

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)****(11) 공개번호** 10-2025-0050973  
**(43) 공개일자** 2025년04월15일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C22C 38/04 (2006.01) C21D 8/02 (2006.01)  
C21D 9/46 (2006.01) C22C 38/02 (2006.01)  
C23C 2/06 (2006.01) C25D 3/22 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
C22C 38/04 (2013.01)  
C21D 8/0226 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2025-7009391  
(22) 출원일자(국제) 2023년09월21일  
심사청구일자 2025년03월21일  
(85) 번역문제출일자 2025년03월21일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/034300  
(87) 국제공개번호 WO 2024/070890  
국제공개일자 2024년04월04일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2022-157398 2022년09월30일 일본(JP)
- (71) 출원인  
제이에프이 스틸 가부시카이가이샤  
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방  
3고
- (72) 발명자  
아사카와 다이요  
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방  
3고 제이에프이 스틸 가부시카이가이샤 지테크자이  
산부 나이  
기무라 히데유키  
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방  
3고 제이에프이 스틸 가부시카이가이샤 지테크자이  
산부 나이  
요시오카 심페이  
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방  
3고 제이에프이 스틸 가부시카이가이샤 지테크자이  
산부 나이
- (74) 대리인  
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 9 항

**(54) 발명의 명칭 강판, 부재 및 그것들의 제조 방법****(57) 요약**

고강도이고, 우수한 연성 및 구멍 확대성을 갖고, 코일 길이 방향의 기계적 특성의 안정성이 우수한 강판 및 그 제조 방법을 제공한다.

질량% 로, C : 0.08 ~ 0.35 %, Si : 0.4 ~ 3.0 %, Mn : 1.5 ~ 3.5 %, P : 0.02 % 이하, S : 0.01 % 이하, sol. Al : 1.0 % 이하, N : 0.015 % 이하를 함유하고, 잔부는 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 성분 조성을 갖고, 페라이트의 면적률 : 5 % 이하 (0 % 를 포함한다) 이고, 템퍼드 마텐자이트와 하부 베이나이트의 합계의 면적률 : 70 % 이상이고, 잔류 오스테나이트의 체적률 : 5 ~ 15 % 이고, 프레스 마텐자이트의 면적률 : 10 % 이하 (0 % 를 포함한다) 인 강 조직을 갖고, 코일 길이 방향의 인장 강도 (TS) 의 표준 편차가 30 MPa 이하인, 강판.

(52) CPC특허분류

*C21D 8/0236* (2013.01)

*C21D 8/0263* (2013.01)

*C21D 8/0273* (2013.01)

*C21D 9/46* (2013.01)

*C22C 38/02* (2013.01)

*C23C 2/06* (2013.01)

*C25D 3/22* (2013.01)

*C21D 2211/001* (2013.01)

*C21D 2211/005* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

질량% 로,

C : 0.08 ~ 0.35 %,

Si : 0.4 ~ 3.0 %,

Mn : 1.5 ~ 3.5 %,

P : 0.02 % 이하,

S : 0.01 % 이하,

sol. Al : 1.0 % 이하,

N : 0.015 % 이하를 함유하고,

잔부는 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 성분 조성을 갖고,

페라이트의 면적률 : 5 % 이하 (0 % 를 포함한다) 이고,

템퍼드 마텐자이트와 하부 베이나이트의 합계의 면적률 : 70 % 이상이고,

잔류 오스테나이트의 체적률 : 5 ~ 15 % 이고,

프레스 마텐자이트의 면적률 : 10 % 이하 (0 % 를 포함한다) 인 강 조직을 갖고,

코일 길이 방향의 인장 강도의 표준 편차가 30 MPa 이하인, 강판.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 성분 조성으로서, 질량% 로,

B : 0.01 % 이하,

Ti : 0.1 % 이하,

Cu : 1 % 이하,

Ni : 1 % 이하,

Cr : 1.5 % 이하,

Mo : 1.0 % 이하,

V : 0.5 % 이하,

Nb : 0.1 % 이하,

Zr : 0.2 % 이하 및

W : 0.2 % 이하

중에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상을 함유하는, 강판.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 성분 조성으로서, 질량% 로,

Ca : 0.0040 % 이하,  
 Ce : 0.0040 % 이하,  
 La : 0.0040 % 이하,  
 Mg : 0.0040 % 이하,  
 Sb : 0.1 % 이하 및  
 Sn : 0.1 % 이하

중에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상을 함유하는, 강판.

#### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,  
 강판 표면에 도금층을 갖는, 강판.

#### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 기재된 강판을 사용하여 이루어지는 부재.

#### 청구항 6

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 기재된 성분 조성을 갖는 강 슬래브를,  
 1100 °C 이상의 슬래브 가열 온도에서 1800 s 이상 유지한 후,  
 850 °C 이상의 마무리 압연 온도에서 마무리 열간 압연을 실시하고,  
 상기 마무리 압연 온도에서부터 650 °C 까지의 온도역을 40 °C/s 이상의 평균 냉각 속도로 냉각시키고,  
 600 °C 이하의 권취 온도에서 권취함으로써 열연 강판으로 하는 열간 압연 공정과,  
 상기 열연 강판을,  
 30 % 이상의 압연율로 냉간 압연하여 냉연 강판으로 하는 냉간 압연 공정과,  
 상기 냉연 강판을,  
 700 °C 에서부터 ( $A_{c3} - 10$  °C) 까지의 온도역을 0.5 °C/s 이상인 평균 가열 속도 HR1 로 가열한 후,  
 ( $A_{c3} - 10$  °C) 이상의 어닐링 온도에서 30 s 이상 유지하고,  
 상기 어닐링 온도에서부터, ( $M_s - 30$  °C) 이상, ( $M_s + 30$  °C) 이하인 서랭 개시 온도 T1 까지의 온도역을 10 °C/s 이상의 평균 냉각 속도 CR1 로 냉각시키고,  
 상기 서랭 개시 온도 T1 에서부터, ( $M_s - 220$  °C) 이상, ( $M_s - 100$  °C) 이하인 서랭 정지 온도 T2 까지의 온도역을, 1 ~ 10 °C/s 인 평균 냉각 속도 CR2 로 냉각시키고,  
 상기 서랭 정지 온도 T2 에서부터, 300 °C 이상, 450 °C 이하인 재가열 유지 온도 T3 까지의 온도역을, 2 °C/s 이상인 평균 가열 속도 HR2 로 가열하고,  
 상기 재가열 유지 온도 T3 에서, 20 s 이상, 3000 s 이하 유지하고,  
 상기 재가열 유지 온도 T3 에서부터 50 °C 까지의 온도역을, 0.1 °C/s 이상인 평균 냉각 속도 CR3 으로 냉각시키는 어닐링 공정을 포함하는, 강판의 제조 방법.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,  
 상기 어닐링 공정에 있어서, 상기 어닐링 온도에서부터 상기 서랭 개시 온도 T1 까지의 냉각시, 또는 상기 재가열 유지 온도 T3 에서의 재가열 유지시, 용융 도금 처리 또는 합금화 용융 도금 처리를 실시하는, 강판의 제조

방법.

**청구항 8**

제 6 항에 있어서,

상기 어닐링 공정 후, 전기 도금 처리를 실시하는, 강관의 제조 방법.

**청구항 9**

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 기재된 강관에, 성형 가공, 접합 가공 중 적어도 일방을 실시하여 부재로 하는 공정을 포함하는, 부재의 제조 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은, 자동차, 가전 등의 각종 용도에 있어서 사용되는 강관, 부재 및 그것들의 제조 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최근, 자동차 차체의 경량화를 목적으로, 자동차 부재의 고강도화가 진행되고 있으며, 자동차의 골격 부품이나 시트 부품에서는, 인장 강도 (TS) 가 1180 MPa 이상인 고강도 강관이 적용되고 있다. 일반적으로, 강관의 연성이나 신장 플랜지 성형성은 고강도화에 수반하여 저하되기 때문에, TS 가 1180 MPa 이상인 강관에서는 프레스 성형시의 균열이 발생하기 쉬워진다.

[0003] TS 가 1180 MPa 이상인 고강도 강관에 있어서, 우수한 프레스 성형성을 얻기 위해서는, 강관 조직을 균일한 템퍼드 마텐자이트로 하고, 구멍 확대성을 향상시키는 것에 추가하여, 잔류 오스테나이트를 미세하게 분산시킴으로써 연성을 향상시키는 것이 중요하다.

[0004] 특허문헌 1 에서는, 질량% 로, C : 0.05 ~ 0.3 %, Si : 0.3 ~ 2.5 %, Mn : 0.5 ~ 3.5 %, P : 0.003 ~ 0.100 %, S : 0.02 % 이하, Al : 0.010 ~ 0.5 % 를 함유하고, 페라이트 : 20 % 이상, 템퍼드 마텐자이트 : 10 ~ 60 %, 마텐자이트 : 0 ~ 10 %, 잔류 오스테나이트 : 3 ~ 15 % 이고, 마텐자이트, 템퍼드 마텐자이트, 잔류 오스테나이트로 이루어지는 저온 변태상의 평균 결정 입경이 3 μm 이하인 강 조직을 갖는 가공성 및 내충격성이 우수한 고강도 냉연 강관이 개시되어 있다. 특허문헌 1 에 기재된 기술에서는, 냉각 과정에서 마텐자이트 변태 개시 온도 (Ms) ~ 마텐자이트 변태 완료 온도 (Mf) 사이의 온도역까지 냉각시키고, 그 후 재가열 유지하여 잔류 γ 를 안정화시키는, 소위, Q & P ; Quenching & Partitioning (퀵칭과 마텐자이트로부터 오스테나이트로의 탄소의 분배) 이라는 프로세스를 이용하고 있다. 최근, 이 프로세스를 이용한, 우수한 연성과 신장 플랜지 성형성을 갖는 고강도 강 및 그 제조 방법의 개발이 진행되고 있다.

[0005] 특허문헌 2 에서는, 질량% 로, C : 0.05 ~ 0.5 %, Si : 0.01 ~ 2.5 %, Mn : 0.5 ~ 3.5 %, P : 0.003 ~ 0.100 %, S : 0.02 % 이하, Al : 0.010 ~ 0.5 % 를 함유하고, 면적률로 0 ~ 10 % 의 페라이트, 0 ~ 10 % 의 마텐자이트, 60 ~ 95 % 의 템퍼드 마텐자이트와, X 선 회절법에 의해 구한 비율로 5 ~ 20 % 의 잔류 오스테나이트를 포함하는 강 조직을 갖고, 인장 강도가 1200 MPa 이상, 구멍 확대율이 50 % 이상인 가공성이 우수한 고강도 강관이 개시되어 있다.

[0006] 특허문헌 3 에서는, 질량% 로, C : 0.10 % ~ 0.73 %, Si : 3.0 % 이하, Mn : 0.5 % ~ 3.0 %, P : 0.1 % 이하, S : 0.07 % 이하, Al : 3.0 % 이하 및 N : 0.010 % 이하를 함유하는 강관을, 오스테나이트 단상역 또는 (오스테나이트 + 페라이트) 2 상역으로 가열 후, 마텐자이트 변태 개시 온도 Ms 를 지표로 하여, Ms 미만, (Ms - 150 °C) 이상의 온도역에 목표로 하는 냉각 정지 온도를 설정하여 냉각시키고, 미변태 오스테나이트의 일부를 마텐자이트 변태시킨 후, 승온시켜 마텐자이트의 템퍼링을 실시하는 것에 의한 고강도 강관의 제조시에, 상기 강관의 판폭 방향에 걸친 최랭 부위를, 목표로 하는 냉각 정지 온도 내지 (냉각 정지 온도 + 15 °C) 의 온도역에, 15 초 이상 100 초 이하의 시간 유지하는, 가공성 및 인장 강도 (TS) 가 우수하고, 또한 기계적 특성의 안정성도 우수한 고강도 강관의 제조 방법이 개시되어 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0007] (특허문헌 0001) 일본 특허공보 제5463685호
- (특허문헌 0002) 일본 특허공보 제5402007호
- (특허문헌 0003) 일본 특허공보 제5333298호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0008] 상기 서술한 종래 기술은 각각 이하의 과제가 있다.
- [0009] 특허문헌 1 에 기재된 기술은, 우수한 강도, 연성 및 구멍 확대성을 얻기 위해, 어닐링 중의 냉각 정지 온도의 제어가 매우 중요한데, 냉각 속도가 빠른 경우에는, 냉각 정지 온도가 불균일하기 쉽고, 코일 길이 방향의 기계적 특성에 편차가 발생하여, 프레스 성형성의 저하를 초래할 가능성이 있다.
- [0010] 또, 특허문헌 2 에 기재된 기술도, 우수한 강도, 연성 및 구멍 확대성을 얻기 위해, 어닐링 중의 냉각 정지 온도의 제어가 매우 중요한데, 냉각 속도가 20 ℃/s 이상으로 빠르기 때문에, 냉각 정지 온도가 불균일하기 쉽고, 코일 길이 방향의 기계적 특성에 편차가 발생하여, 프레스 성형성의 저하를 초래할 가능성이 있다.
- [0011] 또, 특허문헌 3 에 기재된 기술은, 오스테나이트 단상역 또는 (오스테나이트 + 페라이트) 2 상역으로 가열 후, Ms 미만, (Ms - 150 ℃) 이상의 온도역에 목표로 하는 냉각 정지 온도를 설정하여 냉각시키는 고강도 강판의 제조시에, 상기 강판의 판폭 방향에 걸친 최랭 부위를, 목표로 하는 냉각 정지 온도 내지 (냉각 정지 온도 + 15 ℃) 의 온도역에, 15 초 이상 100 초 이하의 시간 유지함으로써, 판폭 방향의 기계적 특성의 안정성이 우수한 고강도 강판을 제공하는 것이지만, 코일 길이 방향의 기계적 특성의 안정성에 대해서는 기재되어 있지 않고, 열연 조직이나 재가열 유지 온도 등의 편차에 의해 코일 길이 방향의 기계적 특성에 편차가 발생하여, 프레스 성형성의 저하를 초래할 가능성이 남아 있다.
- [0012] 본 발명은, 이와 같은 문제를 해결하기 위해 이루어진 것으로서, 고강도이고, 우수한 연성 및 구멍 확대성을 갖고, 코일 길이 방향의 기계적 특성의 안정성이 우수한 강판, 부재 및 그것들의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0013] 본 발명에 있어서, 고강도란, JIS Z2241 (2011) 에 준거하여 평가한 인장 강도 TS 가 1180 MPa 이상인 것을 가리킨다.
- [0014] 우수한 연성이란, JIS Z2241 (2011) 에 준거하여 평가한 전연신 (EL) 이 11.0 % 이상인 것을 가리킨다.
- [0015] 우수한 구멍 확대성이란, 100 mm × 100 mm 의 강판에, 클리어런스를 판두께의 12 % 로 하여 직경 : 10 mm 의 구멍을 타발하고, 내경 : 75 mm 의 다이스를 사용하여, 주름 가압력 : 88.2 kN 으로 누른 상태에서, 60° 원추의 펀치를 구멍에 압입하여 균열 발생 한계에 있어서의 구멍 직경을 측정하고, Df : 균열 발생시의 구멍 직경 (mm), D0 : 초기 구멍 직경 (mm) 으로 하여, 한계 구멍 확대율 λ (%) = {(Df - D0)/D0} × 100 이 40 % 이상인 것을 가리킨다.
- [0016] 코일 길이 방향의 기계적 특성의 안정성이 우수하다는 것은, 압연 방향에 대하여 평행 방향의 JIS 5 호 인장 시험편으로서, 코일 선미단으로부터 10 m 의 위치에서 채취한 시험편을 포함시켜, 코일 길이 방향으로 등간격으로 합계 20 장 채취하고, JIS Z2241 (2011) 에 준거하여 평가한 TS 의 표준 편차가 30 MPa 이하인 것을 가리킨다.

**과제의 해결 수단**

- [0017] 본 발명자들은, 상기 서술한 과제를 해결하기 위해 예의 검토를 거듭하였다. 그 결과, 권취시의 온도 제어에 의해 열연판의 조직을 코일 길이 방향에서 균질화시킴과 함께, 어닐링 공정에 있어서, Ms 점 부근에서부터 냉각 정지 온도까지를 서랭시킴으로써, 코일 길이 방향에 있어서의 냉각 정지 온도의 편차를 저감시킬 수 있고, 그 결과, 기계적 특성의 편차를 대폭 저감 가능한 것을 알아냈다.
- [0018] 보다 구체적으로는, 본 발명은 이하의 것을 제공한다.

- [0019] [1] 질량% 로,
- [0020] C : 0.08 ~ 0.35 %,
- [0021] Si : 0.4 ~ 3.0 %,
- [0022] Mn : 1.5 ~ 3.5 %,
- [0023] P : 0.02 % 이하,
- [0024] S : 0.01 % 이하,
- [0025] sol. Al : 1.0 % 이하,
- [0026] N : 0.015 % 이하를 함유하고,
- [0027] 잔부는 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 성분 조성을 갖고,
- [0028] 페라이트의 면적률 : 5 % 이하 (0 % 를 포함한다) 이고,
- [0029] 템퍼드 마텐자이트와 하부 베이나이트의 합계의 면적률 : 70 % 이상이고,
- [0030] 잔류 오스테나이트의 체적률 : 5 ~ 15 % 이고,
- [0031] 프레스시 마텐자이트의 면적률 : 10 % 이하 (0 % 를 포함한다) 인 강 조직을 갖고,
- [0032] 코일 길이 방향의 인장 강도 TS 의 표준 편차가 30 MPa 이하인, 강판.
- [0033] [2] 상기 성분 조성으로서, 질량% 로,
- [0034] B : 0.01 % 이하,
- [0035] Ti : 0.1 % 이하,
- [0036] Cu : 1 % 이하,
- [0037] Ni : 1 % 이하,
- [0038] Cr : 1.5 % 이하,
- [0039] Mo : 1.0 % 이하,
- [0040] V : 0.5 % 이하,
- [0041] Nb : 0.1 % 이하,
- [0042] Zr : 0.2 % 이하 및
- [0043] W : 0.2 % 이하
- [0044] 중에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상을 함유하는, [1] 에 기재된 강판.
- [0045] [3] 상기 성분 조성으로서, 질량% 로,
- [0046] Ca : 0.0040 % 이하,
- [0047] Ce : 0.0040 % 이하,
- [0048] La : 0.0040 % 이하,
- [0049] Mg : 0.0040 % 이하,
- [0050] Sb : 0.1 % 이하 및
- [0051] Sn : 0.1 % 이하
- [0052] 중에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상을 함유하는, [1] 또는 [2] 에 기재된 강판.
- [0053] [4] 강판 표면에 도금층을 갖는, [1] ~ [3] 중 어느 하나에 기재된 강판.
- [0054] [5] [1] ~ [4] 중 어느 하나에 기재된 강판을 사용하여 이루어지는 부재.

- [0055] [6] [1] ~ [3] 중 어느 하나에 기재된 성분 조성을 갖는 강 슬래브를,
- [0056] 1100 ℃ 이상의 슬래브 가열 온도에서 1800 s 이상 유지한 후,
- [0057] 850 ℃ 이상의 마무리 압연 온도에서 마무리 열간 압연을 실시하고,
- [0058] 상기 마무리 압연 온도에서부터 650 ℃ 까지의 온도역을 40 ℃/s 이상의 평균 냉각 속도로 냉각시키고,
- [0059] 600 ℃ 이하의 권취 온도에서 권취함으로써 열연 강판으로 하는 열간 압연 공정과,
- [0060] 상기 열연 강판을,
- [0061] 30 % 이상의 압연율로 냉간 압연하여 냉연 강판으로 하는 냉간 압연 공정과,
- [0062] 상기 냉연 강판을,
- [0063] 700 ℃ 에서부터 ( $A_{c3} - 10$  ℃) 까지의 온도역을 0.5 ℃/s 이상인 평균 가열 속도 HR1 로 가열한 후,
- [0064] ( $A_{c3} - 10$  ℃) 이상의 어닐링 온도에서 30 s 이상 유지하고,
- [0065] 상기 어닐링 온도에서부터, ( $M_s - 30$  ℃) 이상, ( $M_s + 30$  ℃) 이하인 서랭 개시 온도 T1 까지의 온도역을 10 ℃/s 이상의 평균 냉각 속도 CR1 로 냉각시키고,
- [0066] 상기 서랭 개시 온도 T1 에서부터, ( $M_s - 220$  ℃) 이상, ( $M_s - 100$  ℃) 이하인 서랭 정지 온도 T2 까지의 온도역을, 1 ~ 10 ℃/s 인 평균 냉각 속도 CR2 로 냉각시키고,
- [0067] 상기 서랭 정지 온도 T2 에서부터, 300 ℃ 이상, 450 ℃ 이하인 재가열 유지 온도 T3 까지의 온도역을, 2 ℃/s 이상인 평균 가열 속도 HR2 로 가열하고,
- [0068] 상기 재가열 유지 온도 T3 에서, 20 s 이상, 3000 s 이하 유지하고,
- [0069] 상기 재가열 유지 온도 T3 에서부터 50 ℃ 까지의 온도역을, 0.1 ℃/s 이상인 평균 냉각 속도 CR3 으로 냉각시키는 어닐링 공정을 포함하는, 강판의 제조 방법.
- [0070] [7] 상기 어닐링 공정에 있어서, 상기 어닐링 온도에서부터 상기 서랭 개시 온도 T1 까지의 냉각시, 또는 상기 재가열 유지 온도 T3 에서의 재가열 유지시, 용융 도금 처리 또는 합금화 용융 도금 처리를 실시하는, [6] 에 기재된 강판의 제조 방법.
- [0071] [8] 상기 어닐링 공정 후, 전기 도금 처리를 실시하는, [6] 에 기재된 강판의 제조 방법.
- [0072] [9] [1] ~ [4] 중 어느 하나에 기재된 강판에, 성형 가공, 접합 가공 중 적어도 일방을 실시하여 부재로 하는 공정을 포함하는, 부재의 제조 방법.

### 발명의 효과

- [0073] 본 발명에 의하면, 고강도이고, 우수한 연성 및 구멍 확대성을 갖고, 코일 길이 방향의 기계적 특성의 안정성이 우수한 강판, 부재 및 그것들의 제조 방법을 제공할 수 있다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0074] 이하, 본 발명의 실시형태에 대해 설명한다. 또한, 본 발명은 이하의 실시형태에 한정되지 않는다.
- [0075] 본 발명의 강판은, 질량% 로, C : 0.08 ~ 0.35 %, Si : 0.4 ~ 3.0 %, Mn : 1.5 ~ 3.5 %, P : 0.02 % 이하, S : 0.01 % 이하, sol. Al : 1.0 % 이하, N : 0.015 % 이하를 함유하고, 잔부는 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 성분 조성을 갖고, 페라이트의 면적률 : 5 % 이하 (0 % 를 포함한다) 이고, 템퍼드 마텐자이트와 하부 베이나이트의 합계의 면적률 : 70 % 이상이고, 잔류 오스테나이트의 체적률 : 5 ~ 15 % 이고, 프레스 마텐자이트의 면적률 : 10 % 이하 (0 % 를 포함한다) 인 강 조직을 갖고, 코일 길이 방향의 인장 강도 (TS) 의 표준 편차가 30 MPa 이하이다.
- [0076] 먼저, 본 발명의 강판의 성분 조성에 대해 설명한다.
- [0077] 하기의 성분 조성의 설명에 있어서 성분의 함유량의 단위인 「%」는 「질량%」를 의미한다. 또, 본 발명에서 말하는 고강도란, 인장 강도 TS 가 1180 MPa 이상인 것을 말한다.

- [0078] (C : 0.08 ~ 0.35 %)
- [0079] C 는, 템퍼드 마텐자이트 혹은 하부 베이나이트의 강도를 증가시켜, 1180 MPa 이상의 TS 를 확보하기 위해 함유한다. C 함유량이 0.08 % 미만에서는 템퍼드 마텐자이트 및 하부 베이나이트의 강도가 낮아, 원하는 TS 를 안정적으로 얻을 수 없다. C 함유량이 0.08 % 미만에서는, 원하는 연성을 얻을 수 없다. 따라서, C 함유량은 0.08 % 이상으로 한다. C 함유량은, 바람직하게는 0.10 % 이상이고, 보다 바람직하게는 0.14 % 이상이다.
- [0080] 한편, C 의 과잉 첨가는, 탄화물의 수 밀도의 증가에 의한 구멍 확대성의 저하나, 연성의 저하나, 나아가서는 YS 의 과잉 증가에 의한 부품의 형상 동결성의 열화를 초래한다. 따라서, C 함유량은 0.35 % 이하로 한다. C 함유량은, 바람직하게는 0.30 % 이하이고, 보다 바람직하게는 0.25 % 이하이다.
- [0081] (Si : 0.4 ~ 3.0 %)
- [0082] Si 는, 고용 강화에 의해 강판의 강도를 향상시키고, 또한, 탄화물의 조대 화를 억제함으로써, 템퍼링에 의한 강도의 저하를 억제한다. Si 가 0.4 % 미만에서는, 원하는 TS 가 안정적으로 얻어지지 않기 때문에, Si 함유량은 0.4 % 이상으로 한다. Si 함유량은, 바람직하게는 1.0 % 이상이고, 보다 바람직하게는 1.4 % 이상이다.
- [0083] 한편, Si 의 과잉 첨가는, 화성 처리성이나 도금성의 현저한 저하를 초래한다. 따라서, Si 함유량은 3.0 % 이하로 한다. Si 함유량은, 바람직하게는 2.5 % 이하이고, 보다 바람직하게는 2.0 % 이하이다.
- [0084] (Mn : 1.5 ~ 3.5 %)
- [0085] Mn 은 퀴칭성의 향상에 유효한 원소이다. Mn 함유량이 1.5 % 미만에서는, 페라이트 또는 펄라이트가 과잉으로 생성된다. 그 결과, 템퍼드 마텐자이트 및 하부 베이나이트가 충분히 얻어지지 않는 경우 등에서, 원하는 TS 가 얻어지지 않는다. 또, Mn 함유량이 1.5 % 미만에서는, 원하는 구멍 확대성을 얻을 수 없다. 따라서, Mn 함유량은 1.5 % 이상으로 한다. Mn 함유량은, 바람직하게는 2.0 % 이상이고, 보다 바람직하게는 2.4 % 이상이다.
- [0086] 한편, Mn 을 과잉으로 첨가하면, 조대한 MnS 를 형성하고, 구멍 확대성 및 굽힘성이 대폭 저하된다. 따라서, Mn 함유량은 3.5 % 이하로 한다. Mn 함유량은, 바람직하게는 3.0 % 이하이다.
- [0087] (P : 0.02 % 이하)
- [0088] P 는 강의 강화에 유효한 원소이지만, 과잉 첨가는 스폿 용접성을 현저하게 저하시킨다. 따라서, P 함유량은 0.02 % 이하로 한다. P 함유량은, 바람직하게는 0.01 % 이하이다.
- [0089] P 함유량의 하한은 특별히 규정하지 않지만, 0.002 % 미만으로 하려면 다대한 비용이 필요해지기 때문에, 바람직하게는 0.002 % 이상으로 한다.
- [0090] (S : 0.01 % 이하)
- [0091] S 는, Mn 과 조대한 황화물을 형성하고, 구멍 확대성 및 굽힘성을 저하시킨다. 따라서, S 함유량은 0.01 % 이하로 한다. S 함유량은, 바람직하게는 0.002 % 이하이고, 보다 바람직하게는 0.001 % 이하이다.
- [0092] S 함유량의 하한은 특별히 규정하지 않지만, 0.0002 % 미만으로 하려면 다대한 비용이 필요해지기 때문에, S 함유량은, 바람직하게는 0.0002 % 이상이다.
- [0093] (sol. Al : 1.0 % 이하)
- [0094] Al 은, 제강 공정에서 탈산재로서 첨가되는 원소이다. sol. Al 함유량이 1.0 % 초과인 경우, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 이나 AlN 등의 재래물이 증가하고, 구멍 확대성이나 굽힘성을 저하시킨다. 따라서, sol. Al 함유량은 1.0 % 이하로 한다. sol. Al 함유량은, 바람직하게는 0.2 % 이하이고, 보다 바람직하게는 0.05 % 이하이다.
- [0095] sol. Al 함유량의 하한은 특별히 규정하지 않지만, 충분히 탈산의 효과를 얻기 위해, sol. Al 함유량은, 바람직하게는 0.001 % 이상이다. sol. Al 함유량은, 보다 바람직하게는 0.010 % 이상이고, 더욱 바람직하게는 0.020 % 이상이다.
- [0096] (N : 0.015 % 이하)

- [0097] N 은, 과잉으로 첨가하면 AlN 등의 개재물을 다량으로 생성하고, 구멍 확대성이나 굽힘성을 저하시킨다. 따라서, N 함유량은 0.015 % 이하로 한다. N 함유량은, 바람직하게는 0.008 % 이하이고, 보다 바람직하게는 0.005 % 이하이다.
- [0098] N 함유량의 하한은 특별히 규정하지 않지만, N 을 0.001 % 미만으로 하려면 다대한 비용이 필요하기 때문에, N 함유량은, 바람직하게는 0.001 % 이상이다.
- [0099] 본 발명에 있어서의 강관의 성분 조성은, 상기 성분을 기본 성분으로서 함유하고, 이 성분 조성 이외의 잔부는 철 (Fe) 및 불가피적 불순물을 포함한다. 본 발명의 강관에 있어서, 잔부는 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 성분 조성을 갖는 것이 바람직하다.
- [0100] 불가피적 불순물로서, Zn, Co 등을 들 수 있고, 본 발명에 있어서, 이들 원소를 통상적인 강 조성의 범위 내에서 함유해도, 그 효과는 저해되지 않는다.
- [0101] 또, 이들 기본 성분에 추가하여, 상기 철 (Fe) 및 불가피적 불순물의 일부 대신에, 필요에 따라 B, Ti, Cu, Ni, Cr, Mo, V, Nb, Zr, W 중에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상을 첨가할 수 있다. 또한, 필요에 따라 Ca, Ce, La, Mg, Sb, Sn 중에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상을 첨가할 수 있다.
- [0102] 구체적으로는, 본 발명의 강관의 성분 조성은, 이하의 (A) 및/또는 (B) 를 임의 원소로서 적절히 함유할 수 있다.
- [0103] (A) 질량% 로, B : 0.01 % 이하, Ti : 0.1 % 이하, Cu : 1 % 이하, Ni : 1 % 이하, Cr : 1.5 % 이하, Mo : 1.0 % 이하, V : 0.5 % 이하, Nb : 0.1 % 이하, Zr : 0.2 % 이하 및 W : 0.2 % 이하 중에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상
- [0104] (B) 질량% 로, Ca : 0.0040 % 이하, Ce : 0.0040 % 이하, La : 0.0040 % 이하, Mg : 0.0040 % 이하, Sb : 0.1 % 이하 및 Sn : 0.1 % 이하 중에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상
- [0105] ([A 균] B : 0.01 % 이하, Ti : 0.1 % 이하, Cu : 1 % 이하, Ni : 1 % 이하, Cr : 1.5 % 이하, Mo : 1.0 % 이하, V : 0.5 % 이하, Nb : 0.1 % 이하, Zr : 0.2 % 이하, W : 0.2 % 이하)
- [0106] 이들 원소는 결정립 미세화, 석출 강화에 의해 원하는 TS 를 안정적으로 얻는 것을 목적으로 첨가해도 된다. 한편, 과도하게 첨가한 경우, 조대한 석출물을 생성하고, 구멍 확대성, 굽힘성을 열화시키기 때문에, B 를 함유하는 경우, B 함유량은 0.01 % 이하로 하고, Ti 를 함유하는 경우, Ti 함유량은 0.1 % 이하로 하고, Cu 를 함유하는 경우, Cu 함유량은 1 % 이하로 하고, Ni 를 함유하는 경우, Ni 함유량은 1 % 이하로 하고, Cr 을 함유하는 경우, Cr 함유량은 1.5 % 이하로 하고, Mo 를 함유하는 경우, Mo 함유량은 1.0 % 이하로 하고, V 를 함유하는 경우, V 함유량은 0.5 % 이하, Nb 를 함유하는 경우, Nb 함유량은 0.1 % 이하로 하고, Zr 을 함유하는 경우, Zr 함유량은 0.2 % 이하로 하고, W 를 함유하는 경우, W 함유량은 0.2 % 이하로 한다.
- [0107] B 함유량은, 바람직하게는 0.0050 % 이하이고, 보다 바람직하게는 0.0030 % 이하이다. 또, B 함유량은, 바람직하게는 0.0003 % 이상이다.
- [0108] Ti 함유량은, 바람직하게는 0.080 % 이하이고, 보다 바람직하게는 0.050 % 이하이다. 또, Ti 함유량은, 바람직하게는 0.001 % 이상이다. Ti 함유량은, 보다 바람직하게는 0.010 % 이상이다.
- [0109] Cu 함유량은, 바람직하게는 0.50 % 이하이고, 보다 바람직하게는 0.20 % 이하이다. 또, Cu 함유량은, 바람직하게는 0.001 % 이상이다. Cu 함유량은, 보다 바람직하게는 0.030 % 이상이다.
- [0110] Ni 함유량은, 바람직하게는 0.50 % 이하이고, 보다 바람직하게는 0.20 % 이하이다. 또, Ni 함유량은, 바람직하게는 0.001 % 이상이다. Ni 함유량은, 보다 바람직하게는 0.030 % 이상이다.
- [0111] Cr 함유량은, 바람직하게는 1.2 % 이하이고, 보다 바람직하게는 1.0 % 이하이다. 또, Cr 함유량은, 바람직하게는 0.001 % 이상이다. Cr 함유량은, 보다 바람직하게는 0.100 % 이상이다.
- [0112] Mo 함유량은, 바람직하게는 0.50 % 이하이고, 보다 바람직하게는 0.20 % 이하이다. Mo 함유량은, 더욱 바람직하게는 0.10 % 이하이다. 또, Mo 함유량은, 바람직하게는 0.001 % 이상이다. Mo 함유량은, 보다 바람직하게는 0.010 % 이상이다.
- [0113] V 함유량은, 바람직하게는 0.50 % 이하이고, 보다 바람직하게는 0.20 % 이하이다. V 함유량은, 더욱 바람직하게는 0.05 % 이하이다. 또, V 함유량은, 바람직하게는 0.001 % 이상이다. V 함유량은, 보다 바람직하게는 0.001 % 이상이다.

직하계는 0.005 % 이상이다.

- [0114] Nb 함유량은, 바람직하게는 0.08 % 이하이고, 보다 바람직하게는 0.05 % 이하이다. 또, Nb 함유량은, 바람직하게는 0.001 % 이상이다. Nb 함유량은, 보다 바람직하게는 0.010 % 이상이다.
- [0115] Zr 함유량은, 바람직하게는 0.1 % 이하이고, 보다 바람직하게는 0.05 % 이하이다. 또, Zr 함유량은, 바람직하게는 0.001 % 이상이다. Zr 함유량은, 보다 바람직하게는 0.010 % 이상이다.
- [0116] W 함유량은, 바람직하게는 0.1 % 이하이고, 보다 바람직하게는 0.05 % 이하이다. W 함유량은, 더욱 바람직하게는 0.03 % 이하이다.
- [0117] 또, W 함유량은, 바람직하게는 0.001 % 이상이다. W 함유량은, 더욱 바람직하게는 0.005 % 이상이다.
- [0118] ([B 군] Ca : 0.0040 % 이하, Ce : 0.0040 % 이하, La : 0.0040 % 이하, Mg : 0.0040 % 이하, Sb : 0.1 % 이하, Sn : 0.1 % 이하)
- [0119] 이들 원소는, 개재물의 제어에 의한 구멍 확대성, 굽힘성의 향상을 목적으로 첨가해도 된다. 첨가량이 일정량을 초과하면 그 효과는 포화되기 때문에, Ca 를 함유하는 경우, Ca 함유량은 0.0040 % 이하로 하고, Ce 를 함유하는 경우, Ce 함유량은 0.0040 % 이하로 하고, La 를 함유하는 경우, La 함유량은 0.0040 % 이하로 하고, Mg 를 함유하는 경우, Mg 함유량은 0.0040 % 이하로 하고, Sb 를 함유하는 경우, Sb 함유량은 0.1 % 이하로 하고, Sn 을 함유하는 경우, Sn 함유량은 0.1 % 이하로 한다.
- [0120] Ca 함유량은, 바람직하게는 0.0030 % 이하이다. Ca 함유량은, 보다 바람직하게는 0.0010 % 이하이다. 또, Ca 함유량은, 바람직하게는 0.0003 % 이상이다.
- [0121] Ce 함유량은, 바람직하게는 0.0030 % 이하이다. Ce 함유량은, 보다 바람직하게는 0.0010 % 이하이다. 또, Ce 함유량은, 바람직하게는 0.0003 % 이상이다.
- [0122] La 함유량은, 바람직하게는 0.0030 % 이하이다. La 함유량은, 보다 바람직하게는 0.0010 % 이하이다. 또, La 함유량은, 바람직하게는 0.0003 % 이상이다.
- [0123] Mg 함유량은, 바람직하게는 0.0030 % 이하이다. 또, Mg 함유량은, 바람직하게는 0.0003 % 이상이다. Mg 함유량은, 더욱 바람직하게는 0.0010 % 이상이다.
- [0124] Sb 함유량은, 바람직하게는 0.05 % 이하이고, 보다 바람직하게는 0.02 % 이하이다. 또, Sb 함유량은, 바람직하게는 0.0003 % 이상이다. Sb 함유량은, 더욱 바람직하게는 0.0020 % 이상이다.
- [0125] Sn 함유량은, 바람직하게는 0.05 % 이하이고, 보다 바람직하게는 0.02 % 이하이다. 또, Sn 함유량은, 바람직하게는 0.0003 % 이상이다. Sn 함유량은, 더욱 바람직하게는 0.0020 % 이상이다.
- [0126] 상기 임의 성분을 하한값 미만으로 포함하는 경우, 하한값 미만으로 포함되는 임의 원소는 본 발명의 효과를 저해하지 않는다. 상기 임의 원소를 하한값 미만으로 포함하는 경우, 상기 임의 원소는, 불가피적 불순물로서 포함되는 것으로 한다.
- [0127] 다음으로, 본 발명의 강관의 조직 (마이크로 조직) 에 대해 설명한다.
- [0128] (페라이트의 면적률 : 5 % 이하 (0 % 를 포함한다))
- [0129] 페라이트는 연성의 향상에 기여하지만, 템퍼드 마텐자이트 등의 경질상과의 경도차에 의해, 타발 가공이나 프레스 성형시에 보이드의 기점이 되고, 구멍 확대성을 열화시킨다. 페라이트가 면적률로 5 % 를 초과하면, 원하는 구멍 확대성이 얻어지지 않는 경우가 있다.
- [0130] 따라서, 페라이트는 면적률로, 5 % 이하로 한다. 페라이트의 면적률은, 바람직하게는 3 % 이하이고, 보다 바람직하게는 0 % 이다.
- [0131] (템퍼드 마텐자이트와 하부 베이나이트의 합계의 면적률 : 70 % 이상)
- [0132] 템퍼드 마텐자이트와 하부 베이나이트는 1180 MPa 이상의 TS 를 안정적으로 얻기 위해, 합계의 면적률로 70 % 이상으로 하고, 바람직하게는 80 % 이상이고, 보다 바람직하게는 85 % 이상이다. 템퍼드 마텐자이트와 하부 베이나이트는 변태의 타이밍이 상이하지만, 저온 변태 생성물로서 기계적 특성에 대한 영향은 유사하기 때문에, 합계 면적률로 평가한다.

- [0133] 상한은 특별히 한정되지 않지만, 템퍼드 마텐자이트와 하부 베이나이트의 합계의 면적률은, 95 % 이하인 것이 바람직하고, 93 % 이하인 것이 보다 바람직하다.
- [0134] (잔류 오스테나이트의 체적률 : 5 ~ 15 %)
- [0135] 잔류 오스테나이트는 TRIP 효과에 의해 균일 신장의 향상에 기여한다. 원하는 연성을 얻기 위해, 잔류 오스테나이트는, 체적률로 5 % 이상으로 한다. 잔류 오스테나이트의 체적률이 5 % 미만인 경우, 원하는 연성을 얻을 수 없는 경우가 있고, 또, 원하는 구멍 확대성을 얻을 수 없는 경우도 있고, 또, 원하는 코일 길이 방향의 기계적 특성의 안정성을 얻을 수 없는 경우도 있다. 잔류 오스테나이트의 체적률은, 바람직하게는 7 % 이상이고, 보다 바람직하게는 9 % 이상이다.
- [0136] 한편, 잔류 오스테나이트가 과잉으로 생성되면, 구멍 확대성이 저하되는 경우가 있다. 또, 잔류 오스테나이트가 체적률로 15 % 를 초과하면 원하는 연성을 얻을 수 없게 된다. 따라서, 잔류 오스테나이트는 15 % 이하로 한다.
- [0137] (프레시 마텐자이트의 면적률 : 10 % 이하 (0 % 를 포함한다))
- [0138] 프레시 마텐자이트는 매우 경질이기 때문에, 타발 가공이나 프레스 성형시에 보이드의 기점이 되고, 구멍 확대성을 저하시킨다. 프레시 마텐자이트가 10 % 를 초과하면, 구멍 확대성의 열화가 현저해지기 때문에, 프레시 마텐자이트는 10 % 이하로 하고, 바람직하게는 5 % 이하, 보다 바람직하게는 3 % 이하로 한다. 또한, 프레시 마텐자이트는 0 % 여도 된다.
- [0139] 본 발명에서는, 상기 페라이트, 템퍼드 마텐자이트, 하부 베이나이트, 잔류 오스테나이트, 프레시 마텐자이트가 만족되면, 본 발명의 목적을 달성할 수 있다. 이들 이외의 잔부 조직으로서, 예를 들어, 펄라이트나 상부 베이나이트를 합계로 5 % 이하이면 포함하고 있어도 된다.
- [0140] 또, 본 발명의 강관은, 강관 표면에 도금층을 갖고 있어도 된다. 도금층의 종류는, 특별히 한정되지 않지만, 아연 도금층으로 할 수 있으며, 예를 들어, 전기 아연 도금층, 용융 아연 도금층, 합금화 용융 아연 도금층이다.
- [0141] 다음으로, 강관의 마이크로 조직의 측정 방법을 설명한다.
- [0142] 페라이트, 템퍼드 마텐자이트, 하부 베이나이트, 프레시 마텐자이트의 면적률은, 압연 방향과 평행한 판두께 단면을 잘라내고, 경면 연마한 후, 1 vol% 나이탈로 부식시키고, SEM 을 사용하여 1/4 두께 위치를 5000 배로 10 시야 관찰하고, 포인트 카운트법 (ASTM E562-83 (1988) 에 준거) 에 의해 측정한다. 상기 관찰에 있어서, 페라이트는 SEM 에서 가장 흑색으로 보이는 영역이고, 내부에 탄화물을 거의 수반하지 않고, 등축의 영역이다. 템퍼드 마텐자이트와 하부 베이나이트는, SEM 에서 회색으로 보이는 영역이고, 라스상의 하부 조직과 탄화물의 석출이 관찰되는 영역이다. 프레시 마텐자이트는, SEM 에서 백색 또한 괴상으로 보이는 영역이고, 내부에 하부 조직이 관찰되지 않는 영역이다.
- [0143] 잔류 오스테나이트의 체적률은, 기계 연삭과 100  $\mu$ m 이상의 옥살산 연마에 의해 측정 위치가 판두께 방향의 1/4 면이 되도록 조정된 강관을 사용하여, X 선 회절법에 의해 구한다. 입사 X 선에는 Co-K $\alpha$  선원을 사용하고, 페라이트의 (200), (211), (220) 면과 오스테나이트의 (200), (220), (311) 면의 강도비로부터 잔류 오스테나이트의 체적률을 계산한다. 여기서, 잔류 오스테나이트는 랜덤하게 분포되어 있으므로, X 선 회절로 구한 잔류 오스테나이트의 체적률은, 면적률과 동등해진다.
- [0144] 본 발명의 강관은, JIS Z2241 (2011) 에 준거하여 평가한 인장 강도 TS 가 1180 MPa 이상으로서, 고강도이다.
- [0145] 또, 본 발명의 강관은, JIS Z2241 (2011) 에 준거하여 평가한 전연신 (EL) 이 11.0 % 이상으로서, 연성이 우수하다.
- [0146] 또, 본 발명의 강관은, 100 mm  $\times$  100 mm 의 강관에, 클리어런스를 판두께의 12 % 로 하여 직경 : 10 mm 의 구멍을 타발하고, 내경 : 75 mm 의 다이스를 사용하여, 주름 가압력 : 88.2 kN 으로 누른 상태에서, 60° 원추의 펀치를 구멍에 압입하여 균열 발생 한계에 있어서의 구멍 직경을 측정하고, Df : 균열 발생시의 구멍 직경 (mm), D0 : 초기 구멍 직경 (mm) 으로 하여, 한계 구멍 확대율  $\lambda$  (%) = {(Df - D0)/D0}  $\times$  100 이 40 % 이상으로서, 구멍 확대성이 우수하다.
- [0147] 또, 본 발명의 강관은, 압연 방향에 대하여 평행 방향의 JIS 5 호 인장 시험편으로서, 코일 선미단으로부터 10 m 의 위치에서 채취한 시험편을 포함시켜, 코일 길이 방향으로 등간격으로 합계 20 장 채취하고, JIS Z2241

(2011) 에 준거하여 평가한 TS 의 표준 편차가 30 MPa 이하로서, 코일 길이 방향의 기계적 특성의 안정성이 우수하다.

- [0148] 또, 본 발명의 강관은, 코일 길이 방향의 EL 의 표준 편차가 1.5 % 이하여도 된다.
- [0149] 다음으로, 본 발명의 강관의 제조 방법에 대해 설명한다. 또한, 이하에 나타내는 강 슬래브 (강 소재), 강관 등을 가열, 또는 냉각시킬 때의 온도는, 특별히 설명이 없는 한, 강 슬래브 (강 소재), 강관 등의 표면 온도를 의미한다.
- [0150] 본 발명의 강관의 제조 방법은, 전술한 성분 조성을 갖는 강 슬래브를, 1100 ℃ 이상의 슬래브 가열 온도에서 1800 s 이상 유지한 후, 850 ℃ 이상의 마무리 압연 온도에서 마무리 열간 압연을 실시하고, 마무리 압연 온도에서부터 650 ℃ 까지의 온도역을 40 ℃/s 이상의 평균 냉각 속도로 냉각시키고, 600 ℃ 이하의 권취 온도에서 권취함으로써 열연 강관으로 하는 열간 압연 공정과, 상기 열연 강관을, 30 % 이상의 압연율로 냉간 압연하여 냉연 강관으로 하는 냉간 압연 공정과, 상기 냉연 강관을, 700 ℃ 에서부터 (Ac<sub>3</sub> - 10 ℃) 까지의 온도역을 0.5 ℃/s 이상인 평균 가열 속도 HR1 로 가열한 후, (Ac<sub>3</sub> - 10 ℃) 이상의 어닐링 온도에서 30 s 이상 유지하고, 상기 어닐링 온도에서부터, (Ms - 30 ℃) 이상, (Ms + 30 ℃) 이하인 서랭 개시 온도 T1 까지의 온도역을 10 ℃/s 이상의 평균 냉각 속도 CR1 로 냉각시키고, 상기 서랭 개시 온도 T1 에서부터, (Ms - 220 ℃) 이상, (Ms - 100 ℃) 이하인 서랭 정지 온도 T2 까지의 온도역을, 1 ~ 10 ℃/s 인 평균 냉각 속도 CR2 로 냉각시키고, 상기 서랭 정지 온도 T2 에서부터, 300 ℃ 이상, 450 ℃ 이하인 재가열 유지 온도 T3 까지의 온도역을, 2 ℃/s 이상인 평균 가열 속도 HR2 로 가열하고, 상기 재가열 유지 온도 T3 에서, 20 s 이상, 3000 s 이하 유지하고, 상기 재가열 유지 온도 T3 에서부터 50 ℃ 까지의 온도역을, 0.1 ℃/s 이상인 평균 냉각 속도 CR3 으로 냉각시키는 어닐링 공정을 포함한다.
- [0151] 본 발명에 있어서, 제강 공정은 통상적인 방법에 따라서 제조할 수 있다.
- [0152] 이하, 열간 압연 공정, 산세 공정, 냉간 압연 공정, 어닐링 공정에 대해 설명한다.
- [0153] [열간 압연 공정]
- [0154] 강 슬래브를 열간 압연하는 방법으로는, 실온까지 냉각시킨 강 슬래브를 재가열 후에 압연하는 방법이나 연속 주조 후의 강 슬래브를 가열하지 않고 직접 압연하는 방법, 연속 주조 후의 강 슬래브에 단시간 가열 처리를 실시하여 압연하는 방법 등이 있다. 본 발명은, 상기 서술한 어느 방법으로 강 슬래브를 1100 ℃ 이상의 슬래브 가열 온도에서 1800 s 이상 유지한 후, 850 ℃ 이상의 마무리 압연 온도에서 마무리 열간 압연을 실시한다. 그리고, 마무리 압연 온도에서부터 650 ℃ 까지의 온도역을 40 ℃/s 이상의 평균 냉각 속도로 냉각시키고, 600 ℃ 이하의 권취 온도에서 권취함으로써 열연 강관으로 한다.
- [0155] (슬래브 가열 온도 : 1100 ℃ 이상)
- [0156] (슬래브 가열 유지 시간 : 1800 s 이상)
- [0157] 슬래브 가열 온도가 1100 ℃ 미만에서는, MnS 등의 개재물이 잔존하고, 구멍 확대성이 저하된다. 따라서, 슬래브 가열 온도는 1100 ℃ 이상으로 한다. 슬래브 가열 온도는, 바람직하게는 1180 ℃ 이고, 보다 바람직하게는 1200 ℃ 이상이다.
- [0158] 또, 슬래브 가열 유지 시간이 1800 s 미만인 경우에도, 동일하게, MnS 등의 개재물이 다량으로 잔존하고, 구멍 확대성이 저하되는 경우가 있다. 따라서, 슬래브 가열 유지 시간은 1800 s 이상으로 한다.
- [0159] 슬래브 가열 온도와 슬래브 가열 유지 시간의 상한은 규정하지 않지만, 제조 비용의 관점에서, 슬래브 가열 온도는 1300 ℃ 이하인 것이 바람직하고, 슬래브 가열 유지 시간은 3 h 이하인 것이 바람직하다.
- [0160] (마무리 압연 온도 : 850 ℃ 이상)
- [0161] 마무리 압연 온도가 850 ℃ 미만에서는, 열간 압연 중에 페라이트가 생성되고, 압연 후의 조직이 불균일해지기 때문에, 어닐링 후의 코일 길이 방향의 기계적 특성에 편차가 발생할 우려가 있다. 따라서, 마무리 압연 온도는 850 ℃ 이상으로 한다.
- [0162] 상한은 특별히 한정되지 않지만, 950 ℃ 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0163] (마무리 압연 온도에서부터 650 ℃ 까지의 평균 냉각 속도 : 40 ℃/s 이상)

- [0164] 마무리 압연 온도에서부터 650 °C 의 평균 냉각 속도가 40 °C/s 미만에서는, 냉각 중에 페라이트나 펄라이트가 생성되고, 열연 조직이 불균일해지기 쉽다. 이 경우, 어닐링 후의 코일 길이 방향의 입경이나 잔류 오스테나이트량에 편차가 발생하고, 강도 및 연성의 편차의 원인이 된다. 따라서, 마무리 압연 온도에서부터 650 °C 까지의 평균 냉각 속도는 40 °C/s 이상으로 한다. 이 평균 냉각 속도는, 바람직하게는 60 °C/s 이상이다.
- [0165] 또한, 여기서의 평균 냉각 속도는, 「(마무리 압연 온도 (°C) - 650 °C)/마무리 압연 온도에서부터 650 °C 까지의 냉각 시간 (초)」이다.
- [0166] (권취 온도 : 600 °C 이하)
- [0167] 권취 온도가 600 °C 초과에서는, 페라이트와 펄라이트가 생성되기 쉽고, 코일 길이 방향에 있어서의 권취 온도의 편차에 의해, 열연 조직이 불균일해진다. 이 경우, 어닐링 후의 코일 길이 방향의 입경에 편차가 발생하고, 강도 및 연성의 편차의 원인이 된다. 따라서, 권취 온도는 600 °C 이하로 한다. 권취 온도는, 바람직하게는 550 °C 이하이다. 권취 온도의 하한은 특별히 규정하지 않지만, 권취 온도가 400 °C 미만에서는, 마텐자이트의 생성에 의해 열연 조직이 경질화되고, 냉간 압연 부하가 과도하게 증대되는 경우가 있다. 따라서, 권취 온도는, 바람직하게는 400 °C 이상이다.
- [0168] 또, 열간 압연 공정 후, 냉간 압연 하중을 저감시키는 관점에서 필요에 따라 열연 강판에 가열 처리를 실시할 수 있다.
- [0169] [산세 공정]
- [0170] 열간 압연 공정 후, 산세를 실시해도 되고, 이로써 열연판 표층의 스케일을 제거할 수 있다. 산세 처리 방법은 특별히 규정되지 않고, 통상적인 방법에 따라서 실시하면 된다.
- [0171] [냉간 압연 공정]
- [0172] (압연율 (냉간 압연율) : 30 % 이상)
- [0173] 냉간 압연율 (누적 냉간 압연율) 은, 그 후의 어닐링 가열에 있어서의 재결정을 촉진시키고, 재질을 안정화시킨다는 관점에서, 30 % 이상으로 한다. 냉간 압연율의 상한은 특별히 규정하지 않지만, 95 % 초과에서는 냉간 압연 부하가 과도하게 증가하는 경우가 있다. 따라서, 냉간 압연율은, 바람직하게는 95 % 이하이다.
- [0174] [어닐링 공정]
- [0175] (700 °C 에서부터 (Ac<sub>3</sub> - 10 °C) 까지의 평균 가열 속도 HR1 : 0.5 °C/s 이상)
- [0176] 700 °C 에서부터 (Ac<sub>3</sub> - 10 °C) 까지의 평균 가열 속도 HR1 이 0.5 °C/s 미만에서는, 가열 중에 페라이트로부터 오스테나이트로의 C 농도가 진행되고, 강판 내에서 C 농도 분포에 편향이 발생하기 때문에, 재질이 불균일해진다. 또, 강판 내에서 C 농도 분포에 편향이 발생한 경우, 코일 길이 방향에 있어서의 냉각 정지 온도나 재가열 온도의 변동에 의해, 기계적 특성의 편차가 더욱 커진다. 따라서, 700 °C 에서부터 (Ac<sub>3</sub> - 10 °C) 까지의 평균 가열 속도 HR1 은 0.5 °C/s 이상으로 한다. 700 °C 에서부터 (Ac<sub>3</sub> - 10 °C) 까지의 평균 가열 속도 HR1 은, 바람직하게는 1.0 °C/s 이상이고, 보다 바람직하게는 1.5 °C/s 이상이다.
- [0177] 평균 가열 속도 HR1 은, 바람직하게는 50 °C/s 이하이고, 보다 바람직하게는 20 °C/s 이하이다.
- [0178] 또한, 평균 가열 속도 HR1 은, 「((Ac<sub>3</sub> - 10 °C) - 700 °C)/700 °C 에서부터 (Ac<sub>3</sub> - 10 °C) 까지의 가열 시간 (초)」이다.
- [0179] (어닐링 온도 : (Ac<sub>3</sub> - 10 °C) 이상)
- [0180] (유지 시간 (어닐링 시간) : 30 s 이상)
- [0181] 페라이트의 면적률을 원하는 범위로 제어하기 위해, 어닐링 온도는 (Ac<sub>3</sub> - 10 °C) 이상으로 한다. 어닐링 온도가 (Ac<sub>3</sub> - 10 °C) 미만에서는, 원하는 코일 길이 방향의 기계적 특성의 안정성이 얻어지지 않게 되는 경우가 있다.
- [0182] 어닐링 온도의 상한은 규정하지 않지만, (Ac<sub>3</sub> + 50 °C) 초과에서는, 오스테나이트 입경이 현저하게

조대화되고, 강도와 연성의 밸런스가 저하되는 경우가 있다.

- [0183] 따라서, 어닐링 온도는, 바람직하게는 ( $Ac_3 + 50 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 이하이다.
- [0184] 유지 시간 (어닐링 시간) 이 30 s 미만에서는, 탄화물이 미고용으로 잔존하고, 구멍 확대성이나 굽힘성이 저하된다. 따라서, 유지 시간은 30 s 이상으로 한다. 유지 시간은, 바람직하게는 60 s 이상이다.
- [0185] 또한,  $Ac_3$  은 이하의 식에 의해 산출한다. 또, 하기 식에 있어서 [원소 기호] 는 각 원소의 함유량 (질량%) 을 의미한다 (「레슬리 철강 재료학」(마루젠 주식회사, 1985년 5월 31일 발행, 273페이지)).
- [0186]  $Ac_3 \text{ (}^\circ\text{C)} = 910 - 203 \times [C]^{1/2} - 15.2 \times [Ni] + 44.7 \times [Si] + 104 \times [V] + 31.5 \times [Mo] + 13.1 \times [W] - (30 \times [Mn] + 11 \times [Cr] + 20 \times [Cu] - 700 \times [P] - 400 \times [sol. Al] - 120 \times [As] - 400 \times [Ti])$
- [0187] (어닐링 온도에서부터 서랭 개시 온도  $T_1$  까지의 평균 냉각 속도  $CR_1 : 10 \text{ }^\circ\text{C/s}$  이상)
- [0188] (서랭 개시 온도  $T_1 : \text{마텐자이트 변태 개시 온도 } Ms \pm 30 \text{ }^\circ\text{C} ((Ms - 30 \text{ }^\circ\text{C}) \text{ 이상}, (Ms + 30 \text{ }^\circ\text{C}) \text{ 이하}))$
- [0189]  $CR_1$  이  $10 \text{ }^\circ\text{C/s}$  미만인 경우, 페라이트가 과도하게 생성되어, 원하는 템퍼드 마텐자이트와 하부 베이나이트가 얻어지지 않아, 원하는 강도가 얻어지지 않는 경우가 있다. 따라서,  $CR_1$  은  $10 \text{ }^\circ\text{C/s}$  이상으로 한다.  $CR_1$  은, 바람직하게는  $15 \text{ }^\circ\text{C/s}$  이상이다.
- [0190]  $CR_1$  의 상한은 규정하지 않지만, 평균 냉각 속도의 과도한 증가는, 코일 길이 방향의 냉각 불균일을 조장하고, 코일 길이 방향의 재질 균일성의 저하를 초래하는 경우가 있다. 따라서,  $CR_1$  은, 바람직하게는  $100 \text{ }^\circ\text{C/s}$  이하이다.
- [0191] 또한, 평균 냉각 속도  $CR_1$  은, 「(어닐링 온도 ( $^\circ\text{C}$ ) - 서랭 개시 온도 ( $T_1$ ) ( $^\circ\text{C}$ ))/어닐링 온도에서부터 서랭 개시 온도 ( $T_1$ ) 까지의 냉각 시간 (초)」이다.
- [0192]  $T_1$  이 ( $Ms + 30 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 초과인 경우에도, 페라이트 및 펄라이트가 과도하게 생성되어, 원하는 템퍼드 마텐자이트와 하부 베이나이트가 얻어지지 않아, 원하는 강도가 얻어지지 않는 경우가 있다. 또,  $T_1$  이 ( $Ms + 30 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 초과인 경우, 원하는 구멍 확대성이 얻어지지 않게 된다. 따라서,  $T_1$  은 ( $Ms + 30 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 이하로 한다.  $T_1$  은, 바람직하게는 ( $Ms + 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 이하이고, 보다 바람직하게는 ( $Ms + 10 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 이하이다.
- [0193] 한편으로,  $T_1$  이 ( $Ms - 30 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 미만인 경우, 원하는 잔류 오스테나이트량이 얻어지지 않아, 원하는 연성이 얻어지지 않는 경우가 있다. 또,  $T_1$  이 ( $Ms - 30 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 미만인 경우, 원하는 코일 길이 방향의 기계적 특성의 안정성을 얻을 수 없게 된다. 따라서,  $T_1$  은 ( $Ms - 30 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 이상으로 한다.  $T_1$  은, 바람직하게는 ( $Ms - 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 이상이고, 보다 바람직하게는 ( $Ms - 10 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 이상이다.
- [0194] 또한, 마텐자이트 변태 개시 온도  $Ms \text{ (}^\circ\text{C)}$  는, 포마스터 시험기로, 원기둥상의 시험편 (직경 3 mm  $\times$  높이 10 mm) 을 사용하여, ( $Ac_3 - 10 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 이상의 어닐링 온도에서 유지 후, 헬륨 가스를 사용하여  $30 \text{ }^\circ\text{C/s}$  이상의 냉각 속도로 급랭시켰을 때의 체적 변화를 측정함으로써 구할 수 있다.
- [0195] (서랭 개시 온도  $T_1$  에서부터 서랭 정지 온도  $T_2$  까지의 평균 냉각 속도  $CR_2 : 1 \sim 10 \text{ }^\circ\text{C/s}$ )
- [0196] (서랭 정지 온도  $T_2 : (Ms - 220 \text{ }^\circ\text{C}) \text{ 이상}, (Ms - 100 \text{ }^\circ\text{C}) \text{ 이하}$ )
- [0197]  $T_1$  에서부터  $T_2$  까지의 평균 냉각 속도  $CR_2$  를  $10 \text{ }^\circ\text{C/s}$  이하로 함으로써, 냉각 정지 온도의 편차가 저감되고, 코일 길이 방향에서 마텐자이트 및 하부 베이나이트의 변태량이 균일해짐으로써, 코일 길이 방향의 기계적 특성의 편차를 억제할 수 있다. 또,  $CR_2$  를  $10 \text{ }^\circ\text{C/s}$  이하로 함으로써, 냉각 중에 마텐자이트 및 하부 베이나이트로부터 오스테나이트로의 C 분배가 발생하고, 오스테나이트가 안정화된다. 이로써, 재가열 온도에 편차가 발생한 경우에도, 잔류 오스테나이트의 분해가 억제되고, 코일 길이 방향에서 기계적 특성의 편차가 억제된다. 따라서,  $CR_2$  는  $10 \text{ }^\circ\text{C/s}$  이하로 한다.  $CR_2$  가  $1 \text{ }^\circ\text{C/s}$  미만에서는 라인 길이가 증가하여, 제조 능률이 저하되기 때문에,  $CR_2$  는  $1 \text{ }^\circ\text{C/s}$  이상으로 한다.
- [0198] 또한, 평균 냉각 속도  $CR_2$  는, 「(서랭 개시 온도  $T_1 \text{ (}^\circ\text{C)} - \text{서랭 정지 온도 } T_2 \text{ (}^\circ\text{C)})/\text{서랭 개시 온도 } T_1 \text{ 에서부터 서랭 정지 온도 } T_2 \text{ 까지의 냉각 시간 (초)}$ 」이다.
- [0199]  $T_2$  가 ( $Ms - 220 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 미만에서는, 마텐자이트 변태가 과도하게 진행되고, 원하는 잔류 오스테나이트량이 얻어

지지 않아, 연성이 저하된다. 따라서, T2 는 (Ms - 220 ℃) 이상으로 한다. T2 는, 바람직하게는 (Ms - 200 ℃) 이상이고, 보다 바람직하게는 (Ms - 180 ℃) 이상이다.

- [0200] 한편으로, T2 가 (Ms - 100 ℃) 초과에서는, 서랭 중에 마텐자이트 및 하부 베이나이트로부터 오스테나이트로의 C 분배가 충분히 발생하지 않기 때문에, 재가열 유지 과정에서 오스테나이트의 분해가 발생하고, 코일 길이 방향의 기계적 특성의 편차의 원인이 된다. 따라서, T2 는 (Ms - 100 ℃) 이하로 한다.
- [0201] (서랭 정지 온도 T2 에서부터 재가열 유지 온도 T3 까지의 평균 가열 속도 HR2 : 2 ℃/s 이상)
- [0202] 서랭 정지 온도 T2 에서부터 재가열 유지 온도 T3 까지를 단시간에 가열함으로써 탄화물 석출을 억제할 수 있고, 높은 연성을 확보할 수 있다. 따라서, 평균 가열 속도 HR2 는 2 ℃/s 이상으로 한다. HR2 는, 바람직하게는 5 ℃/s 이상이고, 보다 바람직하게는 10 ℃/s 이상이다. 평균 가열 속도 HR2 의 상한은 특별히 한정되지 않지만, 평균 가열 속도 HR2 가 높아질수록 강판 온도의 균일성을 유지하는 것이 곤란해지는 경우가 있다. 따라서, HR2 는, 바람직하게는 50 ℃/s 이하이고, 보다 바람직하게는 20 ℃/s 이하이다.
- [0203] 또한, 평균 가열 속도 HR2 는, 「(재가열 유지 온도 T3 (℃) - 서랭 정지 온도 T2 (℃))/서랭 정지 온도 T2 에서부터 재가열 유지 온도 T3 까지의 가열 시간 (초)」이다.
- [0204] (재가열 유지 온도 T3 : 300 ℃ 이상, 450 ℃ 이하)
- [0205] (재가열 유지 시간 : 20 s 이상, 3000 s 이하)
- [0206] 재가열 유지는 C 분배에 의한 오스테나이트의 안정화를 위해 실시한다. 재가열 유지 온도가 300 ℃ 미만에서는, 충분히 C 분배가 발생하지 않고, 원하는 잔류 오스테나이트량이 얻어지지 않기 때문에, 연성의 저하가 우려된다. 따라서, 재가열 유지 온도 T3 은 300 ℃ 이상으로 한다. T3 은, 바람직하게는 330 ℃ 이상이고, 보다 바람직하게는 350 ℃ 이상이다.
- [0207] 한편, 재가열 유지 온도 T3 이 450 ℃ 를 초과하면, 오스테나이트로부터 펄라이트로의 변태가 발생하여, 원하는 잔류 오스테나이트량이 얻어지지 않아 연성의 저하가 우려된다. 또, 재가열 유지 온도 T3 이 450 ℃ 초과에서는, 원하는 인장 강도가 얻어지지 않게 된다. 따라서, 재가열 유지 온도 T3 은 450 ℃ 이하로 한다. T3 은, 바람직하게는 420 ℃ 이하이다.
- [0208] 또, 재가열 유지 시간 (재가열 유지 온도 T3 에서의 유지 시간 (체류 시간)) 이 20 s 미만에서는, 충분한 C 분배가 발생하지 않고, 원하는 잔류 오스테나이트량이 얻어지지 않는다. 따라서, 재가열 유지 시간은 20 s 이상으로 한다. 재가열 유지 시간은, 바람직하게는 50 s 이상이고, 보다 바람직하게는 100 s 이상이다.
- [0209] 재가열 유지에 의한 C 분배의 효과는 3000 s 초과에서 포화되기 때문에, 재가열 유지 시간은 3000 s 이하로 한다. 재가열 유지 시간은, 바람직하게는 1500 s 이하이고, 보다 바람직하게는 600 s 이하이다.
- [0210] (재가열 유지 온도 T3 에서부터 50 ℃ 까지의 평균 냉각 속도 CR3 : 0.1 ℃/s 이상)
- [0211] 재가열 유지 온도 T3 에서부터 50 ℃ 까지의 평균 냉각 속도 CR3 이 0.1 ℃/s 미만인 경우, 과잉의 템퍼링에 의한 연화나 탄화물 석출에 의해 연성이 저하될 우려가 있다. 따라서, 재가열 유지 온도 T3 에서부터 50 ℃ 까지의 평균 냉각 속도 CR3 은 0.1 ℃/s 이상으로 한다. CR3 은, 바람직하게는 5 ℃/s 이상이고, 보다 바람직하게는 8 ℃/s 이상이다.
- [0212] CR3 은, 바람직하게는 100 ℃/s 이하이고, 보다 바람직하게는 50 ℃/s 이하이다.
- [0213] 또한, 평균 냉각 속도 CR3 은, 「((재가열 유지 온도 T3) (℃) - 50 ℃)/재가열 유지 온도 T3 에서부터 50 ℃ 까지의 냉각 시간 (초)」이다.
- [0214] [용융 도금 처리]
- [0215] 본 발명에서는, 어닐링 공정에 있어서, 어닐링 온도에서부터 서랭 개시 온도 T1 까지의 냉각시, 또는 재가열 유지 온도 T3 에서의 재가열 유지시, 용융 도금 처리를 실시할 수 있다. 용융 도금 처리는 용융 아연 도금 처리로 해도 된다. 용융 아연 도금 처리를 실시하는 경우에는, 440 ℃ 이상 500 ℃ 이하의 아연 도금욕 중에 강판을 침지시켜, 용융 아연 도금 처리를 실시하고, 그 후, 가스 와이핑 등에 의해, 도금 부착량을 조정하는 것이 바람직하다. 용융 아연 도금은 Al 량이 0.10 % 이상, 0.22 % 이하인 아연 도금욕을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0216] 또, 용융 아연 도금 처리 후에 아연 도금의 합금화 처리를 실시할 수 있다. 아연 도금의 합금화 처리를 실

시하는 경우에는, 도금욕 침지 후에 480 °C 이상, 600 °C 이하의 온도역에서 실시하는 것이 바람직하다.

- [0217] [조질 압연]
- [0218] 본 발명에서는, 프레스 성형성의 안정화나 YS 상승의 관점에서, 어닐링 후의 강관에 조질 압연을 실시할 수 있다. 신장률은, 바람직하게는 0.1 % 이상으로 한다. 또, 신장률은, 바람직하게는 0.5 % 이하로 한다.
- [0219] [레벨러 교정]
- [0220] 본 발명에서는, 판 형상을 교정하기 위해, 어닐링 후의 강관에 레벨러 교정을 실시할 수 있다. 레벨러 교정 방법은 특별히 규정되지 않고, 통상적인 방법에 따라서 실시하면 된다.
- [0221] [전기 도금 처리]
- [0222] 본 발명에서는, 어닐링 공정 후, 전기 도금 등의 표면 처리를 실시할 수 있다.
- [0223] 이상과 같이 얻어진 본 발명의 강관의 판두께는 0.5 mm 이상으로 하는 것이 바람직하다. 또, 본 발명의 강관의 판두께는 2.0 mm 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0224] 또, 판폭은 600 mm 이상으로 하는 것이 바람직하다. 또, 판폭은 1700 mm 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0225] 또, 본 발명의 강관은, 특별히 한정되지 않지만, 판길이 (코일 길이 방향의 길이) 는, 100 m 이상으로 해도 된다. 또, 판두께는, 4000 m 이하로 해도 된다.
- [0226] 다음으로, 본 발명의 부재 및 그 제조 방법에 대해 설명한다.
- [0227] 본 발명의 부재는, 본 발명의 강관에 대하여, 성형 가공, 접합 가공 중 적어도 일방을 실시하여 이루어지는 것이다. 또, 본 발명의 부재의 제조 방법은, 본 발명의 강관에 대하여, 성형 가공, 접합 가공 중 적어도 일방을 실시하여 부재로 하는 공정을 포함한다.
- [0228] 본 발명의 강관은, 인장 강도가 1180 MPa 이상이고, 연성 및 구멍 확대성이 우수하고, 또한 코일 길이 방향의 기계적 특성의 안정성이 우수하다. 그 때문에, 본 발명의 강관을 사용하여 얻은 부재도 고강도이고, 연성 및 구멍 확대성이 우수하고, 또한 코일 길이 방향의 기계적 특성의 안정성이 우수하다. 또, 본 발명의 부재를 사용하면, 경량화가 가능하다. 따라서, 본 발명의 부재는, 예를 들어, 차체 골격 부품에 바람직하게 사용할 수 있다. 본 발명의 부재는, 용접 이음매도 포함한다.
- [0229] 성형 가공은, 프레스 가공 등의 일반적인 가공 방법을 제한없이 사용할 수 있다. 또, 접합 가공은, 스폿 용접, 아크 용접 등의 일반적인 용접이나, 리벳 접합, 코킹 접합 등을 제한없이 사용할 수 있다.
- [0230] 실시예
- [0231] 본 발명을, 실시예를 참조하면서 구체적으로 설명한다. 단, 발명의 범위는 실시예에 한정되지 않는다.
- [0232] 표 1 에 나타내는 성분 조성을 갖는 슬래브를, 1210 °C 의 슬래브 가열 온도에서 3000 s 유지한 후, 880 °C 의 마무리 압연 온도에서 열간 압연을 실시하고, 마무리 압연 온도에서부터 650 °C 까지의 온도역을 65 °C/s 의 평균 냉각 속도로 냉각시키고, 표 2 에 나타내는 권취 온도에서 권취함으로써 판두께 2.8 mm 의 열연 강관을 제조하였다. 상기 열연 강관을 50 % 의 압하율로 냉간 압연하여, 판두께 1.4 mm, 전체 길이 1500 m 의 냉연 강관을 제조하였다.
- [0233] 그 후, 상기 냉연 강관을 표 2 에 나타내는 조건에서 어닐링하였다. 어닐링 조건 중, 700 °C 에서부터 (Ac<sub>3</sub> - 10 °C) 까지의 가열에 있어서의 평균 가열 속도 HR1 은 2.0 °C/s 로 하였다.
- [0234] 또, No.11 은 강관 표면에 전기 아연 도금 처리 (EG), No.12 는 강관 표면에 용융 아연 도금 처리를 실시하였다. 또, No.12 는 도금층을 합금화 용융 아연 도금층으로 하기 위해, 510 °C 에서 10 초 유지하는 합금화 처리 (GA) 를 실시하였다.

표 1

강변	성분 조성 (질량%)											비고
	C	Si	Mn	P	S	sol.Al	N	기타				
A	0.147	1.29	3.41	0.007	0.0004	0.041	0.0087	—				적합강
B	0.210	1.06	1.63	0.005	0.0020	0.100	0.0061	—				적합강
C	0.131	2.06	2.20	0.005	0.0014	0.034	0.0060	—				적합강
D	0.259	0.56	2.07	0.007	0.0007	0.067	0.0027	—				적합강
E	0.256	2.07	1.69	0.015	0.0010	0.085	0.0036	—	B: 0.0014, Ti: 0.0284			적합강
F	0.183	1.27	2.38	0.013	0.0010	0.065	0.0047	—	B: 0.0014, Ti: 0.0205, Cu:0.110			적합강
G	0.184	1.59	3.01	0.004	0.0011	0.093	0.0078	—	Ni:0.100, Cr:0.500, Mo:0.040			적합강
H	0.180	0.79	1.53	0.010	0.0014	0.045	0.0096	—	V:0.014, Zr:0.017, W:0.010			적합강
I	0.153	1.25	2.15	0.012	0.0011	0.050	0.0069	—	Nb:0.020, V:0.010			적합강
J	0.167	1.58	1.55	0.010	0.0012	0.052	0.0076	—	Ca:0.0003, Ce:0.0005, La:0.0005			적합강
K	0.190	0.98	3.46	0.011	0.0007	0.090	0.0077	—	Mg:0.0018, Sb:0.0100, Sn:0.0100			적합강
L	0.104	1.19	1.98	0.011	0.0014	0.067	0.0086	—	—			적합강
M	0.056	0.72	2.26	0.003	0.0005	0.070	0.0033	—	—			비교강
N	0.360	0.80	1.74	0.006	0.0015	0.054	0.0034	—	—			비교강
O	0.130	0.20	2.18	0.001	0.0003	0.096	0.0096	—	—			비교강
P	0.135	2.10	1.35	0.001	0.0005	0.030	0.0085	—	—			비교강

• 상기 이외의 잔부는 Fe 및 불가피적 불순물이다.  
 ※ 밑줄은 본 발명 범위 외를 의미한다.

[0235]

표 2

No.	강판	열간 압연 조건			어닐링 조건										비고	
		Ac3 (°C)	어닐 온도 (°C)	어닐 시간 (s)	CR1 (°C/s)	Ms (°C)	T1 (°C)	CR2 (°C/s)	T2 (°C)	HR2 (°C/s)	T3 (°C)	체류 시간 (sec)	CR3 (°C/s)	도금 (°9)		
1	A	809	870	120	23	385	394	1.2	217	10	407	300	10	CR	적합강	
2	B	540	859	870	18	434	419	1.2	217	10	411	300	10	CR	적합강	
3	C	540	879	880	39	438	412	4.4	264	10	389	300	10	CR	적합강	
4	D	540	802	880	31	398	388	3.6	185	10	417	300	10	CR	적합강	
5	E	540	905	910	40	415	443	4.7	286	10	384	300	10	CR	적합강	
6	F	540	850	870	31	412	438	3.7	258	10	404	300	10	CR	적합강	
7	G	540	838	870	39	371	370	1.9	238	10	382	300	10	CR	적합강	
8	H	500	840	890	120	446	457	2.4	256	10	420	300	10	CR	적합강	
9	I	500	852	870	120	37	433	445	3.1	281	10	415	300	10	CR	적합강
10	J	500	879	880	120	48	452	478	5.7	288	10	400	300	10	CR	적합강
11	K	500	805	880	30	369	363	3.0	172	10	419	300	10	EG	적합강	
12	L	500	873	890	120	22	457	451	7.1	285	10	416	300	10	GA	적합강
13	M	500	856	870	120	29	464	456	1.7	298	10	385	300	10	CR	비교강
14	N	500	798	870	120	20	374	361	7.4	258	10	416	300	10	CR	비교강
15	O	530	819	890	120	46	441	467	4.0	262	10	351	300	10	CR	비교강
16	P	530	902	900	120	50	470	484	4.6	296	10	389	300	10	CR	비교강
17	Q	530	879	920	120	42	402	380	6.9	285	10	357	300	10	CR	비교강
18	C	530	879	890	10	50	438	429	7.8	312	10	380	300	10	CR	비교강
19	C	530	879	890	6	438	425	6.7	261	10	365	300	10	CR	비교강	
20	C	530	879	890	22	438	515	1.1	247	10	366	300	10	CR	비교강	
21	C	530	879	890	22	438	330	6.6	221	10	363	300	10	CR	비교강	
22	C	530	879	890	120	34	438	429	33.6	299	10	360	300	10	CR	비교강
23	C	560	879	890	120	33	438	434	5.7	340	10	389	300	10	CR	비교강
24	C	560	879	890	120	39	438	447	5.3	185	10	408	300	10	CR	비교강
25	C	560	879	890	120	45	438	415	7.6	328	10	480	300	10	CR	비교강
26	C	530	879	890	120	37	438	424	5.2	302	10	285	300	10	CR	비교강
27	C	530	879	890	120	34	438	419	2.1	256	10	359	10	10	CR	비교강
28	C	650	879	890	120	32	438	419	4.8	260	10	365	300	10	CR	비교강

\* 밑줄은 본 발명 범위 외를 의미한다.  
 \*1) CR1 : 어닐링 온도에서부터 T1 까지의 평균 냉각 속도 (°C/s)  
 \*2) T1 : 서냉 개시 온도 (°C)  
 \*3) CR2 : T1 에서부터 T2 까지의 평균 냉각 속도 (°C/s)  
 \*4) T2 : 서냉 종지 온도 (°C)  
 \*5) HR2 : T2 에서부터 T3 까지의 평균 가열 속도 (°C/s)  
 \*6) T3 : 재가열 유지 온도 (°C)  
 \*7) 체류 시간 : T3 에서의 유지 시간 (s)  
 \*8) CR3 : T3 에서부터 50 °C 까지의 평균 냉각 속도 (°C/s)  
 \*9) CR : 도금 없음, EG : 전기 아연 도금, GA : 합금화 용융 아연 도금

[0236]

[0237] 강 조직을 상기 서술한 방법으로 측정하고, 측정 결과를 표 3 에 나타냈다.

[0238] 인장 강도 (TS) 와 전연신 (EL) 은, JIS Z2241 (2011) 에 준거하여 평가하였다. 얻어진 강판으로부터 JIS 5 호 인장 시험편을 제조하여, 인장 시험을 실시하고, TS 가 1180 MPa 이상인 것을 강도가 우수한 것으로 판단하고, EL 이 11.0 % 이상인 것을 연성이 우수한 것으로 판단하였다.

[0239] 또, 구멍 확대성은 일본 철강 연맹 규격 JFST1001 에 준거하여 평가하였다. 얻어진 각 강판을 100 mm × 100 mm 로 절단 후, 클리어런스를 판두께의 12 % 로 직경 : 10 mm 의 구멍을 타발하고, 내경 : 75 mm 의 다이 스톨을 사용하여, 주름 가압력 : 88.2 kN 으로 누른 상태에서, 60° 원추의 편치를 구멍에 압입하여 균열 발생 한계에 있어서의 구멍 직경을 측정하고, (1) 의 식으로부터, 한계 구멍 확대율 λ (%) 를 구함으로써 평가하고, λ 가 40 % 이상인 것을 구멍 확대성이 우수한 것으로 판단하였다.

[0240] 한계 구멍 확대율 λ (%) = {(Df - D0)/D0} × 100 ... (1)

[0241] 단, Df 는 균열 발생시의 구멍 직경 (mm), D0 은 초기 구멍 직경 (mm) 으로 한다.

[0242] 코일 길이 방향의 기계적 특성의 안정성은, 이하와 같이 평가하였다. 먼저, 압연 방향에 대하여 평행 방향의 JIS 5 호 인장 시험편으로서, 코일 선미단으로부터 10 m 의 위치에서 채취한 시험편을 포함시켜, 코일 길이 방향으로 이들 시험편 간에 위치하는 시험편을 등간격으로 채취하여, 합계 20 장 채취한다. 그리고, 이들 20 장의 시험편에 대하여, 상기 서술한 인장 시험을 실시하고, TS 와 EL 의 표준 편차를 구함으로써 평가하였다. 코일 길이 방향의 TS 의 표준 편차가 30 MPa 이하인 것을 코일 길이 방향의 기계적 특성의 안정성이 우수한 것으로 판단하였다. 코일 길이 방향의 EL 의 표준 편차는 특별히 규정하지 않지만, 1.5 % 이하임으로써 코일 길이 방향의 기계적 특성의 안정성이 보다 우수한 것으로 판단하였다.

표 3

No.	강변	조직						특성					비고
		페라이트 면적률 (%)	템퍼드 마텐자이트 + 하부 베이나이트 면적률 (%)	프레시 마텐자이트 면적률 (%)	잔류 Y 치적률 (%)	TS (MPa)	EL (%)	λ (%)	코일 길이 방향의 TS 표준 편차 (MPa)	코일 길이 방향의 EL 표준 편차 (%)			
1	A	0	88	4	8	1279	13.3	43	24.2	0.9	적합강		
2	B	0	88	5	7	1414	11.2	61	18.6	1.1	적합강		
3	C	0	92	3	6	1253	12.5	67	23.6	0.7	적합강		
4	D	0	86	5	9	1515	11.5	50	7.5	1.3	적합강		
5	E	0	82	6	12	1517	11.7	62	20.5	1.1	적합강		
6	F	0	87	4	8	1358	12.2	64	8.8	0.9	적합강		
7	G	0	85	5	9	1375	12.8	52	22.1	0.8	적합강		
8	H	0	89	4	7	1348	11.5	63	15.1	1.2	적합강		
9	I	0	88	5	7	1275	13.0	67	11.4	1.1	적합강		
10	J	2	87	4	7	1325	12.2	51	12.1	0.7	적합강		
11	K	0	87	6	7	1368	11.2	54	19.4	0.9	적합강		
12	L	0	89	5	6	1188	12.4	54	11.6	0.8	적합강		
13	M	0	90	6	4	1096	9.5	68	5.7	1.1	비교강		
14	N	0	79	4	17	1727	10.4	52	23.2	0.6	비교강		
15	O	0	91	3	5	1165	11.5	47	13.1	0.9	비교강		
16	P	8	81	5	6	1158	14.5	35	10.5	1.1	비교강		
17	C	9	77	2	11	1103	16.4	32	32.0	1.8	비교강		
18	C	6	83	3	7	1160	12.8	35	42.0	1.0	비교강		
19	C	7	84	4	5	1165	13.5	53	18.3	1.0	비교강		
20	C	13	69	12	6	1086	12.4	26	5.7	1.0	비교강		
21	C	0	90	6	4	1260	10.8	67	36.1	2.0	비교강		
22	C	0	91	5	4	1261	10.6	59	31.2	1.6	비교강		
23	C	0	77	11	12	1253	16.8	68	36.0	1.9	비교강		
24	C	0	94	3	3	1247	9.9	58	23.8	1.3	비교강		
25	C	0	91	5	4	1132	9.0	55	10.5	1.1	비교강		
26	C	0	92	4	4	1350	9.5	68	24.2	0.7	비교강		
27	C	0	91	5	4	1286	10.6	38	16.2	1.0	비교강		
28	C	0	90	4	6	1230	11.6	55	34.3	2.1	비교강		

※ 밑줄은 본 발명 외를 의미한다.

[0243]

[0244] 표 2, 3 에 나타내는 본 발명예는, 강도, 연성, 구멍 확대성 및 기계적 특성의 안정성이 우수한 반면, 비교예는 어느 1 개 이상이 뒤떨어졌다. 또, 본 발명예에서는, 코일 길이 방향의 TS 의 표준 편차를 30 MPa 이하로 할 수 있음과 함께, 코일 길이 방향의 EL 의 표준 편차를 1.5 % 이하로 할 수 있었다.

[0245] 또, 본 발명예의 강관을 사용하여, 성형 가공을 실시하여 얻은 부재, 접합 가공을 실시하여 얻은 부재, 또한 성형 가공 및 접합 가공을 실시하여 얻은 부재는, 본 발명예의 강관이 고강도이고, 연성, 구멍 확대성 및 코일 길이 방향의 기계적 특성의 안정성이 우수한 점에서, 본 발명예의 강관과 동일하게, 고강도이고, 연성, 구멍 확대성 및 코일 길이 방향의 기계적 특성의 안정성이 우수한 것을 알 수 있었다.