(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0094461
(43) 공개일자 2023년06월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 38/04 (2006.01) *C21D 8/02* (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01) *C22C 38/02* (2006.01)
C22C 38/06 (2006.01) *C22C 38/12* (2006.01)
C23C 2/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 38/04 (2013.01)
C21D 8/0226 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0183663
(22) 출원일자 2021년12월21일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
주식회사 포스코
경상북도 포항시 남구 동해안로 6261(괴동동)
(72) 발명자
조민호
경북 포항시 북구 장량중앙로 40, 210동 1806호 (양덕동, 양덕삼구트리니엔2차아파트)
홍영광
대구광역시 수성구 달구벌대로659길 22, 101동 803호(사월동, 사월역 파인누리 1차)
(74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **강도와 연신율이 우수한 냉연강판 및 그 제조방법**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예에 의한 강도 및 연신율이 우수한 냉연강판은 중량%로 C: 0.04 ~ 0.08%, Si: 0.05% 이하(0%를 제외한다), Mn: 0.1 ~ 0.6%, Al: 0.02 ~ 0.06%, P: 0.015% 이하(0%를 제외한다), S: 0.015% 이하(0%를 제외한다), N: 0.006% 이하(0%를 제외한다), Nb: 0.02 ~ 0.04%를 포함하고, 나머지는 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하며, [수식 1]로 정의되는 성분 강화지수가 470이하이고, [수식 2]로 정의되는 결정립 형상비가 2.15 이하이며, [수식 3]으로 정의되는 복합 강화지수는 500 ~ 600인 냉연강판이다.

(52) CPC특허분류
C21D 8/0236 (2013.01)
C21D 8/0273 (2013.01)
C22C 38/001 (2013.01)
C22C 38/02 (2013.01)
C22C 38/06 (2013.01)
C22C 38/12 (2013.01)
C23C 2/06 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

중량%로 C: 0.04 ~ 0.08%, Si: 0.05% 이하(0%를 제외한다), Mn: 0.1 ~ 0.6%, Al: 0.02 ~ 0.06%, P: 0.015% 이하(0%를 제외한다), S: 0.015% 이하(0%를 제외한다), N: 0.006% 이하(0%를 제외한다), Nb: 0.02 ~ 0.04%를 포함하고, 나머지는 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하며,

하기 [수식 1]로 정의되는 성분 강화지수가 470이하이고,

하기 [수식 2]로 정의되는 결정립 형상비가 2.15 이하이며,

하기 [수식 3]으로 정의되는 복합 강화지수가 500 ~ 600인 강도와 연신율이 우수한 냉연강판.

[수식 1]: 성분 강화지수 = 160 + 1,000C + 100Mn + 5,000Nb

(단, 수식 1의 C, Mn, Nb은 각 성분의 중량%를 의미한다.)

[수식 2]: 결정립 형상비=[(결정립 장축길이)/(결정립 단축길이)]의 평균값

[수식 3]: 복합 강화지수 = [수식 1] + ([수식 2] - 1.8) X 600

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 냉연강판의 항복강도가 500 ~ 600MPa인 강도와 연신율이 우수한 냉연강판.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 냉연강판의 연신율이 8% 이상인 강도와 연신율이 우수한 냉연강판.

청구항 4

제1항에 기재된 냉연강판 및 상기 냉연강판의 일면 또는 양면에 위치하는 도금층을 포함하는 도금 강판.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 도금강판은 주석, 주석합금 또는 크롬이 두께 5㎛이하로 도금된 도금강판.

청구항 6

중량%로 C: 0.04 ~ 0.08%, Si: 0.05% 이하(0%를 제외한다), Mn: 0.1 ~ 0.6%, Al: 0.02 ~ 0.06%, P: 0.015% 이하(0%를 제외한다), S: 0.015% 이하(0%를 제외한다), N: 0.006% 이하(0%를 제외한다), Nb: 0.02 ~ 0.04%를 포함하고, 나머지는 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하며, 하기 [수식 1]로 정의되는 성분 강화지수가 470 이하인 슬라브 준비하여 재가열하는 슬라브 준비 단계;

상기 슬라브를 열간압연하고 Ar3 이상에서 마무리 열간압연하여 열연강판을 제조하는 단계;

상기 열연강판을 560 내지 700℃에서 권취하는 단계;

상기 권취된 열연강판을 80 내지 95% 압하율로 냉간압연하여 냉연강판을 제조하는 단계;

상기 냉연강판을 720 내지 800℃의 온도에서 소둔하는 단계; 및

상기 소둔한 냉연강판을 2차 압연하는 단계를 포함하는 강도 및 연신율이 우수한 냉연강판의 제조방법.

[수식 1]: 성분 강화지수 = 160 + 1,000C + 100Mn + 5,000Nb

(단, 수식 1의 C, Mn, Nb은 각 성분의 중량%를 의미한다.)

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 슬라브 준비단계에서, 상기 슬라브는 1,150℃ 이상에서 가열하는 강도 및 연신율이 우수한 냉연강판의 제조방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 2차 압연은 4 ~ 10%의 압하율로 압연하는 강도 및 연신율이 우수한 냉연강판의 제조방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 2차 압연 이후의 냉연강판은 하기 [수식 2]로 정의되는 결정립 형상비가 2.15 이하인 강도와 연신율이 우수한 냉연강판의 제조방법.

[수식 2]: 결정립 형상비=[(결정립 장축길이)/(결정립 단축길이)]의 평균값

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 2차 압연 이후의 냉연강판은 하기 [수식 3]으로 정의되는 복합 강화지수가 500 ~ 600인 강도와 연신율이 우수한 냉연강판의 제조방법.

[수식 3]: 복합 강화지수 = [수식 1] + ([수식 2] - 1.8) X 600

청구항 11

제6항에 기재된 방법으로 냉연강판을 제조하는 단계; 및

상기 냉연강판의 일면 또는 양면에 용융도금 내지 전기도금하여 도금층을 형성하는 단계를 더 포함하는 도금 강판의 제조 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 도금층을 형성하는 단계는 주석, 주석합금 또는 크롬 중 어느 하나 이상을 두께 5㎛ 이하로 도금하는 도금강판의 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 일 실시예는 가공성이 우수한 냉연강판 및 그 제조방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 강도와 가공성이 모두 우수하여 내구성과 복잡한 성형이 요구되는 부품을 만들기에 적합한 냉연강판과 그 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 음료나 식품을 저장하기 위한 용기로 철강재를 비롯하여 플라스틱, 유리, 종이 또는 알루미늄 들이 사용되고 있다.

[0003] 이 중에서 철강재는 가격이 다른 소재에 비하여 매우 낮기 때문에 플라스틱과 알루미늄 다음으로 많이 사용되고

있다. 그러나 최근에는 플라스틱과 알루미늄은 회수가 복잡하고 재생에 소요되는 비용이 높아서 자원의 재활용 측면에서 철강재가 용기의 소재로 더욱 각광을 받고 있다.

[0004] 이러한 철강재는 식품이나 음료를 저장하기 위하여 대부분 주석(Sn)이 도금된 캔 형태로 가공하여 사용되고 있다.

[0005] 식품이나 음료용 캔은 소형이어서 운반이 간편하고 이동중에 손상이 없어야 한다. 따라서 캔용 철강재는 원하는 형태로 가공을 하기 위하여 가공성이 좋아야 함과 동시에 얇은 두께로도 형상을 유지할 수 있을 정도의 높은 강도가 요구되고 있다.

[0006] 최근 들어 시판되는 캔에 대하여 미적 감각과 기능적 요구가 더해져서 복잡한 성형이 필요하여 철강재에 대하여 높은 가공성이 요구되고 있다. 예를 들어 캔의 바디를 성형할 때 가공성 낮은 소재는 직선적인 형태를 택하여야 하지만 가공성이 충분할 경우 캔 바디 부위에 성형시 비드(bead)를 추가하여 구조적으로 내구력을 추가로 확보할 수 있다. 또한 캔의 EOE(Easy-Open-End)부분과 같이 복잡한 성형이 필요한 부분에는 가공성이 낮은 소재는 사용할 수 없기 때문에 철강재가 가공성을 확보할 경우 더 다양한 부분에 이 소재를 적용할 수 있다.

[0007] 또한 캔용 소재는 캔으로 제작할 때 소재 사용량을 줄이기 위해 두께가 지속적으로 얇아지고 있다. 그러나 소재가 얇아질 경우 원하는 형상으로 유지하기 용이하지 않다는 문제점이 있다. 따라서 이점을 극복하기 위해 캔으로 사용되는 철강재는 점점 더 높은 강도가 요구되고 있다.

[0008] 그러나 캔용 강판은 강도가 높을 경우 그 물리적 특성에 따라 자연스럽게 연신율이 감소하는 경향이 있다. 따라서 강판은 서로 양립하기 어려운 고강도와 연신율을 동시에 증가시켜야만 하는 문제가 있다. 더 나아가 강도가 과도하게 높은 소재를 성형할 때에는 높은 가공력이 필요하여 금형이 쉽게 마모되므로 펀칭 가공에 필요한 정도 이상으로 강도를 높이지 않아야 한다는 점도 고려 하여야 한다.

[0009] 예를 들어 일반적인 저탄소강을 캔 소재로 사용하기 위하여 재결정 소둔 이후에 2차 압연을 실시하여 가공경화에 의한 강도를 향상시키는 방법이 알려져 있으나, 강도를 향상시키기 위하여 실시한 2차 압연을 하게 되면 반대 급부로 연신율이 크게 떨어지는 문제점이 있다.

[0010] 또 다른 예를 들면, 2차 압연의 압하율을 낮추는 대신에 다량의 N을 첨가함으로써 고용강화에 의해 강도를 향상시키는 방법이 알려져 있다. 그러나 이러한 방법은 N 이 침입형 원소이므로 다량 첨가할 경우 철강재의 성분에 편차가 쉽게 발생할 수 있고, 이와 같이 성분에 편차가 발생할 경우 필연적으로 철강재의 재질에 편차도 발생할 가능성이 높다는 문제점이 있다.

[0011] 또 다른 예를 들면 2차 압연의 압하율을 낮추는 대신에 Ti 첨가하여 석출강화를 이용하여 강도를 많이 향상시키는 방법이 알려져 있다. 그러나 강재에 Ti를 첨가할 경우 Ti의 높은 산소 친화력으로 인하여 제강 공정에서 개재물을 많이 형성하여 캔으로 성형할 때 크랙의 시발점이 될 수 있기 때문에 개재물을 제거하기 위한 노력이 추가로 요구되는 문제점이 있다.

[0012] 이상과 같이 캔용 소재로 사용하기 위한 철강재에 대하여 상호 양립하기 어려운 즉, 강도를 향상시킴과 동시에 연신율 또한 향상시켜야만 하는 필요성이 더욱 증대하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명의 일 실시예는 강도와 연신율이 우수한 냉연강판 및 그 제조방법을 제공하고자 한다. 보다 상세하게는 강도와 연신율이 동시에 우수하여 캔용 소재로서 사용이 가능한 냉연강판과 그 제조방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명의 일 실시예에 의한 강도 및 연신율이 우수한 냉연강판은 중량%로 C: 0.04 ~ 0.08%, Si: 0.05% 이하(0%를 제외한다), Mn: 0.1 ~ 0.6%, Al: 0.02 ~ 0.06%, P: 0.015% 이하(0%를 제외한다), S: 0.015% 이하(0%를 제외한다), N: 0.006% 이하(0%를 제외한다), Nb: 0.02 ~ 0.04%를 포함하고, 나머지는 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하며, 하기 [수식 1]로 정의되는 성분 강화지수가 470이하일 수 있다.

[0015] [수식 1]: 성분 강화지수 = 160 + 1,000C + 100Mn + 5,000Nb

[0016] (단, 수식 1의 C, Mn, Nb은 각 성분의 중량%를 의미한다.)

[0017] 본 발명의 일 실시예에 의한 강도 및 연신율이 우수한 냉연강판은 하기 [수식 2]로 정의되는 결정립 형상비가 2.15 이하일 수 있다.

[0018] [수식 2]: 결정립 형상비=[(결정립 장축길이)/(결정립 단축길이)]의 평균값

[0019] 본 발명의 일 실시예에 의한 강도 및 연신율이 우수한 냉연강판은 하기 [수식 3]으로 정의되는 복합 강화지수가 500 ~ 600일 수 있다.

[0020] [수식 3]: 복합 강화지수 = [수식 1] + ([수식 2] - 1.8) X 600

[0021] 본 발명의 일 실시예에 의한 강도 및 연신율이 우수한 냉연강판은 항복강도가 500 ~ 600MPa이고 연신율은 8% 이상인 것이 바람직하다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에 의한 강도 및 연신율이 우수한 냉연강판은 냉연강판의 일면 또는 양면에 도금층을 더욱 포함할 수 있고, 이 때의 도금층은 주석, 주석합금 또는 크롬이 두께 5㎛ 이하로 도금된 것일 수 있다.

[0023] 본 발명의 일 실시예에 의한 강도 및 연신율이 우수한 냉연강판의 제조방법은 중량%로 C: 0.04 ~ 0.08%, Si: 0.05% 이하(0%를 제외한다), Mn: 0.1 ~ 0.6%, Al: 0.02 ~ 0.06%, P: 0.015% 이하(0%를 제외한다), S: 0.015% 이하(0%를 제외한다), N: 0.006% 이하(0%를 제외한다), Nb: 0.02 ~ 0.04%를 포함하고, 나머지는 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하며, 하기 [수식 1]로 정의되는 성분 강화지수가 470 이하인 슬라브 준비하여 재가열하는 슬라브 준비 단계; 상기 슬라브를 열간압연하고 Ar3 이상에서 마무리 열간압연하여 열연강판을 제조하는 단계; 상기 열연강판을 560 내지 700℃에서 권취하는 단계; 상기 권취된 열연강판을 80 내지 95% 압하율로 냉간압연하여 냉연강판을 제조하는 단계; 상기 냉연강판을 720 내지 800℃의 온도에서 소둔하는 단계; 및 상기 소둔한 냉연강판을 2차 압연하는 단계를 포함할 수 있다.

[0024] [수식 1]: 성분 강화지수 = 160 + 1,000C + 100Mn + 5,000Nb

[0025] (단, 수식 1의 C, Mn, Nb은 각 성분의 중량%를 의미한다.)

[0026] 본 발명의 일 실시예에 의한 강도 및 연신율이 우수한 냉연강판의 제조방법에서 상기 슬라브는 1,150℃ 이상에서 가열하는 것이 바람직하다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에 의한 강도 및 연신율이 우수한 냉연강판의 제조방법에서 2차 압연은 4 ~ 10%의 압하율로 압연하는 것이 바람직하다.

[0028] 이와 같이 2차 압연 이후에 제조된 냉연강판은 하기 [수식 2]로 정의되는 결정립 형상비가 2.15 이하일 수 있다.

[0029] [수식 2]: 결정립 형상비=[(결정립 장축길이)/(결정립 단축길이)]의 평균값

[0030] 그리고 이와 같이 2차 압연 이후에 제조된 냉연강판은 하기 [수식 3]으로 정의되는 복합 강화지수가 500 ~ 600일 수 있다.

[0031] 본 발명의 일 실시예에 의한 강도 및 연신율이 우수한 냉연강판의 제조방법은 제조된 냉연강판의 일면 또는 양면에 용융도금 내지 전기도금하여 도금층을 더욱 형성할 수 있다.

[0032] 이러한 도금층은 주석, 주석합금 또는 크롬을 두께 5㎛이하로 도금할 수 있다.

발명의 효과

[0033] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 강도와 연신율이 동시에 우수하여 캔용 소재로서 사용이 가능한 냉연강판을 제공할 수 있다.

[0034] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 캔용 강판에 주석 또는 주석합금을 도금하여 500 ~ 600MPa의 높은 항복강도와 8% 이상의 연신율을 발휘하여 비드(Bead) 성형 바디와, 캔의 EOE 등 부분에 사용하기 용이한 냉연강판을 제공할 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 제1, 제2 및 제3 등의 용어들은 다양한 부분, 성분, 영역, 층 및/또는 섹션들을 설명하기 위해 사용되나 이들에 한정되지 않는다. 이들 용어들은 어느 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션을 다른 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션

과 구별하기 위해서만 사용된다. 따라서, 이하에서 서술하는 제1 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션은 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 범위 내에서 제2 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션으로 언급될 수 있다.

[0036] 여기서 사용되는 전문 용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.

[0037] 또한, 특별히 언급하지 않는 한 %는 중량%를 의미하며, 1ppm 은 0.0001중량%이다.

[0038] 본 발명의 일 실시예에서 추가 원소를 더 포함하는 것의 의미는 추가 원소의 추가량 만큼 잔부인 철(Fe)을 대체하여 포함하는 것을 의미한다.

[0039] 다르게 정의하지는 않았지만, 여기에 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 보통 사용되는 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는 한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0040] 이하, 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

[0041] 본 발명의 일 실시예는 주석도금 후 성형을 통해 캔으로 제작되는 캔용 냉연강판에 관한 것으로, 해당 용도의 소재는 강도가 우수해야 할 뿐만 아니라 가공성 확보를 위해 연신율이 높아야 한다. 이를 위해 강도를 높임과 동시에 강도 향상 시의 저하되는 연신율을 고려하여 강도와 연신율 밸런스가 최적화된 강판 및 그 제조방법을 제공할 필요가 있다. 또한 제강 과정에서의 부하도 최소화하여 생산성을 높이기 위한 방법에 대해서도 고려한다.

[0042] 본 발명자들은 이러한 요구에 부응하기 위하여 합금원소의 종류 및 그 함량을 세밀하게 제어하고, 제조 공정 조건을 최적화함으로써 원하는 수준의 강도와 연신율을 동시에 확보하여 캔용 냉연강판을 제공할 수 있음을 확인하고 본 발명에 이르게 되었다.

[0043] 본 발명의 일 실시예에 의한 강도와 연신율이 동시에 우수한 냉연강판은 중량%로 C: 0.04 ~ 0.08%, Si: 0.05% 이하(0%를 제외한다), Mn: 0.1 ~ 0.6%, Al: 0.02 ~ 0.06%, P: 0.015% 이하(0%를 제외한다), S: 0.015% 이하(0%를 제외한다), N: 0.006% 이하(0%를 제외한다), Nb: 0.02~0.04%를 포함하고, 잔부는 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함한다.

[0044] 이하, 먼저 본 발명의 일 실시예에서 제공하는 냉연강판의 성분조성에 대하여 상세히 설명한다. 이 때, 특별한 기재가 없는 한 각 성분의 함량은 중량%를 의미한다.

[0045] [탄소(C): 0.04 내지 0.08 중량%]

[0046] C는 함량이 낮을 경우 강도가 낮아 구조재로 사용되기 어렵고 함량을 과도하게 낮추기 위해서는 정련 공정이 추가적으로 필요하여 생산성을 떨어뜨리기 때문에 0.04 중량% 이상 포함할 수 있다. C는 적은 함량으로도 강도를 효과적으로 높일 수 있으나 과다할 경우에는 가공성을 크게 떨어뜨릴 수 있기 때문에 그 상한을 0.08 중량% 이하로 제한할 수 있다. 더욱 구체적으로 C는 0.05 내지 0.07 중량% 포함될 수 있다.

[0047] [규소(Si): 0.05 중량% 이하 (0%를 제외한다)]

[0048] Si은 탈탄제로 사용될 수 있는 원소이며 고용강화에 의한 강도의 향상에 기여할 수 있기 때문에 완전히 배제하기 어렵다. 하지만 과다할 경우 소둔시 표면에 Si계 산화물이 생성되어 도금시 결함을 유발하여 도금성을 떨어뜨릴 수 있다. 따라서 이를 고려하여 상한은 0.05 중량% 이하로 제한할 수 있다. 더욱 구체적으로 Si는 0.005 내지 0.03 중량% 포함될 수 있다.

[0049] [망간(Mn): 0.10내지 0.60 중량%]

[0050] Mn은 강중 고용 S와 결합하여 MnS로 석출됨으로써 고용 S에 의한 적열취성(Hot shortness)을 방지하는 원소이다. 이러한 효과를 내기 위하여 0.1 중량% 이상 포함될 수 있다. 또한 강 내에 고용되어 C와 더불어 강의 강도를 높이는 효과도 있다. 하지만 과다할 경우 강의 가공성이 저하되기 때문에 0.6 중량% 이하로 제한할 수

있다. 또한 식관용 철강 소재에 대해서 Mn 함량을 0.6% 이하로 규제하는 규격이 많아 이를 초과할 경우 해당 용도에 사용에 문제가 될 수도 있다. 더욱 구체적으로 Mn은 0.30 내지 0.60 중량% 포함될 수 있다.

[0051] [알루미늄(Al): 0.02 내지 0.06 중량%]

[0052] Al은 탈산 효과가 매우 큰 원소이며 강중의 N과 반응하여 AlN를 석출시킴으로써 고용 N에 의한 성형성이 저하되는 것을 방지한다. 따라서, Al을 0.02 중량% 이상 포함할 수 있다. 하지만 다량 첨가될 경우 연성이 급격히 저하되기 때문에 함량을 0.06 중량% 이하로 제한할 수 있다. 더욱 구체적으로 Al을 0.02 내지 0.05 중량% 포함할 수 있다.

[0053] [인(P): 0.015 중량% 이하 (0%를 제외한다)]

[0054] 일정량 이하의 P의 첨가는 강의 연성을 크게 감소시키지 않으며 강도를 올릴 수 있는 원소이지만 0.015 중량%를 초과하여 첨가하면 결정립계에 편석하여 강을 과도하게 경화시키고 연신율이 떨어지기 때문에 0.015 중량% 이하로 제한할 수 있다. 더욱 구체적으로 P는 0.015 중량% 이하로 포함할 수 있다. 더욱 구체적으로 P는 0.003 내지 0.010 중량% 포함할 수 있다.

[0055] [황(S): 0.015 중량% 이하 (0%를 제외한다)]

[0056] S는 고용시 적열취성을 유발하는 원소이기 때문에 Mn의 첨가를 통해 MnS의 석출이 유도되어야 한다. S가 많을수록 이에 상응하는 수준의 Mn이 추가 첨가되어야 하기 때문에 제한 범위 이상을 첨가하는 것은 바람직하지 못하다. 따라서 S의 상한을 0.015 중량%로 제한할 수 있다. 더욱 구체적으로 S는 0.003 내지 0.010 중량% 포함할 수 있다.

[0057] [질소(N): 0.006 중량% 이하 (0%를 제외한다)]

[0058] N 은 강 중에 불가피한 원소로서 함유되어 있으나, 고용된 상태로 존재하는 N은 시효를 발생시켜 가공성을 크게 떨어뜨린다. 시효의 발생에 의한 연성 저하를 최소화하기 위해 그 상한을 0.0060 중량% 이하로 제한하는 것이 바람직하다. 더욱 구체적으로 N을 0.0015 내지 0.0050 중량% 포함할 수 있다.

[0059] [니오븀(Nb): 0.02 ~ 0.04%]

[0060] Nb는 C와 결합하여 미세한 NbC로 석출되어 석출강화 효과를 발휘한다. 이러한 석출강화 효과를 갖기 위해서는 0.02% 이상의 Nb 첨가가 필요하다. 그러나 NbC가 과다하게 형성될 경우 냉간압연 후 소둔 시 재결정을 억제하여 높은 온도에서의 소둔이 필요하게 된다. 캔용 소재의 경우 두께가 0.4mm 이하로 얇게 압연하기 때문에 고온에서 소둔할 경우 판파단 등이 발생할 수 있다. 따라서 Nb의 함량은 0.02 ~ 0.04%로 제한하는 것이 바람직하다.

[0061] 본 발명자들은 본 발명의 일 실시예에 따른 강판의 경우 각 성분별 범위로부터 제조되는 열연강판의 강도가 하기 [수식 1]로부터 정의되는 성분 강화지수와 비례하는 것을 발견하였다.

[0062] 성분 강화지수 = 160 + 1,000C + 100Mn + 5,000Nb --- [수식 1]

[0063] (여기서, 수식의 C, Mn, Nb은 각 성분의 중량%를 의미한다.)

[0064] [수식 1]의 성분 강화지수가 470을 초과할 경우 강판의 강도가 높아 냉간압연이 어렵기 때문에 [수식 1]로 정의되는 성분 강화지수는 470을 초과하지 않는 범위 내에서 C, Mn, Nb 함량을 한정하는 것이 바람직하다. 또한 [수식 1]의 성분 강화지수가 예를 들어 350 미만일 경우, 강의 강도가 낮아 이를 보완하기 위해 높은 2차 압하량이 필요하지만, 이에 따라 연신율이 크게 하락하는 문제가 있어서 [수식 1]의 하한 값을 한정하는 것이 바람직하다.

[0065] 본 발명의 일 실시예에 따른 [수식 1]의 성분 강화지수는 본 발명의 성분 범위 내에서 실험을 통해 회귀적으로 도출된 것으로서 성분 범위 외에서는 적용되지 않을 수 있다.

[0066] 상기 조성 이외에 나머지는 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하는 것이 바람직하며, 본 발명의 강재는 다른 조성의 첨가를 배제하는 것은 아니다. 상기 불가피한 불순물은 통상의 철강제조과정에서는 원료 또는 주위 환경으로부터 의도되지 않게 혼입될 수 있는 것으로, 이를 배제할 수는 없다. 상기 불가피한 불순물은 통상의 철강제조 분야의 기술자라면 이해할 수 있다.

[0067] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 의한 강도 및 연신율이 우수한 냉연강판의 집합 조직 특성에 대해 구체적으로 설명한다.

[0068] 본 발명의 일 실시예에 의한 강도 및 연신율이 우수한 냉연강판은 하기 [수식 2]로 정의되는 결정립 형상비가 2.15 이하 일 수 있다.

[0069] 결정립 형상비 = (결정립 장축 길이 평균값) / (결정립 단축길이 평균값) --- [수식 2]

[0070] 여기서 결정립 장축방향 평균 길이는 압연 방향(RD방향)으로 평균 결정립 직경을 측정하며 임의 길이의 압연 방향에 대하여 해당 길이에 존재하는 결정립의 개수를 나누어 평균값을 구할 수 있다. 그리고 결정립 단축방향 평균 길이는 강판의 두께 방향으로 평균 결정립의 직경을 측정하며 강판 두께에 대하여 존재하는 결정립의 개수를 나누어 그 평균 값으로 구할 수 있다.

[0071] 결정립 형상비가 너무 작으면 강도가 미달하는 문제가 발생할 수 있다. 한편 결정립 형상비가 너무 크면 연신율이 미달하는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 구체적으로 결정립 형상비는 1.80 내지 2.15 일 수 있다.

[0072] 본 발명의 일 실시예에 따른 냉연강판은 2차 압연시 압하율이 증가할수록 강판의 항복강도가 증가하는데, 원하는 수준의 항복강도를 얻기 위해서는 성분에 의한 강화 효과와 2차 압연에 의한 강화 효과가 적절히 조합되는 것이 바람직하다.

[0073] 따라서 본 발명의 일 실시예는 하기 [수식 3]으로 정의되는 복합 강화지수가 강판의 항복강도와 비례하는 것을 발견하였다.

[0074] 복합 강화지수 = [수식 1] + ([수식 2] - 1.8) X 600 - - - [수식 3]

[0075] 즉 [수식 3]에 따른 복합 강화지수는 [수식 1]에 따른 성분 강화지수와 [수식 2]에 따른 결정립 형상비와 관련이 있으며, 이러한 복합 강화지수 값은 도금 후 500~600MPa의 항복강도를 얻기 위해서 [수식 3]의 복합 강화지수 값이 500~600을 갖는 것이 바람직하다.

[0076] 복합 강화지수 값이 너무 작으면 소재의 강도가 낮아 성형 후 형상을 유지하기 어려운 문제가 발생할 수 있다. 그리고 복합 강화지수 값이 너무 크면 가공 시 큰 힘이 필요하여 가공이 어렵고 금형 마모가 심해지는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 구체적으로 복합 강화지수 값은 520 내지 580 이 바람직하다.

[0077] 앞서 설명하였듯이, 본 발명의 일 실시예에 의한 냉연강판은 강도 및 연신율이 동시에 우수하다. 구체적으로 항복 강도는 500 ~ 600 MPa 일 수 있고, 연신율은 8.0% 이상일 수 있다.

[0078] 본 발명의 일 실시예에 의한 도금 강판은 냉연강판 및 냉연강판의 일면 또는 양면에 위치하는 도금층을 포함한다.

[0079] 이러한 도금층에 포함되는 금속은 주석 (Sn), 주석 합금(Sn-Ni, Sn-Co, Sn-Zn) 또는 크롬(Cr) 중 1종 이상일 수 있다.

[0080] 이와 같이 냉연강판에 형성된 Sn 또는 Sn 합금 도금층은 대기중에서 변색이 어렵고, 인체에 독성이 낮으며 식품이나 감귤류의 유기산에도 안정하여 생활용품에 친밀하게 적용할 수 있다.

[0081] 상기 주석 또는 주석 합금 도금층은 전기도금법으로 5 ㎛ 이하로 도금할 수 있다. 강판상에 주석 또는 주석 합금 도금층이 두께 5 ㎛ 이상으로 도금될 경우 내식성 확보를 위해 필요한 이상으로 도금층 부착이 필요하여 경제성이 떨어지는 문제가 있어서 바람직하지 않다. 따라서 도금층의 두께는 0.1 내지 3.5 ㎛ 가 바람직하다.

[0082] 본 발명의 일 실시예에 의한 강도 및 연신율이 우수한 냉연강판의 제조 방법은 슬라브를 열간압연하여 열연강판을 제조하는 단계; 열연강판을 권취하는 단계; 열연강판을 냉간압연하여 냉연강판을 제조하는 단계 및 냉연강판을 소둔하는 단계를 포함한다.

[0083] 이하에서는 각 단계별로 구체적으로 설명한다.

[0084] 먼저 슬라브를 열간압연하여 열연강판을 제조한다.

[0085] 슬라브의 합금 조성에 대해서는 전술한 냉연강판과 동일하므로, 중복되는 설명은 생략한다. 냉연강판 제조 과정에서 합금 성분이 실질적으로 변동되지 아니하므로, 슬라브와 냉연강판의 합금 조성은 실질적으로 동일하다.

[0086] 슬라브를 열간압연하기 이전에 1,150℃ 이상의 온도로 재가열할 수 있다. 강중에 존재하는 석출물을 대부분 재고용시켜야 하기 때문에 1,150℃ 이상의 온도가 필요할 수 있다. 더욱 구체적으로는 석출물을 잘 고용시키기 위하여 1,200℃ 이상으로 가열할 수 있다.

[0087] 서냉된 슬라브를 Ar_3 이상의 온도에서 열간 마무리 압연하여 열연강판을 제조한다. 열간압연 마무리 온도를 Ar_3 이상으로 한정하는 이유는 오스테나이트 단상영역에서 압연을 하기 위함이다.

[0088] Ar_3 온도는 성분 원소의 함유량에 따라 다소 차이는 있으나 통상의 철강제조 분야의 기술자라면 이해할 수 있는 온도 이므로 자세한 설명은 생략한다. 더욱 구체적으로 마무리 압연 온도는 900℃ 이상일 수 있다.

[0089] 열연강판을 560 내지 700℃에서 권취한다. 권취 온도에 따라 NbC의 석출이 영향을 받을 수 있다. 즉, 권취온도가 너무 낮을 경우 강판 내부에 NbC의 석출이 원활하지 않을 수 있고 권취온도가 너무 높아도 NbC의 석출이 원활하지 않을 수 있다. 따라서 본 발명의 일 실시예에 따른 열연강판의 권취온도는 560 내지 700℃일 수 있다. 이와 같이 권취온도를 한정하여 NbC가 최적으로 석출되어 필요한 수준의 강도를 확보할 수 있게 한다. 바람직한 권취온도는 580내지 680℃일 수 있다.

[0090] 본 발명의 일 실시예에 따른 열연강판은 그 항복강도가 470MPa이하인 것이 바람직하다. 만약 열연강판의 항복강도가 470MPa을 초과하는 경우에 냉간압연의 생산성이 불량하므로 이와 같이 한정하는 것이 바람직하다.

[0091] 다음으로, 열연강판을 냉간압연한다.

[0092] 코일 상태로 권취된 열연강판을 80 내지 95%의 압하율로 냉간압연하여 냉연강판을 제조한다. 압하율은 냉연강판의 최종 두께를 결정할 뿐만 아니라 냉간압연 시의 가공경화에 의해 강판의 강도를 증가시킬 수 있다. 열간압연된 강판의 두께는 2.0 ~ 4.0 ㎜가 바람직하다. 이러한 열연강판을 0.4mm 이하로 얇게 냉각압연 하려면 압하율이 80 % 이상이 되어야 한다. 따라서 본 발명의 일 실시예에 따른 냉각압연은 80 % 이상의 압하율을 적용하는 것이 바람직하다. 그러나 냉각압연의 압하율이 95% 이상일 경우 압연에 의한 변형저항이 과도하게 증가하여 압연이 곤란해진다. 따라서 냉간압연의 압하율은 80 ~ 95%가 바람직하다.

[0093] 다음으로, 냉연강판을 720 내지 800℃의 온도에서 소둔한다. 본 발명의 일 실시예에서 소둔 온도는 냉간압연시 강판 내에 축적된 내부응력을 제거하고 가공성을 적절히 확보하기 위해 결정된다. 이를 위해 재결정이 충분히 일어나도록 소둔 온도는 충분히 높은 온도에서 소둔할 필요가 있다. NbC 석출물은 재결정을 억제하는 효과가 있기 때문에 이를 극복할 수 있는 720 ℃ 이상의 온도에서 소둔하는 것이 바람직하다. 그러나 800 ℃ 이상에서 소둔할 경우 고온에서 강판의 강도가 저하되므로 강판의 두께가 얇아 질 경우 강판이 파단될 수 있으므로 720 내지 800℃의 온도에서 소둔할 수 있다.

[0094] 다음은, 소둔된 강판에 대하여 2차 압연하여 최종 강판을 제조한다.

[0095] 이러한 2차 압연은 4 ~ 10%의 압하율로 2차 압연하는 것이 바람직하다. 상기의 조건으로 소둔된 강판은 강도가 충분하지 않기 때문에 본 발명의 일 실시예에서 목적한 수준의 강도를 얻기 위해 2차 압연을 실시한다. 이를 위하여 2차 압연은 4% 이상 압하율로 압연하는 것이 바람직하다. 그러나 압하율이 10%를 초과할 경우 연신율이 하락하기 때문에 필요한 수준의 가공성 확보를 장담할 수 없다.

[0096] 이상의 공정으로 제조된 강판에 대하여 강판의 일면 또는 양면에 도금층을 형성한다. 이러한 도금층에 포함되는 금속은 주석 (Sn), 주석 합금(Sn-Ni, Sn-Co, Sn-Zn) 또는 크롬(Cr) 중 1종 이상일 수 있다.

[0097] 본 발명의 일 실시예에 따른 강판에 주석 도금층을 형성할 경우 200℃ 이상의 리플로우(Reflow) 공정 또는 인쇄 후 건조 열처리 공정을 진행할 수 있으며, 이러한 가열 공정을 할 경우 강판의 재질이 변화할 수 있다. 이러한 해당 공정을 거치면서 일반적으로 항복강도는 증가하고 연신율은 감소한다. 이러한 재질 변화 효과는 도금하지 않은 강판에 대해 200℃에서 20분간 유지할 경우 유사한 결과가 얻어질 수 있다. 수요자 입장에서 보면, 도금 후의 강도 및 연신율이 중요하기 때문에 본 발명의 강판에 대한 최종적인 재질의 측정은 200℃에서 20분간 유지 후 실시하는 것이 바람직하다.

[0098] 이상과 같이 소둔된 강판에 대하여 2차 압연을 실시함으로써 강판의 결정립은 압연방향으로 연신되기 때문에 앞서 설명한 [수식 2]로 정의되는 결정립 형상비가 증가하게 된다.

[0099] 따라서 [수식 2]의 형상비 2.15 이하를 확보하기 위하여 2차 압연을 본 발명의 일 실시예의 범위인 4 ~ 10%의 압하율로 실시하게 된다.

[0100] 그리고 2차 압연에서 압하율이 증가하면 증가할수록 강판의 항복강도가 증가하게 된다. 따라서 본 발명의 일실시예에서 제시한 수준의 항복강도를 확보하기 위해서는 강판의 성분 강화지수와 2차 압연에 의한 강화효과를 적절히 함께 조합하여 제어하는 것이 바람직하다.

[0101] 이를 위하여 본 발명의 일 실시예는 [수식 3]에 의한 복합 강화지수를 500 내지 600의 범위로 제어하는 것이 바람직하다.

[0102] 이하에서는 실시예를 통하여 본 발명을 좀더 상세하게 설명한다. 그러나 이러한 실시예는 단지 본 발명을 예시하기 위한 것이며, 본 발명이 여기에 한정되는 것은 아니다.

[0103] **실시예**

[0104] 하기 표 1의 조성을 갖는 강을 제조하였으며, 성분은 실적치를 표기한 것이다. 이러한 표 1의 조성을 포함하고, 잔부는 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하는 강 슬라브를 제조하였다.

[0105] 상기 슬라브들을 1,240℃로 재가열 후 900℃ 이상에서 2㎜의 두께로 열간압연한 다음 620℃의 온도에서 권취하여 열연강판을 제조하였다. 이러한 열연강판들을 90%의 압하율로 냉간압연하여 0.2㎜의 냉연강판을 제조하였다. 그리고 이 냉연강판을 760℃의 온도에서 40초간 유지하는 조건으로 연속소둔을 실시하였다. 이와 같이 소둔된 강판들에 대하여 2차 압연을 실시하였으면 이때의 2차 압연의 압하율은 표 1에 함께 표기하였다.

표 1

[0106]

구분	성분 함량 (wt%)								2차압하율 (%)
	C	Si	Mn	Al	P	S	N	Nb	
발명강1	0.042	0.02	0.52	0.04	0.007	0.006	0.003	0.030	7.0
발명강2	0.058	0.02	0.49	0.04	0.007	0.005	0.003	0.031	7.0
발명강3	0.070	0.02	0.52	0.04	0.007	0.006	0.003	0.029	7.0
발명강4	0.079	0.02	0.52	0.04	0.006	0.006	0.003	0.031	7.0
발명강5	0.075	0.02	0.15	0.04	0.006	0.006	0.003	0.037	7.0
발명강6	0.067	0.02	0.30	0.04	0.007	0.006	0.003	0.035	7.0
발명강7	0.062	0.02	0.39	0.04	0.007	0.006	0.003	0.032	7.0
발명강8	0.062	0.02	0.47	0.04	0.007	0.006	0.003	0.029	7.0
발명강9	0.056	0.02	0.59	0.04	0.007	0.006	0.003	0.028	7.0
발명강10	0.078	0.02	0.55	0.04	0.007	0.006	0.003	0.023	7.0
발명강11	0.060	0.02	0.50	0.04	0.007	0.006	0.003	0.037	7.0
발명강12	0.053	0.02	0.20	0.04	0.008	0.006	0.003	0.039	7.0
발명강13	0.079	0.02	0.25	0.04	0.007	0.006	0.003	0.029	7.0
발명강14	0.072	0.02	0.49	0.04	0.007	0.006	0.003	0.037	4.2
발명강15	0.065	0.02	0.58	0.04	0.008	0.006	0.003	0.035	5.0
발명강16	0.061	0.02	0.54	0.04	0.007	0.006	0.003	0.032	6.0
발명강17	0.057	0.02	0.47	0.04	0.008	0.006	0.003	0.031	7.0
발명강18	0.064	0.02	0.50	0.04	0.006	0.006	0.003	0.029	8.0
발명강19	0.059	0.02	0.49	0.04	0.007	0.006	0.003	0.028	8.8
비교강1	0.085	0.02	0.55	0.04	0.007	0.006	0.003	0.035	7.0
비교강2	0.062	0.02	0.51	0.04	0.007	0.006	0.003	0.045	7.0
비교강3	0.075	0.02	0.85	0.04	0.006	0.006	0.003	0.038	7.0
비교강4	0.077	0.02	0.55	0.04	0.007	0.006	0.003	0.038	7.0
비교강5	0.060	0.02	0.54	0.04	0.007	0.006	0.003	0.031	10.7
비교강6	0.060	0.02	0.52	0.04	0.007	0.006	0.003	0.028	12.1
비교강7	0.021	0.02	0.54	0.04	0.007	0.006	0.003	0.028	7.0
비교강8	0.042	0.02	0.15	0.04	0.007	0.006	0.003	0.025	8.5
비교강9	0.057	0.02	0.05	0.04	0.007	0.006	0.003	0.030	7.0
비교강10	0.054	0.02	0.15	0.04	0.007	0.006	0.003	0.029	7.0
비교강11	0.054	0.02	0.49	0.04	0.007	0.006	0.003	0.012	7.0
비교강12	0.055	0.02	0.51	0.04	0.007	0.006	0.003	0.021	7.0
비교강13	0.050	0.02	0.32	0.04	0.006	0.006	0.003	0.027	7.0
비교강14	0.060	0.02	0.25	0.04	0.007	0.006	0.003	0.026	7.0
비교강15	0.043	0.02	0.52	0.04	0.007	0.006	0.003	0.021	7.0
비교강16	0.041	0.02	0.11	0.04	0.007	0.006	0.003	0.023	7.0
비교강17	0.060	0.02	0.50	0.04	0.006	0.006	0.003	0.038	3.0
비교강18	0.066	0.02	0.50	0.04	0.008	0.006	0.003	0.029	4.2
비교강19	0.058	0.02	0.54	0.04	0.007	0.007	0.003	0.027	5.4
비교강20	0.042	0.02	0.53	0.04	0.008	0.006	0.003	0.025	6.2

비교강21	0.075	0.02	0.53	0.04	0.007	0.006	0.003	0.036	8.5
비교강22	0.070	0.02	0.58	0.04	0.007	0.006	0.003	0.034	8.7
비교강23	0.090	0.02	0.11	0.04	0.007	0.006	0.003	0.045	10.1

[0107] 이상의 조건으로 제조된 각 강판에 대해 [수식 1]로 정의되는 성분 강화지수, [수식 2]로 정의되는 결정립 형상비 그리고 [수식 3]으로 정의되는 복합 강화지수를 측정하고 계산하였다.

[0108] 이에 대한 결과와 열연강판의 항복강도 그리고 최종 강판에 대하여 200℃에서 20분 유지한 다음의 항복강도 및 연신율을 측정한 결과를 아래 표 2에 함께 나타 내었다.

[0109] 여기서 결정립 형상비는 압연방향의 단면에 대해 광학현미경 관찰을 통해 각 결정립별 형상을 관찰 및 계산하여 얻을 수 있다. 또한 열연강판 및 최종 소재의 강도 및 연신율은 코일 제조 후 상온에서 인장시험을 통해 측정하였다.

표 2

[0110]

구분	성분강화지수 [수식1]	결정립 형상비 [수식2]	복합강화지수 [수식3]	열연강판 항복강도 (MPa)	소재 재질 (200℃ 20분 유지 후)	
					항복강도 (MPa)	연신율 (%)
발명강1	404.0	2.05	531.4	413.4	522.2	10.0
발명강2	422.0	2.02	531.9	421.6	522.5	9.9
발명강3	427.0	1.99	520.5	424.9	523.0	9.7
발명강4	446.0	2.01	550.6	433.1	548.7	10.3
발명강5	435.0	2.03	551.5	445.1	551.1	10.2
발명강6	431.5	2.01	538.1	430.9	541.1	10.4
발명강7	421.0	2.05	547.0	418.2	542.1	10.1
발명강8	414.0	2.02	525.6	411.0	523.0	10.0
발명강9	415.0	2.06	545.0	416.6	544.4	10.1
발명강10	408.0	2.05	534.9	413.2	524.3	9.9
발명강11	455.0	2.02	564.4	450.2	556.7	9.8
발명강12	428.0	2.03	543.0	434.2	537.9	10.0
발명강13	409.0	2.05	533.6	416.7	537.4	10.2
발명강14	466.0	1.92	524.8	468.2	517.2	12.9
발명강15	458.0	1.95	535.3	448.1	543.0	12.6
발명강16	435.0	1.99	530.8	423.9	541.4	11.5
발명강17	419.0	2.05	544.8	416.7	536.2	10.4
발명강18	419.0	2.02	530.3	417.0	530.6	9.0
발명강19	408.0	2.07	543.7	410.5	542.5	8.2
비교강1	475.0	2.05	598.7	475.3	599.5	9.7
비교강2	498.0	2.03	613.4	493.5	603.4	10.3
비교강3	510.0	2.02	619.5	514.6	609.9	9.9
비교강4	482.0	2.04	601.1	483.8	605.2	10.0
비교강5	429.0	2.19	624.0	437.9	613.1	6.5
비교강6	412.0	2.23	625.6	402.2	629.4	4.9
비교강7	375.0	2.04	496.9	373.4	492.8	10.5
비교강8	342.0	2.10	492.4	343.4	489.0	8.2
비교강9	372.0	2.00	470.1	370.5	461.1	9.8
비교강10	374.0	1.99	468.9	372.9	468.9	10.4
비교강11	323.0	1.99	419.4	320.7	426.2	10.4
비교강12	371.0	2.01	478.1	377.9	469.9	10.4
비교강13	377.0	2.01	479.5	388.2	478.1	10.4
비교강14	375.0	2.01	479.6	375.3	485.9	10.3
비교강15	360.0	2.00	461.0	353.7	456.0	9.9
비교강16	327.0	2.05	453.6	317.3	445.8	10.0
비교강17	460.0	1.83	472.8	465.1	480.0	13.7
비교강18	421.0	1.91	476.9	415.5	477.5	12.7
비교강19	407.0	1.97	494.5	414.6	488.2	11.4

비교강20	380.0	2.01	486.5	391.2	486.5	10.3
비교강21	468.0	2.11	623.9	460.3	624.8	8.7
비교강22	458.0	2.09	604.8	450.4	603.3	8.3
비교강23	486.0	2.16	664.2	489.7	670.8	6.9

[0112] 상기 표2에서 알 수 있듯이, 발명강 1 ~ 19는 본 발명에서 제안된 성분 함량, [수식 1]의 성분 강화지수, [수식 2]의 결정립 형상비, [수식 3]의 복합 강화지수를 모두 충족하며 또한 열연강판 항복강도가 470MPa 이하로서 냉간압연을 포함한 각각의 세부 제조공정을 경유함에 있어서 생산성에 문제가 없다.

[0113] 또한 발명강 1 ~ 19는 최종 소재를 200℃에서 20분간 열처리 후 항복강도가 500~600MPa이고 연신율이 8% 이상으로 나타나고 있어서 본 발명의 일 실시예에 따른 고강도 및 연신율이 높아서 고가공성이 확보된다는 것을 알 수 있다.

[0114] 한편 발명강 1 ~ 13의 경우는 C, Mn, Nb 함량이 변화하더라도 [수식 1]의 성분 강화지수가 470 이하로 제어되어 결과적으로 양호한 열연강도 및 최종 재질이 얻어질 수 있음을 나타내고 있다.

[0115] 그리고 발명강 14, 15의 경우 [수식 1]의 성분 강화지수가 470에 근접할 정도로 높더라도 2차 압하율이 4.2와 5.0으로 낮아 [수식 2]의 결정립 형상비 또한 1.92, 1.95로 낮기 때문에 적당한 수준의 복합 강화지수 [수식 3]을 확보할 수 있다는 것을 알 수 있다. 그 결과 발명강 14, 15 역시 적합한 수준의 최종 재질이 확보될 수 있었다는 것을 확인할 수 있다.

[0116] 그러나 이와 대비되는 발명강 18, 19의 경우, [수식 1]의 성분 강화지수를 419와 408로 상대적으로 낮게 제어되면, 2차 압하율을 8.0과 8.8로 높여 [수식 2]의 결정립 형상비를 2.02와 2.07로 증가하였다는 것을 알 수 있다. 이와 같이 [수식 1]의 성분 강화지수가 상대적으로 낮더라도 2차 압하율을 제어 가능한 범위로 높여주게 되면 양호한 수준의 복합 강화지수인 [수식 3]의 값과 적합한 수준의 최종 재질을 확보할 수 있다는 것을 알 수 있다.

[0117] 이상의 발명강 14 ~ 19 의 실험결과로부터 [수식 1]의 성분 강화지수와 [수식 2]의 결정립 형상비를 적절히 조화롭게 잘 제어할 경우 유사한 복합지수를 얻을 수 있지만 결정립 형상비가 높을 경우 연신율이 감소하는 경향이 있기 때문에 높은 연신율 확보를 위해서는 [수식 1]의 성분 강화지수를 높이고 [수식 2]의 결정립 형상비를 낮게 제어하는 것이 더욱 바람직하다는 것을 알 수 있다.

[0118] 한편, 비교강 1 ~ 4는 [수식 1]의 성분 강화지수가 470을 초과하였으며, 열연강판의 항복강도 역시 470MPa을 초과하여 냉간압연성이 불량하였다.

[0119] 그리고 비교강 1 ~ 3은 C, Mn, Nb 중 일부가 그 상한을 초과하여 [수식 1]의 성분 강화지수 값의 기준을 초과하였으며, 비교강 4의 경우 각 성분 함량이 적정 범위를 충족하였음에도 불구하고 [수식 1]의 성분 강화지수 값을 초과하여 열연강판의 항복강도가 과도하게 높았다는 것을 알 수 있다. 여기서 열연강판의 항복강도가 높을 경우 2차 압연시 압하율을 낮게 설정할 수 있어 연신율 확보에 유리한 측면이 있으나 냉간압연 시 생산성을 크게 떨어뜨린다는 문제가 있다.

[0120] 따라서 본 발명의 일 실시예는 열연강판의 항복강도가 470MPa을 초과하는 경우에 냉간압연의 생산성이 불량한 것으로 나타났다.

[0121] 그리고 비교강 5, 6은 2차 압연의 압하율이 10%를 초과하였으며 이에 따라 [수식 2]의 결정립 형상비가 2.15를 초과하였으며 연신율 또한 8%에 미달하였다는 것을 알 수 있다. 또한 비교강 5, 6은 [수식 1]의 성분 강화지수는 470 이하로 적정하게 제어되었음에도 불구하고 [수식 3]의 복합 강화지수는 600을 초과하는 것으로 나타나 항복강도 역시 600MPa을 초과하였다. 이것은 2차 압연의 압하율이 과도하게 높을 경우 항복강도가 초과되고 연신율이 미달한 다는 것을 알 수 있게 해 준다.

[0122] 한편, 비교강 7 ~ 20은 [수식 1]의 성분 강화지수와 [수식 2]의 결정립 형상비 모두 본 발명의 일 실시예에서 제시한 기준을 충족하고 있지만, [수식 3]의 복합 강화지수가 500 미만으로서 제시한 기준에 미달한다는 것을 알 수 있다.

[0123] 이러한 이유로 열연강판의 강도는 470MPa 이하로 나타나 냉간압연성은 양호하지만 최종 소재의 항복강도가 500

미만으로서 제시한 목표 값의 항복강도에 미달하고 있다는 것을 알 수 있다.

[0124] 본 발명의 실시예에 따른 발명강에 비해서 비교강 7 ~ 16의 경우에는 [수식 1]의 성분 강화지수가 낮은 측면이 있고 비교강 17 ~ 20은 2차 압연의 압하율이 낮은 측면이 있다. 그리고 [수식 1]의 성분 강화지수가 낮을 경우 냉간압연성에 문제는 없고, 2차 압연의 압하율이 낮을 경우 [수식 2]의 결정립 형상비가 낮아 높은 연신율이 확보되지만, [수식 3]의 복합 강화지수가 제시한 기준에 미달하여 최종적인 항복강도를 얻기 충분한 강화 효과가 확보할 수 없다는 것을 알 수 있다.

[0125] 그리고 비교강 21, 22의 경우 [수식 1]의 성분 강화지수와 [수식 2]의 결정립 형상비가 제시한 기준을 충족하지만 [수식 3]의 복합 강화지수가 높아 항복강도가 600MPa을 초과한다. 이와 같이 항복강도가 과하게 높을 경우 성형 시 많은 힘을 인가하여야 하기 때문에 장치의 부하, 금형의 마모 등의 문제가 발생할 수 있다. 따라서 이 경우 캔용 강판으로 사용에 부적합하다.

[0126] 비교강 23의 경우 [수식 1]의 성분 강화지수, [수식 2]의 결정립 형상비가 제시한 기준을 초과하는 경우로서 이 경우 [수식 2]의 복합 강화지수 또한 제시한 기준을 초과하기 때문에 동일한 이유로 사용하기에 부적합하다. 이뿐만 아니라 비교강 23은 열연강판 강도가 과도하게 높아 냉간압연성이 불량하고 2차 압연의 압하율이 높아 [수식 2]의 결정립 형상비가 초과되고 아울러 최종 연신율이 제시한 기준에 미달하고 있다는 것을 확인할 수 있다.

[0127] 본 발명은 이상의 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 제조될 수 있으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.