



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년08월01일
 (11) 등록번호 10-1424863
 (24) 등록일자 2014년07월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C21D 8/02 (2006.01) C22C 38/00 (2006.01)
 C21D 9/46 (2006.01) B21B 3/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0032765
 (22) 출원일자 2012년03월29일
 심사청구일자 2012년06월27일
 (65) 공개번호 10-2013-0110651
 (43) 공개일자 2013년10월10일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR100382414 B1

(73) 특허권자
현대제철 주식회사
 인천광역시 동구 중봉대로 63 (송현동)
 (72) 발명자
강춘구
 충남 당진시 송악읍 신복운로3길 8, 108동 104호
 (동광아파트)
박세호
 대구 수성구 천을로 131, 112동 911호 (매호동,
 두레타운)
 (74) 대리인
특허법인 대아

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 최정식

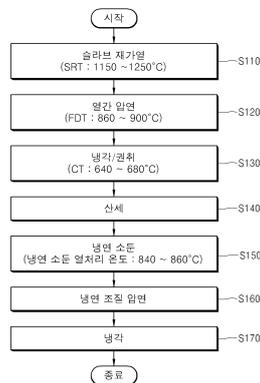
(54) 발명의 명칭 **냉연강판 및 그 제조 방법**

(57) 요약

붕소를 첨가하여, 소부경화강의 성형성을 향상시키며, 외관 전체의 내텐트성을 갖는 냉연강판 및 그 제조 방법에 대하여 개시한다.

본 발명에 따른 냉연강판 제조 방법은 (a) 탄소(C) : 0.005 중량% 미만, 규소(Si) : 0.03 중량% 이하, 망간(Mn) : 1.0 중량% 이하, 인(P) : 0.10 중량% 이하, 알루미늄(Al) : 0.01 ~ 0.06 중량%, 질소(N) : 0.003 중량% 이하, 붕소(B) : 0.0005~0.002 중량% 이하를 포함하고, 나머지 철(Fe)과 불가피한 불순물로 이루어지는 슬라브 판재를 재가열하는 단계; (b) 상기 재가열된 판재를 FDT(Finishing Delivery Temperature) : 860 ~ 900°C로 열간 압연하는 단계; (c) 상기 열간 압연된 판재를 CT(Coiling Temperature) : 640 ~ 680°C까지 냉각하여 권취하는 단계; (d) 상기 권취된 판재를 산세 처리하는 단계; (e) 상기 산세 처리 한 후, 냉연 소둔하는 단계; (f) 상기 냉연 소둔한 판재를 냉연 조질 압연하는 단계; 및 (g) 상기 냉연 조질 압연 한 판재를 냉각하는 단계;를포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

(a) 탄소(C) : 0중량% 초과 내지 0.005 중량% 미만, 규소(Si) : 0중량% 초과 내지 0.03 중량% 이하, 망간(Mn) : 0중량% 초과 내지 1.0 중량% 이하, 인(P) : 0중량% 초과 내지 0.10 중량% 이하, 알루미늄(Al) : 0.01 ~ 0.06 중량%, 질소(N) : 0중량% 초과 내지 0.003 중량% 이하, 붕소(B) : 0.0005~0.002 중량%를 포함하고, 나머지 철(Fe)과 불가피한 불순물로 이루어지는 슬라브 판재를 재가열하는 단계;

(b) 상기 재가열된 판재를 FDT(Finishing Delivery Temperature) : 860 ~ 900℃로 열간 압연하는 단계;

(c) 상기 열간 압연된 판재를 CT(Coiling Temperature) : 640 ~ 680℃까지 냉각하여 권취하는 단계;

(d) 상기 권취된 판재를 산세 처리하는 단계;

(e) 상기 산세 처리 한 후, 냉연 소둔하는 단계;

(f) 상기 냉연 소둔한 판재를 냉연 조질 압연하는 단계; 및

(g) 상기 냉연 조질 압연 한 판재를 냉각하는 단계;를 포함하여,

상기 (a) 단계 내지 (g) 단계를 통하여 제조되는 강판이 연신율(EL) : 42% 이상 및 랭크포드(r-bar)값 : 2.2 이상을 갖는 것을 특징으로 하는 냉연강판 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (a) 단계에서,

상기 슬라브 재가열 온도(Slab Reheating Temperature : SRT)는 1150 ~ 1250℃인 것을 특징으로 하는 냉연강판 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 (e) 단계에서,

상기 냉연 소둔 열처리 온도는 840 ~ 860℃인 것을 특징으로 하는 냉연강판 제조 방법.

청구항 4

탄소(C) : 0중량% 초과 내지 0.005 중량% 미만, 규소(Si) : 0중량% 초과 내지 0.03 중량% 이하, 망간(Mn) : 0 중량% 초과 내지 1.0 중량% 이하, 인(P) : 0중량% 초과 내지 0.10 중량% 이하, 알루미늄(Al) : 0.01 ~ 0.06 중량%, 질소(N) : 0중량% 초과 내지 0.003 중량% 이하, 붕소(B) : 0.0005~0.002 중량%를 포함하고, 나머지 철(Fe)과 불가피한 불순물로 이루어지며,

연신율(EL) : 42% 이상 및 랭크포드(r-bar)값 : 2.2 이상을 갖는 것을 특징으로 하는 냉연강판.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 망간(Mn) 및 인(P)은

$0.9 \leq \text{Mn(중량\%)} + 10\text{P(중량\%)} \leq 1.1$ 로 조합되는 것을 특징으로 하는 냉연강판.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 냉연강판 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 소부경화강의 성형성을 향상시키며, 외판 전체의 내덴트성을 갖는 냉연강판 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 자동차용 외판재 부품은 후드, 펜더, 도어, 루프, 트렁크리드, 사이드 아우터 등의 6개 부품으로 구성이 된다. 외판재 부품들은 자동차의 미관을 담당하는 부분으로써 결함이 없어야 하고, 외부 충격에 쉽게 변형이 되지 않도록 내 덴트성을 필요로 한다.

[0003] 이러한 특성을 만족하기 위해 적용되는 소부경화강은 성형 및 도장 소부 이후 고용원소가 전위에 고착되어 항복 강도가 증가하는 현상을 이용하기 때문에 양호한 성형성과 내덴트성으로 자동차용 외판재에 널리 이용이 되어 왔다. 하지만, 사이드 아우터용 외판재는 광폭(Wide Width) 특성과 극심가공의 장출 특성(Deep Drawing)을 요구하기 때문에 EDDQ급의 IF강(Interstitial Free Steel)만이 제한적으로 적용되어 왔다.

[0004] 관련 선행기술로는 대한민국 공개특허공보 제10-2001-0040682호(2001.05.15. 공개)가 있으며, 상기 문헌에는 고강도 냉연강판 및 그 제조방법이 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 붕소를 첨가하여, 소부경화강의 성형성을 향상시키며, 외판 전체의 내덴트성을 갖는 냉연강판을 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명의 다른 목적은 상기 방법으로 제조되어, 연신율(EL) : 42% 이상, 랭크포드(r-bar) : 2.2 이상 및 3Kgf/mm² 이상의 소부경화성을 갖는 냉연 강판을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 냉연강판 제조 방법은 (a) 탄소(C) : 0중량% 초과 내지 0.005 중량% 미만, 규소(Si) : 0중량% 초과 내지 0.03 중량% 이하, 망간(Mn) : 0중량% 초과 내지 1.0 중량% 이하, 인(P) : 0중량% 초과 내지 0.10 중량% 이하, 알루미늄(Al) : 0.01 ~ 0.06 중량%, 질소(N) : 0중량% 초과 내지 0.003 중량% 이하, 붕소(B) : 0.0005~0.002 중량%를 포함하고, 나머지 철(Fe)과 불가피한 불순물로 이루어지는 슬라브 판재를 재가열하는 단계; (b) 상기 재가열된 판재를 FDT(Finishing Delivery Temperature) : 860 ~ 900℃로 열간 압연하는 단계; (c) 상기 열간 압연된 판재를 CT(Coiling Temperature) : 640 ~ 680℃까지 냉각하여 권취하는 단계; (d) 상기 권취된 판재를 산세 처리하는 단계; (e) 상기 산세 처리 한 후, 냉연 소둔하는 단계; (f) 상기 냉연 소둔한 판재를 냉연 조절 압연하는 단계; 및 (g) 상기 냉연 조절 압연 한 판재를 냉각하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 상기 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 냉연강판은 탄소(C) : 0중량% 초과 내지 0.005 중량% 미만, 규소(Si) : 0중량% 초과 내지 0.03 중량% 이하, 망간(Mn) : 0중량% 초과 내지 1.0 중량% 이하, 인(P) : 0중량% 초과 내지 0.10 중량% 이하, 알루미늄(Al) : 0.01 ~ 0.06 중량%, 질소(N) : 0중량% 초과 내지 0.003 중량% 이하, 붕소(B) : 0.0005~0.002 중량%를 포함하고, 나머지 철(Fe)과 불가피한 불순물로 이루어지며, 연신율(EL) : 42% 이상 및 랭크포드(r-bar) : 2.2 이상을 갖는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0009] 본 발명에 따른 냉연강관 제조 방법은 붕소를 첨가하여, 소부경화강의 성형성을 향상시킬 수 있다.
- [0010] 또한, 상기 방법으로 제조되는 냉연강관은 연신율(EL) : 42% 이상, 랭크포드(r-bar) : 2.2 이상 및 3Kgf/mm² 이상의 소부경화성을 만족할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 냉연강관 제조 방법을 나타낸 공정 순서도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예1 및 비교예 1에 따라 제조된 시편에 대한 붕소 첨가에 따른 온도 변화를 나타낸 그래프이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 시편에 대한 붕소 첨가 후 단면도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예1 내지 실시예 5에 따라 제조된 시편에 대한 열간압연에 따른 변화를 나타낸 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예5 내지 실시예 7에 따라 제조된 시편에 대한 연신율의 변화를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.
- [0013] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 냉연강관 및 그 제조 방법에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

냉연강관

- [0014] **냉연강관**
- [0015] 본 발명에 따른 냉연강관은 연신율(EL) : 42% 이상, 랭크포드(r-bar) : 2.2 이상 및 3Kgf/mm² 이상의 소부경화성을 만족하는 것을 목표로 한다.
- [0016] 이를 위하여, 본 발명에 따른 냉연강관은 탄소(C) : 0중량% 초과 내지 0.005 중량% 미만, 규소(Si) : 0중량% 초과 내지 0.03 중량% 이하, 망간(Mn) : 0중량% 초과 내지 1.0 중량% 이하, 인(P) : 0중량% 초과 내지 0.10 중량% 이하, 알루미늄(Al) : 0.01 ~ 0.06 중량%, 질소(N) : 0중량% 초과 내지 0.003 중량% 이하, 붕소(B) : 0.0005~0.002 중량%를 포함하고, 나머지 철(Fe)과 불가피한 불순물로 이루어질 수 있다.
- [0017] 이하, 본 발명에 따른 냉연강관에 포함되는 각 성분의 역할 및 그 함량에 대하여 설명하면 다음과 같다.

탄소(C)

- [0018] **탄소(C)**
- [0019] 탄소(C)는 소부경화를 발생시키는 원소로서, 자연시효를 제어하기 위하여 그 함량의 제어가 필수적이다. 이때, 탄소(C)의 함량에 따라 성형성이 저하되거나 자연시효가 가속화되기도 하므로, 티타늄(Ti) 등의 강한 탄질화물 형성원소를 첨가하여 고용원소를 제어하게 된다. 이 경우, 고용탄소량이 많아지면 성형성이 감소하고 항복강도가 증가한다.
- [0020] 본 발명에서, 탄소(C)의 함량이 강관 전체 중량의 0.005 중량% 이상일 경우에는 항복강도가 증가하고, 형상동결

성이 감소하게 되며, 재결정 중 결정립 성장을 억제하는 문제점이 있다. 따라서, 탄소(C)는 본 발명에 따른 강판 전체 중량의 0중량% 초과 내지 0.005 중량% 미만의 함량비로 첨가하는 것이 바람직하다.

[0021] 규소(Si)

[0022] 규소(Si)은 탄화물 형성을 억제하여 고용탄소 증가로 소부경화성을 향상시키는 역할을 한다.

[0023] 상기 규소(Si)은 본 발명에 따른 강판 전체 중량의 0중량% 초과 내지 0.03 중량% 이하의 함량비로 첨가하는 것이 바람직하다. 규소(Si)의 함량이 0.03 중량%를 초과할 경우에는 항복점 연신 현상이 발생하고, 강도가 증가하나 연성이 저하되는 문제가 있다.

[0024] 망간(Mn), 인(P)

[0025] 망간(Mn)은 고용강화 효과를 얻기 위해 첨가되는 원소로써, 강 중의 황과 결합하여 MnS를 석출 시켜 FeS의 생성에 의한 열간취성을 방지하며, 연성의 손상 없이 입자를 미세화 시키는 역할을 한다. 또한, 인(P)은 고용강화효과가 큰 치환형 합금원소로서, 면내 이방성을 개선하고 강도를 향상시키는 역할을 하며, 탄소(C)와의 자리 경쟁으로 인(P)이 첨가될수록 탄소(C)에 의한 소부경화성이 증가하게 된다. 또한, 인(P)의 첨가에 의해 결정립 사이즈가 감소하므로 결정립 사이즈 감소에 따른 소부경화성, 내시효성의 향상을 기대 할 수 있다.

[0026] 상기 망간(Mn)은 본 발명에 따른 강판 전체 중량의 0중량% 초과 내지 1.0 중량% 이하의 함량비로 첨가하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 인(P)은 본 발명에 따른 강판 전체 중량의 0중량% 초과 내지 0.1 중량% 이하의 함량비로 첨가하는 것이 바람직하다.

[0027] 망간(Mn) 1.0 중량%를 초과하거나, 인(P)이 0.1 중량%를 초과할 경우에는 도금 및 성형 시 표면결함이 발생하며, 연신율이 감소하는 문제가 있다.

[0028] 여기서, 망간(Mn)과 인(P)은 $0.9 \leq \text{Mn(중량\%)} + 10\text{P(중량\%)} \leq 1.1$ 가 되도록 형성된다.

[0029] 알루미늄(Al)

[0030] 알루미늄(Al)은 강 중의 탈산제로 사용되며, 열간압연시 질소(N)와 질화물 AlN을 석출하여 결정립을 억제하는 역할을 한다.

[0031] 상기 알루미늄(Al)은 본 발명에 따른 강판 전체 중량의 0.01 ~ 0.06 중량%의 함량비로 첨가하는 것이 바람직하다. 알루미늄(Al)의 함량이 0.01 중량% 미만일 경우에는 상기의 탈산 효과를 제대로 발휘하기 어려울 뿐만 아니라, 강 중의 고용질소가 잔류할 시 항복강도 및 소부경화성을 급속히 증가시켜 재질의 관리가 어려워지는 문제가 있다. 반대로, 알루미늄(Al)의 함량이 0.06 중량%를 초과할 경우에는 제강 및 연주 조업시 개재물이 과다 형성되며, 도금표면에 불량 발생하며 연신율이 저하될 수 있다.

[0032] 질소(N)

[0033] 질소(N)는 탄소(C)와 함께 소부경화성 및 시효현상을 일으키는 합금원소로써, 탄소(C)에 비하여 소부경화 향상 능력이 크나 연신율 및 성형성의 열화 및 시효현상 역시 급속히 증가하고, 항복점 연신 발생구간이 급속히 증가하여 소부경화 용도로 적용이 어려운 합금원소이다.

[0034] 다만, 질소(N)의 함량이 본 발명에 따른 강판 전체 중량의 0.003 중량%를 초과할 경우에는 석출물이 증가하여 재결정 중 결정립 성장을 억제하는 문제가 있다. 따라서, 본 발명에서는 질소(N)의 함량을 강판 전체 중량의 0 중량% 초과 내지 0.003 중량% 이하로 제한하였다.

[0035] 붕소(B)

- [0036] 삭제
- [0037] 삭제
- [0038] 삭제
- [0039] 붕소(B)는 강 중의 고용원소에 의한 공정 중 재질 열화를 최소화할 수 있다. 붕소(B)는 고용질소를 제거하면 SPM에 의한 연신을 감소를 최소화 할 수 있다. 즉, 고용질소에 의해 발생하는 상향복점 및 항복점 연신 현상은 고용탄소에 비해 그 정도가 매우 커서 높은 SPM 압하를 필요로 하게 된다. 따라서, SPM 압하를 증가 시킬수록 판재의 연신율은 반비례 적으로 감소하여 적정량의 조질압연이 적용 되어야 한다.
- [0040] 또한, 고용질소는 최종 냉연 소둔 이후 재결정을 억제하여 연신율을 열화 시켜 최종적인 성형성을 열화시키는 원인이 된다.
- [0041] 또한, 붕소(B)는 오스테나이트-페라이트 변태 시작 온도를 낮춰 변태 시 결정립 사이즈를 작게 하고, 낮은 온도의 사상압연을 통해 열연 결정립 사이즈를 최소화한다.
- [0042] 또한, 붕소(B)는 열연권취 중 인보다 먼저 입계에 위치를 차지함으로써, 인의 입계편석을 억제하며 2차 가공 취성을 개선할 수 있다.
- [0043] 여기서, 상기 붕소(B)는 본 발명에 따른 강판 전체 중량의 0.0005 ~ 0.002 중량%의 함량비로 첨가되는 것이 바람직하다. 붕소(B)의 함량이 0.0005 중량% 미만일 경우에는 열간압연 종료 온도의 하양조정이 불가능 할 수 있다.
- [0044] 반대로, 붕소(B)의 함량이 0.002 중량%를 초과할 경우에는 냉연 소둔 시 재결정이 지연 되어 냉연 결정립 크기가 감소하는 문제가 있다.
- [0045] **냉연강판 제조 방법**
- [0046] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 냉연강판의 제조 방법을 나타낸 공정 순서도이다.
- [0047] 도 1을 참조하면, 도시된 냉연강판 제조 방법은 슬라브 재가열 단계(S110), 열간 압연 단계(S120), 냉각/권취 단계(S130), 산세 단계(S140), 냉연 소둔 단계(S150), 냉연 조질 압연 단계(S160) 및 냉각 단계(S170)를 포함한다.
- [0048] 이때, 슬라브 재가열 단계(S110)는 반드시 수행되어야 하는 것은 아니나, 석출물의 재고용 등의 효과를 도출하기 위해서는 실시하는 것이 더 바람직하다.
- [0049] 본 발명에 따른 냉연강판 제조 방법에서 열연공정의 대상이 되는 반제품 상태의 슬라브 판재는 탄소(C) : 0중량% 초과 내지 0.005 중량% 미만, 규소(Si) : 0중량% 초과 내지 0.03 중량% 이하, 망간(Mn) : 0중량% 초과 내지 1.0 중량% 이하, 인(P) : 0중량% 초과 내지 0.10 중량% 이하, 알루미늄(Al) : 0.01 ~ 0.06 중량%, 질소(N) : 0 중량% 초과 내지 0.003 중량% 이하, 붕소(B) : 0.0005-0.002 중량%를 포함하고, 나머지 철(Fe)과 불가피한 불순물로 이루어질 수 있다.
- [0050] **슬라브 재가열**
- [0051] 슬라브 재가열 단계(S110)에서는 상기 조성을 갖는 슬라브 판재를 SRT(Slab Reheating Temperature) : 1150 ~ 1250℃로 재가열한다. 여기서, 상기 슬라브 판재는 재가공정을 통해 원하는 조성의 용강을 얻은 다음에 연속주조공정을 통해 얻어질 수 있다. 이때, 슬라브 재가열 단계(S110)에서는 연속주조공정을 통해 확보한 슬라브 판재를 재가열하는 것을 통하여, 주조 시 편석된 성분을 재고용한다.

[0052] 본 단계에서, 슬라브 재가열 온도(SRT)가 1150℃ 미만일 경우에는 주조 시 편석된 성분이 충분히 재고용되지 못하는 문제점이 있다. 반대로, 슬라브 재가열 온도(SRT)가 1250℃를 초과할 경우에는 오스테나이트 결정입도가 증가하여 강도 확보가 어려울 뿐만 아니라 소부경화능 및 내시효성도 감소할 뿐만 아니라, 과도한 가열 공정으로 인하여 강판의 제조 비용만 상승할 수 있다.

[0053] **열간 압연**

[0054] 열간압연 단계(S120)에서는 슬라브 판재를 FDT(Finishing Delivery Temperature) : 860 ~ 900℃로 열간 압연한다.

[0055] 마무리 압연 온도(FDT)가 860℃ 미만으로 너무 낮으면, 결정립 크기가 효과적으로 감소하지 못하는 문제가 발생한다. 반대로, 마무리 압연 온도(FDT)가 900℃를 초과할 경우에는 오스테나이트 결정립이 조대화되어 소부경화능 및 내시효성이 감소하는 문제가 있다.

[0056] **냉각/권취**

[0057] 냉각/권취 단계(S130)에서는 열간압연된 판재를 CT(Coiling Temperature) : 640 ~ 680℃까지 냉각하여 권취한다.

[0058] 본 단계에서, 권취 온도가 640℃ 미만일 경우에는 석출물의 크기를 조대화할 수 있는 면은 유리하나, 2차 가공 취성이 발생하는 문제점이 있다. 반대로, 권취 온도가 680℃를 초과하여 실시될 경우에는 충분한 강도 확보에 어려움이 따른다.

[0059] **산세 단계**

[0060] 산세 단계(S140)에서는 권취된 판재, 즉 상기의 열연과정을 통하여 제조된 열연 코일의 스케일을 제거하기 위하여 산세(acid pickling)한다.

[0061] **냉연소둔**

[0062] 냉연소둔 단계(S150)에서는 냉간 압연된 판재를 840 ~ 860℃로 냉연 소둔한다.

[0063] 본 단계에서, 냉연소둔 온도가 840℃ 미만일 경우에는 재결정이 지연되는 문제점이 있다. 반대로, 냉연소둔 온도가 860℃를 초과할 경우에는 결정립 사이즈 증가로 인한 불균일한 결정립이 형성되어 강도 확보에 어려움이 따른다.

[0064] **냉연 조질 압연**

[0065] 냉연 조질 압연은 판재에 가동전위를 부여하는 공정으로 고용탄소 및 질소에 구속 받지 않는 전위를 만들어 준다. 따라서, 연속적인 항복거동을 보이며 성형 시 불연속 항복거동에 의한 표면품질 열화를 방지하는 역할을 한다. 그러나, 조질 압연 압하율이 증가 할수록 연신율 재질이 감소하므로 상항복점이 발생하지 않는 한 최대한 낮은 SPM 압하를 적용 하는 것이 바람직하다.

[0066] 이때, 냉연 조질 압연 단계(S160)에서, 조질 압하율은 적정 소부경화성과 더불어 상온 내시효성을 확보할 목적으로 0.8 ~ 1.2%로 실시하는 것이 바람직하다. 상기 조질 압하율은 냉연강판의 형상을 교정할 수 있는 정도인 0.8% 이상의 조질 압연을 행하는 것만으로 원하는 효과를 기대할 수 있다. 반대로, 조질 압하율이 1.2%를 초과할 경우에는 마찰 계수의 증가로 성형시 소재 유입이 감소하여 성형성이 열화될 뿐만 아니라, 박물이 많은 외판재의 특성상 설비상의 이유로 설정된 조질 압하율이 실제 적용되지 못하여 항복점 연신율 및 자연시효 개선 효과가 감소하는 문제가 있다.

[0067] **냉각**

[0068] 냉각 단계(S170)에서는 소둔구간을 지난 판재를 가스젯 쿨링(Gas Jet Cooling : GJC) 등의 방식으로 냉각한다. 이때, 냉각은 후속 공정이 합금화 열처리라는 점을 감안할 때, 600 ~ 750℃까지 냉각될 수 있다.

[0069] 이때, 냉각은 5℃/sec 이상의 속도로 실시하는 것이 바람직하데, 이는 냉각 속도가 5℃/sec 미만일 경우에는 소부경화량(BH)이 급격히 저하되는 문제가 있기 때문이다.

[0070] **실시예**

[0071] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 통해 본 발명의 구성 및 작용을 더욱 상세히 설명하기로 한다. 다만, 이는 본 발명의 바람직한 예시로 제시된 것이며 어떠한 의미로도 이에 의해 본 발명이 제한되는 것으로 해석될 수는 없다.

[0072] 여기에 기재되지 않은 내용은 이 기술 분야에서 숙련된 자이면 충분히 기술적으로 유추할 수 있는 것이므로 그 설명을 생략하기로 한다.

[0073] **1. 시편의 제조**

[0074] [표 1] (단위 : 중량%)

비교	C	Si	Mn	P	Al	N	B
비교예 1	0.002	0.02	0.5	0.05	0.02	0.003	-
실시예 1	0.003	0.01	0.5	0.05	0.02	0.003	0.001
실시예 2	0.004	0.02	0.5	0.05	0.03	0.002	0.0015
실시예 3	0.002	0.02	0.4	0.06	0.04	0.003	0.0015
실시예 4	0.003	0.02	0.5	0.05	0.03	0.002	0.001
실시예 5	0.003	0.01	0.5	0.05	0.02	0.002	0.001
실시예 6	0.002	0.02	0.4	0.06	0.05	0.001	0.0015
실시예 7	0.004	0.02	0.5	0.05	0.04	0.002	0.0008
실시예 8	0.003	0.01	0.4	0.06	0.03	0.002	0.0009

[0075]

[0076] **2. 기계적 물성 평가**

[0077] 표 2는 비교예 1 및 실시예 1 ~ 3에 따라 제조된 시편들에 대한 기계적 물성 평가 결과를 나타낸 것이다.

[0078] [표 2]

구분	열연재 조공정		냉연재 조공정		냉연재질			
	열연 종료온도 (°C)	열연 권취온도 (°C)	냉연 소둔온도 (°C)	SPM 압하율	YP (MPa)	TS (MPa)	EL (%)	r-bar (≥2.0)
비교예 1	910	680	840	1.0	225	347	39	1.48
실시예 1	840	680	840	1.0	217	349	43	2.22
실시예 2	860	700	840	1.0	211	344	44	2.25
실시예 3	860	680	860	1.0	219	341	44	2.26
실시예 4	880	680	840	1.0	219	352	42	2.18
실시예 5	910	680	840	1.0	218	349	40	1.87
실시예 6	860	680	840	0.6	218	347	43	2.19
실시예 7	860	680	840	1.4	229	353	40	2.14
실시예 8	860	680	840	1.8	238	355	38	2.22

[0079]

[0080] 표 1 내지 표 2를 참조하면, 실시예 1 ~ 3에 따라 제조된 시편들의 경우, 목표값에 해당하는 연신율(EL) : 42% 이상 및 랭크포드(r-bar) 값 : 2.2 이상을 모두 만족하는 것을 알 수 있다.

[0081] 반면, 실시예 1과 비교하여 항복점(YP)은 목표값을 만족하였으나, 연신율(EL) 및 랭크포드(r-bar)가 목표값에 미달하는 것을 알 수 있다.

[0082] 도 2는 본 발명의 실시예1 및 비교예 1에 따라 제조된 시편에 대한 붕소 첨가에 따른 온도 변화를 나타낸 그래프이다. 도 3은 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 시편에 대한 붕소 첨가 후 단면도이다.

[0083] 표 1의 비교예1 및 실시예 1에 따라 제조된 시편들에 대하여, 도 2 내지 도 3을 참조하면, 붕소가 첨가된 시편의 경우, 열간압연 중 냉각에 따른 오스테나이트-페라이트 변태 온도가 낮아짐을 알 수 있다. 또한, 변태 온도가 낮아지면, 페라이트의 핵생성이 핵 성장보다 우세하게 되어, 결정립의 사이즈를 감소시킬 수 있다.

[0084] 도 4는 본 발명의 실시예1 내지 실시예 5에 따라 제조된 시편에 대한 열간압연에 따른 변화를 나타낸 그래프이다.

[0085] 도 4를 참조하면, 실시예 1~5에 따라 제조된 시편들에 대하여, 900°C~860°C까지 사상압연 온도를 감소시킴에 따라 결정립사이즈가 직경 18 μ m에서 8 μ m대까지 크게 감소한다. 그러나 850°C 이하의 온도에서는 결정립 크기가 감소하지 못한다.

[0086] 삭제

[0087] 삭제

[0088] 도 5는 본 발명의 실시예5 내지 실시예 7에 따라 제조된 시편에 대한 연신율의 변화를 나타낸 그래프이다.

[0089] 도 5를 참조하면, SPM 압하를 증가시킬수록, 판재의 연신율은 반비례적으로 감소하는 것을 알 수 있다. 따라서, 붕소를 첨가하여, 고용질소를 제거하면 SPM에 의한 연신율 감소를 최소화 할 수 있다.

[0090] 위의 실험 결과를 토대로, 실시예 1~3에 따라 제조된 시편들은 붕소(B) 0.0005~0.002중량%를 첨가하여 연신율(EL) : 42% 이상 및 랭크포드(r-bar) : 2.2 이상을 만족하는 것을 알 수 있다.

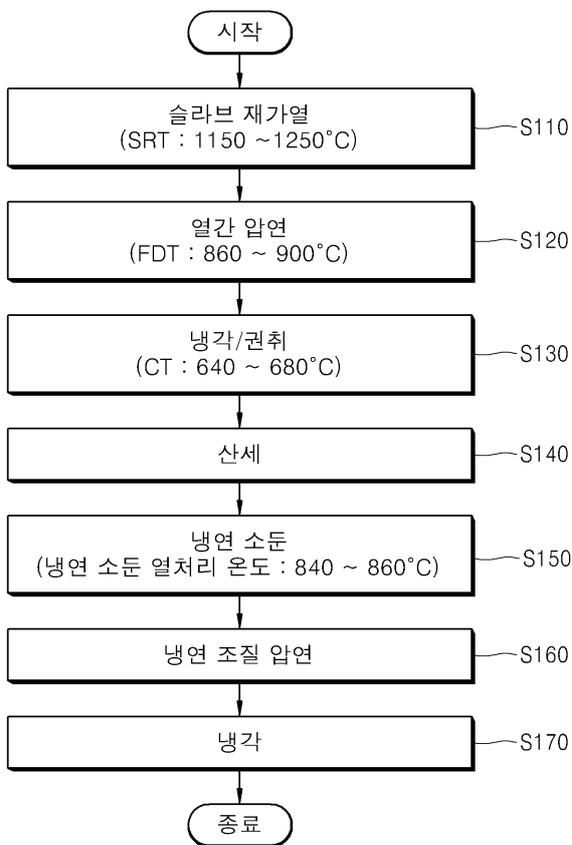
[0091] 이상에서는 본 발명의 실시예를 중심으로 설명하였지만, 당업자의 수준에서 다양한 변경이나 변형을 가할 수 있다. 이러한 변경과 변형이 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 한 본 발명에 속한다고 할 수 있다. 따라서 본 발명의 권리범위는 이하에 기재되는 청구범위에 의해 판단되어야 할 것이다.

부호의 설명

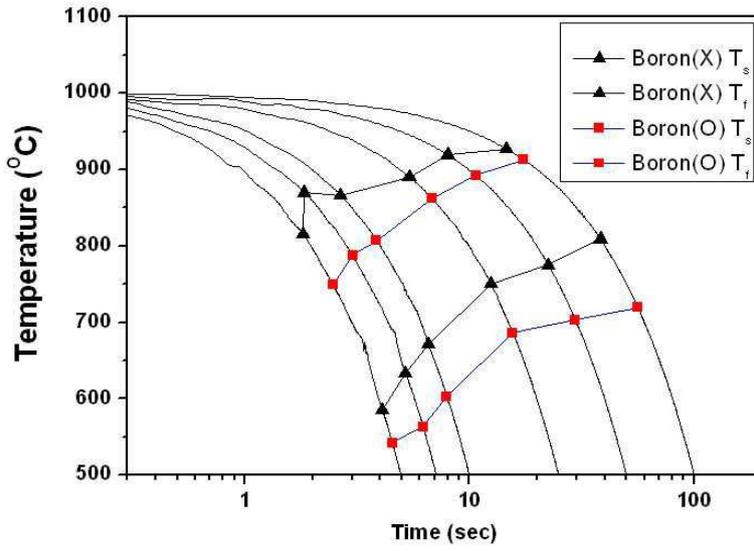
- [0092] S110: 슬라브 재가열
- S120: 열간 압연
- S130: 냉각/권취
- S140: 산세
- S150: 냉연 소둔
- S160: 냉연 조질 압연
- S170: 냉각

도면

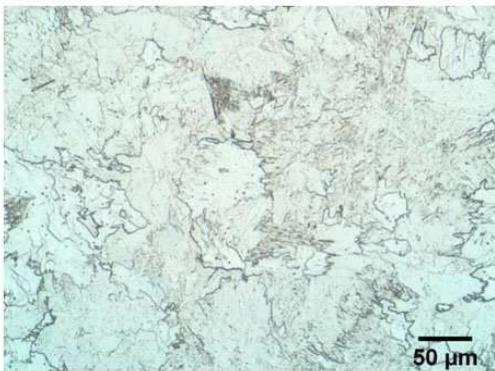
도면1



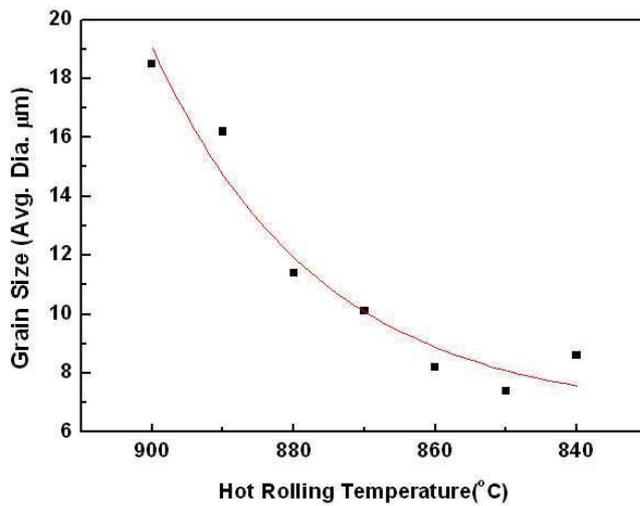
도면2



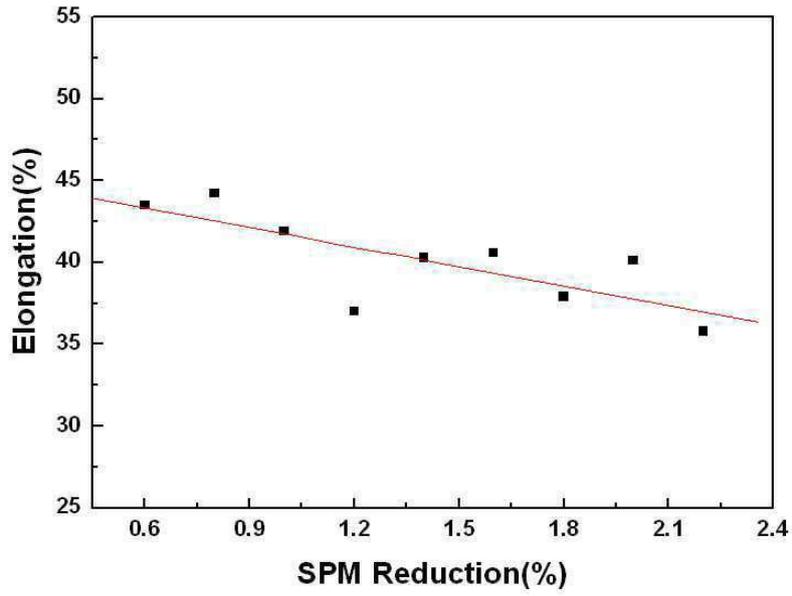
도면3



도면4



도면5



도면6

삭제

도면7

삭제