



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0000897
(43) 공개일자 2015년01월05일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>C22C 38/14</i> (2006.01) <i>C22C 38/50</i> (2006.01)
 <i>C21D 8/02</i> (2006.01) <i>C21D 9/46</i> (2006.01)
 <i>C23C 2/02</i> (2006.01) <i>C23C 2/06</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2014-7030899</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2012년09월11일
 심사청구일자 2014년11월03일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2014년11월03일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/JP2012/073163</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2013/150669
 국제공개일자 2013년10월10일</p> <p>(30) 우선권주장
 JP-P-2012-087539 2012년04월06일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
 신닛테츠스미킨 카부시키카이사
 일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우찌 2쵸메 6방 1교</p> <p>(72) 발명자
 요코야마 다카후미
 일본 오사카 오사카시 추오-구 기따하마 4-쵸메 5-33 수미도모 메탈 인더스트리즈, 리미티드 내
 노무라 시게키
 일본 오사카 오사카시 추오-구 기따하마 4-쵸메 5-33 수미도모 메탈 인더스트리즈, 리미티드 내</p> <p>(74) 대리인
 한양특허법인</p> |
|---|---|

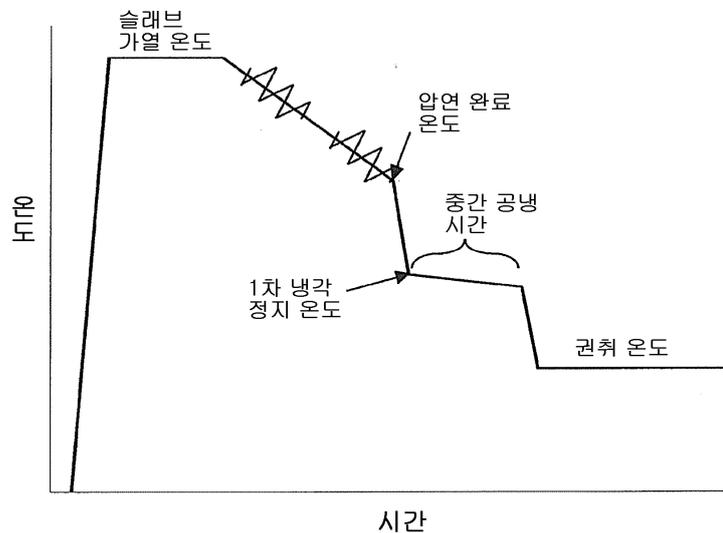
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **합금화 용융 아연 도금 열연 강판 및 그 제조 방법**

(57) 요약

신장 플랜지 성형에 적절한, 우수한 구멍 확장성을 가지며, 바람직하게는 높은 항복비를 가지는, 인장 강도가 650MPa 이상의 고강도 합금화 용융 아연 도금 열연 강판은, 도금 기재의 열연 강판이, 질량%로, C:0.01% 이상 0.20% 이하, Si:0.50% 이하, Mn:0.01% 이상 1.30% 이하, P:0.05% 이하, S:0.01% 이하, N:0.01% 이하, Al:0.50% 이하, Ti:0.05% 이상 0.50% 이하를 함유하는 화학 조성과, 80면적% 이상의 폴리고날 페라이트를 함유하고, 잔부가 베이나이트, 베이나이트, 펄라이트 및 세멘타이트로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상으로 이루어지는 강 조직을 가진다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

열연 강관의 표면에 합금화 용융 아연 도금층을 가지는 합금화 용융 아연 도금 열연 강관으로서,
 상기 강관은, 질량%로, C:0.01% 이상 0.20% 이하, Si:0.50% 이하, Mn:0.01% 이상 1.30% 이하, P:0.05% 이하, S:0.01% 이하, N:0.01% 이하, Al:0.50% 이하, Ti:0.05% 이상 0.50% 이하를 함유하는 화학 조성과, 80면적% 이상의 폴리고날 페라이트를 함유하며, 잔부가 베이니틱 페라이트, 베이나이트, 펄라이트 및 세멘타이트로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상으로 이루어지는 강 조직을 가지며, 또한
 상기 합금화 용융 아연 도금 열연 강관은, 인장 강도가 650MPa 이상인 기계 특성을 가지는 것을 특징으로 하는 합금화 용융 아연 도금 열연 강관.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 화학 조성은, 질량%로, Cr:0.80% 이하, Ni:0.50% 이하, Cu:0.50% 이하, Mo:0.50% 이하 및 B:0.0050% 이하로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을 더 함유하는, 합금화 용융 아연 도금 열연 강관.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,
 상기 화학 조성은, 질량%로, V:0.5% 이하 및 Nb:0.1% 이하로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1종 또는 2종을 더 함유하는, 합금화 용융 아연 도금 열연 강관.

청구항 4

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 화학 조성은, 질량%로, Ca:0.01% 이하 및 Bi:0.01% 이하로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1종 또는 2종을 더 함유하는, 합금화 용융 아연 도금 열연 강관.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,
 일본 철강 연맹 규격 JFS T 1001로 규정되는 구멍 확장 시험 방법에 따라서 구한 구멍 확장률과 인장 강도의 곱이 60000MPa·% 이상이며, 인장 강도에 대한 0.2% 내력의 비율인 항복비가 80% 이상인 기계 특성을 가지는, 합금화 용융 아연 도금 열연 강관.

청구항 6

하기 공정 (A)~(C)를 구비하는 것을 특징으로 하는 합금화 용융 아연 도금 열연 강관의 제조 방법:
 (A) 청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 기재된 화학 조성을 가지는 슬래브를 1100℃ 이상 1350℃ 이하로 한 후에 열간 압연을 실시하고, 850℃ 이상 980℃ 이하의 온도역에서 열간 압연을 완료하여 열연 강관으로 하고, 상기 열연 강관에, 수냉 설비에 의해 650℃ 이상 800℃ 이하의 온도역까지 냉각하는 1차 냉각 처리, 650℃ 이상 800℃ 이하의 온도역에 하기 식 (1)에서 규정되는 Δt초간 이상 체류시키는 체류 처리, 및, 수냉 설비에 의해 400℃ 이상 650℃ 이하의 온도역까지 냉각하는 2차 냉각 처리를 순차적으로 실시한 후에, 400℃ 이상 650℃ 이하의 온도역에서 권취하는 열간 압연 공정:

$$\Delta t(\text{초})=5 \cdot \text{Mn}^4 \cdot \dots (1)$$

여기서, 식 중의 Mn은 강 중의 Mn함유량(단위: 질량%)을 나타낸다;

(B) 상기 열간 압연 공정으로 얻어진 열연 강관에 산세 처리를 실시하는 산세 공정; 및

(C) 상기 산세 공정으로 얻어진 열연 강판에, 650℃ 이상 800℃ 이하의 온도역까지 가열하고, 다음에 냉각하여 용융 아연 도금 처리를 실시하고, 또한 460℃ 이상 600℃ 이하의 온도역에 유지하여 합금화 처리를 실시하는 연속 용융 아연 도금 공정.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 합금화 용융 아연 도금 열연 강판 및 그 제조 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 프레스 가공 등에 의해 다양한 형상으로 성형되는 자동차용 강판, 특히 자동차의 새시(차륜 관련) 부품에 적합한, 구멍 확장성이 우수한 고강도 용융 아연 도금 열연 강판 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 비교적 염가로 제조되는 열연 강판은, 자동차를 시작으로 하는 각종의 산업 기기에 널리 사용되고 있다. 최근, 지구 온난화 대책에 수반하는 이산화탄소 배출량 규제의 관점에서, 자동차의 연비 향상이 요구되고 있으며, 차체의 경량화와 충돌 안전성 확보를 위해, 고강도 열연 강판의 적용이 확대되고 있다. 또한 최근, 서스펜션 아암 등의 특별히 내식성을 필요로 하는 새시 부품에 대해, 고강도 열연 강판을 기초 강판으로 한, 고강도 합금화 용융 아연 도금 열연 강판의 요구가 높아지고 있다.

[0003] 말할 필요도 없이, 자동차용 부품에 제공되는 강판에 있어서는, 강도뿐만이 아니라, 프레스 성형성이나 용접성 등, 부품 성형 시에 요구되는 각종 시공성이 만족되지 않으면 안 된다. 새시 부품의 프레스 성형에 관해서는, 신장 플랜지 성형 및 버링 성형의 사용 빈도가 매우 높기 때문에, 동일 부품의 제조에 제공되는 고강도 합금화 용융 아연 도금 열연 강판에는 우수한 구멍 확장성이 요구된다.

[0004] 또, 고강도 강판은, 내충돌 특성이 요구되는 부품이나 대부하 입력 시에 소성 변형하는 것을 피할 필요가 있는 부품에 적용되는 경우가 있어, 이러한 용도에 제공되는 경우에는, 항복비가 높은 것이 요구된다. 따라서, 고강도 용융 도금 열연 강판에도 고향복비인 것이 요구되는 경우가 있다.

[0005] 일반적으로, 고강도 합금 용융 아연 도금 열연 강판에 있어서는, 고향복비 및 우수한 구멍 확장성을 양립시키기 위해, 강 조직을 페라이트, 베이니틱 페라이트, 베이나이트 등을 주상으로 하는 단상계 조직으로 하고, 또한 Ti, Nb, V 등의 탄화물, 혹은 Cu를 미세 석출시킴으로써, 상기 주상을 균일하게 강화하는 것이 지향된다. 이하에 그 개발예를 나타낸다.

[0006] 특허 문헌 1에는, 강 조직을 베이나이트 주체로 하고, Ti, Nb, V에 더하여, P, Cu, Cr, Mo, Ni의 함유량을 적절하게 제어함으로써, 부식 환경 하에 있어서의 용접부의 피로 특성을 개선했다고 하는 고강도 합금화 용융 아연 도금 열연 강판이 개시되어 있다. 그러나, 이 강판은, Cu, Ni, Mo와 같은 고가의 합금 원소의 다량 첨가가 필요하기 때문에, 경제성의 관점에서 양산에 적합하지 않는다. 또, 구멍 확장성이 약간 떨어지는 경우가 있다.

[0007] 특허 문헌 2에는, 페라이트+베이나이트 조직을 가지는 열연 원판에 대해, 최적의 합금화 용융 아연 도금의 열이력을 실시하고, 조직, 탄화물 형상, 고용 C를 적절히 제어함으로써, 구멍 확장성을 개선했다고 하는 고강도 합금화 용융 아연 도금 열연 강판이 개시되어 있다. 그러나, 이 강판에서는, 제품의 인장 강도가 650MPa를 초과하면, 충분한 구멍 확장성이 얻어지지 않고 있다.

[0008] 특허 문헌 3에는, 실질적으로 페라이트 단상으로 이루어지는 강 조직에, Mo 및/또는 W를 포함하는 Ti 탄화물을 미세하게 분산시킨, 용융 아연계 도금 열연 강판이 개시되어 있다. 그러나, 이 강판은, Mo, W와 같은 매우 고가의 합금 원소의 첨가를 필요로 하기 때문에, 경제적인 관점에서 양산에 적합하지 않는다.

[0009] 특허 문헌 4에는, 펄라이트 및 세멘타이트의 분산 상태를 최적으로 제어한 페라이트 주체 조직에 대해, Nb, V, Ti의 첨가에 의한 석출 강화에 의해 구멍 확장성을 향상시켰다고 하는 용융 아연 도금 열연 강판이 개시되어 있다. 그러나, 인장 강도가 650MPa 이상의 고강도가 되면, 이 강판에서는 충분한 구멍 확장성이 얻어지고 있다고는 말하기 어렵다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 일본국 특허공개 평5-331596호 공보
- (특허문헌 0002) 일본국 특허공개 평5-117834호 공보
- (특허문헌 0003) 일본국 특허공개 2003-321736호 공보
- (특허문헌 0004) 일본국 특허공개 2002-12947호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명의 목적은, 자동차용 부품, 특히 새시 부품의 성형에 있어서 다용되는 신장 플랜지 성형에 적절한, 우수한 구멍 확장성을 가지며, 바람직하게는 높은 항복비를 가지는, 고강도 용융 아연 도금 열연 강판 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.
- [0012] 본 발명자들은, 우수한 구멍 확장성, 또 높은 항복비를 달성하기 위해, 우선 강 조직을 페라이트 주체 조직으로 하는 것을 전제로 했다. 또한, 비교적 얇기며 또한 미량 첨가로 현저한 석출 강화를 발현하는 Ti에 주목하여, 페라이트 주체 조직으로 이루어지는 Ti첨가 합금화 용융 아연 도금 열연 강판의 구멍 확장성을 향상시키는 수법에 대해서 예의 검토를 행했다. 그 결과, 이하의 지견을 얻었다.
- [0013] Ti를 첨가한 페라이트 주체 조직을 가지는 고강도 합금화 용융 아연 도금 열연 강판의 구멍 확장성은, 열간 압연 후의 런 아웃 테이블 상에서, 페라이트 변태를 적어도 650℃ 이상의 고온역에서 촉진시킴으로써 현저하게 상승시키는 것을 지견했다. 이것은, 열연 강판의 권취 후의 저온역에서 발생하는 Ti탄화물의 정합 석출이 억제되기 때문이라고 생각된다.
- [0014] 또 상기 현상은, 고강도 합금화 용융 아연 도금 열연 강판에 있어서는, 고강도화를 위해 일정량의 함유가 필수인 것으로 생각되고 있던 Mn을, 기존 강의 함유 레벨보다 크게 저감시킴으로써 달성되는 것을 찾아냈다.
- [0015] 또한 Mn함유량의 삭감은, 상기 효과에 더하여, Mn 마이크로 편석의 경감에 수반하는 강 조직의 균질화나, 페라이트역이 확대됨으로써, 연속 합금화 용융 아연 도금 라인에 있어서의 재가열 중의 오스테나이트화 및 거기에 부수하여 발생하는 복합 조직화를 억제한다, 라는 효과도 가지고 있어, 구멍 확장성의 상승에 매우 유효한 것을 지견했다. 상기의 효과가 중첩된 결과, 기존의 Ti첨가 고강도 합금화 용융 아연 도금 열연 강판을 능가하는 우수한 구멍 확장성을 얻는 것에 성공했던 것이다.

과제의 해결 수단

- [0016] 상기 지견에 의거하는 본 발명은, 「강판의 표면에 합금화 용융 아연 도금층을 가지는 합금화 용융 아연 도금 열연 강판으로서, 상기 강판은, 질량%로, C : 0.01% 이상 0.20% 이하, Si : 0.50% 이하, Mn : 0.01% 이상 1.30% 이하, P : 0.05% 이하, S : 0.01% 이하, N : 0.01% 이하, Al : 0.50% 이하, Ti : 0.05% 이상 0.50% 이하를 함유하는 화학 조성과, 80면적% 이상의 폴리고날 페라이트를 함유하고, 잔부가 베이네틱 페라이트, 베이나이트, 펄라이트 및 세멘타이트로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상으로 이루어지는 강 조직을 가지며, 상기 합금화 용융 아연 도금 열연 강판은, 인장 강도가 650MPa 이상인 기계 특성을 가지는 것을 특징으로 하는, 합금화 용융 아연 도금 열연 강판」이다.
- [0017] 본 발명의 적합 양태를 열거하면, 다음과 같다. ·
- [0018] 상기 화학 조성인, 질량%로, Cr : 0.80% 이하, Ni : 0.50% 이하, Cu : 0.50% 이하, Mo : 0.50% 이하 및 B : 0.0050% 이하로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을 더 함유한다 ;
- [0019] · 상기 화학 조성인, 질량%로, V : 0.5% 이하 및 Nb : 0.1% 이하로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1종 또는 2종을 더 함유한다 ;
- [0020] · 상기 화학 조성인, 질량%로, Ca : 0.01% 이하 및 Bi : 0.01% 이하로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1종 또는 2종을 더 함유한다 ; ·
- [0021] 상기 합금화 용융 아연 도금 열연 강판이, 일본 철강 연맹 규격 JFS T 1001로 규정되는 구멍 확장 시험 방법에 의해 구한 구멍 확장률과 인장 강도의 곱이 60000MPa · % 이상이며, 인장 강도에 대한 0.2% 내력의 비율인 항복

비가 80% 이상인 기계 특성을 가진다.

[0022] 본 발명은 또, 하기 공정 (A)~(C)를 구비하는 것을 특징으로 하는 합금화 용융 아연 도금 열연 강관의 제조 방법도 제공한다 :

[0023] (A) 상기 화학 조성을 가지는 슬래브를 1100℃ 이상 1350℃ 이하로 한 후에 열간 압연을 실시하고, 850℃ 이상 980℃ 이하의 온도역에서 열간 압연을 완료하여 열연 강관으로 하고, 상기 열연 강관에, 수냉 설비에 의해 650℃ 이상 800℃ 이하의 온도역까지 냉각하는 1차 냉각 처리, 650℃ 이상 800℃ 이하의 온도역에 하기 식 (1)에서 규정되는 Δt 초간 이상 체류시키는 체류 처리, 및, 수냉 설비에 의해 400℃ 이상 650℃ 이하의 온도역까지 냉각하는 2차 냉각 처리를 순차적으로 실시한 후에, 400℃ 이상 650℃ 이하의 온도역에서 권취하는 열간 압연 공정 :

[0024]
$$\Delta t(\text{초})=5 \cdot \text{Mn}^4 \cdot \dots \cdot (1)$$

[0025] 여기서, 식 중의 Mn은 강 중의 Mn함유량(단위: 질량%)을 나타낸다 ;

[0026] (B) 상기 열간 압연 공정으로 얻어진 열연 강관에 산세 처리를 실시하는 산세 공정 ; 및

[0027] (C) 상기 산세 공정으로 얻어진 열연 강관에, 650℃ 이상 800℃ 이하의 온도역까지 가열하고, 다음에 냉각하여 용융 아연 도금 처리를 실시하고, 또한 460℃ 이상 600℃ 이하의 온도역에 유지하여 합금화 처리를 실시하는 연속 용융 아연 도금 공정.

발명의 효과

[0028] 본 발명에 의해, 고강도 또한 우수한 구멍 확장성을 가지며, 또한 비용적으로 양산 가능한 합금화 용융 아연 도금 열연 강관을 얻을 수 있다. 본 발명에 관련된 합금화 용융 아연 도금 열연 강관은, 신장 플랜지 성형 및 버링 성형에 적용 가능한 구멍 확장성을 가지고 있으므로, 산업상, 특히, 자동차 분야에 있어서 광범위하게 사용 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 실시예에서 채용한 열간 압연 공정에 있어서의 히트 패턴(열이력)을 나타낸다.

도 2는 실시예에서 채용한 연속 용융 아연 도금 공정에 있어서의 히트 패턴을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 본 발명에 관련된 합금화 용융 아연 도금 열연 강관에 대해서 보다 상세하게 설명한다. 본 명세서에 있어서, 강의 화학 조성을 규정하는 「%」는 모두 「질량%」이다.

[0031] 1. 강관의 화학 조성

[0032] 본 발명에 관련된 합금화 용융 아연 도금 열연 강관의 도금 기재인 강관의 화학 조성은 다음과 같다.

[0033] [C : 0.01% 이상 0.20% 이하]

[0034] C는, 강관의 강도를 높이는 작용을 가진다. C함유량이 0.01% 미만에서는 650MPa 이상의 인장 강도를 확보하는 것이 곤란하다. 따라서, C함유량은 0.01% 이상으로 한다. 바람직하게는 0.05% 이상이다. 한편, C함유량이 0.20%를 초과하면, 구멍 확장성이나 용접성의 열화가 현저해진다. 따라서, C함유량은 0.20% 이하로 한다. 바람직하게는 0.12% 이하이다.

[0035] [Si : 0.50% 이하]

[0036] Si는, 고용강화 원소이며, 강관의 강도를 높이는 작용을 가진다. 그러나, Si함유량이 0.50%를 초과하면 용융 아연 도금과의 젖음성이 현저하게 열화된다. 따라서, Si함유량은 0.50% 이하로 한다. 바람직하게는 0.20% 이하, 더 바람직하게는 0.10% 이하이다. 상기 작용에 의한 효과를 얻으려면 Si함유량을 0.001% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0037] [Mn : 0.01% 이상 1.30% 이하]

[0038] Mn은, 열간 취성을 야기하는 S를 MnS로서 고정함으로써 무해화하는 작용을 가진다. Mn함유량이 0.01% 미만에

서는, 상기 작용에 의한 효과를 얻는 것이 곤란하다. 따라서, Mn함유량은 0.01% 이상으로 한다. 바람직하게는 0.1% 이상이다. 한편, Mn함유량이 1.30%를 초과하면, 페라이트 변태 온도의 저온화에 의해, 열간 압연 후의 냉각 과정에 있어서 650℃ 이상의 고온역에서 페라이트 변태를 촉진시키는 것에 의한 구멍 확장성의 향상이 곤란해진다. 따라서, Mn함유량은 1.30% 이하로 한다. 바람직하게는 1.0% 이하, 더 바람직하게는 0.8% 이하이다.

- [0039] [P : 0.05% 이하]
- [0040] P는, 일반적으로 불순물로서 함유되는 원소이다. 단, P는 고용강화 원소이며, 강관의 강도를 높이는 작용을 가지므로, P를 적극적으로 함유시켜도 된다. 그러나, P함유량이 0.05%를 초과하면, 용접성 및 인성의 열화가 현저해진다. 따라서, P함유량은 0.05% 이하로 한다. 더 바람직하게는 0.02% 이하이다.
- [0041] [S : 0.01% 이하]
- [0042] S는, 일반적으로 불순물로서 함유되는 원소이며, 강 중에서 MnS를 형성하고, 신장 플랜지성을 열화시키는 작용을 가진다. S함유량이 0.01%를 초과하면 신장 플랜지성의 열화가 현저해진다. 따라서, S함유량은 0.01% 이하로 한다. 바람직하게는 0.005% 이하, 더 바람직하게는 0.002% 이하이다.
- [0043] [N : 0.01% 이하]
- [0044] N은, 일반적으로 불순물로서 함유되는 원소이며, 그 함유량이 0.01%를 초과하면 강 중에 조대한 질화물을 형성시켜 신장 플랜지성을 현저하게 열화시킨다. 따라서, N함유량은 0.01% 이하로 한다. 바람직하게는 0.005% 이하이다.
- [0045] [Al : 0.50% 이하]
- [0046] Al는, 강을 탈산함으로써 강관을 건전하게 하는 작용을 가진다. 그러나, 0.50%를 초과하여 Al를 함유시켜도, 상기 작용에 의한 효과는 포화되어 버려, 쓸데없이 비용 상승을 초래한다. 따라서, Al함유량은 0.50% 이하로 한다. 바람직하게는 0.20% 이하, 더 바람직하게는 0.10% 이하이다. 상기 작용에 의한 효과를 얻으려면 Al함유량을 0.001% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 강 중의 Al함유량은, 산가용성 Al(sol.Al)의 함유량을 의미한다.
- [0047] [Ti : 0.05% 이상 0.50% 이하]
- [0048] Ti는, 본 발명에서는 중요한 원소이며, 강 중에서 탄화물을 형성함으로써, 페라이트를 균일하게 석출 강화하는 작용을 가진다. Ti함유량이 0.05% 미만에서는 상기 작용에 의한 효과가 충분히 얻어지지 않는다. 따라서, Ti함유량은 0.05% 이상으로 한다. 바람직하게는 0.10% 이상이다. 한편, 0.50%를 초과하여 Ti를 함유시켜도, 상기 작용에 의한 효과는 포화되어 버려, 쓸데없이 비용 상승을 초래한다. 따라서, Ti함유량은 0.50% 이하로 한다. 바람직하게는 0.30% 이하이다.
- [0049] 이상에 설명한 원소에 더하여, 도금 기재인 열연 강관은, 이하에 설명하는 임의 원소를 더 함유하고 있어도 된다.
- [0050] [Cr : 0.80% 이하, Ni : 0.50% 이하, Cu : 0.50% 이하, Mo : 0.50% 이하 및 B : 0.0050% 이하로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상]
- [0051] Cr, Ni, Cu, Mo 및 B는, 모두 강의 담금질성을 높이는 작용을 가지며, 강관의 고강도화에 유효한 원소이다. 따라서, 이들의 원소의 1종 또는 2종 이상을 함유시켜도 된다. 그러나, 이들의 원소의 함유량이 과잉하면, Mn과 마찬가지로 페라이트 변태 온도의 저온화를 초래하여, 열간 압연 후의 냉각 과정에 있어서 650℃ 이상의 고온역에서 페라이트 변태를 촉진시키는 것에 의한 구멍 확장성의 향상이 곤란해진다. 따라서, 이들의 원소의 함유량은 상기대로 한다. 여기서, B는, 열간 압연 하중을 상승시키는 작용이 특히 강하기 때문에, 생산성의 관점에서는 B함유량을 0.0009% 이하로 하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 작용에 의한 효과를 보다 확실하게 얻으려면, Cr : 0.001% 이상, Ni : 0.001% 이상, Cu : 0.001% 이상, Mo : 0.001% 이상 및 B : 0.0001% 이상 중 어느 하나의 조건을 만족시키는 것이 바람직하다.
- [0052] [V : 0.5% 이하 및 Nb : 0.1% 이하로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 또는 2종]
- [0053] V 및 Nb는, Ti와 마찬가지로 강 중에서 탄화물을 형성하고, 페라이트를 균일하게 석출 강화하는 작용을 가진다. 따라서, Ti와 비교해 고가의 원소이지만, 이들의 원소의 1종 또는 2종 이상을 함유시켜도 된다. 그러나, V에

대해서는 0.5%를 초과하여 함유시켜도, Nb에 대해서는 0.1%를 초과하여 함유시켜도, 상기 작용에 의한 효과는 포화되어 버려, 쓸데없이 비용의 상승을 초래한다. 따라서, V함유량은 0.5% 이하, Nb함유량은 0.1% 이하로 한다. 또한, 상기 작용에 의한 효과를 보다 확실히 얻으려면, 어느 하나의 원소를 0.001% 이상 함유시키는 것이 바람직하다.

[0054] [Ca : 0.01% 이하 및 Bi : 0.01% 이하로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1종 또는 2종]

[0055] Ca는, 강중 개재물을 미세하게 분산시킴으로써, Bi는, 강 중에 있어서의 Mn이나 Si 등의 치환형 합금 원소의 미크로 편석을 경감시킴으로써, 모두 강관의 구멍 확장성을 향상시키는 작용을 가진다. 따라서, Ca 및 Bi의 1종 또는 2종을 함유시켜도 된다. 그러나, 어느 원소도 0.01%를 초과하여 함유시키면, 연성의 열화를 초래한다. 따라서, 어느 원소의 함유량도 0.01% 이하로 한다. 또한, 상기 작용에 의한 효과를 보다 확실히 얻으려면, 어느 하나의 원소의 함유량을 0.0001% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0056] 또한, 하기 식 (2)에 의해 규정되는 C*를, 하기 식 (3)을 만족하도록 하는 것이 바람직하다. 이와 같이 함으로써, 보다 한층 우수한 구멍 확장성을 구비시키는 것이 가능해진다.

[0057]
$$C^* = C - 12.01 \times \{Ti/47.88 + Nb/92.91 + 0.5 \times V/50.94\} \dots (2)$$

[0058]
$$-0.020 \leq C^* \leq 0.050 \dots (3)$$

[0059] 여기서, C*는, 강 중 C량으로부터, Ti, Nb 및 V를 함유하는 탄화물(TiC, NbC, VC, (Ti, V)C, (Ti, Nb)C, (Ti, Nb, V)C)로서 존재하는 C를 제외한, 강 중의 비고정 C량을 의미한다. 또, 식 (2) 중, Ti, Nb, 및 V는 강 중의 각각의 함유량(단위: 질량%)을 나타낸다.

[0060] C*를 -0.020 이상으로 함으로써, 페라이트립계에 있어서의 C가 고갈되는 것을 억제하여, 구멍 확장성을 향상시킬 수 있다. C*는 -0.010 이상으로 하는 것이 더 바람직하다. 한편, C*를 0.050 이하로 함으로써, 세멘타이트나 펄라이트와 같은 제2상의 생성을 억제하여, 구멍 확장성을 향상시킬 수 있다. C*는 0.030 이하로 하는 것이 더 바람직하다.

[0061] 2. 강관의 강 조직

[0062] 본 발명에 관련된 합금화 용융 아연 도금 열연 강관의 도금 기재인 열연 강관은, 80면적% 이상의 폴리고날 페라이트를 함유하고, 잔부가 베이니틱 페라이트, 베이나이트, 펄라이트 및 세멘타이트로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상으로 이루어지는 강 조직을 가진다.

[0063] 우수한 구멍 확장성과 높은 항복비를 확보하기 위해 폴리고날 페라이트 주체의 강 조직으로 한다. 주상인 폴리고날 페라이트의 면적률이 80% 미만에서는, 우수한 구멍 확장성을 확보하는 것이 곤란해진다. 또, 양호한 연성을 얻는 것도 곤란해진다. 따라서, 폴리고날 페라이트의 면적률은 80% 이상으로 한다. 이 면적률은 바람직하게는 90% 이상, 더 바람직하게는 95% 이상이다. 폴리고날 페라이트의 면적률의 상한은 특별히 규정되지 않지만, 99.9% 이하로 하는 것이 바람직하다. 더 바람직하게는 99.5% 이하이며, 특히 바람직하게는 99% 이하이다.

[0064] 마르텐사이트 및 잔류 오스테나이트는, 구멍 확장성을 현저하게 열화시키는 작용을 가지며, 또, 항복비를 저하시키는 작용도 가진다. 따라서, 폴리고날 페라이트를 제외한 잔부 조직은, 마르텐사이트 및 잔류 오스테나이트를 함유하지 않는 것으로 하고, 베이니틱 페라이트, 베이나이트, 펄라이트 및 세멘타이트로 이루어지는 균으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상으로 이루어지는 것으로 한다. 이들의 상 및 조직의 비율은 특별히 제한되지 않는다. 일반적으로, 잔부 조직은 세멘타이트를 포함하며, 또한 경우에 따라 베이니틱 페라이트를 포함하는 경우가 많다. 단, 그러한 조직에 제한되는 것은 아니다.

[0065] 강 조직의 면적률은, 강관의 대표적인 조직을 나타내는 강관 표면으로부터 판두께의 1/4 깊이 위치에서 강관 단면을 관찰함으로써 구한다.

[0066] 3. 합금화 용융 아연 도금 열연 강관의 기계 특성

[0067] 강관의 인장 강도가 650MPa 미만에서는, 최근의 고강도화의 요구에 부응하는 것은 곤란하다. 따라서, 본 발명에 관련된 합금화 용융 아연 도금 열연 강관은, 인장 강도가 650MPa 이상인 기계 특성을 가지는 것으로 한다. 인장 강도는 바람직하게는 680MPa 이상이며, 보다 바람직하게는 700MPa 이상, 더 바람직하게는 750MPa 이상이다.

- [0068] 또한, 상기 서술한 바와 같이, 고강도 합금화 용융 아연 도금 열연 강판에는 우수한 구멍 확장성이 요구되기 때문에, 일본 철강 연맹 규격 JFS T 1001로 규정되는 구멍 확장 시험 방법에 따라서 구해지는 구멍 확장률과 인장 강도의 곱이 60000MPa·% 이상인 기계 특성을 가지는 것이 바람직하다. 구멍 확장률×인장 강도의 곱은, 신장 플랜지 성형에 있어서의 강도-성형성 밸런스의 지표가 된다. 구멍 확장률 그 자체는, 70% 이상인 것이 바람직하고, 75% 이상인 것이 보다 바람직하다.
- [0069] 또, 상기 서술한 바와 같이, 소성 변형하는 것을 피할 필요가 있는 부품에 적용되는 경우, 고강도 합금화 용융 아연 도금 열연 강판에는 고향복비가 요구되는 경우도 있기 때문에, 인장 강도에 대한 0.2% 내력의 비율인 향복비가 80% 이상인 기계 특성을 가지는 것이 더 바람직하다. 향복비는, 특히 바람직하게는 85% 이상이다.
- [0070] 4. 합금화 용융 아연 도금층
- [0071] 합금화 용융 아연 도금층에 대해서는, 특별한 제한은 없으며, 종래의 합금화 용융 아연 도금 열연 강판에 있어서의 도금층과 동일해도 된다. 합금화 용융 아연 도금층의 부착량 및 Fe농도에 대해서는, 하기의 제조 방법에 관한 설명에 있어서 서술한다.
- [0072] 5. 제조 방법
- [0073] 본 발명에 관련된 합금화 용융 아연 도금 열연 강판은, (A) 열간 압연 공정, (B) 산세 공정, 및 (C) 연속 용융 아연 도금 공정을 구비하는 방법에 의해 제조된다. 제조 조건을 공정마다 설명한다.
- [0074] (A) 열간 압연 공정
- [0075] [슬래브 가열 온도 : 1100℃ 이상 1350℃ 이하]
- [0076] 상기 화학 조성을 가지는 슬래브를 열간 압연에 제공할 때의 슬래브의 가열 온도는 1100℃ 이상 1350℃ 이하로 한다. 최종 제품의 강도 및 구멍 확장성을 확보하려면, Ti, Nb, V 등의 탄화물 형성 원소를 고용 상태인 채로 열간 압연에 제공하는 것이 필요하다. 슬래브 가열 온도가 1100℃ 미만에서는, 고용 상태가 확보되지 않기 때문에, 조대한 탄화물이 형성되어, 최종 제품에 있어서 강도를 확보하는 것이 곤란해진다. 따라서, 슬래브 가열 온도는 1100℃ 이상으로 한다. 한편, 슬래브 가열 온도가 1350℃를 초과하면, 상기 효과가 포화될 뿐만 아니라, 스케일 로스가 증대하기 때문에, 비용적으로 불리해진다. 따라서, 슬래브 가열 온도는 1350℃ 이하로 한다.
- [0077] [압연 완료 온도 : 850℃ 이상 980℃ 이하]
- [0078] 압연 완료 온도가 850℃ 미만에서는, 변형 저항이 과대해져 압연이 곤란해진다. 따라서, 압연 완료 온도는 850℃ 이상으로 한다. 한편, 압연 완료 온도가 980℃를 초과하면, 냉각 후의 페라이트 입경이 조대화되어 버려, 최종 제품에 있어서 목적으로 하는 강도를 확보하는 것이 곤란해진다. 따라서, 압연 완료 온도는 980℃ 이하로 한다.
- [0079] [1차 냉각 정지 온도 : 650℃ 이상 800℃ 이하]
- [0080] 상기 열간 압연 후, 수냉 설비에 의해 1차 냉각 처리를 실시한다. 1차 냉각 정지 온도가 650℃ 미만에서는, 탄화물이 페라이트 모상에 대해 정합 석출되어 버려, 최종 제품에 있어서 우수한 구멍 확장성을 확보하는 것이 곤란해지는 경우가 있다. 따라서, 1차 냉각 정지 온도는 650℃ 이상으로 한다. 한편, 1차 냉각 정지 온도가 800℃ 초과에서는, 페라이트 중에 석출하는 탄화물이 과도하게 조대화되어 버려, 최종 제품에 있어서 목적으로 하는 강도를 확보하는 것이 곤란해지는 경우가 있다. 따라서, 1차 냉각 정지 온도는 800℃ 이하로 한다. 또한, 1차 냉각 속도에 대해서는 특별히 규정은 하지 않지만, 실설비의 제약 상, 10℃/초 이상 200℃/초 미만으로 하는 것이 바람직하다.
- [0081] [650℃ 이상 800℃ 이하의 온도역에 있어서의 체류 시간 : Δt (초) 이상]
- [0082] $\Delta t(\text{초})=5 \cdot \text{Mn}^4$ (Mn은 강 중의 Mn함유량(질량%))
- [0083] 상기 1차 냉각에 의해 얻어진 열연 강판에 대해, 650℃ 이상 800℃ 이하의 온도역에, Mn의 함유량의 함수로서 규정되는 시간 Δt 초 이상 동안, 체류시킨다. 체류의 구체적 양태로서는, 보온이나 가열을 행해도 되지만, 생산성의 관점에서는 공냉으로 하는 것이 바람직하다. 따라서, 이하에서는 체류 시간을 「중간 공냉 시간」이라고도 한다.
- [0084] 체류 시간이 Δt 초 미만에서는, 폴리고날 페라이트의 생성이 불충분해지는 경우가 있어, 최종 제품에 있어서 우

수한 구멍 확장성을 확보하는 것이 곤란해지는 경우가 있다. 체류 시간의 상한은 특별히 규정할 필요는 없지만, 생산성의 관점에서는 30초간 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0085] [2차 냉각 정지 온도·권취 온도 : 400℃ 이상 650℃ 이하]

[0086] 상기 체류 처리 후, 수냉 설비에 의해 2차 냉각 처리를 실시한 후, 권취하여 열연 코일로 한다. 2차 냉각 정지 온도 및 권취 온도가 650℃ 초과에서는, 권취 중에 Ti 탄화물이 과도하게 조대화되어 버려, 최종 제품에 있어서 목적으로 하는 강도를 확보하는 것이 곤란해지는 경우가 있다. 따라서, 2차 냉각 정지 온도 및 권취 온도는 650℃ 이하로 한다. 한편, 2차 냉각 정지 온도 및 권취 온도가 400℃ 미만에서는, 코일 내의 냉각이 불균일하게 되어, 코일 내의 특성 변동이 현저해지고, 수율이 열화되는 경우가 있다. 따라서, 2차 냉각 정지 온도 및 권취 온도는 400℃ 이상으로 한다. 또한, 2차 냉각 속도에 대해서는 특별히 규정은 하지 않지만, 실설비의 제약 상, 10℃/초 이상 200℃/초 미만으로 하는 것이 바람직하다.

[0087] 이상의 조건을 제외하고, 열간 압연 공정은 종래의 방법에 따라서 행하면 된다. 예를 들면, 열간 압연에 제공하는 슬래브는, 상기 화학 조성을 가지는 강을 용제한 후, 연속 주조 또는 주조 및 분괴 압연에 의해 슬래브로 한 것이면 된다. 생산성의 관점에서는, 연속 주조를 이용하는 것이 바람직하다. 또, 연속 주조를 이용하는 경우에는, 개재물 제어에 의해 내균열성을 향상시키기 위해, 주형 내에서 외부 자장 혹은 기계 교반에 의한 용강 유동을 행하는 것이 바람직하다. 이와 같이 하여 얻어진 슬래브는, 직접 압연에 제공해도 되고, 보온 혹은 재가열을 행한 후에 열간 압연에 제공해도 된다.

[0088] 열간 압연은 일반적으로는 다(多)패스 압연으로 하는 것이 보통이다. 1패스당 압하량은 10% 이상 60% 이하로 하는 것이 바람직하다. 1패스당 압하량을 10% 이상으로 함으로써, 오스테나이트에 많은 변형을 도입시킬 수 있으므로, 그 후의 변태에 의해 생성되는 페라이트의 결정립이 미세화되어, 열연 강판의 조직이 미세화되고, 연성이나 구멍 확장성이 한층 향상된다. 또, 1패스당 압하량을 60% 이하로 함으로써, 미세결정 오스테나이트에 기인하는 집합 조직의 발달을 억제할 수 있으므로, 연성이나 구멍 확장성이 한층 향상된다. 열연 강판의 판두께는 용도에 따라 설정하면 되지만, 일반적으로는 1.6~4.5mm의 범위 내이다.

[0089] (B) 산세 공정

[0090] 열간 압연 공정으로 얻어진 열연 강판에, 탈스케일을 위해 산세 공정에 있어서 산세 처리를 실시한다. 산세 처리는 종래의 방법에 따라서 행하면 된다. 산세 전 또는 산세 후에, 평탄 교정이나 스케일 박리 촉진을 위해 스킨 패스 압연을 열연 강판에 실시해도 된다. 스킨 패스 압연을 실시하는 경우의 신장률은 특별히 규정하지 않지만, 0.1% 이상 3.0% 미만으로 하는 것이 바람직하다.

[0091] (C) 연속 용융 아연 도금 공정

[0092] 산세 공정으로 얻어진 열연 강판에, 가열, 용융 아연 도금, 및 합금화 처리를 순차적으로 행하는 연속 용융 아연 도금을 실시하여, 합금화 용융 아연 도금 열연 강판으로 한다.

[0093] [최고 가열 온도 : 650℃ 이상 800℃ 이하]

[0094] 연속 용융 아연 도금 라인에서는, 도금성을 확보하기 위해, 용융 도금 전에 강판에 소둔을 실시한다. 일반적인 라인내 소둔 설비는 산화 노(爐)(또는 약산화성의 무산화 노)와 환원노를 적어도 구비한다. 이 소둔에 의해 강판 표면은 산화-환원을 거쳐 활성화된다. 최고 가열 온도가 650℃ 미만에서는, 강판 표면의 산화-환원이 부족하여, 도금성이 열화된다. 따라서, 최고 가열 온도는 650℃ 이상으로 한다. 한편, 최고 가열 온도가 800℃를 초과하면, 오스테나이트화가 진행되어, 강도가 현저하게 저하된다. 따라서, 최고 가열 온도는 800℃ 이하로 한다. 650℃ 이상 800℃ 이하의 온도역에 있어서의 유지 시간은 특별히 규정하지 않지만, 10초간 이상 200초간 이하 유지하는 것이 바람직하다.

[0095] 상기 최고 가열 온도까지의 가열 후, 용융 아연 도금 처리를 실시하기 위해, 용융 아연 도금욕의 욱 온도 근방의 온도역까지 냉각한다. 이 때의 냉각 속도는 특별히 규정하지 않지만, 실설비의 제약 상, 1℃/초 이상 50℃/초 이하로 하는 것이 바람직하다. 또, 냉각 정지 온도는, 400℃ 이상 550℃ 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0096] 냉각된 강판에 용융 아연 도금욕으로의 침지를 함으로써 용융 아연 도금 처리를 실시한다. 용융 아연 도금 처리는 종래의 방법에 따라서 행하면 된다. 예를 들면, 도금욕 온도 : 420℃ 이상 500℃ 이하, 침입판 온도 : 420℃ 이상 500℃ 이하, 침지 시간 : 5초간 이하로 하면 된다. 용융 아연 도금욕은, Al를 0.08 질량% 이상 0.2 질량% 이하 함유하는 조성으로 하는 것이 바람직하다. 그 외에, 불가피적 불순물인 Fe, Si, Mg, Mn, Cr, Ti 및 Pb 등이 도금욕 중에 함유되어 있어도 본 발명에 영향을 미치지 않는다. 용융 아연 도금욕으로의 침지 후에 가

스 와이핑 등의 공지의 방법에 의해 도금의 단위면적당 중량을 제어하는 것이 바람직하다. 단위면적당 중량은 한 면당 25g/m² 이상 75g/m² 이하로 하는 것이 바람직하다.

- [0097] [합금화 처리 온도 : 460℃ 이상 600℃ 이하]
- [0098] 합금화 처리 온도가 460℃ 미만에서는, 합금화 속도가 과도하게 늦어져 버려, 생산성이 손상된다. 또한, 합금화 처리 불균일이 발생하는 경우가 있다. 따라서, 합금화 처리 온도는 460℃ 이상으로 한다. 한편, 합금화 처리 온도가 600℃를 초과하면, 합금화가 과도하게 진행되어, 강관의 파우더링성의 열화가 현저해지는 경우가 있다. 따라서, 합금화 처리 온도는 600℃ 이하로 한다. 합금화 처리 시간은 특별히 규정하지 않지만, 통상은 5~60초로 하는 것이 바람직하다.
- [0099] 합금화 용융 아연 도금층 중의 Fe농도는, 합금화 열처리 조건 및 도금 단위면적당 중량에 따라서도 상이하지만, 바람직하게는 7~14 질량%의 범위 내이다.
- [0100] 합금화 용융 아연 도금 라인의 통판(通板) 후는, 강관의 평탄 교정, 표면 조도의 조정을 위해, 조질 압연을 행해도 된다. 이 경우, 연성의 열화를 피하기 위해, 신장률을 2% 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0101] <실시예>
- [0102] 표 1에 나타내는 화학 조성을 가지는 강을 실험실에서 용제하여 강괴를 주조하고, 이 강괴로부터 단조에 의해 강편을 얻었다. 다음에, 얻어진 강편에, 시험용의 열간 압연 설비에서, 표 2에 나타내는 가열 및 냉각 조건으로 열간 압연을 실시하여, 판두께가 3.2mm인 열연 강판을 얻었다. 이 열간 압연에 있어서의 히트 패턴을 도 1에 나타낸다. 각 시점에서의 온도는, 방사 온도계에 의해 측정된 표면 온도이다. 수냉에 의해 행해진 1차 냉각 및 2차 냉각에 있어서의 냉각 속도는 약 40℃/초였다.
- [0103] 실온까지 냉각된 열연 강판에 대해, 탈스케일 처리로서 일반적인 염산 산세액을 이용한 산세 처리를 실시한 후, 냉간 압연을 실시하지 않고, 연속 열처리 모의 실험 장치를 이용하여, 표 2에 나타내는 조건에서, 도 2에 나타내는 합금화 용융 아연 도금 라인을 모의한 열처리를 실시했다.

표 1

강종	화학 조성 (단위: 질량%, 잔부: Fe 및 불순물)									C*	비고
	C	Si	Mn	P	S	Al	Ti	다른 원소	N		
A	0.066	0.01	0.49	0.012	0.002	0.049	0.19		0.0036	0.018	발명에
B	0.065	0.02	0.99	0.011	0.002	0.043	0.15		0.0037	0.027	발명에
C	0.063	0.01	1.49	0.011	0.002	0.044	0.15		0.0033	0.025	비교예
D	0.105	0.01	0.49	0.011	0.002	0.047	0.19	V: 0.24	0.0036	0.029	발명에
E	0.061	0.03	0.54	0.010	0.001	0.048	0.11	V: 0.12	0.0035	0.019	발명에
F	0.068	0.01	0.55	0.012	0.002	0.049	0.15	Nb: 0.03	0.0036	0.026	발명에
G	0.066	0.4	0.49	0.012	0.002	0.049	0.19		0.0036	0.018	발명에
H	0.069	0.02	0.52	0.010	0.001	0.055	0.15	Cu: 0.25	0.0033	0.031	발명에
I	0.063	0.03	0.56	0.014	0.002	0.051	0.17	Cr: 0.16	0.0031	0.020	발명에
J	0.066	0.02	0.48	0.015	0.001	0.048	0.16	Ni: 0.18	0.0034	0.026	발명에
K	0.060	0.02	0.45	0.012	0.001	0.052	0.15	Mo: 0.14	0.0032	0.022	발명에
L	0.066	0.02	0.48	0.012	0.001	0.054	0.16	B: 0.0008	0.0028	0.026	발명에
M	0.062	0.01	0.51	0.010	0.002	0.045	0.14	Ca: 0.002	0.0030	0.027	발명에
N	0.064	0.02	0.46	0.013	0.002	0.053	0.15	Bi 0.002	0.0031	0.026	발명에
O	0.075	0.03	0.51	0.013	0.001	0.045	0.03		0.0029	0.067	비교예

C*=C-12.01*(Ti/47.88+Nb/92.91+0.5*V/50.94); 밑줄은 본 발명의 범위 밖을 의미한다

[0104]

표 2

시험 No.	강종	열간 압연 조건						합금화 용융 아연 도금 조건				비고
		슬래브 가열 온도 (°C)	압연 온도 (°C)	1차 냉각 온도 (°C)	중간 냉각 시간 (초)	Δt (초)	관두께 (°C)	최고 가열 온도 (°C)	저온 온도 (°C)	도금욕 온도 (°C)	합금화 온도 (°C)	
1	A	1250	880	750	2	0.3	580	750	500	460	500	발명예
2	A	1250	880	730	2	0.3	640	750	500	460	500	발명예
3	A	1250	880	750	2	0.3	580	720	500	460	500	발명예
4	A	1250	880	750	2	0.3	580	780	500	460	500	발명예
5	A	1250	880	750	2	0.3	580	850	500	460	500	비교예
6	A	1250	890	780	10	0.3	580	750	500	460	500	발명예
7	A	1250	900	750	10	0.3	580	750	500	460	500	발명예
8	B	1250	880	750	2	4.8	600	750	500	460	500	비교예
9	B	1250	900	780	10	4.8	600	750	500	460	500	발명예
10	B	1250	900	740	10	4.8	630	750	500	460	500	발명예
11	C	1250	880	740	2	24.6	580	750	500	460	500	비교예
12	C	1250	880	760	2	24.6	640	750	500	460	500	비교예
13	C	1250	900	780	15	24.6	600	750	500	460	500	비교예
14	D	1250	880	750	2	0.3	590	750	500	460	500	발명예
15	D	1250	880	750	2	0.3	650	750	500	460	500	발명예
16	D	1250	900	790	10	0.3	590	750	500	460	500	발명예
17	E	1250	900	740	10	0.4	600	750	500	460	500	발명예
18	F	1250	890	750	10	0.5	600	750	500	460	500	발명예
19	G	1250	900	730	10	0.3	620	750	500	460	500	발명예
20	H	1250	900	750	10	0.4	600	750	500	460	500	발명예
21	I	1250	900	760	10	0.5	610	750	500	460	500	발명예
22	J	1250	870	740	10	0.3	600	750	500	460	500	발명예
23	K	1250	890	720	10	0.2	600	750	500	460	500	발명예
24	L	1250	900	760	10	0.3	600	750	500	460	500	발명예
25	M	1250	900	740	10	0.3	590	750	500	460	500	발명예
26	N	1250	900	730	10	0.2	580	750	500	460	500	발명예
27	Q	1250	900	730	10	0.3	590	750	500	460	500	비교예

[0105]

[0106]

이렇게 하여 얻어진, 합금화 용융 아연 도금과 동일한 열이력을 받은 열연 강관으로부터, 압연 방향 직각 방향으로 JIS5호 인장 시험편을 채취하여 인장 시험을 행하고, 항복 강도(0.2% 내력), 인장 강도, 전체 신장률을 측정하여, 항복비(항복 강도/인장 강도)를 산출했다. 또, 일본 철강 연맹 규격의 JFS T 1001 구멍 확장 시험 방법에 준하여 구멍 확장률 시험을 행하고, 관두께를 관통하는 균열 발생까지의 구멍 확장률을 측정하여, 인장 강도×구멍 확장률의 값을 산출했다.

[0107]

강 조직 관찰은, 강관 압연 방향 단면을 나이탈액에 의해 부식 후, 관두께의 1/4 깊이 위치에서, 광학 현미경 혹은 주사형 전자 현미경을 이용하여, 단면을 촬영하고, 얻어진 조직 사진으로부터, 포인트 카운팅법에 의해 각 조직의 면적률을 산출했다. 이상의 결과를 표 3에 나타낸다.

표 3

시험 No.	강종	강조직		기계 특성						비고
		폴리고날 페라이트 (면적%)	잔부	인장 강도 (MPa)	항복 강도 (MPa)	항복 비 (%)	전체 신장률 (%)	구멍 확장률 (%)	인장 강도 x 구멍 확장률 (MPa·%)	
1	A	98	BF, θ	741	694	93.7	18.4	95	70395	발명에
2	A	99	BF, θ	761	704	92.5	19.2	79	60119	발명에
3	A	98	BF, θ	766	710	92.7	18.3	89	68174	발명에
4	A	98	BF, θ	731	678	92.7	19.4	85	62135	발명에
5	A	99	θ	601	508	84.5	23.6	111	66711	비교예
6	A	99	θ	683	599	87.7	19.6	96	65568	발명에
7	A	99	θ	725	638	88.0	22.0	103	74675	발명에
8	B	75	BF, θ	758	700	92.3	19.9	53	40174	비교예
9	B	98	θ	697	615	88.2	20.0	93	64821	발명에
10	B	99	θ	712	623	87.5	20.4	90	64080	발명에
11	C	30	BF, θ , M	860	793	92.2	19.2	43	36980	비교예
12	C	95	BF, θ , M	816	739	90.6	20.8	45	36720	비교예
13	C	55	BF, θ , M	834	742	89.0	18.2	50	41700	비교예
14	D	99	θ	860	792	92.1	19.4	81	69660	발명에
15	D	99	θ	868	789	90.9	18.8	79	68572	발명에
16	D	98	θ	787	674	85.6	18.8	95	74765	발명에
17	E	98	θ	709	621	87.6	21.0	91	64519	발명에
18	F	95	BF, θ	751	677	90.1	20.2	83	62333	발명에
19	G	99	θ	760	669	88.0	20.9	88	66880	발명에
20	H	98	θ	739	643	87.0	20.5	83	61337	발명에
21	I	93	BF, θ	716	651	90.9	19.8	85	60860	발명에
22	J	94	BF, θ	738	660	89.4	20.5	83	61254	발명에
23	K	97	BF, θ	734	658	89.6	20.2	85	62390	발명에
24	L	96	BF, θ	741	679	91.6	18.5	90	66690	발명에
25	M	98	θ	711	635	89.3	20.4	102	72522	발명에
26	N	99	θ	715	627	87.7	20.8	104	74360	발명에
27	Q	91	P, θ	512	448	87.5	31.6	120	61440	비교예

BF: 베이니트 페라이트, θ : 세멘타이트, P: 플라이트, M:마르텐사이트, 밑줄은 본 발명의 범위 밖을 의미

[0108]

[0109]

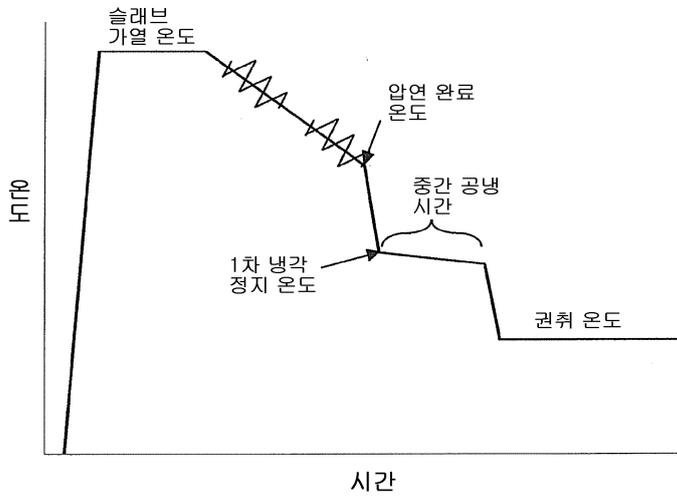
시험 No.1~4, 6, 7, 9, 10, 14~26은 화학 조성, 제조 조건, 강 조직의 모두가 본 발명에서 규정하는 범위에 합치하는 발명에이 며, 원하는 기계 특성이 얻어지고 있다.

[0110]

이에 반해, 시험 No.5는, 연속 용융 아연 도금 공정에 있어서의 최고 가열 온도가 본 발명에서 규정하는 온도를 초과하기 때문에, 인장 강도가 부족하다. 시험 No.8은, 1차 냉각 정지 후의 중간 공냉 시간이 본 발명이 규정하는 시간 Δt 에 미치지 못하고, 페라이트 체적율이 본 발명에서 규정하는 범위를 밑돌기 때문에, 강도-구멍 확장성 밸런스가 떨어진다. 시험 No.11~13은, Mn함유량이 본 발명에서 규정하는 값을 초과하기 때문에, 구멍 확장성이 떨어진다. 시험 No.27은, Ti함유량이 본 발명에서 규정하는 범위에 못 미치기 때문에, 인장 강도가 부족하다.

도면

도면1



도면2

