(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.
C22C 38/00 (2006.01)
C21D 8/02 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0115636
(43) 공개일자 2006년11월09일

(21) 출원번호 10-2006-0040225
(22) 출원일자 2006년05월03일

(30) 우선권주장 1020050037183 2005년05월03일 대한민국(KR)

(71) 출원인 주식회사 포스코
경북 포항시 남구 괴동동 1번지

(72) 발명자 윤정봉
경북 포항시 남구 괴동동 1번지 (주)포스코내
정진희
경북 포항시 남구 괴동동 1번지 (주)포스코내

(74) 대리인 특허법인씨엔에스

심사청구 : 있음

(54) 항복비가 높은 소부경화형 냉연강판과 그 제조방법

요약

Ti와 Nb의 복합계 IF강에서 미세한 AlN석출물에 의해 항복강도와 면내이방성이 개선되는 냉연강판과 그 제조방법이 제공된다.

이 냉연강판은, 중량%로, C: 0.001-0.01%, S:0.08%이하, Al:0.1%이하, N:0.004-0.02%, P:0.2%이하, B:0.0001-0.002%, Ti:0.005~0.15%, Nb:0.002-0.04%, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되고,

상기 Al, N, Ti, Nb, C, S이 $1 \leq (Al/27)/(N^{\star}/14) \leq 10$

Cs(solid carbon):5-30를 만족하고,

(여기서, $N^{\star}=N-0.8x(Ti-0.8x(48/32)xS))x(14/48)$,

$Cs=(C-Nbx12/93-Ti^{\star}x12/48)x10000$, $Ti^{\star}=Ti-0.8x((48/14)xN+(48/32)xS)$ 단, $Ti^{\star}<0$일 경우 $Ti^{\star}=0$으로 함]

AlN석출물의 평균크기가 0.2㎛이하로 이루어진다.

본 발명에서는 IF강에 미세한 AlN석출물을 분포시켜 면내이방성은 낮추면서 항복비를 높이는 것이다.

색인어

소부경화형, 자동차소재, AlN석출물, 면내이방성, 항복강도

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 자동차, 가전제품 등의 소재로 사용되는 소부경화형 냉연강판에 관한 것으로, 보다 상세하게는 Ti와 Nb의 복합계 IF강에서 미세한 AlN석출물에 의해 항복강도와 면내이방성이 개선되는 냉연강판과 그 제조방법에 관한 것이다.

소부경화형 냉연강판은 주로 자동차 등의 외판소재에 이용되고 있다. 소부경화형 냉연강판은 강판중에 적정량의 고용탄소를 잔존시키고, 프레스 성형시에 생성된 전위를 도장소부시의 열을 이용하여 고용탄소로 고착하여 항복점을 높인 강이다.

소부경화형 냉연강판에는 상소둔재인 Al-Killed강과 IF강(Interstitial Free Steel)이 있다.

상소둔재인 Al-Killed 강의 경우에는 적은 양의 고용탄소가 잔존하고 있어 내시효특성을 확보하면서 소부처리 후 10-20MPa 정도의 소부경화능을 가진다. 상소둔재의 경우에는 소부처리 후 상승하는 항복강도가 낮고, 장시간 소둔하므로 생산성이 낮은 단점이 있다.

IF강은 Ti, Nb을 첨가하여 강중에 고용된 탄소 또는 질소를 완전히 석출하여 성형성을 향상시킨 강종으로서, 이 IF강에 소부경화특성을 부여한 것이 소부경화형 IF강이다. 소부경화형 IF강은 Ti 또는 Nb의 첨가량과 탄소의 첨가량을 제어하여 적당한 양의 탄소를 강중에 잔존하게 하여 소부경화특성을 부여한 것이다.

이와 관련된 기술로는 일본 공개특허공보 1998-280048호와 1998-287954호가 있다.

상기 선행기술들은 Ti계 또는 Ti-Nb계 IF강으로서, C:0.005%이하, Al:0.01-0.2%, N:0.01%이하의 성분계에서 탄황화물(Ti-C-S계)을 확보하고 재가열소둔시에 탄화물을 용해하여 결정립계에 고용시킴으로서 BH량(소부전후의 항복강도차) 30MPa이상 확보하고 있다. 그러나, 이 냉연강판의 항복비(항복강도/인장강도)는 54%이하로 낮다. 또한, 상기 선행기술들에서는 면내이방성에 대한 검토도 없다.

동일강도 대비 항복강도(항복비)가 더 높으면 강판의 두께를 줄일 수 있어 경량화 효과가 있다. 면내이방성이 낮으면 가공시 주름 발생이 적어지고 가공후에는 귀(ear) 발생이 적은 장점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 소부경화형 IF강에서 AlN석출물에 의해 항복강도를 증진하면서 면내이방성을 낮출 수 있는 냉연강판과 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 냉연강판은,

중량%로, C: 0.001-0.01%, S:0.08%이하, Al:0.1%이하, N:0.004-0.02%, P:0.2%이하, B:0.0001-0.002%, Ti:0.005~0.15%, Nb:0.002-0.04%, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되고,

상기 Al, N, Ti, Nb, C, S이 $1 \leq (Al/27)/(N^{\star}/14) \leq 10$

Cs(solid carbon):5-30를 만족하고,

(여기서, $N^{\bigstar}$=N-0.8x(Ti-0.8x(48/32)xS))x(14/48),

Cs=(C-Nbx12/93-$Ti^{\bigstar}$x12/48)x10000, $Ti^{\bigstar}$=Ti-0.8x((48/14)xN+ (48/32)xS) 단, $Ti^{\bigstar}$<0일 경우 $Ti^{\bigstar}$=0으로 함]

AlN석출물의 평균크기가 0.2㎛이하로 이루어진다.

본 발명에서 상기 미세한 AlN석출물은 $1X10^6$개/mm^2 이상이 바람직하다. 또한, 상기 (Al/27)/(N/14)는 1-7로 하는 것이 가장 바람직하다.

본 발명의 냉연강판은 성분설계에 따라 280MPa급의 연질냉연강판과 340MPa이상의 고강도 냉연강판의 특성을 갖는다.

상기한 성분계에서 P의 함량은 0.015%이하로 하면 280MPa급의 연질냉연강판이 얻어진다. 이 냉연강판에다 고용강화원소인 Si, Cr의 1종 또는 2종이 추가로 함유되거나 P의 함량이 0.015~0.2%로 하면 340MPa이상의 고강도 특성이 확보된다. P가 단독으로 함유되는 고강도 강의 경우에는 P의 함량은 0.03~0.2%가 바람직하다. Si의 경우에는 0.1-0.8%, Cr의 경우에는 0.2-1.2%가 바람직하다. Si과 Cr의 1종이상 함유되는 경우에 P의 함량은 0.2%이하의 범위에서 다양하게 설계될 수 있다.

본 발명의 냉연강판에서 가공성을 보다 개선하고자 한다면 Mo을 0.01~0.2%추가로 포함할 수 있다.

상기한 냉연강판의 제조방법은, 본 발명의 성분계를 만족하는 슬라브를 1100℃이상의 온도로 재가열한 후 마무리 압연온도를 Ar_3변태점 이상으로 하여 열간압연하고 300℃/min이상의 속도로 냉각하고 700℃이하의 온도에서 권취한 다음, 냉간 압연하고, 연속소둔하는 것이다.

이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

본 발명은 소부경화형 IF강에 미세한 AlN석출물이 확보되면 결정립이 미세하게 되어 항복강도가 증진되고 면내이방성지수가 낮아져 가공성이 개선된다는 연구결과에 기초하여 완성된 것이다.

IF강에서 N은 불순물로서 주로 0.004%이하로 관리하고 있다. 일본 공개특허공보 1998-280048호와 1998-287954호에서도 Ti계 또는 Ti-Nb계 IF강에서 N의 함량을 0.01%이하로 제한하나, 그 실시예를 보면 0.002%이하로서 실제 저질소의 성분계이다. 이 선행기술에서는 탄화황물의 복합석출물($Ti_4C_2S_2$)을 이용하고 있다.

이와 달리, 본 발명에서는 Ti와 Nb의 복합계 IF강에서 미세한 AlN를 확보하면서 고용탄소를 관리하여 소부경화특성을 확보하는 것이다. Ti와 Nb의 복합계 IF강에서 Ti는 C, N, S와 반응하여 TiC, TiN, Ti(C,N), $Ti_4C_2S_2$ 등으로 석출되므로, AlN로 석출물과 고용탄소를 확보하기 위해서는 제반성분의 관리가 요구된다.

AlN석출물은 결정립을 미세하게 한다. 결정립이 미세하게 되면, Ti와 Nb에 의해 석출하지 않은 고용탄소는 결정립내 보다 결정립계에 더 많이 존재하게 된다. 이에 따라, 상온 비시효특성이 확보되면서 소부경화특성을 개선하게 되는 것이다. 결정립내에 잔존하는 고용탄소는 이동이 비교적 자유롭기 때문에 가동전위와 결합하여 상온시효특성에 영향을 미치게 된다. 이에 반해, 결정립계나 석출물의 주변과 같이 보다 안정된 위치에 편석하는 고용탄소는 도장소부처리와 같은 고온에서 활성화되어 소부경화특성에 영향을 주게 된다. 이와 같이, 결정립내의 고용탄소량이 줄어든다는 것은 보다 안정된 위치 즉, 결정립계나 미세한 석출물들의 주변에서 탄소가 존재하여 소부경화특성에 영향을 미친다는 것이다.

본 발명에 따라 미세하게 분포하는 AlN석출물들은 석출강화에 의한 항복강도의 상승과 강도-연성 밸런스 특성의 개선 그리고, 면내이방성 지수에도 긍정적인 영향을 미친다. 이를 위해서는 AlN석출물이 미세하게 분포하여야 하면, 이는 Al, N, Ti, Nb, C, S 의 함량과 이들의 성분비 조건 그리고, 제조조건 특히, 열간압연이 끝난 후 냉각속도가 영향을 미친다.

먼저, 기본성분이 되는 C, S, Al, P, N, B, Ti, Nb에 대해 설명한다.

탄소(C)의 함량은 0.001-0.01%가 바람직하다.

탄소(C)의 함량이 0.001%미만일 경우 소부경화량이 적고, 0.01%초과의 경우에는 성형성이 저하된다. 탄소의 함량이 높아질수록 소부경화량은 커진다. 이를 고려할 때 보다 바람직하게는 탄소(C)함량은 0.003-0.01%, 또는 0.005-0.01%로 하는 것이다.

황(S)의 함량은 0.08%이하가 바람직하다.

황(S)은 0.08% 초과의 경우에는 고용된 황의 함량이 많아 연성 및 성형성이 크게 낮아지며, 적열취성의 우려가 있다.

알루미늄(Al)의 함량은 0.1%이하가 바람직하다.

Al은 N과 미세한 AlN석출물을 형성하여 결정립미세화와 더불어 석출강화에 의해 항복강도를 증진시킨다. 이를 위해 0.1%까지 첨가한다. Al의 함량이 0.1%초과되는 경우에는 고용상태의 Al의 함량이 많아 연성이 저하될 우려가 있다.

질소(N)의 함량은 0.004%초과-0.02%이하가 바람직하다. 보다 바람직하게는 0.005-0.02%로 하는 것이다.

N함량이 0.004%미만의 경우에는 석출되는 AlN의 숫자가 적어 결정립미세화 및 석출강화의 효과가 적으며, 0.02%를 초과할 경우는 고용질소에 의한 시효보증이 곤란하므로 0.02%이하로 하는 것이 바람직하다.

인(P)의 함량은 0.2%이하가 바람직하다.

인은 고용강화효과가 높으면서 r값의 저하가 적은 원소로서 본 발명에 따라 석출물을 제어하는 강에서 고강도를 보증한다. 280Mpa급의 강도가 요구되는 강종에서 P의 함량은 0.015%이하로 하는 것이 좋다. 340Mpa급 이상의 고강도 강에서는 0.016~0.2%로 하는 것이 좋다. 이러한 P의 함량이 0.2% 초과의 경우에는 연성이 저하하여 상한 값을 0.2%로 제한하는 것이 바람직하다. 본 발명에서 Si, Cr이 첨가되는 경우에는 P의 함량을 0.2%이하의 범위로 하면서 다양한 강도의 설계가 가능하다.

보론(B)의 함량은 0.0001~0.002%가 바람직하다.

보론은 2차가공취성을 방지하기 위해 첨가하는데 이를 위해 보론의 함량이 0.0001%이상인 것이 바람직하다. 보론의 함량이 0.002%를 초과하면 오무림 가공성(deep drawing)이 크게 저하될 수 있다.

티타늄(Ti)의 함량은 0.005~0.15%, 바람직하게는 0.005-0.1%로 하는 것이다.

티타늄은 비시효성 확보 및 성형성 향상을 목적으로 첨가하는데 티타늄은 강력한 탄화물 생성 원소로 강중에 첨가되어 TiC석출물을 석출시켜 고용 상태의 탄소를 석출하므로써 비시효성을 확보한다. 티타늄의 첨가량이 0.005%미만의 경우 TiC석출물의 석출량이 너무 적어 집합조직의 발달이 적어 오무림 가공성을 개선하는 효과가 거의 없다. Ti가 0.15%초과할 경우 TiC석출물의 크기 너무 커 결정립미세화 효가가 감소되어 면내이방성지수가 높아지며 항복강도도 저하하고 도금특성이 크게 저하한다.

니오븀(Nb)의 함량은 0.002~0.04%가 바람직하다.

Nb은 비시효성 확보 및 성형성 향상을 목적으로 첨가한다. Nb은 강력한 탄화물 생성 원소로 강중에 첨가되어 NbC석출물을 석출시킨다. 또한 NbC석출물은 소둔중 집합조직을 발달하여 오무림 가공성을 크게 향상하는 효과가 있다. Nb의 첨가량이 0.002%이하의 경우 NbC석출물의 석출량이 너무 적어 집합조직의 발달이 적어 오무림 가공성을 개선하는 효과가 거의 없다. Nb가 0.04%초과할 경우 NbC석출물의 양이 너무 많아 오무림가공성 및 연신율이 낮아져 성형성이 크게 저하할 수 있다.

본 발명에서는 냉연강판에 미세한 AlN과 고용C를 확보하기 위한 관점에서 Al, N, Ti, Nb, S, C의 성분비를 제어하는데 특징이 있다. IF강에서 Ti은 TiC, TiN, TiS, Ti(C,N), $Ti_4C_2S_2$등의 석출물을 석출하는 것으로 알려져 있고, 이러한 석출물을 활용하기 위하여 Ti, S, C, N의 성분관계를 제어하고 있다. 그러나 본 발명에서는 AlN석출물과 함께 고용C를 확보하기 위하여, Ti, Nb, S, C, N, Al의 관계를 관리한다.

[관계식 1]

$1 \leq (Al/27)/(N^{\bigstar}/14) \leq 10$

여기서, $N^{\bigstar}=N-0.8x(Ti-0.8x(48/32)xS))x(14/48)$임

[관계식 2]

$Cs=(C-Nbx12/93-Ti^{\bigstar}x12/48)x10000,$

(여기서, $Ti^{\bigstar}=Ti-0.8x((48/14)xN+(48/32)xS)$ 단, $Ti^{\bigstar}<0$일 경우 $Ti^{\bigstar}=0$으로 함)

상기 관계식에서 Al, S, Ti, Nb, C, N는 중량%이다.

관계식 1에서 $N^{\bigstar}$은 총N의 함량에서 Ti와 반응하지 않는 N의 함량을 나타내는 것으로, 미세한 AlN석출물을 확보하도록 하기 위해서 관계식 1의 값이 1-10을 만족하는 것이 바람직하다. 관계식 1의 값이 1이상이 되어야 유효한 AlN석출물이 석출하게 되며, 10초과의 경우에는 AlN석출물이 조대하여 가공성과 항복강도의 특성이 좋지 않다. 보다 바람직하게는 관계식 1의 값이 1-7를 만족하는 것이다.

관계식 2에서 $Ti^{\bigstar}$은 총Ti의 함량에서 N, S와 반응하고 남은 Ti의 함량을 나타내는 것으로, $Ti^{\bigstar}$가 음의 값일 경우는 0으로 하는데 이는 $Ti^{\bigstar}$가 음의 값이 되는 경우는 고용 N과 S를 석출하기에도 Ti가 모자라는 것을 의미하는 것으로 고용 C가 새로 생성되는 것은 아니므로 그 값을 0으로 하는 것이 당연하다. 상기 Cs는 TiC와 NbC로 석출되지 않은 고용탄소의 함량을 나타내는 것이다. 즉, Cs(solid carbon)가 5-30을 만족하여야 하며, 관계식 2에서 Cs로 계산된 값 즉, 고용탄소의 함량 단위는 ppm이 된다.

Cs값이 5ppm이상 되어야 소부경화량을 확보할 수 있으며, 30ppm을 초과할 경우에는 고용탄소의 함량이 높아서 비시효성을 확보하기 어렵다.

본 발명의 성분계에서 석출물은 미세하게 분포할수록 유리한데, 바람직하게는 AlN석출물의 평균크기가 0.2㎛이하이다. 본 발명의 연구결과에 따르면 석출물의 평균크기가 0.2㎛ 초과의 경우에는 특히 강도가 낮아지고, 면내이방성지수가 좋지 않다.

본 발명의 강에는 0.2㎛이하의 미세한 석출물이 다량으로 분포한다. 이 미세한 석출물의 분포수는 제한하지 않으나, mm^2당 $1X10^6$개 이상이 바람직하다. 석출물의 분포수가 많아지면 소성이방성지수가 높아지고 오히려 면내이방성지수는 낮아져 가공성이 크게 개선된다. 일반적으로 소성이방성지수가 높아지면 면내이방성지수는 올라가서 가공성 측면에서 소성이방성지수를 높이는데 한계가 있다는 점을 감안할 때, 석출물의 분포수에 따라 소성이방성지수와 면내이방성지수의 특이한 변화는 주목할 만 하다.

본 발명에서는 340MPa급 이상의 고강도 강판으로 적용하는 경우에는 상기 P와 같은 고용강화원소 즉, P, Si, Cr의 1종 또는 2종이상을 첨가할 수 있다. P에 대해서는 상술한 바, 중복기재는 생략한다.

실리콘(Si)의 함량은 0.1-0.8%가 바람직하다.

Si은 고용강화효과가 높으면서 연신율의 저하가 낮은 원소로 본 발명에 따라 석출물을 제어하는 강에서 고강도를 보증한다. Si의 함량이 0.1%이상 되어야 강도를 확보할 수 있으며, 0.8%초과의 경우에는 연성이 저하한다.

크롬(Cr)의 함량은 0.2~1.2%가 바람직하다.

Cr은 고용강화효과가 높으면서 2차가공취성온도를 낮추며 Cr탄화물에 의해 시효지수를 낮추는 원소로서, 본 발명에 따라 석출물을 제어하는 강에서 고강도를 보증하며 면내이방성 지수도 낮게 한다. Cr의 함량이 0.2%이상 되어야 강도를 확보할 수 있으며, 1.2% 초과의 경우에는 연성이 저하한다.

본 발명의 냉연강판에서 몰리브덴(Mo)이 추가로 첨가될 수 있다.

몰리브덴(Mo)의 함량은 0.01~0.2%가 바람직하다.

Mo은 소성이방성지수를 높이는 원소로서 첨가되는데, 그 함량이 0.01%이상 되어야 소성이방성지수가 커지며, 0.2%를 초과하면 소성이방성지수는 더 이상 커지지 않고 열간취성을 일으킬 우려가 있다.

[냉연강판의 제조방법]

본 발명은 상기한 강조성을 만족하는 강을 열간압연과 냉간압연을 통해 냉간압연판에 AlN석출물의 평균크기가 0.2㎛ 이하를 만족하도록 하는데 특징이 있다. 냉간압연판에서 AlN석출물의 평균 크기는 성분설계와 함께 재가열온도, 권취온도 등의 제조공정에 영향을 받으나 특히 열간압연후의 냉각속도에 직접적인 영향을 받는다.

[열간압연조건]

본 발명에서는 상기한 강조성을 만족하는 강을 재가열하여 열간압연한다. 재가열온도는 1100℃이상이 바람직하다. 재가열온도가 1100℃미만의 경우에는 재가열온도가 낮아 연속주조중에 생성된 조대한 석출물들이 완전히 용해되지 않은 상태로 남아 있어 열간압연후에도 조대한 석출물이 많이 남아있기 때문이다.

열간압연은 마무리압연온도를 Ar_3변태온도 이상의 조건에서 행하는 것이 바람직하다. 마무리압연온도가 Ar_3변태온도 미만의 경우에는 압연립의 생성으로 가공성이 저하할 뿐만아니라 강도도 낮아지기 때문이다.

열간압연후 권취전 냉각속도는 300℃/min 이상으로 하는 것이 바람직하다. 본 발명에 따라 미세한 석출물을 얻기 위하여 그 성분비를 제어하더라도 냉각속도가 300℃/min 미만이면 석출물의 평균크기가 0.2㎛를 초과할 수 있다. 즉, 냉각속도가 빨라질수록 많은 수의 핵이 생성하여 석출물이 미세해지기 때문이다. 냉각속도가 빨라질수록 석출물의 크기가 미세해지므로 냉각속도의 상한을 제한할 필요는 없으나, 냉각속도가 1000℃/min 보다 빨라지더라도 석출물 미세화 효과가 더 이상 커지지 않으므로 냉각속도는 300~1000℃/min이 보다 바람직하다.

[권취조건]

상기와 같이 열간압연한 다음에는 권취를 행하는데, 권취온도는 700℃이하가 바람직하다. 권취온도가 700℃초과의 경우에는 석출물이 너무 조대하게 성장하여 강도확보가 곤란하다.

[냉간압연조건]

냉간압연은 50~90%의 압하율로 행하는 것이 바람직하다. 냉간압하율이 50%미만의 경우에는 소둔재결정 핵생성양이 적기 때문에 소둔시 결정립이 너무 크게 성장하여 소둔 재결정립의 조대화로 강도 및 성형성이 저하한다. 냉간압하율이 90% 초과의 경우에는 성형성은 향상되지만 핵생성 양이 너무 많아 소둔 재결정립은 오히려 너무 미세하여 연성이 저하한다.

[연속소둔]

연속소둔 온도는 제품의 재질을 결정하는 중요한 역할을 한다. 본 발명에서는 700~900℃의 온도범위에서 행하는 것이 바람직하다. 연속소둔 온도가 700℃미만의 경우에는 재결정이 완료되지 않아 목표로 하는 연성 값을 확보할 수 없으며, 소둔온도가 900℃초과의 경우에는 재결정립의 조대화로 강도가 저하된다. 연속소둔시간은 재결정이 완료되도록 유지하는데, 약 10초이상이면 재결정이 완료된다. 바람직하게는 연속소둔시간을 10초~30분의 범위내로 하는 것이다,

이하, 본 발명을 실시예를 통하여 보다 구체적으로 설명한다.

[실시예 1]

표 1의 강슬라브를 재가열하여 마무리열간압연하고 400℃/min 의 속도로 냉각하여 650℃에서 권취한 다음, 75%의 압하율로 냉간압연과 연속소둔처리하였다. 이때의 마무리압연온도는 Ar_3변태점이상인 910℃이며, 연속소둔은 10℃/초의 속도로 830℃로 40초 동안 가열하여 행하였다.

얻어진 소둔판은 기계적 특성을 조사하기 위해 ASTM규격(ASTM E-8 standard)에 의한 표준시편으로 가공하였다. 시편은 인장시험기(INSTRON사, Model 6025)를 이용하여 항복강도, 인장강도, 연신율, 소성이방성 지수(r_m값), 면내이방성 지수(△r값) 및 시효평가지수를 측정하였다. 여기서 $r_m=(r_0+2r_{45}+r_{90})/4$, $\triangle r=(r_0-2r_{45}+r_{90})/2$이며, 시효평가지수는 소둔후 1.0% skin Pass압연한 시편을 100℃ X 2hr. 열처리후 측정된 항복점연신(Yield Point Elongation)율이다.

소부경화특성은 시편에 2% 스트레인을 가한 후 170℃에서 20분간 열처리 후 항복강도를 측정하고, 측정된 항복강도 값에서 열처리전의 항복강도 값을 뺀 값을 BH값으로 한 것이다.

[표 1]

	C	P	S	Al	Ti	Nb	B	N	기타
A1	0.0019	0.009	0.01	0.047	0.008	0.004	0.0005	0.0094	
A2	0.0017	0.047	0.01	0.059	0.009	0.003	0.0008	0.0072	Si:0.03
A3	0.0024	0.086	0.008	0.067	0.016	0.003	0.001	0.0068	Si:0.11
A4	0.0026	0.118	0.012	0.047	0.027	0.005	0.0009	0.0125	Si:0.25
A5	0.0024	0.037	0.01	0.051	0.036	0.003	0.0007	0.011	Si:0.26 Mo:0.074
A6	0.0026	0.115	0.009	0.039	0.01	0.005	0.0011	0.01	Si:0.22 Cr:0.23
A7	0.0022	0.057	0.011	0.035	0.02	0.024	0.0007	0.0011	
A8	0.0045	0.125	0.015	0.042	0	0	0.0008	0.012	

[표 2]

구분	(Al/27)/($N^{\star}$/14)	Cs	석출물의 평균크기 (㎛)`	석출물 수 (개/mm^2)
A1	2.358	19	0.06	$5.1X10^6$
A2	3.872	17	0.06	$4.3X10^6$
A3	6.547	24	0.05	$4.4X10^6$
A4	2.549	26	0.05	$6.3X10^6$
A5	4.897	24	0.05	$5.2X10^6$
A6	1.985	26	0.04	$7.4X10^6$
A7	19.87	-8.3	0.29	$1.1X10^4$
A8	1.344	45	0.06	$2.8X10^6$

$N^{\star}=N-0.8x(Ti-0.8x(48/32)xS))x(14/48)$,
$Cs=(C-Nbx12/93-Ti^{\star}x12/48)x10000$,
$Ti^{\star}=Ti-0.8x((48/14)xN+(48/32)xS)$

[표 3]

구분	기계적 성질								비고
	항복 강도 (MPa)	인장 강도 (MPa)	연신율 (%)	소성이방성 지수 (r_m)	면내이방성 지수 (Δr)	시효 평가 지수 (%)	BH값(MPa)	2차가공취성 (DBTT-℃)	
A1	221	325	47	2.02	0.31	0	43	-40	발명강
A2	232	352	44	1.87	0.27	0	35	-50	발명강
A3	263	409	37	1.76	0.26	0	58	-50	발명강
A4	325	450	31	1.7	0.28	0	58	-50	발명강
A5	232	358	42	1.81	0.29	0	49	-50	발명강
A6	334	463	31	1.55	0.28	0	58	-50	발명강
A7	205	369	38	2.11	0.33	0	0	-40	비교강
A8	343	461	29	1.19	0.22	4.3	109	-40	비교강

본 발명에서 상기 실시형태는 하나의 예시로서, 본 발명이 여기에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 특허청구범위에 기재된 기술적 사상과 실질적으로 동일한 구성을 갖고 동일한 작용효과를 이루는 것은 어떠한 것이어도 본 발명의 기술적 범위에 포함된다.

발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명은 소부경화형 Ti와 Nb의 복합계 IF강에 미세한 AlN석출물을 분포시키는 것에 의해 결정립을 미세화시키고 이에 따라 면내이방성지수를 낮추고 또한, AlN석출강화에 의해 항복강도를 증진시키는 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

중량%로, C: 0.001-0.01%, S:0.08%이하, Al:0.1%이하, N:0.004-0.02%, P:0.2%이하, B:0.0001-0.002%, Ti:0.005~0.15%, Nb:0.002-0.04%, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되고,

상기 Al, N, Ti, Nb, C, S이 $1 \leq (Al/27)/(N^{\star}/14) \leq 10$

Cs(solid carbon):5-30를 만족하고,

(여기서, $N^{\star}=N-0.8x(Ti-0.8x(48/32)xS))x(14/48)$,

$Cs=(C-Nbx12/93-Ti^{\star}x12/48)x10000$, $Ti^{\star}=Ti-0.8x((48/14)xN+(48/32)xS)$ 단, $Ti^{\star}<0$일 경우 $Ti^{\star}=0$으로 함]

AlN석출물의 평균크기가 0.2㎛이하로 이루어지는 항복비가 높은 소부경화형 냉연강판.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 석출물수는 $1X10^6$개/mm^2이상임을 특징으로 하는 항복비가 높은 소부경화형 냉연강판.

청구항 3.

제 1항에 있어서, 상기 (Al/27)/(N★/14)는 1-7임을 특징으로 하는 항복비가 높은 소부경화형 냉연강판.

청구항 4.

제 1항에 있어서, 추가로 Si:0.1~0.8%, Cr:0.2~1.2%의 1종 또는 2종이 포함되는 것을 특징으로 하는 항복비가 높은 소부경화형 냉연강판.

청구항 5.

제 1항 또는 제 4항에 있어서, 추가로 Mo이 0.01~0.2% 포함되는 것을 특징으로 하는 항복비가 높은 소부경화형 냉연강판.

청구항 6.

중량%로, C: 0.001-0.01%, S:0.08%이하, Al:0.1%이하, N:0.004-0.02%, P:0.2%이하, B:0.0001-0.002%, Ti:0.005~0.15%, Nb:0.002-0.04%, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되고,

상기 Al, N, Ti, Nb, C, S이 $1 \leq (Al/27)/(N^{\bigstar}/14) \leq 10$

Cs(solid carbon):5-30를 만족하는 슬라브를,

(여기서, $N^{\bigstar}=N-0.8x(Ti-0.8x(48/32)xS))x(14/48)$,

$Cs=(C-Nbx12/93-Ti^{\bigstar}x12/48)x10000$, $Ti^{\bigstar}=Ti-0.8x((48/14)xN+(48/32)xS)$ 단, $Ti^{\bigstar}<0$일 경우 $Ti^{\bigstar}=0$으로 함]

1100℃이상의 온도로 재가열한 후 마무리 압연온도를 Ar_3변태점 이상으로 하여 열간압연하고 300℃/min이상의 속도로 냉각하고 700℃이하의 온도에서 권취한 다음, 냉간 압연하고, 연속소둔하여 평균크기가 0.2㎛이하의 AlN석출물이 분포하는 항복비가 높은 소부경화형 냉연강판의 제조방법.

청구항 7.

제 6항에 있어서, 석출물수는 $1X10^6$개/mm^2이상임을 특징으로 하는 항복비가 높은 소부경화형 냉연강판의 제조방법.

청구항 8.

제 6항에 있어서, 상기 (Al/27)/(N★/14)는 1-7임을 특징으로 하는 항복비가 높은 소부경화형 냉연강판의 제조방법.

청구항 9.

제 6항에 있어서, 추가로 Si:0.1~0.8%, Cr:0.2~1.2%의 1종 또는 2종이 포함되는 것을 특징으로 하는 항복비가 높은 소부경화형 냉연강판의 제조방법.

청구항 10.

제 6항 또는 제 9항에 있어서, 추가로 Mo이 0.01~0.2% 포함되는 것을 특징으로 하는 항복비가 높은 소부경화형 냉연강판의 제조방법.