



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2019-0110580  
(43) 공개일자 2019년09월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C22C 38/04 (2006.01) C21D 9/46 (2006.01)  
C22C 38/06 (2006.01) C22C 38/12 (2006.01)  
C22C 38/60 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
C22C 38/04 (2013.01)  
C21D 9/46 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-7024536  
(22) 출원일자(국제) 2018년02월21일  
심사청구일자 2019년08월21일

(85) 번역문제출일자 2019년08월21일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2018/006173  
(87) 국제공개번호 WO 2018/159405  
국제공개일자 2018년09월07일

(30) 우선권주장  
JP-P-2017-036394 2017년02월28일 일본(JP)

(71) 출원인  
**제이에프이 스틸 가부시키키가이샤**  
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방  
3고

(72) 발명자  
**양 링링**  
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방  
3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤 지테크자이  
산부 나이  
**고사카 노리아키**  
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방  
3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤 지테크자이  
산부 나이  
**나카가이토 다츠야**  
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방  
3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤 지테크자이  
산부 나이

(74) 대리인  
**특허법인코리아나**

전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **고강도 강판 및 그 제조 방법**

**(57) 요약**

본원 발명은, 스프링 백량이 작고, 폭 방향 재질 균일성을 갖는 항복 강도 550 MPa 이상의 고강도 강판 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 본원 발명의 고강도 강판은, 특정한 성분 조성, 페라이트상과, 면적률로 40 ~ 70 % 의 마텐자이트상과, 면적률로 5 ~ 30 % 의 베이나이트상을 함유하고, 압연 직각 방향의 판 두께 단면에 있어서, 마텐자이트상의 평균 입경이 2 ~ 8 μm 이고, 페라이트상의 평균 입경이 11 μm 이하이고, 페라이트상의 평균 입경이 마텐자이트상의 평균 입경의 3.0 배 이하인 마이크로 조직을 갖고, 항복 강도 (YP) 가 550 MPa 이상이다.

(52) CPC특허분류

*C22C 38/06* (2013.01)

*C22C 38/12* (2013.01)

*C22C 38/60* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

질량% 로,

C : 0.05 ~ 0.15 % ,

Si : 0.010 ~ 2.0 % ,

Mn : 1.8 ~ 3.2 % ,

P : 0.05 % 이하,

S : 0.02 % 이하,

Al : 0.01 ~ 2.0 % ,

Mo : 0.03 ~ 0.50 % 를 함유하고, 잔부가 철 및 불가피적 불순물로 이루어지는 성분 조성과,

페라이트상과, 면적률로 40 ~ 70 % 의 마텐자이트상과, 면적률로 5 ~ 30 % 의 베이나이트상을 함유하고, 압연 직각 방향의 관 두께 단면에 있어서, 마텐자이트상의 평균 입경이 2 ~ 8  $\mu\text{m}$  이고, 페라이트상의 평균 입경이 11  $\mu\text{m}$  이하이고, 페라이트상의 평균 입경이 마텐자이트의 평균 입경의 3.0 배 이하인 마이크로 조직을 갖고, 항복 강도 (YP) 가 550 MPa 이상인 고강도 강판.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 성분 조성은, 추가로, 질량% 로,

B : 0.0001 ~ 0.005 % 를 함유하는 고강도 강판.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 성분 조성은, 추가로, 질량% 로,

Ti : 0.005 ~ 0.04 % 를 함유하는 고강도 강판.

#### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성분 조성은, 추가로, 질량% 로,

Cr : 1.0 % 이하를 함유하는 고강도 강판.

#### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성분 조성은, 추가로, 질량% 로, Cu, Ni, Sn, As, Sb, Ca, Mg, Pb, Co, Ta, W, REM, Zn, Sr, Cs, Hf, V, Nb 중 어느 1 종 이상을 합계로 1 % 이하 함유하는 고강도 강판.

#### 청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

표면에 도금층을 갖는 고강도 강판.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,  
상기 도금층은, 용융 아연 도금층인 고강도 강판.

**청구항 8**

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 기재된 성분 조성을 갖는 냉연 강판을,  $A_{c1} - 50 \text{ }^\circ\text{C} \sim A_{c1}$  의 온도역의 평균 가열 속도가  $10 \text{ }^\circ\text{C/s}$  이상인 조건에서 어닐링 온도까지 가열하고, 어닐링 온도 :  $750 \sim 900 \text{ }^\circ\text{C}$ , 어닐링 시간 :  $30 \sim 200$  초의 조건에서 어닐링하고,  $10 \sim 40 \text{ }^\circ\text{C/s}$  의 평균 냉각 속도로  $400 \sim 600 \text{ }^\circ\text{C}$  까지 냉각시키고, 그 냉각시에 반경  $100 \text{ mm}$  이상의 롤로 벤딩 언벤딩을 합계 2 회 이상 6 회 이하 실시하는 어닐링 공정을 갖는 고강도 강판의 제조 방법.

**청구항 9**

제 8 항에 있어서,  
상기 어닐링 공정 후, 도금 처리를 실시하는 도금 공정을 갖는 고강도 강판의 제조 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은, 주로 자동차의 부품으로서 사용되는 고강도 강판 및 그 제조 방법에 관한 것이다. 상세하게는, 항복 강도가  $550 \text{ MPa}$  이상이고, 폭 방향 재질 균일성이 우수한 고강도 강판 및 그 제조 방법이다.

**배경 기술**

[0002] 최근, 이동체에 관한 업계, 예를 들어, 자동차 업계에 있어서는, 지구 환경의 보전이라는 관점으로부터, 탄산가스  $\text{CO}_2$  배출량을 삭감하기 위해서, 자동차의 연비를 개선하는 것이 항상 중요한 과제가 되고 있다. 자동차의 연비 향상에는, 자동차 차체의 경량화를 도모하는 것이 유효하다. 자동차 차체의 경량화를 위해서는, 자동차 차체의 강도를 유지하면서 차체의 경량화를 도모할 필요가 있다. 그래서, 자동차 부품용 소재가 되는 강판을 고강도화하고, 상기 소재를 얇게 하여 부품을 경량화하거나, 구조를 간략화하여 부품 점수를 삭감하거나 할 수 있으면, 자동차 차체의 경량화를 달성할 수 있다.

[0003] 그러나, 강판을 소재로 하는 자동차 부품의 대부분은, 프레스 가공 등에 의해 성형되기 때문에, 자동차 부품용 소재가 되는 강판에는, 고강도일 것이 요구된다. 또, 부분적으로 강도가 상이한 강판을 프레스 성형하면, 강도에 비례하여 스프링 백량이 변화되어, 부품이 뒤틀리는 현상이 일어난다. 그 때문에, 원하는 강도와 치수·형상 정밀도를 갖는 부품을 얻기 위해서는, 소재가 되는 강판의 강도와 가공성을, 강판의 폭 방향에서 균일하게 하는 것도 매우 중요하다.

[0004] 특허문헌 1 에는,  $980 \text{ MPa}$  이상이 되는, 강판 형상 및 형상 동결성이 우수한 고강도 냉연 강판 및 그 제조 방법이 개시되어 있다. 또, 특허문헌 2 에는, 연신 및 연신 플랜지성이 우수한 고강도 냉연 강판 및 그 제조 방법이 개시되어 있다. 또, 특허문헌 3 에는, 성형성 및 내충격성이 우수한 고강도 용융 아연 도금 강판 및 그 제조 방법이 개시되어 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0005] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2014-196557호
- (특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 2005-213640호
- (특허문헌 0003) 일본 특허 제4893844호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0006] 특허문헌 1, 특허문헌 2, 특허문헌 3 에 기재된 고강도 강판 모두, 마텐자이트상 (템퍼드 마텐자이트를 포함한다) 과 페라이트상의 경도의 차가 작아도, 사이즈의 차가 커지면, 성형할 때에 스프링 백량이 변화되어, 부품이 뒤틀리는 현상이 일어나, 실용상으로 과제가 남는다.
- [0007] 상기 서술한 바와 같이, 종래의 기술에서는, 모두 재질 균일성에 과제가 있다. 본 발명은, 상기한 종래 기술이 떠안고 있는 문제를 유리하게 해결하는 것으로, 스프링 백량이 작고, 폭 방향 재질 균일성을 갖는 항복 강도 550 Mpa 이상의 고강도 강판 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

- [0008] 상기의 목적을 달성하기 위해서, 본 발명자들은, 강의 마이크로 조직에 대해 예의 검토한 결과, 하기에 나타내는 지건을 얻었다.
- [0009] (1) 폭 방향의 재질 변동은, 압연 직각 방향의 판 두께 단면으로부터 관찰할 수 있는 마이크로 조직의 영향을 받기 쉽다.
- [0010] (2) 폭 방향의 재질 변동은, 어닐링 온도나 냉각 속도의 조정에 사용하는 온도 등의 온도 불균일에 의해 발생하는 경향이 있다. 특정한 성분 조성 및 특정한 제조 방법을 채용하여, 압연 방향에 대해 직각 방향으로 강판을 절단했을 때에 나타나는 판 두께 단면의 마이크로 조직을 특정한 마이크로 조직으로 함으로써, 상기 재질 변동을 억제할 수 있다.
- [0011] (3) 마텐자이트상 및 페라이트상이 조대화 (粗大化) 되면, 국부적으로 경질 부분과 연질 부분이 발생하여, 폭 방향의 재질 변동이 커지는 경향이 있다.
- [0012] 본 발명은 이상의 지건에 기초하여 완성된 것이다. 보다 구체적으로는, 본 발명은 이하의 것을 제공한다.
- [0013] [1] 질량% 로, C : 0.05 ~ 0.15 %, Si : 0.010 ~ 2.0 %, Mn : 1.8 ~ 3.2 %, P : 0.05 % 이하, S : 0.02 % 이하, Al : 0.01 ~ 2.0 %, Mo : 0.03 ~ 0.50 % 를 함유하고, 잔부가 철 및 불가피적 불순물로 이루어지는 성분 조성과, 페라이트상과, 면적률로 40 ~ 70 % 의 마텐자이트상과, 면적률로 5 ~ 30 % 의 베이 나이트상을 함유하고, 압연 직각 방향의 판 두께 단면에 있어서, 마텐자이트상의 평균 입경이 2 ~ 8 μm 이고, 페라이트상의 평균 입경이 11 μm 이하이고, 페라이트상의 평균 입경이 마텐자이트의 평균 입경의 3.0 배 이하인 마이크로 조직을 갖고, 항복 강도 (YP) 가 550 Mpa 이상인 고강도 강판.
- [0014] [2] 상기 성분 조성은, 추가로, 질량% 로, B : 0.0001 ~ 0.005 % 를 함유하는 [1] 에 기재된 고강도 강판.
- [0015] [3] 상기 성분 조성은, 추가로, 질량% 로, Ti : 0.005 ~ 0.04 % 를 함유하는 [1] 또는 [2] 에 기재된 고강도 강판.
- [0016] [4] 상기 성분 조성은, 추가로, 질량% 로, Cr : 1.0 % 이하를 함유하는 [1] ~ [3] 중 어느 하나에 기재된 고강도 강판.
- [0017] [5] 상기 성분 조성은, 추가로, 질량% 로, Cu, Ni, Sn, As, Sb, Ca, Mg, Pb, Co, Ta, W, REM, Zn, Sr, Cs, Hf, V, Nb 중 어느 1 종 이상을 합계로 1 % 이하 함유하는 [1] ~ [4] 중 어느 하나에 기재된 고강도 강판.
- [0018] [6] 표면에 도금층을 갖는 [1] ~ [5] 중 어느 하나에 기재된 고강도 강판.
- [0019] [7] 상기 도금층은, 용융 아연 도금층인 [6] 에 기재된 고강도 강판.
- [0020] [8] [1] ~ [5] 중 어느 하나에 기재된 성분 조성을 갖는 냉연 강판을, A<sub>c1</sub> - 50 °C ~ A<sub>c1</sub> 의 온도역의 평균 가열 속도가 10 °C/s 이상인 조건에서 어닐링 온도까지 가열하고, 어닐링 온도 : 750 ~ 900 °C, 어닐링 시간 : 30 ~ 200 초의 조건에서 어닐링하고, 10 ~ 40 °C/s 의 평균 냉각 속도로 400 ~ 600 °C 까지 냉각시키고, 그 냉각시에 반경 100 mm 이상의 롤로 벤딩 언벤딩을 합계 2 회 이상 6 회 이하 실시하는 어닐링 공정을 갖는 고강도 강판의 제조 방법.
- [0021] [9] 상기 어닐링 공정 후, 도금 처리를 실시하는 도금 공정을 갖는 [8] 에 기재된 고강도 강판의 제조 방법.

**발명의 효과**

[0022] 본 발명의 고강도 강관은, 항복 강도 550 MPa 이상이고, 폭 방향 재질의 균일성이 우수하다.

**도면의 간단한 설명**

[0023] 도 1 은, 스프링 백 각도의 측정을 설명하기 위한 모식도이다.

도 2 는, 스프링 백 각도를 설명하기 위한 모식도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0024] 이하, 본 발명의 실시형태에 대해 설명한다. 또한, 본 발명은 이하의 실시형태에 한정되지 않는다.

[0025] 본 발명의 고강도 강관의 성분 조성에 대해 설명한다. 이하의 설명에 있어서, 성분의 함유량의 단위인 「%」는 「질량%」를 의미한다.

[0026] C : 0.05 ~ 0.15 %

[0027] C 는, 마텐자이트상을 생성시켜 강도를 상승시키기 위해서 필요한 원소이다. C 함유량이 0.05 % 미만에서는, 마텐자이트상의 경도가 저하되고, 항복 강도가 550 MPa 이상이 되지 않는다. 한편, C 함유량이 0.15 % 를 초과하면 시멘타이트가 다량으로 생성됨으로써 연성이 열화된다. 또, 폭 방향의 재질 변동이 커진다. 따라서, C 함유량은 0.05 ~ 0.15 % 로 한다. 하한에 대해 바람직하게는 0.06 % 이상이다. 보다 바람직하게는 0.07 % 이상, 더욱 바람직하게는 0.08 % 이상이다. 상한에 대해 바람직하게는 0.14 % 이하, 보다 바람직하게는 0.12 % 이하, 더욱 바람직하게는 0.10 % 이하로 한다.

[0028] Si : 0.010 ~ 2.0 %

[0029] Si 는 고용 강화에 의해 강관의 경도를 높이는 작용을 갖는 원소이다. 항복 강도를 안정적으로 확보하기 위해서, Si 함유량을 0.010 % 이상으로 한다. 한편, Si 함유량이 2.0 % 를 초과하면, 시멘타이트가 미세하게 마텐자이트상 중에 석출되어, 연성이 열화된다. 또, 폭 방향의 재질 변동이 커진다. 그래서, Si 함유량은 2.0 % 이하로 한다. 하한에 대해 바람직하게는 0.3 % 이상이다. 보다 바람직하게는 0.5 % 이상, 더욱 바람직하게는 0.7 % 이상이다. 상한에 대해 바람직하게는 1.80 % 이하이다. 보다 바람직하게는 1.70 % 이하, 더욱 바람직하게는 1.60 % 이하이다.

[0030] Mn : 1.8 ~ 3.2 %

[0031] Mn 은 고용 강화에 의해 강관의 경도를 높이는 작용을 갖는 원소이다. 또, Mn 은 페라이트 변태를 억제하고 마텐자이트상을 생성시켜 소재의 강도를 상승시키는 원소이다. 항복 강도를 안정적으로 확보하기 위해, Mn 함유량은 1.8 % 이상의 함유를 필요로 한다. 바람직하게는 2.0 % 이상이다. 보다 바람직하게는 2.1 % 이상, 더욱 바람직하게는 2.2 % 이상이다. 한편, Mn 함유량이 많아지면, 편석층에 의해 성형성이 저하되거나, 폭 방향의 재질 변동이 커지거나 하므로, Mn 함유량은 3.2 % 이하로 한다. 바람직하게는 3.0 % 이하이다. 보다 바람직하게는 2.8 % 이하, 더욱 바람직하게는 2.7 % 이하이다.

[0032] P : 0.05 % 이하

[0033] P 는 입계에 편석되어 연성을 저하시킨다. 그 때문에, P 함유량은 0.05 % 이하로 한다. 바람직하게는 0.03 % 이하이고, 더욱 바람직하게는 0.02 % 이하이다. 또, P 함유량의 하한은 특별히 한정되지 않지만, 제조 비용의 관점으로부터는 0.0001 % 이상이 바람직하다.

[0034] S : 0.02 % 이하

[0035] S 는, Mn 과 결합하여 조대한 MnS 를 형성하여, 연성을 저하시킨다. 이 때문에, S 함유량은 가능한 한 저감시키는 것이 바람직하다. 본 발명에서는, S 함유량은 0.02 % 이하이면 된다. 바람직하게는 0.01 % 이하이고, 더욱 바람직하게는 0.002 % 이하이다. 또, S 함유량의 하한은 특별히 한정되지 않지만, 제조 비용의 관점으로부터는 0.0001 % 이상이 바람직하다.

[0036] Al : 0.01 ~ 2.0 %

[0037] 강 중에 산화물이 대량으로 존재하면 연성이 저하되므로 탈산은 중요하다. 또, Al 은 시멘타이트의 석출을 억제하는 경우가 있다. 이들 효과를 얻기 위해서, Al 함유량은 0.01 % 이상으로 할 필요가 있다. 한편, Al 함유량이 2.0 % 를 초과하면, 산화물이나 질화물이 응집 조대화되어 연성이 저하된다. 그래서,

Al 함유량은 2.0 % 이하로 하였다. 하한에 대해 바람직하게는 0.02 % 이상이다. 보다 바람직하게는 0.03 % 이상, 더욱 바람직하게는 0.05 % 이상이다. 상한에 대해 바람직하게는 1.5 % 이하이다. 보다 바람직하게는 0.1 % 이하이다.

[0038] Mo : 0.03 ~ 0.50 %

[0039] Mo 는, 본 발명에 있어서, 폭 방향의 재질 변동을 억제하기 위해서 중요한 원소이다. Mo 는 오스테나이트의 핵 생성을 촉진시켜, 마텐자이트를 미세화시킨다. 또 Mo 의 입계 편석에 의해 페라이트를 미세화시킨다. 이 효과를 얻기 위해서, Mo 의 함유량은 0.03 % 이상으로 할 필요가 있다. 바람직하게는 0.05 % 이상이다. 보다 바람직하게는 0.07 % 이상, 더욱 바람직하게는 0.10 % 이상이다. 한편, Mo 함유량이 0.50 % 를 초과하면, Mo 와 C 의 상호 작용이 강하기 때문에, 오스테나이트 중의 C 의 확산을 억제하여, 베이나이트 변태를 억제한다. 또 탄화물이 석출되어 연성이 열화된다. 바람직하게는 0.40 % 이하, 보다 바람직하게는 0.35 % 이하, 더욱 바람직하게는, 0.30 % 이하이다.

[0040] 상기의 기본 성분 이외에, 하기의 성분 (임의 성분) 을 함유해도 된다.

[0041] B : 0.0001 ~ 0.005 %

[0042] B 는 오스테나이트상으로부터의 펄라이트상의 생성을 억제하고, 원하는 마텐자이트 분율 (마텐자이트의 면적률) 을 확보하기 위해서 도움이 되는 원소이다. 이 효과를 충분히 얻기 위해서는, B 의 함유량은 0.0001 % 이상으로 할 필요가 있다. 바람직하게는 0.0010 % 이상, 보다 바람직하게는 0.0015 % 이상이다. 한편, B 함유량이 0.005 % 를 초과하면, B 는  $Fe_{23}(CB)_6$  을 형성하여 연성을 열화시킨다. 그래서, B 함유량을 0.005 % 이하로 한다. 바람직하게는 0.004 % 이하, 보다 바람직하게는, 0.003 % 이하, 더욱 바람직하게는 0.0020 % 이하이다.

[0043] Ti : 0.005 ~ 0.04 %

[0044] Ti 는 N 과 결합하여, 질화물을 형성함으로써, BN 의 형성을 억제하여, B 의 효과를 이끌어 낸과 함께, TiN 을 형성시켜 결정립을 미세화하여 인성을 향상시킨다. 이 효과를 충분히 얻기 위해서는, Ti 함유량을 0.005 % 이상으로 할 필요가 있다. 바람직하게는 0.01 % 이상이다. 한편, Ti 함유량이 0.04 % 를 초과하면, 이 효과가 포화될 뿐만 아니라, 압연 부하를 높이기 때문에, 안정적인 강관 제조가 곤란해진다. 그래서, Ti 함유량은 0.04 % 이하로 한다. 바람직하게는 0.03 % 이하이다.

[0045] Cr : 1.0 % 이하

[0046] Cr 은 템퍼링 취화를 억제하는 효과를 갖는 원소이다. 그 때문에, Cr 을 첨가함으로써 본 발명의 효과는 더욱 증대된다. 이 효과를 얻기 위해서는 0.005 % 이상 함유하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 0.010 % 이상이다. 그러나, Cr 함유량이 1.0 % 를 초과하면, Cr 탄화물이 형성되어, 연성이 열화된다. 그래서, Cr 을 함유하는 경우, Cr 함유량은 1.0 % 이하로 한다. 바람직하게는 0.5 % 이하이다. 보다 바람직하게는 0.2 % 이하이다.

[0047] 또, 본 발명의 고강도 강관은, Cu, Ni, Sn, As, Sb, Ca, Mg, Pb, Co, Ta, W, REM, Zn, Sr, Cs, Hf, V, Nb 중 어느 1 종 이상을 합계로 1 % 이하 함유해도 된다. 바람직하게는 0.1 % 이하, 보다 바람직하게는 0.03 % 이하이다. 또, 하한은 특별히 한정되지 않지만 합계가 0.001 % 이상이 바람직하다. 또, 상기 이외의 성분은 Fe 및 불가피적 불순물이다. 또한, 상기의 임의 성분에서 그 함유량에 대해 하한값이 있는 경우에, 그들 임의 원소를 상기 하한값 미만으로 함유해도 본 발명의 효과를 저해하지 않는다. 그래서, 상기 임의 원소를 하한값 미만으로 함유하는 경우 그 임의 원소는, 불가피적 불순물로서 함유되는 것으로 한다.

[0048] 이어서, 본 발명의 고강도 강관의 마이크로 조직에 대해 설명한다.

[0049] 본 발명의 고강도 강관의 마이크로 조직은, 판 폭 방향 (압연 방향에 대해 직각 방향) 으로 강관을 절단했을 때에 나타나는 판 두께 단면의 관찰에 의해 특정되는 조직이다. 구체적으로는 이하의 특징을 갖는다.

[0050] 베이나이트상

[0051] 본 발명의 고강도 강관의 마이크로 조직은, 베이나이트상을 면적률로 5 ~ 30 % 함유한다. 베이나이트상은, 오스테나이트 입계로부터 생성되기 때문에, 베이나이트상의 생성에 의해 마텐자이트상의 미세화에 효과가 있다. 또 베이나이트상의 강도는 마텐자이트 및 페라이트의 중간이고, 가공성 및 경도에 의한 재질의 변동을 억제하는 작용을 갖고 있다. 이 효과를 충분히 얻기 위해서는, 베이나이트상의 면적 분율

(면적률)은 5 % 이상으로 할 필요가 있다. 바람직하게는 9 % 이상이다. 보다 바람직하게는 11 % 이상이다. 한편, 베이나이트상의 면적률이 30 % 를 초과하면, 마텐자이트 분율이 저하되어, 항복 강도를 550 MPa 이상 얻을 수 없게 된다. 그래서, 베이나이트상의 면적률을 30 % 이하로 한다. 바람직하게는 25 % 이하, 보다 바람직하게는 20 % 이하이다.

[0052] 마텐자이트상

[0053] 본 발명의 고강도 강관의 마이크로 조직은, 마텐자이트상을 면적률로 40 ~ 70 % 함유한다. 마텐자이트상은, 경질상이고, 변태 조직 강화에 의해 강관의 강도를 증가시키는 작용을 갖고 있다. 또, 항복 강도를 550 MPa 이상으로 하기 위해서는, 마텐자이트상의 면적 분율 (면적률)은 40 % 이상으로 할 필요가 있다. 바람직하게는 45 % 이상, 보다 바람직하게는 50 % 이상이다. 한편, 마텐자이트상의 면적률이 70 % 를 초과하면, 국부적으로 경질상이 조대화되어, 재질의 균일성이 저하된다. 그래서, 마텐자이트상의 면적률은 70 % 이하로 한다. 바람직하게는 65 % 이하, 보다 바람직하게는 60 % 이하이다. 또, 마텐자이트상이란, 템퍼드 마텐자이트상, 퀴칭 상태의 마텐자이트상의 양상을 포함한다. 또한, 베이나이트와 마텐자이트상의 합계는 55 % 이상이 바람직하다.

[0054] 또, 상기 마이크로 조직은, 마텐자이트상의 평균 입경을 2 ~ 8  $\mu\text{m}$  로 한다. 항복 강도를 550 MPa 이상으로 하기 위해서는, 마텐자이트상의 평균 입경을 2  $\mu\text{m}$  이상으로 할 필요가 있다. 바람직하게는 4  $\mu\text{m}$  이상, 보다 바람직하게는 5  $\mu\text{m}$  이상이다. 한편, 마텐자이트상의 평균 입경이 8  $\mu\text{m}$  초과가 되면, 국부적으로 경질상이 조대화되어, 재질의 균일성이 저하된다. 그래서, 마텐자이트상의 평균 입경을 8  $\mu\text{m}$  이하로 한다. 바람직하게는, 7  $\mu\text{m}$  이하이다.

[0055] 상기의 페라이트상의 면적률은 특별히 한정되지 않지만, 5 ~ 40 % 가 바람직하다. 5 % 이상인 것은 페라이트상이 가공성이 우수한 것이라는 이유에서 바람직하다. 보다 바람직하게는 11 % 이상, 더욱 바람직하게는 15 % 이상이다. 페라이트상의 면적률이 40 % 를 초과하면 항복 강도가 550 MPa 이하가 될 가능성이 있다. 보다 바람직하게는 35 % 이하이다.

[0056] 또 상기 마이크로 조직에 함유되는 페라이트상의 평균 입경은 11  $\mu\text{m}$  이하로 한다. 페라이트상의 평균 입경이 11  $\mu\text{m}$  초과가 되면, 강관의 강도가 저하됨과 함께 인성이 열화된다. 또, 국부적으로 연질상이 조대화되어, 재질의 균일성이 저하된다. 따라서, 페라이트상의 평균 입경은 11  $\mu\text{m}$  이하로 한다. 하한에 대해 바람직한 상기 평균 입경은 3  $\mu\text{m}$  이상이다. 보다 바람직하게는 4  $\mu\text{m}$  이상, 더욱 바람직하게는 5  $\mu\text{m}$  이상이다. 상한에 대해 바람직한 상기 평균 입경은 10  $\mu\text{m}$  이하이다. 보다 바람직하게는 9  $\mu\text{m}$  이하, 더욱 바람직하게는 8  $\mu\text{m}$  이하이다.

[0057] 페라이트상의 평균 입경이 마텐자이트의 평균 입경의 3.0 배 이하

[0058] 페라이트상의 평균 입경과 마텐자이트의 평균 입경의 차가 커지면, 국부적으로 경질상이나 연질상이 조대화되어, 재질의 균일성이 저하되고, 폭 방향의 재질 변동이 커진다. 이 때문에, 페라이트상의 평균 입경은 마텐자이트의 평균 입경의 3.0 배 이하로 한다. 바람직하게는 2.5 배 이하, 보다 바람직하게는 2.0 배 이하이다. 하한에 대해서는 1.0 배 이상이 바람직하다. 보다 바람직하게는 1.2 배 이상이다.

[0059] 본 발명에 있어서, 상기 마이크로 조직은 베이나이트, 마텐자이트상 및 페라이트상을 함유하는데, 이들 이외의 상을 함유해도 된다. 그 밖의 상으로는 펄라이트, 잔류 오스테나이트 등을 들 수 있다. 또, 그 밖의 상의 면적률의 합계는, 8 % 이하가 바람직하다.

[0060] 측정 방법

[0061] 여기서, 마텐자이트상의 평균 입경, 페라이트상의 평균 입경은, 압연 방향과 수직 방향 (직각 방향) 으로 강관을 절단했을 때에 나타나는 판 두께 단면 (C 단면) 의 판 두께 1/4 부를 관찰함으로써 측정한다. 구체적으로는, 1 % 나이탈에 의한 부식 현출 (現出) 조직을 주사형 전자 현미경 (SEM) 으로 2000 배로 확대하여, 10 시야분 촬영하고, ASTM E 112-10 에 준거한 절단법에 의해 구한다. 페라이트상은 입 내에 부식흔이나 시멘타이트가 관찰되지 않는 형태를 갖는 조직이고, 베이나이트상은 입 내에 부식흔이나 큰 탄화물이 확인되는 조직이다. 템퍼링되어 있지 않은 마텐자이트는 입 내에 시멘타이트가 확인되지 않고, 페라이트상보다 밝은 콘트라스트이며, 템퍼드 마텐자이트는 입 내에 부식흔이나 시멘타이트가 확인되는 조직이다. 이들 상에 대해 화상 해석에 의해 관찰 시야에 대한 면적률의 평균을 구하였다. 또, 마텐자이트와 잔류 오스테나이트를 구별하기 위해, 잔류 오스테나이트의 측정에 대해, 냉연 강관 혹은 용융 도금 강관의 지철 강관을 판 두께 방향에 대해 1/4 위치까지 연삭 가공하고, 200  $\mu\text{m}$  이상 화학 연마를 실시한 판면의 X 선 회절 강도에 의해 잔류 오스테나이트

트상의 체적률을 정량하였다. 입사선원은 MoK α 선을 사용하고, (200) α, (211) α, (220) α, (200) γ, (220) γ, (311) γ 의 피크로부터 측정하였다. 얻어진 잔류 오스테나이트상의 체적률의 값은 강관 조직의 면적률의 값으로 하였다. 본 발명의 마텐자이트 면적률은 템퍼링되어 있지 않은 마텐자이트 면적률로부터 잔류 오스테나이트의 면적률을 빼고, 템퍼드 마텐자이트의 면적률을 더한 값으로 하였다. 또, 각 상의 면적률도 상기 SEM 화상으로부터 구할 수 있다.

[0062] 상기의 성분 조성 및 마이크로 조직을 갖는 고강도 강관은, 표면에 도금층을 가져도 된다. 도금층의 종류는 특별히 한정되지 않지만, 용융 아연 도금층이 바람직하다. 또, 합금화 처리를 실시하여 이루어지는 합금화 용융 아연 도금층도 바람직하다.

[0063] 다음으로, 본 발명의 고강도 강관의 제조 방법에 대해 설명한다.

[0064] 본 발명의 고강도 강관의 제조 방법은, 출발 물질로서 냉연 강관을 사용하면 된다. 이하의 설명에서는, 강 소재로부터 냉연 강관을 제조하는 방법의 일례도 설명한다.

[0065] 이하에서 설명하는 고강도 강관의 제조 방법은, 열연 공정, 냉연 공정, 어닐링 공정, 도금 공정을 갖는다.

[0066] 먼저, 열연 공정에서 사용하는 강 소재를 설명한다. 강 소재의 용제 방법은 특별히 한정되지 않고, 전로, 전기로 등, 공지된 용제 방법을 채용할 수 있다. 또, 용제 후, 편석 등의 문제로부터 연속 주조법에 의해 슬래브(강 소재)로 하는 것이 바람직하다. 본 발명에서는, 조괴-분괴 압연법, 박(薄) 슬래브 연속 주조법 등, 공지된 주조 방법으로 슬래브로 해도 된다. 또한, 주조 후에 슬래브를 열간 압연하는 데에 있어서, 가열로에서 슬래브를 재가열한 후에 압연해도 되고, 소정 온도 이상의 온도를 유지하고 있는 경우에는, 슬래브를 가열하지 않고 직송 압연해도 된다.

[0067] 열연 공정

[0068] 상기의 얻어진 강 소재에, 조압연 및 마무리 압연을 실시하는데, 본 발명에 있어서는, 조압연 전에 강 소재 중의 탄화물을 용해시킬 필요가 있다. 슬래브를 가열하는 경우에는, 탄화물을 용해시키거나, 압연 하중의 증대를 방지하거나 하기 위해, 1100 °C 이상으로 가열하는 것이 바람직하다. 또, 스케일 손실의 증대를 방지하기 위해, 슬래브의 가열 온도는 1300 °C 이하로 하는 것이 바람직하다. 또, 상기 서술한 바와 같이, 조압연 전의 강 소재가, 소정 온도 이상의 온도를 유지하고 있고, 강 소재 중의 탄화물이 용해되어 있는 경우에는, 조압연 전의 강 소재를 가열하는 처리는 생략 가능하다. 또한, 조압연 조건에 대해서는 특별히 한정할 필요는 없다.

[0069] 냉연 공정

[0070] 냉연 공정에서는, 열연 공정에서 얻어진 열연 강관을 냉간 압연한다. 냉간 압연에 있어서의 압연율은 특별히 한정되지 않고, 적절히 설정하면 된다.

[0071] 어닐링 공정

[0072] 어닐링 공정에서는, 먼저, 상기 성분 조성을 갖는 냉연 강관(상기 성분 조성을 갖는 강 소재를 사용함으로써 얻어지는 냉연 강관)을,  $A_{c1} - 50\text{ }^{\circ}\text{C} \sim A_{c1}$  의 온도역의 평균 가열 속도가 10 °C/s 이상인 조건에서 어닐링 온도까지 가열한다. 마텐자이트상을 미세화로 하기 위해서는, 오스테나이트상의 핵 생성을 촉진시킬 필요가 있다. 오스테나이트상의 핵 생성을 촉진시키기 위해서는,  $A_{c1}$  점(페라이트 → 오스테나이트 변태 개시 온도) - 50 °C ~  $A_{c1}$  의 평균 가열 속도를 빠르게 할 필요가 있다.  $A_{c1} - 50\text{ }^{\circ}\text{C} \sim A_{c1}$  에서의 평균 가열 속도가 10 °C/s 미만이면, 오스테나이트상의 핵 생성이 적어, 최종 조직의 마텐자이트상의 입경이 조대화가 된다. 상한은 특별히 한정되지 않지만, 30 °C/s 이하가 바람직하다. 또한,  $A_{c1}$  은 하기의 식을 이용하여 구할 수 있다. 하기 식에 있어서 원소 기호는 각 원소의 함유량(질량%)을 의미하고, 함유하지 않는 것은 0으로 한다.

[0073]  $A_{c1}(\text{ }^{\circ}\text{C}) = 723 + 29.1\text{Si} - 10.7\text{Mn} - 16.9\text{Ni} + 16.9\text{Cr}$

[0074] 이어서, 어닐링 온도 : 750 ~ 900 °C, 어닐링 시간 : 30 ~ 200 초의 조건에서 어닐링한다. 마텐자이트상의 평균 입경이 2 ~ 8 μm 이고, 체적 분율로 40 ~ 70 % 의 마텐자이트상을 함유하고, 또한 페라이트상의 평균 입경이 11 μm 이하인 마이크로 조직으로 하기 위해서는, 냉간 압연 후의 강관을 750 ~ 900 °C 의 어닐링 온도에서 30 ~ 200 초 유지하여 어닐링할 필요가 있다. 어닐링 온도가 750 °C 미만이나 유지 시간이 30 s 미

만인 경우, 페라이트 분율이 커져, 최종 조직에 원하는 양의 베이나이트 및 마텐자이트상이 함유되지 않는다.

한편, 어닐링 온도가 900 °C 를 초과하면, 마텐자이트의 체적 분율이 높아져, 재질의 균일성이 저하된다.

또, 어닐링 시간이 200 초를 초과하면, 철탄화물의 다량의 석출에 의해 연성의 저하를 초래하는 경우가 있다.

또, 폭 방향의 재질 변동이 커진다. 따라서, 어닐링 온도는 750 ~ 900 °C, 어닐링 시간은 30 ~ 200 초로 한다. 또, 하한에 대해 바람직한 어닐링 온도는 800 °C 이상이다. 상한에 대해 바람직한 어닐링 온도는 900 °C 이하이다. 하한에 대해 바람직한 어닐링 시간은 50 초 이상으로 한다. 상한에 대해 바람직한 어닐링 시간은 150 초 이하로 한다.

[0075] 이어서, 10 ~ 40 °C/s 의 평균 냉각 속도로 400 ~ 600 °C 까지 냉각시킨다. 400 °C 미만까지 냉각시키면, 템퍼드 마텐자이트가 증가하고, 강도가 저하된다. 한편, 600 °C 초과와 냉각 정지 온도에서는, 페라이트립 성장이 진행되어, 강도가 저하된다. 평균 냉각 속도가 10 °C/s 미만이 되면, 페라이트립이 조대화되어, 강도가 저하된다. 이 때문에, 평균 냉각 속도는 10 °C/s 이상이다. 냉각 속도가 40 °C/s 초과가 되면, 베이나이트가 생성되기 어렵게 되기 때문에, 가공성 및 경도에 의한 재질의 변동이 커진다. 따라서, 냉각 속도는 10 ~ 40 °C/s 로 한다. 바람직하게는, 30 °C/s 이하로 한다.

[0076] 또, 상기 냉각시에 반경 100 mm 이상의 물로 벤딩 언벤딩을 합계 2 회 이상 6 회 이하 실시한다. 마텐자이트상의 평균 입경을 2 ~ 8 μm 및 페라이트상의 평균 입경을 11 μm 이하로 하기 위해서는, 어닐링 후의 냉각 중에 입 성장을 억제하는 것이 필요하다. 또, 이 처리는 폭 방향의 재질 변동을 억제하기 위해서 유효하다. 그 때문에, 상기의 냉각시에, 2 회 이상 6 회 이하의 벤딩과 언벤딩이 필요하다. 반경 100 mm 미만의 물을 사용한 벤딩 언벤딩 및 2 회 미만의 벤딩 언벤딩에서는, 요망하는 입경이 얻어지지 않는다. 또 재질 변동을 충분히 억제할 수 없다. 그래서, 물 직경은 100 mm 이상 및 벤딩 언벤딩 횟수는 2 회 이상으로 하였다. 또, 6 회 초과와 벤딩 언벤딩에서는, 마텐자이트상이 경질화가 되기 쉬워, 재질의 균일성이 저하된다. 그 때문에, 6 회 이하의 벤딩 언벤딩으로 하였다. 바람직하게는 4 회 이하이다. 또한, 벤딩 언벤딩의 합계가 2 회 이상이란, 벤딩의 횟수와 언벤딩의 횟수의 합계가 2 회 이상을 의미한다.

[0077] 또, 벤딩 언벤딩을 실시할 때의 판 두께는 특별히 한정되지 않지만, 통상 0.5 ~ 2.6 mm 이다.

[0078] 상기 어닐링 공정 후에, 하기의 도금 처리를 실시하는 도금 공정을 실시해도 된다. 도금 처리의 종류는 특별히 한정되지 않고, 전기 도금 처리, 용융 도금 처리 중 어느 것이어도 된다. 용융 도금 처리 후에 합금화 처리를 실시해도 된다. 바람직하게는, 용융 아연 도금 처리, 용융 아연 도금 처리 후에 합금화 처리를 실시하는 합금화 용융 아연 도금 처리이다. 또한, 상기 어닐링 공정에 있어서의, 400 ~ 600 °C 에서의 냉각 정지 후에 도금 처리를 실시해도 되고, 추가로 냉각을 실시하고, 그 후 도금 처리를 실시해도 된다.

[0079] 실시예

[0080] 표 1 에 나타내는 성분 조성의 슬래브를 표 2 에 나타내는 조건에서, 열간 압연, 냉간 압연, 어닐링을 실시하여 판 두께 1.2 mm 의 강판을 제조하였다. 폭 방향의 재질 균일성을 조사하기 위해, 폭 방향의 중앙부 및 단부로부터 50 mm 인 위치로부터 샘플을 채취하여, 특성의 변화를 조사하였다. 폭 방향 중앙부와 단부의 재질차의 절대값으로 평가하였다. 조사 방법은 다음과 같다.

표 1

강기호	성분 조성 (질량%)													기타
	C	Si	Mn	P	S	Al	B	Ti	Mo					
A	0.078	1.52	2.26	0.01	0.001	0.03	0.002	0.02	0.11					-
B	0.071	1.36	2.41	0.01	0.002	0.03	0.002	-	0.17					Zn:0.05, Sr:0.008
C	0.055	1.72	2.51	0.01	0.003	0.05	-	0.02	0.07					Nb:0.02
D	0.112	1.48	1.89	0.01	0.012	0.02	0.005	0.02	0.06					Mg:0.004, Ta:0.026
E	0.042	1.5	2.61	0.02	0.010	0.05	0.002	0.02	0.32					-
F	0.179	1.33	2.06	0.02	0.009	0.04	0.001	0.01	0.08					-
G	0.06	1.62	2.36	0.02	0.010	0.04	0.003	0.01	0.10					Cr:0.02
H	0.091	1.48	2.42	0.02	0.010	1.52	0.001	0.01	0.05					-
I	0.069	1.62	2.31	0.01	0.008	0.04	0.003	0.03	0.15					Pb:0.01, Ta:0.005
J	0.055	2.13	2.45	0.01	0.012	0.03	0.002	0.03	0.04					-
K	0.056	0.007	2.56	0.02	0.009	0.02	0.002	0.01	0.10					-
L	0.088	1.34	2.40	0.02	0.015	0.03	0.001	0.02	0.12					Hf:0.010, Cs:0.002
M	0.069	1.53	1.62	0.01	0.007	0.03	0.003	0.02	0.14					-
N	0.069	1.53	3.58	0.01	0.009	0.03	0.001	0.03	0.15					-
O	0.082	1.34	2.44	0.02	0.012	0.03	0.005	0.02	-					-
P	0.056	1.56	2.45	0.01	0.009	0.03	0.002	0.01	0.26					As:0.007, Sb:0.04
Q	0.083	1.46	3.14	0.01	0.004	0.05	0.005	0.02	0.14					Co:0.012, Sn:0.004
R	0.063	1.52	2.63	0.02	0.015	0.04	0.0006	0.01	0.15					REM:0.45
S	0.142	0.92	2.01	0.01	0.011	0.05	0.002	0.01	0.06					Zn:0.05, V:0.06
T	0.094	0.76	2.55	0.01	0.005	0.08	0.005	0.02	0.04					W:0.012, Ni:0.01
U	0.065	1.65	2.62	0.02	0.016	0.09	0.001	0.02	0.17					Ca:0.0056
V	0.085	1.49	2.65	0.01	0.002	0.03	0.002	0.01	0.1					Cr:0.02
W	0.082	1.52	2.61	0.01	0.002	0.03	-	-	0.2					-

※: 밀줄은 본 발명 범위 외를 의미한다.

표 2

No.	라기호	열간 압연			냉간 압연		어닐링				비고	
		슬래브 가열 온도 (°C)	미연리압연 온도 (°C)	관측 온도 (°C)	냉연율 (%)	가열 속도 (°C/s)*1	어닐링 온도 (°C)	어닐링 시간 (s)	어닐링 시간 반경 100mm 이상의 롤에 의한 변형 연변형 횟수 (회)	평균 냉각 속도 (°C/s)*2		냉각 정지 온도 (°C)
1	A	1250	910	520	42	20	830	80	4	15	500	직할강
2	A	1250	910	520	42	18	830	80	4	15	500	직할강
3	A	1250	910	520	42	5	830	80	4	15	500	비교강
4	B	1250	910	520	42	15	820	90	5	20	480	직할강
5	B	1250	910	520	42	15	820	80	4	20	490	직할강
6	B	1250	910	520	42	18	810	25	5	13	500	비교강
7	B	1250	910	520	42	18	810	260	5	13	500	비교강
8	C	1250	910	520	42	16	800	65	4	12	480	직할강
9	C	1250	910	520	42	16	800	68	3	20	500	직할강
10	D	1250	910	520	42	16	800	92	5	15	540	직할강
11	D	1250	910	520	42	16	800	70	8	15	540	비교강
12	D	1250	910	520	42	16	800	70	1	15	540	비교강
13	E	1250	910	520	42	13	850	85	4	15	520	비교강
14	F	1250	910	520	42	13	840	90	4	14	520	비교강
15	G	1250	910	520	42	15	810	75	5	15	530	직할강
16	G	1250	910	520	42	15	710	75	5	15	480	비교강
17	G	1250	910	520	42	15	940	90	5	16	520	비교강
18	H	1250	910	520	42	16	820	90	3	15	520	직할강
19	I	1250	910	520	42	16	820	90	3	17	480	직할강
20	I	1250	910	520	42	16	820	85	3	8	510	비교강
21	J	1250	910	520	42	13	810	90	4	17	510	비교강
22	K	1250	910	520	42	13	820	75	5	17	500	비교강
23	L	1250	910	520	42	15	820	85	5	17	500	직할강
24	L	1250	910	520	42	15	820	85	5	16	320	비교강
25	L	1250	910	520	42	15	820	85	5	18	670	비교강
26	M	1250	910	500	40	20	810	80	4	15	510	비교강
27	N	1250	970	500	40	20	820	85	4	16	510	비교강
28	O	1250	900	490	45	20	820	83	4	17	500	비교강
29	P	1250	900	500	45	20	810	80	4	16	500	직할강
30	Q	1250	910	520	50	20	820	80	4	21	490	직할강
31	R	1250	890	500	50	20	820	80	4	17	490	직할강
32	S	1250	900	500	45	20	850	80	4	16	490	직할강
33	T	1250	920	510	52	20	820	80	4	15	490	직할강
34	U	1250	910	520	52	20	850	80	4	13	490	직할강
35	V	1250	910	520	53	20	850	80	4	15	490	직할강
36	W	1250	910	520	53	20	850	80	4	15	490	직할강

※ 열간 압연은 본 발명 범위 외를 의미한다.  
 \*1: Ac1 ~ 50°C ~ Ac1의 온도에서의 평균 가열 속도  
 \*2: 어닐링 온도의 유지 후의 냉각의 평균 냉각 속도

[0082]

[0083]

(1) 조직 관찰

[0084]

얻어진 강관의 압연 방향과 수직인 관 두께 단면을 연마하여, 1 % 나이탈에 의한 부식 현출시켰다. 주사형 전자 현미경으로 200 배로 확대하여, 표면으로부터 관 두께 1/4t 부까지의 영역 내를 10 시야분 촬영하고, ASTM E 112-10 에 준거한 절단법에 의해 구한다. t 는 강관의 두께 (관 두께) 이다. 상기 촬영 화상에 기초하여, 각 상의 면적률을 측정하였다. 페라이트상은 입 내에 부식흔이나 시멘타이트가 관찰되지 않는 형태를 갖는 조직이고, 베이나이트상은 입 내에 부식흔이나 큰 탄화물이 확인되는 조직이다. 템퍼링되어 있지 않은 마텐자이트는 입 내에 시멘타이트가 확인되지 않고, 페라이트상보다 밝은 콘트라스트이며, 템퍼드 마텐자이트는 입 내에 부식흔이나 시멘타이트가 확인되는 조직이다. 이들 상에 대해 화상 해석에 의해 관찰 시야에 대한 면적률의 평균을 구하였다. 또, 마텐자이트와 잔류 오스테나이트를 구별하기 위해, 잔류 오스테나이트의 측정에 대해, 관 두께 방향에 대해 1/4 위치까지 연삭 가공하고, 200 μm 이상 화학 연마를 실시한 관면의 X 선 회절 강도에 의해 잔류 오스테나이트상의 체적률을 정량하였다. 입사선원은 MoKα 선을 사용하고, (200)α, (211)α, (220)α, (200)γ, (220)γ, (311)γ 의 피크로부터 측정하였다. 얻어진 잔류 오스테나이트상의 체적률의 값은 강관 조직의 면적률의 값으로 하였다. 본 발명의 마텐자이트 면적률은 템퍼링되어 있지 않은 마텐자이트 면적률로부터 잔류 오스테나이트의 면적률을 빼고, 템퍼드 마텐자이트의 면적률을 더한 값으로 간주하였다. 또한, 그 밖의 상으로서 펄라이트가 확인되었다.

- [0085] 상기의 체적 분율의 도출에 사용한 촬영 화상을 사용하여, 마텐자이트의 평균 입경 및 페라이트의 평균 입경에 대해, 주사형 전자 현미경 (SEM) 으로 1000 배로 확대하여, 10 시야분 촬영하고, ASTM E 112-10 에 준거한 절단법에 의해 구하였다. 산출된 마텐자이트의 평균 입경 및 페라이트의 평균 입경을 표 3 에 나타낸다.
- [0086] (2) 인장 특성
- [0087] 압연 방향과 90° 인 방향을 길이 방향 (인장 방향) 으로 하는 JIS Z 2201 에 기재된 5 호 시험편을 사용하고, JIS Z 2241 에 준거한 인장 시험을 5 회 실시하여, 평균 항복 강도 (YP), 인장 강도 (TS), 전연신 (EL) 을 구하였다. 산출 결과를 표 3 에 나타낸다. YP 는 550 MPa 이상을 양호로 한다.
- [0088] TS 는 980 MPa 이상이 바람직하다. E1 은 16 % 이상이 바람직하다.
- [0089] 폭 방향의 중앙부와 단부의 차에 대해서도 표 3 에 나타내었다.  $\Delta YP$  가 15 MPa 이하,  $\Delta TS$  가 20 MPa 이하,  $\Delta E1$  이 3.0 % 이하를 양호로 한다.
- [0090] (3) 스프링 백량 (각도) 측정
- [0091] 압연 방향과 평행한 방향을 길이 방향으로 한 폭 35 mm, 길이 100 mm 의 강판을 잘라내어, 시험편을 제작하였다. 제작된 시험편을 도 1 과 같이 압금구로 성형 하중 10 kN, 하중 속도 100 mm/min, 굽힘 반경 R = 4 mm 로 L 굽힘 시험을 실시하였다. 도 2 의  $\theta$  값을 스프링 백 각도로 하였다. 이들 결과를 표 3 에 정리하여 나타낸다.  $\theta$  는 9.0° 이하를 양호로 한다. 폭 방향의 중앙부와 단부의 차에 대해서도 표 3 에 나타내었다.  $\Delta \theta$  가 2.5° 이하를 양호로 한다.

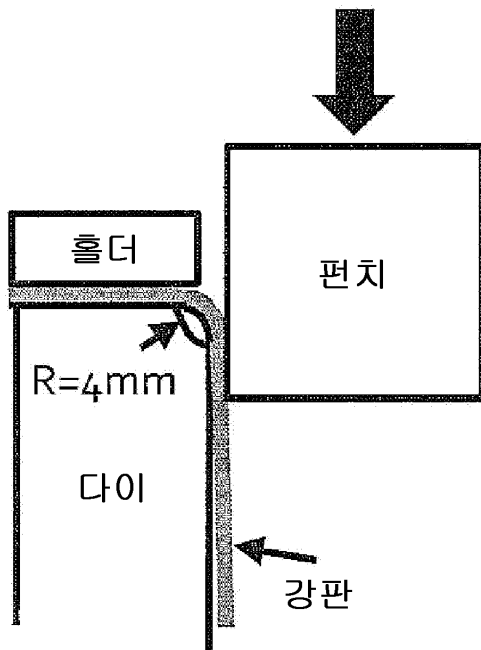
표 3

No.	강판 조직 특징						폭 방향 중앙부 간판 특성				폭 방향 단부와 중앙부의 재질 차				비고
	배이네이트상		미립자이트상		페라이트상		YP (MPa)	TS(MPa)	EL(%)	스프링 백량 θ (°)	Δ YP(MPa)	Δ TS(MPa)	Δ EI(%)	Δ θ (°)	
	배이네이트 면적 분율 (%)	미립자이트 면적 분율 (%)	배이네이트 평균 임경 (μm)	미립자이트 평균 임경 (μm)	페라이트 평균 임경/마텐자이트 평균 임경 (%)										
1	12	50	6	34	8	1.3	645	1030	17.9	8.0	8.0	12.0	0.5	2.0	적합강
2	13	48	7	35	7	1.0	650	1025	18.0	7.5	9.0	11.0	0.3	1.5	적합강
3	3	45	7	50	22	3.1	500	870	20.8	8.5	16.0	25.0	3.5	4.0	비교강
4	14	52	6	31	8	1.3	650	1020	18.1	8.0	7.0	9.0	0.6	1.6	적합강
5	14	53	6	30	9	1.5	650	1025	18.0	7.9	8.0	10.0	0.4	2.1	적합강
6	4	40	5	55	16	3.2	490	860	20.9	8.5	20.0	35.0	3.8	5.0	비교강
7	6	42	10	46	15	1.5	670	1030	14.0	9.5	18.0	30.0	3.2	4.5	비교강
8	18	50	6	30	10	1.7	690	1050	17.6	7.5	8.0	11.0	0.6	1.5	적합강
9	16	52	7	31	10	1.4	685	1045	17.7	7.3	9.0	12.0	0.6	1.9	적합강
10	10	65	7	21	9	1.3	710	1070	17.3	7.5	7.0	9.0	0.5	2.0	적합강
11	3	71	8	20	10	1.3	720	1080	17.1	8.0	25.0	40.0	4.5	5.0	비교강
12	4	70	11	25	15	1.4	705	1065	17.4	7.6	22.0	38.0	4.0	5.5	비교강
13	3	40	7	56	14	2.0	530	860	21.2	8.5	18.0	30.0	3.5	4.6	비교강
14	3	80	12	15	13	1.1	715	1075	17.2	8.5	22.0	39.0	4.0	6.0	비교강
15	16	50	7	30	8	1.1	670	1030	18.0	7.2	8.0	10.0	0.7	1.2	적합강
16	3	30	5	60	14	2.8	510	870	20.6	8.0	25.0	35.0	3.4	5.0	비교강
17	6	75	13	11	9	0.7	790	1150	15.5	10.0	20.0	32.0	3.8	5.5	비교강
18	20	50	6	28	9	1.5	695	1055	17.5	7.5	7.0	10.0	1.1	1.5	적합강
19	10	50	5	38	9	1.8	650	1010	18.3	7.6	7.0	12.0	0.7	1.0	적합강
20	25	33	6	40	19	3.2	505	860	21.1	8.3	18.0	28.0	4.0	5.8	비교강
21	4	65	9	25	12	1.3	720	1080	17.1	8.7	23.0	39.0	3.8	6.3	비교강
22	6	40	9	52	15	1.7	535	950	19.5	8.0	16.0	22.0	3.1	4.0	비교강
23	15	45	6	36	8	1.3	675	1035	17.9	8.5	9.0	13.0	1.0	2.0	적합강
24	10	30	6	53	10	1.7	520	880	18.6	8.0	22.0	33.0	3.5	5.6	비교강
25	8	38	7	50	21	3.0	525	885	20.9	8.1	26.0	38.0	3.6	6.0	비교강
26	11	35	6	52	20	3.3	510	890	20.8	8.3	21.0	35.0	3.8	5.8	비교강
27	3	38	6	55	19	3.2	525	1010	18.3	8.0	20.0	32.0	3.4	5.0	비교강
28	10	50	12	38	15	1.3	655	1015	18.2	8.2	28.0	42.0	3.8	6.0	비교강
29	11	42	7	43	9	1.3	655	1015	18.2	7.5	9.0	15.0	0.6	1.2	적합강
30	12	60	7	26	9	1.3	705	1066	17.4	8.0	7.0	12.0	0.5	0.9	적합강
31	10	43	6	40	10	1.7	660	1020	18.1	7.5	8.0	15.0	0.6	1.2	적합강
32	13	65	7	20	9	1.3	730	1090	17.0	8.0	6.0	13.0	0.6	1.6	적합강
33	11	50	6	37	9	1.5	670	1030	18.0	7.5	5.0	10.0	0.4	1.8	적합강
34	9	50	6	38	8	1.3	665	1025	18.0	7.3	8.0	11.0	0.9	1.5	적합강
35	15	55	6	25	9	1.5	690	1050	17.6	7.6	9.0	10.0	0.8	1.6	적합강
36	14	50	6	27	9	1.5	680	1040	17.8	7.6	9.0	10.0	0.8	1.6	적합강

\*인용은 본 발명 범위 외를 의미한다.

도면

도면1



도면2

