어닐링에 있어서의 유지 시간이 10초간 미만에서는, 탈탄 페라이트층(12)의 두께가 5 μm 미만이 된다. 따라서, 유지 시간은 10초간 이상으로 한다. 한편, 어닐링에 있어서의 유지 시간이 600초간 초과에서는, 탈탄 페라이트층(12)의 두께가 200 μm 초과가 되거나, 어닐링의 효과가 포화되어 생산성이 저하되거나 한다. 따라서, 유지 시간은 600초간 이하로 한다.

- [0142] 어닐링은, 수소 농도가 2체적% 내지 20체적%, 또한 노점이 -30℃ 내지 20℃의 분위기 하에서 행한다. 수소 농도가 2% 미만에서는, 소재 강관의 표면의 산화막을 충분히 환원할 수 없어, 용융 아연 도금 처리(스텝 S5) 시에 충분한 도금 습윤성이 얻어지지 않는다. 따라서, 수소 농도는 2체적% 이상으로 한다. 한편, 수소 농도가 20체적% 미만에서는, 노점을 20℃ 이하로 유지할 수 없어, 설비에 결로가 발생하여 설비의 운용이 방해된다. 따라서, 수소 농도는 20체적% 이상으로 한다. 노점이 -30℃ 미만에서는, 탈탄 페라이트층(12)의 두께가 5 μ m 미만이 된다. 따라서, 노점은 -30℃ 이상으로 한다. 한편, 노점이 20℃ 초과에서는, 설비에 결로가 발생하여 설비의 운용이 방해된다. 따라서, 노점은 20℃ 이하로 한다.
- [0143] (제1 냉각)
- [0144] 제1 냉각(스텝 S3)에서는, 720℃로부터 650℃까지의 평균 냉각 속도를 0.5℃/초 내지 10.0℃/초로 한다. 평균 냉각 속도란, 냉각 개시 온도와 냉각 종료 온도의 차를 냉각 시간으로 제산한 값이다. 제1 냉각 중에, 마르텐사이트가 탈탄 페라이트층(12) 중에 생성되고, 미변태의 오스테나이트에 대한 C의 농화가 발생하여, 마르텐사이트 및 잔류 오스테나이트의 전부 또는 일부가 M-A를 구성하게 된다. 평균 냉각 속도가 0.5℃/초 미만에서는, 제1 냉각 중에 시멘타이트가 석출되어, 마르텐사이트가 탈탄 페라이트층(12) 중에 생성되기 어려워진다. 따라서, 평균 냉각 속도는 0.5℃/초 이상으로 하고, 바람직하게는 1.0℃/초 이상으로 하고, 보다 바람직하게는 1.5℃/초 이상으로 한다. 한편, 평균 냉각 속도가 10.0℃/초 초과에서는, C가 확산되기 어려워 오스테나이트 내에서의 C의 농도 구배가 충분히 발생하지 않는다. 이 때문에, 잔류 오스테나이트가 생성되기 어려워, 모재(13) 중에 M-A가 발생하기 어렵다. 따라서, 평균 냉각 속도는 10.0℃/초 이하로 하고, 바람직하게는 8.0℃/초 이하로 하고, 보다 바람직하게는 6.0℃/초 이하로 한다.
- [0145] (제2 냉각)
- [0146] 제2 냉각(스텝 S4)에서는, 650℃로부터 500℃까지의 평균 냉각 속도를 2.0℃/초 내지 100.0℃/초로 한다. 평균 냉각 속도가 2.0℃/초 미만에서는, 펄라이트가 석출되어 잔류 오스테나이트의 생성이 억제된다. 따라서, 평균 냉각 속도는 2.0℃/초 이상으로 하고, 바람직하게는 5.0℃/초 이상으로 하고, 보다 바람직하게는 8.0℃/초 이상으로 한다. 한편, 평균 냉각 속도가 100.0℃/초 초과에서는, 강관(10)의 평탄성이 열화되어, 도금층(11)의 두께 변동이 커진다. 따라서, 평균 냉각 속도는 100.0℃/초 이하로 하고, 바람직하게는 60.0℃/초 이하로 하고, 보다 바람직하게는 40℃/초 이하로 한다.
- [0147] (용융 아연 도금 처리, 합금화 처리)
- [0148] 용융 아연 도금 처리(스텝 S5)에 있어서의 욱 온도 및 욱 조성은 한정되지 않고, 일반적인 것이어도 된다. 도금 부착량도 한정되지 않고, 일반적인 것이어도 된다. 예를 들어, 편면당의 부착량을 20g/m² 내지 120g/m²로 한다. 도금층(11)으로서 합금화 용융 아연 도금층을 형성하는 경우, 용융 아연 도금 처리에 이어서 합금화 처리(스텝 S8)를 행한다. 합금화 처리는, 도금층(11) 중의 Fe 농도가 7질량% 이상이 되는 조건에서 행하는 것이 바람직하다. Fe 농도를 7질량% 이상으로 하기 위해서는, 부착량에도 의하지만, 예를 들어 합금화 처리의 온도를 490℃ 내지 560℃로 하고, 시간을 5초간 내지 60초간으로 한다. 도금층(11)으로서 용융 아연 도금층을 형성하는 경우, 합금화 처리를 행하지 않는다. 이 경우, 도금층(11) 중의 Fe 농도가 7질량% 미만이어도 된다. 용융 아연 도금 강관의 용접성은, 합금화 용융 아연 도금 강관의 용접성보다도 낮다. 그러나, 용융 아연 도금 강관의 내식성은 양호하다.
- [0149] 제2 냉각(스텝 S4)과 용융 아연 도금 처리(스텝 S5) 사이에, 필요에 따라서 소재 강관의 등은 유지 및 냉각을 행해도 된다.
- [0150] (제3 냉각)
- [0151] 제3 냉각(스텝 S6)에서는, 합금화 처리를 행하고 있는 경우에는 합금화 처리 온도로부터, 합금화 처리를 행하지 않은 경우에는 용융 아연 도금 처리의 욱 온도로부터 200℃ 이하의 온도까지의 평균 냉각 속도를 2℃/초 이상으로 한다. 제3 냉각 중에 안정된 오스테나이트가 생성된다. 안정된 오스테나이트의 대부분은, 템퍼링(스텝 S7) 후에도 오스테나이트인 채로 잔존한다. 제3 냉각 중에, 안정된 오스테나이트 외에 경질의 마르텐사이트가 생성되지만, 경질의 마르텐사이트는, 템퍼링(스텝 S7)에 의해, 연성이 있는 템퍼링 마르텐사이트가 된다. 평균 냉각 속도가 2℃/초 미만에서는, 안정된 오스테나이트가 충분히 얻어지지 않아, 모재(13)의 잔류 오스테나이트 체적분율이 5.0% 미만이 된다. 따라서, 평균 냉각 속도는 2℃/초 이상으로 하고, 바람직하게는 5℃/초 이상으로 한다. 평균 냉각 속도의 상한은 한정되지 않지만, 경제성의 관점에서, 바람직하게는 500℃/초 이하로 한다. 제3 냉각의 냉각 정지 온도는 한정되지 않지만, 바람직하게는 100℃ 이하의 온도로 한다.

- [0152] (템퍼링)
- [0153] 템퍼링(스텝 S7)에서는, 소재 강관을 100℃ 이상 200℃ 미만으로 30초간(0.5분간) 내지 48시간(1152분간) 유지한다. 템퍼링의 효과는, 모재(13)보다도 탈탄 페라이트층(12)에서 현저하다. 즉, 200℃ 미만의 템퍼링 온도에서는, 모재(13) 중의 마르텐사이트의 연화의 정도가 낮은 한편, 탈탄 페라이트층(12)에서는, C 농도가 모재(13)의 그것보다 낮아, 표면 확산이 발생하기 쉽기 때문에, 연화가 현저하다. 굽힘성에는 강관(10)의 표면 근방에 있어서의 균열의 발생 용이성이 큰 영향을 미치는 바, 모재(13) 중의 템퍼링 마르텐사이트에는 높은 평균 경도를 유지하면서, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 경도를 적절하게 저하시킬 수 있다. 따라서, 높은 인장 강도를 확보하면서, 굽힘성 및 신율을 향상시킬 수 있다. 또한, 템퍼링에 의해, 미변태의 잔류 오스테나이트 중에, 소재 강관이 페라이트를 포함하는 경우에는 페라이트 중에도 C가 농화된다. 그리고, C의 농화에 의해 잔류 오스테나이트 및 페라이트가 경질화되기 때문에, 도금 강관(1)의 균일 신율(U. E1)이 향상된다.
- [0154] 템퍼링 온도가 100℃ 미만에서는, 탈탄 페라이트층(12) 중의 마르텐사이트의 템퍼링이 불충분하여, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도가 8GPa 초과가 된다. 따라서, 템퍼링 온도는 100℃ 이상으로 하고, 바람직하게는 120℃ 이상으로 한다. 한편, 템퍼링 온도가 200℃ 이상에서는, 모재(13) 및 탈탄 페라이트층(12) 중의 잔류 오스테나이트가 분해되거나, 모재(13) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도가 5GPa 미만이 되거나 한다. 이 결과, 인장 강도가 저하되거나, 신율이 열화되거나 한다. 따라서, 템퍼링 온도는 200℃ 미만으로 한다. 템퍼링 시간이 30초간 미만에서는, 탈탄 페라이트층(12) 중의 마르텐사이트의 템퍼링이 불충분하여, 탈탄 페라이트층(12) 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도가 8GPa 초과가 된다. 따라서, 템퍼링 시간은 30초간 이상으로 한다. 한편, 템퍼링 시간이 48시간 초과에서는, 효과가 포화되어 쓸데없이 생산성이 낮아진다. 따라서, 템퍼링 시간은 48시간 이하로 한다. 템퍼링에서는, 강관(10)의 특성의 변동을 억제하기 위해, 온도 변동을 억제하고, 일정한 온도로 유지하는 것이 바람직하다. 템퍼링에 의해, 모재(13) 중의 M-A의 마르텐사이트는 모두 템퍼링되는 것이 바람직하다.
- [0155] 템퍼링 후에, 레벨러를 사용하여 평탄도의 교정을 행해도 되고, 도유 또는 윤활 작용이 있는 피막을 형성해도 된다.
- [0156] 이와 같이 하여, 본 실시 형태에 관한 도금 강관(1)을 제조할 수 있다.
- [0157] 도금 강관(1)의 기계적 특성은 한정되지 않지만, 판폭 방향을 인장 방향으로 하는 인장 시험에 있어서, 인장 강도(TS)는 바람직하게는 780MPa 이상이고, 보다 바람직하게는 800MPa 이상이며, 더욱 바람직하게는 900MPa 이상이다. 이 인장 시험에 있어서, 인장 강도가 780MPa 미만이면, 자동차 부품으로 한 경우에 충분한 충격 흡수성을 확보하는 것이 곤란한 경우가 있다. 충돌 시에 있어서의 소성 변형 개시 강도가 높은 것이 요구되는 자동차 부품에의 적용을 고려하면, 이 인장 시험에 있어서, 항복 강도(YS)는 바람직하게는 420MPa 이상이고, 보다 바람직하게는 600MPa 이상이다. 성형성이 요구되는 자동차 부품에의 적용을 고려하면, 전신율은 12% 이상, 구멍 확장률은 35% 이상인 것이 바람직하다. 또한, 굽힘성에 관해서는, 90도 V 굽힘 시험에 있어서, 균열이 없고, 10 μ m 이상의 네킹이 없다는 특징을 구비하고 있는 것이 바람직하다.
- [0158] 또한, 상기 실시 형태는, 모두 본 발명을 실시할 때의 구체화의 예를 나타낸 것에 지나지 않고, 이들에 의해 본 발명의 기술적 범위가 한정적으로 해석되어서는 안되는 것이다. 즉, 본 발명은 그 기술 사상, 또는 그 주요한 특징으로부터 이탈하지 않고, 다양한 형태로 실시할 수 있다.
- [0159] **실시예**
- [0160] 다음에, 본 발명의 실시예에 대하여 설명한다. 실시예에서의 조건은, 본 발명의 실시 가능성 및 효과를 확인하기 위해 채용한 일 조건에이며, 본 발명은 이 일 조건에 한정되는 것은 아니다. 본 발명은 본 발명의 요지를 이탈하지 않고, 본 발명의 목적을 달성하는 한에 있어서, 다양한 조건을 채용할 수 있는 것이다.
- [0161] 표 1에 나타내는 화학 조성을 갖는 강을 실험로에서 용제하여, 두께가 40mm인 슬래브를 제작하였다. 표 1에 나타내는 화학 조성의 잔부는 Fe 및 불순물이다. 표 1 중의 밑줄은, 그 수치가 본 발명의 범위로부터 벗어나 있는 것을 나타낸다. 계속해서, 슬래브의 열간 압연, 물 스프레이를 사용한 냉각, 및 제1 열처리를 행하였다. 물 스프레이를 사용한 냉각에서는, 평균 냉각 속도를 약 30℃/초로 하였다. 열간 압연의 완료 온도, 열간 압연 후의 두께(열연 강관의 두께), 냉각 정지 온도를 표 2 내지 표 3에 나타낸다. 제1 열처리에서는, 열연 강관을 노에 장입하고, 노 내에서 냉각 정지 온도로 60분간 유지하고, 노 내에서 20℃/시의 냉각 속도로 100℃ 이하까지 냉각하였다. 냉각 정지 온도는 권취 온도를 상정한 것이며, 제1 열처리는 열연 강관의 권취 시의 열 이력을

모의하고 있다. 제1 열 처리 후에는, 산세에 의해 스케일을 제거하고, 냉간 압연을 행하였다. 냉간 압연 후의 두께(냉연 강판의 두께)를 표 2 내지 표 3에 나타낸다.

[0162]

그 후, 냉연 강판으로부터 열처리용의 시험재를 채취하고, 가열, 어닐링, 제1 냉각, 제2 냉각, 용융 아연 도금 처리를 모의한 제2 열처리, 제3 냉각 및 템퍼링을 행하였다. 일부의 시험재에 대해서는, 제2 열처리와 제3 냉각 사이에, 합금화 처리를 모의한 제3 열처리를 행하였다. 시험재의 가열 시의 100℃로부터 720℃까지의 평균 가열 속도를 표 2 내지 표 3에 나타낸다. 어닐링에서는, 시험재를 표 2 내지 표 3에 나타내는 온도로 표 2 내지 표 3에 나타내는 시간 유지하였다. 이때의 분위기의 노점 및 수소 농도를 표 2 내지 표 3에 나타낸다. 제1 냉각 시의 720℃로부터 650℃까지의 평균 냉각 속도, 및 제2 냉각 시의 650℃로부터 500℃까지의 평균 냉각 속도를 표 4 내지 표 5에 나타낸다. 제2 냉각과 제2 열처리 사이에는, 표 4 내지 표 5에 나타내는 시간만큼 시험재를 460℃ 내지 500℃로 유지하고, 제2 열처리에서는 460℃로 3초간 유지하고, 제3 열처리에서는 510℃로 3초간 유지하였다. 제3 냉각 시의 냉각 정지 온도 및 제3 열처리를 행한 시험재에 대해서는 제3 열처리의 온도로부터, 제3 열처리를 행하지 않은 시험재에 대해서는 제2 열처리의 온도로부터 냉각 정지 온도까지의 평균 냉각 속도를 표 4 내지 표 5에 나타낸다. 템퍼링의 최고 도달 온도 및 그것으로 유지한 시간을 표 4 내지 표 5에 나타낸다. 최고 도달 온도까지의 승온 속도는 20℃/초로 하였다. 표 2 내지 표 5 중의 밑줄은, 그 수치가 바람직한 범위로부터 벗어나 있는 것을 나타낸다.

표 1

강의 기호	화학 조성(질량%)							기타
	C	Si	Mn	P	S	sol.Al	N	
A	0.235	1.46	2.12	0.005	0.0008	0.046	0.0022	
B	0.211	<u>0.21</u>	2.26	0.006	0.0011	0.045	0.0024	
C	0.188	1.82	2.53	0.005	0.0012	0.046	0.0034	
D	0.175	1.24	<u>0.82</u>	0.005	0.0012	0.047	0.0036	Mo: 0.5
E	0.191	1.61	2.88	0.005	0.0011	0.045	0.0033	Ti: 0.012
F	0.183	1.37	2.85	0.006	0.0009	0.048	0.0027	Nb: 0.018
G	0.202	1.50	2.54	0.005	0.0008	0.046	0.0035	Ti: 0.025, B: 0.0019
H	0.227	1.32	2.06	0.004	0.0008	0.045	0.0026	Cu: 0.28, Ni: 0.16
I	0.177	1.63	2.51	0.006	0.0008	0.047	0.0038	Mo: 0.17, B: 0.0015
J	0.182	1.65	2.70	0.005	0.0012	0.048	0.0031	Cr: 0.32, Mo: 0.08
K	0.183	1.52	2.54	0.005	0.0011	0.047	0.0026	Ca: 0.0008, Mg: 0.0007
L	0.186	1.60	2.97	0.006	0.0012	0.046	0.0029	Bi: 0.0030, REM: 0.0005
M	0.220	1.47	2.03	0.004	0.0011	0.045	0.0032	Ti: 0.047
N	0.299	1.64	3.07	0.004	0.0009	0.049	0.0025	Cr: 0.55
O	0.297	1.67	2.55	0.004	0.0008	0.048	0.0023	
P	0.365	1.83	2.76	0.004	0.0008	0.047	0.0023	
Q	<u>0.024</u>	1.65	4.33	0.005	0.0008	0.043	0.0029	
R	0.180	1.31	2.23	0.013	0.0006	0.021	0.0046	
S	0.070	1.01	2.04	0.004	0.0006	0.023	0.0036	
T	0.062	0.65	1.57	0.005	0.0011	0.034	0.0036	
U	0.140	1.88	1.60	0.012	0.0007	0.036	0.0041	
V	0.081	1.16	2.83	0.011	0.0044	0.020	0.0019	
W	0.255	1.79	2.01	0.008	0.0014	0.053	0.0052	Nb: 0.015
X	0.113	1.09	1.17	0.014	0.0059	0.069	0.0033	Ni: 1.13
Y	0.130	1.38	2.50	0.006	0.0057	0.051	0.0027	W: 0.2500
Z	0.195	<u>0.27</u>	2.72	0.011	0.0037	0.047	0.0027	Ti: 0.081

[0163]

표 2

시료 No.	강의 기호	열간 압연			냉간 압연		가열		어닐링			비고
		열간 강판의 두께(mm)	압연 원료 온도(°C)	권취 온도(°C)	냉간 강판의 두께(mm)	평균 가열 속도(°C/s)	온도(°C)	시간(초)	도침(°C)	수소 농도(계적%)		
1	A	2.5	960	550	1.2	8	820	30	-10	4	발명예	
2	A	2.5	960	550	1.2	8	820	30	-10	4	발명예	
3	A	2.5	960	550	1.2	8	820	30	-10	4	발명예	
4	A	2.5	960	550	1.2	8	820	30	-10	4	발명예	
5	C	2.5	940	600	1.2	8	840	30	-10	4	발명예	
6	C	2.5	940	600	1.2	8	840	30	-10	4	발명예	
7	C	2.5	940	600	1.2	8	840	30	-10	4	발명예	
8	C	2.5	940	600	1.2	8	840	30	-10	4	발명예	
9	E	2.5	940	600	1.2	8	840	30	-10	4	발명예	
10	E	2.5	940	600	1.2	8	840	30	-10	4	발명예	
11	F	2.5	940	600	1.2	8	840	30	-10	4	발명예	
12	G	2.5	950	600	1.2	8	840	30	-10	4	발명예	
13	H	3.0	950	550	1.6	8	820	30	-10	4	발명예	
14	I	2.5	960	550	1.2	8	840	30	-10	4	발명예	
15	J	2.5	940	600	1.2	8	850	30	-10	4	발명예	
16	J	2.5	940	600	1.2	8	850	30	-10	4	발명예	
17	K	3.0	960	600	1.6	8	840	30	-10	4	발명예	
18	L	3.0	940	600	1.6	8	840	30	-10	4	발명예	
19	M	3.0	950	550	1.6	8	820	30	-10	4	발명예	
20	N	2.5	950	640	1.2	8	790	30	-10	4	발명예	
21	N	2.5	950	640	1.2	8	790	30	-10	4	발명예	
22	O	2.5	940	640	1.2	8	780	30	-10	4	발명예	
23	P	2.5	940	640	1.2	8	780	30	-10	4	발명예	
24	P	2.5	940	640	1.2	8	820	30	-10	4	발명예	
25	R	2.5	880	530	1.2	5	860	50	-10	4	발명예	
26	S	2.5	910	520	1.2	8	830	50	-10	4	발명예	

표 3

시료 No.	강의 기호	열간 압연			냉간 압연			야철량		비고	
		열간 강판의 두께(mm)	압연 온도 (°C)	원료면취 온도 (°C)	냉간 강판의 두께(mm)	평균 가열 속도(C/s)	인도 (%)	시간 (초)	노점 (°C)		수소 농도 (%)
27	A	2.5	960	550	1.2	8	820	30	-10	4	비교예
28	A	2.5	960	530	1.2	8	800	30	-10	4	비교예
29	A	2.5	960	550	1.2	8	700	30	-10	4	비교예
30	A	2.5	960	550	1.2	8	820	30	-10	4	비교예
31	A	2.5	960	550	1.2	8	820	30	-10	4	비교예
32	A	2.5	960	550	1.2	8	820	30	-10	4	비교예
33	A	2.5	960	550	1.2	8	820	30	-10	4	비교예
34	B	3.0	900	500	1.6	8	880	30	-10	4	비교예
35	C	2.5	940	600	1.2	8	840	30	-10	4	비교예
36	D	3.0	960	680	1.6	8	840	30	-10	4	비교예
37	E	2.5	940	600	1.2	8	970	30	-10	4	비교예
38	F	2.5	940	600	1.2	8	840	30	-10	4	비교예
39	Q	2.5	940	640	1.2	8	820	30	-10	4	비교예
40	R	2.5	870	580	1.2	8	870	70	-5	3	비교예
41	R	2.5	890	670	1.2	80	849	80	0	2	비교예
42	R	2.5	890	520	1.2	8	880	70	-45	4	비교예
43	R	2.5	890	520	1.2	8	860	3	-20	4	비교예
44	R	2.5	880	530	1.2	8	880	50	-10	4	비교예
45	S	2.5	980	700	1.2	8	800	1000	-10	4	비교예
46	S	2.5	890	520	1.2	0.2	780	50	-10	4	비교예
47	N	2.5	920	570	1.2	8	790	30	-10	4	비교예
48	T	2.5	940	560	1.2	8	880	80	-10	4	비교예
49	U	2.5	90	500	1.2	8	760	80	-10	4	비교예
50	V	2.5	903	670	1.2	5.3	824	30	-10	4	비교예
51	W	2.5	947	660	1.2	5.3	877	30	-10	4	비교예
52	X	2.5	960	640	1.2	5.4	857	30	-10	4	비교예
53	Y	2.5	932	680	1.2	11.4	763	30	-10	4	비교예
54	Z	2.5	950	690	1.2	3.9	883	30	-10	4	비교예

표 4

시료 No.	강의 기호	제1 냉각		제2 냉각		제2 열처리 (용융 이전 도금) 시간 (초)	제3 열처리 (합금화 처리)	제3 냉각		열처리 시간 (분)	비고	
		평균 냉각 속도(°C/s)	평균 냉각 속도(°C/s)	평균 냉각 속도(°C/s)	정지 온도 (°C)			온도 (°C)				
1	A	5	30	30	24	있음	있음	12	실온	190	15	발명예
2	A	5	30	30	24	있음	있음	12	실온	140	1000	발명예
3	A	5	30	30	24	없음	없음	12	실온	190	3	발명예
4	A	5	30	30	78	있음	있음	12	실온	180	60	발명예
5	C	2	4	4	19	있음	있음	14	실온	190	80	발명예
6	C	2	4	4	19	없음	없음	14	실온	190	360	발명예
7	C	2	4	4	19	있음	있음	14	실온	180	250	발명예
8	C	2	4	4	19	있음	있음	14	100	190	200	발명예
9	E	5	30	30	24	있음	있음	12	실온	190	200	발명예
10	E	5	30	30	24	있음	있음	12	실온	150	100	발명예
11	F	2	4	4	19	있음	있음	14	실온	190	1.5	발명예
12	G	2	4	4	19	있음	있음	14	실온	170	24	발명예
13	H	5	30	30	24	없음	없음	14	실온	190	100	발명예
14	I	5	30	30	24	있음	있음	12	실온	160	300	발명예
15	J	2	4	4	19	있음	있음	14	실온	150	200	발명예
16	J	10	10	10	14	없음	없음	14	실온	160	400	발명예
17	K	2	4	4	19	있음	있음	14	실온	190	200	발명예
18	L	2	4	4	19	있음	있음	14	실온	190	30	발명예
19	M	5	30	30	24	있음	있음	12	실온	190	50	발명예
20	N	2	4	4	19	있음	있음	14	실온	180	180	발명예
21	N	2	4	4	19	없음	없음	14	실온	180	60	발명예
22	O	2	4	4	19	있음	있음	14	실온	190	300	발명예
23	P	2	4	4	19	있음	있음	14	실온	180	200	발명예
24	P	2	4	4	19	있음	있음	14	100	190	40	발명예
25	R	5	30	30	20	있음	있음	12	실온	130	800	발명예
26	S	5	30	30	20	있음	있음	12	실온	120	900	발명예

표 5

시료 No.	강의 기호	제1 냉각 평균 냉각 속도(C/°s)	제2 냉각 평균 냉각 속도(C/°s)	제2 열처리 (응용 시간 (초))	제3 열처리 (합금화 처리)	제3 냉각 평균 냉각 속도(C/°s)	제3 냉각 장기 온도 (°C) (초)	템퍼링 시간 (분)	비고	
27	A	5	30	24	있음	12	실온	80	100	비교예
28	A	5	30	24	있음	12	실온	520	1000	비교예
29	A	5 ¹⁾	30	24	있음	12	실온	180	30	비교예
30	A	0.2	30	12	있음	12	실온	180	60	비교예
31	A	5	1	24	있음	12	실온	180	100	비교예
32	A	5	30	24	있음	1	실온	170	80	비교예
33	A	5	30	24	있음	12	실온	생략	생략	비교예
34	B	2	4	19	있음	14	실온	180	100	비교예
35	C	2	4	19	있음	14	실온	생략	생략	비교예
36	D	2	4	19	있음	14	실온	190	200	비교예
37	E	5	30	24	있음	12	실온	190	600	비교예
38	F	2	4	19	있음	14	실온	220	600	비교예
39	G	2	4	19	있음	14	실온	180	100	비교예
40	R	5	30	20	있음	12	실온	생략	생략	비교예
41	R	5	30	20	있음	12	실온	190	360	비교예
42	R	5	30	20	있음	12	실온	170	200	비교예
43	R	5	30	20	있음	12	실온	180	200	비교예
44	R	20	30	3	없음	20	실온	190	240	비교예
45	S	5	30	20	있음	12	실온	180	100	비교예
46	S	5	30	20	있음	12	실온	190	80	비교예
47	N	2	4	19	있음	14	실온	90	180	비교예
48	T	2	30	20	없음	14	실온	210	200	비교예
49	U	2	30	15	없음	없음	실온	140	0.2	비교예
50	V	4.3	13.5	24	있음	4.1	실온	290	500	비교예
51	W	3.7	12.8	24	있음	3.5	실온	410	500	비교예
52	X	3.4	6.2	24	있음	53.8	실온	250	500	비교예
53	Y	6.2	19	24	없음	1.5	실온	330	500	비교예
54	Z	2.5	118.7	24	있음	42.3	실온	340	500	비교예

*1 참조값(냉각 계시 온도가 700°C)

[0167]

그리고, 각 시험체의 조직을 관찰하고, 각 시험체의 인장 시험 및 굽힘 시험을 행하였다.

[0168]

마르텐사이트가 템퍼링되어 있는지 여부는 중요하고, 이 판별에서는, 시험체의 단면을 나이탈 부식시켜, 주사형 전자 현미경(scanning electron microscope : SEM) 관찰을 행하였다. 그리고, 탄화물이 존재하는 시험체에서는 마르텐사이트가 템퍼링되어 있고, 탄화물이 존재하지 않는 시험체에서는 마르텐사이트가 템퍼링되어 있지 않다고 판단하였다.

[0169]

[0170]

모재의 조직 관찰에서는, 압연 방향에 직교하는 단면 및 판폭 방향(압연 방향에 직교하는 방향)에 직교하는 단면의 전자 현미경 관찰 화상의 화상 해석을 행하고, 각 단면에 있어서의 판 두께 1/4 위치에 있어서의 M-A의 체적분율을 측정하였다. 그리고, 그 평균값을 당해 시험체에 있어서의 모재의 M-A의 체적분율로 하였다. 또한, X선 회절에 의해, 상기 2단면에 있어서의 잔류 오스테나이트의 체적분율을 측정하고, 그 평균값을 모재의 잔류 오스테나이트의 체적분율로 하였다. 또한, M-A의 체적분율로부터 잔류 오스테나이트의 체적분율을 감하여 얻어지는 값을 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율로 하였다. 또한, 나노인텐테이션법에 의해 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도를 측정하였다. 이 측정에서는, 형상이 큐브 코너인 압자를 사용하고, 압입 하중을 500 μ N으로 하였다. 이들 결과를 표 6 내지 표 7에 나타낸다. 또한, 모재의 페라이트의 체적분율은, 어느 시료에 있어서도 4.0% 이상이었다.

[0171]

탈탄 페라이트층의 관찰에서는, 시험체의 표면으로부터 1 μ m마다 페라이트의 면적률을 측정하고, 그 측정값이 판 두께 1/4 위치의 모재의 페라이트의 체적분율의 120%인 위치를, 탈탄 페라이트층과 모재의 계면으로 하였다. 그리고, 시험체의 표면으로부터 계면까지의 거리를 그 단면에 있어서의 탈탄 페라이트층의 두께로 하였다. 이와 같은 관찰을, 상기 2단면에 대하여 행하고, 그 평균값을 당해 시험체에 있어서의 탈탄 페라이트층의 두께로 하였다. 또한, 상기 화상 해석에 의해, 페라이트 입경, 및 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율 및 템퍼링 마르텐사이트의 개수 밀도를 산출하였다. 이 산출에 있어서도 상기 2단면의 평균값을 구하였다. 또한, 나노인텐테이션법에 의해 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도를 측정하였다. 이 측정에서는, 형상이 큐브 코너인 압자를 사용하고, 압입 하중을 500 μ N으로 하였다. 이들 결과를 표 6 내지 표 7에 나타낸다. 표 6 내지 표 7 중의 밀줄은, 그 수치가 본 발명의 범위로부터 벗어나 있는 것을 나타낸다.

[0172]

인장 시험에서는, 시험채로부터, 판폭 방향(압연 방향에 직교하는 방향)이 인장 방향이 되도록 JIS5호 인장 시험편을 채취하고, 항복 강도(YS), 인장 강도(TS) 및 전신율(T. El)을 측정하였다. 굽힘 시험에서는, 굽힘 반경이 판 두께의 2배가 되는 90도 V 굽힘 시험을 행하여, 균열이 없고, 10 μ m 이상의 네킹이 없는 것을 「양호」, 그렇지 않은 것을 「불량」으로 판정하였다. 이들 결과를 표 6 내지 표 7에 나타낸다. 표 6 내지 표 7 중의 밑줄은, 그 항목이 바람직한 범위로부터 벗어나 있는 것을 나타낸다.

표 6

시험 No.	강의 두께 (μm)	밀면 페라이트				도재				기계적 특성				비고
		페라이트 (%)	평균 입경 (μm)	밀면 페라이트 (%)	마르헨사이트 (개/μm ²)	밀면 페라이트 (%)	마르헨사이트 (개/μm ²)	YS (MPa)	TS (MPa)	Td (%)	균형성			
1	A 9	66.4	4	11.2	0.081	6.3	13.1	13.8	8.3	640	1055	21.2	양호	발명에
2	A 8	74.2	5	9.3	0.054	5.4	10.2	13.5	7.9	626	1024	23.5	양호	발명에
3	A 9	77.4	6	10.4	0.036	6.5	13.2	13.2	8.4	646	1057	21.7	양호	발명에
4	A 13	68.5	5	10.3	0.052	5.7	12.2	12.6	8.2	617	1029	22.5	양호	발명에
5	C 13	56.8	4	23.0	0.081	5.8	8.3	49.4	8.8	913	1275	14.8	양호	발명에
6	C 9	70.3	6	21.3	0.036	5.4	8.0	49.5	8.5	933	1246	14.3	양호	발명에
7	C 11	69.5	6	16.4	0.036	5.6	6.5	49.0	8.4	921	1291	14.9	양호	발명에
8	C 9	72.5	5	22.1	0.052	5.4	12.4	43.5	8.2	816	1203	16.7	양호	발명에
9	E 11	63.8	5	24.3	0.052	5.3	9.2	54.8	8.5	948	1262	15.2	양호	발명에
10	E 9	72.1	6	8.3	0.036	6.4	10.6	45.5	9.2	774	1412	14.5	양호	발명에
11	F 10	65.6	7	25.1	0.027	6.2	10.3	52.7	8.5	890	1256	15.8	양호	발명에
12	G 10	60.7	5	23.1	0.052	6.2	9.7	56.0	8.7	913	1228	16.4	양호	발명에
13	H 11	74.1	6	10.3	0.036	6.1	13.3	14.9	7.9	645	1046	24.2	양호	발명에
14	I 9	64.7	3	22.8	0.144	5.9	8.7	49.0	8.5	891	1238	15.8	양호	발명에
15	J 11	60.3	8	23.5	0.020	6.3	11.1	60.2	8.6	1012	1336	15.2	양호	발명에
16	J 12	54.2	5	30.9	0.052	6.1	11.9	65.4	8.7	1033	1343	14.5	양호	발명에
17	K 8	60.1	8	22.4	0.020	5.9	8.1	65.1	7.9	875	1219	16.1	양호	발명에
18	L 11	61.3	4	22.7	0.081	6.4	8.8	54.3	8.6	884	1273	15.4	양호	발명에
19	M 14	70.5	7	10.7	0.027	5.8	12.9	13.8	7.8	629	1043	23.2	양호	발명에
20	N 9	57.5	8	24.5	0.020	5.6	14.7	57.2	9.3	1143	1548	14.8	양호	발명에
21	N 10	52.4	3	18.3	0.144	6.1	16.7	57.4	8.3	1120	1486	14.4	양호	발명에
22	O 10	68.1	5	23.7	0.052	5.8	15.5	55.8	8.7	1150	1481	15.1	양호	발명에
23	P 8	55.7	7	22.4	0.027	6.4	16.8	57.0	8.4	1146	1536	15.7	양호	발명에
24	P 10	54.6	8	28.4	0.020	6.2	22.5	55.9	8.5	1072	1532	15.4	양호	발명에
25	R 12	84.3	8	4.2	0.020	5.3	11.2	5.3	7.5	650	1091	20.7	양호	발명에
26	S 13	77.9	12	12.0	0.016	6.3	5.4	8.3	8.2	531	846	34.1	양호	발명에

[0173]

표 7

시료 No.	강의 기호	두께 (mm)	탈탄 페라이트층				잔류 오스테나이트		모재			기계적 특성				비고
			체적분율 (%)	평균 입경 (μm)	체적분율 (%)	개수 밀도 (개/mm ²)	페라이트 평균 정도 (GPa)	오스테나이트 체적분율 (%)	체적분율 (%)	평균 정도 (GPa)	YS (MPa)	TS (MPa)	T/EI (%)	굴림성		
27	A	9	64.5	6	7.2	없음	9.5 ^{*1}	15.0	4.3	없음	10.2 ^{*2}	514	1103	14.8	불량	비교예
28	A	10	69.0	6	7.2	없음	없음	없음	13.7	없음	4.3	672	776	11.2	양호	비교예
29	A	9	94.2	7	없음	없음	없음	없음	없음	없음	없음	472	791	11.7	불량	비교예
30	A	11	84.4	4	0.8	0.023	6.3	12.5	15.2	8.2	8.2	691	1142	14.6	불량	비교예
31	A	12	80.2	6	3.2	0.036	6.1	4.3	3.9	8.4	8.0	450	971	11.0	양호	비교예
32	A	10	76.5	8	6.1	0.019	5.4	4.6	10.5	8.0	506	1006	11.6	양호	비교예	
33	A	11	69.9	6	없음	없음	9.8 ^{*1}	15.3	없음	10.3 ^{*2}	503	1125	14.2	불량	비교예	
34	B	12	82.4	8	11.1	0.023	6.4	1.0	82.1	7.6	753	1035	10.9	양호	비교예	
35	C	10	71.5	6	없음	없음	8.9 ^{*1}	9.4	없음	10.2 ^{*2}	695	1391	11.8	불량	비교예	
36	D	19	80.9	9	0.6	0.015	7.4	6.6	15.1	8.2	842	1025	14.7	불량	비교예	
37	E	17	66.3	8	1.5	0.004	6.4	10.6	43.9	9.7	758	1402	13.0	불량	비교예	
38	F	9	60.6	6	22.4	0.036	4.3	4.8	52.9	4.6	651	1175	11.2	양호	비교예	
39	Q	9	62.8	4	24.5	0.081	5.6	9.4	44.3	6.5	509	721	22.9	양호	비교예	
40	R	9	64.1	10	없음	없음	10.3 ^{*1}	10.3	없음	10.4 ^{*2}	516	1139	16.2	불량	비교예	
41	R	45	80.5	24	1.6	0.002	6.2	9.7	4.6	8.1	754	1145	16.5	불량	비교예	
42	R	Q	없음	없음	없음	없음	11.4	11.4	4.8	8.4	725	1132	17.8	불량	비교예	
43	R	Q	없음	없음	없음	없음	10.3	10.3	5.2	8.2	695	1073	16.4	불량	비교예	
44	R	8	68.2	11	3.6	0.015	6.5	3.7	6.4	7.9	883	1082	11.2	양호	비교예	
45	S	220	73.1	18	25.6	0.021	6.2	6.1	32.4	6.8	575	772	23.2	양호	비교예	
46	S	13	80.7	12	3.4	0.004	6.1	5.3	8.3	7.1	626	784	33.2	불량	비교예	
47	N	13	63.2	8	22.3	0.020	6.4	14.7	59.4	9.7	895	1572	13.5	불량	비교예	
48	T	15	48.8	6	43.2	0.025	3.8	5.2	64.3	4.2	702	775	13.6	양호	비교예	
49	U	14	67.4	8	13.5	0.021	6.7	6.3	14.2	10.8	465	825	25.2	불량	비교예	
50	V	9	80.2	6	3.8	0.032	4.2	9	5.2	4.7	712	796	11.3	양호	비교예	
51	W	10	63.4	5	24.3	0.042	6.3	1	37.6	6.5	1053	1162	10.4	양호	비교예	
52	X	9	68.5	7	11.6	0.022	4.5	2	10.4	4.9	723	953	10.8	양호	비교예	
53	Y	8	67.1	6	14.7	0.027	4.8	1	22.8	5.6	1027	1123	9.6	양호	비교예	
54	Z	9	73.1	5	8.5	0.039	5.3	0	7.6	5.7	905	952	10.1	양호	비교예	

*1 참고값(포레스시 마르텐사이트의 정도)
*2 참고값(포레스시 마르텐사이트의 정도)

[0174]

[0175]

[0176]

[0177]

[0178]

[0179]

[0180]

[0181]

[0182]

표 6 내지 표 7에 나타내는 바와 같이, 본 발명 범위 내에 있는 시료 No.1 내지 No.26에서는, 780MPa 이상으로 높은 인장 강도, 12% 이상으로 양호한 신율, 및 양호한 굽힘성이 얻어졌다.

시료 No.27에서는, 템퍼링의 온도가 너무 낮았기 때문에, 탈탄 페라이트층 중의 마르텐사이트가 템퍼링되지 않았다. 이 때문에, 탈탄 페라이트층 중의 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율 및 개수 밀도가 부족하여, 굽힘성이 불량이었다.

시료 No.28에서는, 템퍼링의 온도가 너무 높았기 때문에, 오스테나이트가 분해되었다. 이 때문에, 모재 중의 잔류 오스테나이트의 체적분율이 부족하여, 신율 및 인장 강도가 낮았다.

시료 No.29에서는, 어닐링 온도가 너무 낮았기 때문에, 잔류 오스테나이트가 얻어지지 않았다. 이 때문에, 모재 중의 잔류 오스테나이트의 체적분율이 부족하여, 신율이 낮았다.

시료 No.30에서는, 제1 냉각 시의 평균 냉각 속도가 너무 낮았기 때문에, 마르텐사이트가 충분히 생성되지 않았다. 이 때문에, 탈탄 페라이트층 중의 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율이 부족하여, 굽힘성이 불량이었다.

시료 No.31에서는, 제2 냉각 시의 평균 냉각 속도가 너무 낮았기 때문에, 펄라이트가 생성되어, 오스테나이트의 생성이 억제되었다. 이 때문에, 모재 중의 잔류 오스테나이트의 체적분율이 부족하여, 신율이 낮았다.

시료 No.32에서는, 제3 냉각 시의 평균 냉각 속도가 너무 낮았기 때문에, 오스테나이트가 분해되었다. 이 때문에, 모재 중의 잔류 오스테나이트의 체적분율이 부족하여, 신율이 낮았다.

시료 No.33, No.35 및 No.40에서는, 템퍼링을 생략하였기 때문에, 탈탄 페라이트층 중의 마르텐사이트가 템퍼링

되지 않았다. 이 때문에, 탈탄 페라이트층 중의 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율이 부족하여, 굽힘성이 불량이었다.

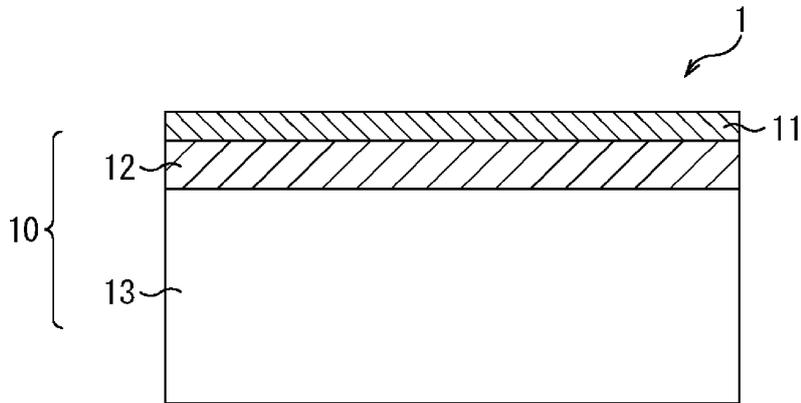
- [0183] 시료 No.34에서는, Si 함유량이 너무 낮았기 때문에, 모재 중의 잔류 오스테나이트의 체적분율이 부족하여, 신율이 낮았다.
- [0184] 시료 No.36에서는, Mn 함유량이 너무 낮았기 때문에, 탈탄 페라이트층 중의 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율이 부족하여, 굽힘성이 불량이었다.
- [0185] 시료 No.37에서는, 어닐링 온도가 너무 높았기 때문에, 탈탄 페라이트층 중의 템퍼링 마르텐사이트가 충분히 미세화되지 않았다. 이 때문에, 탈탄 페라이트층 중의 템퍼링 마르텐사이트의 개수 밀도가 부족하여, 굽힘성이 불량이었다.
- [0186] 시료 No.38에서는, 템퍼링의 온도가 너무 높았기 때문에, 오스테나이트가 분해되었다. 이 때문에, 모재 중의 잔류 오스테나이트의 체적분율이 부족하여, 신율이 낮았다.
- [0187] 시료 No.39에서는, C 함유량이 너무 낮았기 때문에, 인장 강도가 낮았다.
- [0188] 시료 No.41에서는, 가열의 평균 가열 속도가 너무 높았기 때문에, 탈탄 페라이트층 중의 페라이트가 조대해지고, 또한 템퍼링 마르텐사이트가 충분히 분산되지 않았다. 이 때문에, 탈탄 페라이트층 중의 페라이트의 평균 입경이 과잉이 되어, 템퍼링 마르텐사이트의 개수 밀도가 부족하여, 굽힘성이 불량이었다.
- [0189] 시료 No.42에서는, 어닐링 분위기의 노점이 너무 낮았기 때문에, 탈탄 페라이트층이 생성되지 않았다. 이 때문에, 탈탄 페라이트층의 두께가 부족하여, 굽힘성이 불량이었다.
- [0190] 시료 No.43에서는, 어닐링 시간이 너무 짧았기 때문에, 탈탄 페라이트층이 생성되지 않았다. 이 때문에, 탈탄 페라이트층의 두께가 부족하여, 굽힘성이 불량이었다.
- [0191] 시료 No.44에서는, 제1 냉각 시의 평균 냉각 속도가 너무 높았기 때문에, 잔류 오스테나이트가 충분히 생성되지 않았다. 이 때문에, 모재 중의 잔류 오스테나이트의 체적분율이 부족하여, 신율이 낮았다.
- [0192] 시료 No.45에서는, 어닐링 시간이 너무 길었기 때문에, 탈탄 페라이트층이 과도하게 성장하였다. 이 때문에, 탈탄 페라이트층의 두께가 과잉이 되어, 인장 강도가 낮았다.
- [0193] 시료 No.46에서는, 가열 시의 평균 가열 속도가 너무 낮았기 때문에, 탈탄 페라이트층에 템퍼링 마르텐사이트가 분산되지 않았다. 이 때문에, 탈탄 페라이트층 중의 템퍼링 마르텐사이트의 체적분율 및 개수 밀도가 부족하여, 인장 강도가 낮고, 굽힘성이 불량이었다.
- [0194] 시료 No.47에서는, 템퍼링의 온도가 너무 낮았기 때문에, 탈탄 페라이트층 중의 마르텐사이트가 충분히 템퍼링되지 않았다. 이 때문에, 탈탄 페라이트층 중의 템퍼링 마르텐사이트의 경도가 과잉이 되어, 굽힘성이 불량이었다.
- [0195] 시료 No.48에서는, 템퍼링의 온도가 너무 높았기 때문에, 모재 중의 마르텐사이트가 과도하게 템퍼링되었다. 이 때문에, 굽힘성은 양호하지만, 모재 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도가 부족하여, 인장 강도가 낮았다.
- [0196] 시료 No.49에서는, 템퍼링의 시간이 너무 짧았기 때문에, 모재 중의 마르텐사이트가 충분히 템퍼링되지 않았다. 이 때문에, 모재 중의 템퍼링 마르텐사이트의 평균 경도가 과잉이 되어, 굽힘성이 불량이었다.
- [0197] 시료 No.50 내지 No.54에서는, 템퍼링의 온도가 너무 높았기 때문에, 오스테나이트가 분해되었다. 이 때문에, 모재 중의 잔류 오스테나이트의 체적분율이 부족하여, 신율이 낮았다.

산업상 이용가능성

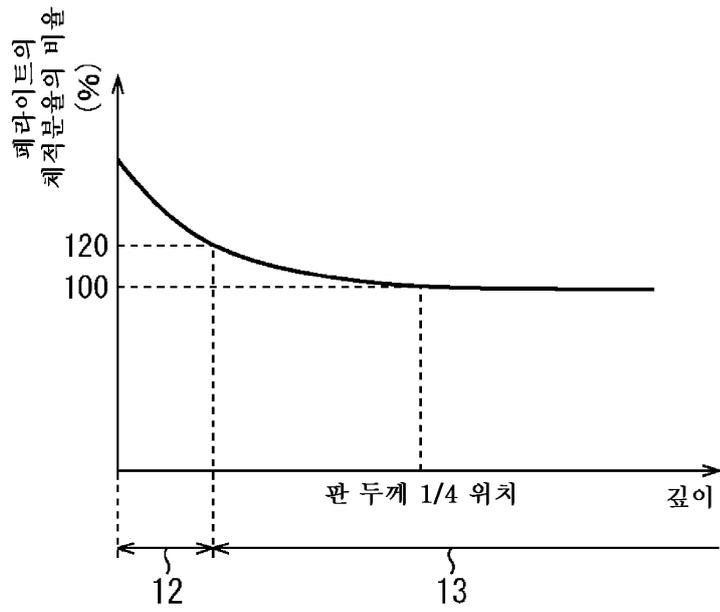
- [0198] 본 발명은 예를 들어 자동차 부품에 적합한 도금 강관에 관련되는 산업에 이용할 수 있다.

도면

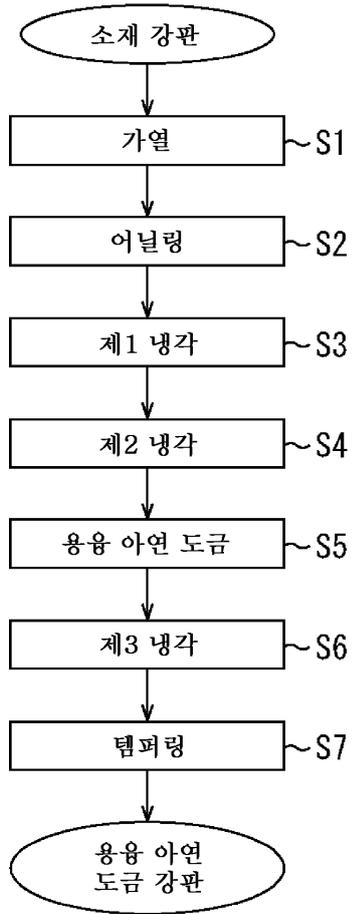
도면1



도면2



도면3



도면4

