



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. C22C 38/00 (2006.01) C21D 8/02 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년07월25일 10-0742930 2007년07월19일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2006-0040208 2006년05월03일 2006년05월03일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2006-0115624 2006년11월09일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(30) 우선권주장 1020050037183 2005년05월03일 대한민국(KR)

(73) 특허권자 주식회사 포스코
경북 포항시 남구 괴동동 1번지

(72) 발명자 윤정봉
경북 포항시 남구 괴동동1번지 (주)포스코내

진현준
전남 광양시 금호동 700번지 광양제철소내

(74) 대리인 특허법인 씨엔에스·로고스

(56) 선행기술조사문헌
미국 특허공보 6290788(2001.09.18)호 KR1019970702383 A

심사관 : 김수성

전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 고풍복비의 비시효 냉연강판과 그 제조방법

(57) 요약

Ti계 IF강에서 미세한 AlN석출물에 의해 항복강도와 면내이방성이 개선되는 냉연강판과 그 제조방법이 제공된다.

이 냉연강판은, 중량%로, C: 0.005%이하, 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%를 포함하고, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되고,

상기 Ti, N, C 가 다음의 관계, $1 \leq (Al/27)/(N^*/14) \leq 10$, $0.8 \leq (Ti^*/48)/(C/12) \leq 5.0$ 를 만족하며,

[여기서, $N^* = N - 0.8 \times (Ti - 0.8 \times (48/32) \times S) \times (14/48)$, $Ti^* = Ti - 0.8 \times ((48/14) \times N + (48/32) \times S)$]

AlN석출물의 평균크기가 0.2 μ m이하로 이루어진다.

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

특허청구의 범위

청구항 1.

삭제

청구항 2.

중량%로, C: 0.005%이하, 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%를 포함하고, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되고,

상기 Ti, N, C 가 다음의 관계, $1 \leq (Al/27)/(N^*/14) \leq 10$, $0.8 \leq (Ti^*/48)/(C/12) \leq 5.0$ 를 만족하며,

[여기서, $N^* = N - 0.8 \times (Ti - 0.8 \times (48/32) \times S) \times (14/48)$, $Ti^* = Ti - 0.8 \times ((48/14) \times N + (48/32) \times S)$]

AlN석출물의 평균크기가 $0.2 \mu m$ 이하이며,

상기 석출물수는 1×10^6 개/mm²이상임을 특징으로 하는 고향복비의 비시효 냉연강판.

청구항 3.

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

청구항 4.

제 2항 또는 제 3항에 있어서, 추가로 Mo이 추가로 0.01~0.2% 포함되는 것을 특징으로 하는 고향복비의 비시효 냉연강판.

청구항 5.

삭제

청구항 6.

중량%로, C: 0.005%이하, 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%를 포함하고, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되고,

상기 Ti, N, C 가 다음의 관계, $1 \leq (Al/27)/(N^*/14) \leq 10$, $0.8 \leq (Ti^*/48)/(C/12) \leq 5.0$ 를 만족하는 슬라브를,

[여기서, $N^* = N - 0.8 \times (Ti - 0.8 \times (48/32) \times S) \times (14/48)$, $Ti^* = Ti - 0.8 \times ((48/14) \times N + (48/32) \times S)$]

1100℃이상의 온도로 재가열한 후 마무리 압연온도를 Ar₃ 변태점 이상으로 하여 열간압연하고 300℃/min이상의 속도로 냉각하고 700℃이하의 온도에서 권취한 다음, 50~90%의 압하율로 냉간 압연하고, 700~900℃의 온도범위에서 10초~30분 동안 연속소둔하여 평균크기가 $0.2 \mu m$ 이하의 AlN석출물이 1×10^6 개/mm²이상 분포하는 고향복비의 비시효 냉연강판의 제조방법.

청구항 7.

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

청구항 8.

제 6항 또는 제 7항에 있어서, 추가로 Mo이 추가로 0.01~0.2% 포함되는 것을 특징으로 하는 고향복비의 비시효 냉연강판의 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

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

자동차, 가전제품에 사용되는 냉연강판에는 강도와 성형성의 확보와 더불어 비시효특성이 요구된다. 시효는 고용원소(C, N)가 전위에 고착함에 따라 경화가 일어나면서 스트레처 스트레인(Stretcher Strain)이라는 결함을 유발하는 일종의 변형시효 현상이다.

냉연강판의 비시효성은 알루미늄 킬드강의 상소둔에 의해 확보 가능하나, 상소둔은 소둔시간이 길어 생산성이 낮고 부위별로 재질편차가 심하다는 단점이 있다.

따라서, Ti, Nb과 같은 강력한 탄, 질화물 형성 원소를 첨가하고 연속소둔을 행하는 IF강(Interstitial Free Steel)을 주로 이용하고 있다. IF강은 고용탄소나 고용질소를 완전히 또는 일부를 제거하여 비시효성을 확보하고 있다.

IF강의 고강도화 방안으로는 P에 의한 고용강화 기술이 있다. 일본 공개특허공보 소57-0413349호는 Ti첨가 IF강에서 P를 0.04~0.12%첨가하여 강도를 확보하고 있다.

일본 공개특허공보 평10-158783호에서는 P를 낮추면서 Mn, Si의 고용강화원소를 함께 이용하여 고강도를 확보하고 있다. 이 선행기술은 Ti 또는 Ti-Nb복합계에서 Mn 등을 고용강화원소로 이용하여 강도를 확보하면서 열간압연조건을 제어하여 미세조직을 관리함으로써 프레스성형성과 표면특성을 확보하고 있다. 이 선행기술은 Mn을 0.5%까지 고용강화원소 사용하고 있는데, Mn은 고품위여서 Mn의 다량 첨가에 의해 제조원가가 상승하고 특히, Mn의 함량이 많아지면 도금특성에도 좋지 않다. 이 선행기술에는 면내이방성과 항복강도의 특성에 대해서는 언급이 없다. Mn을 고용강화원소로 사용하는 측면을 고려할 때 고향복비의 특성을 얻을 수 없는 것이다. 선행기술에서 Al의 경우 탈산제로서 0.1% 첨가하고 있으며, N의 경우에는 불순물로서 0.01%이하로 관리하고 있다. 따라서, AlN석출물을 이용하고 있는 성분계가 아니다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

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

발명의 구성

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 냉연강관은, 중량%로, C: 0.005%이하, 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%를 포함하고, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되고,

상기 Ti, N, C 가 다음의 관계, $1 \leq (Al/27)/(N^*/14) \leq 10$, $0.8 \leq (Ti^*/48)/(C/12) \leq 5.0$ 를 만족하며,

[여기서, $N^* = N - 0.8x(Ti - 0.8x(48/32)xS)x(14/48)$, $Ti^* = Ti - 0.8x((48/14)xN + (48/32)xS)$]

AIN석출물의 평균크기가 0.2 μ m이하로 이루어지는 것이다.

본 발명에서 상기 미세한 AIN석출물은 1X10⁵개/mm² 이상, 보다 바람직하게는 1X10⁶개/mm² 이상이 바람직하다.

본 발명의 냉연강관은 성분설계에 따라 280MPa급의 연질냉연강관과 340MPa이상의 고강도 냉연강관의 특성을 갖는다.

상기한 성분계에서 P의 함량은 0.015%이하로 하면 280MPa급의 연질냉연강관이 얻어진다. 이 냉연강관에다 고용강화원소인 Si, Cr의 1종 또는 2종이 추가로 함유되거나 P의 함량이 0.015~0.2%로 하면 340MPa이상의 고강도 특성이 확보된다. P가 단독으로 함유되는 고강도 강인 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 냉연강관에서 가공성을 보다 개선하고자 한다면 Mo을 0.01~0.2%추가로 포함할 수 있다.

상기한 냉연강관의 제조방법은, 본 발명의 성분계를 만족하는 슬라브를 1100℃이상의 온도로 재가열한 후 마무리 압연온도를 Ar₃변태점 이상으로 하여 열간압연하고 300℃/min이상의 속도로 냉각하고 700℃이하의 온도에서 권취한 다음, 냉간 압연하고, 연속소둔하는 것이다.

이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

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

IF강에서 N은 불순물로서 관리된다. 일본 공개특허공보 평10-158783호에서도 N이 0.01%이하이나, 이는 불순물로서 관리되는 것이며, 적극적으로 미세한 AIN석출물을 이용하는 것이 아니다. 선행기술은 Ti계 IF강으로서 N이 TiN으로 석출되므로 N을 AIN으로 석출하기 위해서는 제반성분의 관리가 필요한데 그렇게 하지 않고 있고 결국 N은 불순물로서만 관리하고 있는 것이다.

본 발명에서는 IF강에서 미세한 AIN를 확보하는 것이다. N은 Ti, Zr과 우선적으로 반응하여 대부분 석출된다. 본 발명의 IF강은 Ti 단독 첨가 IF강이므로 Ti가 C, N, S와 반응하게 된다. 따라서, N이 AIN으로 석출되도록 제반성분의 관리가 필요하다.

본 발명에 따라 미세한 AIN석출물에 의해 결정립이 미세화 되면 고용탄소는 결정립내 보다 결정립계에 더 많이 존재하게 되어 상온 비시효특성이 확보된다. 결정립내에 잔존하는 고용탄소는 이동이 비교적 자유롭기 때문에 가동전위와 결합하여 상온시효특성에 영향을 미치지 않는다. 또한, 본 발명에 따라 미세하게 분포하는 AIN석출물들은 석출강화에 의한 항복강도의 상승과 강도-연성 밸런스 특성의 개선 그리고, 면내이방성과 소성이방성에도 긍정적인 영향을 미친다. 이를 위해서는 AIN석출물이 미세하게 분포하여야 하면, 이는 Al, N, Ti, C의 함량과 이들의 성분비 조건 그리고, 열간압연이 끝난 후 냉각속도가 영향을 미친다.

본 발명의 냉연강관은 항복강도가 높아 강관의 두께를 줄일 수 있어 경량화 효과가 있다. 또한, 면내이방성이 낮아 가공시 주름 발생이 적으며 가공후에는 귀(ear) 발생이 적은 장점이 있다. 이러한 본 발명의 냉연강관과 그 제조방법을 이하에서 구체적으로 설명한다.

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

탄소(C)의 함량이 0.005%이하가 바람직하다.

탄소의 함량이 0.005%를 초과할 경우 시효성 및 소성이방성을 크게 악화시키는 고용 탄소를 제거 하기 위해 고가의 Ti를 많이 첨가해야 한다. 이 경우 제조원가가 상승하며, 재결정온도가 높아진다. 따라서, 소둔온도를 높여야 하며 그렇지 않을 경우 소둔관의 결정립이 미세하게 되어 연성이 크게 낮아지며, 도금시 도금특성도 낮아진다. 보다 바람직한 탄소 (C)의 함량은 0.003%이하이다. 바람직하게는 탄소(C)함량의 하한을 0.0005%로 하는 것이다. 탄소(C)의 함량이 0.0005%미만의 경우에는 열연판의 결정립이 조대하여 강도가 낮아지고 면내이방성이 높아진다.

황(S)의 함량은 0.08%이하가 바람직하다.

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

알루미늄(Al)의 함량은 0.1%이하가 바람직하다.

알루미늄은 N과 반응하여 미세한 AlN석출물을 형성하여 결정립미세화와 더불어 석출강화에 의해 항복강도를 증진시킨다. 보다 바람직한 Al의 함량은 0.01-0.1%이다.

질소(N)의 함량은 0.004-0.02%가 바람직하다.

N의 함량이 0.004%미만의 경우에는 석출되는 AlN의 숫자가 적어 결정립미세화 및 석출강화의 효과가 적다. 질소의 함량이 0.02%를 초과할 경우는 고용질소에 의한 시효보증이 곤란하다.

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 0.015~0.2%로 하는 것이 좋다. 이러한 P의 함량이 0.2% 초과인 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 강도 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%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 효과가 감소되어 면내이방성지수가 높아지며 항복강도도 저하하고 도금특성이 크게 저하한다.

본 발명에서는 AlN석출물을 확보하기 위하여 Ti, Al, N, C의 함량을 다음과 같이 관리한다. 아래의 관계식에서 각 성분은 중량%로 사용한다.

[관계식 1]

$$1 \leq (Al/27)/(N^*/14) \leq 10$$

[관계식 2]

$$N^* = N - 0.8x(Ti - 0.8x(48/32)xS))x(14/48)$$

관계식 1은 미세한 AlN석출물을 확보하기 위한 것이다. 관계식 1에서 N*은 총N의 함량에서 Ti와 반응하지 않고 남아서 Al과 반응하는 N의 함량이다. N*는 관계식 2에 의해 결정된다. 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.

본 발명에서는 탄소는 TiC로 석출된다. 따라서, TiC로 석출되지 않는 고용탄소의 조건에 따라 상온 내시효특성이 영향을 받는다. 이를 고려할 때 Ti와 C는 다음의 조건을 만족하는 것이 가장 바람직하다.

[관계식 3]

$$0.8 \leq (Ti^*/48)/(C/12) \leq 5.0,$$

[관계식 4]

$$Ti^* = Ti - 0.8x((48/14)xN + (48/32)xS)$$

관계식 3은 TiC를 석출하여 고용상태의 탄소를 제거하여 상온 비시효특성을 확보하기 위한 것이다. 관계식 3에서 Ti*은 총Ti의 함량에서 N, S와 반응하고 남아서 C와 반응하는 Ti의 함량이다. Ti*는 관계식 4에 의해 결정된다.

관계식 3의 값이 0.8미만의 경우에는 상온 비시효 특성을 확보하기 어렵고, 관계식 3의 값이 5를 초과하면 강중에 고용 상태로 남아 있는 Ti의 양이 많아 연성이 저하된다.

본 발명의 성분계에서 석출물은 미세하게 분포할수록 유리한데, 바람직하게는 AlN석출물의 평균크기가 0.2 μ m이하이다. 본 발명의 연구결과에 따르면 석출물의 평균크기가 0.2 μ m 초과인 경우에는 특히 강도가 낮아지고, 면내이방성지수가 좋지 않다.

나아가, 본 발명의 성분계에는 0.2 μ m이하의 석출물이 다량 분포하는데, 그 분포수는 특별히 제한하지는 않는다. 바람직하게는 석출물의 분포수가 mm²당 1X10⁵개 이상, 보다 바람직하게는 1X10⁶개 이상이상이다. 석출물의 분포수가 커지면 소성이방성지수가 더욱 높아지고 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% 초과인 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.

본 발명에 따라 얻어지는 냉연강판은 가공성(연성, 소성이방성지수)은 충분하면서 항복비(항복강도/인장강도)가 58%이상 을 만족한다.

[냉연강판의 제조방법]

본 발명은 상기한 강조성을 만족하는 강을 열간압연과 냉간압연을 통해 냉간압연판에 AlN석출물의 평균크기가 0.2 μ m 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 $^{\circ}$ C 이상이 바람직하다. 재가열온도가 1100 $^{\circ}$ C미만의 경우에는 재가열온도가 낮아 연속주조중에 생성된 조대한 석출물들이 완전히 용해되지 않은 상태로 남아 있어 열간압연후에도 조대한 석출물이 많이 남아있기 때문이다.

열간압연은 마무리압연온도를 Ar₃변태온도 이상의 조건에서 행하는 것이 바람직하다. 마무리압연온도가 Ar₃변태온도 미만의 경우에는 압연립의 생성으로 가공성이 저하할 뿐만아니라 강도도 낮아지기 때문이다.

열간압연후 권취전 냉각속도는 300 $^{\circ}$ C/min 이상으로 하는 것이 바람직하다. 본 발명에 따라 미세한 석출물을 얻기 위하여 그 성분비를 제어하더라도 냉각속도가 300 $^{\circ}$ C/min 미만이면 석출물의 평균크기가 0.2 μ m를 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 $^{\circ}$ C/min 보다 빨라지더라도 석출물 미세화 효과가 더 이상 커지지 않으므로 냉각속도는 300~1000 $^{\circ}$ C/min이 보다 바람직하다.

[권취조건]

상기와 같이 열간압연한 다음에는 권취를 행하는데, 권취온도는 700 $^{\circ}$ C이하가 바람직하다. 권취온도가 700 $^{\circ}$ C초과의 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 $^{\circ}$ C의 온도범위에서 행하는 것이 바람직하다. 연속소둔 온도가 700 $^{\circ}$ C미만의 경우에는 재결정이 완료되지 않아 목표로 하는 연성 값을 확보할 수 없으며, 소둔 온도가 900 $^{\circ}$ C초과의 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 Ar₃ 변태점이상인 910℃이며, 연속소둔은 10℃/초의 속도로 830℃로 40초 동안 가열하여 행하였다.

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

[표 1]

시료	화학성분(중량%)							
	C	P	S	Al	Ti	B	N	기타
A1	0.0008	0.008	0.023	0.042	0.059	0.0007	0.0103	
A2	0.0017	0.035	0.025	0.044	0.074	0.001	0.0135	Si:0.13
A3	0.0025	0.061	0.034	0.039	0.095	0.0009	0.015	Si:0.24
A4	0.0012	0.085	0.025	0.024	0.066	0.0007	0.0117	Si:0.11 Mo:0.06
A5	0.0006	0.12	0.023	0.038	0.061	0.0008	0.0112	Cr:0.13
A6	0.0038	0.042	0.013	0.032	0	0.0005	<u>0.0012</u>	
A7	0.0014	0.12	0.009	0.055	0.14	0.0005	0.012	Si:0.13

[표 2]

시료	$(Ti^*/48)/(C/12)$	N^*	$(Al/27)/(N^*/14)$	석출물의 평균크기(μm)	석출물 수(개/mm ²)
A1	0.67	0.003	7.32	0.05	6.3×10^5
A2	1.03	0.0032	7.06	0.05	6.3×10^5
A3	1.31	0.0024	8.59	0.05	8.4×10^6
A4	0.81	0.0033	3.77	0.05	7.3×10^6
A5	1.12	0.0034	5.78	0.05	6.2×10^6
A6	-1.2	0.0048	3.43	0.05	4.5×10^5
A7	17.2	-0.018	-1.6	0.28	3.5×10^3

$Ti^* = Ti - 0.8 \times ((48/14) \times N + (48/32) \times S)$
 $N^* = N - 0.8 \times (Ti - 0.8 \times (48/32) \times S) \times (14/48)$

[표 3]

시료번호	기계적 성질							비고
	항복강도(MPa)	인장강도(MPa)	연신율(%)	소성이방성 지수(r_m)	면내이방성 지수(Δr)	2차가공취성(DBTT-℃)	시효평가지수(%)	

A1	209	349	44	2.03	0.25	-60	0	발명강
A2	282	399	37	1.72	0.24	-50	0	발명강
A3	339	457	34	1.73	0.27	-50	0	발명강
A4	219	360	42	2.21	0.29	-50	0	발명강
A5	354	449	33	1.73	0.21	-60	0	발명강
A6	189	348	45	1.32	0.43	-40	0.94	비교강
A7	335	457	26	1.53	0.24	-40	0	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 IF강에 미세한 AIN석출물을 분포시키는 것에 의해 결정립을 미세화시키고 이에 따라 면내이방성지수를 낮추고 또한, AIN에 의한 석출강화에 의해 항복강도를 증진시키는 것이다.