



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년01월16일
 (11) 등록번호 10-1105021
 (24) 등록일자 2012년01월04일

(51) Int. Cl.
C22C 38/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2004-0111706
 (22) 출원일자 2004년12월24일
 심사청구일자 2009년06월05일
 (65) 공개번호 10-2005-0069899
 (43) 공개일자 2005년07월05일
 (30) 우선권주장
 1020030098746 2003년12월29일 대한민국(KR)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2002053933 A*
 JP2003096543 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 포스코
 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동)
 (72) 발명자
윤정봉
 경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지 (주)포스코내
강기봉
 경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지 (주)포스코내
 (74) 대리인
특허법인씨엔에스

전체 청구항 수 : 총 8 항

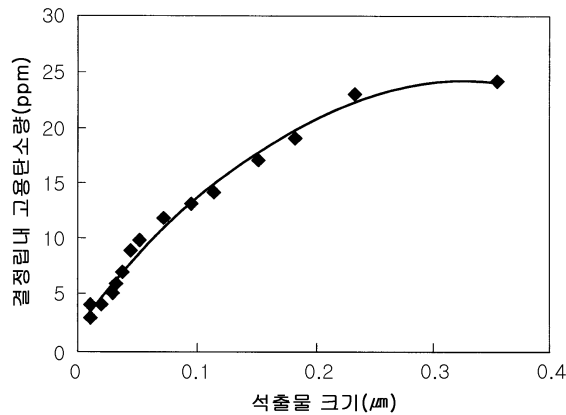
심사관 : 정상익

(54) 면내이방성이 작은 소부경화형 고강도 냉연강판과 그제조방법

(57) 요약

자동차 등의 소재로 사용되는 고강도 냉연강판과 그 제조방법이 제공되나, 이 냉연강판은, 중량%로 C:0.003~0.005%, Mn:0.03~0.2%, P:0.015%이하, S:0.003~0.025%, Al:0.01~0.08%, N:0.004%이하, Cu:0.005~0.2%, Cr:0.2~1.2%를 포함하고, 상기 Mn, Cu, S가 조건 $Mn+Cu \leq 0.3$, $0.5*(Mn+Cu)/S:2 \sim 20$ 를 만족하고, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되며, 석출물의 평균크기가 $0.2\mu m$ 이하로 이루어진다. 본 발명에 의하면 Cr 첨가에 의해 고강도가 확보되는 냉연강판에서 미세한 석출물에 의해 결정립내 고용탄소함량을 줄여 소부경화특성과 면내이방성이 개선된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

중량%로 C:0.003~0.005%, Mn:0.03~0.2%, P:0.015%이하, S:0.003~0.025%, Al:0.01~0.08%, N:0.004%이하, Cu:0.005~0.2%, Cr:0.2~1.2%를 포함하고, 상기 Mn, Cu, S가 조건 $Mn+Cu \leq 0.3$, $0.5*(Mn+Cu)/S:2\sim 20$ 를 만족하고, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되며, 평균크기가 $0.2\mu m$ 이하인 MnS, CuS 및 (Mn,Cu)S 중 1종이상의 석출물을 포함하는 것을 특징으로 하는 면내이방성이 작은 소부경화형 고강도 냉연강판.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 석출물수는 7.5×10^6 개/ mm^2 이상임을 특징으로 면내이방성이 작은 소부경화형 고강도 냉연강판.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 $0.5*(Mn+Cu)/S:2\sim 7$ 임을 특징으로 하는 면내이방성이 작은 소부경화형 고강도 냉연강판.

청구항 4

제 1항 내지 제 3항중 어느 한 항에 있어서, Mo이 0.01~0.2% 추가로 포함되는 것을 특징으로 하는 면내이방성이 작은 소부경화형 고강도 냉연강판.

청구항 5

중량%로 C:0.003~0.005%, Mn:0.03~0.2%, P:0.015%이하, S:0.003~0.025%, Al:0.01~0.08%, N:0.004%이하, Cu:0.005~0.2%, Cr:0.2~1.2%를 포함하고, 상기 Mn, Cu, S가 조건 $Mn+Cu \leq 0.3$, $0.5*(Mn+Cu)/S:2\sim 20$ 를 만족하고, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되는 강을 $1100^\circ C$ 이상의 온도로 재가열한 후 마무리 압연온도를 Ar_3 변태점 이상으로 하여 열간압연하고 $300^\circ C/min$ 이상의 속도로 냉각하고 $700^\circ C$ 이하의 온도에서 권취한 다음, 냉간 압연하고, 연속소둔하는 것을 포함하여 이루어짐으로써, 평균크기가 $0.2\mu m$ 이하인 MnS, CuS 및 (Mn,Cu)S 중 1종 이상의 석출물이 분포된 강판을 제조하는 것을 특징으로 하는 면내이방성이 작은 소부경화형 고강도 냉연강판의 제조방법.

청구항 6

제 5항에 있어서, 상기 석출물수는 7.5×10^6 개/ mm^2 이상임을 특징으로 면내이방성이 작은 소부경화형 고강도 냉연강판의 제조방법.

청구항 7

제 5항에 있어서, 상기 $0.5*(Mn+Cu)/S:2\sim 7$ 임을 특징으로 하는 면내이방성이 작은 소부경화형 고강도 냉연강판의 제조방법.

청구항 8

제 5항 내지 제 7항중 어느 한 항에 있어서, Mo이 0.01~0.2% 추가로 포함되는 것을 특징으로 하는 면내이방성이 작은 소부경화형 고강도 냉연강판의 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 자동차 등의 소재로 사용되는 소부경화형 고강도 냉연강판과 그 제조방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 미세한 석출물에 의해 결정립내 고용탄소함량을 조절하여 소부경화특성과 면내이방성이 개선된 냉연강

[0005]

판과 그 제조방법에 관한 것이다.

- [0006] 자동차 등의 외관 소재에는 내덴트성을 향상하기 위하여 소부경화형 냉연강판이 많이 사용되고 있다. 소부경화형 냉연강판은 강판중에 적정량의 고용탄소를 잔존시키고 도장소부시의 열을 이용하여 고용탄소가 프레스 성형시에 생성된 전위를 고착하도록 하여 항복점을 높인 강이다.
- [0007] 소부경화형 냉연강판에는 상소둔재인 Al-Killed강과 IF강(Interstitial Free Steel)이 있다.
- [0008] 상소둔재인 Al-Killed강의 경우에는 적은 양의 고용탄소가 잔존하고 있어 내시효특성을 확보하면서 소부처리후 10~20MPa 정도의 소부경화능을 가진다. 상소둔제의 경우 소부처리후 상승하는 항복강도가 낮고 생산성이 낮다는 단점이 있다.
- [0009] IF강의 경우에는 Ti, Nb을 첨가하여 강중에 고용된 탄소 또는 질소를 완전히 석출하여 성형성을 향상시킨 강종으로, 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. 소부경화형 IF강의 경우 적당한 양의 탄소를 고용하기 위해서는 첨가되는 탄소의 양 뿐만 아니라, 첨가되는 Ti 또는 Nb의 양은 물론, Ti, Nb과 반응하여 석출물을 생성하는 황, 질소의 양도 매우 좁은 범위에서 제어를 해야하므로 안정적인 품질확보가 어려우며, 생산비용도 많이 드는 단점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- [0010] 본 발명은 Ti, Nb을 첨가하지 않으면서 석출물에 의해 결정립내 고용탄소량의 제어로 소부경화특성을 갖으면서 면내이방성이 작고 내2차가공취성도 우수한 냉연강판과 그 제조방법을 제공하는데, 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 냉연강판은, 중량%로 C:0.003~0.005%, Mn:0.03~0.2%, P:0.015%이하, S:0.003~0.025%, Al:0.01~0.08%, N:0.004%이하, Cu:0.005~0.2%, Cr:0.2~1.2%를 포함하고, 상기 Mn, Cu, S가 조건 $Mn+Cu \leq 0.3$, $0.5 \cdot (Mn+Cu)/S: 2 \sim 20$ 를 만족하고, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되며, 석출물의 평균크기가 $0.2\mu m$ 이하로 이루어진다.
- [0012] 또한, 본 발명의 냉연강판 제조방법은, 중량%로 C:0.003~0.005%, Mn:0.03~0.2%, P:0.015%이하, S:0.003~0.025%, Al:0.01~0.08%, N:0.004%이하, Cu:0.005~0.2%, Cr:0.2~1.2%를 포함하고, 상기 Mn, Cu, S가 조건 $Mn+Cu \leq 0.3$, $0.5 \cdot (Mn+Cu)/S: 2 \sim 20$ 를 만족하고, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되는 강을 1100℃ 이상의 온도로 재가열한 후 마무리 압연온도를 Ar₃변태점 이상으로 하여 열간압연하고 300℃/min이상의 속도로 냉각하고 700℃이하의 온도에서 권취한 다음, 냉간압연하고, 연속소둔하는 것을 포함하여 구성된다.
- [0013] 본 발명에서 석출물은 MnS, CuS, (Mn,Cu)S의 형태를 갖으며, 이들 석출물의 분포수는 7.5×10^6 개/mm² 이상이다. 본 발명에서 추가로 Mo이 0.01~0.2%추가로 포함되면 가공성이 더욱 개선된다.
- [0014] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0015] 본 발명자들은 Ti, Nb을 첨가하지 않으면서 소부경화 특성을 개선하기 위한 연구과정에서 다음과 같은 새로운 사실을 밝혀내었다. 탄소함량을 적정량으로 제어하면서 석출물을 미세하게 분포시키면 항복강도도 높으면서 소부후의 항복강도가 크게 증가한다는 것이다. 이는 미세한 MnS, CuS, (Mn,Cu)S의 석출물이 결정립내 고용탄소량에 영향을 미친다는 연구에 기반한 것이다.
- [0016] 도 1에 나타난 바와 같이, 석출물이 미세하게 분포할수록 결정립내의 고용탄소량이 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 결정립내 잔존하는 고용탄소는 이동이 비교적 자유롭기 때문에 가동전위와 결합하여 상온시효특성에 영향을 미치게 된다. 이에 반해, 결정립계나 석출물의 주변과 같이 보다 안정된 위치에 편석하여 존재하는 탄소들은 도장소부처리와 같은 고온에서 활성화되어 소부경화특성에 영향을 주게 된다. 이와 같이, 결정립내의 고용탄소량이 줄어드는 것은 보다 안정된 위치 즉, 결정립계나 미세한 석출물들의 주변에서 탄소가 편석하여 소부경화특성

에 영향을 미친다는 것이다.

- [0017] 본 발명에 따르면, 소부경화특성은 탄소의 함량을 0.003~0.005%로 하면서 MnS, CuS, (Mn,Cu)S의 석출물의 평균 크기가 0.2 μ m이하가 될 때 안정적으로 확보될 수 있다. 이와 같은 새로운 사실에 주목하여 MnS, CuS, (Mn,Cu)S를 미세하게 분포시키는 방안에 대하여 연구하게 되었다. 그 결과, (1) Mn의 함량 0.03~0.2%, S의 함량 0.003~0.025%, Cu의 함량을 0.005~0.2%로 하면서 상기 Mn, Cu, S의 함량을 조건 $Mn+Cu \leq 0.3$, $0.5 \cdot (Mn+Cu)/S: 2 \sim 20$ 을 만족하도록 조절하는 것이 필요하며, (2) 이와 함께 압간압연이 끝난 후 냉각속도를 300 $^{\circ}C/min$ 이상으로 하면 MnS, CuS, (Mn,Cu)S의 석출물의 평균크기가 0.2 μ m이하로 미세하게 된다는 것이다.
- [0018] 즉, 도 2(a)는 0.004%C-0.12%Mn-0.008%P-0.012%S-0.04%Al-0.0021%N-0.04%Cu-0.42%Cr인 강으로 $0.5 \cdot (Mn+Cu)/S: 6.67$ 인 조성의 강을 열간압연후 냉각속도에 따른 석출물의 크기를 조사한 그래프이다. 도 2(a)의 그래프를 보면, $0.5 \cdot (Mn+Cu)/S \leq 20$ 를 만족하는 경우에 대해 냉각속도를 조절하면 MnS, CuS, (Mn,Cu)S의 석출물이 평균크기가 0.2 μ m이하를 만족할 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0019] 이와 같이, 본 발명에 따라 탄소의 함량과 석출물의 크기를 조절하면 소부경화성과 면내이방성, 내2차가공취성도 우수해진다. 석출물이 미세해지면 결정립계에 적당량의 탄소가 잔류하게 되어 결정립계가 강화되므로 가공후 결정립계가 취약하여 발생하는 취성파괴를 방지할 수 있는 것이다.
- [0020] 나아가, 본 발명자들은 MnS, CuS, (Mn,Cu)S의 석출물이 분포에서 Mn과 Cu의 복합석출물 보다 MnS와 CuS의 단독 석출물이 많아질수록 미세한 석출물이 균일하게 분포되어 가공성에 보다 유리하다는 것을 확인하였다. 즉, $0.5 \cdot (Mn+Cu)/S$ 의 비가 2~7의 범위일 때, (Mn,Cu)S의 복합석출물 보다 MnS와 CuS의 단독석출물이 많아짐에 따라 석출물의 분포수가 커져서 가공성이 보다 좋아진다.
- [0021] 이러한 본 발명의 냉연강판과 그 제조방법을 이하에서 구체적으로 설명한다.
- [0022] [본 발명의 냉연강판]
- [0023] 탄소(C)의 함량은 0.003~0.005%가 바람직하다.
- [0024] 본 발명에서는 미세한 석출물에 의해 결정립내 고용탄소량이 줄어들게 되면서 그 만큼 소부경화량이 커지게 된다. 즉, 강판중에 총탄소량이 많아질수록 결정립내 보다 소부경화특성에 유효한 결정립계나 석출물의 주변에서 편석하는 탄소의 함량이 많아지게 된다. 이를 고려할 때, 탄소(C)의 함량은 0.003%이상되어야 소부경화특성을 확보하게 된다. 소부경화량을 보다 크게 하기 위해서는 탄소의 함량을 0.0031%이상으로 하는 것이 바람직하다. 탄소의 함량이 0.005%초과의 경우에는 성형성이 급격히 저하된다.
- [0025] 망간(Mn)의 함량은 0.03~0.2%가 바람직하다.
- [0026] 망간은 강중 고용황을 MnS로 석출하여 고용 황에 의한 적열취성(Hot shortness)을 방지하는 원소로 알려져 있다. 본 발명에서는 망간과 황의 함량을 적절해지는 경우에 매우 미세한 MnS가 석출되고 이 석출물의 주변에는 탄소가 석출되어 석출된 탄소는 도장소부처리과정에서 용해되어 항복강도를 증진시킨다는 연구결과에 기초하여 망간의 함량을 0.03~0.2%로 하는 것이 바람직하다. 망간의 함량이 0.03%이상되어야 상기한 효과를 발휘할 수 있으며, 망간의 함량이 0.2% 초과인 경우에는 망간의 함량이 높아 조대한 MnS석출물이 생성되어 소부경화성이 열악해진다
- [0027] 인(P)의 함량은 0.015%이하가 바람직하다.
- [0028] 인의 함량이 0.015% 초과인 경우에는 연성 및 성형성이 저하하므로 0.015%이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0029] 황(S)의 함량은 0.003~0.025%가 바람직하다.
- [0030] 황(S)의 함량이 0.003%미만의 경우에는 MnS, CuS, (Mn,Cu)S 석출량이 적을 뿐만 아니라 석출되는 석출물의 크기가 매우 조대해져 소부경화성이 좋지 않다. 황의 함량이 0.025% 초과인 경우에는 고용된 황의 함량이 많아 연성 및 성형성이 크게 낮아지며, 적열취성의 우려가 있기 때문이다.

- [0031] 알루미늄(Al)의 함량은 0.01~0.08%가 바람직하다.
- [0032] 알루미늄은 탈산제로 첨가하는 원소이지만 본 발명에서는 강중 질소를 석출하여 고용질소에 의한 성형성 저하를 방지하기 위해 첨가한다. 알루미늄의 함량이 0.01%미만의 경우에는 고용질소의 양이 많아 성형성이 좋지 않고, 알루미늄의 함량이 0.08%초과의 경우에는 고용 상태로 존재하는 알루미늄의 양이 많아 연성을 저하한다.
- [0033] 질소(N)의 함량은 0.004%이하가 바람직하다.
- [0034] 질소는 제강중 불가피하게 첨가되는 원소로 0.004%초과의 경우에는 성형성이 저하하므로 저하하므로 0.004%이하가 바람직하다.
- [0035] 크롬(Cr)의 함량은 0.2~1.2%가 바람직하다.
- [0036] 크롬은 고용강화효과가 높으면서 2차가공취성온도를 낮추며 Cr탄화물에 의해 시효지수를 낮추는 원소로서, 본 발명에 따라 석출물을 제어하는 강에서 고강도를 보충하며 면내이방성 지수도 낮게 한다. 크롬의 함량이 0.2%이상되어야 강도를 확보할 수 있으며, 1.2% 초과하는 경우에는 연성이 저하한다.
- [0037] 구리(Cu)의 함량은 0.005~0.2%가 바람직하다.
- [0038] 구리는Cu와 S의 함량비 그리고 열간압연공정에서 권취전의 냉각속도가 적절해지는 경우 0.2 μ m이하의 석출물을 형성하고, 이 석출물의 주변에는 탄소가 석출되어 석출된 탄소는 도장소부처리 과정에서 용해되어 항복강도가 상승한다는 연구에 기초하여 0.005~0.2% 첨가한다. 구리의 함량이 0.005%이상되어야 미세하게 석출할 수 있고 0.2%초과하면 조대하게 석출하여 소부경화특성이 열악해진다.
- [0039] 상기 Mn과 Cu의 함은 0.3%이하가 바람직하다. Mn과 Cu의 함이 0.3%이상이면 석출물의 크기가 커져 소부경화 특성을 확보하기 어렵기 때문이다
- [0040] 상기 Mn, Cu와 S의 중량비는 0.5*(Mn+Cu)/S:2~20를 만족하는 것이 바람직하다. S은 Mn, Cu와 결합하여 MnS, CuS, (Mn,Cu)S로 석출되는데, 이러한 석출물은 Mn, Cu와 S의 첨가량에 따라 석출상태가 달라져 소부경화특성, 2차가공취성, 소성이방성지수, 면내이방성 지수에 영향을 미친다. 본 발명의 연구에 따르면 Mn, Cu와 S의 첨가비 (0.5*(Mn+Cu)/S(여기서, Mn, Cu, S의 함량은 중량%)가 2이상 되어야 유효한 석출물이 얻어지며, 20초과의 경우에는 석출물이 조대하여 소부경화특성, 소성이방성지수, 면내이방성 지수의 특성이 좋지 않다. 0.5*(Mn+Cu)/S의 비가 2~20의 범위에서 석출물의 평균크기는 0.2 μ m이하로 작아지는데, 0.5*(Mn+Cu)/S의 비가 7를 기점으로 석출물의 종류와 그 분포수는 확연히 달라진다. 즉, 0.5*(Mn+Cu)/S의 비가 7이하에서는 (Mn, Cu)S의 복합석출물보다 매우 미세한 MnS, CuS의 단독석출물의 균일하게 많이 분포하는 것이다. 0.5*(Mn+Cu)/S의 비가 7보다 커지면 석출물의 크기 차이가 작음에도 불구하고 분포수가 줄어드는 것은 (Mn, Cu)S의 복합석출물이 양이 많아지기 때문이다.
- [0041] 본 발명의 성분계에서 석출물의 평균크기는 0.2 μ m이하가 바람직하다.
- [0042] 본 발명의 연구결과에 따르면 MnS, CuS, (Mn, Cu)S석출물의 크기가 소부경화특성, 2차가공취성, 소성이방성지수, 면내이방성지수에 직접적으로 영향을 미치는데, 이들 석출물의 평균크기가 0.2 μ m 초과하는 경우에는 특히 소부경화특성, 2차가공취성, 소성이방성지수, 면내이방성지수가 좋지 않다.
- [0043] 나아가, 본 발명의 성분계에서 0.2 μ m이하의 석출물의 분포수가 7.5X10⁶개/mm² 이상일 때 소성이방성지수가 높아지고 오히려 면내이방성지수는 낮아져 가공성이 크게 개선된다. 일반적으로 소성이방성지수가 높아지면 면내이방성지수는 올라가서 가공성 측면에서 소성이방성지수를 높이는데 한계가 있다는 점을 감안할 때, 석출물의 분

포수에 따라 소성이방성지수와 면내이방성지수의 특이한 변화는 주목할만 하다. 또한, 본원발명에서는 $0.5*(Mn+Cu)/S$ 의 비가 2~7일 때, $0.2\mu m$ 이하의 석출물의 분포수가 더욱 증대되어 가공성이 좋아진다.

[0044] 본 발명의 냉연강판에는 추가로 Mo이 포함될 수 있다. 이러한 몰리브덴(Mo)의 함량은 0.01~0.2%가 바람직하다. 몰리브덴은 소성이방성지수를 높이는 원소로서 첨가되는데, 그 함량이 0.01%이상되어야 소성이방성지수가 커지며, 0.2%를 초과하면 소성이방성지수는 더 이상 커지지 않고 열간취성을 일으킬 우려가 있다.

[0045] [냉연강판의 제조방법]

[0046] 본 발명은 상기한 강조성을 만족하는 강을 열간압연과 냉간압연을 통해 냉간압연판에 MnS, CuS, (Mn,Cu)S석출물의 평균크기가 $0.2\mu m$ 이하를 만족하도록 하는데 특징이 있다. 냉간압연판에서 이들 석출물의 평균 크기는 첨가량의 조건과 재가열온도, 권취온도 등의 제조공정에 영향을 받으나 특히 열간압연후의 냉각속도에 직접적인 영향을 받는다.

[0047] [열간압연조건]

[0048] 본 발명에서는 상기한 강조성을 만족하는 강을 재가열하여 열간압연한다. 재가열온도는 $1100^{\circ}C$ 이상이 바람직하다. 재가열온도가 $1100^{\circ}C$ 미만의 경우에는 재가열온도가 낮아 연속주조중에 생성된 조대한 CuS가 완전히 용해되지 않은 상태로 남아있어 열간압연후에도 조대한 석출물이 많이 남아있기 때문이다.

[0049] 열간압연은 마무리압연온도를 Ar_3 변태온도 이상의 조건에서 행하는 것이 바람직하다. 마무리압연온도가 Ar_3 변태온도 미만의 경우에는 압연립의 생성으로 가공성이 저하할 뿐만아니라 연성이 크게 저하기 때문이다.

[0050] 열간압연후 권취전 냉각속도는 $300^{\circ}C/min$ 이상으로 하는 것이 바람직하다. 본 발명에 따라 $2 \leq 0.5*(Mn+Cu)/S \leq 20$ 로 하더라도 냉각속도가 $300^{\circ}C/min$ 미만이면 석출물의 평균크기가 $0.2\mu m$ 를 초과해 버린다. 즉, 냉각속도가 빨라질수록 많은 수의 핵이 생성하여 석출물이 미세해지기 때문이다. $0.5*(Mn+Cu)/S$ 가 20초과의 경우에는 재가열공정에서 미용해된 조대한 석출물이 많아 냉각속도가 빨라지더라도 새로운 핵이 생성되는 수가 적어 석출물은 미세해지지 않는다(도 2b, $0.0038\%C-0.13\%Mn-0.012\%P-0.006\%S-0.05\%Al-0.0027\%N-0.15\%Cu-0.62\%Cr$, $0.5*(Mn+Cu)/S=23.3$). 도 2의 그래프를 보면, 냉각속도가 빨라질수록 석출물의 크기가 미세해지므로 냉각속도의 상한을 제한할 필요는 없으나, 냉각속도가 $1000^{\circ}C/min$ 이상이라도 석출물 미세화 효과가 더 이상 커지지 않으므로 냉각속도는 $300\sim 1000^{\circ}C/min$ 가 보다 바람직하다.

[0051] [권취조건]

[0052] 상기와 같이 열간압연한 다음에는 권취를 행하는데, 권취온도는 $700^{\circ}C$ 이하가 바람직하다. 권취온도가 $700^{\circ}C$ 초과의 경우에는 석출물이 너무 조대하게 성장하여 소부경화성특성이 저하한다.

[0053] [냉간압연조건]

[0054] 냉간압연은 50~90%의 압하율로 행하는 것이 바람직하다. 냉간압하율이 50%미만의 경우에는 소둔재결정 핵생성량이 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.

[0055] [연속소둔]

[0056] 연속소둔 온도는 제품의 재질을 결정하는 중요한 역할을 한다. 본 발명에서는 $500\sim 900^{\circ}C$ 의 온도범위에서 행하는 것이 바람직하다. 연속소둔 온도가 $500^{\circ}C$ 미만의 경우에는 재결정이 완료되지 않아 목표로 하는 연성값을 확보할 수 없으며, 소둔온도가 $900^{\circ}C$ 초과의 경우에는 재결정립의 조대화로 강도가 저하된다. 연속소둔시간은 재결정이 완료되도록 유지하는데, 약 10초이상이면 재결정이 완료된다. 바람직하게는 연속소둔시간을 10초~30분의 범위내

로 하는 것이다,

[0057] 이하, 본 발명을 실시예를 통하여 보다 구체적으로 설명한다.

[0058] 실시예에서 기계적특성은 냉연강판은 ASTM규격(ASM E-8 standard)에 의한 표준시편으로 가공하여 측정하였다. 기계적특성은 인장시험기(INSTRON사, Model 6025)를 이용하였다. 소부후의 항복강도는 시편에 2%의 스트레인을 가한 후 170℃에서 20분간 열처리후 항복강도를 측정한 것이다. 소성이방성 지수(r_m 값), 면내이방성 지수(Δr 값)은 다음의 식으로 구하였다.

[0059]
$$r_m = (r_0 + 2r_{45} + r_{90}) / 4, \Delta r = (r_0 - 2r_{45} + r_{90}) / 2$$

[0060] 석출물의 평균크기와 석출물의 분포수는 기지내 존재하는 모든 석출물의 크기와 분포수를 측정한 것이다.

[0061] [실시예 1]

[0062] 표 1에서 A1-A7의 강슬라브를 1200℃에서 재가열하여 마무리열간압연하고 600℃/min의 속도로 냉각하여 650℃에서 권취하였다. 이때의 마무리압연온도는 Ar₃변태점이상인 910℃이며, 연속소둔은 10℃/초의 속도로 750℃로 40초 동안 가열하여 행하였다.

표 1

[0063]

시편 번호 번호	화학성분 (중량%)								Mn+Cu	0.5* (Mn+Cu)/S
	C	Mn	Cr	P	S	Al	N	Cu		
	0.003~ 0.005	0.03~0. 2	0.2~1.2	≤0.015	0.003~ 0.025	0.01~ 0.08	≤0.004	0.005~0.2	≤3	2~20
A1	0.0044	0.07	0.25	0.009	0.017	0.04	0.0018	0.03	0.1	2.94
A2	0.0039	0.11	0.24	0.01	0.015	0.03	0.0022	0.03	0.14	4.67
A3	0.0042	0.15	0.55	0.011	0.015	0.04	0.0023	0.05	0.2	6.67
A4	0.0046	0.18	0.86	0.012	0.01	0.04	0.0016	0.04	0.22	11
A5	0.0022	0.15	0.24	0.01	0.015	0.04	0.0026	0.1	0.25	8.33
A6	0.0067	0.15	0.52	0.012	0.011	0.05	0.0025	0.11	0.26	11.8
A7	0.0043	0.2	0.88	0.009	0.008	0.03	0.0013	0.15	0.35	21.9

표 2

[0064]

시편 번호	기계적 성질							석출물의 평균크기 (μm)	석출물 수 (개/ mm^2)	비고
	항복강도 (MPa)	인장강도 (MPa)	연신율 (%)	소성이방 성 지수 (r_m)	면내이 방성 지 수 (Δr)	소부후 항 복강도 (MPa)	2차가공 취성 (DBTT-℃)			
A1	250	355	48	1.89	0.28	335	- 80	0.06	9.5×10^8	발명강
A2	245	355	47	1.85	0.27	348	- 80	0.06	6.5×10^8	발명강
A3	288	395	46	1.69	0.25	375	- 60	0.07	2.1×10^8	발명강

A4	348	443	37	1.54	0.21	420	- 60	0.09	7.5X10 ⁶	발명강
A5	244	345	46	1.88	0.36	283	- 80	0.09	5.2X10 ⁸	비교강
A6	297	402	33	1.45	0.21	365	- 70	0.09	3.2X10 ⁸	비교강
A7	345	454	33	1.36	0.47	385	- 60	0.51	9.3X10 ⁴	비교강

[0065] 표 1, 2에 나타난 바와 같이, A1~A4(발명강)은 석출물의 평균크기가 0.2 μ m이하로서 강도가 높으며 소부경화특성도 우수하며, 면내이방성이 적을 뿐 아니라 2차가공취성온도도 낮다. 특히 0.5*(Mn+Cu)/S의 비가 7이하인 A1~A3의 경우 성형성이 매우 우수한데, 이는 MnS 또는 CuS단독으로 석출한 매우 미세한 석출물이 균일하게 많이 분포한 것을 확인할 수 있었다. 이러한 석출물의 분포특성에 의해 소성이방성지수가 높고, 면내이방성 지수가 낮아 매우 우수한 가공특성을 나타낸다. 0.5*(Mn+Cu)/S의 비가 7이상인 경우 석출물의 크기 차이가 작음에도 불구하고 숫자가 적은 것은 (Mn,Cu)S복합석출물의 양이 많이 존재하는 것을 확인할 수 있었다.

[0066] A5(비교강)는 탄소함량이 낮아 소부후 항복강도가 낮고, A6(비교강)은 탄소함량이 높아 연신율 및 소성이방성지수가 낮아 성형가공시 파단이 일어날 가능성이 크다. A7(비교강)은 석출물의 크기가 커서 소부후 항복강도가 낮다.

[0067] [실시예 2]

[0068] 표 3의 강슬라브를 1200 $^{\circ}$ C에서 재가열하여 마무리열간압연하고 600 $^{\circ}$ C/min의 속도로 냉각하여 650 $^{\circ}$ C에서 권취하였다. 권취한 열연판을 75%의 압하율로 냉간압연과 연속소둔처리하였다. 이때의 마무리압연온도는 Ar₃변태점이상인 910 $^{\circ}$ C이며, 연속소둔은 10 $^{\circ}$ C/초의 속도로 750 $^{\circ}$ C로 40초 동안 가열하여 행하였다.

표 3

[0069]

시편 번호	화학조성 (중량%)										
	C	Mn	Cr	P	S	Al	N	Cu	Mo	Mn+Cu	0.5*(Mn+Cu)/S
	0.003~0.005	0.03~0.2	0.2~1.2	≤0.015	0.003~0.025	0.01~0.08	≤0.004	0.005~0.2	0.01~0.2	≤0.3	2~20
B1	0.0039	0.09	0.23	0.012	0.012	0.034	0.0028	0.043	0.019	0.13	5.54
B2	0.0045	0.12	0.58	0.01	0.013	0.042	0.0033	0.056	0.079	0.18	6.77
B3	0.0037	0.15	0.83	0.009	0.011	0.023	0.0021	0.063	0.17	0.21	9.68
B4	0.0042	0.1	0.22	0.011	0.011	0.035	0.0031	0.073	0.27	0.17	7.86

표 4

[0070]

시편 번호	기계적성질							석출물의 평균크기 (μ m)	석출물 수 (개/mm ²)	비고
	항복강도 (MPa)	인장강도 (MPa)	연신율 (%)	소성 이방성 지수(r _m)	면내 이방성 지수(Δr)	소부후 항복강도 (MPa)	2차가 공취성 (DBTT - $^{\circ}$ C)			
B1	252	358	48	2.15	0.24	330	- 80	0.07	8.3X10 ⁸	발명강
B2	292	390	43	1.92	0.2	372	- 60	0.09	3.2X10 ⁸	발명강
B9	343	448	38	1.72	0.18	421	- 60	0.07	7.5X10 ⁶	발명강
B4	251	357	47	1.79	0.2	341	- 80	0.06	6.5X10 ⁶	비교강

[0071] 표 3, 4에 나타난 바와 같이, B1~B3의 경우 Mo의 첨가에 의해 가공성이 개선되는 것을 알 수 있었다. B4의 경우에는 Mo가 과량 첨가된 경우로서 오히려 가공성 좋지 않았다.

발명의 효과

[0072] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따라 제공되는 냉연강판은 고강도로서 소부경화특성을 갖으며, 면내이방성이 작고 2차가공취성온도도 낮다.

도면의 간단한 설명

[0001] 도 1은 석출물의 크기에 따른 결정립내 고용탄소량의 변화를 나타내는 그래프이다.

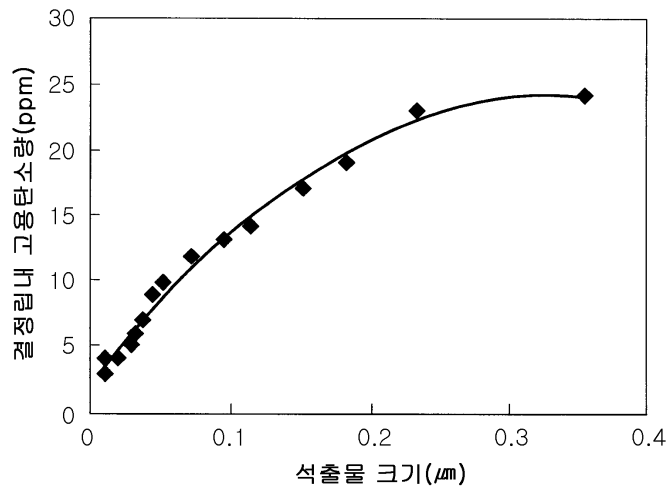
[0002] 도 2는 냉각속도에 따른 석출물의 크기를 나타내는 그래프로써,

[0003] 도 2a는 $0.5 \cdot (\text{Mn} + \text{Cu}) / \text{S} : 2 \sim 20$ 의 경우이며,

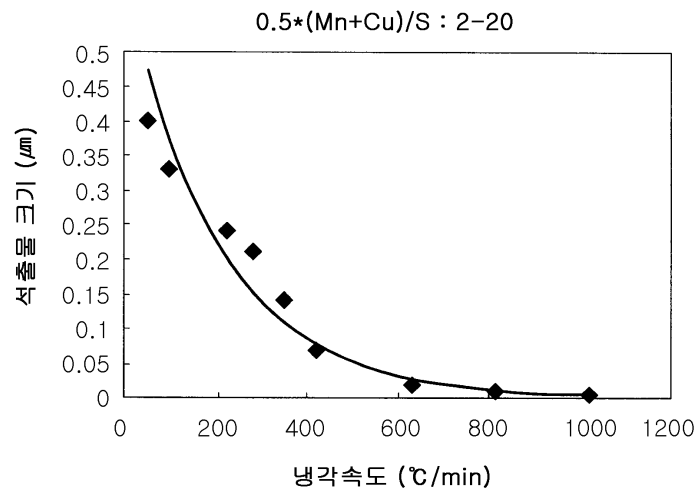
[0004] 도 2b는 $0.5 \cdot (\text{Mn} + \text{Cu}) / \text{S} \leq 20$ 의 경우이다.

도면

도면1



도면2a



도면2b

