



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0105565
(43) 공개일자 2017년09월19일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>C22C 38/50</i> (2006.01) <i>C22C 38/00</i> (2006.01)
 <i>C22C 38/02</i> (2006.01) <i>C22C 38/06</i> (2006.01)
 <i>C22C 38/20</i> (2006.01) <i>C22C 38/24</i> (2006.01)
 <i>C22C 38/26</i> (2006.01) <i>C22C 38/38</i> (2006.01)
 <i>C22C 38/40</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>C22C 38/28</i> (2013.01)
 <i>C22C 38/001</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2017-7022681
 (22) 출원일자(국제) 2016년03월28일
 심사청구일자 2017년08월14일
 (85) 번역문제출일자 2017년08월14일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2016/059933
 (87) 국제공개번호 WO 2016/158861
 국제공개일자 2016년10월06일</p> <p>(30) 우선권주장
 JP-P-2015-067699 2015년03월27일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
 신닛테츠스미킨 카부시카이샤
 일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우찌 2쵸메 6방 1고</p> <p>(72) 발명자
 이시다 요시나리
 일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2쵸메 6방 1고 신닛테츠스미킨카부시카이샤 내
 오카모토 리키
 일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2쵸메 6방 1고 신닛테츠스미킨카부시카이샤 내
 마에다 다이스케
 일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2쵸메 6방 1고 신닛테츠스미킨카부시카이샤 내</p> <p>(74) 대리인
 양영준, 최인호, 성재동</p> |
|--|---|

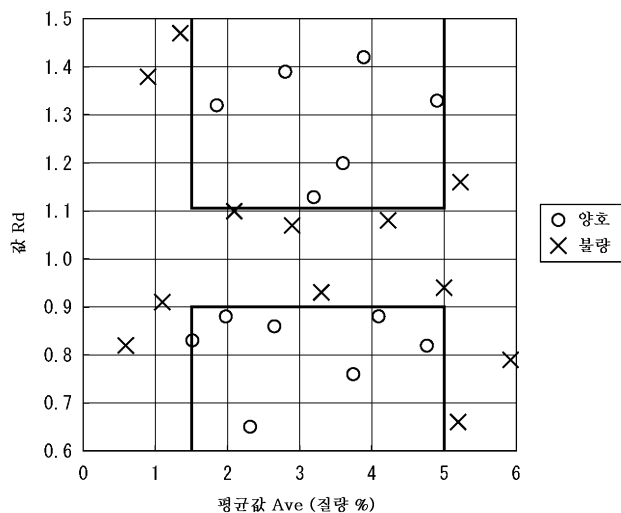
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 강판

(57) 요약

강판에는, 지철과, 지철의 표면의 두께가 10.0 μm 이하인 스케일과, 지철과 스케일 사이의 서브 스케일이 포함된다. 서브 스케일에 있어서, Cr 농도의 평균값이 1.50질량% 내지 5.00질량%이며, 또한 압연 방향의 길이가 50 μm 의 범위 내에, 1 μm 이격되어 인접하는 2개의 측정 영역 사이에서의 Cr 농도의 비가 0.90 이하 또는 1.11 이상인 부분이 1 이상 있다. Ti 함유량(질량%)을 [Ti], N 함유량(질량%)을 [N]으로 했을 때에 식 「 $Ti_{\text{eff}}=[Ti]-48/14[N]$ 」으로 나타내어지는 파라미터 Ti_{eff} 에 대한, 입경이 100nm 이상 1 μm 이하인 탄화물 또는 탄질화물에 포함되는 Ti의 양의 비율이 30% 이하이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C22C 38/002 (2013.01)

C22C 38/02 (2013.01)

C22C 38/06 (2013.01)

C22C 38/20 (2013.01)

C22C 38/24 (2013.01)

C22C 38/26 (2013.01)

C22C 38/38 (2013.01)

C22C 38/40 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

지철과,

상기 지철의 표면의 두께가 10.0 μ m 이하인 스케일과,

상기 지철과 상기 스케일 사이의 서브 스케일

을 갖고,

상기 지철은,

질량%로,

C: 0.05% 내지 0.20%,

Si: 0.01% 내지 1.50%

Mn: 1.50% 내지 2.50%

P: 0.05% 이하,

S: 0.03% 이하,

Al: 0.005% 내지 0.10%,

N: 0.008% 이하,

Cr: 0.30% 내지 1.00%,

Ti: 0.06% 내지 0.20%,

Nb: 0.00% 내지 0.10%,

V: 0.00% 내지 0.20%,

B: 0.0000% 내지 0.0050%,

Cu: 0.00% 내지 0.50%,

Ni: 0.00% 내지 0.50%,

Mo: 0.00% 내지 0.50%,

W: 0.00% 내지 0.50%,

Ca: 0.0000% 내지 0.0050%,

Mg: 0.0000% 내지 0.0050%,

REM: 0.000% 내지 0.010%이며, 또한

잔부: Fe 및 불순물

로 나타내어지는 화학 조성을 갖고,

상기 지철에서는, Ti 함유량(질량%)을 [Ti], N 함유량(질량%)을 [N]으로 했을 때에 하기의 식 1로 나타내어지는 파라미터 Ti_{eff} 에 대한, 입경이 100nm 이상 1 μ m 이하인 탄화물 또는 탄질화물에 포함되는 Ti의 양의 비율이 30% 이하이고,

상기 서브 스케일에 있어서,

Cr 농도의 측정점의 간격을 0.1mm로 하고, 압연 방향으로 연속하여 배열하는 10측정점을 포함하는 측정 영역을 50 이상 설정하고, 상기 측정 영역마다 Cr 농도의 최댓값 Cmax를 구하고, 50 이상의 상기 측정 영역에서의 상기 최댓값 Cmax의 평균값 Ave를 Cr 농도의 평균값으로 한 경우, 상기 Cr 농도의 평균값이 1.50질량% 내지 5.00질량%이며, 또한

상기 50 이상의 측정 영역에서, 인접하는 2개의 측정 영역 사이에서의, 한쪽의 최댓값 Cmax에 대한 다른 쪽의 최댓값 Cmax의 비가 0.90 이하 또는 1.11 이상인 부분이 1 이상인 것을 특징으로 하는 강판.

$$Ti_{eff}=[Ti]-48/14[N] \text{ (식 1)}$$

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 화학 조성에 있어서,

Nb: 0.001% 내지 0.10%,

V: 0.001% 내지 0.20%,

B: 0.0001% 내지 0.0050%,

Cu: 0.01% 내지 0.50%,

Ni: 0.01% 내지 0.50%,

Mo: 0.01% 내지 0.50%, 혹은

W: 0.01% 내지 0.50%,

또는 이들의 임의의 조합이 만족되는 것을 특징으로 하는 강판.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 화학 조성에 있어서,

Ca: 0.0005% 내지 0.0050%,

Mg: 0.0005% 내지 0.0050%, 혹은

REM: 0.0005% 내지 0.010%,

또는 이들의 임의의 조합이 만족되는 것을 특징으로 하는 강판.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 트럭의 프레임 등의 비교적 긴 구조용 부재에 적합한 고강도 강판에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 연비의 향상에 의한 배출 가스의 삭감을 목적으로, 자동차, 철도 차량 등의 수송 기계의 경량화가 요망되고 있다. 수송 기계의 경량화에는, 수송 기계의 부재에 얇은 강판을 사용하는 것이 유효하지만, 얇은 강판을 사용하면서 원하는 강도를 확보하기 위해서는, 강판 자체가 높은 강도를 갖는 것이 요망된다.

[0003] 수송 기계의 부재, 예를 들어 트럭의 사이드 프레임에는, 비용 등의 관점에서, 열간 압연 중에 생성된 스케일(흑피)이 잔존하는 강판이 사용되는 경우가 있다. 단, 종래의 스케일이 잔존한 강판에서는, 레벨러 설비의 통판 등의 정정 시나, 유저에 의해 행하여지는 굽힘, 프레스 등의 가공 시에, 스케일이 박리되는 경우가 있다. 스케일의 박리가 발생하면, 스케일이 부착된 물이나 금형의 손질이 필요하게 된다. 또한, 손질 후에 스케일이 잔존하고 있는 경우에는, 그 후에 처리한 강판에 스케일이 압입되어 당해 강판에 오목 모양이 생기는 경우가 있다. 따라서, 스케일을 잔존시킨 강판에는, 스케일이 지철로부터 박리되기 어려운 우수한 스케일 밀착성이 요구된다.

[0004] 스케일 밀착성의 향상을 목적으로 한 강판이 공지로 되어 있지만, 종래의 강판에서는, 양호한 기계적 특성 및

우수한 스케일 밀착성을 양립시킬 수 없다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2014-31537호 공보
- (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2012-162778호 공보
- (특허문헌 0003) 일본 특허 제5459028호 공보
- (특허문헌 0004) 일본 특허 공개 제2004-244680호 공보
- (특허문헌 0005) 일본 특허 공개 제2000-87185호 공보
- (특허문헌 0006) 일본 특허 공개 (평)7-34137호 공보
- (특허문헌 0007) 일본 특허 공개 제2014-51683호 공보
- (특허문헌 0008) 일본 특허 공개 (평)7-118792호 공보
- (특허문헌 0009) 일본 특허 공개 제2014-118592호 공보

비특허문헌

- [0006] (비특허문헌 0001) 고베 제강 기보/Vol.56 No.32(Dec.2006) P22

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 양호한 기계적 특성 및 우수한 스케일 밀착성을 양립시킬 수 있는 강판을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명자들은, 상기 과제를 해결하기 위하여 예의 검토를 행했다. 이 결과, 스케일 밀착성의 향상에 스케일 및 서브 스케일의 형태가 엄청난 영향을 미치고 있음이 밝혀졌다. 또한, 스케일 및 서브 스케일의 형태에는 특히 열간 압연의 조건이 영향을 미치고 있음도 밝혀졌다.

- [0009] 본원 발명자는, 이러한 지견에 기초하여 더욱 예의 검토를 거듭한 결과, 이하에 기재하는 발명의 제형태에 상도했다.

- [0010] (1)

- [0011] 지철과,

- [0012] 상기 지철의 표면의 두께가 10.0 μ m 이하인 스케일과,

- [0013] 상기 지철과 상기 스케일 사이의 서브 스케일

- [0014] 을 갖고,

- [0015] 상기 지철은,

- [0016] 질량%로,

- [0017] C: 0.05% 내지 0.20%,

- [0018] Si: 0.01% 내지 1.50%

- [0019] Mn: 1.50% 내지 2.50%
- [0020] P: 0.05% 이하,
- [0021] S: 0.03% 이하,
- [0022] Al: 0.005% 내지 0.10%,
- [0023] N: 0.008% 이하,
- [0024] Cr: 0.30% 내지 1.00%,
- [0025] Ti: 0.06% 내지 0.20%,
- [0026] Nb: 0.00% 내지 0.10%,
- [0027] V: 0.00% 내지 0.20%,
- [0028] B: 0.0000% 내지 0.0050%,
- [0029] Cu: 0.00% 내지 0.50%,
- [0030] Ni: 0.00% 내지 0.50%,
- [0031] Mo: 0.00% 내지 0.50%,
- [0032] W: 0.00% 내지 0.50%,
- [0033] Ca: 0.0000% 내지 0.0050%,
- [0034] Mg: 0.0000% 내지 0.0050%,
- [0035] REM: 0.000% 내지 0.010%이며, 또한
- [0036] 잔부: Fe 및 불순물
- [0037] 로 나타내어지는 화학 조성을 갖고,
- [0038] 상기 서브 스케일에 있어서,
- [0039] Cr 농도의 평균값이 1.50질량% 내지 5.00질량%이며, 또한
- [0040] 압연 방향의 길이가 50 μ m의 범위 내에, 1 μ m 이격되어 인접하는 2개의 측정 영역 사이에서의 Cr 농도의 비가 0.90 이하 또는 1.11 이상인 부분이 1 이상 있으며,
- [0041] Ti 함유량(질량%)을 [Ti], N 함유량(질량%)을 [N]으로 했을 때에 하기의 식 1로 나타내어지는 파라미터 Ti_{eff} 에 대한, 입경이 100nm 이상 1 μ m 이하인 탄화물 또는 탄질화물에 포함되는 Ti의 양의 비율이 30% 이하인 것을 특징으로 하는 강판.
- [0042] $Ti_{eff}=[Ti]-48/14[N]$ (식 1)
- [0043] (2)
- [0044] 상기 화학 조성에 있어서,
- [0045] Nb: 0.001% 내지 0.10%,
- [0046] V: 0.001% 내지 0.20%,
- [0047] B: 0.0001% 내지 0.0050%,
- [0048] Cu: 0.01% 내지 0.50%,
- [0049] Ni: 0.01% 내지 0.50%,
- [0050] Mo: 0.01% 내지 0.50%, 혹은
- [0051] W: 0.01% 내지 0.50%,

- [0052] 또는 이들의 임의의 조합이 만족되는 것을 특징으로 하는 (1)에 기재된 강판.
- [0053] (3)
- [0054] 상기 화학 조성에 있어서,
- [0055] Ca: 0.0005% 내지 0.0050%,
- [0056] Mg: 0.0005% 내지 0.0050%, 혹은
- [0057] REM: 0.0005% 내지 0.010%,
- [0058] 또는 이들의 임의의 조합이 만족되는 것을 특징으로 하는 (1) 또는 (2)에 기재된 강판.

발명의 효과

- [0059] 본 발명에 따르면, 스케일 및 서브 스케일의 형태가 적절하기 때문에, 양호한 기계적 특성 및 우수한 스케일 밀착성을 양립시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0060] 도 1은 Cr 농도의 매핑 결과의 일례를 도시하는 도면이다.
- 도 2는 스케일의 형태와 스케일 밀착성의 관계를 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0061] 본 발명자들은, 스케일의 두께 및 서브 스케일의 형태가 스케일 밀착성에 미치는 영향에 대하여 검토했다.
- [0062] 스케일의 두께의 측정에서는, 압연 방향 및 두께 방향에 평행한 면을 관찰면으로 하는 시료를 다양한 강판으로부터 채취하고, 관찰면을 경면 연마하고, 광학 현미경을 사용한 관찰을 1000배로 행했다. 그리고, 10시야 이상에서 얻어진 스케일의 두께의 평균값을 당해 강판의 스케일 두께로 했다.
- [0063] 서브 스케일의 형태의 분석에서는, 압연 방향 및 두께 방향에 평행한 면을 관찰면으로 하는 시료를 다양한 강판으로부터 채취하고, 관찰면을 경면 연마하고, 전자선 마이크로 애널라이저(electron probe micro analyzer: EPMA)를 사용하여 서브 스케일의 Cr 농도(질량%)를 분석했다. 구체적으로는, 압연 방향의 길이가 50 μ m 이상이고, 스케일 및 지철을 포함하는 영역에서의 Cr 농도의 매핑을, 가속 전압을 15.0kV, 조사 전류를 50nA, 1점당 측정 시간을 20m초로 하여 행했다. 이 매핑에서는, 측정점 사이의 간격을, 압연 방향 및 두께 방향 중 어느 것에 대해서든 0.1 μ m로 했다.
- [0064] 도 1에 매핑의 결과의 일례를 나타낸다. 이 예에 사용한 시료의 지철의 Cr 함유량은 3.9질량%이며, 압연 방향의 길이가 60 μ m이고, 스케일 및 지철을 포함하는 영역을 분석 대상으로 했다. 도 1에서 Cr 농도가 특히 높은 부분이 서브 스케일이며, 그 아래가 지철, 그 위가 스케일이다. 도 1로부터 명백한 바와 같이, 서브 스케일의 Cr 농도는 지철의 그것보다도 높다.
- [0065] 본 발명자들은, Cr 농도의 매핑 결과에 대하여, 다음과 같은 분석을 했다. 이 분석에서는, 압연 방향으로 연속하여 배열하는 10측정점을 포함하는 측정 영역을 설정했다. 측정점의 간격이 0.1 μ m이기 때문에, 측정 영역의 압연 방향의 치수는 1 μ m이다. 또한, Cr 농도의 매핑의 대상 영역의 압연 방향의 길이가 50 μ m 이상이기 때문에, 측정 영역은 50 이상이다. 그리고, 측정 영역마다 Cr 농도의 평균값 및 최댓값 C_{max}를 구하고, 50 이상의 측정 영역 사이의 최댓값 C_{max}의 평균값 Ave를 산출하고, 평균값 Ave를 서브 스케일에 있어서의 Cr 농도의 평균값으로 했다.
- [0066] 또한, 50 이상의 측정 영역에 대하여, 인접하는 2측정 영역 사이에서의, 한쪽의 최댓값 C_{max}에 대한 다른 쪽의 최댓값 C_{max}의 농도비 R_{Cr}을 구했다. 즉, 다른 쪽의 최댓값 C_{max}를 한쪽의 최댓값 C_{max}로 나누어 얻어지는 몫을 구했다. 이때, 어느 쪽의 최댓값 C_{max}를 분자로 할지는 임의로 했다. 예를 들어, 2측정 영역의 최댓값 C_{max}가 3.90% 및 3.30%인 경우, 농도비 R_{Cr}은 1.18 또는 0.85이며, 2측정 영역의 최댓값 C_{max}가 1.70% 및 1.62%인 경우, 농도비 R_{Cr}은 1.05 또는 0.95이다. 또한, 2측정 영역의 최댓값 C_{max}가 동등한 경우, 농도비 R_{Cr}은 1.00이며, 서브 스케일 내의 Cr 농도의 최댓값 C_{max}가 균일하면, 어느 측정 영역에서도 농도비 R_{Cr}은 1.00이다. 이와 같이, 농도비 R_{Cr}은, 서브 스케일 내의 Cr 농도의 최댓값 C_{max}의 변동을 반영하고 있으며, 농도비 R_{Cr}이 1.00에

가까울수록, 서브 스케일 내의 Cr 농도의 최댓값 C_{max}의 변동이 작다.

- [0067] 스케일 밀착성은, 트럭의 사이드 프레임의 프레스 가공을 상정하고, 긴 쪽 방향이 강관의 폭 방향과 평행해지도록 직사각 시험편을 채취하여, JIS Z2248에 기재된 V 블록법으로 평가했다. 시험편의 크기는, 폭(압연 방향) 30mm, 길이(폭 방향) 200mm로 했다. 또한, 굽힘 각도는 90도로 하고, 내측 반경은 관 두께의 2배로 했다.
- [0068] 굽힘 후, 굽힘 외측의 폭 중앙부에, 시험편의 긴 쪽 방향을 따라 폭 18mm의 셀로판 테이프를 부착하여 박리하고, 강관과 V 블록이 접촉하지 않은 범위에서 셀로판 테이프에 부착된 스케일의 면적률을 산출했다.
- [0069] 그리고, 셀로판 테이프에 부착된 스케일의 면적률, 즉, 강관으로부터 박리된 스케일의 면적률이 10% 이하인 것을 양호라고 판정하고, 10% 초과인 것을 불량이라고 판정했다. 본 발명자들은, 이 시험에 있어서 강관으로부터 박리된 스케일의 면적률이 10% 이하이면 실용 가공 상에서의 박리는 실질적으로 발생하지 않음을 확인하고 있다.
- [0070] 스케일의 두께와 스케일 밀착성의 관계를 정리한바, 스케일의 두께가 10.0 μ m 초과이면, 스케일의 Cr 농도와 무관하게, 양호한 스케일 밀착성을 얻지 못했다. 한편, 스케일의 두께가 10.0 μ m 이하이면 서브 스케일의 형태에 따라 양호한 스케일 밀착성이 얻어지는 경우나 얻지 못하는 경우가 있었다.
- [0071] 그래서, 본 발명자들은, 스케일의 두께가 10.0 μ m 이하인 강관에 대하여, Cr 농도의 평균값 Ave 및 농도비 R_{Cr} 중에서 1.00으로부터 가장 괴리된 값 Rd와 스케일 밀착성의 관계를 정리했다. 이 결과를 도 2에 도시한다. 도 2의 횡축은 Cr 농도의 평균값 Ave를 나타내고, 종축은 농도비 R_{Cr} 중에서 1.00으로부터 가장 괴리된 값 Rd를 나타낸다.
- [0072] 도 2에 도시한 바와 같이, Cr 농도의 평균값 Ave가 1.50질량% 미만 또는 5.00질량% 초과인 시료에서는, 스케일 밀착성이 불량했다. 또한, Cr 농도의 평균값 Ave가 1.50질량% 내지 5.00질량%여도, 농도비 R_{Cr} 중에서 1.00으로부터 가장 괴리된 값 Rd가 0.90 초과이며 또한 1.11 미만인 시료에서는, 스케일 밀착성이 불량했다.
- [0073] 이상으로부터, 서브 스케일에 있어서, Cr 농도의 평균값 Ave가 1.50질량% 내지 5.00질량%이며, 또한 압연 방향의 길이가 50 μ m의 범위 내에, 1 μ m 이격되어 인접하는 2개의 측정 영역 사이에서의 농도비 R_{Cr}이 0.90 이하 또는 1.11 이상인 부분이 1 이상 있는 것이, 우수한 스케일 밀착성을 얻기 위하여 중요함이 밝혀졌다.
- [0074] 또한, 트럭의 사이드 프레임에 대한 적용에 적합한 기계적 특성으로서, 압연 방향의 항복 강도가 700MPa 이상 800MPa 미만인 것, 항복비가 85% 이상인 것을 들 수 있는바, 이들 실현에는, 입경이 100nm 미만인 Ti를 포함하는 탄화물 및 Ti를 포함하는 탄질화물에 의한 석출 강화가 매우 유효하다. 이하, Ti를 포함하는 탄화물 및 Ti를 포함하는 탄질화물을 총칭하여 Ti 탄화물이라는 경우가 있다.
- [0075] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대하여 설명한다.
- [0076] 우선, 본 발명의 실시 형태에 관한 강관 및 그 제조에 사용하는 강의 화학 조성에 대하여 설명한다. 상세는 후술하겠지만, 본 발명의 실시 형태에 관한 강관은, 강의 주조, 슬래브 가열, 열간 압연, 제1 냉각, 권취 및 제2 냉각을 거쳐 제조된다. 따라서, 강관 및 강의 화학 조성은, 강관의 특성뿐만 아니라, 이들 처리를 고려한 것이다. 이하의 설명에 있어서, 강관 및 강에 포함되는 각 원소의 함유량의 단위인 「%」는, 특별히 단서가 없는 한 「질량%」를 의미한다. 본 실시 형태에 관한 강관 및 그 제조에 사용하는 강은, 질량%로, C: 0.05% 내지 0.20%, Si: 0.01% 내지 1.50%, Mn: 1.50% 내지 2.50%, P: 0.05% 이하, S: 0.03% 이하, Al: 0.005% 내지 0.10%, N: 0.008% 이하, Cr: 0.30% 내지 1.00%, Ti: 0.06% 내지 0.20%, Nb: 0.00% 내지 0.10%, V: 0.00% 내지 0.20%, B: 0.0000% 내지 0.0050%, Cu: 0.00% 내지 0.50%, Ni: 0.00% 내지 0.50%, Mo: 0.00% 내지 0.50%, W: 0.00% 내지 0.50%, Ca: 0.0000% 내지 0.0050%, Mg: 0.0000% 내지 0.0050%, REM: 0.000% 내지 0.010%이며, 또한 잔부: Fe 및 불순물로 나타내어지는 화학 조성을 갖고 있다. 불순물로서는, 광석이나 스크랩 등의 원재료에 포함되는 것, 제조 공정에 있어서 포함되는 것이 예시된다. Sn 및 As를 불순물의 예로서 들 수 있다.
- [0077] (C: 0.05% 내지 0.20%)
- [0078] C는 강도의 향상에 기여한다. C 함유량이 0.05% 미만이면, 충분한 강도, 예를 들어 압연 방향에서 700MPa 이상인 항복 강도 혹은 85% 이상인 항복비 또는 이들 양쪽을 얻지 못한다. 따라서, C 함유량은 0.05% 이상으로 하고, 바람직하게는 0.08% 이상으로 한다. 한편, C 함유량이 0.20% 초과이면, 강도가 과잉이 되어 연성이 저하되거나, 용접성 및 인성이 저하되거나 한다. 따라서, C 함유량은 0.20% 이하로 하고, 바람직하게는 0.15%

이하로 하고, 보다 바람직하게는 0.14% 이하로 한다.

[0079] (Si: 0.01% 내지 1.50%)

[0080] Si는 강도의 향상에 기여하거나, 탈산재로서 작용하거나 한다. Si는 아크 용접 시에 용접부의 형상의 개선에도 기여한다. Si 함유량이 0.01% 미만이면, 이들 효과를 충분히 얻지 못한다. 따라서, Si 함유량은 0.01% 이상으로 하고, 바람직하게는 0.02% 이상으로 한다. 한편, Si 함유량이 1.50% 초과이면, 강판의 표면에 Si 스케일이 다량으로 발생하여 표면 성상이 저하되거나, 인성이 저하되거나 한다. 따라서, Si 함유량은 1.50% 이하로 하고, 바람직하게는 1.20% 이하로 한다. Si 함유량이 1.50% 이하이면 본 실시 형태에 있어서는, 스케일 밀착성에 대한 Si의 영향은 무시할 수 있다.

[0081] (Mn: 1.50% 내지 2.50%)

[0082] Mn은 조직 강화를 통하여 강도의 향상에 기여한다. Mn 함유량이 1.50% 미만이면, 이들 효과를 충분히 얻지 못한다. 예를 들어 압연 방향에서 700MPa 이상의 항복 강도 혹은 85% 이상의 항복비 또는 이들 양쪽을 얻지 못한다. 따라서, Mn 함유량은 1.50% 이상으로 하고, 바람직하게는 1.60% 이상으로 한다. 한편, Mn 함유량이 2.50% 초과이면, 강도가 과잉이 되어 연성이 저하되거나, 용접성 및 인성이 저하되거나 한다. 따라서, Mn 함유량은 2.50% 이하로 하고, 바람직하게는 2.40% 이하로 하고, 보다 바람직하게는 2.30% 이하로 한다.

[0083] (P: 0.05% 이하)

[0084] P는 필수 원소가 아니고, 예를 들어 강 중에 불순물로서 함유된다. P는, 연성 및 인성을 저해하기 때문에, P 함유량은 낮으면 낮을수록 좋다. 특히, P 함유량이 0.05% 초과에서, 연성 및 인성의 저하가 현저하다. 따라서, P 함유량은 0.05% 이하로 하고, 바람직하게는 0.04% 이하로 하고, 보다 바람직하게는 0.03% 이하로 한다. P 함유량의 저감에는 비용이 들어, 0.0005% 미만까지 저감하고자 하면, 비용이 현저하게 상승한다. 이로 인해, P 함유량은 0.0005% 이상으로 해도 되고, 비용의 관점에서 0.0010% 이상으로 해도 된다.

[0085] (S: 0.03% 이하)

[0086] S는 필수 원소가 아니고, 예를 들어 강 중에 불순물로서 함유된다. S는, MnS를 생성하여, 연성, 용접성 및 인성을 저해하기 때문에, S 함유량은 낮으면 낮을수록 좋다. 특히, S 함유량이 0.03% 초과에서, 연성, 용접성 및 인성의 저하가 현저하다. 따라서, S 함유량은 0.03% 이하로 하고, 바람직하게는 0.01% 이하로 하고, 보다 바람직하게는 0.007% 이하로 한다. S 함유량의 저감에는 비용이 들어, 0.0005% 미만까지 저감하고자 하면, 비용이 현저하게 상승한다. 이로 인해, S 함유량은 0.0005% 이상으로 해도 되고, 비용의 관점에서 0.0010% 이상으로 해도 되고, 비용의 관점에서 0.0010% 이상으로 해도 된다.

[0087] (Al: 0.005% 내지 0.10%)

[0088] Al은 탈산재로서 작용한다. Al 함유량이 0.005% 미만이면, 이 효과를 충분히 얻지 못한다. 따라서, Al 함유량은 0.005% 이상으로 하고, 바람직하게는 0.015% 이상으로 한다. 한편, Al 함유량이 0.10% 초과이면, 인성 및 용접성이 저하된다. 따라서, Al 함유량은 0.10% 이하로 하고, 바람직하게는 0.08% 이하로 한다.

[0089] (N: 0.008% 이하)

[0090] N은 필수 원소가 아니고, 예를 들어 강 중에 불순물로서 함유된다. N은, TiN을 형성하여 Ti를 소비하여, 석출 강화에 적합한 미세한 Ti 탄화물의 생성을 저해하기 때문에, N 함유량은 낮으면 낮을수록 좋다. 특히, N 함유량이 0.008% 초과에서, 석출 강화능의 저하가 현저하다. 따라서, N 함유량은 0.008% 이하로 하고, 바람직하게는 0.007% 이하로 한다. N 함유량의 저감에는 비용이 들어, 0.0005% 미만까지 저감하고자 하면, 비용이 현저하게 상승한다. 이로 인해, N 함유량은 0.0005% 이상으로 해도 되고, 비용의 관점에서 0.0010% 이상으로 해도 되고, 비용의 관점에서 0.0010% 이상으로 해도 된다.

[0091] (Cr: 0.30% 내지 1.00%)

[0092] Cr은 강도의 향상에 기여하거나, 서브 스케일의 형성을 통하여 스케일 밀착성을 높이거나 한다. Cr 함유량이 0.30% 미만이면, 이들 효과를 충분히 얻지 못한다. 따라서, Cr 함유량은 0.30% 이상으로 하고, 바람직하게는 0.25% 이상으로 한다. 한편, Cr 함유량이 1.00% 초과이면, 서브 스케일에 포함되는 Cr이 과잉이 되어 스케일 밀착성이 저하된다. 따라서, Cr 함유량은 1.00% 이하로 하고, 바람직하게는 0.80% 이하로 한다.

[0093] (Ti: 0.06% 내지 0.20%)

- [0094] Ti는 재결정을 억제하여, 결정립의 조대화를 억제함으로써, 항복 강도의 향상에 기여하거나, Ti 탄화물로서 석출되어 석출 강화를 통한 항복 강도 및 항복비의 향상에 기여하거나 한다. Ti 함유량이 0.06% 미만이면, 이들 효과를 충분히 얻지 못한다. 따라서, Ti 함유량은 0.06% 이상으로 하고, 바람직하게는 0.07% 이상으로 한다. 한편, Ti 함유량이 0.20% 초과이면, 인성, 용접성 및 연성이 저하되거나, 슬래브 가열 중에 Ti 탄화물을 완전히 용체화할 수 없어, 석출 강화에 유효한 Ti의 양이 부족하여 항복 강도 및 항복비가 저하되거나 한다. 따라서, Ti 함유량은 0.20% 이하로 하고, 바람직하게는 0.16% 이하로 한다.
- [0095] Nb, V, B, Cu, Ni, Mo, W, Ca, Mg 및 REM은 필수 원소가 아니고, 강판 및 강에 소정량을 한도로 적절히 함유되어 있어도 되는 임의 원소이다.
- [0096] (Nb: 0.00% 내지 0.10%, V: 0.00% 내지 0.20%)
- [0097] Nb 및 V는, 탄질화물로서 석출되어 강도의 향상에 기여하거나, 결정립의 조대화의 억제에 기여하거나 한다. 결정립의 조대화의 억제는, 항복 강도의 향상 및 인성의 향상에 기여한다. 따라서, Nb 혹은 V 또는 이들 양쪽이 함유되어 있어도 된다. 이들 효과를 충분히 얻기 위하여, Nb 함유량은 바람직하게는 0.001% 이상으로 하고, 보다 바람직하게는 0.010% 이상으로 하고, V 함유량은 바람직하게는 0.001% 이상으로 하고, 보다 바람직하게는 0.010% 이상으로 한다. 한편, Nb 함유량이 0.10% 초과이면, 인성 및 연성이 저하되거나, 슬래브 가열 중에 Nb 탄질화물을 완전히 용체화할 수 없어, 강도의 확보에 유효한 고용 C가 부족하여 항복 강도 및 항복비가 저하되거나 한다. 따라서, Nb 함유량은 0.10% 이하로 하고, 바람직하게는 0.08% 이하로 한다. V 함유량이 0.20% 초과이면, 인성 및 연성이 저하된다. 따라서, V 함유량은 0.20% 이하로 하고, 바람직하게는 0.16% 이하로 한다.
- [0098] (B: 0.0000% 내지 0.0050%)
- [0099] B는, 조직 강화를 통하여 강도의 향상에 기여한다. 따라서, B가 함유되어 있어도 된다. 이 효과를 충분히 얻기 위하여, B 함유량은 바람직하게는 0.0001% 이상으로 하고, 보다 바람직하게는 0.0005% 이상으로 한다. 한편, B 함유량이 0.0050% 초과이면, 인성이 저하되거나, 강도의 향상 효과가 포화되거나 한다. 따라서, B 함유량은 0.0050% 이하로 하고, 바람직하게는 0.0030% 이하로 한다.
- [0100] (Cu: 0.00% 내지 0.50%)
- [0101] Cu는 강도의 향상에 기여한다. 따라서, Cu가 함유되어 있어도 된다. 이 효과를 충분히 얻기 위하여, Cu 함유량은 바람직하게는 0.01% 이상으로 하고, 보다 바람직하게는 0.03% 이상으로 한다. 한편, Cu 함유량이 0.50% 초과이면, 인성 및 용접성이 저하되거나, 슬래브의 고온 균열의 우려가 높아지거나 한다. 따라서, Cu 함유량은 0.50% 이하로 하고, 바람직하게는 0.30% 이하로 한다.
- [0102] (Ni: 0.00% 내지 0.50%)
- [0103] Ni는, 강도의 향상에 기여하거나, 인성의 향상 및 슬래브의 고온 균열 억제에 기여하거나 한다. 따라서, Ni가 함유되어 있어도 된다. 이들 효과를 충분히 얻기 위하여, Ni 함유량은 바람직하게는 0.01% 이상으로 하고, 보다 바람직하게는 0.03% 이상으로 한다. 한편, Ni 함유량이 0.50% 초과이면, 공연히 비용이 상승한다. 따라서, Ni 함유량은 0.50% 이하로 하고, 바람직하게는 0.30% 이하로 한다.
- [0104] (Mo: 0.00% 내지 0.50%, W: 0.00% 내지 0.50%)
- [0105] Mo 및 W는 강도의 향상에 기여한다. 따라서, Mo 혹은 W 또는 이들 양쪽이 함유되어 있어도 된다. 이들 효과를 충분히 얻기 위하여, Mo 함유량은 바람직하게는 0.01% 이상으로 하고, 보다 바람직하게는 0.03% 이상으로 하고, W 함유량은 바람직하게는 0.01% 이상으로 하고, 보다 바람직하게는 0.03% 이상으로 한다. 한편, Mo 함유량이 0.50% 초과이면, 공연히 비용이 상승한다. 따라서, Mo 함유량은 0.50% 이하로 하고, 바람직하게는 0.35% 이하로 한다. W 함유량이 0.50% 초과이면, 공연히 비용이 상승한다. 따라서, W 함유량은 0.50% 이하로 하고, 바람직하게는 0.35% 이하로 한다.
- [0106] 이상으로부터, Nb, V, B, Cu, Ni, Mo 및 W에 대해서는, 「Nb: 0.001% 내지 0.10%」, 「V: 0.001% 내지 0.20%」, 「B: 0.0001% 내지 0.0050%」, 「Cu: 0.01% 내지 0.50%」, 「Ni: 0.01% 내지 0.50%」, 「Mo: 0.01% 내지 0.50%」, 혹은 「W: 0.01% 내지 0.50%」, 또는 이들의 임의의 조합이 만족되는 것이 바람직하다.
- [0107] (Ca: 0.0000% 내지 0.0050%, Mg: 0.0000% 내지 0.0050%, REM: 0.000% 내지 0.010%)
- [0108] Ca, Mg 및 REM은, 비금속 개재물을 구상화하여, 인성의 향상 및 연성의 저하 억제에 기여한다. 따라서, Ca, Mg

혹은 REM 또는 이들의 임의의 조합이 함유되어 있어도 된다. 이들 효과를 충분히 얻기 위하여, Ca 함유량은 바람직하게는 0.0005% 이상으로 하고, 보다 바람직하게는 0.0010% 이상으로 하고, Mg 함유량은 바람직하게는 0.0005% 이상으로 하고, 보다 바람직하게는 0.0010% 이상으로 하고, REM 함유량은 바람직하게는 0.0005% 이상으로 하고, 보다 바람직하게는 0.0010% 이상으로 한다. 한편, Ca 함유량이 0.0050% 초과이면, 개재물의 조대화 및 개재물의 수의 증가가 현저해져, 인성이 저하된다. 따라서, Ca 함유량은 0.0050% 이하로 하고, 바람직하게는 0.0035% 이하로 한다. Mg 함유량이 0.0050% 초과이면, 개재물의 조대화 및 개재물의 수의 증가가 현저해져, 인성이 저하된다. 따라서, Mg 함유량은 0.0050% 이하로 하고, 바람직하게는 0.0035% 이하로 한다. REM 함유량이 0.010% 초과이면, 개재물의 조대화 및 개재물의 수의 증가가 현저해져, 인성이 저하된다. 따라서, REM 함유량은 0.010% 이하로 하고, 바람직하게는 0.007% 이하로 한다.

[0109] 이상으로부터, Ca, Mg 및 REM에 대해서는, 「Ca: 0.0005% 내지 0.0050%」, 「Mg: 0.0005% 내지 0.0050%」, 혹은 「REM: 0.0005% 내지 0.010%」, 또는 이들의 임의의 조합이 만족되는 것이 바람직하다.

[0110] REM(희토류 금속)은 Sc, Y 및 란타노이드의 합계 17종류의 원소를 가리키고, 「REM 함유량」은 이들 17종류의 원소의 합계 함유량을 의미한다. 란타노이드는, 공업적으로는, 예를 들어 미쉬 메탈의 형태로 첨가된다.

[0111] 이어서, 본 발명의 실시 형태에 관한 강판 중의 Ti의 형태에 대하여 설명한다. 본 발명의 실시 형태에 관한 강판에서는, Ti 함유량(질량%)을 [Ti], N 함유량(질량%)을 [N]으로 했을 때에 하기의 식 1로 나타내어지는 파라미터 Ti_{eff} (유효 Ti양)에 대한, 입경이 100nm 이상 $1\mu m$ 이하인 Ti 탄화물에 포함되는 Ti의 양(질량%)의 비율 R_{Ti} 가 30% 이하이다.

[0112] $Ti_{eff}=[Ti]-48/14[N]$ (식 1)

[0113] Ti 탄화물은, 석출 강화를 통하여 항복 응력 및 항복비의 향상에 기여하지만, 유효 Ti양에 대한, 입경이 100nm 이상, 특히 $100\mu m$ 이상 $1\mu m$ 이하인 Ti 탄화물에 포함되는 Ti의 양은, 권취 시의 미세한 Ti 탄화물의 형성에 크게 영향을 미친다. 비율 R_{Ti} 가 30% 초과이면, 조대한 Ti 탄화물에 의한 Ti의 소비가 과다해지고 권취 시의 미세한 Ti 탄화물의 형성에 대한 구동력이 저하됨으로써, 압연 방향에 있어서 충분한 항복 강도 및 항복비를 얻지 못한다. 따라서, 비율 R_{Ti} 는 30% 이하로 한다.

[0114] 또한, 석출 Ti는 정밀도가 높은 측정이 가능하면 방법은 상관하지 않는다. 예를 들어, 투과 전자 현미경에 의해 적어도 50개의 석출물이 관찰될 때까지, 랜덤하게 관찰을 행하여, 개개의 석출물의 사이즈와 전체 시야 사이드로부터, 석출물의 사이즈 분포를 도출하고, 에너지 분산형 X 분석(energy dispersive X-ray spectroscopy: EDS)에 의해 석출물 중의 Ti 농도를 구하는 것에 의해 산출함으로써 구할 수 있다.

[0115] 이어서, 본 발명의 실시 형태에 관한 강판에 있어서의 스케일 및 서브 스케일의 형태에 대하여 설명한다. 본 발명의 실시 형태에 관한 강판에서는, 스케일의 두께가 $10.0\mu m$ 이하이고, 서브 스케일에 있어서, Cr 농도의 평균값 Ave가 1.50질량% 내지 5.00질량%이며, 또한 압연 방향의 길이가 $50\mu m$ 의 범위 내에, $1\mu m$ 이격되어 인접하는 2개의 측정 영역 사이에서의 농도비 R_{Cr} 이 0.90 이하 또는 1.11 이상인 부분이 1 이상 있다.

[0116] (스케일의 두께: $10.0\mu m$ 이하)

[0117] 스케일이 두꺼울수록, 강판의 가공 중에 스케일에 발생하는 변형이 커지고, 스케일에 균열이 생겨, 박리하기 쉽다. 그리고, 상기한 실험으로부터도 명백한 바와 같이, 스케일의 두께가 $10.0\mu m$ 초과이면, 양호한 스케일 밀착성을 얻지 못한다. 따라서, 스케일의 두께는 $10.0\mu m$ 이하로 하고, 바람직하게는 $8.0\mu m$ 이하로 한다.

[0118] (서브 스케일에 있어서의 Cr 농도의 평균값 Ave: 1.50질량% 내지 5.00질량%)

[0119] 상기한 실험의 결과로부터 명백한 바와 같이, 서브 스케일에 있어서의 Cr 농도의 평균값 Ave가 1.50질량% 미만 또는 5.00질량% 초과이면, 충분한 스케일 밀착성을 얻지 못한다. 따라서, 평균값 Ave는 1.50질량% 내지 5.00질량%로 한다. 평균값 Ave가 1.50질량% 미만인 경우에 충분한 스케일 밀착성을 얻지 못하는 이유로서, 서브 스케일의 생성이 불충분하여, 서브 스케일과 지철의 밀착성이 부족한 것을 생각할 수 있다. Cr 농도의 평균값 Ave가 5.00질량% 초과인 경우에 충분한 스케일 밀착성을 얻지 못하는 이유로서, 서브 스케일과 스케일의 밀착력이 저하되고 있는 것을 생각할 수 있다.

[0120] (농도비 R_{Cr} 이 0.90 이하 또는 1.11 이상인 부분: 1 이상)

- [0121] 상기한 실험의 결과로부터 명백한 바와 같이, 농도비 R_{Cr} 중에서 1.00으로부터 가장 괴리된 값 R_d 가 0.90 초과이며 또한 1.11 미만인 경우, 충분한 스케일 밀착성을 얻지 못한다. 따라서, 압연 방향의 길이가 $50\mu\text{m}$ 의 범위 내에, $1\mu\text{m}$ 이격되어 인접하는 2개의 측정 영역 사이에서의 농도비 R_{Cr} 이 0.90 이하 또는 1.11 이상인 부분이 1 이상 있는 것으로 한다. 이것은, 서브 스케일 중에, Cr 농도의 변동이 큰 영역이 존재함을 의미한다. 스케일에 지철과의 정합성이 좋은 마그네타이트가 포함되어 있지만, Cr 농도가 과도하게 균일한 경우, 마그네타이트와 지철의 접촉이 저해되어, 양호한 스케일 밀착성을 얻지 못한다고 생각된다. 한편, Cr 농도의 변동이 큰 영역이 존재하면, 이 영역을 통하여 마그네타이트와 지철의 접촉이 확보되어, 우수한 스케일 밀착성이 얻어진다고 생각된다.
- [0122] 본 실시 형태에 따르면, 예를 들어 압연 방향에서 700MPa 이상 800MPa 미만의 항복 강도, 압연 방향에서 85% 이상의 항복비가 얻어진다. 본 실시 형태는, 높은 항복 강도가 요구되는 트럭의 사이드 프레임과 같은 긴 구조용 부재에 적합하며, 부재의 관 두께의 박육화에 의한 차량 중량의 경감에 기여할 수 있다. 또한, 항복 강도가 800MPa 이상이면, 프레스 가공에 요하는 부하가 과대해질 우려가 있다. 이로 인해, 바람직하게는 항복 강도는 800MPa 미만이다. 또한, 항복비가 85% 미만이면, 항복 능력에 대하여 인장 강도가 너무 높기 때문에, 가공이 곤란해질 우려가 있다. 이로 인해, 항복비는 바람직하게는 85% 이상이며, 보다 바람직하게는 90% 이상이다.
- [0123] 항복 강도 및 항복비는, 실온에서의 JIS Z2241에 따른 인장 시험에 의해 측정할 수 있다. 시험편에는, 압연 방향을 긴 쪽 방향으로 하는 JIS5호 인장 시험편을 사용한다. 항복점이 있는 경우는 상항복점의 강도를 항복 강도로 하고, 항복점이 없는 경우에는 0.2% 내력을 항복 강도로 한다. 항복비는, 항복 강도를 인장 강도로 나누어 얻어지는 몫이다.
- [0124] 이어서, 본 발명의 실시 형태에 관한 강판의 제조 방법에 대하여 설명한다. 본 발명의 실시 형태에 관한 강판의 제조 방법에서는, 상기한 화학 조성을 갖는 강의 주조, 슬래브 가열, 열간 압연, 제1 냉각, 권취 및 제2의 냉각을 이 순으로 행한다.
- [0125] (주조)
- [0126] 상기 화학 조성을 갖는 용강을 통상의 방법에 의해 주조하여 슬래브를 제조한다. 슬래브로서, 강괴를 단조 또는 압연한 것을 사용해도 되지만, 슬래브는 연속 주조에 의해 제조하는 것이 바람직하다. 박슬래브 캐스터 등으로 제조한 슬래브를 사용해도 된다.
- [0127] (슬래브 가열)
- [0128] 슬래브의 제조 후에는, 슬래브를 일단 냉각하고, 또는 그대로 1150°C 이상 1250°C 미만의 온도로 가열한다. 이 온도(슬래브 가열 온도)가 1150°C 미만이면, 슬래브 중의 Ti를 포함하는 석출물이 충분히 용체화되지 않고, 후에 Ti 탄화물이 충분히 석출되지 않아, 충분한 강도를 얻지 못하게 된다. 따라서, 슬래브 가열 온도는 1150°C 이상으로 하고, 바람직하게는 1160°C 이상으로 한다. 한편, 슬래브 가열 온도가 1250°C 이상이면, 결정립이 조대해져 항복 능력이 저하되거나, 가열로 내에서 생성하는 1차 스케일의 생성량이 증가하여 수율이 저하되거나, 연료 비용이 증대되거나 한다. 따라서, 슬래브 가열 온도는 1250°C 미만으로 하고, 바람직하게는 1245°C 이하로 한다.
- [0129] (열간 압연)
- [0130] 슬래브 가열 후, 슬래브의 디스케일링을 행하고, 조압연을 행한다. 조압연에 의해 러프바가 얻어진다. 조압연의 조건은 특별히 한정되지 않는다. 조압연 후, 탠덤 압연기를 사용하여 러프바의 마무리 압연을 행함으로써, 열연 강판을 얻는다. 조압연과 마무리 압연 사이에, 고압수 등을 사용한 디스케일링을 행함으로써, 러프바의 표면에 생성된 스케일을 제거하는 것이 바람직하다. 마무리 압연의 입측에서는, 러프바의 표면 온도를 1050°C 미만으로 한다. 또한, 마무리 압연의 출측 온도가 920°C 이상이면, 스케일의 두께가 $10.0\mu\text{m}$ 초과가 되어, 스케일 밀착성이 저하된다. 따라서, 출측 온도는 920°C 미만으로 한다.
- [0131] 출측 온도가 낮을수록, 강판의 결정립이 미세해져, 우수한 항복 강도 및 인성이 얻어진다. 이로 인해, 강판의 특성의 관점에서는, 출측 온도는 낮으면 낮을수록 좋다. 한편, 출측 온도가 낮을수록, 러프바의 변형 저항이 높아져 압연 하중이 증가하여, 마무리 압연이 진행되지 않게 되거나, 두께의 제어가 곤란해지거나 한다. 이로 인해, 압연기의 능력 및 두께 제어의 정밀도에 따라 출측 온도의 하한을 설정하는 것이 바람직하다. 압연기에 따라 다르지만, 출측 온도가 800°C 미만인 경우에 마무리 압연의 진행이 방해받기 쉽다. 이로 인해, 출측 온도는 바람직하게는 800°C 이상으로 한다.

[0132] (제1 냉각)

[0133] 마무리 압연의 완료부터 3초 이내에 런아웃 테이블에서 열연 강판의 냉각을 개시하고, 이 냉각에서는, 냉각을 개시한 온도(냉각 개시 온도)부터 750℃까지 동안을 30℃/초 초과와 평균 냉각 속도로 강온한다. 냉각 개시 온도부터 750℃까지 동안의 평균 냉각 속도가 30℃/초 이하이면, 인접하는 2측정 영역 사이에서의 농도비 R_{Cr} 중에서 가장 1.00으로부터 괴리된 값 R_d 가 0.90 초과이며 또한 1.11 미만이 되고, 서브 스케일 중의 Cr 농도가 균일화되어, 스케일 밀착성이 저하되거나, 오스테나이트상 중에 조대한 Ti 탄화물이 생성되어, 강도가 저하되거나 한다. 따라서, 냉각 개시 온도부터 750℃까지 동안의 평균 냉각 속도는 30℃/초 초과로 한다. 또한, 마무리 압연의 완료부터 냉각 개시까지의 시간이 길어질수록, 오스테나이트상이 재결정되기 쉬워, 이 재결정에 수반하여 조대한 Ti 탄화물이 형성되고, 미세한 Ti 탄화물의 생성에 유효한 Ti의 양이 저하된다. 또한, 이 시간이 길어질수록, 서브 스케일 중의 Cr 농도의 균일화가 진행된다. 그리고, 이러한 경향은, 이 시간이 3초 초과에서 현저하다. 따라서, 마무리 압연의 완료부터 냉각 개시까지의 시간은 3초 이내로 한다.

[0134] (권취)

[0135] 750℃까지의 냉각 후에는, 런아웃 테이블의 후단부에서 열연 강판을 권취한다. 권취 시의 열연 강판의 온도(권취 온도)가 650℃ 이상이면, 서브 스케일에 있어서의 Cr 농도의 평균값 Ave가 과잉이 되어, 충분한 스케일 밀착성을 얻지 못한다. 따라서, 권취 온도는 650℃ 미만으로 하고, 바람직하게는 600℃ 이하로 한다. 한편, 권취 온도가 500℃ 이하이면, 서브 스케일에 있어서의 Cr 농도의 평균값 Ave가 과소가 되어 충분한 스케일 밀착성을 얻지 못하거나, Ti 탄화물이 부족하여 충분한 항복 강도 및 항복비를 얻는 것이 곤란해지거나 한다. 따라서, 권취 온도는 500℃ 초과로 하고, 바람직하게는 550℃ 이상으로 한다.

[0136] (제2 냉각)

[0137] 열연 강판의 권취 후에는, 열연 강판을 실온까지 냉각한다. 이 때의 냉각 방법 및 냉각 속도는 한정되지 않는다. 생산 비용의 관점에서는, 대기 중에서의 방랭이 바람직하다.

[0138] 이와 같이 하여, 본 발명의 실시 형태에 관한 강판을 제조할 수 있다.

[0139] 이 강판은, 예를 들어 통상의 조건에서 레벨러에 통과하고, 평판으로 성형하고, 소정의 길이로 절단하여, 예를 들어 트럭의 사이드 프레임용으로서 출하할 수 있다. 코일인 채로 출하해도 된다.

[0140] 또한, 상기 실시 형태는, 모두 본 발명을 실시하는 데 있어서 구체화의 예를 나타낸 것에 지나지 않고, 이들에 의해 본 발명의 기술적 범위가 한정적으로 해석되어서는 안 되는 것이다. 즉, 본 발명은 그 기술 사상, 또는 그 주요한 특징으로부터 이탈하지 않고, 다양한 형태로 실시할 수 있다.

[0141] 실시예

[0142] 이어서, 본 발명의 실시예에 대하여 설명한다. 실시예에서의 조건은, 본 발명의 실시 가능성 및 효과를 확인하기 위하여 채용한 일 조건예이며, 본 발명은 이 일 조건예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명은 본 발명의 요지를 이탈하지 않고, 본 발명의 목적을 달성하는 한, 다양한 조건을 채용할 수 있는 것이다.

[0143] 표 1에 나타내는 화학 조성을 갖는 강을 용제하고, 연속 주조에 의해 슬래브를 제조하고, 표 2에 나타내는 조건에서 슬래브 가열, 열간 압연, 제1 냉각 및 권취를 행했다. 권취 후에는, 제2 냉각으로서 실온까지 방랭했다. 표 1에 나타내는 화학 조성의 잔부는 Fe 및 불순물이다. 표 1 중의 밀줄은, 그 수치가 본 발명의 범위로부터 벗어나 있음을 나타낸다. 표 2 중의 「출측 온도」는 마무리 압연의 출측 온도이며, 「경과 시간」은 마무리 압연의 완료부터 제1 냉각의 개시까지의 경과 시간이며, 「평균 냉각 속도」는 제1 냉각을 개시한 온도부터 750℃까지의 평균 냉각 속도이며, 「판 두께」는 권취 후의 강판의 두께이다.

표 1

강의 기호	강의										화학 조성 (질량%)									
	O	Si	Mn	P	S	Al	N	Cr	Ti	Nb	V	B	Co	Ni	Mo	W	Ca	Mg	REM	
A	0.08	0.10	1.79	0.011	0.005	0.033	0.004	0.32	0.088											
B	0.12	0.23	2.11	0.020	0.001	0.020	0.002	0.70	0.065								0.0018			
C	0.05	0.03	1.96	0.009	0.002	0.015	0.003	0.50	0.144		0.0015									
D	0.11	0.46	2.38	0.019	0.003	0.050	0.005	0.48	0.070			0.10	0.10							
E	0.13	0.02	1.62	0.012	0.008	0.020	0.002	0.40	0.133											
F	0.09	0.03	1.63	0.003	0.005	0.024	0.004	0.68	0.100	0.01										
G	0.07	0.11	2.01	0.017	0.006	0.079	0.003	0.72	0.069		0.0029									
H	0.10	0.05	2.23	0.026	0.002	0.042	0.002	0.45	0.124		0.17									
I	0.15	1.20	2.03	0.014	0.002	0.022	0.001	0.33	0.071						0.20					
J	0.13	0.83	2.08	0.009	0.004	0.029	0.004	0.56	0.121	0.08										
K	0.11	0.19	1.93	0.015	0.008	0.018	0.006	0.44	0.098										0.0065	
L	0.08	1.18	2.30	0.020	0.007	0.070	0.002	0.79	0.088											
M	0.12	1.00	2.13	0.008	0.003	0.019	0.004	0.60	0.101									0.0023		
N	0.14	1.16	1.70	0.017	0.001	0.070	0.007	0.36	0.157											
O	0.09	0.51	2.20	0.004	0.004	0.024	0.005	0.34	0.131					0.13						
P	0.09	0.12	1.83	0.013	0.002	0.047	0.009	0.36	0.079											
Q	0.04	0.20	2.00	0.010	0.003	0.026	0.001	0.73	0.135											
R	0.11	0.08	1.93	0.007	0.005	0.040	0.003	0.77	0.099											
S	0.11	0.29	2.18	0.008	0.002	0.061	0.006	0.66	0.140	0.11										
T	0.21	0.09	1.83	0.019	0.002	0.030	0.004	0.45	0.081											
U	0.12	0.60	1.99	0.016	0.004	0.047	0.003	0.33	0.054											
V	0.06	0.13	2.03	0.020	0.009	0.020	0.007	1.02	0.077											
W	0.13	0.46	1.46	0.010	0.003	0.043	0.001	0.39	0.108											
X	0.16	0.16	1.77	0.009	0.006	0.026	0.003	0.29	0.163											
Y	0.14	1.10	2.53	0.030	0.001	0.033	0.005	0.41	0.147											

표 2

시료 No.	강의 기호	슬래브 가열 온도 (°C)	출측 온도 (°C)	경과 시간 (초)	평균 냉각 속도 (°C/초)	권취 온도 (°C)	관두께 (mm)
1	A	1185	845	1.2	35	570	5
2	A	1185	790	3.5	20	570	5
3	B	1195	905	1.1	60	555	10
4	B	1145	905	1.1	25	555	10
5	C	1240	900	1.2	50	595	2.3
6	C	1240	920	1.2	50	655	2.3
7	D	1235	915	1.2	65	570	6
8	D	1235	930	1.2	65	490	6
9	E	1165	895	1.3	45	590	10
10	E	1260	925	1.3	30	660	10
11	F	1205	915	1.2	50	555	6
12	F	1205	915	4	50	555	6
13	F	1205	915	1.2	50	500	6
14	G	1215	875	2.5	45	580	7
15	H	1230	850	1.2	40	575	2.6
16	H	1130	950	1.2	40	655	2.6
17	I	1175	840	2	35	570	8
18	I	1265	935	2	35	480	8
19	J	1220	885	1.2	55	590	7
20	J	1140	885	1.2	55	650	7
21	K	1160	860	1.2	45	585	3.5
22	K	1125	860	1.2	45	495	3.5
23	L	1195	845	1.5	40	585	8
24	L	1195	845	1.5	40	650	8
25	M	1245	885	1.2	40	585	7
26	M	1255	940	4.5	20	585	7
27	N	1195	905	1.2	60	595	3.2
28	N	1195	925	1.2	60	595	3.2
29	O	1200	915	0.8	75	555	10
30	O	1125	800	0.8	75	555	10
31	P	1215	915	1.2	50	570	7
32	Q	1200	855	1.2	40	565	2.3
33	R	1225	900	1.2	65	570	9
34	S	1170	900	1.2	55	590	7
35	T	1190	910	1.2	45	590	10
36	U	1210	835	1.2	35	580	6
37	V	1245	910	1.2	55	555	3.5
38	W	1185	895	1.2	50	580	8
39	X	1235	850	1.2	50	590	2.9
40	Y	1210	840	1.2	45	575	10

[0145]

[0146]

이어서, 강관으로부터 관찰용의 시료를 채취하고, 유효 Ti양에 대한, 입경이 100nm 이상 1 μ m 이하인 Ti 탄화물에 포함되는 Ti의 양의 비율 R_{Ti} , 스케일의 두께 및 서브 스케일에 있어서의, Cr 농도의 평균값 Ave 및 농도비 R_{Cr} 중에서 1.00으로부터 가장 괴리된 값 Rd를 측정했다. 이 결과를 표 3에 나타낸다. 표 3 중의 밑줄은, 그 수치가 본 발명의 범위로 부터 벗어나 있음을 나타낸다.

[0147]

또한, 강관으로부터 인장 시험용의 시험편을 채취하고, 인장 시험에 의해 항복 강도 및 항복비를 측정했다. 또한, 스케일 밀착성의 평가용의 직사각 시험편을 채취하고, 상기한 방법에 의해 스케일 밀착성의 평가를 행했다. 이들 결과도 표 3에 나타낸다. 표 3 중의 밑줄은, 그 수치가 바람직한 범위로 부터 벗어나 있음을 나타낸다. 여기에서 말하는 바람직한 범위란, 항복 강도가 700MPa 이상 800MPa 미만, 항복비가 85% 이상, 스케일 밀착성이 양호(O)이다.

표 3

시료 No.	강의 기호	비율 R _{T1} (%)	스케일			기계적 특성 항복 강도 (MPa)	스케일 밀착성	비고	구별
			두께 (μm)	평균값 Ave (질량%)	값 Rd (무차원)				
1	A	23	5.5	2.32	0.65	704	90	○	발명에
2	A	39	4.0	2.30	1.10	680	78	×	판두께 균일성, 압연하중 비교에
3	B	12	7.8	3.89	1.42	741	88	○	발명에
4	B	37	7.5	3.93	0.92	691	81	×	비교에
5	C	15	9.8	3.20	1.13	725	93	○	발명에
6	C	32	10.8	5.14	1.22	704	84	×	비교에
7	D	17	9.3	3.60	1.20	726	86	○	발명에
8	D	44	10.2	1.47	0.75	651	81	×	비교에
9	E	4	9.1	2.60	1.42	776	91	○	발명에
10	E	36	12.6	5.39	0.93	697	84	×	수율, 연료 비용 비교에
11	F	19	7.2	4.39	0.76	718	88	○	발명에
12	F	36	7.2	4.35	0.92	695	77	×	비교에
13	F	38	7.1	1.38	1.34	670	79	×	비교에
14	G	22	6.8	4.25	1.27	710	87	○	발명에
15	H	7	5.7	3.74	0.76	753	89	○	발명에
16	H	43	13.6	5.57	0.82	652	83	×	비교에
17	I	11	4.8	1.98	0.88	745	86	○	발명에
18	I	31	10.1	1.43	0.86	700	82	×	수율, 연료 비용 비교에
19	J	8	8.0	3.81	1.31	781	89	○	발명에
20	J	36	9.5	5.02	1.27	690	81	×	비교에
21	K	15	6.1	2.93	1.19	730	89	○	발명에
22	K	40	5.2	1.15	1.17	668	77	×	비교에
23	L	14	6.9	4.91	1.16	734	88	○	발명에
24	L	16	7.0	5.52	0.79	730	87	×	비교에
25	M	8	7.5	3.97	1.36	766	89	○	발명에
26	M	40	1.1	4.25	1.07	668	80	×	수율, 연료 비용 비교에
27	N	13	9.0	2.69	1.69	785	90	○	발명에
28	N	11	10.5	3.37	0.58	768	88	×	비교에
29	O	11	7.6	2.02	0.55	740	90	○	발명에
30	O	35	4.4	1.88	1.80	678	81	×	판두께 균일성, 압연하중 비교에
31	P	50	8.6	2.23	1.32	635	79	○	비교에
32	Q	55	6.0	4.56	0.88	613	87	○	비교에
33	R	39	7.9	4.90	1.33	695	82	○	인성, 용접성, 연성 비교에
34	S	38	8.8	4.69	1.31	688	85	○	인성, 연성 비교에
35	T	5	9.6	4.00	0.72	836	88	○	인성, 용접성, 연성 비교에
36	U	31	6.3	2.63	1.16	702	78	○	비교에
37	V	24	7.1	6.80	0.89	705	86	×	비교에
38	W	37	8.2	2.37	0.70	666	88	○	비교에
39	X	8	7.0	1.45	0.84	798	92	×	비교에
40	Y	4	5.3	3.00	1.31	666	91	○	인성, 용접성, 연성 비교에

[0148]

[0149]

표 3에 나타난 바와 같이, 본 발명 범위 내에 있는 시료 No.1, No.3, No.5, No.7, No.9, No.11, No.14, No.15, No.17, No.19, No.21, No.23, No.25, No.27 및 No.29에서는, 양호한 기계적 특성 및 우수한 스케일 밀착성을 얻을 수 있었다.

[0150]

한편, 시료 No.2, No.4, No.12, No.26에서는, 비율 R_{T1}가 너무 높고, 값 Rd가 1.00에 너무 가까웠기 때문에, 항복 강도 및 항복비가 낮아, 스케일 밀착성이 불량했다. 시료 No.6에서는, 비율 R_{T1}가 너무 높고, 스케일이 너무 두껍고, 평균값 Ave가 너무 컸기 때문에, 항복비가 낮아, 스케일 밀착성이 불량했다. 시료 No.8에서는, 비율 R_{T1}가 너무 높고, 스케일이 너무 두껍고, 평균값 Ave가 너무 작았기 때문에, 항복 강도 및 항복비가 낮아, 스케일 밀착성이 불량했다. 시료 No.10에서는, 비율 R_{T1}가 너무 높고, 스케일이 너무 두껍고, 평균값 Ave가 너무 크고, 값 Rd가 1.00에 너무 가까웠기 때문에, 항복 강도 및 항복비가 낮아, 스케일 밀착성이 불량했다. 시료 No.13, No.22에서는, 비율 R_{T1}가 너무 높고, 평균값 Ave가 너무 작았기 때문에, 항복 강도 및 항복비가 낮아, 스케일 밀착성이 불량했다. 시료 No.16에서는, 비율 R_{T1}가 너무 높고, 스케일이 너무 두껍고, 평균값 Ave가 너무 컸기 때문에, 항복 강도 및 항복비가 낮아, 스케일 밀착성이 불량했다. 시료 No.18에서는, 비율 R_{T1}가 너무 높고, 스케일이 너무 두껍고, 평균값 Ave가 너무 작았기 때문에, 항복비가 낮아, 스케일 밀착성이 불량했다.

시료 No.20에서는, 비율 R_{Ti} 가 너무 높고, 평균값 Ave가 너무 컸기 때문에, 항복 강도 및 항복비가 낮아, 스케일 밀착성이 불량했다. 시료 No.24에서는, 평균값 Ave가 너무 컸기 때문에, 스케일 밀착성이 불량했다. 시료 No.28에서는, 스케일이 너무 두꺼웠기 때문에, 스케일 밀착성이 불량했다. 시료 No.30에서는, 비율 R_{Ti} 가 너무 높았기 때문에, 항복 강도 및 항복비가 낮아, 스케일 밀착성이 불량했다.

[0151] 시료 No.31에서는, N 함유량이 너무 높고, 비율 R_{Ti} 가 너무 높았기 때문에, 항복 강도 및 항복비가 낮았다. 시료 No.32에서는, C 함유량이 너무 낮고, 비율 R_{Ti} 가 너무 높았기 때문에, 항복 강도가 낮았다. 시료 No.33에서는, Ti 함유량이 너무 높고, 비율 R_{Ti} 가 너무 높았기 때문에, 항복 강도 및 항복비가 낮았다. 시료 No.34에서는, Nb 함유량이 너무 높고, 비율 R_{Ti} 가 너무 높았기 때문에, 항복 강도가 낮았다. 시료 No.35에서는, C 함유량이 너무 높았기 때문에, 항복 강도가 높았다. 시료 No.36에서는, Ti 함유량이 너무 낮고, 비율 R_{Ti} 가 너무 높았기 때문에, 항복비가 낮았다. 시료 No.37에서는, Cr 함유량이 너무 높고, 평균값 Ave가 너무 컸기 때문에, 스케일 밀착성이 불량했다. 시료 No.38에서는, Mn 함유량이 너무 낮고, 비율 R_{Ti} 가 너무 높았기 때문에, 항복 강도가 낮았다. 시료 No.39에서는, Cr 함유량이 너무 낮고, 평균값 Ave가 너무 작았기 때문에, 스케일 밀착성이 불량했다. 시료 No.40에서는, Mn 함유량이 너무 높았기 때문에, 항복 강도가 너무 높았다.

[0152] 제조 조건에 주목하면, 시료 No.2에서는, 출측 온도가 너무 낮았기 때문에, 압연 하중이 크고, 판 두께의 균일성이 낮았다. 또한, 경과 시간이 너무 길고, 평균 냉각 속도가 너무 낮았다. 시료 No.4에서는, 슬래브 가열 온도가 너무 낮고, 평균 냉각 속도가 너무 낮았다. 시료 No.6에서는, 출측 온도가 너무 높고, 권취 온도가 너무 높았다. 시료 No.8에서는, 출측 온도가 너무 높고, 권취 온도가 너무 낮았다. 시료 No.10에서는, 슬래브 가열 온도가 너무 높았기 때문에, 수율이 낮고, 연료 비용이 높았다. 또한, 출측 온도가 너무 높고, 평균 냉각 속도가 너무 낮고, 권취 온도가 너무 높았다. 시료 No.12에서는, 경과 시간이 너무 길었다. 시료 No.13에서는, 권취 온도가 너무 낮았다. 시료 No.16에서는, 슬래브 가열 온도가 너무 낮고, 출측 온도가 너무 높고, 권취 온도가 너무 높았다. 시료 No.18에서는, 슬래브 가열 온도가 너무 높았기 때문에, 수율이 낮고, 연료 비용이 높았다. 또한, 출측 온도가 너무 높고, 권취 온도가 너무 낮았다. 시료 No.20에서는, 슬래브 가열 온도가 너무 낮고, 권취 온도가 너무 높았다. 시료 No.22에서는, 슬래브 가열 온도가 너무 낮고, 권취 온도가 너무 낮았다. 시료 No.24에서는, 권취 온도가 너무 높았다. 시료 No.26에서는, 슬래브 가열 온도가 너무 높았기 때문에, 수율이 낮고, 연료 비용이 높았다. 또한, 출측 온도가 너무 높고, 경과 시간이 너무 길고, 평균 냉각 속도가 너무 낮았다. 시료 No.28에서는, 출측 온도가 너무 높았다. 시료 No.30에서는, 슬래브 가열 온도가 너무 낮고, 출측 온도가 너무 낮았다.

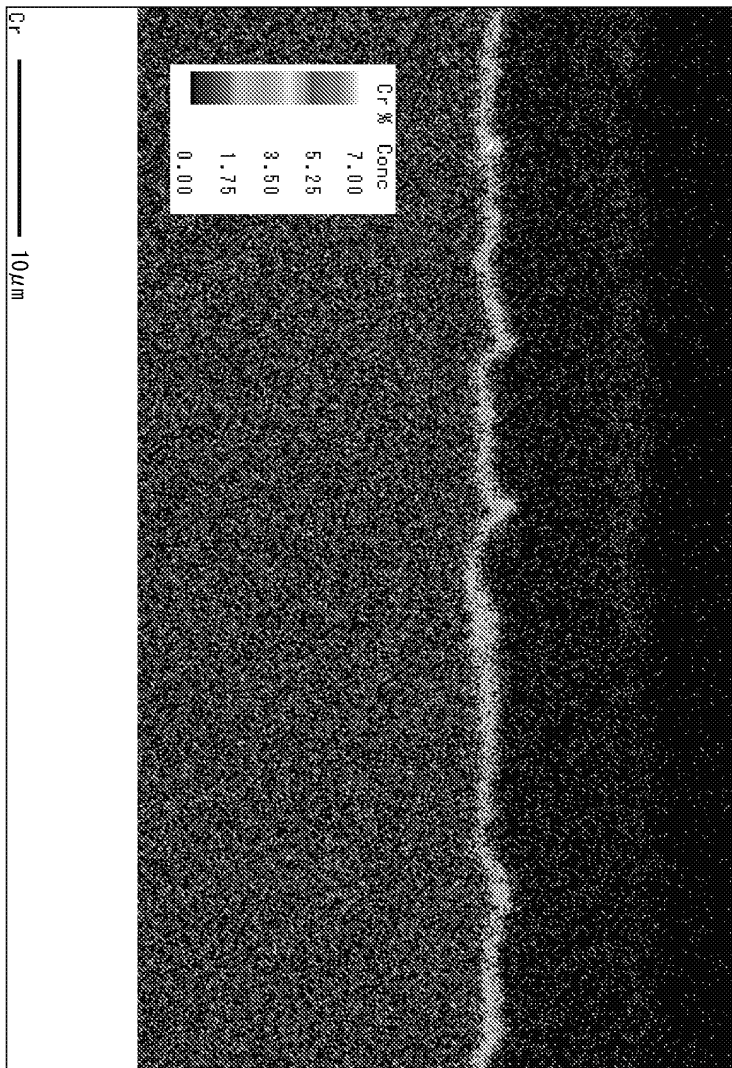
[0153] 또한, 시료 No.1 내지 No.30에 대하여 산세성의 평가를 행한바, 스케일 밀착성이 우수한 시료 No.1, No.3, No.5, No.7, No.9, No.11, No.14, No.15, No.17, No.19, No.21, No.23, No.25, No.27 및 No.29에서는, 산세성이 낮고, 그 밖의 시료에서는 산세성이 높았다. 즉, 스케일 밀착성이 우수한 시료에서는, 산세에 의해 스케일이 제거되기 어렵고, 스케일 밀착성이 낮은 시료에서는, 산세에 의해 스케일이 제거되기 쉬웠다. 이 평가에서는, 강판을, 온도가 80℃, 농도가 10질량%인 염산에 30초간 침지하고, 수세하고, 건조한 후, 강판에 점착 테이프를 부착했다. 그리고, 점착 테이프를 강판으로부터 박리하여, 점착 테이프에 부착물이 있는지 여부를 눈에 의해 확인했다. 부착물이 있는 것은, 염산으로의 침지 후에도 스케일이 잔존되어 있던 것, 즉 산세성이 낮음을 나타내고, 부착물이 없는 것은, 염산으로의 침지에 의해 스케일이 제거된 것, 즉 산세성이 높음을 나타낸다.

[0154] <산업상 이용가능성>

[0155] 본 발명은 예를 들어 자동차, 철도 차량 등의 수송 기계의 부재에 적합한 강판에 관련된 산업에 이용할 수 있다.

도면

도면1



도면2

