



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년11월08일
 (11) 등록번호 10-1674283
 (24) 등록일자 2016년11월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 38/06 (2006.01) **C21D 9/46** (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-7034518
 (22) 출원일자(국제) 2012년06월01일
 심사청구일자 2014년12월09일
 (85) 번역문제출일자 2014년12월09일
 (65) 공개번호 10-2015-0004430
 (43) 공개일자 2015년01월12일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2012/064735
 (87) 국제공개번호 WO 2013/179497
 국제공개일자 2013년12월05일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020110110368 A*
 KR1020090122372 A
 WO2011090180 A1
 JP2011214073 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
제이에프이 스틸 가부시킴가이샤
 일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방 3고
 (72) 발명자
다카시마 가츠토시
 일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시킴가이샤 지테크자이 산부 나이
도지 유키
 일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시킴가이샤 지테크자이 산부 나이
하세가와 고헤이
 일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시킴가이샤 지테크자이 산부 나이
 (74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 전형태

(54) 발명의 명칭 **신장과 신장 플랜지성이 우수한 저항복비 고강도 냉연 강판 및 그 제조 방법**

(57) 요약

신장과 신장 플랜지성이 우수하며, 저항복비를 갖는 고강도 냉연 강판 및 그 제조 방법을 제공한다. 강판의 화학 성분이, 질량% 로, C : 0.05 ~ 0.13 %, Si : 0.6 ~ 1.2 %, Mn : 1.6 ~ 2.4 %, P : 0.10 % 이하, S : 0.0050 % 이하, Al : 0.01 ~ 0.10 %, N : 0.0050 % 미만을 함유함과 함께, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지고, 강판의 마이크로 조직은 체적 분율로 페라이트를 80 % 이상, 마텐자이트를 3 ~ 15 %, 펄라이트를 0.5 ~ 10 % 함유하는 복합 조직을 갖고, 항복비가 70 % 이하이며 인장 강도가 590 MPa 이상인 것을 특징으로 하는 신장 및 신장 플랜지성이 우수한 저항복비 고강도 냉연 강판.

명세서

청구범위

청구항 1

강관의 화학 성분이, 질량% 로, C : 0.05 ~ 0.13 %, Si : 0.6 ~ 1.2 %, Mn : 1.6 ~ 2.4 %, P : 0.10 % 이하, S : 0.0050 % 이하, Al : 0.01 ~ 0.10 %, N : 0.0050 % 미만을 함유함과 함께, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지고, 강관의 마이크로 조직은 체적 분율로 페라이트를 80 % 이상, 마텐자이트를 3 ~ 15 %, 펄라이트를 0.5 ~ 10 %, 잔류 오스테나이트를 1 % 미만 (0 % 를 포함한다) 함유하는 복합 조직을 갖고, 항복비가 70 % 이하이며 인장 강도가 590 MPa 이상인 것을 특징으로 하는 신장과 신장 플랜지성이 우수한 저항복비 고강도 냉연 강관.

청구항 2

제 1 항에 기재된 화학 성분을 갖는 강 슬래브에, 열간 압연, 냉간 압연을 실시한 후에, Ac₁ ~ Ac₃ 점의 온도역으로 가열하여 유지한 후, 상기 유지 온도로부터 500 ~ 550 °C 의 온도까지 1 °C/s ~ 25 °C/s 의 평균 냉각 속도로 냉각 (1 차 냉각) 시키고, 그 후에는 5 °C/s 이하의 평균 냉각 속도로 냉각 (2 차 냉각) 시키고, 상기 1 차 냉각의 평균 냉각 속도와 상기 2 차 냉각의 평균 냉각 속도가 서로 상이한 것을 특징으로 하는 제 1 항에 기재된 신장과 신장 플랜지성이 우수한 저항복비 고강도 냉연 강관의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 프레스 가공되어 사용되는 자동차의 서스펜션 부품이나 구조 부품 등의 부재로서 적합한 신장과 신장 플랜지성이 우수한 저항복비의 고강도 냉연 강관에 관한 것이다. 또한, 항복비 (YR) 는 인장 강도 (TS) 에 대한 항복 강도 (YS) 의 비를 나타내는 값으로, $YR (\%) = (YS/TS) \times 100$ 으로 나타낸다.

배경 기술

[0002] 최근, 환경 문제의 고조로부터 CO₂ 배출 규제가 엄격화되고 있고, 자동차 분야에 있어서는, 차체의 경량화에 의한 연비 향상이 큰 과제가 되어 있다. 이 때문에 자동차 부품에 대한 고강도 강관의 적용에 의한 박육화가 진행되고 있고, 지금까지 TS 가 270 ~ 440 MPa 급의 강관이 사용되고 있던 부품에 대해, TS 가 590 MPa 이상인 강관의 적용이 진행되고 있다.

[0003] 이 TS 가 590 MPa 이상인 강관에는, 성형성의 관점에서 우수한 신장이나 신장 플랜지성 (구멍 확장성) 이 요구되고 있다. 또한, 프레스 가공 후에 아크 용접, 스폿 용접 등에 의해 장착되고, 모듈화되기 위해서 장착시에 높은 치수 정밀도가 요구된다. 이 것으로부터, 가공 후에 스프링백 등을 잘 일어나지 않게 할 필요가 있어, 가공 전에는 저항복비인 것이 필요시되고 있다.

[0004] 성형성과 고강도를 겸비한 저항복비의 고강도 박 (薄) 강관으로서, 페라이트·마텐자이트 조직의 듀얼 페이스 강 (DP 강) 이 알려져 있다. 주상을 페라이트로 하여 마텐자이트를 분산시킨 복합 조직 강은, 저항복비이며 TS 도 높고, 신장이 우수하다. 그러나, 페라이트와 마텐자이트의 계면에 응력이 집중되는 것에 의해, 크랙이 발생하기 쉽기 때문에, 구멍 확장성이 열등하다는 결점이 있었다. 그래서, 특허문헌 1 에는, 페라이트 및 마텐자이트의 전체 조직에 대한 점적률 및 평균 결정 입경을 제어함으로써, 내충돌 안전성과 성형성을 양립하는 자동차용 고강도 강관이 개시되어 있다.

[0005] 특허문헌 2 에는, 평균 입경이 3 μm 이하인 미세한 페라이트와 평균 입경이 6 μm 이하인 마텐자이트의 전체 조직에 대한 점적률을 제어함으로써, 신장과 신장 플랜지성을 개선한 고강도 강관이 개시되어 있다. 또, 특허문헌 3 에는, 강관 성분에 Ce 혹은 La 를 함유함으로써 미세 개재물을 강관 중에 분산시켜, 신장 플랜지성을 개선한 DP 강관이 개시되어 있다.

[0006] 성형성 향상을 위해서 강관 조직에 베이나이트나 잔류 오스테나이트를 함유시키는 기술도 알려져 있다. 예를 들어, 특허문헌 4 에는, 페라이트, 잔류 오스테나이트, 잔부가 베이나이트 및 마텐자이트로 이루어지는 복합 조직으로, 마텐자이트 및 잔류 오스테나이트의 애스펙트비 및 평균 입경을 규정하고, 또한, 단위 면적당의 마텐

자이트 및 잔류 오스테나이트의 개수를 규정함으로써, 신장 및 신장 플랜지성이 우수한 복합 조직 냉연 강판이 개시되어 있다.

[0007] 비특허문헌 1 은 실시예에서 설명한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 일본 특허 3936440호
- (특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 2008-297609호
- (특허문헌 0003) 일본 공개특허공보 2009-299149호
- (특허문헌 0004) 일본 특허 4288364호

비특허문헌

[0009] (비특허문헌 0001) 「X 선 회절 핸드북」, 리카쿠 전기 주식회사, 2000년, p. 26, 62 - 64

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 그러나, 특허문헌 1 은 페라이트와 마텐자이트의 평균 결정 입경을 규정하고 있지만, 프레스 성형에 충분한 구멍 확장성이 확보되어 있지 않다. 특허문헌 2 는 마텐자이트의 체적 분율이 현저하게 많기 때문에 신장이 불충분하다. 특허문헌 3 은 Ce 및 La 를 첨가하기 때문에 제조 비용이 비싼 데다가, 개재물의 크기를 제어하기 위해서 재질 편차가 크기 때문에 생산성이 낮다.
- [0011] 또, 특허문헌 4 에서는, 베이나이트나 잔류 오스테나이트를 함유한 강판은 그 조직을 얻기 위해서 특수한 설비를 이용한 높은 냉각 속도가 필요하기 때문에, 제조 비용이 높고 재질 편차가 크다. 또한, 특성으로서도 잔류 오스테나이트나 베이나이트를 갖는 강판 조직의 고강도 강판은 DP 강과 비교하여 YR 이 높아지기 때문에, 안정적으로 YR 을 70 % 이하로 하는 것은 곤란하다.
- [0012] 이와 같이, 저 YR 의 고강도 강판에 있어서, 신장 및 신장 플랜지성을 확보하는 것은 곤란하고, 지금까지 이들 특성 (항복비, 강도, 신장, 신장 플랜지성) 을 만족하는 냉연 강판은 개발되어 있지 않다.
- [0013] 따라서, 본 발명의 과제는 상기 종래 기술의 문제점을 해소하여, 신장과 신장 플랜지성이 우수하며, 저항복비를 갖는 고강도 냉연 강판 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명자들은 예의 검토를 거듭한 결과, Si 를 적량 첨가하여 페라이트, 마텐자이트 및 펄라이트의 체적 분율을 제어함으로써, 저 YR 이며 고강도를 확보한 신장 및 신장 플랜지성이 우수한 냉연 강판을 얻는 것이 가능한 것을 알아내었다.
- [0015] 종래, 펄라이트는 신장 플랜지성을 열화시킨다고 생각되고 있었다. 그러나, 본 발명자들은 페라이트, 마텐자이트 및 펄라이트가 존재하는 강판 조직에 있어서, 강판 성분으로서 Si 를 적량 첨가하고, 페라이트를 고용 강화시킴으로써 경질상과의 경도차를 저감시키면, 보이드 (크랙) 는 페라이트와 마텐자이트의 계면으로부터 우선적으로 발생되고, 펄라이트와의 계면으로부터의 발생은 억제되는 것을 발견하였다. 또, 종래의 DP 강보다 마텐자이트의 체적 분율을 감소시켜도, Si 에 의한 페라이트의 고용 강화를 활용함과 함께, 펄라이트를 존재시킴으로써 강도 확보가 가능해진다. 또, 마텐자이트의 체적 분율을 감소시킴으로써, 국부 신장이 향상되어, 신장과 신장 플랜지성이 향상되는 것을 알았다. 또한, 마텐자이트와 펄라이트의 체적 분율을 조정함으로써, 저 YR 을 확보하면서, 590 MPa 이상의 인장 강도를 갖는 저항복비 고강도 냉연 강판을 얻는 것이 가능하다.
- [0016] 구체적으로는, 강판 성분으로서, Si 를 0.6 ~ 1.2 % 첨가하고, 주상의 페라이트를 체적 분율로서 80 % 이상,

마텐자이트를 3 ~ 15 %, 펄라이트를 0.5 ~ 10 % 의 범위로 강판 조직을 제어함으로써, 항복비가 70 % 이하이며 인장 강도가 590 MPa 이상인 신장과 신장 플랜지성이 우수한 고강도 냉연 강판을 얻는 것이 가능하다.

[0017]

즉, 본 발명은 이하의 (1), (2) 를 제공한다.

[0018]

(1) 강판의 화학 성분이, 질량% 로, C : 0.05 ~ 0.13 %, Si : 0.6 ~ 1.2 %, Mn : 1.6 ~ 2.4 %, P : 0.10 % 이하, S : 0.0050 % 이하, Al : 0.01 ~ 0.10 %, N : 0.0050 % 미만을 함유함과 함께, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지고, 강판의 마이크로 조직은, 체적 분율로 페라이트를 80 % 이상, 마텐자이트를 3 ~ 15 %, 펄라이트를 0.5 ~ 10 % 함유하는 복합 조직을 갖고, 항복비가 70 % 이하이며 인장 강도가 590 MPa 이상인 것을 특징으로 하는 신장과 신장 플랜지성이 우수한 저항복비 고강도 냉연 강판.

[0019]

(2) (1) 에 기재된 화학 성분을 갖는 강 슬래브에, 열간 압연, 냉간 압연을 실시한 후에, Ac₁ ~ Ac₃ 점의 온도 역으로 가열하여 유지한 후, 상기 유지 온도로부터 500 ~ 550 °C 의 온도까지 1 °C/s ~ 25 °C/s 의 평균 냉각 속도로 냉각시키고, 그 후에는 5 °C/s 이하의 평균 냉각 속도로 냉각시키는 것을 특징으로 하는 신장과 신장 플랜지성이 우수한 저항복비 고강도 냉연 강판의 제조 방법.

발명의 효과

[0020]

본 발명에 의하면, 강판 성분, 어닐링 온도 및 어닐링 후의 냉각 조건을 제어함으로써, 체적 분율로 페라이트를 80 % 이상, 마텐자이트를 3 ~ 15 %, 펄라이트를 0.5 ~ 10 % 함유하는 복합 조직을 갖고, 인장 강도 590 MPa 이상, 항복비 70 % 이하, 신장 29.0 % 이상 또한 구멍 확장률 65 % 이상을 갖는 신장 및 신장 플랜지성이 우수한 저항복비의 고강도 냉연 강판을 얻을 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021]

이하, 본 발명에 대해 구체적으로 설명한다.

[0022]

본 발명의 고강도 냉연 강판의 화학 성분의 한정 이유를 설명한다. 이하 에 있어서, 화학 성분의 「%」 표시는 질량% 를 의미한다.

[0023]

C : 0.05 ~ 0.13 %

[0024]

C 는 강판의 고강도화에 유효한 원소이며, 펄라이트 및 마텐자이트의 제 2 상 형성에 의해 고강도화에 기여한다. 이 효과를 얻기 위해서는 0.05 % 이상의 첨가가 필요하다. 바람직하게는 0.08 % 이상이다. 한편, 과잉으로 첨가하면 스폿 용접성이 저하되기 때문에 상한을 0.13 % 로 한다.

[0025]

Si : 0.6 ~ 1.2 %

[0026]

Si 는 고강도화에 기여하는 원소이며, 높은 가공 경화능을 갖기 때문에 강도 상승에 대해 신장의 저하가 비교적 적고, 강도-신장 밸런스의 향상에도 기여하는 원소이다. 또한, 페라이트상의 고용 강화에 의해, 경질인 제 2 상과의 경도차를 작게 하기 때문에 신장 플랜지성의 향상에도 기여한다. Si 를 적량 첨가함으로써 페라이트상과 펄라이트상의 계면으로부터의 보이드의 발생을 억제할 수 있지만, 그 효과를 얻기 위해서는 0.6 % 이상 함유할 필요가 있다. 신장과 신장 플랜지성의 관점에서는 상한은 특별히 규정되지 않지만, 1.2 % 를 초과하여 첨가하면 화성 처리성이 저하되기 때문에, 그 함유량은 1.2 % 이하로 한다. 바람직하게는 1.0 % 이하이다.

[0027]

Mn : 1.6 ~ 2.4 %

[0028]

Mn 은 고용 강화 및 마텐자이트를 생성함으로써 고강도화에 기여하는 원소이며, 이 효과를 얻기 위해서는 1.6 % 이상 함유할 필요가 있다. 한편, 과잉으로 함유한 경우, 성형성의 저하가 현저해지기 때문에, 그 함유량을 2.4 % 이하로 한다. 바람직하게는 2.2 % 이하이다.

[0029]

P : 0.10 % 이하

[0030]

P 는 고용 강화에 의해 고강도화에 기여하지만, 과잉으로 첨가된 경우에는 입계에 대한 편석이 현저해져 입계를 취화 (脆化) 시키거나, 용접성이 저하되기 때문에, 그 함유량을 0.10 % 이하로 한다. 바람직하게는 0.05 % 이하이다.

[0031]

S : 0.0050 % 이하

- [0032] S의 함유량이 많은 경우에는, MnS 등의 황화물이 많이 생성되어, 신장 플랜지성으로 대표되는 국부 신장이 저하되기 때문에 함유량의 상한을 0.0050 % 로 한다. 바람직하게는 0.0030 % 이하이다. 하한은 특별히 한정되지 않지만, 극저 S 화는 제강 비용이 상승하기 때문에, 0.0005 % 이상 함유하는 것이 바람직하다.
- [0033] Al : 0.01 ~ 0.10 %
- [0034] Al 은 탈산에 필요한 원소이며, 이 효과를 얻기 위해서는 0.01 % 이상 함유할 필요가 있지만, 0.10 % 를 초과하여 함유해도 효과가 포화되기 때문에, 그 함유량은 0.10 % 이하로 한다. 바람직하게는 0.05 % 이하이다.
- [0035] N : 0.0050 % 미만
- [0036] N 은 조대한 질화물을 형성하여 신장 플랜지성을 열화시키기 때문에, 함유량을 억제할 필요가 있다. N 이 0.0050 % 이상에서는, 이 경향이 현저해지기 때문에, N 의 함유량을 0.0050 % 미만으로 한다.
- [0037] 본 발명에서는, 상기 성분에 더하여 이하 성분의 1 종 또는 2 종 이상을 첨가해도 된다.
- [0038] V : 0.10 % 이하
- [0039] V 는 미세한 탄질화물을 형성함으로써, 강도 상승에 기여할 수 있다. 이와 같은 효과를 발휘시키기 위해서는 V 의 첨가량을 0.01 % 이상 함유시키는 것이 바람직하다. 한편, 0.10 % 를 초과하여 첨가해도 강도 상승 효과는 작고, 오히려 합금 비용의 증가를 초래하기 때문에, 그 함유량은 0.10 % 이하가 바람직하다.
- [0040] Ti : 0.10 % 이하
- [0041] Ti 도 V 와 동일하게, 미세한 탄질화물을 형성함으로써, 강도 상승에 기여할 수 있기 때문에 필요에 따라 첨가할 수 있다. 이와 같은 효과를 발휘시키기 위해서는, Ti 의 함유량을 0.005 % 이상으로 하는 것이 바람직하다. 한편, 다량으로 Ti 를 첨가하면 YR 이 현저하게 상승하기 때문에, 그 함유량은 0.10 % 이하가 바람직하다.
- [0042] Nb : 0.10 % 이하
- [0043] Nb 도 V 와 동일하게, 미세한 탄질화물을 형성함으로써, 강도 상승에 기여할 수 있기 때문에 필요에 따라 첨가할 수 있다. 이와 같은 효과를 발휘시키기 위해서는, Nb 의 함유량을 0.005 % 이상으로 하는 것이 바람직하다. 한편, 다량으로 Nb 를 첨가하면 YR 이 현저하게 상승하기 때문에, 그 함유량은 0.10 % 이하가 바람직하다.
- [0044] Cr : 0.50 % 이하
- [0045] Cr 은 퀴칭성을 향상시켜 제 2 상을 생성함으로써 고강도화에 기여하는 원소이며, 필요에 따라 첨가할 수 있다. 이 효과를 발휘시키기 위해서는 0.10 % 이상 함유시키는 것이 바람직하다. 한편, 0.50 % 를 초과하여 함유시켜도 효과가 포화되기 때문에, 그 함유량은 0.50 % 이하가 바람직하다.
- [0046] Mo : 0.50 % 이하
- [0047] Mo 는 퀴칭성을 향상시켜 제 2 상을 생성함으로써 고강도화에 기여하고, 또한 일부 탄화물을 생성하여 고강도화에 기여하는 원소이며, 필요에 따라 첨가할 수 있다. 이들 효과를 발휘시키기 위해서는 0.05 % 이상 함유시키는 것이 바람직하다. 0.50 % 를 초과하여 함유시켜도 효과가 포화되기 때문에, 그 함유량은 0.50 % 이하가 바람직하다.
- [0048] Cu : 0.50 % 이하
- [0049] Cu 는 고용 강화에 의해 고강도화에 기여하고, 또 퀴칭성을 향상시켜 제 2 상을 생성함으로써 고강도화에 기여하는 원소로, 필요에 따라 첨가할 수 있다. 이들 효과를 발휘하기 위해서는 0.05 % 이상 함유시키는 것이 바람직하다. 한편, 0.50 % 를 초과하여 함유시켜도 효과가 포화되고, 또 Cu 에서 기인되는 표면 결함이 발생하기 쉬워지기 때문에, 그 함유량은 0.50 % 이하가 바람직하다.
- [0050] Ni : 0.50 % 이하
- [0051] Ni 도 Cu 와 동일하게, 고용 강화에 의해 고강도화에 기여하고, 또 퀴칭성을 향상시켜 제 2 상을 생성함으로써 고강도화에 기여하는 원소로, 필요에 따라 첨가할 수 있다. 이들 효과를 발휘시키기 위해서는 0.05 % 이상 함유시키는 것이 바람직하다. 또, Cu 와 동시에 첨가하면, Cu 기인의 표면 결함을 억제하는 효과가 있기 때

문에 Cu 첨가시에 유효하다. 한편, 0.50 % 를 초과하여 함유시켜도 효과가 포화되기 때문에, 그 함유량은 0.50 % 이하가 바람직하다.

- [0052] 상기 이외의 잔부는 Fe 및 불가피적 불순물이다. 불가피적 불순물로는, 예를 들어, Sb, Sn, Zn, Co 등을 들 수 있고, 이들 함유량의 허용 범위로는 Sb : 0.01 % 이하, Sn : 0.1 % 이하, Zn : 0.01 % 이하, Co : 0.1 % 이하이다. 또, 본 발명에서는 Ta, Mg, Ca, Zr, REM 을 통상의 강 조성의 범위 내에서 함유해도, 그 효과는 저해되지 않는다.
- [0053] 다음으로, 본 발명의 고강도 냉연 강판의 마이크로 조직과 그 한정 이유에 대해 설명한다.
- [0054] 고강도 냉연 강판의 마이크로 조직은, 주상은 페라이트로 체적 분율을 80 % 이상으로 하고, 마텐자이트는 체적 분율을 3 ~ 15 %, 펄라이트는 체적 분율을 0.5 ~ 10 % 로 한다. 여기서 체적 분율은 강판의 전체에 대한 체적 분율이다.
- [0055] 페라이트의 체적 분율이 80 % 미만에서는, 경질인 제 2 상이 다수 존재하기 때문에, 연질인 페라이트와의 경도 차이가 큰 지점이 다수 존재하여, 신장 플랜지성이 저하된다. 그 때문에 페라이트상의 체적 분율은 80 % 이상으로 한다. 바람직하게는 83 % 이상이다.
- [0056] 마텐자이트의 체적 분율이 3 % 미만에서는 강도 상승 효과가 적고, 또 충분한 신장이 얻어지지 않는 데다가 YR 이 70 % 초과가 된다. 그 때문에 마텐자이트의 체적 분율은 3 % 이상으로 한다. 한편, 마텐자이트의 체적 분율이 15 % 를 초과하면, 신장 플랜지성을 현저하게 저하시키기 때문에, 마텐자이트의 체적 분율은 15 % 이하로 한다. 바람직하게는 12 % 이하이다.
- [0057] 펄라이트의 체적 분율이 0.5 % 미만에서는 강도 상승 효과가 적기 때문에, 강도와 성형성의 밸런스를 양호하게 하기 위해서는, 펄라이트의 체적 분율은 0.5 % 이상으로 할 필요가 있다. 한편, 펄라이트의 체적 분율이 10 % 초과에서는, YR 이 현저하게 높아지기 때문에 펄라이트의 체적 분율은 10 % 이하로 한다. 바람직하게는 8 % 이하이다.
- [0058] 또, 페라이트, 마텐자이트 및 펄라이트 이외의 잔부 조직은 베이나이트, 잔류 γ , 구상 시멘타이트 등의 1 종 혹은 2 종 이상을 포함하는 조직으로 해도 되지만, 신장 플랜지성의 관점에서 페라이트, 마텐자이트 및 펄라이트 이외의 잔부 조직의 체적 분율은 5 % 이하인 것이 바람직하다.
- [0059] 마텐자이트 및 펄라이트의 평균 결정 입경은 특별히 한정되지 않지만, 평균 결정 입경이 미세하면, 발생된 보이드의 연결이 억제되기 때문에 신장 플랜지성은 향상된다. 그 때문에, 마텐자이트의 평균 결정 입경은 10 μ m 이하, 펄라이트의 평균 결정 입경은 5 μ m 이하가 바람직하다.
- [0060] 다음으로 본 발명의 고강도 냉연 강판의 제조 방법에 대해 설명한다.
- [0061] 상기 성분 조성 (화학 성분) 을 갖는 강 슬래브에, 열간 압연, 산세를 실시한 후, 냉간 압연을 실시하고, 그 후 어닐링을 실시한다. 이하, 상세하게 설명한다.
- [0062] 강 슬래브는 성분의 매크로 편석을 방지하기 위해 연속 주조법으로 제조하는 것이 바람직하지만, 조괴법 (造塊法), 박슬래브 주조법에 의해서도 제조 가능하다.
- [0063] [열간 압연 공정]
- [0064] 강 슬래브에 조 (粗) 압연, 마무리 압연을 실시하여 열연판으로 한다. 압연 전에 슬래브를 가열하는 것이 바람직하다. 슬래브 가열 온도가 1100 $^{\circ}$ C 미만이 되면 압연 부하가 증대되어 생산성이 저하되고, 1300 $^{\circ}$ C 를 초과하면 가열 비용이 증대되기 때문에, 슬래브 가열 온도는 1100 ~ 1300 $^{\circ}$ C 로 하는 것이 바람직하다. 일단 실온까지 냉각시킨 슬래브를 가열로에서 재가열해도 되고, 강 슬래브를 실온까지 냉각시키지 않고, 온편 (溫片) 그대로 가열로에 장입하여 재가열해도 된다. 또, 슬래브 가열을 실시하지 않고, 강 슬래브를 보열한 후에 즉시 열간 압연하거나, 혹은 주조 후 그대로 열간 압연하는 직송 압연·직접 압연 등의 에너지 절약 프로세스를 적용해도 된다.
- [0065] 마무리 압연 종료 온도가 지나치게 낮으면 강판 내의 조직 불균일성 및 재질의 이방성이 커져, 어닐링 후의 신장 및 신장 플랜지성이 열화되므로, 오스테나이트 단상역에서 열간 압연을 종료하는 것이 바람직하다. 그 때문에, 마무리 압연 종료 온도는 830 $^{\circ}$ C 이상으로 하는 것이 바람직하다. 한편, 마무리 압연 종료 온도가 950 $^{\circ}$ C 초과가 되면 열연 조직이 조대해져, 어닐링 후의 특성이 저하된다. 그 때문에, 마무리 압연 종료 온도는 830 ~ 950 $^{\circ}$ C 로 하는 것이 바람직하다.

- [0066] 그 후의 냉각 방법은 특별히 한정되지 않는다. 권취 온도도 한정되지 않지만, 권취 온도가 700 °C 초과가 되면 조대한 펄라이트가 현저하게 형성되기 때문에 어닐링 후의 강관의 성형성에 영향을 미치는 점에서, 권취 온도는 700 °C 이하가 바람직하다. 더욱 바람직하게는 650 °C 이하이다. 권취 온도의 하한도 특별히 한정되지 않지만, 권취 온도가 지나치게 저온이 되면, 경질인 베이나이트나 마텐자이트가 과잉으로 생성되어 냉간 압연 부하가 증대되기 때문에, 400 °C 이상이 바람직하다.
- [0067] [산세 공정]
- [0068] 열간 압연 공정 후 산세 공정을 실시하여, 열연판 표층의 스케일을 제거하는 것이 바람직하다. 산세 공정은 특별히 한정되지 않고, 통상적인 방법에 따라 실시하면 된다.
- [0069] [냉간 압연 공정]
- [0070] 산세 후의 열연판에 대해, 소정 판 두께의 냉연판으로 압연하는 냉간 압연 공정을 실시한다. 냉간 압연 공정은 특별히 한정되지 않고 통상적인 방법으로 실시하면 된다.
- [0071] [어닐링 공정]
- [0072] 어닐링 공정은 재결정을 진행시킴과 함께, 고강도화를 위해 마텐자이트 및 펄라이트의 제 2 상 조직을 형성하기 위해서 실시한다. 그 때문에, 어닐링 공정은 $Ac_1 \sim Ac_3$ 점의 온도역 (균열 온도 또는 유지 온도라고도 한다) 으로 가열하여 유지한 후, 그 균열 온도로부터 500 ~ 550 °C 의 온도까지 1 °C/s ~ 25 °C/s 의 평균 냉각 속도로 냉각시키고, 그 후에는 5 °C/s 이하의 평균 냉각 속도로 냉각시킨다.
- [0073] 균열 온도 (유지 온도) : $Ac_1 \sim Ac_3$ 점
- [0074] 균열 온도가 Ac_1 점 미만에서는 오스테나이트가 생성되지 않기 때문에, 그 후, 마텐자이트를 얻을 수 없고, Ac_3 점 초과에서는 조대한 오스테나이트가 되기 때문에, 그 후, 소정의 마텐자이트 및 펄라이트의 체적 분율을 얻을 수 없다. 그 때문에, 균열 온도는 $Ac_1 \sim Ac_3$ 점의 범위로 한다. 바람직하게는 Ac_3 점 -100 °C ~ Ac_3 점이다. 균열 온도까지의 가열 속도가 지나치게 빠르면 재결정이 진행되기 어려워지고, 가열 속도가 지나치게 느리면 페라이트립이 조대해져 강도가 저하되기 때문에, 균열 온도까지의 평균 가열 속도는 3 ~ 30 °C/s 의 범위로 하는 것이 바람직하다. 또, 재결정의 진행 및 일부 오스테나이트 변태를 충분히 하기 위해, 균열 시간은 30 s ~ 300 s (초) 로 하는 것이 바람직하다.
- [0075] 균열 온도로부터 500 ~ 550 °C 의 온도까지를 1 °C/s ~ 25 °C/s 의 평균 냉각 속도로 냉각시킨다 (1 차 냉각).
- [0076] 어닐링 공정 후에 최종적으로 얻어지는 강관의 마이크로 조직을 페라이트의 체적 분율을 80 % 이상, 마텐자이트의 체적 분율을 3 ~ 15 %, 펄라이트의 체적 분율을 0.5 ~ 10 % 로 제어하기 위해, 상기 균열 온도로부터, 1 차 냉각 온도로서 500 ~ 550 °C 의 온도까지를 1 °C/s ~ 25 °C/s 의 평균 냉각 속도로 냉각시키는 1 차 냉각을 실시한다.
- [0077] 1 차 냉각 온도가 550 °C 초과가 되면 마텐자이트가 충분히 형성되지 않고, 500 °C 미만이 되면 펄라이트가 충분히 형성되지 않는다. 1 차 냉각 온도를 500 ~ 550 °C 의 범위로 규정함으로써, 마텐자이트와 펄라이트의 양자를 형성하여 그 체적 분율을 조정할 수 있다. 500 ~ 550 °C 의 온도역까지의 평균 냉각 속도가 1 °C/s 미만이 되면 마텐자이트가 체적 분율로 3 % 이상 형성되지 않고, 평균 냉각 속도가 25 °C/s 초과가 되면 펄라이트가 체적 분율로 0.5 % 이상 형성되지 않는다. 따라서, 균열 온도로부터 500 ~ 550 °C 의 온도역까지의 평균 냉각 속도는 1 °C/s ~ 25 °C/s 로 할 필요가 있다. 바람직한 평균 냉각 속도는 15 °C/s 이하이다.
- [0078] 1 차 냉각 온도로부터 5 °C/s 이하의 평균 냉각 속도로 냉각시킨다 (2 차 냉각).
- [0079] 1 차 냉각 온도 (500 ~ 550 °C) 까지 냉각시킨 후에는 5 °C/s 이하의 평균 냉각 속도로 냉각시키는 2 차 냉각을 실시한다. 2 차 냉각의 평균 냉각 속도가 5 °C/s 를 초과하면 마텐자이트의 체적 분율이 증가하여, 소정의 마텐자이트와 펄라이트의 체적 분율을 얻을 수 없게 되기 때문에, 1 차 냉각 온도로부터의 평균 냉각 속도는 5 °C/s 이하로 한다. 바람직하게는 3 °C/s 이하이다.
- [0080] 또, 어닐링 후에 조질 압연을 실시해도 된다. 신장률의 바람직한 범위는 0.3 % ~ 2.0 % 이다.
- [0081] 또한, 본 발명의 범위 내이면, 어닐링 공정에 있어서, 1 차 냉각 후에 용융 아연 도금을 실시하여 용융 아연 도

금 강관으로 해도 되고, 또, 용융 아연 도금 후에 합금화 처리를 실시하여 합금화 용융 아연 도금 강관으로 해도 된다.

- [0082] 실시예
- [0083] 이하, 본 발명의 실시예를 설명한다.
- [0084] 단, 본 발명은 원래 하기 실시예에 의해 제한을 받는 것은 아니고, 본 발명의 취지에 적합할 수 있는 범위에서 적당히 변경을 가하여 실시하는 것도 가능하며, 그것들은 모두 본 발명의 기술적 범위에 포함된다.
- [0085] 표 1 에 나타내는 화학 성분 (잔부 성분 : Fe 및 불가피적 불순물) 의 강을 용제하여 주조하고, 230 mm 두께의 슬래브를 제조하여 열간 압연, 산세, 냉간 압연 후, 표 2 로 나타내는 제조 조건으로 어닐링을 실시하고, 그 후, 스킨 패스 압연 (조질 압연) 을 실시하였다. 또한, 열간 압연시의 가열 온도는 1200 ℃, 마무리 압연 종료 온도는 890 ℃, 권취 온도는 600 ℃ 로 하여, 열연판 (판 두께 3.2 mm) 을 제조하였다.
- [0086] 이어서, 산세, 냉간 압연을 실시하여 냉연판 (판 두께 1.4 mm) 을 제조한 후, 어닐링, 조질 압연 (신장률 0.7 %) 을 실시하였다. 표 2 중의 냉속 1 은 어닐링시의 균열 온도로부터 1 차 냉각 온도까지의 평균 냉각 속도, 냉속 2 는 1 차 냉각 온도로부터 실온까지의 평균 냉각 속도를 나타낸다. 또한, 균열 온도까지의 평균 가열 속도는 10 ℃/s 로 하였다.
- [0087] 제조된 강관으로부터, JIS 5 호 인장 시험편을 압연 직각 방향이 길이 방향 (인장 방향) 이 되도록 채취하고, 인장 시험 (JIS Z2241 (1998)) 에 의해, 항복 강도 (YS), 인장 강도 (TS), 전체 신장 (EL), 항복비 (YR) 를 측정하였다. EL 이 29.0 % 이상인 양호한 신장을 갖는 강관, YR 이 70 % 이하인 저항복비를 갖는 강관으로 하였다.
- [0088] 신장 플랜지성에 관해서는, 일본 철강 연맹 규격 (JFS T1001 (1996)) 에 준하여, 클리어런스 12.5 % 에서, 직경 10 mm ϕ 의 구멍을 타발하고, 버가 다이축이 되도록 시험기에 세트한 후, 60° 의 원추 펀치로 구멍 확장 시험을 함으로써 구멍 확장률 (λ) 을 측정하였다. λ (%) 가 65 % 이상을 양호한 신장 플랜지성을 갖는 강관으로 하였다.
- [0089] 강관의 마이크로 조직은, 이하의 방법에 의해 페라이트, 마텐자이트 및 펄라이트의 체적 분율을 구하였다.
- [0090] 강관의 마이크로 조직은 3 % 나이탈 시약 (3 % 질산 + 에탄올) 을 사용하여, 강관의 압연 방향 단면 (판 두께 1/4 의 깊이 위치) 을 부식시키고, 500 배 ~ 1000 배의 광학 현미경 관찰 및 1000 ~ 100000 배의 전자 현미경 (주사형 및 투과형) 에 의해 관찰, 촬영한 조직 사진을 사용하여, 페라이트의 체적 분율, 마텐자이트의 체적 분율, 펄라이트의 체적 분율을 정량화하였다.
- [0091] 각 12 시야의 관찰을 실시하고, 포인트 카운트법 (ASTM E562-83 (1988) 에 준거) 에 의해 면적율을 측정하여, 그 면적율을 체적 분율로 하였다. 페라이트는 약간 검은 콘트라스트의 영역이고, 마텐자이트는 흰 콘트라스트가 붙어 있는 것이다. 펄라이트는 층상의 조직으로, 판상의 페라이트와 시멘타이트가 교대로 나란히 있는 조직이다.
- [0092] 또, 페라이트, 마텐자이트, 펄라이트 이외의 조직에 대해서는, 상기 광학 현미경 내지 전자 현미경 (주사형 및 투과형) 의 관찰에 있어서, 베이나이트는 폴리고날페라이트와 비교하여 전위 밀도가 높은 판상의 베이나이트 페라이트와 시멘타이트를 함유하는 조직이며, 구상 시멘타이트는 구상화된 형상을 갖는 시멘타이트이다.
- [0093] 또, 잔류 오스테나이트의 유무에 대해서는 표층으로부터 1/4 두께까지 연마한 면에서, Mo 의 K α 선을 선원으로 하고 가속 전압 50 keV 에서, X 선 회절법 (장치 : Rigaku 사 제조 RINT2200) 에 의해, 철의 페라이트의 {200} 면, {211} 면, {220} 면과, 오스테나이트의 {200} 면, {220} 면, {311} 면의 X 선 회절선의 적분 강도를 측정하고, 이들의 측정값을 사용하여 비특허문헌 1 에 기재된 계산식으로부터 잔류 오스테나이트의 체적 분율을 구하여 잔류 오스테나이트의 유무를 판단하였다.
- [0094] 인장 특성과 신장 플랜지성 및 강관 조직의 측정 결과를 표 2 에 나타낸다.

표 1

강종류	(mass%)							Ac ₁ (°C)	Ac ₃ (°C)	비고
	C	Si	Mn	P	S	Al	N			
A	0.05	1.00	2.2	0.01	0.003	0.05	0.004	729	870	본 발명에
B	0.07	1.18	2.1	0.03	0.003	0.02	0.002	735	875	본 발명에
C	0.13	1.10	1.6	0.04	0.002	0.05	0.003	738	886	본 발명에
D	0.09	0.72	2.1	0.02	0.003	0.04	0.003	721	848	본 발명에
E	0.09	0.81	2.0	0.02	0.003	0.03	0.003	725	851	본 발명에
F	0.11	0.92	1.8	0.02	0.003	0.03	0.003	731	856	본 발명에
G	0.06	0.80	2.4	0.04	0.003	0.05	0.003	721	872	본 발명에
H	0.13	0.62	1.9	0.03	0.003	0.03	0.002	721	841	본 발명에
I	0.10	0.50	2.2	0.02	0.003	0.03	0.003	714	828	비교예
J	0.03	0.33	2.9	0.02	0.003	0.03	0.003	702	829	비교예
K	0.13	1.15	1.4	0.02	0.003	0.03	0.004	741	872	비교예
L	0.05	0.65	2.8	0.01	0.003	0.03	0.003	712	829	비교예

하선부 : 본 발명 범위 외

[0095]

표 2

시료 번호	강종류	어닐링 조건		강판 조직			인장 특성				구멍 확장률		비고			
		간열 온도 °C	간열 시간 min	가방 온도 °C	냉속1 °C/s	냉속2 °C/s	페라이트 체적 분율 / %	마텐자이트 체적 분율 / %	필라이트 체적 분율 / %	잔류 조직*	YS MPa	TS MPa		EL %	YR %	
1	A	820	120	825	5	0.5	87	7	5	RAB	378	602	31.1	63	68	본 발명에
2	B	820	120	850	5	0.5	92	5	2	RAB	423	611	32.3	69	68	본 발명에
3	C	820	120	900	5	0.3	88	5	6	RAB	409	591	28.3	69	81	본 발명에
4	D	840	120	825	5	1.0	87	4	8	RAB	405	595	30.5	68	118	본 발명에
5	D	800	120	900	5	1.0	85	11	2	RAB	401	650	31.2	82	70	본 발명에
6	D	820	120	825	10	1.0	87	7	5	RAB	415	622	30.3	67	72	본 발명에
7	E	850	120	850	3	1.2	87	4	8	SC	398	598	32.3	67	120	본 발명에
8	E	850	120	850	5	1.0	88	3	8	SC	393	592	34.1	66	91	본 발명에
10	E	800	120	900	5	1.0	86	12	1	RAB	380	652	30.8	56	67	본 발명에
12	E	800	30	900	1	2.0	86	3	10	SC	412	593	29.1	69	68	본 발명에
14	E	750	120	850	5	0.5	91	7	2	-	371	595	31.9	62	82	본 발명에
15	F	850	120	825	5	1.0	86	6	5	RAB	385	587	32.1	65	90	본 발명에
17	F	850	120	850	15	0.3	86	11	2	RAB	413	615	30.3	67	68	본 발명에
18	F	850	120	850	5	1.0	87	7	5	RAB	405	603	29.3	68	78	본 발명에
19	G	850	120	900	5	1.0	88	9	2	RAB	405	633	29.4	64	70	본 발명에
20	H	820	120	825	5	2.0	84	14	1	RAB	423	622	29.8	68	65	본 발명에
21	I	828	120	825	5	1.0	78	18	1	RAB	403	662	30.2	62	53	비교예
22	J	825	120	825	5	1.0	77	18	3	RAB	386	653	30.5	59	48	비교예
23	K	825	120	825	5	1.0	85	2	12	SC	433	578	27.8	75	68	비교예
24	L	800	120	900	5	1.0	78	17	0	RAB	378	632	30.1	60	55	비교예
25	E	850	120	825	10	1.5	78	7	11	SC	493	612	28.3	71	48	비교예
26	E	825	120	850	5	1.0	82	16	0	RAB	385	633	33.1	61	60	비교예
27	E	800	120	900	5	1.0	89	2	8	SC	423	569	28.1	71	83	비교예
28	E	825	120	825	30	1.0	78	16	0	RAB	388	621	30.1	62	55	비교예
28	E	825	120	825	0.3	1.0	90	1	8	SC	433	594	28.3	73	76	비교예
30	E	825	120	825	6	8.0	81	17	1	RAB	391	632	30.1	62	40	비교예

하선부 : 본 발명 범위 외
* B : 페라이트, RA : 잔류 오스테나이트, SC : 구상 시멘타이트

[0096]

[0097]

표 2 에 나타내는 결과로부터, 본 발명예는 어느 것도 페라이트의 체적 분율이 80 % 이상, 마텐자이트의 체적 분율이 3 ~ 15 % 및 필라이트의 체적 분율이 0.5 ~ 10 % 의 강판 조직을 갖고, 그 결과, 590 MPa 이상의 인장 강도와, 70 % 이하의 항복비를 확보하면서, 또한, 29.0 % 이상의 신장과 65 % 이상의 구멍 확장률이 양호

한 성형성이 얻어졌다. 한편, 비교예는 강판 조직이 본 발명 범위를 만족하지 않고, 그 결과, 인장 강도, 항복비, 신장, 구멍 확장률 중 적어도 1 개의 특성이 열등하다.

[0098] 산업상 이용가능성

[0099] 본 발명에 의하면, 체적 분율로 페라이트를 80 % 이상, 마텐자이트를 3 ~ 15 %, 펄라이트를 0.5 ~ 10 % 함유하는 복합 조직을 갖고, 인장 강도 590 MPa 이상, 항복비 70 % 이하, 신장 29.0 % 이상 또한 구멍 확장률 65 % 이상을 갖는 신장 및 신장 플랜지성이 우수한 저항복비의 고강도 냉연 강판을 얻을 수 있다.