



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0118928
(43) 공개일자 2017년10월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 38/12 (2006.01) *C21D 8/02* (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01) *C22C 38/02* (2006.01)
C22C 38/04 (2006.01) *C22C 38/06* (2006.01)
C23C 2/06 (2006.01) *C23C 2/40* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C22C 38/12 (2013.01)
C21D 8/0226 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7027030
- (22) 출원일자(국제) 2016년03월22일
 심사청구일자 2017년09월25일
- (85) 번역문제출일자 2017년09월25일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2016/001651
- (87) 국제공개번호 WO 2016/152148
 국제공개일자 2016년09월29일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2015-062043 2015년03월25일 일본(JP)

- (71) 출원인
제이에프이 스틸 가부시카가이사
 일본 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2방 3고
- (72) 발명자
혼다 유마
 일본국 도쿄토 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2 반 3고 제이에프이 스틸 가부시카가이사 치테키자 이산부 나이
- 후나카와 요시마사**
 일본국 도쿄토 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2 반 3고 제이에프이 스틸 가부시카가이사 치테키자 이산부 나이
- 하라다 코조**
 일본국 도쿄토 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2 반 3고 제이에프이 스틸 가부시카가이사 치테키자 이산부 나이
- (74) 대리인
이철

전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **고강도 강판 및 그의 제조 방법**

(57) 요약

항복비가 높고, 강판폭 방향 중앙과 단부의 강도차가 작은 고강도 강판을 얻는다. 성분 조성은, 질량%로, C: 0.02% 이상 0.10% 미만, Si: 0.10% 미만, Mn: 1.0% 미만, P: 0.10% 이하, S: 0.020% 이하, Al: 0.01% 이상 0.10% 이하, N: 0.010% 이하, Nb: 0.005% 이상 0.070% 미만을 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지고, 강 조직은, 면적률로 페라이트: 90% 이상, 펄라이트: 0~10%, 마르텐사이트, 잔류 오스테나이트 및 시멘타이트의 합계: 0~3%로 이루어지고, 강판폭 방향 중앙에 있어서의 상기 페라이트의 평균 결정 입경 d_c 가 15.0 μ m 이하이고, 강판폭 방향 단(edge)으로부터 강판폭 방향 중앙측으로 100mm의 위치에 있어서의 상기 페라이트의 평균 결정 입경 d_e 와 상기 평균 결정 입경 d_c 의 차의 절댓값이 5.0 μ m 이하인 고강도 강판으로 한다.

(52) CPC특허분류

C21D 8/0236 (2013.01)

C21D 8/0263 (2013.01)

C21D 9/46 (2013.01)

C22C 38/02 (2013.01)

C22C 38/04 (2013.01)

C22C 38/06 (2013.01)

C23C 2/06 (2013.01)

C23C 2/40 (2013.01)

C21D 2211/005 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

성분 조성은, 질량%로, C: 0.02% 이상 0.10% 미만, Si: 0.10% 미만, Mn: 1.0% 미만, P: 0.10% 이하, S: 0.020% 이하, Al: 0.01% 이상 0.10% 이하, N: 0.010% 이하, Nb: 0.005% 이상 0.070% 미만을 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지고,

강 조직은, 면적률로 페라이트: 90% 이상, 펄라이트: 0~10%, 마르텐사이트, 잔류 오스테나이트 및 시멘타이트의 합계: 0~3%로 이루어지고,

강관폭 방향 중앙에 있어서의 상기 페라이트의 평균 결정 입경 d_c 가 15.0 μ m 이하이고,

강관폭 방향 단(edge)으로부터 강관폭 방향 중앙측으로 100mm의 위치에 있어서의 상기 페라이트의 평균 결정 입경 d_e 와 상기 평균 결정 입경 d_c 의 차가 5.0 μ m 이하인 고강도 강판.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 성분 조성은, 추가로, 질량%로, Cr: 0.3% 이하, Mo: 0.3% 이하, B: 0.005% 이하, Cu: 0.3% 이하, Ni: 0.3% 이하 중 어느 1종 또는 2종 이상을 함유하는 고강도 강판.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

고강도 강판의 표면에 용융 아연 도금층을 갖는 고강도 강판.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 용융 아연 도금층이 합금화 용융 아연 도금층인 고강도 강판.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 기재된 성분 조성을 갖는 강편을 열간 압연 후, 열연 강판의 강관폭 방향 중앙에 있어서의 온도가 500~650 $^{\circ}$ C, 권취시의 강관폭 방향 중앙의 온도와 강관폭 방향 단으로부터 강관폭 방향 중앙측으로 100 mm 위치의 온도의 차를 50 $^{\circ}$ C 이하로 하여 권취하고, 권취 후의 상기 열연 강판을 냉간 압연하고, 냉연 강판을 연속 어닐링로에서 어닐링하는 고강도 강판의 제조 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 어닐링 후에 있어서, 고강도 강판의 표면에 용융 아연 도금을 실시하는 고강도 강판의 제조 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 용융 아연 도금에 합금화 처리를 실시하는 고강도 강판의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은, 자동차 부품 등에 적용되는 고강도 강판 및 그의 제조 방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 자동차 부재의 소재가 되는 강관으로서, 부재 경량화 등의 관점에서, 고강도 강관이 널리 이용된다. 예를 들면, 골격 부재나 내충돌용 부재(crash-resistant members) 등은, 탑승자의 안전 확보를 위해 충돌시에 변형되기 어려운 것이 요구되어, 이들의 소재가 되는 강관의 항복비(yield ratio)는 높은 것이 요구된다. 한편, 균열(cracking)이 발생하는 일 없이 안정적으로 프레스 성형하려면, 강관의 판폭 방향에 있어서의 중앙과 단부의 인장 강도의 차가 작을 것도 요망된다. 항복비의 요구에 대해서는, 지금까지 여러 가지의 강관 및 그의 제조 기술이 개시되어 있다.
- [0003] 특허문헌 1에는, Nb, Ti를 합계로 0.01% 이상 함유하고, 재결정률 80% 이상의 페라이트를 주상(main phase)으로 하는 도장 베이킹(paint-baking) 경화성이 우수한 고강도 강관과 그의 제조 방법이 개시되어 있다. 또한, 특허문헌 2에는, 강 조직으로서 20~50%의 미세결정 페라이트를 포함하는, 내충돌 특성이 우수한 고강도 강관과 그의 제조 방법이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0004] (특허문헌 0001) 일본특허공보 제4740099호
(특허문헌 0002) 일본특허공보 제4995109호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 특허문헌 1 또는 2에 기재된 기술에서는, 열간 압연 후의 강판폭 방향의 권취 온도를 적정하게 제어하고 있지 않아, 그 결과, 강관 판폭 방향의 페라이트 입경의 균일성이 불충분하다고 생각된다. 따라서, 특허문헌 1 또는 2에 기재된 기술에서는, 판폭 방향의 중앙과 단(edges)의 인장 강도의 차가 작은 고강도 강관은 얻어지지 않는다고 생각된다. 또한, 특허문헌 2와 같이, 열간 압연 후의 강 조직의 일부에 미세결정 페라이트를 생성시키는 경우에, 강관의 폭 방향 중앙과 단부의 인장 강도의 차가 작은 고강도 강관을 얻으려면, 어닐링에 있어서 판폭 방향의 온도를 매우 엄밀하게 관리할 필요가 있다. 이 때문에, 특허문헌 2에 기재된 발명에 의한 판폭 방향의 강도차가 작은 강관의 공업화는 실질적으로 불가능하다.
- [0006] 본 발명은, 이러한 사정을 감안하여 상기 문제를 해결하기 위해 이루어진 것으로, 그 목적은, 항복비가 높고, 강판폭 방향 중앙과 단부의 강도차가 작은 고강도 강관을 얻는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명자들은, 상기의 과제를 해결하기 위해 예의 연구를 실시했다. 그 결과, 페라이트를 주체로 하는 강 조직에 있어서, 페라이트의 평균 결정 입경을 일정 이하로 미세화하여, 강관의 폭 중앙과 단부에서 평균 결정 입경의 차가 작아지도록 하는 것이, 상기 과제 해결을 위해 중요한 것을 발견했다. 그리고, 소망하는 강 조직으로 하기 위해서는, 소정의 성분 조성으로 조정함과 함께, 열간 압연 후의 권취 온도를 적정한 범위로 제어하는 것이 유효한 것을 발견했다.
- [0008] 본 발명은, 이상의 인식에 기초하여 이루어진 것으로, 그 요지는 이하와 같다.
- [0009] [1] 성분 조성은, 질량%로, C: 0.02% 이상 0.10% 미만, Si: 0.10% 미만, Mn: 1.0% 미만, P: 0.10% 이하, S: 0.020% 이하, Al: 0.01% 이상 0.10% 이하, N: 0.010% 이하, Nb: 0.005% 이상 0.070% 미만을 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지고, 강 조직은, 면적률로 페라이트: 90% 이상, 펄라이트: 0~10%, 마르텐사이트, 잔류 오스테나이트 및 시멘타이트의 합계: 0~3%로 이루어지고, 강판폭 방향 중앙에 있어서의 상기 페라이트의 평균 결정 입경 d_c 가 15.0 μ m 이하이고, 강판폭 방향 단으로부터 강판폭 방향 중앙측으로 100mm의 위치에 있어서의 상기 페라이트의 평균 결정 입경 d_e 와 상기 평균 결정 입경 d_c 의 차가 5.0 μ m 이하인 고강도 강관.

- [0010] [2] 상기 성분 조성은, 추가로, 질량%로, Cr: 0.3% 이하, Mo: 0.3% 이하, B: 0.005% 이하, Cu: 0.3% 이하, Ni: 0.3% 이하 중 어느 1종 또는 2종 이상을 함유하는 [1]에 기재된 고강도 강판.
- [0011] [3] 고강도 강판의 표면에 용융 아연 도금층을 갖는 [1] 또는 [2]에 기재된 고강도 강판.
- [0012] [4] 상기 용융 아연 도금층이 합금화 용융 아연 도금층인 [3]에 기재된 고강도 강판.
- [0013] [5] [1] 또는 [2]에 기재된 성분 조성을 갖는 강편을 열간 압연 후, 열연 강판의 강판폭 방향 중앙에 있어서의 온도가 500~650℃, 권취시의 강판폭 방향 중앙의 온도와 강판폭 방향 단으로부터 강판폭 방향 중앙측으로 100mm 위치의 온도의 차를 50℃ 이하로 하여 권취하고, 권취 후의 상기 열연 강판을 냉간 압연하고, 냉연 강판을 연속 어닐링로에서 어닐링하는 고강도 강판의 제조 방법.
- [0014] [6] 상기 어닐링 후에 있어서, 고강도 강판의 표면에 용융 아연 도금을 실시하는 [5]에 기재된 고강도 강판의 제조 방법.
- [0015] [7] 상기 용융 아연 도금에 합금화 처리를 실시하는 [6]에 기재된 고강도 강판의 제조 방법.

발명의 효과

- [0016] 본 발명에 의하면, 성분 조성 및 열연 후의 권취 조건 등의 제조 조건을 적정하게 제어함으로써, 자동차 부재 용도로서 요구되는 고향복비로 하면서, 강판폭 방향의 중앙과 단부의 인장 강도의 차를 작게 할 수 있다.
- [0017] 또한, 본 발명에 의하면, 고강도 강판을 안정적으로 제조하는 것이 가능하다. 이 결과, 자동차의 더 한층의 경량화나 프레스 균열에 의한 수율 손실의 저감이 가능하게 되어, 본 발명의 자동차, 철강 업계에 있어서의 이용 가치는 매우 크다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] (발명을 실시하기 위한 형태)
- [0019] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대해서 설명한다. 또한, 본 발명은 이하의 실시 형태에 한정되지 않는다. 이하의 설명에 있어서, 성분의 함유량을 나타내는 「%」는 「질량%」를 의미한다.
- [0020] 우선, 본 발명의 개요에 대해서 설명한다. 본 발명의 목적은 인장 강도가 330MPa 이상 500MPa 미만인 고강도 강판에 있어서, 향복비를 0.70 이상으로 높게, 강판폭 방향의 중앙과 단부의 인장 강도의 차를 20MPa 이하로 작게 하는 것이다. 그러기 위해서는, Nb를 0.005% 이상 함유하는 성분 조성으로 하고, 페라이트 단상, 또는 페라이트를 주체로 하여 페라이트 이외에 펄라이트, 마르텐사이트, 잔류 오스테나이트 및 시멘타이트 중 어느 1종 이상을 포함하는 강 조직으로 하고, 강판폭 방향 중앙에 있어서의 당해 페라이트의 평균 결정 입경을 15.0 μ m 이하로 하고, 강판폭 방향 중앙과 단부의 페라이트의 평균 결정 입경의 차를 5.0 μ m 이하로 하는 것이 유효하다.
- [0021] 또한, 소망하는 페라이트 평균 결정 입경으로 하기 위해서는, 열연 후의 권취 온도를 500~650℃로 관리하고, 권취시의 판폭 방향의 온도를 균일하게 하는 것이 중요하다. 구체적으로는 강판폭 방향 중앙과 단부의 온도차를 50℃ 이하로 하는 것이 중요하다. 이에 따라, Nb 탄화물을 열연 권취 후의 냉각 중에 균일 미세하게 석출시킬 수 있어, 어닐링 후의 페라이트 평균 결정 입경을 강판폭 방향 중앙과 단부에서 균일화할 수 있다고 생각된다.
- [0022] 또한, 향복 강도와 인장 강도는, 시험편의 평행부 중앙이, 강판폭 방향 중앙 또는 폭 방향 단으로부터 강판폭 방향 중앙측으로 100mm 위치에 일치하는 위치로부터, 인장 방향이 압연 방향과 수직이 되도록 JIS5호 인장 시험편을 채취하고, JIS Z 2241에 준거한 인장 시험에 의해 구한다.
- [0023] 이어서, 본 발명의 고강도 강판에 대해서, 성분 조성, 강 조직의 순서로 설명한다.
- [0024] (1) 성분 조성
- [0025] 본 발명의 고강도 강판의 성분 조성은, 질량%로, C: 0.02% 이상 0.10% 미만, Si: 0.10% 미만, Mn: 1.0% 미만, P: 0.10% 이하, S: 0.020% 이하, Al: 0.01% 이상 0.10% 이하, N: 0.010% 이하, Nb: 0.005% 이상 0.070% 미만을 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어진다. 또한, 상기 성분 조성은, 추가로, 질량%로, Cr: 0.3% 이하, Mo: 0.3% 이하, B: 0.005% 이하, Cu: 0.3% 이하, Ni: 0.3% 이하 중 어느 1종 또는 2종 이상을 함유해도 좋다.

- [0026] C: 0.02% 이상 0.10% 미만
- [0027] C는, Nb 탄화물(본 명세서에 있어서 Nb 탄화물에는, Nb 탄질화물도 포함함)로서 석출되고, 석출 강화나 페라이트립의 조대화(coarsening)를 억제하는 것을 통하여 항복 강도와 인장 강도의 증가에 기여한다. C 함유량이 0.02% 미만에서는 Nb 탄화물의 석출량이 감소하기 때문에, 본 발명이 목적으로 하는 인장 강도가 얻어지지 않는다. C 함유량이 0.10% 이상이 되면 Nb 탄화물의 조대화에 기인하여 페라이트 입경이 조대화하거나, 펄라이트, 마르텐사이트가 과도하게 생성되거나 하기 때문에 항복비가 0.70 미만으로 저하한다. 이 때문에, C 함유량은 0.02% 이상 0.10% 미만으로 한다. 바람직하게는 0.02% 이상이다. 바람직하게는 0.06% 이하이다.
- [0028] Si: 0.10% 미만
- [0029] Si는 일반적으로 페라이트의 고용 강화에 의해 항복 강도와 인장 강도를 증가시키는 데에 유효하다. 그러나, Si를 함유하면, 가공 경화능의 현저한 향상에 의해, 항복 강도에 비해 인장 강도의 증가량이 크기 때문에 항복비가 저하를 초래하고, 표면 성상도(surface quality) 열화시킨다. 이 때문에, Si 함유량은 적을수록 바람직하고, 본 발명에서는 0.10% 미만으로 한다. 원리상 Si 함유량은 0%라도 좋지만, 공업적으로는 0.001% 이상 함유되는 것이 많다.
- [0030] Mn: 1.0% 미만
- [0031] Mn의 함유에 의해, 페라이트의 고용 강화로 항복 강도와 인장 강도가 증가한다. Mn 함유량이 1.0% 이상이 되면 주조 편석에 의해 Mn의 농화부와 희박부에서 열연 후의 페라이트 변태 개시 온도에 차가 발생하여, Nb 탄화물의 석출 온도에 차가 발생한다. 그 결과, 어닐링 후의 페라이트의 평균 결정 입경이 불균일하게 되어, 강판폭 방향 중앙과 단부의 인장 강도의 차가 20MPa을 초과한다. 이 때문에 Mn 함유량은 1.0% 미만으로 한다. 바람직하게는 0.2% 이상이다. 바람직하게는 0.8% 이하이다.
- [0032] P: 0.10% 이하
- [0033] P를 함유함으로써, 페라이트의 고용 강화로 항복 강도와 인장 강도가 증가한다. 그러나, P 함유량이 0.10%를 초과하면, 주조 편석이나 페라이트 입계 편석에 의해 국소적으로 인장 강도가 증가하기 때문에, 강판폭 방향 중앙과 단부의 인장 강도의 차의 증대를 초래한다. 이 때문에 P 함유량은 0.10% 이하로 한다. 원리상 P 함유량은 0%라도 좋지만, 바람직하게는 0.01% 이상 0.04% 이하로 한다.
- [0034] S: 0.020% 이하
- [0035] S는 불순물로서 불가피적으로 성분 조성에 포함되는 원소이다. S가 포함되면, MnS의 형성 등에 의해 고용 Mn이 감소함으로써 항복 강도나 인장 강도가 저하하거나, 연성의 저하에 의해 프레스 성형시의 균열을 조장하거나 한다. 이 때문에, S 함유량은 가능한 한 저감하는 것이 바람직하고, S 함유량의 상한은 0.020%로 한다. 바람직하게는 0.015% 이하로 한다. 원리상 S 함유량은 0%라도 좋지만, 공업적으로는 0.0001% 이상 함유되는 것이 많다.
- [0036] Al: 0.01% 이상 0.10% 이하
- [0037] Al은 정련 공정에서 탈산 및 고용 N을 AlN으로서 고정시키기 위해 첨가된다. 충분한 효과를 얻으려면, Al 함유량을 0.01% 이상으로 할 필요가 있다. 그러나, Al 함유량이 0.10%를 초과하면 AlN의 석출량과 입자경이 강판폭 방향에서 불균일하게 되고, 강판폭 방향 중앙과 단부의 페라이트 평균 결정 입경차가 커진다. 그래서, Al 함유량은 0.01% 이상 0.10% 이하로 한다. 바람직하게는 0.01% 이상이다. 바람직하게는 0.07% 이하이다. 더욱 바람직하게는 0.06% 이하이다.
- [0038] N: 0.010% 이하
- [0039] N은 용선의 정련 공정까지 불가피적으로 함유되는 원소이다. N 함유량이 0.010%를 초과하면, 주조시에 조대한 Nb 탄화물이 석출되고, 그 후, 슬래브 가열에서도 Nb 탄화물이 용해되지 않고, 페라이트 평균 결정립의 조대화를 초래한다. 따라서 N 함유량은 0.010% 이하로 한다. 원리상 N 함유량은 0%라도 좋지만, 공업적으로는 0.0001% 이상 함유되는 것이 많다.
- [0040] Nb: 0.005% 이상 0.070% 미만
- [0041] Nb는 페라이트 평균 결정립의 미세화, Nb 탄화물의 석출에 의한 항복비의 증가에 기여하는 중요한 원소이다. Nb 함유량이 0.005% 미만에서는 이 효과가 작다. 또한, Nb 함유량이 0.070% 이상에서는 Nb 탄화물이 과잉으

로 석출되어 어닐링 후도 미세결정 페라이트가 잔존하기 때문에 강판폭 방향 중앙과 단부의 인장 강도의 차의 증가를 초래한다. 따라서 Nb 함유량은 0.005% 이하 0.070% 미만으로 한다. 바람직하게는 0.010% 이상이다. 바람직하게는 0.040% 이하이다.

- [0042] 본 발명의 고강도 강판은, 이하의 성분을 임의 성분으로서 함유할 수 있다.
- [0043] Cr: 0.3% 이하
- [0044] Cr은 본 발명의 작용 효과를 해치지 않는 미량 원소로서 함유해도 좋다. Cr 함유량이 0.3%를 초과하면 퀴칭성(hardenability)의 향상에 의해 마르텐사이트가 과잉으로 생성되어 항복비의 저하를 초래하는 경우가 있다. 따라서, Cr을 첨가하는 경우, Cr 함유량은 0.3% 이하로 한다.
- [0045] Mo: 0.3% 이하
- [0046] Mo는 본 발명의 작용 효과를 해치지 않는 미량 원소로서 함유해도 좋다. 그러나, Mo 함유량이 0.3%를 초과하면 퀴칭성의 향상에 의해 마르텐사이트가 과잉으로 생성되어 항복비의 저하를 초래하는 경우가 있다. 따라서, Mo를 첨가하는 경우, Mo 함유량은 0.3% 이하로 한다.
- [0047] B: 0.005% 이하
- [0048] B는 본 발명의 작용 효과를 해치지 않는 미량 원소로서 함유해도 좋다. 그러나, B 함유량이 0.005%를 초과하면 퀴칭성의 향상에 의해 마르텐사이트가 과잉으로 생성되어 항복비의 저하를 초래하는 경우가 있다. 따라서, B를 첨가하는 경우, B 함유량은 0.005% 이하로 한다.
- [0049] Cu: 0.3% 이하
- [0050] Cu는 본 발명의 작용 효과를 해치지 않는 미량 원소로서 함유해도 좋다. 그러나, Cu 함유량이 0.3%를 초과하면 퀴칭성의 향상에 의해 마르텐사이트가 과잉으로 생성되어 항복비의 저하를 초래하는 경우가 있다. 따라서, Cu를 첨가하는 경우, Cu 함유량은 0.3% 이하로 한다.
- [0051] Ni: 0.3% 이하
- [0052] Ni는 본 발명의 작용 효과를 해치지 않는 미량 원소로서 함유해도 좋다. 그러나, Ni 함유량이 0.3%를 초과하면 퀴칭성의 향상에 의해 마르텐사이트가 과잉으로 생성되어 항복비의 저하를 초래하는 경우가 있다. 따라서, Ni를 첨가하는 경우, Ni 함유량은 0.3% 이하로 한다.
- [0053] 상기 이외의 잔부는 Fe 및 불가피적 불순물이다. 또한, 본 발명에서는, 상기의 외에 Ti, V, Sn, Sb, Co, W, Ca, Na, Mg 등의 원소도, 본 발명의 작용 효과를 해치지 않는 미량의 범위에서, 불가피적 불순물로서 함유해도 좋다.
- [0054] (2) 강 조직
- [0055] 본 발명의 고강도 강판의 강 조직은, 면적률로 페라이트: 90% 이상, 펄라이트: 0~10%, 마르텐사이트, 잔류 오스테나이트 및 시멘타이트의 합계: 0~3%로 이루어진다. 또한, 강판폭 방향 중앙에 있어서의 페라이트의 평균 결정 입경 d_c 가 15.0 μm 이하이고, 강판폭 방향 단으로부터 강판폭 방향 중앙측으로 100mm의 위치에 있어서의 페라이트의 평균 결정 입경 d_e 와 상기 평균 결정 입경 d_c 의 차가 5.0 μm 이하이다.
- [0056] 페라이트: 90% 이상
- [0057] 페라이트는 양호한 연성을 갖고, 본 발명의 강 조직의 주상이고, 그 함유량은 면적률로 90% 이상이다. 페라이트의 함유량이 면적률로 90% 미만에서는 0.70 이상의 항복비가 얻어지지 않는다. 따라서 페라이트의 함유량은 면적률로 90% 이상으로 한다. 바람직하게는 95% 이상으로 한다. 또한, 본 발명의 강 조직은 페라이트 단상(페라이트의 함유량이 면적률로 100%)이라도 좋다.
- [0058] 펄라이트: 0~10%
- [0059] 펄라이트는 소망하는 항복 강도와 인장 강도를 얻기 위해 유효하다. 그러나, 펄라이트의 함유량이 면적률로 10%를 초과하면 0.70 이상의 항복비가 얻어지지 않는다. 펄라이트의 함유량은 면적률로 0~10%로 한다. 바람직하게는 0~5%로 한다.
- [0060] 마르텐사이트, 잔류 오스테나이트 및 시멘타이트의 합계: 0~3%

- [0061] 본 발명의 고강도 강관의 강 조직은, 페라이트, 펄라이트 이외에, 마르텐사이트, 잔류 오스테나이트 및 시멘타이트를 합계로 0~3% 함유할 수 있다. 마르텐사이트, 잔류 오스테나이트 및 시멘타이트의 합계가 3%를 초과하면, 0.70 이상의 항복비가 얻어지지 않게 된다. 이 때문에 마르텐사이트, 잔류 오스테나이트 및 시멘타이트의 합계는 면적률로 0~3%로 한다.
- [0062] 강관폭 방향 중앙에 있어서의 페라이트의 평균 결정 입경 d_c : 15.0 μm 이하
- [0063] 페라이트의 평균 결정 입경은, 본 발명이 목적으로 하는 0.70 이상의 고향복비를 얻기 위해 중요하다. 페라이트의 평균 결정 입경이 15.0 μm 를 초과하면, 0.70 이상의 항복비가 얻어지지 않는다. 따라서, 강관폭 방향 중앙에 있어서의 페라이트의 평균 결정 입경은 15.0 μm 이하로 한다. 바람직하게는 10.0 μm 이하로 한다. 또한, 페라이트 평균 결정 입경의 하한은 특별히 한정되지 않지만, 1.0 μm 미만에서는 인장 강도나 항복 강도가 과도하게 증가하여, 신장 플랜지성이나 신장의 열화를 초래하는 경우가 있기 때문에 페라이트 평균 입경은 1.0 μm 이상인 것이 바람직하다.
- [0064] 강관폭 방향 단으로부터 강관폭 방향 중앙측으로 100mm의 위치에 있어서의 페라이트의 평균 결정 입경 d_E 와 평균 결정 입경 d_c 의 차: 5.0 μm 이하
- [0065] 강관폭 방향 중앙과 단부의 페라이트 평균 결정 입경의 차(페라이트 평균 결정 입경차)는, 목적으로 하는 강관폭 방향 중앙과 단부(강관폭 방향 단으로부터 강관폭 방향 중앙측으로 100mm 위치)의 인장 강도의 차를 20MPa 이하로 하는 데에 중요하고, 차는 작을수록 바람직하다. 강관폭 방향 중앙과 단부의 상기 페라이트 평균 결정 입경차가 5.0 μm 를 초과하면, 상기 인장 강도의 차가 20MPa를 초과하여, 본 발명이 목적으로 하는 고강도 강관이 얻어지지 않는다. 따라서, 페라이트 평균 결정 입경차를 5.0 μm 이하로 한다. 또한 바람직하게는 3.0 μm 이하로 한다. 또한, 상기 차의 하한은 특별히 한정되지 않지만, 1.0 μm 미만으로 하려면 열연 및 어닐링시의 폭 방향의 온도 분포를 균일하게 하기 위해 다액의 설비 투자가 필요하게 된다. 이 때문에 바람직하게는 1.0 μm 이상으로 한다.
- [0066] 또한, 각 조직의 면적률은 압연 폭 방향에 수직인 단면에 있어서의 관두께 방향 단면의 표면으로부터 관두께 1/4 위치를 중심으로 하는 관두께 1/8~3/8의 범위를 SEM으로 관찰하고, ASTM E 562-05에 기재된 포인트카운트법(point-count method)에 의해 구한다. 페라이트의 평균 결정 입경은, 상기 관두께 방향 단면의 표면으로부터 관두께 1/4 위치를 중심으로 하는 관두께 1/8~3/8의 범위에 있어서의 강관폭 방향 중앙과 단부(강관폭 방향 단으로부터 강관폭 방향 중앙측으로 100mm 위치)를 SEM으로 관찰하고, 관찰 면적과 결정립 수로부터 원 상당 지름을 산출함으로써 구한다.
- [0067] 또한, 본 발명에서는 대상으로 하는 강관의 코일의 폭은, 800~1700mm이다.
- [0068] (3) 제조 조건
- [0069] 본 발명의 고강도 강관은 상기 성분 조성을 갖는 강을 용해하고, 주조에 의해 슬래브(강편)를 제조 후, 열간 압연, 냉간 압연 후, 연속 어닐링로에서 어닐링을 행함으로써 제조된다. 열간 압연 후에 산 세정해도 좋다. 이하, 이들 제조 조건의 한정 조건에 대해서 설명한다. 또한, 이하의 설명에 있어서 온도는 표면 온도를 의미한다.
- [0070] 주조 방법은 특별히 한정되는 것은 아니고, 현저한 성분 조성의 편석이나 조직의 불균일이 발생하지 않으면, 조괴법(ingot-making method), 연속 주조법(continuous casting method) 중 어느 것으로 주조해도 상관없다.
- [0071] 열간 압연은, 고온의 주조 슬래브를 그대로 압연해도 좋고, 실온까지 냉각된 슬래브를 재가열하고 나서 압연해도 좋다. 또한 슬래브의 시점에서 균열 등의 표면 결함이 있는 경우는 그라인더 등에 의해 슬래브 손질을 실시할 수 있다. 슬래브를 재가열하는 경우는, Nb 탄화물을 용해시키기 위해 1100 $^{\circ}\text{C}$ 이상으로 가열하는 것이 바람직하다.
- [0072] 열간 압연에서는, 슬래브로 조압연(rough rolling), 마무리 압연(finish rolling)을 실시한다. 그 후, 열연 강관을 권취하여 열연 코일로 한다. 열간 압연에 있어서의 조압연 조건은 특별히 한정되는 것은 아니며 일반적인 방법에 따라서 행하면 좋다. 마무리 압연 조건은 특별히 한정되는 것은 아니며 일반적인 방법에 따라서 행하면 좋지만, Ar3점 미만에서 완료하면, 압연 방향으로 신장된 조대한 페라이트가 생성되어 연성의 저하를 초래하는 경우가 있다. 이 때문에, 마무리 압연 온도는 Ar3점 이상으로 하는 것이 바람직하다. 또한, 본 발명의 고강도 강관의 제조 조건 중에서는 권취 온도가 중요하다.

- [0073] 권취 온도: 500~650℃
- [0074] 권취 온도는, Nb 탄화물의 석출량 및 석출물 지름에 의해 어닐링 후의 페라이트 입경을 15.0 μ m 이하로 제어하기 위해 중요한 제조 조건이다. 강관의 폭 방향 중앙에 있어서, 권취 온도가 500℃ 미만에서는, 권취 후의 냉각 중에 Nb 탄화물이 충분히 석출되지 않고, 어닐링의 가열 및 균열(soaking)시에 비교적 단시간으로 석출된다. 이 때문에, 석출물 지름이 불균일하게 되고, 입경 편차에 의해, 폭 방향 중앙과 폭 방향 단부의 인장 강도의 차이가 증대한다. 권취 온도가 650℃를 초과하면 Nb 탄화물의 석출물 지름이 과도하게 조대화하여 페라이트 평균 결정 입경이 조대화하기 때문에 0.70 이상의 항복비가 얻어지지 않는다. 따라서 권취 온도는 500~650℃로 한다. 바람직하게는 550~630℃로 한다.
- [0075] 권취시의 강관폭 방향 중앙의 온도와 강관폭 방향 단으로부터 강관폭 방향 중앙측으로 100mm 위치의 온도의 차: 50℃ 이하
- [0076] 권취시의 폭 방향 중앙과 단부(강관폭 방향 단으로부터 강관폭 방향 중앙측으로 100mm 위치)의 온도차(권취 온도차)는, Nb 탄화물의 석출량 및 석출물 지름에 의해, 어닐링 후의 상기 페라이트 평균 결정 입경차를 5.0 μ m 이하로 제어하기 위해 중요한 제조 조건으로, 차는 작을수록 바람직하다. 온도차가 50℃를 초과하면 Nb 탄화물의 석출량 및 석출물 지름의 차이가 현저하게 되어, 어닐링 후의 페라이트 평균 결정 입경차가 5.0 μ m를 초과하기 때문에 본 발명이 목적으로 하는, 폭 방향 중앙과 단부의 인장 강도의 차이가 작은 고강도 강관이 얻어지지 않는다. 따라서, 상기 권취 온도차는 50℃ 이하로 한다. 또한, 바람직하게는 30℃ 이하로 한다. 권취 온도차를 50℃ 이하로 하기 위해서는, 엣지 히터(edge heater) 등을 이용하여 강관폭 방향 단부 근방을 가열하거나, 엣지 마스크킹(edge masking)에 의해 냉각량을 조정하거나 하는 방법을 채용하면 좋다. 가열 방법은 특별히 한정되는 것은 아니고, 직화 가열(direct heating)이나 유도 가열(induction heating) 등으로 행할 수 있다. 또한, 상기 차의 하한은 특별히 한정되지 않지만, 5℃ 미만으로 하려면 권취 직전에 엣지 히터를 증설하는 등의 다액의 설비 투자가 필요하게 되기 때문에, 바람직하게는 5℃ 이상으로 한다.
- [0077] 냉간 압연은 일반적인 방법에 따라서 행하면 좋고, 압연율은 30~80%로 하는 것이 바람직하다.
- [0078] 냉간 압연 후, 연속 어닐링로를 이용하여 어닐링을 행한다. 어닐링시의 가열 속도는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 생산 효율이나 설비 투자의 관점에서 0.1~30.0℃/s로 행하는 것이 바람직하다. 가열 방식은 특별히 한정되는 것은 아니고, 라디언트 튜브 방식(radiant tube method)이나 직화 가열 방식(direct heating method) 등으로 행할 수 있다. 균열(soaking) 온도 및 시간의 조건은, 균열 온도를 700~900℃, 균열 시간을 1초 이상 유지(holding)로 하는 것이 바람직하다. 또한, 유지 시간(holding time)(균열 시간)의 상한은 특별히 한정되지 않지만, 유지 시간이 지나치게 길어지면 Nb 탄화물의 조대화를 초래하기 때문에, 유지 시간은 300초 이하가 바람직하다.
- [0079] 균열 후의 냉각 조건은 특별히 한정되지 않고, 예를 들면, 냉각 정지 온도가 400~500℃, 평균 냉각 속도 30℃/s 이하, 400~500℃의 온도역에 있는 유지 시간 10~100초라는 조건을 들 수 있다.
- [0080] 상기의 방법으로 얻어진 고강도 강관의 표면에 도금을 실시할 수 있다. 도금은 용융 아연 도금욕에 침지하는 용융 아연 도금 등이 적합하다.
- [0081] 용융 아연 도금층에 대하여 합금화 처리를 실시함으로써 합금화 용융 아연 도금층으로 할 수 있다. 합금화 처리를 실시하는 경우, 유지 온도가 450℃ 미만에서는 충분히 합금화가 진행되지 않아 도금 밀착성이나 내식성이 열화한다. 또한, 유지 온도가 560℃를 초과하면 합금화가 과도하게 진행되어 프레스시에 파우더링 (powdering) 등의 문제가 발생한다. 이 때문에 유지 온도는 450~560℃로 하는 것이 바람직하다. 또한, 유지 시간이 5초 미만에서는 충분히 합금화가 진행되지 않아 도금 밀착성이나 내식성이 열화하기 때문에, 유지 시간은 5초 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- [0082] 그 후, 필요에 따라서 신장률 0.1~5.0%의 조절 압연을 실시해도 좋다.
- [0083] 이상에 의해, 본 발명의 목적으로 하는 고강도 강관이 얻어지지만, 냉연 강관의 경우, 추가로 전기 아연 도금이나 화성 처리, 유기계 피막 처리 등의 표면 처리를 실시해도 본 발명의 목적으로 하는 특성을 해치는 일은 없다.
- [0084] (실시예)
- [0085] 이하, 본 발명을 실시예에 의해 상세하게 설명한다.

표 2

No.	강	어닐링·도금			강 조직						기계적 특성			구분		
		관취 온도(°C)	관취 온도차(°C)	관열 온도(°C)	관열 시간(s)	도금 유무	합금화 유무	α 면적률 (%)	P 면적률 (%)	잔부 면적률 (%)	α 인경 (μm)	α 인경차 (μm)	TS (MPa)		YR	TS차 (MPa)
1	A	580	20	830	60	유	무	96	3	M:1	8.4	1.0	385	0.77	5	본 발명에
2	B	600	25	810	60	무	무	99	1	-	9.0	2.0	361	0.78	11	본 발명에
3	C	550	25	840	60	유	유	93	7	-	12.5	1.6	386	0.74	12	본 발명에
4	D	560	30	800	60	무	무	100	0	-	10.6	2.2	289	0.72	16	비교예
5	E	560	30	820	60	유	무	87	2	M:1	15.5	1.8	564	0.67	15	비교예
6	F	560	25	830	60	유	유	97	3	-	9.8	3.2	374	0.77	17	본 발명에
7	G	560	15	790	60	유	유	98	2	-	8.2	5.5	358	0.81	29	비교예
8	H	540	35	850	60	무	무	97	3	-	11.6	2.4	345	0.71	14	본 발명에
9	I	560	20	860	60	무	무	97	3	-	6.4	3.4	379	0.84	15	본 발명에
10	J	560	30	820	60	유	유	96	4	-	16.6	2.6	382	0.63	13	비교예
11	K	550	15	850	60	무	무	97	3	-	※	※	385	0.88	27	비교예
12	L	540	40	820	60	유	유	92	5	M:3	7.6	2.4	411	0.72	9	본 발명에
13	M	560	35	820	60	유	유	91	6	M:3	7.2	2.6	417	0.71	14	본 발명에
14	A	520	10	820	60	무	무	98	2	-	7.8	3.4	412	0.79	16	본 발명에
15	A	620	40	820	60	유	유	96	4	-	10.5	3.4	387	0.73	11	본 발명에
16	A	470	35	820	60	무	무	95	5	-	16.5	6.2	425	0.67	26	비교예
17	A	660	25	820	60	유	무	96	4	-	15.8	3.0	376	0.65	10	비교예
18	A	580	40	820	60	무	무	97	3	-	10.2	2.6	399	0.78	16	본 발명에
19	A	580	60	820	60	유	무	96	4	-	9.8	5.3	401	0.79	25	비교예
20	F	620	70	820	60	유	무	96	4	-	10.8	6.4	397	0.74	33	비교예
21	L	540	100	820	60	유	무	96	4	-	8.2	5.8	413	0.75	28	비교예

(주1)릴철은 본 발명 범위 외인 것, 특성이 양호하지 않은 것을 의미한다.
 (주2)※는 미세결정 조직이 존재하고 있기 때문에 계속 불가능을 의미한다.

[0091]

[0092]

표 2에 강 조직의 관찰 결과와 인장 시험 결과를 나타낸다. No. 1~3, 6, 8~9, 12~15, 18은 본 발명의 요건을 모두 충족시키고 있기 때문에, 본 발명이 목적으로 하는 고풍복비이고, 강관폭 방향의 인장 강도의 차가 작은 고풍도 강관이 얻어지고 있다. 한편, No. 4~5, 7, 10~11, 16~17, 19~21은 강 성분 또는 제조 조건이 본 발명의 범위 외이고, 소망하는 강 조직이 얻어지지 않기 때문에 본 발명이 목적으로 하는 고풍도 강관이 얻어지고 있지 않다.

산업상 이용가능성

[0093]

본 발명의 고풍도 강관은, 자동차 내 판 부품 등을 중심으로, 고풍복비가 요구되는 분야에 적합하다.