(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0097806
(43) 공개일자 2020년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 38/32 (2006.01) *C21D 8/02* (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01) *C22C 38/00* (2006.01)
C22C 38/42 (2006.01) *C22C 38/44* (2006.01)
C22C 38/46 (2006.01) *C22C 38/48* (2006.01)
C22C 38/60 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 38/32 (2013.01)
C21D 8/0226 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7021921
(22) 출원일자(국제) 2019년01월22일
심사청구일자 2020년07월28일
(85) 번역문제출일자 2020년07월28일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2019/001856
(87) 국제공개번호 WO 2019/151048
국제공개일자 2019년08월08일
(30) 우선권주장
JP-P-2018-013125 2018년01월30일 일본(JP)

(71) 출원인
제이에프이 스틸 가부시키가이샤
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방 3고
(72) 발명자
미야모토 유카
일본국 도쿄토 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2반 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 치테키자이산부 나이
고바야시 타카시
일본국 도쿄토 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2반 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 치테키자이산부 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이철

전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **고탄소 열연 강판 및 그의 제조 방법**

(57) 요 약

우수한 냉간 가공성 및 우수한 퀀칭성(침지 퀀칭성, 침탄 퀀칭성)을 갖는 고탄소 열연 강판 및 그의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 질량%로, C: 0.10% 이상 0.20% 미만, Si: 0.5% 이하, Mn: 0.25~0.65%, P: 0.03% 이하, S: 0.010% 이하, sol.Al: 0.10% 이하, N: 0.0065% 이하, Cr: 0.05~0.50%, B: 0.0005~0.005%를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 조성을 갖고, 페라이트와 시멘타이트로 이루어지는 마이크로 조직을 갖고, 추가로 전체 시멘타이트 수에 대한 원 상당 직경 0.1㎛ 이하의 시멘타이트 수의 비율이 12% 이하이고, 강판 중에 고용하고 있는 Cr량이 0.03~0.50%이고, 경도가 HRB로 73 이하, 전체 신장이 37% 이상인 고탄소 열연 강판.

(52) CPC특허분류
C21D 8/0263 (2013.01)
C21D 8/0273 (2013.01)
C21D 9/46 (2013.01)
C22C 38/001 (2013.01)
C22C 38/42 (2013.01)
C22C 38/44 (2013.01)
C22C 38/46 (2013.01)
C22C 38/48 (2013.01)
C22C 38/60 (2013.01)

(72) 발명자
사쿠라이 야스히로
일본국 도쿄토 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2반 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 치테키자이산부 나이
요코타 타케시
일본국 도쿄토 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2반 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 치테키자이산부 나이

명 세 서

청구범위

청구항 1

질량%로, C: 0.10% 이상 0.20% 미만,

Si: 0.5% 이하,

Mn: 0.25~0.65%,

P: 0.03% 이하,

S: 0.010% 이하,

sol.Al: 0.10% 이하,

N: 0.0065% 이하,

Cr: 0.05~0.50%,

B: 0.0005~0.005%를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 조성을 갖고, 페라이트와 시멘타이트로 이루어지는 마이크로 조직을 갖고, 추가로 전체 시멘타이트 수에 대한 원 상당 직경 0.1㎛ 이하의 시멘타이트 수의 비율이 12% 이하이고, 강판 중에 고용하고 있는 Cr량이 0.03~0.50%이고, 경도가 HRB로 73 이하, 전체 신장이 37% 이상인 고탄소 열연 강판.

청구항 2

제1항에 있어서,

질량%로, 추가로 Ti: 0.06% 이하를 함유하는 고탄소 열연 강판.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

질량%로, 추가로, Sb, Sn 중 적어도 1종을 합계로 0.002~0.03%를 함유하는 고탄소 열연 강판.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 페라이트의 평균 입경이 5~15㎛인 고탄소 열연 강판.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

질량%로, 추가로, Nb: 0.0005~0.1%, Mo: 0.0005~0.1%, Ta: 0.0005~0.1%, Ni: 0.0005~0.1%, Cu: 0.0005~0.1%, V: 0.0005~0.1%, W: 0.0005~0.1% 중 어느 1종 또는 2종 이상을 함유하는 고탄소 열연 강판.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 기재된 고탄소 열연 강판의 제조 방법으로서, 강을 열간 조압연 후, 마무리 압연 종료 온도: Ar_3 변태점 이상에서 마무리 압연을 행하고, 그 후 평균 냉각 속도: 20~100℃/sec로 700℃까지 냉각하고, 권취 온도: 580℃ 초과~700℃에서 권취하여 상온까지 냉각한 후, 어닐링 온도: Ac_1 변태점 미만에서 유지하는 고탄소 열연 강판의 제조 방법.

청구항 7

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 기재된 고탄소 열연 강판의 제조 방법으로서, 강을 열간 조압연 후, 마무리

압연 종료 온도: Ar_3 변태점 이상에서 마무리 압연을 행하고, 그 후 평균 냉각 속도: 20~100℃/sec로 700℃까지 냉각하고, 권취 온도: 580℃ 초과~700℃에서 권취하여 상온까지 냉각한 후, Ac_1 변태점 이상 Ac_3 변태점 이하로 가열하여 0.5h 이상 유지하고, 이어서 1~20℃/h의 평균 냉각 속도로 Ar_1 변태점 미만으로 냉각하여, Ar_1 변태점 미만에서 20h 이상 유지하는 고탄소 열연 강판의 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 냉간 가공성 및 퀀칭성(침지 퀀칭성(immersion quenching properties) 및 침탄 퀀칭성)이 우수한 고탄소 열연 강판 및 그의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현재, 트랜스미션, 시트 리클라이너(seat recliner) 등의 자동차용 부품은, JIS G4051에 규정된 기계 구조용 탄소강 강재 및 기계 구조용 합금강 강재인 열연 강판(고탄소 열연 강판)을, 냉간 가공에 의해 소망하는 형상으로 가공한 후, 소망하는 경도(hardeness)를 확보하기 위해 퀀칭 처리를 실시하여 제조되는 경우가 많다. 이 때문에, 소재가 되는 열연 강판에는 우수한 냉간 가공성이나 퀀칭성이 필요하게 되어, 지금까지 여러 가지의 강판이 제안되어 있다.

[0003] 예를 들면, 특허문헌 1에는, 중량%로, C: 0.15~0.9%, Si: 0.4% 이하, Mn: 0.3~1.0%, P: 0.03% 이하, T.Al: 0.10% 이하, 추가로 Cr: 1.2% 이하, Mo: 0.3% 이하, Cu: 0.3% 이하, Ni: 2.0% 이하 중 1종 이상 혹은 Ti: 0.01~0.05%, B: 0.0005~0.005%, N: 0.01% 이하를 함유하는 것을 특징으로 하고, 구 형상화율(spheroidizing ratio) 80% 이상, 평균 입경 0.4~1.0㎛의 탄화물이 페라이트 중에 분산된 조직을 갖는 정밀 펀칭용 고탄소 강판이 기재되어 있다.

[0004] 또한, 특허문헌 2에는, 질량%로 C: 0.2% 이상, Ti: 0.01~0.05%, B: 0.0003~0.005%를 함유하는 것을 특징으로 하고, 탄화물의 평균 입경이 1.0㎛ 이하, 또한 0.3㎛ 이하의 탄화물의 비율이 20% 이하인 가공성을 개선한 고탄소 강판이 기재되어 있다.

[0005] 또한, 특허문헌 3에는, 질량%로, C: 0.10~1.2%, Si: 0.01~2.5%, Mn: 0.1~1.5%, P: 0.04% 이하, S: 0.0005~0.05%, Al: 0.2% 이하, Te: 0.0005~0.05%, N: 0.0005~0.03%, 추가로 Sb: 0.001~0.05%, 더하여 Cr: 0.2~2.0%, Mo: 0.1~1.0%, Ni: 0.3~1.5%, Cu: 1.0% 이하, B: 0.005% 이하 중 1종 이상을 함유하고, 페라이트와 펄라이트를 주체로 하는 조직으로 이루어지고, 페라이트 결정립도가 11번 이상인 것을 특징으로 하는 냉간 가공성과 저탈탄성을 개선한 기계 구조용 강이 기재되어 있다.

[0006] 또한, 특허문헌 4에는, 질량%로, C: 0.20~0.40%, Si: 0.10% 이하, Mn: 0.50% 이하, P: 0.03% 이하, S: 0.010% 이하, sol.Al: 0.10% 이하, N: 0.005% 이하, B: 0.0005~0.0050%를 함유하고, 추가로 Sb, Sn, Bi, Ge, Te, Se 중 1종 이상을 합계로 0.002~0.03% 함유하고, 페라이트와 시멘타이트로 이루어지고, 상기 페라이트립 내의 시멘타이트 밀도가 0.10개/μm^2 이하인 마이크로 조직을 갖고, 경도가 HRB로 75 이하, 전체 신장이 38% 이상인 것을 특징으로 하는 퀀칭성 및 가공성이 우수한 고탄소 열연 강판이 기재되어 있다.

[0007] 또한, 특허문헌 5에는, 질량%로, C: 0.20~0.48%, Si: 0.10% 이하, Mn: 0.50% 이하, P: 0.03% 이하, S: 0.010% 이하, sol.Al: 0.10% 이하, N: 0.005% 이하, B: 0.0005~0.0050%를 함유하고, 추가로 Sb, Sn, Bi, Ge, Te, Se 중 1종 이상을 합계로 0.002~0.03% 함유하고, 페라이트와 시멘타이트로 이루어지고, 상기 페라이트립 내의 시멘타이트 밀도가 0.10개/μm^2 이하인 마이크로 조직을 갖고, 경도가 HRB로 65 이하, 전체 신장이 40% 이상인 것을 특징으로 하는 퀀칭성 및 가공성이 우수한 고탄소 열연 강판이 기재되어 있다.

[0008] 또한, 특허문헌 6에는, 질량%로, C: 0.20~0.40%, Si: 0.10% 이하, Mn: 0.50% 이하, P: 0.03% 이하, S: 0.010% 이하, sol.Al: 0.10% 이하, N: 0.005% 이하, B: 0.0005~0.0050%를 함유하고, 추가로 Sb, Sn, Bi, Ge, Te, Se 중 1종 이상을 합계로 0.002~0.03% 함유하고, B 함유량에 차지하는 고용 B량의 비율이 70% 이상이고, 페라이트와 시멘타이트로 이루어지고, 상기 페라이트립 내의 시멘타이트 밀도가 0.08개/μm^2 이하인 마이크로 조직을 갖고, 경도가 HRB로 73 이하, 전체 신장이 39% 이상인 것을 특징으로 하는 고탄소 열연 강판이 기재되어 있다.

[0009] 또한, 특허문헌 7에는, 질량%로, C: 0.15~0.37%, Si: 1% 이하, Mn: 2.5% 이하, P: 0.1% 이하, S: 0.03% 이하, sol.Al: 0.10% 이하, N: 0.0005~0.0050%, B: 0.0010~0.0050% 및, Sb, Sn 중 적어도 1종: 합계로 0.003~0.10%를 함유하고, 또한 0.50≤(14[B])/(10.8[N])의 관계를 만족하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 조성을 갖고, 페라이트상과 시멘타이트로 이루어지고, 페라이트상의 평균 입경이 10㎛ 이하, 시멘타이트의 구 형상화율이 90% 이상인 마이크로 조직을 갖고, 전체 신장이 37% 이상 있는 것을 특징으로 하는 고탄소 열연 강판이 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 일본공개특허공보 2009-299189호

(특허문헌 0002) 일본공개특허공보 2005-344194호

(특허문헌 0003) 일본특허 제4012475호 공보

(특허문헌 0004) 일본공개특허공보 2015-017283호

(특허문헌 0005) 일본공개특허공보 2015-017284호

(특허문헌 0006) WO2015/146173호 공보

(특허문헌 0007) 일본특허 제5458649호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 특허문헌 1에 기재되는 기술은, 정밀 펀칭성에 관한 것으로, 탄화물의 분산 형태가 정밀 펀칭성 및 퀀칭성에 미치는 영향을 기재하고 있다. 특허문헌 1에서는, 평균 탄화물 입경을 0.4~1.0㎛로 제어하고, 구 형상화율을 80% 이상으로 함으로써, 정밀 펀칭성과 퀀칭성을 개선하는 강판이 얻어지는 것을 기재하고 있다. 그러나, 냉간 가공성에 관한 논의는 없고, 또한 침탄 퀀칭성에 관한 기재도 없다.

[0012] 특허문헌 2에 기재되는 기술은, 탄화물 평균 입경뿐만 아니라, 0.3㎛ 이하의 미세 탄화물이 가공성에 영향을 주는 것에 주목하여, 탄화물의 평균 입경을 1.0㎛ 이하로 제어하고, 더하여 0.3㎛ 이하의 탄화물 비율을 20% 이하로 제어함으로써, 가공성을 개선한 강판이 얻어지는 것을 기재하고 있다. 그러나, 특허문헌 2는 C량이 0.20% 이상인 범위에 대해서 서술하고 있고, C량이 0.20% 미만인 범위에 대해서는 검토하고 있지 않다.

[0013] 특허문헌 3에 기재되는 기술은, 성분 조성을 조정함으로써, 냉간 가공성과 내탈탄성을 개선한 강이 얻어지는 것을 기재하고 있다. 그러나, 특허문헌 3에는, 침지 퀀칭성, 침탄 퀀칭성에 관한 기재는 없다.

[0014] 특허문헌 4~6에 기재되는 기술은, B, 추가로 Sb, Sn, Bi, Ge, Te, Se 중 1종 이상을 합계로 0.002~0.03% 함유함으로써 침질(nitriding) 방지 효과가 높고, 예를 들면 질소 분위기에서 어닐링한 경우에 있어서도, 침질을 방지하고, 고용 B가 소정량 유지됨으로써 퀀칭성을 높게 하는 것이 기재되어 있다. 그러나, 모두 C량이 0.20% 이상이다.

[0015] 특허문헌 7에 기재되는 기술에서는, C: 0.15~0.37%이고 B와 Sb, Sn의 1종 이상을 함유함으로써 퀀칭성이 높은 강을 제안하고 있다. 그러나, 침탄 퀀칭성과 같은, 보다 높은 퀀칭성에 대해서는 검토되어 있지 않다.

[0016] 본 발명은 상기 문제를 감안하여, 우수한 냉간 가공성 및 우수한 퀀칭성(침지 퀀칭성, 침탄 퀀칭성)을 갖는 고탄소 열연 강판 및 그의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0017] 본 발명자들은, 상기 과제를 달성하기 위해, 강의 성분 조성으로서, Cr, B를 함유하고, 혹은 Cr, B에 더하여, 바람직하게는 Ti 및/또는 Sb, Sn 중 1종 이상을 함유한 고탄소 열연 강판의 제조 조건과, 냉간 가공성 및 퀀칭성(침지 퀀칭성, 침탄 퀀칭성)과의 관계에 대해서 예의 검토한 결과, 이하의 인식을 얻었다.

[0018] ⅰ) 퀀칭 전의 고탄소 열연 강판에 있어서의 경도(hardness), 전체 신장(이하, 간단히 신장(elongation)이라고 칭하는 경우도 있음)에는, 원 상당 직경(circular diameter)이 0.1㎛ 이하인 시멘타이트가 크게 영향을 주고 있고, 원 상당 직경이 0.1㎛ 이하인 시멘타이트 수를 전체 시멘타이트 수에 대하여 12% 이하로 함으로써, 경도가 HRB로 73 이하, 전체 신장(El)이 37% 이상을 얻을 수 있다.

[0019] ⅱ) 질소 분위기에서 어닐링을 실시하는 경우, 분위기 중의 질소가 침질되어 강판 중에 농화하고, 강판 중의 Cr이나 B와 결합하여 Cr 질화물이나 B 질화물을 생성하고, 이에 따라 강판 중의 고용 Cr량이나 고용 B량이 저하하는 경우가 있다. 그 때문에, 본 발명에서는, 질소 분위기에서 어닐링을 실시하는 경우, 보다 높은 퀀칭성(높은 침탄 퀀칭성)이 요구되는 강판에 대하여, Sb와 Sn의 적어도 1종을 강 중에 소정량 첨가한다. 이에 따라, 전술의 침질을 방지하고, 고용 Cr량의 저하를 억제함으로써, 보다 높은 퀀칭성(높은 침탄 퀀칭성)을 확보하는 것이 가능하다.

[0020] ⅲ) 열간 조압연 후, 마무리 압연 종료 온도: Ar_3 변태점 이상의 마무리 압연을 행하고, 그 후 20~100℃/sec의 평균 냉각 속도로 700℃까지 냉각하고, 권취 온도: 580℃ 초과~700℃에서 권취한 후, Ac_1 변태점 미만에서 유지함으로써, 소정의 조직을 확보할 수 있다. 혹은, 권취 후, Ac_1 변태점 이상 Ac_3 변태점 이하로 가열하여 0.5h 이상 유지하고, 이어서 1~20℃/h의 평균 냉각 속도로 Ar_1 변태점 미만으로 냉각하여, Ar_1 변태점 미만에서 20h 이상 유지한다고 하는 2단 어닐링에 의해, 소정의 조직을 확보할 수 있다.

[0021] 본 발명은 이상의 인식에 기초하여 이루어진 것으로서, 이하를 요지로 하는 것이다.

[0022] [1] 질량%로, C: 0.10% 이상 0.20% 미만, Si: 0.5% 이하, Mn: 0.25~0.65%, P: 0.03% 이하, S: 0.010% 이하, sol.Al: 0.10% 이하, N: 0.0065% 이하, Cr: 0.05~0.50%, B: 0.0005~0.005%를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 조성을 갖고, 페라이트와 시멘타이트로 이루어지는 마이크로 조직을 갖고, 추가로 전체 시멘타이트 수에 대한 원 상당 직경 0.1㎛ 이하의 시멘타이트 수의 비율이 12% 이하이고, 강판 중에 고용하고 있는 Cr량이 0.03~0.50%이고, 경도가 HRB로 73 이하, 전체 신장이 37% 이상인 고탄소 열연 강판.

[0023] [2] 질량%로, 추가로, Ti: 0.06% 이하를 함유하는 [1]에 기재된 고탄소 열연 강판.

[0024] [3] 질량%로, 추가로, Sb, Sn 중 적어도 1종을 합계로 0.002~0.03%를 함유하는 [1] 또는 [2]에 기재된 고탄소 열연 강판.

[0025] [4] 상기 페라이트의 평균 입경이 5~15㎛인 [1]~[3] 중 어느 하나에 기재된 고탄소 열연 강판.

[0026] [5] 질량%로, 추가로, Nb: 0.0005~0.1%, Mo: 0.0005~0.1%, Ta: 0.0005~0.1%, Ni: 0.0005~0.1%, Cu: 0.0005~0.1%, V: 0.0005~0.1%, W: 0.0005~0.1% 중 어느 1종 또는 2종 이상을 함유하는 [1]~[4] 중 어느 하나에 기재된 고탄소 열연 강판.

[0027] [6] [1]~[5] 중 어느 하나에 기재된 고탄소 열연 강판의 제조 방법으로서, 강을 열간 조압연 후, 마무리 압연 종료 온도: Ar_3 변태점 이상에서 마무리 압연을 행하고, 그 후 평균 냉각 속도: 20~100℃/sec로 700℃까지 냉각하고, 권취 온도: 580℃ 초과~700℃에서 권취하여 상온까지 냉각한 후, 어닐링 온도: Ac_1 변태점 미만에서 유지하는 고탄소 열연 강판의 제조 방법.

[0028] [7] [1]~[5] 중 어느 하나에 기재된 고탄소 열연 강판의 제조 방법으로서, 강을 열간 조압연 후, 마무리 압연 종료 온도: Ar_3 변태점 이상에서 마무리 압연을 행하고, 그 후 평균 냉각 속도: 20~100℃/sec로 700℃까지 냉각하고, 권취 온도: 580 초과~700℃에서 권취하여 상온까지 냉각한 후, Ac_1 변태점 이상 Ac_3 변태점 이하로 가열하여 0.5h 이상 유지하고, 이어서 1~20℃/h의 평균 냉각 속도로 Ar_1 변태점 미만으로 냉각하여, Ar_1 변태점 미만에서 20h 이상 유지하는 고탄소 열연 강판의 제조 방법.

발명의 효과

[0029] 본 발명에 의하면, 냉간 가공성 및 퀀칭성(침지 퀀칭성, 침탄 퀀칭성)이 우수한 고탄소 열연 강판을 얻을 수 있다. 그리고, 본 발명에 의해 제조한 고탄소 열연 강판을, 소재 강판으로서 냉간 가공성이 필요하게 되는 시트 리클라이너나 도어 래치 및, 구동계용 등의 자동차용 부품에 적용함으로써, 안정적인 품질이 요구되는 자동차용 부품의 제조에 크게 기여할 수 있어, 산업상 각별한 효과를 가져온다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] (발명을 실시하기 위한 형태)

[0031] 이하에, 본 발명의 고탄소 열연 강판 및 그의 제조 방법에 대해서 상세하게 설명한다.

[0032] 1) 성분 조성

[0033] 본 발명의 고탄소 열연 강판의 성분 조성과, 그의 한정 이유에 대해서 설명한다. 또한, 이하의 성분 조성의 함유량의 단위인 「%」는, 특별히 언급하지 않는 한 「질량%」를 의미하는 것으로 한다.

[0034] C: 0.10% 이상 0.20% 미만

[0035] C는, 퀀칭 후의 강도를 얻기 위해 중요한 원소이다. C량이 0.10% 미만인 경우, 성형한 후의 열처리에 의해 소망하는 경도가 얻어지지 않기 때문에, C량은 0.10% 이상으로 할 필요가 있다. 그러나, C량이 0.20% 이상에서는 경질화하고, 인성이나 냉간 가공성이 열화한다. 따라서, C량은 0.10% 이상 0.20% 미만으로 한다. 형상이 복잡하고 프레스 가공이 어려운 부품의 냉간 가공에 이용하는 경우에는, C량은 0.18% 이하, 나아가서는 0.15% 미만으로 하는 것이 바람직하다.

[0036] Si: 0.5% 이하

[0037] Si는, 고용 강화에 의해 강도를 상승시키는 원소이다. Si량의 증가와 함께 경질화하고, 냉간 가공성이 열화하기 때문에, Si량은 0.5% 이하로 한다. 바람직하게는 0.45% 이하, 더욱 바람직하게는 0.40% 이하이다.

[0038] Mn: 0.25~0.65%

[0039] Mn은, 퀀칭성을 향상시킴과 함께, 고용 강화에 의해 강도를 상승시키는 원소이다. 0.25% 미만이 되면 침지 퀀칭성 및 침탄 퀀칭성 모두 저하하기 시작하기 때문에, Mn량은 0.25% 이상으로 한다. 바람직하게는 0.30% 이상이다. 한편, Mn량이 0.65%를 초과하면, Mn의 편석에 기인한 밴드 조직(band structure)이 발달하여, 조직이 불균일하게 되고, 또한 고용 강화에 의해 강이 경질화하고 냉간 가공성이 저하한다. 따라서, Mn량은 0.65% 이하로 한다. 바람직하게는 0.55% 이하이다.

[0040] P: 0.03% 이하

[0041] P는, 고용 강화에 의해 강도를 상승시키는 원소이다. P량이 0.03%를 초과하여 증가하면 입계 취화(grain boundary embrittlement)를 초래하여, 퀀칭 후의 인성이 열화한다. 또한, 냉간 가공성도 저하시킨다. 따라서, P량은 0.03% 이하로 한다. 우수한 퀀칭 후의 인성을 얻으려면, P량은 0.02% 이하가 바람직하다. P는 냉간 가공성 및 퀀칭 후의 인성을 저하시키기 때문에, P량은 적을수록 바람직하다. 그러나, 과도하게 P를 저감하면 정련 비용이 증대하기 때문에, P량은 0.005% 이상이 바람직하다. 보다 바람직하게는 0.007% 이상이다.

[0042] S: 0.010% 이하

[0043] S는, 황화물을 형성하여, 고탄소 열연 강판의 냉간 가공성 및 퀀칭 후의 인성을 저하시키기 때문에, 저감하지 않으면 안 되는 원소이다. S량이 0.010%를 초과하면, 고탄소 열연 강판의 냉간 가공성 및 퀀칭 후의 인성이 현저하게 열화한다. 따라서, S량은 0.010% 이하로 한다. 우수한 냉간 가공성 및 퀀칭 후의 인성을 얻으려면, S량은 0.005% 이하가 바람직하다. S는, 냉간 가공성 및 퀀칭 후의 인성을 저하시키기 때문에, S량은 적을수록 바람직하다. 그러나, 과도하게 S를 저감하면 정련 비용이 증대하기 때문에, S량은 0.0005% 이상이 바람직하다.

[0044] sol.Al: 0.10% 이하

[0045] sol.Al량이 0.10%를 초과하면, 퀀칭 처리의 가열 시에 AlN이 생성되어 오스테나이트립이 지나치게 미세화한다. 이에 따라, 냉각 시에 페라이트상의 생성이 촉진되고, 조직이 페라이트와 마르텐사이트가 되어, 퀀칭 후의 경도가 저하한다. 따라서, sol.Al량은, 0.10% 이하로 한다. 바람직하게는 0.06% 이하로 한다. 또한, sol.Al은, 탈산의 효과를 갖고 있고, 충분히 탈산하기 위해서는, 0.005% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0046] N: 0.0065% 이하

[0047] N량이 0.0065%를 초과하면, AlN의 형성에 의해 퀀칭 처리의 가열 시에 오스테나이트립이 지나치게 미세화하고, 냉각 시에 페라이트상의 생성이 촉진되어, 퀀칭 후의 경도가 저하한다. 따라서, N량은, 0.0065% 이하로 한다. 보다 바람직하게는 0.0060% 이하이다. 더욱 바람직하게는, 0.0050% 이하이다. 또한, 하한은 특별히 규정하

지 않지만, N은, AlN, Cr계 질화물 및 B 질화물을 형성한다. 이에 따라, 퀀칭 처리의 가열 시에 오스테나이트립의 성장을 적절히 억제하여, 퀀칭 후의 인성을 향상시키는 원소이다. 이 때문에, N량은 0.0005% 이상이 바람직하다.

[0048] Cr: 0.05~0.50%

[0049] 본 발명에서는, Cr은, 퀀칭성을 높이는 중요한 원소이다. 0.05% 미만의 함유의 경우, 충분한 효과가 확인되지 않기 때문에, Cr량을 0.05% 이상으로 할 필요가 있다. 또한, 강 중의 Cr량이 0.05% 미만이면, 특히 침탄 퀀칭에 있어서 표층에서 페라이트가 발생하기 쉬워지고, 완전 퀀칭 조직이 얻어지지 않아, 경도 저하가 일어난다. 높은 퀀칭성을 확보하는 관점에서, 바람직하게는 0.10% 이상이다. 한편, Cr량이 0.50%를 초과하면, 퀀칭 전의 강판이 경질화하고, 냉간 가공성이 손상된다. 이 때문에, Cr량은 0.50% 이하로 한다. 또한, 프레스 성형이 어려운 고가공을 필요로 하는 부품을 가공할 때에는, 보다 한층 우수한 냉간 가공성을 필요로 하기 때문에, Cr량은 0.45% 이하가 바람직하고, 0.35% 이하가 보다 바람직하다.

[0050] B: 0.0005~0.005%

[0051] 본 발명에서는, B는, 퀀칭성을 높이는 중요한 원소이다. B량이 0.0005% 미만인 경우, 충분한 효과가 확인되지 않기 때문에, B량은 0.0005% 이상으로 할 필요가 있다. 바람직하게는 0.0010% 이상이다. 한편, B량이 0.005% 초과인 경우, 마무리 압연 후의 오스테나이트의 재결정이 지연되고, 결과적으로 열연 강판의 집합 조직이 발달하고, 어닐링 후의 이방성이 커져, 드로잉 성형에 있어서 이어링(earing)이 발생하기 쉬워진다. 이 때문에, B량은 0.005% 이하로 한다. 바람직하게는 0.004% 이하이다.

[0052] 본 발명에 있어서, 상기 이외의 잔부는, Fe 및 불가피적 불순물이다.

[0053] 이상의 필수 함유 원소로, 본 발명의 고탄소 열연 강판은 목적으로 하는 특성이 얻어진다. 또한, 본 발명의 고탄소 열연 강판은, 예를 들면 고강도화(경도)나 냉간 가공성이나 퀀칭성을 더욱 향상시키는 것을 목적으로 하여, 필요에 따라서 하기의 원소를 함유할 수 있다.

[0054] Ti: 0.06% 이하

[0055] Ti는, 퀀칭성을 높이기 위해 유효한 원소이다. Cr 및 B의 함유만으로는 퀀칭성이 불충분한 경우에, Ti를 함유함으로써, 퀀칭성을 향상시킬 수 있다. Ti량이 0.005% 미만에서는, 그 효과가 확인되지 않기 때문에, Ti를 함유하는 경우, 0.005% 이상으로 한다. 보다 바람직하게는 0.007% 이상이다. 한편, Ti량이 0.06%를 초과하여 함유하면, 퀀칭 전의 강판이 경질화하고 냉간 가공성이 손상되기 때문에, Ti를 함유하는 경우, 0.06% 이하로 한다. 보다 바람직하게는 0.04% 이하이다.

[0056] Sb, Sn 중 적어도 1종을 합계로 0.002~0.03%

[0057] Sb, Sn은, 강판 표층으로부터의 침질 억제에 유효한 원소이다. 이들 원소의 1종 이상의 합계가 0.002% 미만인 경우, 충분한 효과가 확인되지 않기 때문에, 함유하는 경우는 0.002% 이상으로 한다. 보다 바람직하게는 0.005% 이상이다. 한편, 이들 원소의 1종 이상의 합계가 0.03%를 초과하여 함유해도, 침질 방지 효과는 포화한다. 또한, 이들 원소는, 입계에 편석하는 경향이 있기 때문에, 합계로 0.03% 초과로 하면, 함유량이 지나치게 높아져, 입계 취화를 일으킬 가능성이 있다. 따라서, Sb, Sn 중 적어도 1종을 함유하는 경우, 이들 원소의 합계의 함유량은, 0.03% 이하로 한다. 보다 바람직하게는 0.02% 이하이다.

[0058] 본 발명에서는, Sb, Sn 중 적어도 1종을 합계로 0.002~0.03%로 함으로써, 질소 분위기에서 어닐링한 경우라도 강판 표층으로부터의 침질을 억제하고, 강판 표층에 있어서의 질소 농도의 증가를 억제한다. 이와 같이, 본 발명에 의하면, 강판 표층으로부터의 침질을 억제할 수 있기 때문에, 질소 분위기에서 어닐링한 경우라도, 어닐링 후의 강판 중에 고용 Cr량, 고용 B량을 적절히 확보할 수 있고, 이에 따라 높은 퀀칭성을 얻을 수 있다.

[0059] 또한, 추가로, 본 발명의 기계적 특성 및 퀀칭성을 안정화시키기 위해, Nb, Mo, Ta, Ni, Cu, V, W 중 적어도 1종 이상을, 소요량 함유시켜도 좋다.

[0060] Nb: 0.0005~0.1%

[0061] Nb는, 탄질화물을 형성하고, 퀀칭 전 가열 시의 결정립의 이상 입성장(exaggerated grain growth)의 방지나 인성 개선, 템퍼링 연화 저항 개선에 유효한 원소이다. 0.0005% 미만에서는 함유시키는 효과는 충분히 발현되지 않기 때문에, 하한을 0.0005%로 하는 것이 바람직하다. 한편으로, 0.1%를 초과하면 함유시키는 효과가 포화할 뿐만 아니라, Nb 탄화물에 의해 모재의 인장 강도의 증가에 수반하여 신장을 저하시키게 된다. 이 때문에,

상한을 0.1%로 하는 것이 바람직하다. 더욱 바람직하게는 0.05% 이하이고, 가장 바람직하게는 0.03% 미만이다.

[0062] Mo: 0.0005~0.1%

[0063] Mo는 퀀칭성의 향상과, 템퍼링 연화 저항성의 향상에 유효한 원소이다. 0.0005% 미만에서는 첨가 효과가 작기 때문에, 하한을 0.0005%로 한다. 0.1%를 초과하면 첨가 효과는 포화하고, 비용도 증가하기 때문에, 상한을 0.1%로 한다. 더욱 바람직하게는 0.05% 이하이고, 가장 바람직하게는 0.03% 미만이다.

[0064] Ta: 0.0005~0.1%

[0065] Ta는 Nb와 마찬가지로 탄질화물을 형성하고, 퀀칭 전 가열 시의 결정립의 이상 입성장 방지나 결정립의 조대화 방지, 템퍼링 연화 저항 개선에 유효한 원소이다. 0.0005% 미만에서는 첨가 효과가 작기 때문에, 하한을 0.0005%로 한다. 또한, 0.1%를 초과하면 첨가 효과가 포화하고, 또한 비용 증가나 과잉인 탄화물 형성에 의한 퀀칭 경도를 저하시키게 되기 때문에, 상한을 0.1%로 규정한다. 더욱 바람직하게는 0.05% 이하이고, 가장 바람직하게는 0.03% 미만이다.

[0066] Ni: 0.0005~0.1%

[0067] Ni는 인성의 향상이나 퀀칭성의 향상에 효과가 높은 원소이다. 0.0005% 미만에서는 첨가 효과가 없기 때문에, 하한을 0.0005%로 한다. 0.1% 초과에서는, 첨가 효과가 포화하는 데다가 비용 증가도 초래하기 때문에, 상한을 0.1%로 한다. 더욱 바람직한 범위는 0.05% 이하이다.

[0068] Cu: 0.0005~0.1%

[0069] Cu는 퀀칭성의 확보에 유효한 원소이다. 0.0005% 미만에서는 첨가 효과가 충분히 확인되지 않기 때문에, 하한을 0.0005%로 한다. 0.1% 초과에서는, 열연 시의 흠집이 발생하기 쉬워져 수율을 떨어뜨리는 등 제조성을 열화시키기 때문에, 상한을 0.1%로 한다. 더욱 바람직한 범위는 0.05% 이하이다.

[0070] V: 0.0005~0.1%

[0071] V는 Nb나 Ta와 마찬가지로, 탄질화물을 형성하고, 퀀칭 전 가열 시의 결정립의 이상 입성장 방지 및 인성 개선, 템퍼링 연화 저항 개선에 유효한 원소이다. 0.0005% 미만에서는 첨가 효과는 충분히 발현하지 않기 때문에, 하한을 0.0005%로 한다. 0.1%를 초과하면 첨가 효과가 포화할 뿐만 아니라, V 탄화물에 의해 모재의 인장 강도의 증가에 수반하여 신장을 저하시키게 되기 때문에, 상한을 0.1%로 한다. 더욱 바람직하게는 0.05% 이하이고, 가장 바람직하게는 0.03% 미만이다.

[0072] W: 0.0005~0.1%

[0073] W는 Nb, V와 마찬가지로, 탄질화물을 형성하고, 퀀칭 전 가열 시의 오스테나이트립의 이상 입성장 방지나 템퍼링 연화 저항 개선에 유효한 원소이다. 0.0005% 미만에서는 첨가 효과가 작기 때문에, 하한을 0.0005%로 규정한다. 0.1%를 초과하면 첨가 효과가 포화하고, 또한, 비용 증가나 과잉인 탄화물 형성에 의한 퀀칭 경도를 저하시키게 되기 때문에, 상한을 0.1%로 규정한다. 더욱 바람직하게는 0.05% 이하이고, 가장 바람직하게는 0.03% 미만이다.

[0074] 2) 마이크로 조직

[0075] 본 발명의 고탄소 열연 강판의 마이크로 조직의 한정 이유에 대해서 설명한다.

[0076] 본 발명에서는, 마이크로 조직은, 페라이트 및 시멘타이트로 이루어진다. 또한, 원 상당 직경이 0.1㎛ 이하인 시멘타이트 수의 비율이 전체 시멘타이트 수에 대하여 12% 이하이고, 강판 중에 고용하고 있는 Cr량이 0.03~0.50%이다. 또한, 본 발명에 있어서, 페라이트의 평균 입경은 5~15㎛인 것이 바람직하다.

[0077] 또한, 본 발명에 있어서, 페라이트의 면적률은 85% 이상이 바람직하다. 페라이트의 면적률이 85% 미만이 되면 성형성이 나빠져, 가공도가 높은 부품에서 냉간 가공이 어려워지는 경우가 있다. 그 때문에, 페라이트의 면적률은 85% 이상이 바람직하다.

[0078] 2-1) 원 상당 직경이 0.1㎛ 이하인 시멘타이트 수의 비율이, 전체 시멘타이트 수에 대하여 12% 이하

[0079] 원 상당 직경이 0.1㎛ 이하인 시멘타이트 수가 많으면 분산 강화에 의해 경질화하여, 신장이 저하한다. 본 발명에서는, 원 상당 직경이 0.1㎛ 이하인 시멘타이트 수를, 전체 시멘타이트 수에 대하여 12% 이하로 함으로써,

경도가 HRB로 73 이하, 전체 신장(El)이 37% 이상을 달성할 수 있다. 냉간 가공성의 관점에서, 바람직하게는, 원 상당 직경이 0.1㎛ 이하인 시멘타이트 수가, 전체 시멘타이트 수에 대하여 10% 이하이다. 또한, 원 상당 직경이 0.1㎛ 이하인 시멘타이트 수의 비율을 정의한 이유는, 0.1㎛ 이하의 시멘타이트에서는 분산 강화능을 발생시키고, 그 크기의 시멘타이트가 증가하면 냉간 가공성에 지장을 초래하기 때문이다.

[0080] 또한, 퀀칭 전에 존재하는 시멘타이트 지름은, 원 상당 직경으로 0.07~1.0㎛ 정도이다. 그 때문에, 석출 강화에 그다지 영향을 주지 않는 사이즈인, 퀀칭 전의 원 상당 직경이 0.1㎛ 초과인 시멘타이트의 분산 상태에 대해서는, 특별히 본 발명에서는 규정하지 않는다.

[0081] 본 발명의 고탄소 열연 강판의 조직은, 상기한 페라이트와 시멘타이트 이외에, 펄라이트, 베이나이트 등의 잔부 조직이 생성되어도 좋다. 잔부 조직의 합계의 면적률이 5% 이하이면, 본 발명의 효과를 해치는 것은 아니기 때문에, 함유해도 상관없다.

[0082] 2-2) 강판 중에 고용하고 있는 Cr량: 0.03~0.50%

[0083] 냉각 속도가 느린 침지 퀀칭에서는, 후물재(厚物材)에서도 판두께 중심부까지 퀀칭 조직을 확보하는 관점에서, 연속 냉각 변태도에 기재되어 있는 페라이트 변태 노즈(ferrite transformation nose)를 가능한 한 장시간 측으로 가지고 갈 필요가 있다. Cr은, 시멘타이트 중으로 용입하기 쉽고, 또한 강 중에서의 확산 속도가 작기 때문에, 일단 시멘타이트 내에 용입되면 퀀칭 시에 오스테나이트역까지 가열해도 균일하게 고용하기 어렵다. 그 때문에, 강판 중에 고용하고 있는 Cr량, 즉 강판 중의 고용 Cr량을 0.03% 이상 확보함으로써 높은 침지 퀀칭성을 확보할 수 있고, 또한 높은 침탄 퀀칭성도 확보할 수 있다. 따라서, 고용 Cr량은 0.03% 이상으로 한다. 바람직하게는 0.12% 이상이다. 한편, 고용 Cr량이 증가하면 시멘타이트의 구 형상화가 느려지고, 어닐링 시간이 길어져 생산성이 저하하기 때문에, 고용 Cr량은 0.50% 이하로 한다. 바람직하게는, 고용 Cr량은 0.30% 이하이다.

[0084] 2-3) 페라이트의 평균 입경: 5~15㎛(적합 조건)

[0085] 페라이트의 평균 입경은, 5㎛ 미만에서는 냉간 가공 전의 강도가 증가하여, 프레스 성형성이 열화한다. 이 때문에, 페라이트의 평균 입경은 5㎛ 이상이 바람직하다. 한편, 페라이트의 평균 입경이 15㎛를 초과하면, 모재 강도가 저하한다. 또한, 목적으로 하는 제품 형상으로 성형 가공 후, 퀀칭하지 않고 사용하는 영역에서는, 어느 정도 모재의 강도가 필요하다. 그 때문에, 페라이트 평균 입경은, 15㎛ 이하로 하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 6㎛ 이상이다. 더욱 바람직하게는 12㎛ 이하이다.

[0086] 또한, 전술의 시멘타이트의 원 상당 직경, 페라이트의 면적률, 고용 Cr량, 페라이트의 평균 입경은, 후술하는 실시예에 기재된 방법으로 측정할 수 있다.

[0087] 3) 기계 특성

[0088] 본 발명의 고탄소 열연 강판은, 기어, 트랜스미션, 시트 리클라이너 등의 자동차용 부품용으로서, 냉간 프레스로 성형하기 때문에, 우수한 냉간 가공성이 필요하다. 또한, 퀀칭 처리에 의해 경도를 크게 하여, 내마모성을 부여할 필요가 있다. 그 때문에, 본 발명의 고탄소 열연 강판은, 강판의 경도를 저감하여 HRB로 73 이하로 하고, 또한 신장을 높여 전체 신장(El)을 37% 이상으로 함으로써, 우수한 냉간 가공성을 가짐과 함께, 우수한 퀀칭성(침지 퀀칭성, 침탄 퀀칭성)을 양립시킬 수 있다.

[0089] 또한, 전술의 경도(HRB), 전체 신장(El)은, 후술하는 실시예에 기재된 방법으로 측정할 수 있다.

[0090] 4) 제조 방법

[0091] 본 발명의 고탄소 열연 강판은, 상기와 같은 조성의 강을 소재로 하여, 열간 조압연 후, 마무리 압연 종료 온도: Ar_3 변태점 이상에서 마무리 압연을 행하고, 그 후 평균 냉각 속도: 20~100℃/sec로 700℃까지 냉각하고, 권취 온도: 580℃ 초과~700℃에서 권취하여, 상온까지 냉각한 후, Ac_1 변태점 미만에서 유지하는 어닐링을 행함으로써 제조된다. 또는, 상기와 같은 조성의 강을 소재로 하여, 열간 조압연 후, 마무리 압연 종료 온도: Ar_3 변태점 이상에서 마무리 압연을 행하고, 그 후 평균 냉각 속도: 20~100℃/sec로 700℃까지 냉각하고, 권취 온도: 580℃ 초과~700℃에서 권취하여, 상온까지 냉각한 후, Ac_1 변태점 이상 Ac_3 변태점 이하로 가열하여 0.5h 이상 유지하고, 이어서 1~20℃/h의 평균 냉각 속도로 Ar_1 변태점 미만으로 냉각하여, Ar_1 변태점 미만에서 20h 이상 유지하는 2단 어닐링에 의해 제조된다.

[0092] 이하, 본 발명의 고탄소 열연 강판의 제조 방법에 있어서의 한정 이유에 대해서 설명한다. 또한, 설명에 있어서, 온도에 관한 「℃」 표시는, 강판 표면 혹은 강 소재의 표면에 있어서의 온도를 나타내는 것으로 한다.

[0093] 본 발명에 있어서, 강 소재의 제조 방법은, 특별히 한정할 필요는 없다. 예를 들면, 본 발명의 고탄소강을 용제하려면, 전로, 전기로 모두 사용 가능하다. 전로 등의 공지의 방법으로 용제된 고탄소강은, 조괴-분괴 압연(ingot making-slabbing) 또는 연속 주조에 의해 슬래브 등(강 소재)으로 된다. 슬래브는, 통상, 가열된 후, 열간 압연(열간 조압연, 마무리 압연)된다.

[0094] 예를 들면, 연속 주조로 제조된 슬래브의 경우는, 그대로 혹은 온도 저하를 억제하는 목적으로 보열하여, 압연하는 직송 압연을 적용해도 좋다. 또한, 슬래브를 가열하여 열간 압연하는 경우는, 스케일에 의한 표면 상태의 열화를 피하기 위해, 슬래브의 가열 온도를 1280℃ 이하로 하는 것이 바람직하다. 또한, 열간 압연에서는, 마무리 압연 종료 온도를 확보하기 위해, 열간 압연 중에 시트 바 히터 등의 가열 수단에 의해 피압연재의 가열을 행해도 좋다.

[0095] 마무리 압연 종료 온도: Ar_3 변태점 이상에서 마무리 압연

[0096] 마무리 압연 종료 온도가 Ar_3 변태점 미만에서는, 열간 압연 후 및 어닐링 후에 조대한 페라이트립이 형성되어, 신장이 현저하게 저하한다. 이 때문에, 마무리 압연 종료 온도는, Ar_3 변태점 이상으로 한다. 바람직하게는 (Ar_3 변태점+20℃) 이상으로 한다. 또한, 마무리 압연 종료 온도의 상한은, 특별히 규정할 필요는 없지만, 마무리 압연 후의 냉각을 원활히 행하기 위해서는, 1000℃ 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0097] 또한, 전술한 Ar_3 변태점은, 포머스터 시험(Formaster testing) 등에 의한 냉각 시의 열 팽창 측정이나 전기 저항 측정에 의한 실측에 의해 결정할 수 있다.

[0098] 마무리 압연 후, 평균 냉각 속도: 20~100℃/sec로 700℃까지 냉각

[0099] 마무리 압연 후, 700℃까지의 평균 냉각 속도는 권취 후의 강판 중의 고용 Cr량에 영향을 준다. 권취 후의 어닐링 공정에 있어서 일부의 고용 Cr이 시멘타이트로 용해되기 때문에, 권취 후의 단계에서는 소정의 고용 Cr량을 확보할 필요가 있고, 그를 위해서는 마무리 압연 후, 20℃/sec 이상으로 냉각할 필요가 있다. 평균 냉각 속도가 20℃/sec 미만에서는 마무리 압연 후에 존재하는 고용 Cr이 시멘타이트 중에 용해되고, 소정의 고용 Cr량이 얻어지지 않게 된다. 바람직하게는 25℃/sec 이상이다. 한편, 평균 냉각 속도가 100℃/sec를 초과하면 어닐링 후에 소정의 사이즈를 갖는 시멘타이트가 얻어지기 어려워지기 때문에, 100℃/sec 이하로 한다.

[0100] 권취 온도: 580℃ 초과~700℃

[0101] 마무리 압연 후의 열연 강판은, 코일 형상으로 권취된다. 권취 온도가 지나치게 높으면 열연 강판의 강도가 지나치게 낮아져, 코일 형상으로 권취되었을 때, 코일의 자중(自重)으로 변형되는 경우가 있다. 이 때문에, 조업상의 관점에서 바람직하지 않다. 따라서, 권취 온도의 상한을 700℃로 한다. 바람직하게는 690℃ 이하이다. 한편, 권취 온도가 지나치게 낮으면 열연 강판이 경질화하기 때문에, 바람직하지 않다. 따라서, 권취 온도의 하한을 580℃ 초과로 한다. 바람직하게는 600℃ 이상이다.

[0102] 코일 형상으로 권취한 후, 상온까지 냉각하고, 산 세정 처리를 실시해도 좋다. 산 세정 처리 후, 어닐링을 행한다.

[0103] 어닐링 온도: Ac_1 변태점 미만에서 유지

[0104] 상기와 같이 하여 얻은 열연 강판에, 어닐링(시멘타이트의 구 형상화 어닐링)을 실시한다. 어닐링 온도가 Ac_1 변태점 이상이면, 오스테나이트가 석출하고, 어닐링 후의 냉각 과정에 있어서 조대한 펄라이트 조직이 형성되어, 불균일한 조직이 된다. 이 때문에, 어닐링 온도는, Ac_1 변태점 미만으로 한다. 바람직하게는 (Ac_1 변태점 -10℃) 이하이다. 또한, 어닐링 온도의 하한은 특별히 정하지 않지만, 소정의 시멘타이트 분산 상태를 얻으려면, 어닐링 온도는 600℃ 이상이 바람직하고, 보다 바람직하게는 700℃ 이상이다. 또한, 분위기 가스는, 질소, 수소, 질소와 수소의 혼합 가스의 어느 것이나 사용할 수 있다. 또한, 어닐링에 있어서의 유지 시간은, 0.5~40시간으로 하는 것이 바람직하다. 어닐링 온도에 있어서의 유지 시간이 0.5시간 미만이면, 어닐링의 효과가 부족하여, 본 발명의 목표로 하는 조직이 얻어지지 않고, 그 결과, 본 발명의 목표로 하는 강판의 경도 및 신장이 얻어지지 않는다. 따라서, 어닐링 온도에 있어서의 유지 시간은 0.5시간 이상이 바람직하다. 보다 바

람직하게는 5시간 이상이다. 한편, 어닐링 온도에 있어서의 유지 시간이 40시간을 초과하면, 생산성이 저하하고, 제조 비용이 과대가 된다. 그 때문에, 어닐링 온도에 있어서의 유지 시간은, 40시간 이하로 하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 35시간 이하이다.

[0105] 또한, 권취 후, Ac_1 변태점 이상 Ac_3 변태점 이하로 가열하여 0.5h 이상 유지(1단째의 어닐링)하고, 이어서 1~20℃/h의 평균 냉각 속도로 Ar_1 변태점 미만으로 냉각하여, Ar_1 변태점 미만에서 20h 이상 유지(2단째의 어닐링)하는 2단 어닐링에 의해 제조하는 것도 가능하다.

[0106] 본 발명에서는, 열연 강판을 Ac_1 변태점 이상으로 가열하여 0.5h 이상 유지하고, 열연 강판 중에 석출하고 있던 비교적 미세한 탄화물을 용해하여 γ상 중에 고용시키고, 그 후 1~20℃/h의 평균 냉각 속도로 Ar_1 변태점 미만으로 냉각하여, Ar_1 변태점 미만에서 20h 이상 유지함으로써, 비교적 조대한 미용해 탄화물 등을 핵으로 하여 고용 C를 석출시키고, 전체의 시멘타이트 수에 대한 원 상당 직경 0.1㎛ 이하의 시멘타이트 수의 비율이 12% 이하가 되는 바와 같은, 탄화물(시멘타이트)의 분산을 제어된 상태로 할 수 있다. 즉, 본 발명에서는, 소정 조건으로 2단 어닐링을 실시함으로써, 탄화물의 분산 형태를 제어하여, 강판을 연질화시킨다. 본 발명에서 대상으로 하는 고탄소 강판에서는, 연질화하는 데에 있어서 어닐링 후에 있어서의 탄화물의 분산 형태를 제어하는 것이 중요해진다. 본 발명에서는, 고탄소 열연 강판을 Ac_1 변태점 이상 Ac_3 변태점 이하로 가열하여 유지함(1단째의 어닐링)으로써, 미세한 탄화물을 용해함과 함께, C를 γ(오스테나이트) 중에 고용한다. 그 후의 Ar_1 변태점 미만의 냉각 단계나 유지 단계(2단째의 어닐링)에 있어서, Ac_1 변태점 이상의 온도역에서 존재하는 α/γ 계면이나 미용해 탄화물이 핵 생성 사이트가 되어, 비교적 조대한 탄화물이 석출한다. 이하, 이러한 2단 어닐링의 조건에 대해서 설명한다. 또한, 어닐링 시의 분위기 가스는, 질소, 수소, 질소와 수소의 혼합 가스의 어느 것이나 사용할 수 있다.

[0107] Ac_1 변태점 이상 Ac_3 변태점 이하로 가열하여 0.5h 이상 유지(1단째의 어닐링)

[0108] 열연 강판을 Ac_1 변태점 이상의 어닐링 온도로 가열함으로써, 강판 조직의 페라이트의 일부를 오스테나이트로 변태시키고, 페라이트 중에 석출하고 있던 미세한 탄화물을 용해시키고, C를 오스테나이트 중에 고용시킨다. 한편, 오스테나이트로 변태하지 않고 남은 페라이트는 고온에서 어닐링되기 때문에, 전위 밀도가 감소하여 연화한다. 또한, 페라이트 중에는 용해되지 않았던 비교적 조대한 탄화물(미용해 탄화물)이 잔존하지만, 오스트발트 성장에 의해 보다 조대하게 된다. 어닐링 온도가 Ac_1 변태점 미만에서는, 오스테나이트 변태가 발생하지 않기 때문에, 탄화물을 오스테나이트 중에 고용시킬 수 없다. 또한, 본 발명에서는, Ac_1 변태점 이상에서의 유지 시간이 0.5h 미만에서는 미세한 탄화물을 충분히 용해할 수 없다. 이 때문에, 1단째의 어닐링으로서, Ac_1 변태점 이상으로 가열하여 0.5h 이상 유지하는 것으로 한다. 한편, 1단째의 어닐링 온도가 Ac_3 변태점 초과가 되면 어닐링 후에 막대 형상의 시멘타이트가 다수 얻어져 소정의 신장이 얻어지지 않기 때문에, Ac_3 변태점 이하로 한다. 또한, 유지 시간은 10h 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0109] 평균 냉각 속도 1~20℃/h로 Ar_1 변태점 미만으로 냉각

[0110] 상기한 1단째의 어닐링의 후, 2단째의 어닐링의 온도역인 Ar_1 변태점 미만으로, 1~20℃/h의 평균 냉각 속도로 냉각한다. 냉각 도중에, 오스테나이트→페라이트 변태에 수반하여 오스테나이트로부터 토출되는 C가, α/γ 계면이나 미용해 탄화물을 핵 생성 사이트로 하여, 비교적 조대한 구 형상 탄화물로서 석출한다. 이 냉각에 있어서는, 펄라이트가 생성되지 않도록 냉각 속도를 조정할 필요가 있다. 1단째의 어닐링 후, 2단째의 어닐링까지의 냉각 속도가, 1℃/h 미만에서는 생산 효율이 나쁘기 때문에, 당해 냉각 속도는 1℃/h 이상으로 한다. 한편, 20℃/h를 초과하여 커지면, 펄라이트가 석출하고, 경도가 높아지기 때문에, 20℃/h 이하로 한다.

[0111] Ar_1 변태점 미만에서 20h 이상 유지(2단째의 어닐링)

[0112] 상기한 1단째의 어닐링 후, 소정의 냉각 속도로 냉각하여 Ar_1 변태점 미만에서 유지함으로써, 오스트발트 성장에 의해, 조대한 구 형상 탄화물을 더욱 성장시키고, 미세한 탄화물을 소실시킨다. Ar_1 변태점 미만에서의 유지 시간이 20h 미만에서는, 탄화물을 충분히 성장시킬 수 없어, 어닐링 후의 경도가 지나치게 커진다. 이 때문에, 2단째의 어닐링은 Ar_1 변태점 미만에서 20h 이상 유지로 한다. 또한, 특별히 한정하는 것은 아니지만, 2단째의

어닐링 온도는 탄화물을 충분히 성장시키기 위해 660℃ 이상으로 하는 것이 바람직하고, 또한, 유지 시간은 생산 효율의 관점에서, 30h 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0113] 또한, 전술한 Ac_3 변태점, Ac_1 변태점, Ar_3 변태점, Ar_1 변태점은, 포머스터 시험 등에 의한 가열 시, 냉각 시의 열 팽창 측정이나 전기 저항 측정에 의한 실측에 의해 결정할 수 있다.

[0114] 실시예

[0115] 표 1에 나타내는 강번 A~U의 성분 조성을 갖는 강을 용제하고, 이어서 표 2에 나타내는 제조 조건에 따라, 열간 압연을 행했다. 이어서, 산 세정하고, 질소 분위기 중(분위기 가스: 질소)에서, 표 2 및 표 3에 나타내는 어닐링 온도 및 어닐링 시간(h)으로 어닐링(구 형상화 어닐링)을 실시하여, 판두께 3.0㎜의 열연 어닐링판을 제조했다.

[0116] 이와 같이 하여 얻어진 열연 어닐링판으로부터 시험편을 채취하고, 하기와 같이, 마이크로 조직, 고용 Cr량, 경도, 신장 및 퀀칭 경도를 구했다. 또한, 표 1에 나타내는 Ac_3 변태점, Ac_1 변태점, Ar_1 변태점 및 Ar_3 변태점은 포머스터 시험에 의해 구한 것이다.

[0117] (1) 마이크로 조직

[0118] 어닐링 후의 강판의 마이크로 조직은, 판폭 중앙부로부터 채취한 시험편(크기: 3㎜t×10㎜×10㎜)을 절단 연마 후, 나이탈 부식을 실시하고, 주사형 전자 현미경(SEM)을 이용하여, 판두께 중앙부의 5개소에서 3000배의 배율로 촬영했다. 촬영한 조직 사진을 화상 처리에 의해 각 상(페라이트, 시멘타이트, 펄라이트 등)을 특정했다.

[0119] 또한, SEM 화상으로부터 화상 해석 소프트를 이용하여, 페라이트와 페라이트 이외의 영역을 2치화하여, 페라이트의 면적률을 구했다.

[0120] 또한, 촬영한 조직 사진에 대해서, 개개의 시멘타이트 지름을 평가했다. 시멘타이트 지름은, 장경과 단경을 측정하고, 원 상당 직경으로 환산했다. 원 상당 직경의 값이 0.1㎛ 이하인 시멘타이트의 개수를 측정하고, 원 상당 직경 0.1㎛ 이하의 시멘타이트의 수로 했다. 또한, 전체 시멘타이트의 개수를 구하여, 전체 시멘타이트 수로 했다. 그리고, 전체 시멘타이트 수에 대한 원 상당 직경 0.1㎛ 이하의 시멘타이트 수의 비율((원 상당 직경 0.1㎛ 이하의 시멘타이트 수/전체 시멘타이트 수)×100(%))을 구했다. 또한, 이 「원 상당 직경 0.1㎛ 이하의 시멘타이트 수의 비율」을, 원 상당 직경 0.1㎛ 이하의 시멘타이트라고 간단히 칭하는 경우도 있다.

[0121] 또한, 촬영한 조직 사진에 대해서, JIS G 0551에 정해진 결정립도의 평가 방법(절단법)을 이용하여, 페라이트의 평균 입경을 구했다.

[0122] (2) 고용 Cr량의 측정

[0123] 하기 참고 문헌에 기재되어 있는 방법과 동일한 수법으로, 고용 Cr량을 구했다.

[0124] [참고 문헌] 죠시로 사토시, 이시다 토모하루, 히로세 쿠니오, 후지모토 쿄코, 철과 강, vol.99 (2013) No.5, p.362-365

[0125] (3) 강판의 경도

[0126] 어닐링 후의 강판(원판)의 판폭 중앙부로부터 시료를 채취하고, 로크웰 경도계(B 스케일)를 이용하여 표층을 5점 측정하고, 평균값을 구하여, 경도(HRB)로 했다.

[0127] (4) 강판의 신장

[0128] 어닐링 후의 강판(원판)으로부터, 압연 방향에 대하여 0° 의 방향(L 방향)으로 잘라낸 JIS5호 인장 시험편을 이용하여, 10㎜/분으로 인장 시험을 행하고, 파단한 샘플을 맞대어 전체 신장을 구했다. 그 결과를, 전체 신장(El)으로 했다.

[0129] (5) 퀀칭 후의 강판 경도(침지 퀀칭성)

[0130] 어닐링 후의 강판의 판폭 중앙으로부터 평판 시험편(폭 15㎜×길이 40㎜×판두께 3㎜)을 채취하고, 이하와 같이 70℃ 유냉(油冷)에 의해 퀀칭 처리를 실시하여, 퀀칭 경도(침지 퀀칭성)를 구했다. 퀀칭 처리는, 상기 평판 시험편을 이용하여 900℃에서 600s 유지하고 즉시 70℃의 오일로 냉각하는 방법(70℃ 유냉)으로 실시했다. 퀀칭 경도는, 퀀칭 처리 후의 시험편의 절단면에 대해서, 1/4 판두께와 판두께 중앙부에서 빅커스 경도 시험기로 하

중 1kgf의 조건하에서, 경도를 5점 측정하고, 평균 경도를 구하여, 이를 퀀칭 경도(HV)로 했다.

[0131] (6) 침탄 퀀칭 후의 강판 경도(침탄 퀀칭성)

[0132] 어닐링 후의 강판에 대해서, 930℃에서 강의 균열, 침탄 처리, 확산 처리와 같은 침탄 퀀칭 처리를 합계 시간 4시간으로 행하고, 850℃에서 30분 유지한 후, 유냉했다(유냉의 온도: 60℃). 강판 표면으로부터의 깊이 0.1㎜의 위치와 깊이 1.2㎜의 위치까지 0.1㎜ 간격으로 경도를 하중 1kgf의 조건하에서 측정하고, 침탄 퀀칭 시의 표층 0.1㎜의 경도(HV)와 유효 경화층 깊이(㎜)를 구했다. 유효 경화층 깊이란, 열처리 후 표면으로부터 경도를 측정하고, 550HV 이상이 되는 깊이라고 정의한다.

[0133] 그리고, 상기 (5), (6)에서 얻어진 결과로부터, 표 4에 나타내는 조건으로 퀀칭성 평가를 행했다. 표 4는, 퀀칭성이 충분하다고 평가할 수 있는, C 함유량에 따른 퀀칭성의 합격 규준을 나타낸 것이다. 70℃ 유냉 후 경도(HV), 침탄 퀀칭 시의 표층 0.1㎜의 깊이에 있어서의 경도(HV) 및 유효 경화 깊이의 모두가, 표 4의 규준을 만족한 경우, 합격(기호: ○로 나타냄)이라고 판정하고, 퀀칭성이 우수하다고 평가했다. 한편, 어느 값이 표 4에 나타내는 규준을 만족하지 않는 경우, 불합격(기호: ×로 나타냄)이라고 판정하고, 퀀칭성이 뒤떨어진다고 평가했다.

표 1

강번	성분 조성(질량%)																		Ac_1 변태점 (℃)	Ar_1 변태점 (℃)	Ac_3 변태점 (℃)	Ar_3 변태점 (℃)	비고
	C	Si	Mn	P	S	sol.Al	N	Cr	B	Ti	Sb, Sn	Nb	Mo	Ta	Ni	Cu	V	W					
A	0.15	0.4	0.40	0.02	0.004	0.005	0.0044	0.25	0.0030	-	-								735	720	863	851	본 발명강
B	0.14	0.25	0.35	0.01	0.003	0.005	0.0041	0.15	0.0030	-	Sb:0.010								729	714	855	842	본 발명강
C	0.15	0.25	0.40	0.01	0.003	0.006	0.0045	0.00	0.0020	-	Sb:0.015								726	712	853	840	비교강
D	0.14	0.2	0.35	0.01	0.003	0.010	0.0050	0.15	0.0025	0.02	-								728	713	863	850	본 발명강
E	0.18	0.5	0.35	0.02	0.004	0.010	0.0044	0.35	0.0020	0.05	Sb+Sn:0.0050								740	725	882	870	본 발명강
F	0.14	0.01	0.55	0.01	0.003	0.040	0.0055	0.50	0.0025	0.01	Sb:0.025								726	712	851	839	본 발명강
G	0.17	0.24	0.35	0.02	0.004	0.020	0.0044	0.15	0.0001	-	-								729	713	860	847	비교강
H	0.19	0.01	0.20	0.02	0.003	0.050	0.0047	0.35	0.0020	-	Sb+Sn:0.015								727	712	858	846	비교강
I	0.18	0.6	0.40	0.02	0.003	0.010	0.0047	0.45	0.0025	0.02	Sb:0.005								744	730	864	852	비교강
J	0.10	0.25	0.35	0.02	0.004	0.005	0.0050	0.15	0.0019	-	Sn+Sb:0.012								729	716	873	861	본 발명강
K	0.12	0.3	0.30	0.01	0.004	0.010	0.0044	0.18	0.0025	-	Sb:0.009								732	717	865	853	본 발명강
L	0.14	0.15	0.35	0.01	0.003	0.035	0.0052	0.15	0.0030	-	Sb:0.010								726	711	862	850	본 발명강
M	0.13	0.22	0.36	0.01	0.003	0.006	0.0047	0.15	0.0025	-	Sb:0.009								728	713	856	844	본 발명강
N	0.14	0.28	0.25	0.01	0.003	0.040	0.0047	0.20	0.0015	0.04	Sb:0.011								732	718	872	860	본 발명강
O	0.08	0.29	0.35	0.01	0.004	0.035	0.0050	0.13	0.0020	-	Sb:0.010								730	715	887	875	비교강
P	0.25	0.4	0.50	0.01	0.003	0.040	0.0050	0.45	0.0020	-	Sb:0.010								737	722	841	829	비교강
Q	0.14	0.01	0.55	0.01	0.003	0.040	0.0055	0.50	0.0025	0.01	Sb:0.025	0.0010							726	712	851	839	본 발명강
R	0.10	0.25	0.35	0.02	0.004	0.005	0.0050	0.15	0.0019	-	Sn+Sb:0.012		0.0010						729	716	873	861	본 발명강
S	0.12	0.3	0.30	0.01	0.004	0.010	0.0044	0.18	0.0025	-	Sb:0.009				0.0200				732	717	865	853	본 발명강
T	0.14	0.15	0.35	0.01	0.003	0.035	0.0052	0.15	0.0030	-	Sb:0.010			0.0010		0.0200			726	711	862	850	본 발명강
U	0.13	0.22	0.36	0.01	0.003	0.006	0.0047	0.15	0.0025	-	Sb:0.009						0.0010	0.0010	728	713	856	844	본 발명강

주: 밑줄은, 본 발명 범위 외.

[0134]

표 2

[0135]

시료 번호	강 번	열연 조건			어닐링 조건	마이크로 조직	{(원 상당 직경이, 1 μm 이하의 시멘타이트)/(전체 시멘타이트)}×100 (%)	페라이트 입경 (μm)	페라이트 면적률 (%)	고용 Cr 량 (%)	경도 (HRB)	신장 (%)	침지 편칭성 (HV)		침탄 퀀칭성		퀀칭성 평가	비고
		마무리 압연 출측 온도 (℃)	마무리 압연 후 700℃까지의 평균 냉각 속도 (℃/sec)	권취 온도 (℃)	어닐링 (어닐링 온도-유지 시간)								70℃ 유냉 (1/4 판두께)	70℃ 유냉 (판두께 중앙부)	침탄 퀀칭 시의 표층 0.1mm의 경도 (HV)	침탄 퀀칭 시의 유효 경화층 깊이 (mm)		
1	A	870	50	680	715℃-30h	페라이트+시멘타이트	10	7	95	0.13	73	39	385	386	640	0.70	○	본 발명예
2	B	865	60	620	715℃-30h	페라이트+시멘타이트	9	6	94	0.12	70	40	375	375	630	0.60	○	본 발명예
3	B	865	30	620	750℃-30h	페라이트+시멘타이트+펄라이트	5	9	83	0.12	70	35	377	375	685	0.75	○	비교예
4	C	870	50	620	715℃-30h	페라이트+시멘타이트	7	9	95	0.00	68	42	386	386	510	0.55	×	비교예
5	D	870	60	680	710℃-25h	페라이트+시멘타이트	12	8	94	0.08	70	40	376	377	680	0.60	○	본 발명예
6	E	890	100	590	710℃-25h	페라이트+시멘타이트	9	7	94	0.20	71	40	409	408	680	0.65	○	본 발명예
7	E	890	50	450	670℃-25h	페라이트+시멘타이트	20	6	94	0.17	74	36	410	410	680	0.65	○	비교예
8	F	865	40	600	710℃-25h	페라이트+시멘타이트	10	7	94	0.25	69	42	373	374	660	0.70	○	본 발명예
9	G	870	60	600	710℃-25h	페라이트+시멘타이트	8	7	94	0.07	71	38	330	330	500	0.53	×	비교예
10	H	880	50	660	715℃-30h	페라이트+시멘타이트	11	7	94	0.25	70	40	417	417	590	0.45	×	비교예
11	I	875	50	660	715℃-30h	페라이트+시멘타이트	9	8	94	0.23	73	35	409	409	680	0.65	○	비교예
12	J	895	50	600	715℃-30h	페라이트+시멘타이트	8	6	93	0.07	67	42	332	333	680	0.60	○	본 발명예
13	K	880	20	590	715℃-30h	페라이트+시멘타이트	7	5	95	0.15	70	40	353	353	670	0.47	○	본 발명예
14	L	870	25	590	715℃-30h	페라이트+시멘타이트	8	6	93	0.07	71	39	375	375	690	0.65	○	본 발명예
15	M	860	50	650	715℃-30h	페라이트+시멘타이트	9	6	94	0.07	72	39	365	364	690	0.70	○	본 발명예
16	N	870	40	700	715℃-30h	페라이트+시멘타이트	9	8	94	0.23	73	38	376	380	695	0.70	○	본 발명예
17	O	890	40	650	715℃-30h	페라이트+시멘타이트	8	7	95	0.07	68	42	280	295	600	0.40	×	비교예
18	P	890	40	600	715℃-30h	페라이트+시멘타이트	12	5	91	0.20	74	36	450	455	600	0.70	○	비교예
32	Q	865	50	620	710℃-25h	페라이트+시멘타이트	12	6	94	0.25	70	41	375	376	665	0.70	○	본 발명예
33	R	895	50	600	715℃-30h	페라이트+시멘타이트	9	5	92	0.07	66	43	333	335	685	0.62	○	본 발명예
34	S	880	25	590	715℃-30h	페라이트+시멘타이트	8	5	95	0.15	70	40	355	356	675	0.49	○	본 발명예
35	T	870	30	590	715℃-30h	페라이트+시멘타이트	9	7	93	0.07	72	38	377	380	695	0.65	○	본 발명예
36	U	860	45	650	715℃-30h	페라이트+시멘타이트	10	7	94	0.07	71	40	370	372	700	0.70	○	본 발명예

주: 밑줄은, 본 발명 범위 외.

표 3

시료 번호	강번	열연 조건			어닐링 조건			마이크로 조직	{(원 상당 직경 0.1㎛ 이하의 시멘타이트) ／(전체 시멘타이트)}×100 (%)	페라이트 평균 입경 (㎛)	페라이트 면적률 (%)	고용 Cr 량 (%)	경도 (HRB)	신장 (%)	침지 퀀칭성		침탄 퀀칭		비고
		마무리 압연 출구 온도 (℃)	마무리 압연 후 700℃까지의 평균 냉각 속도 (℃/sec)	권취 온도 (℃)	1단째의 어닐링 (어닐링 온도-유지 시간)	1단째에서 2단째까지의 평균 냉각 속도 (℃/h)	2단째의 어닐링 (어닐링 온도-유지 시간)								70℃ 유냉 (1/4 판 두께)	70℃ 유냉 (판두께 중앙부)	침탄 퀀칭 시의 표층 0.1mm 의 경도 (HV)	침탄 퀀칭 시의 유효 경화층 깊이 (mm)	퀀칭성 평가	
19	A	870	50	680	790℃-6h	10	710℃-30h	페라이트+시멘타이트	1	15	95	0.13	69	42	383	380	640	0.71	○	본 발명예
20	B	865	60	670	780℃-8h	10	710℃-30h	페라이트+시멘타이트	1	13	94	0.12	66	43	370	370	678	0.62	○	본 발명예
21	B	865	30	620	860℃-8h	10	710℃-30h	페라이트+시멘타이트+펄라이트	5	17	83	0.12	72	35	375	374	686	0.76	○	비교예
22	B	865	60	670	800℃-6h	50	710℃-30h	페라이트+시멘타이트	1	13	94	0.12	72	35	371	372	677	0.63	○	비교예
23	C	870	50	620	770℃-8h	10	710℃-20h	페라이트+시멘타이트	1	12	95	0.00	65	43	386	386	510	0.55	×	비교예
24	D	870	60	680	790℃-6h	8	710℃-20h	페라이트+시멘타이트	1	13	94	0.08	67	41	377	380	681	0.60	○	본 발명예
25	E	890	100	650	790℃-4h	8	710℃-25h	페라이트+시멘타이트	1	10	94	0.20	71	40	409	408	681	0.66	○	본 발명예
26	F	865	40	600	770℃-6h	10	710℃-20h	페라이트+시멘타이트	1	11	94	0.25	65	43	374	375	661	0.72	○	본 발명예
27	J	895	50	700	780℃-8h	10	710℃-30h	페라이트+시멘타이트	1	12	93	0.07	63	44	331	332	681	0.59	○	본 발명예
28	K	880	20	690	780℃-8h	10	710℃-30h	페라이트+시멘타이트	1	10	95	0.15	66	43	354	354	669	0.46	○	본 발명예
29	L	870	25	590	810℃-6h	10	710℃-30h	페라이트+시멘타이트	1	11	93	0.07	67	41	374	374	689	0.63	○	본 발명예
30	M	860	50	650	810℃-4h	10	710℃-21h	페라이트+시멘타이트	1	11	94	0.07	68	41	364	363	689	0.69	○	본 발명예
31	N	870	40	680	800℃-6h	10	710℃-25h	페라이트+시멘타이트	1	12	94	0.23	70	40	375	379	694	0.69	○	본 발명예

주: 밑줄부은, 본 발명 범위 외.

[0136]

표 4

C량	70℃ 유냉 후 경도 (HV)	침탄 퀀칭 시의 표층 0.1mm 깊이에 있어서의 경도 (HV)	침탄 퀀칭 시의 유효 경화층 깊이 (mm)
0.15%≦C<0.2%	≧350	≧600	≧0.60
0.10%≦C<0.15%	≧300	≧600	≧0.40

[0137]

[0138] 표 2 및 표 3의 결과로부터, 본 발명예의 고탄소 열연 강판은, 전체 시멘타이트 수에 대한 원 상당 직경 0.1㎛

이하의 시멘타이트 수의 비율이 12% 이하인, 페라이트와 시멘타이트로 이루어지는 조직을 갖고, 경도가 HRB로 73 이하, 전체 신장(El)이 37% 이상이고, 냉간 가공성이 우수함과 함께, 퀀칭성도 우수한 것을 알 수 있다. 한편, 본 발명의 범위를 벗어나는 비교예는, 조직, 경도(HRB), 전체 신장(El), 냉간 가공성, 퀀칭성 중 어느 하나 이상이, 전술의 목표 성능을 만족할 수 없다. 예를 들면, 강 O는 C량이 본 발명 범위보다도 낮기 때문에, 침지 퀀칭성을 만족하지 않는다. 또한, 강 P는 C량이 본 발명 범위보다도 높기 때문에, 강판의 경도, 신장의 특성을 만족하지 않는다.