(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[8]
C22C 38/00 (2006.01)

(45) 공고일자 2006년02월02일
(11) 등록번호 10-0548864
(24) 등록일자 2006년01월25일

(21) 출원번호 10-2004-7002603
(22) 출원일자 2004년02월23일
번역문 제출일자 2004년02월23일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2002/006518
국제출원일자 2002년06월27일
(65) 공개번호 10-2004-0027981
(43) 공개일자 2004년04월01일
(87) 국제공개번호 WO 2003/018857
국제공개일자 2003년03월06일

(30) 우선권주장 JP-P-2001-00255384 2001년08월24일 일본(JP)
JP-P-2001-00255385 2001년08월24일 일본(JP)
JP-P-2002-00153030 2002년05월27일 일본(JP)

(73) 특허권자 신닛뽄세이테쯔 카부시키카이샤
일본국 토쿄토 치요다구 오오테마치 2쪼메 6-3

(72) 발명자 요시나가나오끼
일본293-8511지바껭훗쯔시신또미20-1신닛뽄세이테쯔카부시키카이샤기쥬쯔가이하쯔혼부내

후지따노부히로
일본293-8511지바껭훗쯔시신또미20-1신닛뽄세이테쯔카부시키카이샤기쥬쯔가이하쯔혼부내

다까하시마나부
일본293-8511지바껭훗쯔시신또미20-1신닛뽄세이테쯔카부시키카이샤기쥬쯔가이하쯔혼부내

하시모또고지
일본293-8511지바껭훗쯔시신또미20-1신닛뽄세이테쯔카부시키카이샤기쥬쯔가이하쯔혼부내

사까모또신냐
일본299-1193지바껭기미쯔시기미쯔1반지신닛뽄세이테쯔카부시키카이샤기미쯔세이떼쯔죠내

가와사끼가오루
일본671-1188효고껭히메지시히로하따꾸후지쪼1반지신닛뽄세이테쯔카부시키카이샤히로하따세이떼쯔죠내

시노하라야스히로
일본293-8511지바껭훗쯔시신또미20-1신닛뽄세이테쯔카부시키카이샤기쥬쯔가이하쯔혼부내

세누마다께히데

일본293-8511지바껭훗쯔시신또미20-1신닛뽄세이테쯔카부시키카이
샤기쥬쯔가이하쯔혼부내

(74) 대리인 주성민
성재동

심사관 : 김종혁

(54) 딥 드로잉성이 우수한 강판, 강관 및 그 제조 방법

요약

본 발명은 자동차의 패널류, 바닥, 멤버 등에 이용되는 가공성이 우수한 강판과 그 제조 방법을 제공하는 것으로, 이 강판은 질량%로,

C : 0.08 내지 0.25 %, Si : 0.001 내지 1.5 %, Mn : 0.01 내지 2.0 %, P : 0.001 내지 0.06 %, S : 0.05 % 이하, N : 0.001 내지 0.007 %, Al : 0.008 내지 0.2 %를 충족시키는 범위로 함유하고, 잔량부가 철 및 불가피적 불순물로 이루어지며, 평균 r치가 1.2 이상, 압연 방향의 r치(rL)가 1.3 이상, 압연 방향에 대해 45°방향의 r치(rD)가 0.9 이상, 압연 방향과 직각 방향의 r치(rC)가 1.2 이상인 것을 특징으로 하는 가공성이 우수한 강판, 또한 강판 1/2 판 두께에 있어서의 판면 {111}, {100} 및 {110}의 각 X선 반사면 랜덤 강도비가 각각 2.0 이상, 1.0 이하 및 0.2 이상인 것을 특징으로 하는 청구항 1에 기재된 가공성이 우수한 강판 및 강관과 그들의 제조 방법.

색인어

딥 드로잉성, 가공성, 강판, 강관, 하이드로폼

명세서

기술분야

본 발명은, 예를 들어 자동차의 패널류, 바닥, 멤버 등에 이용되는 강판 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

본 발명의 강판은, 표면 처리를 하지 않은 것과 방청을 위해 용융 아연 도금 및 전기 도금 등의 표면 처리를 실시한 것의 양방을 포함한다. 도금이라 함은, 순아연 외에 주성분이 아연인 합금의 도금, 또는 Al이나 Al - Mg를 주체로 하는 도금도 포함된다. 또한, 하이드로폼 성형용의 강관용으로서도 적합하다.

배경기술

자동차의 경량화 필요성에 수반하여, 강판의 고강도화가 요망되고 있다. 고강도화함으로써 판 두께 감소에 의한 경량화나 충돌시의 안전성 향상이 가능해진다. 또 최근에는, 복잡한 형상의 부위에 대해 고강도 강의 강관으로부터 하이드로폼법을 이용하여 성형 가공하는 시도가 행해지고 있다. 이는 자동차의 경량화나 저비용화의 필요성에 수반하여, 부품수의 감소나 용접 플랜지 부위의 삭감 등을 겨냥한 것이다.

이와 같이 하이드로폼 등의 새로운 성형 가공 방법이 실제로 채용되면, 비용의 삭감이나 설계의 자유도가 확대되는 등의 큰 장점이 기대된다. 이러한 하이드로폼 성형의 장점을 충분히 살리기 위해서는, 이들의 새로운 성형법에 적합한 재료가 필요해진다.

그러나 고강도로 성형성, 특히 딥 드로잉성이 우수한 강판을 얻고자 하면, 예를 들어 일본 특허 공개 소56-139654호 공보에 개시되어 있는 바와 같이 C량을 현저하게 줄인 극저 탄소강에 Si, Mn, P 등을 첨가하여 강화하는 것이 필수였다.

C량을 저감하기 위해서는 제강 공정에서 진공 탈가스를 행해야만 해, 제조 과정에서 CO_2를 다량으로 발생하게 되어 지구 환경 보전의 관점에서 반드시 가장 적합한 것이라고 하기는 어렵다.

이에 대해 C량이 비교적 많고, 또한 딥 드로잉성이 양호한 강판에 대해서도 개시되어 있다. 이들 강판은 일본 특허 공고 소57-47746호 공보, 일본 특허 공고 평2-20695호 공보, 일본 특허 공고 소58-49623호 공보, 일본 특허 공고 소61-12983호 공보, 일본 특허 공고 평1-37456호 공보, 일본 특허 공개 소59-13030호 공보 등에 개시되어 있다. 그러나, 이들 강판에 대해서도, C량은 실질적으로 0.07 % 이하로 낮다. 또한, 특허 공고 소61-10012호 공보에서는, C량이 0.14 %라도 비교적 양호한 r값을 얻을 수 있는 것이 개시되어 있다. 그러나, 이것에는 P가 다량으로 함유되어 있어, 2차 가공성이 열화되거나 용접성이나 용접 후의 피로 강도에 문제가 생기는 경우가 있다. 본 발명자들은, 이러한 문제를 해결하기 위한 기술을 일본 특허 출원 제2000-403447호로서 출원하고 있다.

또한, 본 발명자들은 일본 특허 출원 제2000-52574호로서 집합 조직을 제어한 성형성이 우수한 강관에 대해 출원하고 있다. 그러나, 이러한 고온 가공에 의해 마무리된 강관에는 고체 용융 C나 고체 용융 N이 다량으로 존재하는 경우가 많아, 하이드로폼 성형시의 균열의 원인이 되거나 스트레쳐스트레인 등의 표면 결함을 유발하는 경우가 있다. 또한, 강판을 관형으로 권취한 후에 고온으로 가공 열처리를 하는 것은 생산성이 나쁘고, 지구 환경에 부담을 주거나 비용 상승으로 이어지는 문제점도 갖는다.

발명의 상세한 설명

본 발명은, C량이 많은 강에 있어서 성형성이 양호한 고강도 강판을 높은 비용을 들이는 일 없이, 또한 지구 환경에 과도한 부담을 발생시키지 않을 정도의 양호한 r치를 갖는 강판과 강관 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

이와 동시에, 본 발명은 한층 더 성형성이 양호한 강판 및 고비용을 들이는 일 없이 그를 제조하는 방법도 제공한다.

즉, 냉간 압연에 제공하는 열연 강판의 조직을 베이나이트상 또는 마르텐사이트상을 주상으로 하는 조직으로 하는 것이 냉간 어닐링 후의 딥 드로잉성을 향상시킬 수 있는 것을 발견한 것이다.

본 발명은, C량이 많은 강에 있어서 딥 드로잉성이 양호하고 또한 필요에 따라서 페라이트 이외의 베이나이트, 마르텐사이트, 오스테나이트 등을 함유하는 고강도 강판을 얻는 것이다.

본 발명은, C량과 Mn량이 비교적 많은 강에 있어서 딥 드로잉성이 양호한 고강도 강판을 높은 비용을 들이는 일 없이, 또한 지구 환경에 과도한 부담을 주지않고 제공하는 것이다.

일반적으로, C량이 비교적 많은 강에서는 열연판 중에 조대하고 경질인 탄화물이 존재한다. 이를 냉간 압연하면 탄화물 주변에서 복잡한 변형이 일어나는 결과, 어닐링하면 탄화물 주변으로부터 딥 드로잉성에 바람직하지 않은 결정 방위가 핵을 형성하여 성장한다. 이로 인해, C량이 많은 강에서는 r치가 1.0 이하가 되어 버릴 것이라 생각된다. 열연판이 베이나이트상 또는 마르텐사이트상이 주상이면 탄화물의 양이 적거나, 또는 존재해도 매우 미세하기 때문에 탄화물의 피해를 저감할 수 있을 것이라 생각된다.

본 발명자들은, 상기한 바와 같은 과제를 해결하기 위해 예의 검토를 행하여 열연판 중의 탄화물을 균일하고 또한 미세하게 분산시키고, 또한 열연 조직을 균일하게 하는 것이 C량이나 Mn량이 많은 강에 있어서의 딥 드로잉성 향상에 대해 유용하다는 종래에는 없는 지견을 얻었다.

본 발명은 상기 지견을 기초로 하여 이루어진 것으로, 그 요지는 다음과 같다.

(1) 질량%로,

C : 0.08 내지 0.25 %

Si : 0.001 내지 1.5 %

Mn : 0.01 내지 2.0 %

P : 0.001 내지 0.04 % 미만

S : 0.05 % 이하

N : 0.001 내지 0.007 %

Al : 0.008 내지 0.2 %를 충족시키는 범위로 함유하고 잔량부가 철 및 불가피적 불순물로 이루어지며, 평균 r치가 1.2 이상, 압연 방향의 r치(rL)가 1.3 이상, 압연 방향에 대해 45° 방향의 r치(rD)가 0.9 이상, 압연 방향과 직각 방향의 r치(rC)가 1.2 이상인 것을 특징으로 하는 가공성이 우수한 강판.

(2) 강판 1/2 판 두께에 있어서의 판면 {111}, {100} 및 {110}의 각 X선 반사면 랜덤 강도비가 각각 2.0 이상, 1.0 이하 및 0.2 이상인 것을 특징으로 하는 (1)에 기재된 가공성이 우수한 강판.

(3) 강판을 구성하는 결정립의 평균 결정 입경이 15 ㎛ 이상인 것을 특징으로 하는 (1) 또는 (2)에 기재된 가공성이 우수한 강판.

(4) 강판을 구성하는 결정립의 종횡비 평균값이 1.0 이상 3.0 미만인 것을 특징으로 하는 (1) 내지 (3) 중 어느 한 항에 기재된 가공성이 우수한 강판.

(5) 항복비(= 0.2 % 내력/인장 최고 강도)가 0.65 이하인 것을 특징으로 하는 (1) 내지 (4) 중 어느 한 항에 기재된 가공성이 우수한 강판.

(6) Al/N이 3 내지 25인 것을 특징으로 하는 (1) 내지 (5) 중 어느 한 항에 기재된 가공성이 우수한 강판.

(7) B를 0.0001 내지 0.01 질량% 포함하는 것을 특징으로 하는 (1) 내지 (6) 중 어느 한 항에 기재된 가공성이 우수한 강판.

(8) Zr 및 Mg 중 1 종류 또는 2 종류를 합하여 0.0001 내지 0.5 질량% 포함하는 것을 특징으로 하는 (1) 내지 (7) 중 어느 한 항에 기재된 가공성이 우수한 강판.

(9) Ti, Nb, V 중 1 종류 또는 2 종류 이상을 합하여 0.001 내지 0.2 질량% 이하 포함하는 것을 특징으로 하는 (1) 내지 (8) 중 어느 한 항에 기재된 가공성이 우수한 강판.

(10) Sn, Cr, Cu, Ni, Co, W 및 Mo 중 1 종류 또는 2 종류 이상을 합하여 0.001 내지 2.5 질량% 포함하는 것을 특징으로 하는 (1) 내지 (9) 중 어느 한 항에 기재된 가공성이 우수한 강판.

(11) Ca를 0.0001 내지 0.01 질량% 이하 포함하는 것을 특징으로 하는 (1) 내지 (10) 중 어느 한 항에 기재된 가공성이 우수한 강판.

(12) (1) 내지 (11) 중 어느 한 항에 기재된 강판을 제조하는 방법이며, (1) 또는 (6) 내지 (11) 중 어느 한 항에 기재된 화학성분을 갖는 강을 (Ar_3 변태점 − 50) ℃이상에서 열간 압연을 완료하고, 700 ℃ 이하의 온도로 권취하여 압하율 25 % 이상 60 % 미만의 냉간 압연을 실시하고, 평균 가열 속도 4 내지 200 ℃/시간으로 가열하여 최고 도달 온도를 600 내지 800 ℃로 하는 어닐링을 행하고, 5 내지 100 ℃/hr의 속도로 냉각하는 것을 특징으로 하는 성형성이 우수한 강판의 제조 방법.

(13) 인장 시험에서 평가되는 시효 지수(AI)가 40 ㎫ 이하이며, 또한 표면 조도가 0.8 이하인 것을 특징으로 하는 (1) 내지 (12) 중 어느 한 항에 기재된 가공성이 우수한 강판.

(14) 질량%로,

C : 0.03 내지 0.25 %

Si : 0.001 내지 3.0 %

Mn : 0.01 내지 3.0 %

P : 0.001 내지 0.06 %

S : 0.05 % 이하

N : 0.0005 내지 0.030 %

Al : 0.005 내지 0.3 %를 함유하고, 잔량부가 철 및 불가피적 불순물로 이루어지며, 평균 r치가 1.2 이상이고 페라이트와 석출물로 이루어지는 조직으로 구성되는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판.

(15) 질량%로,

C : 0.03 내지 0.25 %

Si : 0.001 내지 3.0 %

Mn : 0.01 내지 3.0 %

P : 0.001 내지 0.06 %

S : 0.05 % 이하

N : 0.0005 내지 0.030 %

Al : 0.005 내지 0.3 %를 충족시키는 범위로 함유하고, 잔량부가 철 및 불가피적 불순물로 이루어지며, 평균 r치가 1.3 이상, 강판의 조직 중에 베이나이트, 마르텐사이트, 오스테나이트 중 1 종류 또는 2 종류 이상을 합하여 3 내지 100 % 함유하는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 고강도 강판.

(16) 압연 방향의 r치(rL)가 1.1 이상, 압연 방향에 대해 45°방향의 r치(rD)가 0.9 이상, 압연 방향과 직각 방향의 r치(rC)가 1.2 이상인 것을 특징으로 하는 (14) 또는 (15)에 기재된 딥 드로잉성이 우수한 강판.

(17) Mn 및 C를 (Mn + 1) (l × C) > 1.5를 충족시키는 범위로 함유하는 것을 특징으로 하는 (14) 내지 (16) 중 어느 한 항에 기재된 딥 드로잉성이 우수한 고강도 냉연 강판.

(18) 강판 1/2 판 두께에 있어서의 판면 {111} 및 {100}의 각 X선 반사면 강도비가 각각 3.0 이상, 3.0 이하인 것을 특징으로 하는 (14) 내지 (17) 중 어느 한 항에 기재된 딥 드로잉성이 우수한 강판.

(19) 강판을 구성하는 페라이트립의 평균 결정 입경이 15 ㎛ 이상인 것을 특징으로 하는 (14) 내지 (18) 중 어느 한 항에 기재된 딥 드로잉성이 우수한 강판.

(20) 강판을 구성하는 페라이트립의 종횡비 평균값이 1.0 이상 5.0 미만인 것을 특징으로 하는 (14) 내지 (19) 중 어느 한 항에 기재된 딥 드로잉성이 우수한 강판.

(21) 0.2 % 내력/인장 최고 강도로 나타내는 항복비가 0.7 미만인 것을 특징으로 하는 (14) 내지 (20) 중 어느 한 항에 기재된 딥 드로잉성이 우수한 강판.

(22) Al/N이 3 내지 25인 것을 특징으로 하는 (14) 내지 (20) 중 어느 한 항에 기재된 딥 드로잉성이 우수한 강판.

(23) B를 0.0001 내지 0.01 질량% 포함하는 것을 특징으로 하는 (14) 내지 (22) 중 어느 한 항에 기재된 딥 드로잉성이 우수한 강판.

(24) Zr 및 Mg 중 1 종류 또는 2 종류을 합하여 0.0001 내지 0.5 질량% 포함하는 것을 특징으로 하는 (14) 내지 (23) 중 어느 한 항에 기재된 딥 드로잉성이 우수한 강판.

(25) Ti, Nb, V 중 1 종류 또는 2 종류 이상을 합하여 0.001 내지 0.2 질량% 포함하는 것을 특징으로 하는 (14) 내지 (24) 중 어느 한 항에 기재된 딥 드로잉성이 우수한 강판.

(26) Sn, Cr, Cu, Ni, Co, W 및 Mo 중 1 종류 또는 2 종류 이상을 합하여 0.001 내지 2.5 질량% 포함하는 것을 특징으로 하는 (14) 내지 (25) 중 어느 한 항에 기재된 딥 드로잉성이 우수한 강판.

(27) Ca를 0.0001 내지 0.01 질량% 포함하는 것을 특징으로 하는 (14) 내지 (26) 중 어느 한 항에 기재된 딥 드로잉성이 우수한 강판.

(28) (14) 내지 (18), (22) 내지 (27) 중 어느 한 항에 기재된 강판을 제조하는 방법이며, (14), (15), (17), (23) 내지 (27) 중 어느 한 항에 기재된 화학 성분을 갖고, 또한 적어도 판 두께의 1/4 내지 3/4에 있어서는 베이나이트상 및 마르텐사이트상 중 1 종류 또는 2 종류의 체적율이 70 내지 100 %인 조직을 갖는 열연 강판에 압하율 25 내지 95 %의 냉간 압연을 실시하여 재결정 온도 이상, 1000 ℃ 이하로 어닐링하는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 고강도 냉연 강판의 제조 방법.

(29) (14) 내지 (27) 중 어느 한 항에 기재된 강판을 제조하는 방법이며, (14), (15), (22) 내지 (27) 중 어느 한 항에 기재된 화학 성분을 갖는 강을 (Ar_3 변태점 − 50) ℃이상에서 열간 압연을 완료하고, 실온 내지 700 ℃로 권취하고, 압하율 30 % 이상 95 % 미만의 냉간 압연을 실시하여 평균 가열 속도 4 내지 200 ℃/시간으로 가열하고, 최고 도달 온도를 600 내지 800 ℃로 하는 어닐링을 행하고, 또한 Ac_1 변태점 이상 1050 ℃ 이하의 온도까지 가열하는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 고강도 강판의 제조 방법.

(30) (14) 내지 (27) 중 어느 한 항에 기재된 강판을 제조하는 방법이며, (14), (15), (17), (22) 내지 (27) 중 어느 한 항에 기재된 화학 성분을 갖고, 또한 적어도 판 두께의 1/4 내지 3/4에 있어서는 베이나이트상 및 마르텐사이트상 중 1 종류 또는 2 종류의 체적율이 70 내지 100 %인 조직을 갖는 열연 강판에 압하율 30 % 이상 95 % 미만의 냉간 압연을 실시하고, 평균 가열 속도 4 내지 200 ℃/시간으로 가열하여 최고 도달 온도를 600 내지 800 ℃로 하는 어닐링을 행하고, 또한 Ac_1 변태점 이상 1050 ℃ 이하의 온도까지 가열하는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 고강도 강판의 제조 방법.

(31) (14), (16) 내지 (27) 중 어느 한 항에 기재된 강판을 제조하는 방법이며, (14), (17), (22) 내지 (27) 중 어느 한 항에 기재된 화학 성분을 갖는 강을 Ar_3 변태점 이상에서 열간 압연을 완료하고, 열연 마무리 온도로부터 550 ℃까지를 평균 냉각 속도 30 ℃/s 이상으로 냉각하고, 550 ℃ 이하의 온도로 권취하고, 압하율 35 % 이상 85 % 미만의 냉간 압연을 실시하여 평균 가열 속도 4 내지 200 ℃/hr로 가열하고, 최고 도달 온도를 600 내지 800 ℃로 하는 어닐링을 행하여 5 내지 100 ℃/hr의 속도로 냉각하는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판의 제조 방법.

(32) 표면에 도금층을 갖는 것을 특징으로 하는 (14) 내지 (27) 중 어느 한 항에 기재된 딥 드로잉성이 우수한 강판.

(33) (32)에 기재된 강판을 제조하는 방법이며, 어닐링 및 냉각 후 강판의 표면에 용융 도금 또는 전기 도금을 실시하는 것을 특징으로 하는 (28) 내지 (31) 중 어느 한 항에 기재된 딥 드로잉성이 우수한 도금 강판의 제조 방법.

실시예

제1 실시 형태

본 발명의 제1 강판 또는 강관의 강 성분 조성에 대해 설명한다.

C : 고강도화에 유효하고, 또한 C량을 저감하기 위해서는 비용 상승이 되므로 0.08 질량% 이상의 첨가로 한다. 한편, 양호한 r치를 얻기 위해서는 과도한 첨가는 바람직한 것이 아니므로, 상한을 0.25 질량%로 한다. C량을 0.08 질량% 미만으로 하면 r치가 향상되는 것은 물론이지만, C를 저감하는 것은 본 발명의 목적이 아니므로 제외하였다. 0.10 이상 내지 0.18 질량%가 바람직한 범위이다.

Si : 저렴하게 기계적 강도를 높이는 것이 가능해 요구되는 강도 레벨에 따라서 첨가하면 되지만, 과잉 첨가는 도금의 습윤성이나 가공성의 열화를 초래할 뿐만 아니라 r치의 열화를 초래하므로, 상한을 15 질량%로 하였다. 하한을 0.001 질량%로 한 것은, 이 미만으로 하는 것이 제강 기술상 곤란하기 때문이다. 0.5 질량% 이하가 보다 바람직한 상한이다.

Mn : 고강도화에 유효하므로 필요에 따라서 첨가하면 좋지만, 과도한 첨가는 r치를 열화시키므로 2.0 질량%를 상한으로 한다. 0.01 질량% 미만으로 하기 위해서는 제강 비용이 상승하고, 또한 S에 기인하는 열간 압연 균열을 유발하기 때문에 이를 하한으로 한다. 0.04 내지 0.8 질량%가 바람직하다. 또한, 보다 r치를 높이고자 하는 경우에는 Mn량은 낮은 쪽이 좋으므로, 0.04 내지 0.12 질량%의 범위로 하는 것이 바람직하다.

P : 고강도화에 유효한 원소이므로, 0.001 질량% 이상 첨가한다. 0.04 질량% 이상을 첨가하면, 용접성이나 용접부의 피로 강도, 또는 2차 가공 취성에 견디는 성질이 열화되므로 이를 상한으로 한다. 바람직하게는 0.04 질량% 미만이다.

S : 불순물이며 낮을수록 바람직하고, 열간 균열을 방지하기 위해 0.05 질량% 이하로 한다. 바람직하게는, 0.015 질량% 이하이다. 또한, Mn량과의 관계에 있어서, Mn/S > 10인 것이 바람직하다.

N : 양호한 r치를 얻기 위해서는, 0.001 질량% 이상의 첨가가 필수이다. 지나치게 많으면, 시효성을 열화시키거나 다량의 Al 첨가가 필요해지므로 상한을 0.007 질량%로 한다. 0.002 내지 0.005 질량%가 보다 바람직한 범위이다.

Al은 양호한 r치를 얻기 위해 필요하므로, 0.008 질량% 이상 첨가한다. 단, 과도하게 첨가하면 그 효과는 오히려 저감될 뿐만 아니라 표면 결함을 유발하므로, 상한을 0.2 질량%로 한다. 바람직하게는 0.015 내지 0.07 질량%로 한다.

본 발명에 의해 얻어지는 강관의 관축 방향의 r치(rL)는 1.3 이상이다. r치의 측정은 JIS 12호 호형 시험 부재를 이용한 인장 시험을 행하고, 15 % 인장 후의 표점간 거리의 변화와 판 폭 변화로부터 r치의 정의에 따라서 산출한다. 또, 균일 신장이 15 %에 이르지 않는 경우에는 10 %로 평가해도 된다.

호형 시험 부재는 판형 시험 부재의 r치와는 다른 것이 일반적이고, 원래의 강관의 직경에 의해서도 변화해 버리거나, 또한 호의 변화를 측정하는 것이 곤란하기 때문에 왜곡 게이지를 장착하여 평가하는 것이 바람직하다. rL이 1.4 이상이면, 하이드로폼 성형에 대해 한층 더 바람직하다. 강관의 r치는, 그 형상으로부터 통상은 rL밖에 측정할 수 없지만, 강관을 프레스 등에 의해 평면 상의 판으로 하고 그 밖의 방향의 r치를 평가하였다고 하면 이하와 같아진다.

평균 r치가 1.2 이상, 압연 방향에 대해 45 °방향의 r치(rD)가 0.9 이상, 압연 방향에 대해 직각 방향의 r치(rC)가 1.2 이상이다. 보다 바람직하게는, 각각 1.3 이상, 1.0 이상, 1.3 이상이다. 평균 r치는, (rL + 2 ×rD + rC)/4로 부여된다. 이 경우의 r치의 측정은 JIS 13호 B 또는 JIS 5호 B 시험 부재를 이용한 인장 시험을 행하고, 15 % 인장 후의 표점간 거리의 변화와 판 폭 변화로부터 r치의 정의에 따라서 산출하면 된다. 또, 균일 신장이 15 %에 이르지 않는 경우에는 10 %로 평가해도 된다. 또, r치의 이방성은 rL ≥ rC > rD이다.

강관을 구성하는 결정립의 평균 결정 입경은 15 ㎛ 이상이다. 이 이하의 결정 입경에서는 양호한 r치를 얻을 수 없다. 또한, 이것이 60 ㎛ 이상이 되면 성형시에 표면 거칠어짐 등의 문제가 되는 경우가 있으므로, 60 ㎛ 미만인 것이 바람직하다. 결정 입경은, 판면과 수직이고 압연 방향과 평행한 절단면(L 단면)의 판 두께 3/8 내지 5/8의 범위 내에 대해 점산법 등에 의해 측정하면 된다. 또, 측정 오차를 저감하기 위해서는 결정립이 100개 이상 존재하는 면적에 대해 측정해야만 한다. 에칭은 나이탈이 바람직하다. 결정립이라 함은 페라이트립인 것이고, 평균 결정 입경이라 함은 상기한 바와 같이 측정한 결정 입경 전체 데이터의 산술 평균(단순 평균)으로 한다.

본 발명의 강관은, JIS 12호 호형 시험 부재를 이용한 인장 시험에 의해 평가되는 시효 지수(AI)가 40 ㎫ 이하이다. 고체 용융 C가 다량으로 잔존하면, 성형성이 열화되거나 성형시에 스트레처스트레인 등이 발생되는 경우가 있다. 보다 바람직하게는 25 ㎫ 이하이다.

AI는 다음과 같이 하여 측정한다. 우선, 관축 방향으로 10 %의 인장 변형을 부여한다. 10 % 인장 변형시의 유동 응력을 σ1이라 한다. 다음에 100 ℃에서 1 hr의 열처리를 가하고, 다시 인장 시험을 행하였을 때의 하항복 응력을 σ2라 하였을 때, AI = σ2 − σ1로 부여된다.

AI는, 고체 용융 C 및 N량과 정의 상관이 있는 것은 잘 알려져 있다. 고온 직경 축소 가공에 의해 제조된 강관에서는, 저온(200 내지 450 ℃)에서의 후열처리를 행하지 않는 한은 AI가 40 ㎫를 넘어 버려 본 발명과는 다르다. 본 발명의 강관은, 100 ℃, 1 hr 인공 시효 후의 인장 시험에 있어서의 항복점 신장이 1.5 % 이하인 것이 바람직하다.

본 발명의 강관은 표면 조도가 작다. 즉, JIS B 0601로 규정되는 Ra가 0.8 이하이다. 상기한 고온 직경 축소 가공에 의해 제조된 강관이 0.8 이상인 것과는 대조적이다. 보다 바람직하게는 0.6 이하이다.

본 발명에 의해 얻어지는 강관은, 적어도 판 두께 중심에 있어서의 판면의 X선 반사면 랜덤 강도비가 {111}면, {100}면 및 {110}면에 대해 각각 2.0 이상, 1.0 이하 및 0.2 이상이다. X선 측정은 강관 그 자체로는 측정할 수 없으므로, 다음과 같이 하여 행한다.

우선, 강관을 적절하게 절단하고 프레스 등에 의해 판형으로 한다. 이를 측정판 두께까지 기계 연마 등에 의해 감소시키고, 최종적으로는 1 평균 결정 입경 이상을 기준으로 30 내지 100 ㎛ 정도 두께를 감소시키도록 화학 연마에 의해 마무리한다. 랜덤 강도비라 함은, 랜덤 샘플의 X선 강도를 기준으로 하였을 때의 상대적인 강도이다.

판 두께 중심이라 함은 판 두께의 3/8 내지 5/8의 범위를 가리키고, 측정은 이 범위의 임의의 면에서 행하면 된다. {111}면이 많을수록 r치가 향상되는 것은 상식이며, 이것이 높게 넘은 경우는 없지만 본 발명에서는 {111}면 뿐만 아니라 {110}면의 랜덤 강도비가 통상보다 높은 것에 특징이 있다.

{110}은, 일반적으로 딥 드로잉성을 열화시키는 면방위이기 때문에 꺼려지지만, 본 발명의 경우 {110}을 적절히 잔존시키는 것은 rL과 rC의 향상에는 바람직하다. 본 발명에서 얻어지는 {110}면이라 함은, {110} <110>, {110} <331>, {110} <001>, {110} <113> 등으로 이루어진다.

{111} <112> 또는 {554} <225> 중 어느 하나, 또는 양방의 X선 랜덤 강도비는 1.5 이상이다. 이들의 방위는 하이드로폼 성형성을 향상시키는 방위이며, 또한 앞서 서술한 고온 직경 축소에서는 일반적으로는 얻기 어려운 방위이기 때문이다.

또, {hk1} <uvw>라 함은 판면의 법선 방향의 결정 방위가 <hk1>이고, 관축 방향의 방위가 <uvw>인 것을 나타내고 있다. 상기한 {hk1} <unw>로 나타내는 결정 방위의 존재는, 급수 전개법에 의해 계산된 3차원 집합 조직인 Ø2 = 45°단면 상의 (110) [1 - 10], (110) [3 - 30], (110) [001], (110) [1 - 13], (111) [1 - 21], (554) [- 2 - 25]의 강도에 의해 확인할 수 있다. Ø2 = 45°단면 상의 (111) [1 - 10], (111) [1 - 21] 및 (554) [- 2 - 25]의 강도는 각각 3.0 이상, 2.0 이상 및 2.0 이상인 것이 바람직하다.

강관을 구성하는 결정립의 평균 결정 입경은 15 ㎛ 이상이다. 이 이하의 결정 입경에서는 양호한 r치를 얻을 수 없다. 또한, 이것이 60 ㎛ 이상이 되면 성형시에 표면 거칠어짐 등의 문제가 되는 경우가 있으므로, 60 ㎛ 미만인 것이 바람직하다.

결정 입경은, 판면과 수직이고 압연 방향과 평행한 절단면(L 단면)의 판 두께 3/8 내지 5/8의 범위 내에 대해 점산법 등에 의해 측정하면 된다. 또, 측정 오차를 저감하기 위해서는 결정립이 100개 이상 존재하는 면적에 대해 측정해야만 한다. 에칭은 나이탈이 바람직하다. 결정립이라 함은 페라이트립이고, 평균 결정 입경이라 함은 상기한 바와 같이 측정한 결정 입경의 전체 데이터의 산술 평균(단순 평균)으로 한다.

또한, 강관을 구성하는 결정립의 종횡비 평균은 1.0 이상 3.0 이하이다. 이 범위 밖이면 양호한 r치를 얻을 수 없다. 종횡비라 함은, JIS G 0552의 방법에 의해 측정되는 전신도와 동일하다. 즉, 본 발명의 경우, 판면과 수직이고 압연 방향과 평행한 절단면(L 단면)에 있어서의 판 두께 3/8 내지 5/8의 범위 내의 압연 방향에 수직인 일정 길이의 선분에 의해 절단되는 결정립의 수로 압연 방향에 평행한 상기와 동일한 길이의 선분에 의해 절단되는 결정립의 수를 나눈 것으로 부여된다. 종횡비의 평균값이라 함은, 상기한 바와 같이 측정한 종횡비의 전체 데이터의 산술 평균(단순 평균)이라 정의한다.

본 발명의 강관의 조직은 특별히 규정하는 것은 아니지만, 90 % 이상의 페라이트와 10 % 이하의 세멘타이트 및 펄라이트 중 1 종류 또는 2 종류에 의해 구성되는 것이 양호한 가공성을 확보하는 관점에서 바람직하다. 보다 바람직하게는 각각 95 % 이상, 5 % 이하이다. 이들 Fe와 C를 주성분으로 하는 탄화물 중 체적율 30 % 이상은, 페라이트 결정립 내에 존재하는 것도 본 발명의 특징이다.

즉, 페라이트의 결정 입계에 존재하는 탄화물의 전탄화물 체적에 대한 비율은 최고라도 30 %에 미치지 못한다. 탄화물이 결정 입계에 다량으로 존재하면, 국부 연성이 열화되기 때문에 하이드로폼 성형용으로 바람직하지 않다. 50 % 이상이 페라이트 결정립 내에 존재하는 것이 더 바람직하다.

본 발명의 강관용 강판의 인장 시험에서 평가되는 항복비(0.2 % 내력/최고 인장 강도)는 통상은 0.65 이하이지만, 스킨 패스율을 높이거나 어닐링 온도를 내리면 이 이상이 되는 경우가 있다. 형상 동결성의 관점에서는 0.65 이하인 것이 바람직하다.

Al/N은 3 내지 25의 범위인 것이 바람직하다. 이 범위 밖에서는 양호한 r치를 얻는 것이 곤란해진다. 바람직하게는 5 내지 15의 범위이다.

B는 r치를 향상시키거나 2차 가공성 취성에 견디는 성질의 개선에 유효하므로, 필요에 따라서 첨가한다. 0.0001 질량% 미만에서는 그 효과는 근소하고, 0.01 질량% 이상 첨가해도 각별한 효과는 얻을 수 없다. 0.0002 내지 0.0030 질량%가 바람직한 범위이다.

Zr과 Mg는 탈산 원소로서 유효하다. 한편, 과잉 첨가는 산화물 및 황화물이나 질화물의 다량의 정출이나 석출을 초래하여 청정도가 열화되고, 연성을 저하시켜 버리는 데다가 도금성을 손상시킨다. 따라서, 필요에 따라서 이들 중 1 종류 또는 2 종류를 합하여 0.0001 내지 0.50 질량%로 한다.

Ti, Nb, V도 필요에 따라서 첨가한다. 이들은 탄화물 및 질화물 혹은 탄질화물을 형성함으로써 강재를 고강도화하거나 가공성을 향상시킬 수 있으므로, 이들 중 1 종류 또는 2 종류 이상을 합하여 0.001 질량% 이상 첨가한다. 그 합계가 0.2 질량%를 넘은 경우에는, 모상인 페라이트 입자 내 혹은 입계에 다량의 탄화물 및 질화물 혹은 탄질화물로서 석출하여 연성을 저하시키기 때문에, 첨가 범위를 0.001 내지 0.2 질량%로 하였다. 보다 바람직하게는, 0.01 내지 0.06 질량%이다.

Sn, Cr, Cu, Ni, Co, W, Mo는 강화 원소로, 필요에 따라서 이들 중 1 종류 또는 2 종류 이상을 합하여, 필요에 따라서 0.001 질량% 이상 첨가한다. 과잉 첨가는 비용 상승이나 연성의 저하를 초래하므로, 2.5 질량% 이하로 하였다.

Ca : 개재물 제어 외에 탈산에 유효한 원소로, 적절한 양의 첨가는 열간 가공성을 향상시키지만 과잉 첨가는 반대로 열간 취화를 조장하므로, 필요에 따라서 0.0001 내지 0.01 질량%의 범위로 첨가한다.

또, 불가피적 불순물로서 O, Zn, Pb, As, Sb 등을 각각 0.02 질량% 이하의 범위로 포함하고 있어도 본 발명의 효과를 잃는 것은 아니다.

또한, 제조에 있어서는 용광로, 전로, 전기로 등에 의한 용제에 이어 각종 2차 제련을 행하여 잉곳 주조나 연속 주조를 행하고, 연속 주조의 경우에는 실온 부근까지 냉각하는 일 없이 열간 압연하는 CC - DR 등의 제조 방법을 조합해도 상관없다. 주조 잉곳이나 주조 슬라브를 재가열하여 열간 압연을 행해도 되는 것은 물론이다. 열간 압연의 가열 온도는 특별히 한정되는 것은 아니지만, AlN을 고체 용융 상태로 하기 위해 1100 ℃ 이상으로 하는 것이 바람직하다.

열연의 마무리 온도는 (Ar_3 - 50) ℃ 이상에서 행한다. 바람직하게는 (Ar_3 + 30) ℃ 이상, 더욱 바람직하게는 (Ar_3 + 70) ℃ 이상이다. 본 발명에 있어서는 열연판의 집합 조직은 가능한 한 랜덤하게 하고, 또한 열연판의 결정 입경을 가능한 한 성장시켜 두는 것이 최종 제품의 r치 향상에 바람직하기 때문이다.

열연 후의 냉각 속도는 특별히 지정하는 것은 아니지만, 권취 온도까지의 평균 냉각 속도를 30 ℃/s 미만으로 하는 것이 바람직하다.

권취 온도는 700 ℃ 이하로 한다. AlN의 조대화를 억제함으로써 양호한 r치를 확보하기 위함이다. 바람직하게는 620 ℃ 이하이다. 열간 압연의 1 패스 이상에 대해 윤활을 실시해도 좋다. 또한, 조압연 바아를 서로 접합하여 연속적으로 마무리 열연을 행해도 좋다. 조압연 바아는 한번 권취하고 다시 되감은 후에 마무리 열연에 제공해도 상관없다. 권취 온도의 하한은 특별히 정하는 일 없이 본 발명의 효과를 얻을 수 있지만, 고체 용융 C를 저감하는 관점에서 350 ℃ 이상으로 하는 것이 바람직하다.

열간 압연 후는 산 세척하는 것이 바람직하다.

열연 후의 냉간 압연은 본 발명에 있어서 중요하다. 즉, 이를 25 내지 60 % 미만으로 한다. 종래의 기술에서는 냉연 압하율을 60 % 이상으로 하는 강압하 냉연에 의해 r치의 향상을 도모하는 것이 기본이지만, 본 발명의 강판에서는 오히려 냉연율을 낮게 하는 것이 긴요한 것을 새롭게 발견한 것이다. 냉연율이 25 % 미만 또는 60 % 이상이면 r치가 낮아지기 때문에, 25 내지 60 % 미만으로 한정한다. 30 내지 55 %가 보다 바람직한 범위이다.

어닐링은 상자 어닐링이 기본이지만, 하기의 요건을 충족시키면 이에 한정되는 것은 아니다. 양호한 r치를 얻기 위해서는, 가열 속도를 4 내지 200 ℃/hr로 할 필요가 있다. 또는, 10 내지 40 ℃/hr가 바람직하다. 최고 도달 온도도 r치 확보의 관점에서 600 내지 800 ℃로 하는 것이 바람직하다. 600 ℃ 미만에서는 재결정이 완료되지 않아 가공성이 열화된다.

한편, 800 ℃ 이상에서는 α+ γ영역의 γ분율이 높은 측으로 들어 가기 때문에, 가공성이 열화되는 경우가 있다. 또, 최고 도달 온도에서의 유지 시간은 특별히 지정하는 것은 아니지만, (최고 도달 온도 - 20) ℃ 이상에서의 유지 시간이 2 hr 이상인 것이 r치 향상의 관점에서 바람직하다. 냉각 속도는, 고체 용융 C를 충분히 저감하는 관점에서 결정된다. 즉, 5 내지 100 ℃/hr의 범위로 한다.

어닐링 후의 스킨 패스는 형상 강제나 강도 조정, 또는 상온비 시효성을 확보하는 관점에서 필요에 따라서 행한다. 0.5 내지 5.0 %가 바람직한 압하율이다.

이와 같이 하여 제조된 강판을 압연 방향이 관축 방향이 되도록 용접한다. 압연 방향 이외에, 예를 들어 압연 방향과 직각 방향이 관축이 되도록 해도 하이드로폼용으로서 특별히 열화하는 것이 되지는 않지만, 생산성이 열화되기 때문이다.

강관의 제조에 있어서는, 통상은 전봉 용접을 이용하지만 TIG, MIG, 레이저 용접, UO나 단접 등의 용접 및 관 제작 수법 등을 이용할 수도 있다. 이들 용접 강관 제조에 있어서, 용접 열영향부에 대해서는 필요로 하는 특성에 따라서 국부적인 고체 용융화 열처리를 단독 혹은 복합하여, 경우에 따라서는 복수회 거듭 실시해도 돼 본 발명의 효과를 더 높인다. 이 열처리는 용접부와 용접 열영향부에만 부가하는 것이 목적이며, 제조시에 온라인에서 혹은 오프라인에서 시행할 수 있다. 또, 동일한 열처리를 가공성을 향상시킬 목적으로 강관 전체에 대해 실시해도 상관없다.

제2 실시 형태

본 발명의 제2 강판 또는 강관의 강 성분 조성에 대해 설명한다.

C : 고강도화에 유효하고, 또한 C량을 저감하기 위해서는 비용 상승이 된다. 또한, C량을 높임으로써 열연 조직을 베이나이트나 마르텐사이트를 주상으로 하는 조직으로 만들어 넣는 것도 용이해지므로, 적극적으로 첨가한다. 0.03 질량% 이상의 첨가로 하지만, 양호한 r치나 용접성을 얻기 위해서는 과도한 첨가는 바람직한 것이 아니며 상한을 0.25 %로 한다. 0.05 내지 0.17 %가 바람직한 범위이다. 보다 바람직하게는, 0.08 % 내지 0.16 %이다.

Si : 저렴하게 기계적 강도를 높이는 것이 가능해 요구되는 강도 레벨에 따라서 첨가한다. 또한, Si는 열연판 중에 존재하는 탄화물의 양을 저감하거나, 크기를 미세하게 하는 것을 통해 r치를 높이는 효과도 갖는다. 한편 과잉 첨가는, 도금의 습윤성이나 가공성의 열화를 초래할 뿐만 아니라 r치가 열화되므로 상한을 3.0 질량%로 한다. 하한을 0.001 %로 한 것은, 이 미만으로 하는 것이 제강 기술상 곤란하기 때문이다. r치를 향상시키는 관점에서는 0.4 내지 2.3 %가 바람직한 범위이다.

Mn : 고강도화에 유효할 뿐만 아니라, 열연 조직을 베이나이트나 마르텐사이트를 주상으로 하는 조직으로 하는 데 유효한 원소이다. 한편, 과도한 첨가는 r치를 열화시키므로 3.0 질량%를 상한으로 한다. 0.01 질량% 미만으로 하기 위해서는 제강 비용이 상승하고, 또 S에 기인하는 열간 압연 균열을 유발하기 때문에 이를 하한으로 한다. 2.4 질량%가 양호한 딥 드로잉성을 얻기 위해 바람직한 상한이다. 또, 열연 조직을 적절하게 제어하기 위해 Mn % ×11C % > 1.5를 충족시키는 것이 바람직하다.

P : 고강도화에 유효한 원소이므로 0.001 % 이상 첨가한다. 0.06 % 이상을 첨가하면 용접성이나 용접부의 피로 강도, 또는 2차 가공 취성에 견디는 성질이 열화되기 때문에 이를 상한으로 한다. 바람직하게는 0.04 % 미만이다.

S : 불순물로 낮을수록 바람직하고, 열간 균열을 방지하기 위해 0.05 % 이하로 한다. 바람직하게는 0.015 % 이하이다. 또한, Mn량과의 관계에 있어서 Mn/S > 10인 것이 바람직하다.

N : 본 발명에 있어서 중요하다. 냉연 후의 서서히 가열할 때 Al과의 클러스터나 석출물을 형성함으로써, 집합 조직을 발달시켜 딥 드로잉성이 향상된다. 양호한 r치를 얻기 위해서는 0.001 % 이상의 첨가가 필수이다. 지나치게 많으면 시효성을 열화시키거나, 다량의 Al 첨가가 필요해지므로 상한을 0.03 %로 한다. 0.002 내지 0.007 %가 보다 바람직한 범위이다.

Al : 본 발명에 있어서 중요하다. 냉연 후의 서서히 가열할 때 N과의 클러스터나 석출물을 형성함으로써, 집합 조직을 발달시켜 딥 드로잉성이 향상된다. 또한, 탈산 원소로서도 유용하므로 0.005 질량% 이상 첨가한다. 단, 과도하게 첨가하면 비용 상승이 되고 표면 결함을 유발하여 r치도 저하한다. 따라서, 상한을 0.3 질량%로 한다. 바람직하게는 0.01 내지 0.10 질량%로 한다.

본 발명의 강판 조직은 이하와 같다. 즉, 베이나이트, 오스테나이트, 마르텐사이트 중 1 종류 또는 2 종류 이상을 합하여 적어도 3 % 함유한다. 5 % 이상이 더 바람직하다. 잔량부는 페라이트로 구성되는 것이 바람직하다. 베이나이트, 오스테나이트, 마르텐사이트는 강의 기계적 강도를 높이는 데 유효하기 때문이다. 또한, 잘 알려진 바와 같이 베이나이트는 버링 가공성이나 구멍 확장성을 향상시키고, 오스테나이트는 n치나 신장을 향상시키고, 마르텐사이트는 YR(항복 강도/인장 강도)을 낮게 하는 효과를 가지므로, 제품판에 대한 요구 특성에 따라서 적절하게 상기한 각 상의 체적율을 변화시키면 된다. 단, 그 체적율이 3 % 미만에서는, 그다지 명확한 효과를 기대할 수 없다. 예를 들어, 버링 특성을 향상시키기 위해서는 90 내지 100 %의 베이나이트와 0 내지 10 %의 페라이트로 이루어지는 조직이, 또한 신장을 향상시키기 위해서는 3 내지 30 %의 잔류 오스테나이트와 70 내지 97 %의 페라이트로 이루어지는 조직이 바람직하다. 또, 여기서의 베이나이트라 함은 상부 베이나이트나 하부 베이나이트 외에, 아시큘러페라이트나 베이니틱페라이트를 포함한다.

또한, 양호한 연성이나 버링 특성을 위해서는 마르텐사이트의 함유율을 30 % 이하로 하는 것이 바람직하고, 펄라이트의 함유율을 15 % 이하로 하는 것이 바람직하다.

이들 조직의 체적분율은 강판의 판 폭 방향에 수직인 단면에 있어서, 판 두께의 1/4 내지 3/4의 임의의 장소를 광학 현미경에 의해 200 내지 500배로 5 내지 20 시야 관찰하고, 점산법에 의해 구한 값이라 정의한다. 광학 현미경 대신에 EBSP법을 이용하는 것도 유용하다.

본 발명에 의해 얻을 수 있는 강판의 평균 r치는 1.3 이상이다. 또한, 압연 방향의 r치(rL)가 1.1 이상, 압연 방향에 대해 45 °방향의 r치(rD)가 0.9 이상, 압연 방향에 대해 직각 방향의 r치(rC)가 1.2 이상이다. 보다 바람직하게는, 평균 r치가 1.4 이상, rL, rD, rC가 각각 1.2 이상, 1.0 이상, 1.3 이상이다. 평균 r치는, (rL + 2 ×rD + rC)/4로 부여된다. r치의 측정은 JIS 13호 B 또는 JIS 5호 B 시험 부재를 이용한 인장 시험을 행하고, 10 % 또는 15 % 인장 후의 표점간 거리의 변화와 판 폭 변화로부터 r치의 정의에 따라서 산출하면 된다. 균일 신장이 10 %에 미치지 못하는 경우에는, 3 % 이상으로 균일 신장하여 이하의 인장 변형을 부여하여 평가하면 된다.

본 발명에 의해 얻을 수 있는 강판은, 적어도 판 두께 중심에 있어서의 판면의 X선 반사면 랜덤 강도비가 {111}면 및 {100}면에 대해 각각 4.0 이상, 3.0 이하이다. 보다 바람직하게는 각각 6.0 이상, 1.5 이하이다. 랜덤 강도비라 함은, 랜덤 샘플의 X선 강도를 기준으로 하였을 때의 상대적인 강도이다. 판 두께 중심이라 함은 판 두께의 3/8 내지 5/8의 범위를 가리키고, 측정은 이 범위의 임의의 면에서 행하면 된다. 급수 전개법에 의해 계산된 3차원 집합 조직의 Ø2 = 45 °단면 상의 (111)〔1 - 10〕, (111)〔1 - 21〕, (554)〔- 2 - 25〕의 강도는 각각 3.0 이상, 4.0 이상, 4.0 이상인 것이 바람직하다. 또, 본 발명에 있어서는 {110}면의 X선 랜덤 강도비가 0.1 이상, 상기 Ø2 = 45°단면에 있어서의 (110)〔1 - 10〕 및 (110)〔001〕의 강도가 1.0을 넘는 경우가 있어, 이 때에는 rL과 rC가 향상된다.

Al/N은 3 내지 25의 범위인 것이 바람직하다. 이 범위 밖에서는 양호한 r치를 얻는 것이 곤란해진다. 바람직하게는 5 내지 15의 범위이다.

B는 r치를 향상시키거나 2차 가공성 취성에 견디는 성질의 개선에 유효하므로, 필요에 따라서 첨가한다. 0.0001 % 미만에서는 그 효과는 근소하고, 0.01 % 이상 첨가해도 각별한 효과는 얻을 수 없다. 0.0002 내지 0.0030 %가 바람직한 범위이다.

Mg는 탈산 원소로서 유효하다. 한편, 과잉 첨가는 산화물 및 황화물이나 질화물의 다량의 정출이나 석출을 초래하여 청정도가 저하되고, 연성이나 r치를 저하시키는 데다가 도금성을 손상시킨다. 따라서, 질량%로 0.0001 내지 0.50 %로 한다.

Ti, Nb, V, Zr도 필요에 따라서 첨가한다. 이들은 탄화물 및 질화물 혹은 탄질화물을 형성함으로써 강재를 고강도화한 가공성을 향상시킬 수 있으므로, 1 종류 또는 2 종류 이상을 합하여 0.001 % 이상 첨가한다. 그 합계가 0.2 %를 넘은 경우

에는 모상인 페라이트 입자 내, 혹은 입계에 다량의 탄화물 및 질화물 혹은 탄질화물로서 석출하여 연성을 저하시킨다. 또한, 다량의 첨가는 고체 용융 N을 열연판 단계에서 고갈시키므로, 냉연 후 서서히 가열 중에 고체 용융 Al과 고체 용융 N이 반응할 수 없게 되어 r치가 열화된다. 따라서, 그 범위를 0.001 내지 0.2 질량%로 한다. 보다 바람직하게는, 0.001 내지 0.08 질량% 내지 0.001 내지 0.04 질량%이다.

Sn, Cr, Cu, Ni, Co, W, Mo는 강화 원소로, 필요에 따라서 이들 중 1 종류 또는 2 종류 이상을 합하여, 필요에 따라서 질량%로 0.001 % 이상 첨가한다. 과잉 첨가는 비용 상승이나 연성의 저하를 초래하기 때문에, 2.5 % 이하로 하였다.

Ca : 개재물 제어 외에 탈산에 유효한 원소로, 적절한 양의 첨가는 열간 가공성을 향상시키지만 과잉 첨가는 반대로 열간 취화를 조장하기 때문에, 필요에 따라서 질량%로 0.0001 내지 0.01 %의 범위로 한다.

또한, 불가피적 불순물로서 O, Zn, Pb, As, Sb 등을 각각 0.02 질량% 이하의 범위로 포함해도 본 발명의 효과를 잃는 것은 아니다.

또한, 제조에 있어서는 용광로 및 전기로 등에 의한 용제에 이어 각종 2차 제련을 행하여 잉곳 주조나 연속 주조를 행하고, 연속 주조의 경우에는 실온 부근까지 냉각하는 일 없이 열간 압연하는 CC - DR 등의 제조 방법을 조합하여 제조해도 상관없다. 주조 잉곳이나 주조 슬래브를 재가열하여 열간 압연을 행해도 좋은 것은 물론이다. 열간 압연의 가열 온도는 특별히 한정하는 것은 아니지만, AlN을 고체 용융 상태로 하기 위해 1100 ℃ 이상으로 하는 것이 바람직하다. 열연 마무리 온도는 (Ar_3 - 50) ℃ 이상에서 행한다. 바람직하게는 Ar_3점 이상으로 한다. Ar_3 변태점으로부터 (Ar_3 - 100) ℃의 온도 영역에서는, 열연 후의 냉각 속도는 특별히 지정하는 것은 아니지만 AlN의 석출을 방지하기 위해 권취 온도까지의 평균 냉각 속도를 10 ℃/s 이상으로 하는 것이 바람직하다. 권취 온도는 실온 이상 700 ℃ 이하로 한다. AlN의 조대화를 억제함으로써 양호한 r치를 확보하기 위함이다. 바람직하게는 620 ℃ 이하, 더욱 바람직하게는 580 ℃ 이하이다. 열간 압연의 1 패스 이상에 대해 윤활을 실시해도 좋다. 또한, 조압연 바아를 서로 접합하여 연속적으로 마무리 열연을 행해도 좋다. 조압연 바아는, 한번 권취하고 다시 되감은 후에 마무리 열연에 제공해도 상관없다. 열간 압연 후에는 산 세척하는 것이 바람직하다.

열연 후의 냉간 압연의 압하율은 25 내지 95 %로 한다. 냉연의 압하율이 25 % 미만 또는 95 % 이상이면 r치가 낮아지므로 이 범위로 한정한다. 바람직하게는, 40 내지 80 %이다.

냉연 후에는, 양호한 r치를 얻기 위한 어닐링과 조직을 만들어 넣기 위한 열처리를 행한다. 전반의 어닐링과 후반의 열처리는 가능하면 연속 라인에서 행해도 좋고, 오프라인에서 나누어 행해도 상관없다. 상기한 어닐링 후에 10 % 이하의 냉간 압연을 실시해도 상관없다. 우선, 어닐링은 상자 어닐링이 기본이지만, 하기의 요건을 충족시키면 이에 한정되는 것은 아니다. 양호한 r치를 얻기 위해서는, 평균 가열 속도를 4 내지 200 ℃/hr로 할 필요가 있다. 또는, 10 내지 40 ℃/hr가 바람직하다. 최고 도달 온도도 r치 확보의 관점에서 600 내지 800 ℃로 하는 것이 바람직하다. 600 ℃ 미만에서는 재결정이 완료되지 않아 가공성이 열화된다. 한편, 800 ℃ 이상에서는 α+ γ영역의 γ분율이 높은 측으로 들어 가기 때문에, 딥 드로잉성이 열화되는 경우가 있다. 또, 최고 도달 온도에서의 유지 시간은 특별히 지정하는 것은 아니지만, (최고 도달 온도 -20) ℃ 이상에서의 유지 시간이 1 hr 이상인 것이 r치 향상의 관점에서 바람직하다. 냉각 속도는 특별히 한정하지 않지만, 상자 어닐링에 있어서 노 내에서 냉각하는 경우에는 5 내지 100 ℃/hr의 범위가 된다. 이 때의 냉각 종점 온도는 100 ℃ 이하로 하는 것이 코일 반송 핸들링의 관점에서 바람직하다. 계속해서 베이나이트, 마르텐사이트, 오스테나이트의 각 상을 얻기 위한 열처리를 행한다. 어떠한 경우에도 Ac_1 변태점 이상에서의 가열, 즉 α+ γ2상 영역 이상에서의 가열이 필수가 된다. 가열이 Ac_1점 미만에서는 이들의 상은 얻을 수 없다. 바람직하게는 (Ac_1 + 30) ℃가 하한이다. 한편, 1050 ℃ 이상으로 해도 각별한 효과가 없을 뿐만 아니라, 히트 패클 등의 통판 트러블을 유발하기 때문에 이를 상한으로 한다. 950 ℃가 보다 바람직한 상한이다.

냉간 압연에 제공하는 열연판의 조직을 제어함으로써, 더 양호한 딥 드로잉성을 얻을 수 있다. 열연판의 조직은 적어도 판 두께 1/4 내지 3/4의 범위에서는, 베이나이트상 및 마르텐사이트상 중 1 종류 또는 2 종류의 체적율을 합하여 70 % 이상으로 하는 것이 바람직하다. 상기 체적율은 80 % 이상이 바람직하고, 90 % 이상이면 더 바람직하다. 또한, 판 두께의 전체 범위에 걸쳐서 이러한 조직을 갖는 것이 바람직한 것은 물론이다. 열연 조직을 베이나이트나 마르텐사이트로 하는 것이 냉연 어닐링 후의 딥 드로잉성을 향상시키는 이유는 반드시 명백하지는 않지만, 이미 서술한 바와 같이 열연판에 있어서의 탄화물을 미세하게 하는 것, 또는 결정 입경을 미세하게 하는 효과에 의한 것이라 추측된다. 또 여기서의 베이나이트라 함은, 상부 베이나이트나 하부 베이나이트 외에 아시큘러페라이트, 베이니틱페라이트를 포함한다. 탄화물을 미세화하는 관점에서는, 상부 베이나이트보다도 하부 베이나이트 쪽이 바람직한 것은 물론이다. 열연판 조직을 상술한 바와 같은 조직으로 제어하면 가열 속도가 4 내지 200 ℃/hr인 어닐링을 채용할 필요는 없고, 급속 가열 어닐링이라도 높은 γ값을 얻는 것이 가능하다.

그 때의 어닐링 온도는 재결정 온도 이상, 1000 ℃ 이하로 한다. 재결정 온도라 함은, 재결정이 개시되는 온도를 나타낸다. 어닐링 온도가 재결정 온도 미만이면 양호한 집합 조직이 발달되지 않고, 강판 1/2 판 두께에 있어서의 판면 {111}, {100}의 각 X선 반사면 랜덤 강도비가 각각 3.0 이상, 3.0 이하를 확보할 수 없어 r치도 열악해지기 쉽다. 또한, 연속 어닐링이나 연속 용융 아연 도금 공정에서 어닐링하는 경우에는, 어닐링 온도를 1000 ℃ 이상으로 하면 히트 패클 등을 유발하여 판 파단 등의 원인이 되기 때문에 이를 상한으로 한다. 어닐링 후에 베이나이트, 오스테나이트, 마르텐사이트, 펄라이트 등의 제2 상을 얻고자 하는 경우에는, 어닐링 온도를 α+ γ2상 영역 또는 γ단상 영역에서 가열하고, 각각의 상을 얻는 데 적합한 냉각 속도와 시효 조건, 용융 아연 도금을 실시하는 경우에는 도금욕 온도나 이어지는 합금화 온도를 선택할 필요가 있는 것은 물론이다. 또 본 발명에서는, 상자 어닐링을 이용하는 것도 물론 가능하다. 이 경우, 양호한 r치를 얻기 위해서는, 가열 속도를 4 내지 200 ℃/hr로 하는 것이 바람직하다. 또는 10 내지 40 ℃/hr가 바람직하다. 이렇게 얻어지는 평균 r치는 1.3 이상이 되는 반면, 베이나이트, 오스테나이트, 마르텐사이트를 얻는 것이 곤란한 것은 이미 서술한 바와 같다.

본 발명에 있어서는, 상기 어닐링을 실시한 강판에 도금을 실시해도 상관없다. 도금이라 함은, 순아연 외에 주성분이 아연인 합금의 도금, 또는 Al이나 Al - Mg를 주체로 하는 도금도 포함된다. 아연 도금은, 연속 용융 아연 도금 라인에서 어닐링과 도금을 연속으로 행하는 것이 바람직하다. 용융 아연 도금욕에 침지한 후, 가열하여 아연 도금과 지철과의 합금화를 촉진시키는 처리를 행해도 좋다. 또한, 용융 아연 도금 외에 아연을 주체로 하는 다양한 전기 도금을 행해도 좋은 것은 물론이다.

어닐링 후, 또는 아연 도금 후의 스킨 패스는 형상 강제나 강도 조정, 또는 상온 비시효성을 확보하는 관점에서 필요에 따라서 행한다. 0.5 내지 5.0 %가 바람직한 압하율이다. 또, 본 발명에서 얻을 수 있는 강판의 인장 강도는 340 ㎫ 이상이다.

이와 같이 하여 얻어진 강판을 전봉 용접 등의 적절한 접합 방법에 의해 강관으로 함으로써, 예를 들어 하이드로폼 성형성이 우수한 강관을 얻을 수 있다.

제3 실시 형태

본 발명의 제3 강판의 강 성분 조성에 대해 설명한다.

C : 고강도화에 유효하고, 또한 C량을 저감하기 위해서는 비용 상승이 되기 때문에 0.04 질량% 이상의 첨가로 하지만, 양호한 r치를 얻기 위해서는 과도한 첨가는 바람직한 것이 아니며 상한을 0.25 %로 한다. 0.08 이상 내지 0.18 %가 바람직한 범위이다.

Si : 저렴하게 기계적 강도를 높이는 것이 가능해, 요구되는 강도 레벨에 따라서 첨가한다. 또한, Si는 열연판 중의 탄화물의 미세화나 조직의 균일화에 유용하고, 결과적으로 딥 드로잉성을 향상시키는 효과를 가지므로 0.2 % 이상의 첨가가 바람직하다. 한편, 과잉 첨가는 도금의 습윤성 및 가공성 또는 용접성의 열화를 초래하므로, 상한을 2.5 질량%로 한다. 하한을 0.001 %로 한 것은, 이 미만으로 하는 것이 제강 기술상 곤란하기 때문이다. 2.0 % 이하가 보다 바람직한 상한이다.

Mn : Mn은 일반적으로 r치를 저하시키는 원소로서 알려져 있다. 그 저하값은 C량이 많은 강일수록 현저해진다. 본 발명에 있어서는, 이러한 Mn에 의한 r치의 열화를 억제하고 양호한 r치를 얻는다고 하는 기술 과제에 입각하고 있으므로, Mn의 하한을 0.8질량%로 하였다. 또한, 0.8 질량% 이상에서 강화 효과를 얻기 쉽다. 3.0 질량%를 상한으로 한 것은, 이를 상회하는 첨가는 신장이나 r치에 악영향을 미치기 때문이다.

P : 고강도화에 유효한 원소이므로 0.001 이상 첨가한다. 0.06 % 이상을 첨가하면 용접성이나 용접부의 피로 강도, 또는 2차 가공 취성에 견디는 성질이 열화되므로 이를 상한으로 한다. 바람직하게는 0.04 % 미만이다.

S : 불순물로 낮을수록 바람직하고, 열간 균열을 방지하기 위해 0.03 % 이하로 한다. 바람직하게는, 0.015 % 이하이다. 또한, Mn량과의 관계에 있어서 Mn/S > 10인 것이 바람직하다.

N : 양호한 r치를 얻기 위해서는 0.001 % 이상의 첨가가 필수이다. 지나치게 많으면 시효성을 열화시키거나, 다량의 Al 첨가가 필요해지므로 상한을 0.015 %로 한다. 0.002 내지 0.007 %가 보다 바람직한 범위이다.

Al : 본 발명에 있어서 중요하다. 냉연 후 서서히 가열시에 N과의 클러스터나 석출물을 형성함으로써, 집합 조직을 발달시켜 딥 드로잉성이 향상된다. 또한, 탈산 원소로서도 유용하므로 0.008 질량% 이상 첨가한다. 단, 과도하게 첨가하면 비용 상승이 되어 표면 결함을 유발하고 r치도 저하한다. 따라서, 상한을 0.3 질량%로 한다. 바람직하게는 0.01 내지 0.10 질량%로 한다.

본 발명에 의해 얻을 수 있는 강판의 평균 r치는 1.2 이상이다. 1.3 이상이면 보다 바람직하다.

압연 방향의 r치(rL)가 1.1 이상, 압연 방향에 대해 45°방향의 r치(rD)가 0.9 이상, 압연 방향에 대해 직각 방향의 r치(rC)가 1.2 이상인 것이 바람직하다. 바람직하게는, 각각 1.3 이상, 1.0 이상, 1.3 이상이다.

평균 r치는, (rL + 2 ×rD + rC)/4로 부여된다. r치의 측정은 JIS 13호 B 시험 부재를 이용한 인장 시험을 행하고, 10 % 또는 15 % 인장 후의 표점간 거리의 변화와 판 폭 변화로부터 r치의 정의에 따라서 산출하면 된다.

본 발명의 강판 조직은 페라이트와 석출물이 주상으로, 이들에 의해 99 % 이상의 체적율을 차지할 수 있다. 석출물이라 함은 주로 탄화물(대부분의 경우, 세멘타이트)인 것이 통상이지만, 화학 성분에 따라서는 질화물, 탄질화물, 황화물 등도 석출된다. 본 발명의 강판의 조직 중 마르텐사이트나 베이나이트 등 철의 저온 변태 생성상 및 잔류 오스테나이트의 양은 체적분율 1 % 이하이다.

본 발명에 의해 얻을 수 있는 강판은, 적어도 판 두께 중심에 있어서의 판면 X선 반사면 랜덤 강도비가 {111}면 및 {100}면에 대해 각각 4.0 이상, 2.5 이하이다. 랜덤 강도비라 함은, 랜덤 샘플의 X선 강도를 기준으로 하였을 때의 상대적인 강도이다. 판 두께 중심이라 함은 판 두께의 3/8 내지 5/8의 범위를 가리키며, 측정은 이 범위의 임의의 면에서 행하면 좋다.

강판을 구성하는 결정립의 평균 결정 입경은 15 ㎛ 이상이다. 이 이하의 결정 입경에서는 양호한 r치를 얻을 수 없다. 또한, 이것이 100 ㎛ 이상이 되면 성형시에 표면 거칠어짐 등의 문제가 되는 경우가 있으므로, 100 ㎛ 미만인 것이 바람직하다. 결정 입경은, 판면과 수직이고 압연 방향과 평행한 절단면(L 단면)의 판 두께 3/8 내지 5/8의 범위 내에 대해 점산법 등에 의해 측정하면 좋다. 또, 측정 오차를 저감하기 위해서는, 결정립이 100개 이상 존재하는 영역에 대해 측정해야만 한다. 에칭은 나이탈이 바람직하다.

또한, 강판을 구성하는 결정립의 종횡비 평균은 1.0 이상, 5.0 미만이다. 이 범위 밖이면 양호한 r치를 얻을 수 없다. 종횡비라 함은, JISG0552의 방법에 의해 측정되는 전신도와 동일하다. 즉, 본 발명의 경우, 판면과 수직이고 압연 방향과 평행한 절단면(L 단면)에 있어서의 판 두께 3/8 내지 5/8의 범위 내의 압연 방향에 수직인 일정 길이의 선분에 의해 절단되는 결정립의 수로 압연 방향에 평행한 상기와 동일한 길이의 선분에 의해 절단되는 결정립의 수를 나눈 것으로 부여된다. 바람직하게는 1.5 이상, 4.0 미만이다.

본 발명의 강판 인장 시험에서 평가되는 항복비(0.2 % 내력/최고 인장 강도)는 통상은 0.70 미만이다. 형상 동결성의 확보나 프레스 성형시의 면 왜곡 발생을 억제하는 관점에서는, 0.65 이하인 것이 바람직하다. 본 발명에서는 항복비가 낮으므로 n치도 양호하다. 특히, 저왜곡 영역(10 % 이하)에서의 n치가 높다. 항복비의 하한은 특별히 정하지 않지만, 예를 들어 하이드로폼 성형시의 좌굴을 방지하기 위해서는 0.40 이상인 것이 바람직하다.

Al/N은 3 내지 25의 범위인 것이 바람직하다. 이 범위 밖에서는 양호한 r치를 얻는 것이 곤란해진다. 바람직하게는, 5 내지 15의 범위이다.

B는 r치를 향상시키거나 2차 가공성 취성에 견디는 성질의 개선에 유효하므로, 필요에 따라서 첨가한다. 0.0001 % 미만에서는 그 효과는 근소하고, 0.01 % 이상 첨가해도 각별한 효과는 얻을 수 없다. 0.0002 내지 0.0020 %가 바람직한 범위이다.

Zr와 Mg는 탈산 원소로서 유효하다. 한편, 과잉 첨가는 산화물 및 황화물이나 질화물의 다량의 정출이나 석출을 초래하여 청정도가 열화되고, 연성을 저하시키는 데다가 도금성을 손상시킨다. 따라서, 필요에 따라서 이들 중 1 종류 또는 2 종류를 합하여 0.0001 내지 0.50 질량%로 한다.

Ti, Nb, V도 필요에 따라서 첨가한다. 이들은 탄화물 및 질화물 혹은 탄질화물을 형성함으로써, 강재를 고강도화하거나 가공성을 향상시킬 수 있으므로 1 종류 또는 2 종류 이상을 합하여 0.001 % 이상 첨가한다. 그 합계가 0.2 %를 넘은 경우에

는 모상인 페라이트 입자 내, 혹은 입계에 다량의 탄화물 및 질화물 혹은 탄질화물로서 석출하여 연성을 저하시킨다. 또한, 어닐링 중의 AlN의 석출을 방해하여 본 발명의 특징인 딥 드로잉성이 손상되므로, 첨가 범위를 0.001 내지 0.2 질량%로 하였다. 보다 바람직하게는, 0.01 내지 0.03 %이다.

Sn, Cr, Cu, Ni, Co, W, Mo는 강화 원소이며, 필요에 따라서 이들 중 1 종류 또는 2 종류 이상을 합하여 필요에 따라서 질량%에서 0.001 % 이상 첨가한다. 특히, Cu는 r치를 향상시키는 효과를 가지므로, 0.3 % 이상 첨가하는 것이 바람직하다. 과잉 첨가는 비용 상승이나 연성의 저하를 초래하므로, 2.5 % 이하로 하였다.

Ca : 개재물 제어 외에 탈산에 유효한 원소로 적량의 첨가는 열간 가공성을 향상시키지만, 과잉 첨가는 반대로 열간 취화를 조장시키므로, 필요에 따라서 질량%로 0.0001 내지 0.01 %의 범위로 한다.

또한, 불가피적 불순물로서 O, Zn, Pb, As, Sb 등을 각각 0.02 질량% 이하의 범위로 포함해도, 본 발명의 효과를 잃는 것은 아니다.

다음에 본 발명에 의한 강판의 제조 조건에 대해 설명한다.

본 발명 강판의 제조에 있어서는, 용광로 및 전기로 등에 의한 용제에 이어 각종 2차 제련을 행하여 잉곳 주조나 연속 주조를 행하고, 연속 주조의 경우에는 실온 부근까지 냉각하는 일 없이 열간 압연하는 CC - DR 등의 제조 방법을 조합하여 제조해도 상관없다. 주조 잉곳이나 주조 슬래브를 재가열하여 열간 압연을 행해도 좋은 것은 물론이다. 열간 압연의 가열 온도는 특별히 한정되는 것은 아니지만, AlN을 고체 용융 상태로 하기 위해 1100 ℃ 이상으로 하는 것이 바람직하다. 열연 마무리 온도는 Ar_3 변태점 이상에서 행한다. 열연 마무리 온도가 Ar_3점을 하회하면, 고온에서 변태된 조대한 페라이트립, 또는 그것이 가공되어 재결정이나 입자 성장에 의해 조대화한 페라이트와 비교적 저온 영역에서 변태한 미세 페라이트 입자가 혼재하여 불균일한 조직이 된다. 열연 마무리 온도의 상한은 특별히 설정하지 않지만, 열연 조직을 균일하게 하기 위해서는 (Ar_3 + 100) ℃ 이하로 하는 것이 바람직하다.

열연 후의 냉각 속도는 중요하다. 즉 열연 마무리 후, 권취 온도까지의 평균 냉각 속도를 30 ℃/s 이상으로 한다. 본 발명에 있어서는, 열연판에 있어서의 탄화물을 가능한 한 미세하게 분산시키고, 또한 조직을 균일하게 하는 것이 냉연 어닐링 후의 r치의 향상에 대해 매우 중요하다. 상기한 열연 냉각 조건은 이 관점에서 결정된다. 냉각 속도가 80 ℃/s 미만이 되면, 결정 입경이 불균일해질 뿐만 아니라 펄라이트 변태가 촉진되어, 탄화물이 조대해진다. 상한은 특별히 설정하지 않지만, 지나치게 크면 극도로 경질이 될 가능성이 있으므로 100 ℃/s 이하로 하는 것이 바람직하다.

열연판의 조직으로서 가장 바람직한 것은 97 % 이상의 베이나이트에 의해 구성되는 조직이며, 하부 베이나이트 조직이면 더 바람직하다. 베이나이트 단상이면 최량인 것은 물론이다. 마르텐사이트 단상이라도 좋지만, 지나치게 경질이므로 냉연이 곤란해진다. 페라이트 단상 또는 페라이트, 베이나이트, 마르텐사이트, 잔류 오스테나이트 중 2 종류 이상으로 이루어지는 복합 조직을 갖는 열연판은 냉연 소재로서 바람직하지 않다.

권취 온도는 550 ℃ 이하로 한다. 권취 온도가 550 ℃ 이상이 되면, AlN의 석출이나 조대화, 또한 탄화물이 조대화되므로 r치가 열화된다. 바람직하게는 500 ℃ 미만이다. 열간 압연의 1 패스 이상에 대해 윤활을 실시해도 좋다. 또한, 조압연 바아를 서로 접합하여 연속적으로 마무리 열연을 행해도 좋다. 조압연 바아는, 한번 권취하고 다시 되감은 후에 마무리 열연에 제공해도 상관없다. 권취 온도의 하한은 특별히 설정하지 않지만, 열연판 중의 고체 용융 C를 저감하여 양호한 r치를 얻기 위해서는 100 ℃ 이상으로 하는 것이 바람직하다.

열간 압연 후에는 산 세척하는 것이 바람직하다. 열연 후의 냉간 압연의 압하율은 지나치게 높거나, 지나치게 낮아도 양호한 딥 드로잉성을 얻기 위해 바람직하지 않으므로, 35 내지 85 % 미만으로 한다. 50 내지 75 %가 보다 바람직한 범위이다.

어닐링은 상자 어닐링이 기본이지만, 하기의 요건을 충족시키면 이에 한정되는 것은 아니다. 양호한 r치를 얻기 위해서는, 가열 속도를 4 내지 200 ℃/hr로 할 필요가 있다. 또는, 10 내지 40 ℃/hr가 바람직하다. 최고 도달 온도도 r치 확보의 관점에서 600 내지 800 ℃로 하는 것이 바람직하다. 600 ℃ 미만에서는 재결정이 완료되지 않아 가공성이 열화된다. 한편, 800 ℃ 이상에서는 α + γ영역의 γ분율이 높은 측으로 들어 가기 때문에, 가공성이 열화되는 경우가 있다. 또, 최고 도달 온도에서의 유지 시간은 특별히 지정하는 것은 아니지만, (최고 도달 온도 -20) ℃ 이상에서의 유지 시간이 2 hr 이상인 것이 r치 향상의 관점에서 바람직하다. 냉각 속도는 고체 용융 C를 충분히 저감하는 관점에서 결정된다. 즉, 5 내지 100 ℃/hr의 범위로 한다.

어닐링 후의 스킨 패스는 형상 강제나 강도 조정, 또는 상온 비시효성을 확보하는 관점에서 필요에 따라서 행하지만, 0.5 내지 5.0 %가 바람직한 압하율이다.

이와 같이 하여 제조한 강판 표면에 여러 가지 도금을 실시해도 좋다. 용융 도금 및 전기 도금 중 어느 것이라도 좋고, 그 종류도 아연이나 알루미늄을 주성분으로 하는 도금이면 좋다.

이와 같이 하여 얻어진 강판을 전봉 용접 등의 적절한 접합 방법에 의해 강관으로 함으로써, 예를 들어 하이드로폼 성형성이 우수한 강관을 얻을 수 있다.

(제1 실시예)

표 1에 나타내는 성분의 각 강을 용제하여 1250 ℃로 가열한 후, 표 1에 나타내는 마무리 온도로 열간 압연하여 권취하였다. 또한, 표 2에 나타내는 압하율로 냉연된 후, 가열 속도 20 ℃/hr, 최고 도달 온도를 700 ℃로 하는 어닐링을 행하여 5 시간 유지 후 15 ℃/hr로 냉각하였다. 또한, 1.0 %의 스킨 패스를 실시하였다.

이렇게 얻어진 강판의 가공성을 JIS 5호 부재를 이용한 인장 시험에 의해 평가하였다. 여기서, r치는 15 % 인장 변형 후의 판 폭 변화를 측정함으로써 구하였다. 또한, 기계 연마에 의해 판 두께 중심 부근까지 두께 감소시키고, 화학 연마에 의해 마무리하여 X선 측정에 제공하였다.

표 2로부터 명백한 바와 같이, 본 발명예에서는 모두 양호한 r치와 신장을 갖는 데 반해, 본 발명 외의 예에서는 이들의 특성이 열화되어 있었다.

[표 1]

강 종류	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Al/N	기타	열연 마무리 온도 °C	권취 온도 °C
A	0.11	0.04	0.44	0.014	0.003	0.025	0.0019	13.2	-	870	600
B	0.13	0.01	0.33	0.015	0.006	0.029	0.0033	8.8	-	930	550
C	0.11	0.03	0.45	0.011	0.002	0.051	0.0044	11.6	-	850	580
D	0.12	0.01	0.09	0.009	0.005	0.044	0.0038	11.6	-	900	610
E	0.11	0.02	0.48	0.035	0.003	0.028	0.0033	8.5	-	860	540
F	0.12	0.23	0.26	0.036	0.003	0.030	0.0029	10.3	-	890	580
G	0.16	0.05	0.65	0.013	0.004	0.035	0.0027	13.0	-	830	520
H	0.16	0.38	0.79	0.054	0.004	0.062	0.0049	12.7	-	910	590
I	0.19	0.01	0.30	0.012	0.003	0.042	0.0040	10.5	-	880	600
J	0.11	0.05	0.35	0.016	0.003	0.024	0.0036	6.7	B=0.0004	850	570
K	0.13	0.11	0.12	0.010	0.005	0.039	0.0033	11.8	Ca=0.002,Sn=0.02,Cr=0.03,Cu=0.1	860	600
L	0.12	0.01	0.40	0.007	0.003	0.022	0.0020	11.0	Mg=0.01	870	620
M	0.11	0.05	0.35	0.016	0.003	0.041	0.0047	8.7	Ti=0.006,Nb=0.003	880	500

[표 2]

강 종류		냉연 압하율 %	r치				X선 랜덤 강도비			평균 결정 입경 ㎛	평균 종횡비	기타 인장 특성						발명 구분
			평균 r치	rL	rD	rC	{111}	{100}	{110}			TS,MPa	YS,MPa	항복비	전체 신장%	n치		
A	-1	20	1.12	1.21	1.05	1.18	1.6	1.0	0.24	41	1.4	349	152	0.44	49	0.25		발명 외
	-2	30	1.26	1.42	1.11	1.39	2.4	0.6	0.25	35	1.6	352	159	0.45	47	0.24		본 발명
	-3	40	1.53	1.91	1.25	1.72	3.8	0.3	0.27	32	1.6	356	160	0.45	47	0.24		본 발명
	-4	50	1.39	1.80	1.05	1.64	3.0	0.5	0.22	29	1.9	358	165	0.46	46	0.24		본 발명 외
	-5	70	1.16	1.34	1.06	1.19	2.3	1.1	0.15	13	2.6	365	181	0.50	45	0.23		본 발명 외
B	-1	40	1.61	2.15	1.20	1.88	3.4	0.2	0.36	34	1.3	367	182	0.50	45	0.23		본 발명 외
	-2	80	1.03	1.19	0.93	1.06	2.5	1.1	0.18	15	3.4	385	206	0.54	43	0.21		본 발명 외
C	-1	50	1.52	1.85	1.31	1.61	3.6	0.3	0.22	25	1.9	360	180	0.50	45	0.22		본 발명 외
	-2	70	1.17	1.43	1.07	1.09	2.4	0.9	0.11	12	2.9	373	197	0.53	44	0.21		본 발명 외
D	-1	15	1.18	1.34	1.09	1.19	1.8	1.1	0.19	46	1.3	341	140	0.41	50	0.25		본 발명 외
	-2	35	1.42	1.73	1.25	1.44	3.5	0.4	0.28	31	1.7	350	163	0.47	48	0.23		본 발명 외
	-3	45	1.74	2.28	1.30	2.06	4.0	0.1	0.25	28	1.7	347	149	0.43	49	0.24		본 발명 외
	-4	55	1.71	2.37	1.24	2.00	4.1	0.1	0.23	26	2.0	350	155	0.44	49	0.24		본 발명 외
	-5	75	1.06	1.40	0.88	1.09	1.9	1.2	0.08	14	3.0	356	175	0.49	46	0.22		본 발명 외
E	-1	35	1.42	1.76	1.15	1.60	2.7	0.6	0.33	23	1.5	389	205	0.53	43	0.21		본 발명 외
	-2	85	0.98	1.16	0.87	1.02	2.6	1.2	0.08	14	4.4	410	226	0.55	41	0.20		본 발명 외
F	-1	40	1.39	1.67	1.19	1.52	3.7	0.3	0.29	33	1.6	403	219	0.54	39	0.19		본 발명 외
	-2	75	0.93	1.03	0.85	0.99	2.2	1.0	0.14	18	2.5	422	240	0.57	38	0.18		본 발명 외
G	-1	45	1.31	1.58	1.09	1.46	3.0	0.3	0.46	35	2.0	423	224	0.53	42	0.20		본 발명 외
	-2	70	0.98	1.16	0.87	1.02	2.6	1.2	0.08	12	4.4	410	226	0.55	41	0.20		본 발명 외
H	-1	55	1.32	1.55	1.15	1.42	3.2	0.4	0.32	30	2.4	492	296	0.60	33	0.16		본 발명 외
	-2	80	0.91	1.04	0.80	0.99	2.6	1.2	0.08	11	5.2	514	318	0.62	31	0.15		본 발명 외
I	-1	50	1.33	1.60	1.12	1.49	2.7	0.4	0.33	31	2.2	434	237	0.55	40	0.19		본 발명 외
	-2	65	1.04	1.24	0.90	1.13	2.3	0.9	0.12	16	1.5	418	240	0.57	38	0.18		본 발명 외
J	-1	50	1.55	2.00	1.22	1.76	3.1	0.1	0.59	31	1.8	370	186	0.50	44	0.22		본 발명 외
	-2	80	1.04	1.21	0.95	1.06	4.6	1.2	0.05	13	3.8	388	210	0.54	43	0.21		본 발명 외
K	-1	40	1.55	1.92	1.26	1.76	3.8	0.2	0.82	40	1.6	376	190	0.51	43	0.21		본 발명 외
	-2	70	1.08	1.24	0.99	1.08	3.0	1.0	0.17	14	3.3	392	216	0.55	42	0.20		본 발명 외
L	-1	50	1.40	1.66	1.17	1.60	2.7	0.3	0.55	28	2.1	377	185	0.50	43	0.21		본 발명 외
	-2	10	0.96	1.01	0.93	0.96	1.6	1.2	0.40	23	1.2	349	152	0.44	46	0.23		본 발명 외
M	-1	35	1.37	1.60	1.22	1.43	2.5	0.4	0.29	40	1.9	395	201	0.51	42	0.20		본 발명 외
	-2	65	1.12	1.28	1.05	1.11	1.9	1.1	0.12	18	3.1	414	228	0.55	40	0.19		본 발명 외

(주) 밑줄 부분은 본 발명의 범위 외 조건

본 발명은 가공성이 우수한 고강도 강판과 그 제조 방법을 제공하는 것으로, 지구 환경 보전 등에 공헌하는 것이다.

(제2 실시예)

표 3에 나타내는 성분의 각 강을 용제하여 1230 ℃로 가열 후, 표 3에 나타내는 마무리 온도로 열간 압연하여 권취하였다. 산 세척 후, 표 4에 나타내는 압하율로 냉연된 후 가열 속도 20 ℃/hr, 최고 도달 온도를 690 ℃로 하는 어닐링을 행하고 12 시간 유지 후, 17 ℃/hr로 냉각하였다. 또한, 1.5 %의 스킨 패스를 실시하였다. 이 판을 전봉 용접에 의해 관을 제작하였다.

이렇게 얻어진 강관의 가공성 평가는, 이하의 방법으로 행하였다. 앞서 강관에 10 ㎜`Ø의 스크라이브드 서클을 전사하고, 내압과 축 압박량을 제어하여 원주 방향으로의 돌출 성형을 행하였다. 버스트 직전에서의 최대 관 확장율을 나타내는 부위(관 확장율 = 성형 후의 최대 원주 길이/모관의 원주 길이)의 축 방향의 왜곡(εΦ)과 원주 방향의 왜곡(εΘ)을 측정하였다. 이 2개의 왜곡비 ρ= εϕ/ εΘ와 최대 관 확장율을 플롯하고, ρ= - 0.5가 되는 관 확장율(Re)을 갖고 하이드로폼의 성형성 지표로 하였다. 기계적 성질의 평가는 JIS 12호 호형 시험 부재를 이용하여 행하였다. r치는 시험 부재 형상에 영향을 미치게 되므로, 동일 시험 부재에 왜곡 게이지를 부착하여 평가하였다. X선 측정은 직경 축소 후의 강관으로부터 호형 시험 부재를 취출하고 프레스하여 평판으로 하였다. 이를 기계 연마에 의해 판 두께 중심 부근까지 두께 감소시키고, 화학 연마에 의해 마무리하여 X선 측정에 제공하였다.

표 4로부터 명백한 바와 같이, 본 발명예에서는 모두 양호한 r치와 신장을 갖는 데 반해, 본 발명 외의 예에서는 이들의 특성이 열화되어 있었다.

[표 3]

강 종류	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Al/N	기타	열연 마무리 온도 ℃	권취 온도 ℃
A	0.11	0.04	0.44	0.014	0.003	0.025	0.0019	13.2	-	860	590
B	0.13	0.01	0.33	0.015	0.006	0.029	0.0033	8.8	-	940	560
C	0.11	0.03	0.45	0.011	0.002	0.051	0.0044	11.6	-	860	600
D	0.12	0.01	0.09	0.009	0.005	0.044	0.0038	11.6	-	910	600
E	0.11	0.02	0.48	0.035	0.003	0.028	0.0033	8.5	-	860	550
F	0.12	0.23	0.26	0.036	0.003	0.030	0.0029	10.3	-	900	570
G	0.16	0.05	0.65	0.013	0.004	0.035	0.0027	13.0	-	840	510
H	0.16	0.38	0.79	0.054	0.004	0.062	0.0049	12.7	-	900	580
I	0.19	0.01	0.30	0.012	0.003	0.042	0.0040	10.5	-	890	560
J	0.11	0.05	0.35	0.016	0.003	0.024	0.0036	6.7	B=0.0004	840	520
K	0.12	0.06	0.11	0.008	0.004	0.025	0.0026	9.6	Cu=1.4,Ni=0.7	860	590
L	0.12	0.01	0.40	0.007	0.003	0.022	0.0020	11.0	Mg=0.01	880	610
M	0.11	0.05	0.35	0.016	0.003	0.041	0.0047	8.7	Ti=0.006,Nb=0.003	870	500

[표 4]

강 종류		냉연 압하율 %	rL	평균 결정 입경, μm	X선 랜덤 강도비				평균 종횡비	기타 인장 특성				최대 r값 확장율	발명 구분
					Al,MPa	Ra	{111}{100}	{110}		TS,MPa	YS,MPa	연신율,%	r값		
A	-1	20	1.19	15	14	0.5	1.2	0.24	1.3	366	275	54	0.19	1.38	발명 외
	-2	30	1.44	26	10	0.4	2.3	0.25	2.1	372	290	53	0.18	1.42	본 발명
	-3	40	1.87	24	9	0.4	4.0	0.24	2.2	381	286	53	0.19	1.45	본 발명
	-4	50	1.93	22	7	0.3	3.8	0.27	2.6	385	289	52	0.18	1.43	본 발명
	-5	70	1.29	14	5	0.2	1.9	0.16	3.1	392	304	50	0.17	1.39	본 발명
B	-1	40	2.03	36	1	0.2	3.2	0.33	1.8	400	301	52	0.17	1.46	본 발명
	-2	80	1.22	16	0	0.1	2.6	0.20	4.0	413	316	48	0.15	1.38	발명 외
C	-1	50	2.25	25	8	0.2	4.4	0.40	2.4	394	307	51	0.16	1.45	본 발명
	-2	70	1.40	12	7	0.2	2.4	0.10	3.6	405	299	49	0.15	1.41	발명 외
D	-1	15	1.11	13	12	0.4	1.5	0.65	1.2	367	364	56	0.20	1.45	발명 외
	-2	35	1.75	35	5	0.3	3.4	0.30	2.2	376	269	54	0.18	1.51	본 발명
	-3	45	2.51	33	4	0.3	4.3	0.36	2.3	377	286	55	0.18	1.52	본 발명
	-4	55	2.03	29	4	0.3	4.0	0.29	2.5	380	285	55	0.19	1.51	본 발명
	-5	75	1.44	14	2	0.2	2.0	0.10	3.6	385	300	51	0.15	1.44	본 발명
E	-1	35	1.80	22	16	0.5	2.7	0.34	1.7	417	316	49	0.16	1.43	본 발명
	-2	85	1.09	13	13	0.2	2.4	0.02	4.4	433	335	47	0.13	1.45	본 발명
F	-1	40	1.65	30	17	0.4	3.5	0.29	2.1	439	336	45	0.19	1.44	본 발명
	-2	75	0.99	17	15	0.1	1.9	0.10	2.8	448	336	44	0.17	1.39	발명 외
G	-1	45	1.64	30	12	0.3	3.2	0.44	2.3	451	344	47	0.18	1.44	본 발명
	-2	70	1.16	11	12	0.1	2.3	0.11	5.1	437	331	46	0.17	1.39	본 발명
H	-1	55	1.58	35	7	0.1	3.0	0.28	2.5	514	385	38	0.16	1.42	본 발명
	-2	80	1.02	13	5	0.1	2.5	0.09	5.5	530	399	36	0.13	1.32	발명 외
I	-1	50	1.65	33	8	0.6	3.0	0.32	2.6	460	345	45	0.17	1.44	본 발명
	-2	65	1.22	16	5	0.3	2.1	0.13	2.6	449	336	43	0.15	1.38	발명 외
J	-1	50	1.89	29	6	0.3	3.3	0.59	2.5	398	298	49	0.20	1.51	본 발명
	-2	80	1.15	14	3	0.1	3.8	0.02	4.6	411	317	48	0.18	1.44	발명 외
K	-1	40	2.37	19	0	0.2	5.7	0.89	2.6	556	446	39	0.15	1.46	본 발명
	-2	80	1.21	8	0	0.2	2.4	0.09	5.8	582	463	35	0.12	1.36	발명 외
L	-1	50	1.73	24	0	0.5	2.7	0.55	2.2	388	288	48	0.20	1.44	본 발명
	-2	10	1.06	20	0	0.9	1.7	0.33	1.3	375	274	50	0.18	1.40	발명 외
M	-1	35	1.49	40	7	0.5	2.4	0.33	1.8	422	315	46	0.18	1.45	본 발명
	-2	65	1.20	19	5	0.3	1.9	0.11	3.2	432	324	44	0.14	1.37	발명 외

(주) 밑줄 부분은 본 발명의 범위 외 조건

본 발명은 가공성이 우수한 강관과 그 제조 방법을 제공하는 것으로, 하이드로폼 성형성에 적합하고 지구 환경 보전 등에 공헌하는 것이다.

(제3 실시예)

표 5에 나타내는 성분의 각 강을 용제하여 1250 ℃로 가열 후, 마무리 온도를 Ar_3 변태 온도 이상 (Ar_3 + 50) ℃ 이하로 하는 열간 압연을 행하고, 표 6에 나타내는 조건으로 냉각 후 권취하였다. 그 때 얻어진 열연 조직도 표 6 중에 나타낸다. 또한, 표 6에 나타내는 조건으로 냉연을 행하였다. 계속해서 어닐링 시간을 60초, 과시효 시간을 180초로 하는 연속 어닐링을 행하였다. 어닐링 온도 및 과시효 온도는 표 6에 나타내는 바와 같다. 또한, 0.8 %의 스킨 패스를 실시하였다.

이렇게 얻어진 강판의 r치를 JIS 13호 B 시험 부재, 그 밖의 기계적 성질을 JIS 5호 B 시험 부재를 이용한 인장 시험에 의해 평가하였다. 또, X선 측정에 제공하는 시료는, 기계 연마에 의해 판 두께 중심 부근까지 두께 감소시키고, 화학 연마에 의해 마무리함으로써 제작하였다.

표 6으로부터 명백한 바와 같이, 본 발명예에 따르면 양호한 r치를 얻을 수 있다. 게다가, 페라이트 외에 적량의 오스테나이트나 마르텐사이트가 분산된 복합 조직 강으로 할 수 있었다.

[표 5]

강 종류	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Mn+11C	기타
A	0.11	0.01	0.44	0.011	0.002	0.042	0.0021	1.65	—
B	0.16	0.03	0.62	0.015	0.005	0.018	0.0024	2.38	—
C	0.12	0.01	1.55	0.007	0.001	0.050	0.0018	2.87	—
D	0.08	0.02	1.29	0.004	0.003	0.037	0.0020	2.17	Nb=0.015
E	0.05	1.21	1.11	0.003	0.004	0.044	0.0027	1.66	—
F	0.05	0.01	1.77	0.006	0.003	0.047	0.0023	2.32	Mo=0.12
G	0.11	1.20	1.54	0.004	0.004	0.035	0.0022	2.75	—
H	0.09	0.02	2.05	0.003	0.001	0.050	0.0020	3.04	Ti=0.08
I	0.15	1.98	1.66	0.007	0.005	0.039	0.0020	3.31	—
J	0.14	2.01	1.71	0.003	0.002	0.046	0.0019	3.25	B=0.0021
K	0.13	1.03	2.25	0.003	0.002	0.045	0.0025	3.68	Ti=0.03
L	0.15	0.52	2.51	0.004	0.003	0.042	0.0018	4.16	Ti=0.04

[표 6]

강 종류		마무리 후 권취까지의 평균 냉각 속도, ℃/s	권취 온도, ℃	얼연판 조직* 판 두께 1/4~3/4 (B+M 체적율의 합계, %)	냉연 압하율, %	어닐링 온도, ℃	과시효 온도, ℃	열속 어닐링 욕의 조성*	r치				X선 랜덤 강도비		기타 인장 특성					발명 구분
									평균 r치	rL	rD	rC	[111]/[100]	Ts, MPa	YS, MPa	전체 신장%	n치	
A	-1	50	350	F+B(87)	70	720	400	F	1.27	1.29	1.21	1.35	5.2	1.3	349	216	44	0.22	본 발명
	-2	20	550	F+P(0)	70	720	400	F	0.96	1.04	0.89	1.01	2.9	2.8	352	220	43	0.21	본 발명 외
B	-1	50	250	F+B(98)	55	800	350	F+2%B+7%P	1.25	1.17	1.23	1.35	6.3	1.4	415	268	38	0.19	본 발명
	-2	10	600	F+P(0)	55	800	350	F+2%B+8%P	0.87	0.98	0.73	1.04	3.4	3.3	417	280	37	0.18	본 발명 외
C	-1	30	150	F+B+M(92)	65	750	450	F	1.28	1.25	1.23	1.40	7.2	2.5	387	259	40	0.20	본 발명
	-2	20	400	F+B+P(26)	65	750	450	F	0.77	0.80	0.66	0.97	2.7	3.4	388	268	38	0.19	본 발명 외
D	-1	60	400	F+B(93)	70	880	380	F+87%B	1.23	1.15	1.25	1.26	5.9	2.0	472	303	28	0.16	본 발명
	-2	40	550	F+P(24)	70	880	380	F+85%B	0.83	1.05	0.65	0.96	2.5	3.3	480	312	26	0.15	발명 외
E	-1	60	300	F+B+M(96)	80	800	없음	F+10%M	1.29	1.21	1.29	1.38	8.0	2.7	620	362	29	0.18	본 발명
	-2	10	300	F+P(0)	80	800	없음	F+11%M	0.75	0.69	0.77	0.75	2.0	3.8	625	355	28	0.17	발명 외
F	-1	40	350	B(100)	60	780	250	F+18%M	1.29	1.24	1.26	1.41	7.9	1.6	626	324	29	0.19	본 발명
	-2	20	200	F+B+M(45)	60	780	250	F+20%M	0.63	0.54	0.58	0.81	2.5	4.6	630	318	29	0.17	발명 외
G	-1	40	400	F+B+P(85)	75	820	400	F+4%B+6%A	1.28	1.19	1.28	1.35	6.3	2.3	622	416	37	0.25	본 발명
	-2	30	400	F+B+A(20)	75	820	400	F+3%B+4%A	0.86	0.88	0.80	0.95	3.6	3.1	629	444	35	0.23	발명 외
H	-1	50	200	M(100)	50	790	200	F+21%M	1.20	1.09	1.20	1.29	5.0	2.6	838	546	24	0.16	본 발명
	-2	10	600	F+P(0)	50	790	200	F+23%M	0.64	0.94	0.48	0.67	2.5	3.8	845	571	23	0.15	발명 외
I	-1	50	350	F+B(98)	65	800	400	F+7%B+11%A	1.29	1.20	1.30	1.37	7.4	2.0	814	499	32	0.22	본 발명
	-2	25	400	F+B+A(26)	65	800	400	F+7%B+11%A	0.86	1.00	0.70	1.05	2.2	3.4	820	505	32	0.22	발명 외
J	-1	50	400	F+B(99)	70	810	400	F+7%B+10%A	1.24	1.33	1.09	1.46	7.5	1.9	834	546	31	0.23	본 발명
	-2	15	400	F+P(0)	70	810	400	F+6%B+8%A	0.86	0.97	0.74	0.99	2.5	3.8	830	531	29	0.22	발명 외
K	-1	40	150	M(100)	40	840	없음	F+98%M	1.21	1.08	1.19	1.36	4.6	2.6	1050	683	14	0.08	본 발명
	-2	10	700	F+P(0)	40	840	없음	F+98%M	0.80	0.77	0.80	0.84	2.3	4.5	1035	702	13	0.08	발명 외
L	-1	30	400	B(100)	55	850	250	100%M	1.22	1.10	1.22	1.33	5.2	2.0	1233	896	11	0.06	본 발명
	-2	10	650	F+P(0)	55	850	250	100%M	0.67	0.70	0.61	0.77	1.9	3.5	1245	905	11	0.06	발명 외

* F : 페라이트, B : 베이나이트, M : 마르텐사이트, P : 펄라이트, A : 오스테나이트
탄화물이나 석출물은 생략
(주) 밑줄 부분은 본 발명의 범위 외 조건

본 발명은 C량이 비교적 많은 강에 있어서, 높은 비용을 들이는 일 없이 양호한 딥 드로잉성을 갖는 고강도 강판과 그 제조 방법을 제공하는 것으로, 지구 환경 보전 등에 공헌하는 것이다.

(제4 실시예)

표 7에 나타내는 성분의 각 강을 용제하여 1250 ℃로 가열 후, 마무리 온도를 Ar_3 변태점 이상으로 하는 열간 압연을 행하고, 표 8에 나타내는 조건으로 냉각하여 권취하였다. 또한, 표 8에 나타내는 압하율로 냉연한 후, 가열 속도 20 ℃/hr, 최고 도달 온도를 700 ℃로 하는 어닐링을 행하고, 5 시간 유지 후, 15 ℃/hr로 냉각하였다. 이를 다시 열처리 시간을 60초, 과시효 시간을 180초로 하는 열처리에 제공하였다. 열처리 온도 및 과시효 온도는 표 8에 나타낸 바와 같다. 상기한 700 ℃에서의 어닐링을 행하지 않고, 열처리만을 행한 것을 비교로 하였다. 또한, 1.0 %의 스킨 패스를 실시하였다.

이렇게 얻어진 강판의 r치를 JIS 13호 B 시험 부재, 그 밖의 기계적 성질을 JIS 5호 B 시험 부재를 이용한 인장 시험에 의해 평가하였다. 또한, 기계 연마에 의해 판 두께 중심 부근까지 두께 감소시키고, 화학 연마에 의해 마무리하여 X선 측정에 제공하였다.

표 8로부터 명백한 바와 같이, 본 발명예에서는 모두 양호한 r치를 갖는 강판이 얻어졌다. 또한, 냉연에 제공하는 열연 조직을 베이나이트나 마르텐사이트를 주체로 하는 조직으로 함으로써, 더 양호한 r치가 얻어졌다.

[표 7]

강 종류	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Al／N	기타
A	0.11	0.01	0.44	0.011	0.002	0.042	0.0021	20	—
B	0.16	0.03	0.62	0.015	0.005	0.018	0.0024	8	—
C	0.12	0.01	1.55	0.007	0.001	0.050	0.0018	28	—
D	0.08	0.01	1.32	0.004	0.003	0.033	0.0045	7	Nb=0.013
E	0.05	1.21	1.11	0.003	0.004	0.044	0.0027	16	—
F	0.05	0.01	1.77	0.006	0.003	0.047	0.0023	20	Mo=0.12
G	0.11	1.20	1.54	0.004	0.004	0.035	0.0022	16	—
H	0.09	0.03	2.14	0.003	0.002	0.050	0.0038	13	B=0.0004
I	0.15	1.98	1.66	0.007	0.005	0.039	0.0020	20	—
J	0.14	1.18	2.30	0.003	0.001	0.040	0.0025	16	—
K	0.15	0.63	2.55	0.004	0.002	0.045	0.0022	20	—

[표 8]

강 종류		마무리 후 권취까지의 평균 냉각 속도	권취 온도	열연판 조직 (판 두께의 1/4~3/4)	냉연 압하율	어닐링의 유무	어닐링 온도.	과시효 온도.	압속 어닐링 휴의 조직 *	r 치				X선 랜덤 강도비		기타 인장 특성			n 치	발명 구분
										평균 r 치	rL	rD	rC	{111}	{100}	Ts, MPa	YS, MPa	전체 신장 %		
		℃/s	℃	(B+M 체적율의 합계, %)	%		℃	℃												
A	-1	50	350	F+B(87)	70	무	760	400	F+7%B	1.16	1.08	1.16	1.25	5.0	1.4	360	228	43	0.21	발명 외
	-2	50	350	F+B(87)	70	무	760	400	F+8%B	1.62	1.48	1.64	1.70	8.7	0.4	353	210	45	0.23	본 발명
	-3	20	550	F+P(0)	70	유	760	400	F+9%B	1.48	1.64	1.34	1.59	7.7	0.9	355	216	44	0.22	본 발명
	-4	20	550	F+P(0)	70	유	760	400	F+8%B	0.90	0.98	0.85	0.90	2.4	3.5	359	230	41	0.20	발명 외
B	-1	10	600	F+P(0)	55	무	800	350	F+6%B+7%P	1.40	1.56	1.28	1.46	7.0	1.2	420	297	36	0.17	본 발명
	-2	10	600	F+P(0)	55	무	800	350	F+5%B+8%P	0.85	0.94	0.71	1.04	3.2	3.7	428	294	36	0.17	발명 외
C	-1	30	150	F+B+M(92)	65	무	780	150	F+10%M	1.20	1.09	1.21	1.30	5.5	2.6	422	226	38	0.19	본 발명
	-2	30	150	F+B+M(92)	65	무	780	150	F+9%M	1.40	1.41	1.29	1.59	6.8	0.7	417	232	38	0.20	본 발명
D	-1	40	550	F+P(24)	70	무	880	380	F+87%B	1.44	1.44	1.40	1.53	7.1	1.4	485	319	25	0.15	본 발명
	-2	40	550	F+P(24)	70	무	880	380	F+85%B	0.83	1.05	0.65	0.96	2.5	3.3	480	312	26	0.15	발명 외
E	-1	60	300	F+B+M(96)	80	무	800	없음	F+10%M	1.29	1.21	1.27	1.39	7.7	3.1	618	362	29	0.18	본 발명
	-2	60	300	F+B+M(96)	80	무	800	없음	F+10%M	1.71	1.55	1.72	1.86	9.0	0.4	620	349	30	0.19	본 발명
	-3	10	300	F+P(0)	80	무	800	없음	F+10%M	1.41	1.39	1.33	1.57	6.9	1.2	619	343	29	0.18	본 발명
	-4	10	300	F+P(0)	80	무	800	없음	F+11%M	0.77	0.73	0.77	0.81	2.2	4.0	624	344	29	0.17	발명 외
F	-1	40	350	B(100)	60	무	780	250	F+13%M	1.24	1.30	1.10	1.44	7.9	1.6	626	324	29	0.19	본 발명
	-2	40	350	B(100)	60	무	780	250	F+13%M	1.81	1.66	1.81	1.95	10.5	0.2	635	321	29	0.20	발명 외
G	-1	30	400	F+B+A(20)	75	무	820	400	F+4%B+5%A	1.40	1.48	1.26	1.58	6.5	1.2	625	456	36	0.24	본 발명
	-2	30	400	F+B+A(20)	75	무	820	400	F+3%B+4%A	0.86	0.88	0.80	0.95	3.6	3.1	629	444	35	0.23	발명 외
H	-1	50	200	M(100)	50	무	790	200	F+19%M	1.21	1.11	1.22	1.29	5.2	2.7	824	545	25	0.17	본 발명
	-2	50	200	M(100)	50	무	790	200	F+20%M	1.61	1.60	1.55	1.72	8.3	1.3	831	554	24	0.16	발명 외
I	-1	50	350	F+B(98)	65	무	800	400	F+7%B+11%A	1.20	1.32	0.98	1.50	7.4	2.0	814	499	32	0.22	본 발명
	-2	50	350	F+B(98)	65	무	800	400	F+7%B+11%A	1.77	1.70	1.75	1.88	10.6	0.3	822	500	33	0.22	발명 외
	-3	25	400	F+B+A(26)	65	무	800	400	F+7%B+11%A	1.45	1.42	1.40	1.59	6.8	1.5	830	486	33	0.23	본 발명
	-4	25	400	F+B+A(26)	65	무	800	400	F+7%B+11%A	0.86	1.00	0.70	1.05	2.2	3.4	820	505	32	0.22	발명 외
J	-1	10	700	F+P(0)	40	유	840	없음	F+98%M	1.41	1.35	1.35	1.57	7.2	1.5	1001	687	14	0.08	본 발명
	-2	10	700	F+P(0)	40	유	840	없음	F+96%M	0.84	0.84	0.82	0.87	2.6	4.0	996	678	14	0.09	발명 외
K	-1	30	400	B(100)	55	무	850	250	100%M	1.14	1.01	1.14	1.28	4.7	2.4	1189	876	12	0.07	본 발명
	-2	30	400	B(100)	55	무	850	250	100%M	1.72	1.72	1.56	2.05	11.2	0.2	1190	873	12	0.07	발명 외

* F : 페라이트, B : 베이나이트, M : 마르텐사이트, P : 펄라이트, A : 오스테나이트
탄화물이나 석출물은 생략
(주) 밑줄 부분은 본 발명의 범위 외 조건

본 발명은 딥 드로잉성이 우수한 고강도 강판과 그 제조 방법을 제공하는 것으로, 지구 환경 보전 등에 공헌하는 것이다.

(제5 실시예)

표 9에 나타내는 성분의 각 강을 용제하여 1250 ℃로 가열 후, 마무리 온도를 Ar_3 내지 (Ar_3 + 50) ℃로 하는 열간 압연을 행한 후, 표 10에 나타내는 조건으로 권취하였다. 이렇게 얻어진 열연판의 조직도 표 10에 나타낸다. 또한, 표 10에 나타내는 압하율로 냉연된 후 가열 속도 20 ℃/hr, 최고 도달 온도를 700 ℃로 하는 어닐링을 행하고, 5 시간 유지 후 15 ℃/hr로 냉각하였다. 또한, 1.0 %의 스킨 패스를 실시하였다.

이렇게 얻어진 강판의 r치를 JIS 13호 시험 부재를 이용한 인장 시험에 의해 평가하였다. 그 밖의 인장 특성에 대해서는 JIS 5호 시험 부재를 이용하여 평가하였다. 여기서 r치는, 10 내지 15 % 인장 변형 후의 판 폭 변화를 측정함으로써 구하였다. 또한, 기계 연마에 의해 판 두께 중심 부근까지 두께 감소시키고, 화학 연마에 의해 마무리하여 X선 측정에 제공하였다.

표 10으로부터 명백한 바와 같이, 본 발명예에서는 본 발명 외의 예와 비교하여 양호한 r치가 얻어졌다.

[표 9]

강 종류	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Al/N	기타
A	0.11	0.23	0.95	0.011	0.005	0.027	0.0024	11	-
B	0.12	0.01	1.55	0.007	0.001	0.050	0.0018	28	-
C	0.08	0.01	1.32	0.004	0.003	0.033	0.0045	7	Nb=0.013
D	0.05	1.21	1.11	0.003	0.004	0.044	0.0027	16	-
E	0.05	0.01	1.77	0.006	0.003	0.047	0.0023	20	Mo=0.12
F	0.11	1.20	1.54	0.004	0.004	0.035	0.0022	16	-
G	0.09	0.03	2.14	0.003	0.002	0.050	0.0038	13	B=0.0004
H	0.15	1.98	1.66	0.007	0.005	0.039	0.0020	20	-
I	0.14	1.18	2.30	0.003	0.001	0.040	0.0025	16	-

[표 10]

강 종류		마무리 후 권취까지의 평균 냉각 속도 °C/s	권취 온도 °C	열연판 조직* (판 두께 1/4~3/4)	냉연 압하율 %	스킨 패스 후의 페라이트와 석출물 이외의 조직과 그 체적분율 %	r치				조선 랜덤 강도비		기타 인장 특성				발명 구분
							평균 r치	rL	rD	rC	{111}	{100}	TS, MPa	YS, MPa	YR	전체 신장 %	
A	-1	10	700	F+P	70	0	1.15	1.15	1.08	1.29	2.3	3.1	401	235	0.59	42	발명 외
	-2	50	400	B	70	0	1.46	1.31	1.52	1.48	6.0	0.9	404	233	0.58	41	본 발명
B	-1	8	350	F+P	50	0	0.99	1.09	0.94	1.00	2.8	3.6	422	226	0.54	38	발명 외
	-2	40	350	B	50	0	1.53	2.05	1.12	1.84	5.8	0.8	425	252	0.59	38	본 발명
C	-1	40	650	F+P	70	0	0.81	0.64	0.89	0.80	7.1	1.4	442	249	0.56	44	발명 외
	-2	40	400	B	70	0	1.46	1.85	1.10	1.77	6.5	1.6	438	240	0.55	44	본 발명
D	-1	10	600	F+P	80	0	1.11	0.98	1.11	1.22	3.6	4.4	529	307	0.58	35	발명 외
	-2	60	400	B	80	0	1.62	1.49	1.66	1.67	7.5	0.3	534	310	0.58	36	본 발명
E	-1	40	350	B	15	0	0.87	0.60	1.08	0.73	2.6	3.7	517	295	0.57	35	발명 외
	-2	40	350	B	65	0	1.57	1.54	1.56	1.61	8.0	0.3	516	290	0.56	35	본 발명
F	-1	30	450	F+B+A	50	0	1.14	1.24	1.09	1.13	3.7	3.0	519	301	0.58	34	발명 외
	-2	60	350	B	50	0	1.43	1.63	1.32	1.46	6.2	1.4	527	288	0.55	36	본 발명
G	-1	10	600	F+P	40	0	1.08	1.15	0.97	1.22	2.8	3.0	461	255	0.55	38	발명 외
	-2	50	150	M	40	0	1.49	1.37	1.55	1.49	6.6	1.3	465	240	0.52	39	본 발명
H	-1	50	350	F+B+A	60	0	1.54	1.40	1.58	1.61	7.6	1.6	621	354	0.57	31	발명 외
	-4	20	400	B	60	0	1.13	1.22	1.10	1.11	2.6	2.5	615	339	0.55	32	발명 외
I	-1	10	700	F+P	70	0	1.03	0.90	1.03	1.16	4.0	2.6	513	280	0.55	35	발명 외
	-2	35	400	B	70	0	1.62	1.42	1.64	1.78	8.8	0.1	521	294	0.56	36	본 발명

* F : 페라이트, B : 베이나이트, M : 마르텐사이트, P : 펄라이트, A : 오스테나이트
탄화물이나 석출물은 생략
밑줄 부분은 본 발명의 범위 외 조건

본 발명에 의해, 양호한 r치를 갖는 딥 드로잉성이 우수한 고강도 강판을 얻는 것이 가능해진다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

삭제

청구항 2.
삭제

청구항 3.
삭제

청구항 4.
삭제

청구항 5.
삭제

청구항 6.
삭제

청구항 7.
삭제

청구항 8.
삭제

청구항 9.
삭제

청구항 10.
삭제

청구항 11.
삭제

청구항 12.
삭제

청구항 13.
삭제

청구항 14.

질량%로,

C : 0.03 내지 0.25 %

Si : 0.001 내지 3.0 %

Mn : 0.01 내지 3.0 %

P : 0.001 내지 0.06 %

S : 0.05 % 이하

N : 0.0005 내지 0.030 %

Al : 0.005 내지 0.3 %를 함유하고, 잔량부가 철 및 불가피적 불순물로 이루어지며, 평균 r치가 1.2 이상이며 페라이트와 석출물로 이루어지는 조직으로 구성되는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판.

청구항 15.

질량%로,

C : 0.03 내지 0.25 %

Si : 0.001 내지 3.0 %

Mn : 0.01 내지 3.0 %

P : 0.001 내지 0.06 %

S : 0.05 % 이하

N : 0.0005 내지 0.030 %

Al : 0.005 내지 0.3 %를 충족시키는 범위로 함유하고, 잔량부가 철 및 불가피적 불순물로 이루어지며, 평균 r치가 1.3 이상, 강판의 조직 중에 베이나이트, 마르텐사이트, 오스테나이트 중 1 종류 또는 2 종류 이상을 합하여 3 내지 100 % 함유하는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판.

청구항 16.

제14항 또는 제15항에 있어서, 압연 방향의 r치(rL)가 1.1 이상, 압연 방향에 대해 45°방향의 r치(rD)가 0.9 이상, 압연 방향과 직각 방향의 r치(rC)가 1.2 이상인 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판.

청구항 17.

제14항 또는 제15항에 있어서, Mn 및 C를 (Mn + 1) (1 × C) > 1.5를 충족시키는 범위로 함유하는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판.

청구항 18.

제14항 또는 제15항에 있어서, 강판 1/2 판 두께에 있어서의 판면 {111} 및 {100}의 각 X선 반사면 강도비가 각각 3.0 이상, 3.0 이하인 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판.

청구항 19.

제14항 또는 제15항에 있어서, 강판을 구성하는 페라이트립의 평균 결정 입경이 15 ㎛ 이상인 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판.

청구항 20.

제14항 또는 제15항에 있어서, 강판을 구성하는 페라이트립의 종횡비 평균값이 1.0 이상 5.0 미만인 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판.

청구항 21.

제14항 또는 제15항에 있어서, 0.2 % 내력/인장 최고 강도로 나타나는 항복비가 0.7 미만인 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판.

청구항 22.

제14항 또는 제15항에 있어서, Al/N이 질량비로 3 내지 25인 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판.

청구항 23.

제14항 또는 제15항에 있어서, B를 0.0001 내지 0.01 질량% 포함하는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판.

청구항 24.

제14항 또는 제15항에 있어서, Zr 및 Mg 중 1 종류 또는 2 종류를 합하여 0.0001 내지 0.5 질량% 포함하는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성 우수한 강판.

청구항 25.

제14항 또는 제15항에 있어서, Ti, Nb, V 중 1 종류 또는 2 종류 이상을 합하여 0.001 내지 0.2 질량% 포함하는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판.

청구항 26.

제14항 또는 제15항에 있어서, Sn, Cr, Cu, Ni, Co, W 및 Mo 중 1 종류 또는 2 종류 이상을 합하여 0.001 내지 2.5 질량% 포함하는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판.

청구항 27.

제14항 또는 제15항에 있어서, Ca를 0.0001 내지 0.01 질량% 포함하는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판.

청구항 28.

제14항 또는 제15항에 기재된 강판을 제조하는 방법이며, 제14항 또는 제15항에 기재된 화학 성분을 갖고, 또한 적어도 판 두께의 1/4 내지 3/4에 있어서는 베이나이트상 및 마르텐사이트상 중, 1 종류 또는 2 종류의 체적율이 70 내지 100 %인 조직을 갖는 열연 강판에 압하율 25 내지 95 %의 냉간 압연을 실시하고, 재결정 온도 이상 1000 ℃ 이하에서 어닐링하는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판의 제조 방법.

청구항 29.

제14항 또는 제15항에 기재된 강판을 제조하는 방법이며, 제14항 또는 제15항에 기재된 화학 성분을 갖는 강을 (Ar_3 변태점 - 50) ℃이상에서 열간 압연을 완료하고, 실온 내지 700 ℃에서 권취하여 압하율 30 % 이상 95 % 미만의 냉간 압연을 실시하고, 평균 가열 속도 4 내지 200 ℃/시간으로 가열하여 최고 도달 온도를 600 내지 800 ℃로 하는 어닐링을 행하고, 또한 Ac_1 변태점 이상 1050 ℃ 이하의 온도까지 가열하는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판의 제조 방법.

청구항 30.

제14항 또는 제15항에 기재된 강판을 제조하는 방법이며, 제14항 또는 제15항에 기재된 화학 성분을 갖고, 또한 적어도 판 두께의 1/4 내지 3/4에 있어서는 베이나이트상 및 마르텐사이트상 중, 1 종류 또는 2 종류의 체적율이 70 내지 100 %인 조직을 갖는 열연 강판에 압하율 30 % 이상 95 % 미만의 냉간 압연을 실시하고, 평균 가열 속도 4 내지 200 ℃/시간으로 가열하여 최고 도달 온도를 600 내지 800 ℃로 하는 어닐링을 행하고, 또한 Ac_1 변태점 이상 1050 ℃ 이하의 온도까지 가열하는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판의 제조 방법.

청구항 31.

제14항에 기재된 강판을 제조하는 방법이며, 제14항에 기재된 화학 성분을 갖는 강을 Ar_3 변태점 이상에서 열간 압연을 완료하고, 열연 마무리 온도로부터 550 ℃까지를 평균 냉각 속도로 30 ℃/s 이상에서 냉각하여 550 ℃ 이하의 온도에서 권취하고, 압하율 35 % 이상 85 % 미만의 냉간 압연을 실시하여 평균 가열 속도 4 내지 200 ℃/hr에서 가열하고, 최고 도달 온도를 600 내지 800 ℃로 하는 어닐링을 행하여 5 내지 100 ℃/hr의 속도로 냉각하는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판의 제조 방법.

청구항 32.

제14항 또는 제15항에 있어서, 표면에 도금층을 갖는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판.

청구항 33.

제28항에 있어서, 어닐링 및 냉각 후의 강판 표면에 용융 도금 또는 전기 도금을 실시하는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판의 제조 방법.

청구항 34.

제14항 또는 제15항에 있어서, 강판 1/2 판 두께에 있어서의 판면의 {111}, {100} 및 {110}의 각 X선 반사면 랜덤 강도비가 각각 2.0 이상, 1.0 이하 및 0.2 이상인 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판.

청구항 35.

제14항 또는 제15항에 있어서, 인장 시험으로 평가되는 시효 지수(AI)가 40 ㎫ 이하이고, 또한 표면 조도가 0.8 이하인 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강관.

청구항 36.

제14항 또는 제15항에 기재된 강판을 제조하는 방법이며, 제14항 또는 제15항에 기재된 화학 성분을 갖는 강을 (Ar_3 변태점 - 50) ℃ 이상에서 열간 압연을 완료하고, 700 ℃ 이하의 온도에서 권취하여 압하율 25 % 이상 60 % 미만의 냉간 압연을 실시하고, 평균 가열 속도 4 내지 200 ℃/시간으로 가열하여 최고 도달 온도를 600 내지 800 ℃로 하는 어닐링을 행하고, 5 내지 100 ℃/hr의 속도로 냉각하는 것을 특징으로 하는 딥 드로잉성이 우수한 강판의 제조 방법.