



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0075861
(43) 공개일자 2024년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

- C22C 38/04 (2006.01) C21D 9/46 (2006.01)
- C22C 38/00 (2006.01) C22C 38/02 (2006.01)
- C22C 38/06 (2006.01) C22C 38/12 (2006.01)
- C22C 38/14 (2006.01) C22C 38/16 (2006.01)
- C22C 38/44 (2006.01) C22C 38/52 (2006.01)
- C22C 38/60 (2006.01)

(52) CPC특허분류

- C22C 38/04 (2013.01)
- C22C 38/001 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2024-7013285

(22) 출원일자(국제) 2022년12월26일

심사청구일자 2024년04월22일

(85) 번역문제출일자 2024년04월22일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2022/047917

(87) 국제공개번호 WO 2023/132289

국제공개일자 2023년07월13일

(30) 우선권주장

JP-P-2022-001752 2022년01월07일 일본(JP)

(71) 출원인

닛폰세이테츠 가부시키가이샤

일본 도쿄도 지요다꾸 마루노우찌 2쵸메 6방 1고

(72) 발명자

구스미 가즈히사

일본 1008071 도쿄도 치요다꾸 마루노우찌 2쵸메 6방 1고 닛폰세이테츠 가부시키가이샤 내

에구치 하루히코

일본 1008071 도쿄도 치요다꾸 마루노우찌 2쵸메 6방 1고 닛폰세이테츠 가부시키가이샤 내

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양영준, 최인호, 성재동

전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **핫 스템프용 강판 및 핫 스템프 성형체**

(57) 요약

이 핫 스템프용 강판은, 소정의 화학 조성을 갖고, 금속 조직이, 면적%로, 페라이트: 75 내지 95%, 마르텐사이트: 5 내지 25%, 펄라이트, 베이나이트 및 시멘타이트의 합계: 0 내지 5%이며, 상기 페라이트 중, GAM값이 0.5 이하인 페라이트의 비율이 백분율로 70% 이상이며, 상기 페라이트의 평균 입경이 1.0 내지 7.0 μ m이며, 상기 마르텐사이트의 평균 입경이 0.5 내지 3.0 μ m이며, 고용 Nb 농도가 25ppm 이상이다.

(52) CPC특허분류

- C22C 38/002 (2013.01)
- C22C 38/02 (2013.01)
- C22C 38/06 (2013.01)
- C22C 38/12 (2013.01)
- C22C 38/14 (2013.01)
- C22C 38/16 (2013.01)
- C22C 38/44 (2013.01)
- C22C 38/52 (2013.01)
- C22C 38/60 (2013.01)

(72) 발명자

스즈키 유키

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 닛폰세이테츠 가부시카가이샤 내

아라마키 다카시

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 닛폰세이테츠 가부시카가이샤 내

이토 다이스케

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 닛폰세이테츠 가부시카가이샤 내

이리카와 히데아키

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 닛폰세이테츠 가부시카가이샤 내

야노 요시나리

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 닛폰세이테츠 가부시카가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

화학 조성이, 질량%로,

C: 0.050% 이상, 0.150% 미만,

Si: 0.010 내지 1.000%,

Mn: 1.00 내지 2.00%,

P: 0.100% 이하,

S: 0.0100% 이하,

Al: 0.001 내지 0.500%,

N: 0.0001 내지 0.0100%,

O: 0.1000% 이하,

Nb: 0.015 내지 0.100%,

Ti: 0.005 내지 0.100%,

B: 0.0005 내지 0.0050%,

Cr: 0 내지 0.500%,

Mo: 0 내지 0.500%,

Ni: 0 내지 3.000%,

Cu: 0 내지 3.000%,

Co: 0 내지 0.50%,

W: 0 내지 3.00%,

Sn: 0 내지 0.500%,

V: 0 내지 0.100%,

Zr: 0 내지 0.100%,

Ca: 0 내지 0.0050%,

Mg: 0 내지 0.0050%,

REM: 0 내지 0.0050%,

Sb: 0 내지 0.0200%, 및

As: 0 내지 1.0000%를 함유하고,

잔부가 Fe 및 불순물로 이루어지고,

금속 조직이, 면적%로,

페라이트: 75 내지 95%,

마르텐사이트: 5 내지 25%,

펄라이트, 베이나이트 및 시멘타이트의 합계: 0 내지 5%이며,

상기 페라이트 중, GAM값이 0.5 이하인 페라이트의 비율이 백분율로 70% 이상이며,

상기 페라이트의 평균 입경이 1.0 내지 7.0 μm 이며,
상기 마르텐사이트의 평균 입경이 0.5 내지 3.0 μm 이며,
고용 Nb 농도가 25ppm 이상인 것을 특징으로 하는 핫 스탬프용 강판.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 화학 조성이, 질량%로,
Cr: 0.100 내지 0.500%,
Mo: 0.050 내지 0.500%,
Ni: 0.050 내지 3.000%,
Cu: 0.050 내지 3.000%,
Co: 0.05 내지 0.50%,
W: 0.05 내지 3.00%,
Sn: 0.005 내지 0.500%,
V: 0.005 내지 0.100%,
Zr: 0.005 내지 0.100%,
Ca: 0.0005 내지 0.0050%,
Mg: 0.0005 내지 0.0050%,
REM: 0.0005 내지 0.0050%,
Sb: 0.0005 내지 0.0200%, 및
As: 0.0005 내지 1.0000%
로 이루어지는 군 중 1종 또는 2종 이상을 함유하는 것을 특징으로 하는, 핫 스탬프용 강판.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,
표면에 도금층을 갖는 것을 특징으로 하는, 핫 스탬프용 강판.

청구항 4

화학 조성이, 질량%로,
C: 0.050% 이상, 0.150% 미만,
Si: 0.010 내지 1.000%,
Mn: 1.00 내지 2.00%,
P: 0.100% 이하,
S: 0.0100% 이하,
Al: 0.001 내지 0.500%,
N: 0.0001 내지 0.0100%,
O: 0.1000% 이하,
Nb: 0.015 내지 0.100%,

Ti: 0.005 내지 0.100%,
 B: 0.0005 내지 0.0050%,
 Cr: 0 내지 0.500%,
 Mo: 0 내지 0.500%,
 Ni: 0 내지 3.000%,
 Cu: 0 내지 3.000%,
 Co: 0 내지 0.50%,
 W: 0 내지 3.00%,
 Sn: 0 내지 0.500%,
 V: 0 내지 0.100%,
 Zr: 0 내지 0.100%,
 Ca: 0 내지 0.0050%,
 Mg: 0 내지 0.0050%,
 REM: 0 내지 0.0050%,
 Sb: 0 내지 0.0200%, 및
 As: 0 내지 1.0000%를 함유하고,
 잔부가 Fe 및 불순물로 이루어지고,
 금속 조직이, 면적%로,
 마르텐사이트: 90 내지 100%,
 페라이트, 펄라이트, 베이나이트, 시멘타이트 및 잔류 오스테나이트의 합계: 0 내지 10%이며,
 구오스테나이트립의 평균 입경이 1.5 내지 7.0 μ m인 것을 특징으로 하는 핫 스탬프 성형체.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 화학 조성이, 질량%로,
 Cr: 0.100 내지 0.500%,
 Mo: 0.050 내지 0.500%,
 Ni: 0.050 내지 3.000%,
 Cu: 0.050 내지 3.000%,
 Co: 0.05 내지 0.50%,
 W: 0.05 내지 3.00%,
 Sn: 0.005 내지 0.500%,
 V: 0.005 내지 0.100%,
 Zr: 0.005 내지 0.100%,
 Ca: 0.0005 내지 0.0050%,
 Mg: 0.0005 내지 0.0050%,

REM: 0.0005 내지 0.0050%,

Sb: 0.0005 내지 0.0200%, 및

As: 0.0005 내지 1.0000%

로 이루어지는 균 중 1종 또는 2종 이상을 함유하는 것을 특징으로 하는, 핫 스탬프 성형체.

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 금속 조직의 나노인텐테이션 정도의 표준 편차 σ_{hn} 이 하기 식 (1)을 충족시키는 것을 특징으로 하는, 핫 스탬프 성형체.

$$\sigma_{hn} \leq 0.235 \times Hn \quad \dots (1)$$

단, 상기 식 (1) 중의 Hn은 상기 금속 조직의 상기 나노인텐테이션 정도의 평균값이다.

청구항 7

제4항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

표면에 도금층을 갖는 것을 특징으로 하는, 핫 스탬프 성형체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 핫 스탬프용 강판 및 핫 스탬프 성형체에 관한 것이다.

[0002] 본원은, 2022년 1월 7일에, 일본에 출원된 특허 출원 제2022-001752호에 기초하여 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

배경 기술

[0003] 근년, 환경 보호 및 자원 절약화의 관점에서 자동차 차체의 경량화가 요구되고 있어, 차체 부품에 대한 고강도 강판의 적용이 가속되고 있다. 차체 부품은 프레스 성형에 의해 제조된다. 차체 부품을 구성하는 강판의 고강도화에 수반하여, 프레스 성형 시의 성형 하중이 증가될 뿐만 아니라, 성형성이 저하된다. 그 때문에, 고강도 강판을 프레스 성형하는 경우, 복잡한 형상의 부재에 대한 성형성이 과제가 된다.

[0004] 상기와 같은 과제를 해결하기 위해, 강판이 연질화되는 오스테나이트역의 고온까지 가열한 후에 프레스 성형을 실시하는 핫 스탬프 기술의 적용이 진행되고 있다. 핫 스탬프는, 프레스 성형과 동시에, 금형 내에 있어서 켈칭 처리를 실시함으로써, 차체 부품으로의 성형과 강도 확보를 양립시키는 기술로서 주목받고 있다.

[0005] 차체 부품 중에서도, 충격 흡수 및 골격의 변형 제어에 사용되는 부재에는, 충돌 시의 변형에 의해 파단이 발생하기 어려울 것이 요구된다. 충돌 시의 변형에 의한 파단의 발생을 억제하기 위해서는, 차체 부품은 굽힘성이 우수할 것이 요구된다. 또한, 충돌 시에 다양한 변형 모드에서 변형된 경우라도 파단의 발생을 억제할 수 있도록, 굽힘성의 이방성이 작을 것이 요구된다.

[0006] 재료의 굽힘성은 인장 강도와 상관성이 있으며, 인장 강도를 저하시키면 굽힘성이 향상된다. 핫 스탬프 성형체의 금속 조직의 주상은 마르텐사이트이며, 마르텐사이트의 인장 강도는 화학 조성 중 C에 크게 영향을 받는다.

[0007] 예를 들어, 특허문헌 1에는, 전체 조직 중에서 차지하는 마르텐사이트의 면적률이 95% 이상이며, 또한 상기 마르텐사이트의 고용 C가 0.05질량% 이하임과 함께, 긴 직경이 200nm 이상인 탄화물의 밀도가 50개/ μm^3 이하이며, 인장 강도가 1270MPa 이상인 것을 특징으로 하는 고강도 강판이 개시되어 있다.

[0008] 특허문헌 2에는, 마이크로 조직이 마르텐사이트와 하부 베이나이트의 혼합 조직이며, 양쪽 조직의 합계 면적률이 95% 이상인 것을 특징으로 하는 항복 강도 885MPa 이상의 비조질 고장력 후강판이 개시되어 있다.

[0009] 특허문헌 3에는, 금속 조직 중 70체적% 이상이 마르텐사이트상 또는 템퍼링 마르텐사이트상이며, 당해 마르텐

사이트상 또는 템퍼링 마르텐사이트상 중 50체적% 이상이 미세결정 오스테나이트상으로부터 생성된 마르텐사이트상 또는 템퍼링 마르텐사이트상인 것을 특징으로 하는 내지연 파괴 특성이 우수한 고강도강이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2018-109222호 공보
- (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2011-12315호 공보
- (특허문헌 0003) 일본 특허 공개 평11-229075호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 상기 특허문헌 1 내지 3의 기술에서는 마르텐사이트 분율을 규정하고, 금속 조직을 제어함으로써, 각종 특성을 개선하고 있다. 그러나, 굽힘성의 향상 및 굽힘성의 이방성의 저감에 대해서는 전혀 언급되어 있지 않다.
- [0012] 상기 과제를 감안하여, 본 발명은, 높은 강도 및 우수한 굽힘성을 갖고, 또한 굽힘성의 이방성이 작은 핫 스탬프 성형체, 그리고, 이 핫 스탬프 성형체를 제조할 수 있는 핫 스탬프용 강판을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기 지견에 기초하여 이루어진 본 발명의 요지는 이하와 같다.
- [0014] [1] 본 발명의 일 양태에 관한 핫 스탬프용 강판은, 화학 조성이, 질량%로,
- [0015] C: 0.050% 이상, 0.150% 미만,
- [0016] Si: 0.010 내지 1.000%,
- [0017] Mn: 1.00 내지 2.00%,
- [0018] P: 0.100% 이하,
- [0019] S: 0.0100% 이하,
- [0020] Al: 0.001 내지 0.500%,
- [0021] N: 0.0001 내지 0.0100%,
- [0022] O: 0.1000% 이하,
- [0023] Nb: 0.015 내지 0.100%,
- [0024] Ti: 0.005 내지 0.100%,
- [0025] B: 0.0005 내지 0.0050%,
- [0026] Cr: 0 내지 0.500%,
- [0027] Mo: 0 내지 0.500%,
- [0028] Ni: 0 내지 3.000%,
- [0029] Cu: 0 내지 3.000%,
- [0030] Co: 0 내지 0.50%,
- [0031] W: 0 내지 3.00%,
- [0032] Sn: 0 내지 0.500%,

- [0033] V: 0 내지 0.100%,
- [0034] Zr: 0 내지 0.100%,
- [0035] Ca: 0 내지 0.0050%,
- [0036] Mg: 0 내지 0.0050%,
- [0037] REM: 0 내지 0.0050%,
- [0038] Sb: 0 내지 0.0200%, 및
- [0039] As: 0 내지 1.0000%를 함유하고,
- [0040] 잔부가 Fe 및 불순물로 이루어지고,
- [0041] 금속 조직이, 면적%로,
- [0042] 페라이트: 75 내지 95%,
- [0043] 마르텐사이트: 5 내지 25%,
- [0044] 펄라이트, 베이나이트 및 시멘타이트의 합계: 0 내지 5%이며,
- [0045] 상기 페라이트 중, GAM값이 0.5 이하인 페라이트의 비율이 백분율로 70% 이상이며,
- [0046] 상기 페라이트의 평균 입경이 1.0 내지 7.0 μ m이며,
- [0047] 상기 마르텐사이트의 평균 입경이 0.5 내지 3.0 μ m이며,
- [0048] 고용 Nb 농도가 25ppm 이상이다.
- [0049] [2] 상기 [1]에 기재된 핫 스탬프용 강판은, 상기 화학 조성이, 질량%로,
- [0050] Cr: 0.100 내지 0.500%,
- [0051] Mo: 0.050 내지 0.500%,
- [0052] Ni: 0.050 내지 3.000%,
- [0053] Cu: 0.050 내지 3.000%,
- [0054] Co: 0.05 내지 0.50%,
- [0055] W: 0.05 내지 3.00%,
- [0056] Sn: 0.005 내지 0.500%,
- [0057] V: 0.005 내지 0.100%,
- [0058] Zr: 0.005 내지 0.100%,
- [0059] Ca: 0.0005 내지 0.0050%,
- [0060] Mg: 0.0005 내지 0.0050%,
- [0061] REM: 0.0005 내지 0.0050%,
- [0062] Sb: 0.0005 내지 0.0200%, 및
- [0063] As: 0.0005 내지 1.0000%
- [0064] 로 이루어지는 군 중 1종 또는 2종 이상을 함유해도 된다.
- [0065] [3] 상기 [1] 또는 [2]에 기재된 핫 스탬프용 강판은, 표면에 도금층을 가져도 된다.
- [0066] [4] 본 발명의 다른 양태에 관한 핫 스탬프 성형체는, 화학 조성이, 질량%로,
- [0067] C: 0.050% 이상, 0.150% 미만,
- [0068] Si: 0.010 내지 1.000%,

- [0069] Mn: 1.00 내지 2.00%,
- [0070] P: 0.100% 이하,
- [0071] S: 0.0100% 이하,
- [0072] Al: 0.001 내지 0.500%,
- [0073] N: 0.0001 내지 0.0100%,
- [0074] O: 0.1000% 이하,
- [0075] Nb: 0.015 내지 0.100%,
- [0076] Ti: 0.005 내지 0.100%,
- [0077] B: 0.0005 내지 0.0050%,
- [0078] Cr: 0 내지 0.500%,
- [0079] Mo: 0 내지 0.500%,
- [0080] Ni: 0 내지 3.000%,
- [0081] Cu: 0 내지 3.000%,
- [0082] Co: 0 내지 0.50%,
- [0083] W: 0 내지 3.00%,
- [0084] Sn: 0 내지 0.500%,
- [0085] V: 0 내지 0.100%,
- [0086] Zr: 0 내지 0.100%,
- [0087] Ca: 0 내지 0.0050%,
- [0088] Mg: 0 내지 0.0050%,
- [0089] REM: 0 내지 0.0050%,
- [0090] Sb: 0 내지 0.0200%, 및
- [0091] As: 0 내지 1.0000%를 함유하고,
- [0092] 잔부가 Fe 및 불순물로 이루어지고,
- [0093] 금속 조직이, 면적%로,
- [0094] 마르텐사이트: 90 내지 100%,
- [0095] 페라이트, 펄라이트, 베이나이트, 시멘타이트 및 잔류 오스테나이트의 합계: 0 내지 10%이며,
- [0096] 구오스테나이트립의 평균 입경이 1.5 내지 7.0 μ m이다.
- [0097] [5] 상기 [4]에 기재된 핫 스탬프 성형체는, 상기 화학 조성인, 질량%로,
- [0098] Cr: 0.100 내지 0.500%,
- [0099] Mo: 0.050 내지 0.500%,
- [0100] Ni: 0.050 내지 3.000%,
- [0101] Cu: 0.050 내지 3.000%,
- [0102] Co: 0.05 내지 0.50%,
- [0103] W: 0.05 내지 3.00%,
- [0104] Sn: 0.005 내지 0.500%,

- [0105] V: 0.005 내지 0.100%,
- [0106] Zr: 0.005 내지 0.100%,
- [0107] Ca: 0.0005 내지 0.0050%,
- [0108] Mg: 0.0005 내지 0.0050%,
- [0109] REM: 0.0005 내지 0.0050%,
- [0110] Sb: 0.0005 내지 0.0200%, 및
- [0111] As: 0.0005 내지 1.0000%
- [0112] 로 이루어지는 군 중 1종 또는 2종 이상을 함유해도 된다.
- [0113] [6] 상기 [4] 또는 [5]에 기재된 핫 스탬프 성형체는, 상기 금속 조직의 나노인텐테이션 정도의 표준 편차 σ_{Hn} 이 하기 식 (1)을 충족시켜도 된다.
- [0114]
$$\sigma_{Hn} \leq 0.235 \times Hn \quad \dots (1)$$
- [0115] 단, 상기 식 (1) 중의 Hn은 상기 금속 조직의 상기 나노인텐테이션 정도의 평균값이다.
- [0116] [7] 상기 [4] 내지 [6] 중 어느 한 항에 기재된 핫 스탬프 성형체는, 표면에 도금층을 가져도 된다.

발명의 효과

- [0117] 본 발명에 관한 상기 양태에 의하면, 높은 강도 및 우수한 굽힘성을 갖고, 또한 굽힘성의 이방성이 작은 핫 스탬프 성형체, 그리고, 이 핫 스탬프 성형체를 제조할 수 있는 핫 스탬프용 강관을 제공할 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0118] 이하, 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 강관 및 핫 스탬프 성형체에 대하여 상세하게 설명한다. 먼저, 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 강관의 화학 조성의 한정 이유에 대하여 설명한다.
- [0119] 또한, 이하에 기재하는 「내지」를 사이에 두고 기재되는 수치 한정 범위에는, 하한값 및 상한값이 그 범위에 포함된다. 「미만」, 「초과」로 나타내는 수치에는, 그 값이 수치 범위에 포함되지 않는다. 화학 조성에 대한 %는 모두 질량%를 나타낸다.
- [0120] 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 강관은, 화학 조성이, 질량%로, C: 0.050% 이상, 0.150% 미만, Si: 0.010 내지 1.000%, Mn: 1.00 내지 2.00%, P: 0.100% 이하, S: 0.0100% 이하, Al: 0.001 내지 0.500%, N: 0.0001 내지 0.0100%, O: 0.1000% 이하, Nb: 0.015 내지 0.100%, Ti: 0.005 내지 0.100%, B: 0.0005 내지 0.0050%, 그리고, 잔부가 Fe 및 불순물을 포함한다.
- [0121] 이하, 각 원소에 대하여 상세하게 설명한다.
- [0122] C: 0.050% 이상, 0.150% 미만
- [0123] C는, 핫 스탬프 성형체의 강도에 크게 영향을 미치는 원소이다. C 함유량이 0.050% 미만이면, 핫 스탬프 성형체의 강도가 낮아진다. 그 때문에, C 함유량은 0.050% 이상으로 한다. 바람직하게는, 0.070% 이상, 0.090% 이상이다.
- [0124] 한편, C 함유량이 0.150% 이상이면, 핫 스탬프 성형체의 강도가 너무 높아져, 굽힘성이 열화되는 경우 및 굽힘성의 이방성이 높아진다. 그 때문에, C 함유량은 0.150% 미만으로 한다. 바람직하게는, 0.130% 이하, 0.120% 이하이다.
- [0125] Si: 0.010 내지 1.000%
- [0126] Si는, 템퍼링 연화 저항을 갖고 있어, 핫 스탬프 퀴칭 시의 오토 템퍼에 의한 강도 저하를 억제하는 효과가 있다. Si 함유량이 0.010% 미만이면 상기 효과가 얻어지지 않아 강도가 저하되는 경우 또는 굽힘성이 열화되는 경우가 있다. 그 때문에, Si 함유량은 0.010% 이상으로 한다. 바람직하게는, 0.020% 이상, 0.030% 이상, 0.150% 이상 또는 0.200% 이상이다.

- [0127] 한편, Si 함유량이 1.000% 초과이면, 표면 스케일의 문제가 발생한다. 즉, 열간 압연 시에 생성되는 스케일을 산세한 후에, 표면 요철에 기인한 모양이 발생하여, 표면 외관이 열위로 된다. 또한, 핫 스템프용 강관의 표면에 도금 처리를 행하는 경우에는, 도금성이 열화된다. 그 때문에, Si 함유량은 1.000% 이하로 한다. 바람직하게는, 0.700% 이하, 0.500% 이하, 0.450% 이하 또는 0.400% 이하이다.
- [0128] Mn: 1.00 내지 2.00%
- [0129] Mn은, 핫 스템프 성형체의 강도 및 강의 퀴칭성을 향상시키는 원소이다. Mn 함유량이 1.00% 미만이면, 핫 스템프 성형체의 강도가 저하된다. 그 때문에, Mn 함유량은 1.00% 이상으로 한다. 바람직하게는, 1.20% 이상, 1.40% 이상이다.
- [0130] 한편, 2.00%를 초과하여 Mn을 함유시켜도 상기 효과가 포화됨과 함께, 핫 스템프 성형체의 굽힘성이 저하되고, 또한 굽힘성의 이방성이 높아진다. 그 때문에, Mn 함유량은 2.00% 이하로 한다. 바람직하게는, 2.00% 미만, 1.80% 이하, 1.60% 이하이다.
- [0131] P: 0.100% 이하
- [0132] P는, 입계에 편석되어, 입계의 강도를 저하시키는 원소이다. P 함유량이 0.100% 초과이면, 입계의 강도가 현저하게 저하되어, 핫 스템프 성형체의 인성 및 굽힘성이 저하된다. 그 때문에, P 함유량은 0.100% 이하로 한다. 바람직하게는, 0.080% 이하, 0.050% 이하이다.
- [0133] P 함유량의 하한은 특별히 규정하지는 않지만, P 함유량을 과도하게 저감하면 정련 비용이 증가되기 때문에, P 함유량은 0.001% 이상으로 해도 된다.
- [0134] S: 0.0100% 이하
- [0135] S는, 강 중의 비금속 개재물에 영향을 미쳐 핫 스템프 성형체의 굽힘성을 열화시키는 원소이다. 그 때문에, S 함유량은 0.0100% 이하로 한다. 바람직하게는, 0.0080% 이하, 0.0050% 이하이다.
- [0136] S 함유량의 하한은 특별히 규정하지는 않지만, S 함유량을 과도하게 저감하면 탈황 공정의 제조 비용이 증가되기 때문에, S 함유량은 0.0001% 이상으로 해도 된다.
- [0137] Al: 0.001 내지 0.500%
- [0138] Al은, 용강의 탈산제로서 사용되는 원소이다. 탈산이 불충분하면, 과잉으로 생성된 산화물에 의해 핫 스템프 성형체의 굽힘성이 저하된다. 용강을 충분히 탈산시키기 위해, Al 함유량은 0.001% 이상으로 한다. 바람직하게는, 0.010% 이상, 0.030% 이상이다.
- [0139] 한편, Al 함유량이 0.500%를 초과하면, 비금속 개재물이 많이 형성되어, 핫 스템프 성형체에 있어서 표면흠이 발생하기 쉬워진다. 그 때문에, Al 함유량은 0.500% 이하로 한다. 바람직하게는, 0.300% 이하, 0.200% 이하, 0.100% 이하이다.
- [0140] N: 0.0001 내지 0.0100%
- [0141] N 함유량이 0.0100% 초과이면, 강 중에 조대한 질화물이 생성되어, 핫 스템프 성형체의 굽힘성이 현저하게 저하된다. 그 때문에, N 함유량은 0.0100% 이하로 한다. N 함유량은, 바람직하게는 0.0080% 이하, 0.0060% 이하이다.
- [0142] N 함유량을 0.0001% 미만으로 저감하면, 탈N 비용이 대폭 상승되어, 경제적으로 바람직하지 않다. 그 때문에, N 함유량은 0.0001% 이상으로 한다. N 함유량은, 0.0005% 이상으로 해도 된다.
- [0143] O: 0.1000% 이하
- [0144] O는, 강 중에 많이 포함되면 파괴의 기점이 되는 조대한 산화물을 형성한다. 그 결과, 핫 스템프 성형체의 굽힘성이 열화된다. 그 때문에, O 함유량은 0.1000% 이하로 한다. 바람직하게는, 0.0080% 이하 또는 0.0050% 이하이다.
- [0145] 용강의 탈산 시에 미세한 산화물을 다수 분산시키기 위해, O 함유량은 0.0005% 이상 또는 0.0010% 이상으로 해도 된다.
- [0146] Nb: 0.015 내지 0.100%

- [0147] Nb는, 고용 원소로서 조직을 세립화함으로써, 핫 스탬프 성형체의 굽힘성을 향상시키는 효과 및 굽힘의 이방성을 저감하는 효과가 있다. Nb 함유량이 0.015% 미만이면, 상기 효과를 얻을 수 없어, 핫 스탬프 성형체의 굽힘성이 열화된다. 또한, Nb 함유량이 0.015% 미만이면, 핫 스탬프 성형체의 굽힘성의 이방성이 높아진다. 그 때문에, Nb 함유량은 0.015% 이상으로 한다. 바람직하게는, 0.020% 이상, 0.030% 이상 또는 0.040% 이상이다.
- [0148] 한편, Nb 함유량이 0.100% 초과이면, 다량으로 탄질화물이 생성되어 핫 스탬프 성형체의 굽힘성이 저하되고, 또한 굽힘성의 이방성이 높아진다. 그 때문에, Nb 함유량은 0.100% 이하로 한다. 바람직하게는, 0.080% 이하 또는 0.070% 이하이다.
- [0149] Ti: 0.005 내지 0.100%
- [0150] Ti는, 강 중에 탄질화물을 형성하여, 석출 강화에 의해 핫 스탬프 성형체의 강도를 향상시키는 효과를 갖는다. 또한, N을 질화물로서 고정하여 BN 생성을 억제하여, B의 퀴칭성 향상 효과를 발현시키는 효과가 있다. Ti 함유량이 0.005% 미만이면, 상기 효과를 얻을 수 없어, 핫 스탬프 성형체의 강도가 저하된다. 그 때문에, Ti 함유량은 0.005% 이상으로 한다. 바람직하게는, 0.010% 이상, 0.020% 이상 또는 0.030% 이상이다.
- [0151] 한편, Ti 함유량이 0.100% 초과이면, 다량으로 탄질화물이 생성되어 핫 스탬프 성형체의 굽힘성이 저하된다. 그 때문에, Ti 함유량은 0.100% 이하로 한다. 바람직하게는, 0.080% 이하 또는 0.070% 이하이다.
- [0152] B: 0.0005 내지 0.0050%
- [0153] B는, 핫 스탬프 중 혹은 핫 스탬프 후의 냉각에서의 퀴칭성을 향상시켜 핫 스탬프 성형체의 강도를 향상시키는 효과가 있다. B 함유량이 0.0005% 미만이면, 상기 효과를 얻을 수 없어, 핫 스탬프 성형체의 강도가 저하된다. 그 때문에, B 함유량은 0.0005% 이상으로 한다. 바람직하게는, 0.0007% 이상, 0.0010% 이상이다.
- [0154] 한편, B 함유량이 0.0050% 초과이면, 상기 효과가 포화됨과 함께, 열간 압연 시에 균열이 발생하는 경우 및 분화물에 의해 핫 스탬프 성형체의 굽힘성이 저하되는 경우가 있다. 그 때문에, B 함유량은 0.0050% 이하로 한다. 바람직하게는, 0.0040% 이하 또는 0.0030% 이하이다.
- [0155] 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 강관의 화학 조성의 잔부는, Fe 및 불순물이어도 된다. 불순물로서는, 강 원료 혹은 스크랩으로부터 및/또는 제강 과정에서 불가피하게 혼입되며, 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프 성형체의 특성을 저해하지 않는 범위에서 허용되는 원소가 예시된다.
- [0156] 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 강관은, Fe의 일부 대신에, 임의 원소로서, 이하의 원소를 함유해도 된다. 이하의 임의 원소를 함유하지 않는 경우의 함유량은 0%이다.
- [0157] Cr: 0.100 내지 0.500%
- [0158] Mo: 0.050 내지 0.500%
- [0159] Ni: 0.050 내지 3.000%
- [0160] Cu: 0.050 내지 3.000%
- [0161] Cr, Mo, Ni 및 Cu는 강의 퀴칭성을 향상시키는 원소이며, 핫 스탬프 성형체의 강도를 향상시키는 효과가 있다. 또한, 이들 원소는 핫 스탬프 성형체의 내식성을 향상시키는 효과가 있다. 그 때문에, 이들 원소 중 1종 또는 2종 이상을 필요에 따라서 함유시켜도 된다. 상기 효과를 확실하게 발휘시키기 위해서는, Cr 함유량을 0.100% 이상으로 하거나, 혹은, Mo, Ni 및 Cu 중 1종이라도 그 함유량을 0.050% 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- [0162] 한편, Cr 함유량 또는 Mo 함유량이 0.500%를 초과하면, 혹은 Ni 함유량 또는 Cu 함유량이 3.000%를 초과하면, 열간 압연 후, 냉간 압연 후 또는 어닐링 후(도금 처리 후도 포함함)에 존재하는 탄화물이 안정화되어, 핫 스탬프 시의 가열에서의 탄화물의 용해를 지연시켜 퀴칭성이 저하되는 경우가 있다. 그 결과, 핫 스탬프 성형체의 강도가 저하되는 경우가 있다. 그 때문에, Cr 및 Mo의 함유량은 각각 0.500% 이하로 하고, Ni 및 Cu의 함유량은 각각 3.000% 이하로 한다.
- [0163] Co: 0.05 내지 0.50%
- [0164] Co는, Ms점을 상승시키는 작용을 갖는 원소이며, 핫 스탬프 성형체의 굽힘성을 향상시킨다. 그 때문에, 필요에

따라서 Co를 함유시켜도 된다. 상기 효과를 확실하게 발휘시키기 위해서는, Co 함유량은 0.05% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0165] 한편, Co 함유량이 0.50%를 초과하면 강의 켈칭성이 저하된다. 그 때문에, Co 함유량은 0.50% 이하로 한다.

[0166] W: 0.05 내지 3.00%

[0167] W는, 고온에서의 상 변태를 억제하여, 핫 스탬프 성형체의 강도의 향상에 기여하는 원소이다. 또한, W는, 핫 스탬프 성형체의 내식성을 향상시키는 효과가 있다. 그 때문에, 필요에 따라서 W를 함유시켜도 된다. 상기 효과를 확실하게 발휘시키기 위해서는, W 함유량은 0.05% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0168] 한편, W 함유량이 3.00% 초과이면, 열간 가공성이 열화되어 생산성이 저하되는 경우 또는 핫 스탬프 성형체의 강도가 저하되는 경우가 있다. 그 때문에, W 함유량은 3.00% 이하로 한다.

[0169] Sn: 0.005 내지 0.500%

[0170] Sn은 핫 스탬프 성형체의 내식성을 향상시키는 효과를 갖는다. 그 때문에, 필요에 따라서 Sn을 함유시켜도 된다. 이 효과를 확실하게 발휘시키기 위해서는, Sn 함유량은 0.005% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0171] 한편, 0.500% 초과인 Sn을 함유시켜도 상기 효과는 포화되기 때문에, Sn 함유량은 0.500% 이하로 한다.

[0172] V: 0.005 내지 0.100%

[0173] V는, 강 중에 탄질화물을 형성하여, 석출 강화에 의해 핫 스탬프 성형체의 강도를 향상시키는 효과를 갖는다. 또한, 고용 원소로서도 조직을 세립화함으로써, 핫 스탬프 성형체의 강도 및 굽힘성을 향상시키는 효과가 있다. 그 때문에, 필요에 따라서 V를 함유시켜도 된다. 상기 효과를 확실하게 발휘시키기 위해서는, V 함유량은 0.005% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0174] 한편, V 함유량이 0.100% 초과이면, 다량으로 탄질화물이 생성되어 핫 스탬프 성형체의 굽힘성이 열화된다. 그 때문에, V 함유량은 0.100% 이하로 한다.

[0175] Zr: 0.005 내지 0.100%

[0176] Zr은, 강 중에 탄질화물을 형성하여, 석출 강화에 의해 핫 스탬프 성형체의 강도를 향상시키는 효과를 갖는다. 또한, N을 질화물로서 고정하여 BN 생성을 억제하여, B의 켈칭성 향상 효과를 발현시키는 효과가 있다. 그 때문에, 필요에 따라서 Zr을 함유시켜도 된다. 상기 효과를 확실하게 발휘시키기 위해서는, Zr 함유량은 0.005% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0177] 한편, Zr 함유량이 0.100% 초과이면, 다량으로 탄질화물이 생성되어 핫 스탬프 성형체의 굽힘성이 저하된다. 그 때문에, Zr 함유량은 0.100% 이하로 한다.

[0178] Ca: 0.0005 내지 0.0050%

[0179] Mg: 0.0005 내지 0.0050%

[0180] REM: 0.0005 내지 0.0050%

[0181] Ca, Mg 및 REM은, 강 중의 개재물을 미세화하여, 개재물에 의한 핫 스탬프 시의 균열의 발생을 방지하는 효과를 갖는다. 그 때문에, 필요에 따라서 이들 원소 중 1종 또는 2종 이상을 함유시켜도 된다. 상기 효과를 확실하게 발휘시키기 위해서는, Ca, Mg 및 REM 중 1종이라도 그 함유량을 0.0005% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0182] 한편, Ca, Mg 또는 REM의 함유량이 0.0050%를 초과하면, 강 중의 개재물을 미세화하는 효과는 포화되고, 합금 비용이 증가된다. 따라서, Ca, Mg 및 REM의 함유량은 각각 0.0050% 이하로 한다.

[0183] 또한, 본 실시 형태에 있어서 REM은, Sc, Y 및 란타노이드로 이루어지는 합계 17원소를 가리키고, REM의 함유량은, 이들 원소의 합계의 함유량을 가리킨다.

[0184] Sb: 0.0005 내지 0.0200%

[0185] Sb는, 열간에서의 탈탄을 억제하기 위해, 필요에 따라서 함유시켜도 된다. Sb를 함유시킴으로써, 열간 압연 및 도금 없음의 냉연 강관을 사용한 경우의 핫 스탬프에 있어서 탈탄을 억제할 수 있다. 이 효과를 확실하게 발휘시키기 위해서는, Sn 함유량은 0.0005% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

- [0186] 한편, Sb 함유량을 0.0200% 초과로 해도 상기 효과가 포화되기 때문에, Sb 함유량은 0.0200% 이하로 한다.
- [0187] As: 0.0005 내지 1.0000%
- [0188] As는, 입계 이동을 저해하여 입성장을 억제하는 효과가 있다. 이에 의해, 어닐링 후의 페라이트 입경 및 핫 스탬프 후의 구오스테나이트 입경을 작게 함으로써, 핫 스탬프 성형체의 굽힘성을 향상시킨다. 그 때문에, 필요에 따라서 As를 함유시켜도 된다. 상기 효과를 확실하게 발휘시키기 위해서는, As 함유량은 0.0005% 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- [0189] 한편, As 함유량이 1.0000% 초과이면, 열간에서의 연성이 저하되어, 주조 시 및 열간 압연 시에 균열이 발생한다. 그 때문에, As 함유량은 1.0000% 이하로 한다.
- [0190] 상술한 핫 스탬프용 강관의 화학 조성은, 일반적인 분석 방법에 의해 측정하면 된다. 예를 들어, ICP-AES(Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry)를 사용하여 측정하면 된다. 또한, C 및 S는 연소-적외선 흡수법을 사용하고, N은 불활성 가스 용해-열전도도법을 사용하고, O는 불활성 가스 용해-비분산형 적외선 흡수법을 사용하여 측정하면 된다.
- [0191] 핫 스탬프용 강관이 표면에 도금층을 구비하는 경우에는, 기계 연삭에 의해 표면의 도금층을 제거하고 나서, 화학 조성의 분석을 행하면 된다.
- [0192] 다음으로, 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 강관의 금속 조직에 대하여 설명한다.
- [0193] 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 강관의 금속 조직은, 면적%, 페라이트: 75 내지 95%, 마르텐사이트: 5 내지 25%, 펄라이트, 베이나이트 및 시멘타이트의 합계: 0 내지 5%이며, 상기 페라이트 중, GAM값이 0.5 이하인 페라이트의 비율이 백분율로 70% 이상이며, 상기 페라이트의 평균 입경이 1.0 내지 7.0 μ m이며, 상기 마르텐사이트의 평균 입경이 0.5 내지 3.0 μ m이며, 고용 Nb 농도가 25ppm 이상이다.
- [0194] 본 실시 형태에서는, 핫 스탬프용 강관의 관 두께의 1/4 위치(표면으로부터 관 두께의 1/8 깊이 내지 표면으로부터 관 두께의 3/8 깊이 영역)의 금속 조직을 규정한다. 그 이유는, 이 위치에 있어서의 금속 조직이 핫 스탬프용 강관의 대표적인 금속 조직을 나타내기 때문이다.
- [0195] 페라이트의 면적률: 75 내지 95%
- [0196] 페라이트의 면적률이 75% 미만이면, 핫 스탬프 성형체에 있어서 원하는 금속 조직을 얻을 수 없다. 그 때문에, 페라이트의 면적률은 75% 이상으로 한다. 바람직하게는 80% 이상 또는 85% 이상이다.
- [0197] 한편, 페라이트의 면적률이 95% 초과이면, 핫 스탬프 성형체에 있어서 원하는 금속 조직을 얻을 수 없다. 그 때문에, 페라이트의 면적률은 95% 이하로 한다. 바람직하게는 90% 이하이다.
- [0198] 마르텐사이트의 면적률: 5 내지 25%
- [0199] 마르텐사이트의 면적률이 5% 미만이면, 핫 스탬프 성형체에 있어서 원하는 금속 조직을 얻을 수 없다. 그 때문에, 마르텐사이트의 면적률은 5% 이상으로 한다. 바람직하게는 10% 이상이다.
- [0200] 한편, 마르텐사이트의 면적률이 25% 초과이면, 핫 스탬프 성형체에 있어서 원하는 금속 조직을 얻을 수 없다. 그 때문에, 마르텐사이트의 면적률은 25% 이하로 한다. 바람직하게는 20% 이하이다.
- [0201] 펄라이트, 베이나이트 및 시멘타이트의 면적률의 합계: 0 내지 5%
- [0202] 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 강관은, 잔부 조직으로서, 펄라이트, 베이나이트 및 시멘타이트 중 1종 또는 2종 이상을 포함하고 있어도 된다. 이들 잔부 조직은 포함되어 있지 않아도 되기 때문에, 면적률은 0%여도 된다.
- [0203] 잔부 조직의 면적률이 5% 초과이면, 핫 스탬프 성형체에 있어서 원하는 금속 조직을 얻을 수 없다. 그 때문에, 잔부 조직의 면적률은 5% 이하로 한다. 바람직하게는, 3% 이하, 2% 이하 또는 1% 이하이다.
- [0204] 또한, 본 실시 형태에 있어서의 시멘타이트에는, 펄라이트 중의 판상의 시멘타이트는 포함되지 않는다. 본 실시 형태에 있어서의 시멘타이트란, 펄라이트에 포함되어 있지 않은 입상의 것을 말한다.
- [0205] 각 조직의 면적률은 이하의 방법에 의해 측정한다.
- [0206] 핫 스탬프용 강관으로부터, 표면에 직각인 관 두께 단면이며, 관 두께의 1/4 위치(표면으로부터 관 두께의 1/8

깊이 내지 표면으로부터 판 두께의 3/8 깊이의 영역)를 관찰할 수 있도록 샘플을 잘라낸다. 이 샘플의 판 두께 단면을 #600 내지 #1500의 탄화규소 페이퍼를 사용하여 연마한 후, 입도 1 내지 6 μm 의 다이아몬드 과우더를 알코올 등의 희석액 또는 순수에 분산시킨 액체를 사용하여 경면으로 마무리하고, 나이탈 에칭을 실시한다.

- [0207] 이어서, 샘플 단면의 길이 방향의 임의의 위치에 있어서, 서멀 전계 방사형 주사 전자 현미경(JEOL제 JSM-7001F)을 사용하여, 적어도 5시야의 사진을 촬영한다. 촬영 사진 상에 등간격의 격자를 그리고, 격자점에 있어서의 조직을 동정한다. 각 조직에 해당하는 격자 점수를 구하고, 총 격자 점수로 제산함으로써, 각 조직의 면적률을 얻는다. 총 격자 점수가 많을수록 면적률을 정확하게 구할 수 있다. 본 실시 형태에서는, 격자 간격은 2 μm ×2 μm 로 하고, 총 격자 점수는 1500점으로 한다.
- [0208] 촬영 사진의 화상 해석에 있어서, 각 조직은 이하의 방법으로 판별한다.
- [0209] 입자 내에 시멘타이트가 라멜라상으로 석출되어 있는 영역을 페라이트로 판단한다.
- [0210] 휘도가 크고 입경(원 상당 직경)이 2 μm 이하인 입상의 영역을 시멘타이트로 판단한다.
- [0211] 휘도가 작고, 또한 하부 조직이 보이지 않는 영역을 페라이트로 판단한다.
- [0212] 휘도가 크고, 또한 하부 조직이 에칭에 의해 현출되어 있지 않은 영역을 마르텐사이트로 판단한다.
- [0213] 상기 중 어느 것에도 해당되지 않는 영역을 베이나이트로 판단한다.
- [0214] 페라이트 중, GAM값이 0.5 이하인 페라이트의 비율: 백분율로 70% 이상
- [0215] 본 실시 형태에서는, 상술한 페라이트 중, 재결정에 의해 생성된 페라이트(재결정 페라이트)의 면적률을 높인다. GAM값이 0.5 이하인 페라이트는, 재결정 페라이트라고 판단할 수 있다. 핫 스탬프용 강판에 있어서, 페라이트 중 재결정 페라이트의 비율이 백분율로 70% 미만인 것은, 다량의 미재결정 페라이트가 잔존하고 있는 것을 나타낸다. 미재결정 페라이트의 주위에는 압연 방향을 따른 열상의 마르텐사이트가 생성된다. 핫 스탬프의 가열에 의해, 열상의 마르텐사이트 부분에 C 농화 부분이 형성되고, 핫 스탬프 후에 있어서 그 C 농화 부분의 경도가 높아진다. 그 결과, 핫 스탬프 성형체에 있어서, 압연 방향을 따른 방향의 굽힘성이 열화되기 때문에, 굽힘성의 이방성이 높아진다.
- [0216] 상기 이유로부터, GAM값이 0.5 이하인 페라이트의 비율은 백분율로 70% 이상으로 한다. 바람직하게는 75% 이상, 80% 이상 또는 85% 이상이다.
- [0217] 상한은 특별히 한정되지는 않지만 100%로 해도 된다.
- [0218] 페라이트 중, GAM값이 0.5 이하인 페라이트의 비율은 이하의 방법에 의해 측정한다.
- [0219] 상술한 조직 면적률을 측정한 영역과 동일한 영역에 대하여, 실온에서 알칼리성 용액을 포함하지 않는 콜로이드 실리카를 사용하여 8분간 연마하여, 샘플의 표층에 도입된 변형을 제거한다.
- [0220] 시료 단면의 표면으로부터 판 두께의 1/4 위치(표면으로부터 판 두께의 1/8 깊이 내지 표면으로부터 판 두께의 3/8 깊이의 영역)에 있어서, 0.1 μm 의 측정 간격으로 전자 후방 산란 회절법에 의해 측정하여 결정 방위 정보를 얻는다. 측정에는, 서멀 전계 방사형 주사 전자 현미경(JEOL제 JSM-7001F)과 EBSD 검출기(TSL제 DVC5형 검출기)로 구성된 EBSD 해석 장치를 사용한다. 이때, EBSD 해석 장치 내의 진공도는 9.6×10⁻⁵Pa 이하, 가속 전압은 15kV, 조사 전류 레벨은 13, 전자선의 조사 레벨은 62로 한다.
- [0221] 얻어진 결정 방위 정보로부터, EBSD 해석 장치에 부착된 소프트웨어 「OIM Analysis(등록 상표)」에 탑재된 「Phase Map」 기능을 사용하여, 결정 구조가 fcc인 영역과, 결정 구조가 bcc인 영역을 특정한다. 결정 구조가 bcc인 영역에 있어서, 방위차가 5° 이상인 결정립계로 둘러싸인 결정립을 특정한다. 특정된 결정립의 각각에 대해, 결정립 내의 방위차(GAM값: Grain Average Misorientation값)가 0.5 이하인 영역을 특정하고, 이 영역을 GAM값이 0.5 이하인 페라이트로 간주한다. 상술한 조사를 적어도 5영역에 있어서 행하고, GAM값이 0.5 이하인 페라이트의 면적률의 평균값을 산출한다. 이에 의해, GAM값이 0.5 이하인 페라이트의 면적률을 얻는다. 얻어진 GAM값이 0.5 이하인 페라이트의 면적률을, 상술한 촬영 사진의 화상 해석에 의해 얻어진 페라이트의 면적률로 제산하여 100을 곱함으로써, 페라이트 중, GAM값이 0.5 이하인 페라이트의 비율의 백분율((GAM값이 0.5 이하인 페라이트의 면적률/페라이트의 면적률)×100)을 얻는다.
- [0222] 페라이트의 평균 입경: 1.0 내지 7.0 μm

- [0223] 페라이트 입계에는 마르텐사이트가 생성되기 때문에, 페라이트의 평균 입경이 작으면, 핫 스탬프의 가열 시에 C 분포를 균일하게 할 수 있다. 그 결과, 핫 스탬프 성형체의 굽힘성의 이방성을 저감할 수 있다. 페라이트의 평균 입경이 7.0 μm 초과이면, 핫 스탬프 성형체의 구오스테나이트립이 조대화되는 결과, 굽힘성이 열화되고, 또한 굽힘성의 이방성이 높아진다. 그 때문에, 페라이트의 평균 입경은 7.0 μm 이하로 한다. 바람직하게는 6.0 μm 이하, 5.0 μm 이하 또는 4.0 μm 이하이다.
- [0224] 한편, 페라이트의 평균 입경이 1.0 μm 미만이면, 핫 스탬프 성형체에 있어서 원하는 금속 조직을 얻을 수 없어, 굽힘성을 향상시키는 것, 또한 굽힘성의 이방성을 저감할 수 없다. 그 때문에, 페라이트의 평균 입경은 1.0 μm 이상으로 한다. 바람직하게는, 1.5 μm 이상 또는 2.0 μm 이상이다.
- [0225] 마르텐사이트의 평균 입경: 0.5 내지 3.0 μm
- [0226] 마르텐사이트는 페라이트보다도 C 농도가 높아, 핫 스탬프의 가열 시에 C 공급원이 된다. 마르텐사이트의 평균 입경이 작으면, 핫 스탬프의 가열 시에 C가 균일하게 공급되어, C 분포가 균일해진다. 그 결과, 핫 스탬프 성형체의 굽힘성의 이방성을 저감할 수 있다. 마르텐사이트의 평균 입경이 3.0 μm 초과이면, 핫 스탬프 성형체의 이방성이 높아진다. 그 때문에, 마르텐사이트의 평균 입경은 3.0 μm 이하로 한다. 바람직하게는 2.5 μm 이하, 2.0 μm 이하 또는 1.5 μm 이하이다.
- [0227] 한편, 마르텐사이트의 평균 입경이 0.5 μm 미만이면, 핫 스탬프 성형체에 있어서 원하는 금속 조직을 얻을 수 없어, 굽힘성이 열화되고, 또한 굽힘성의 이방성을 저감할 수 없다. 그 때문에, 마르텐사이트의 평균 입경은 0.5 μm 이상으로 한다. 바람직하게는 1.0 μm 이상이다.
- [0228] 페라이트 및 마르텐사이트의 평균 입경은 이하의 방법에 의해 측정한다.
- [0229] 상술한 조직 면적률을 측정하였을 때의 촬영 사진을 사용하여, 페라이트 및 마르텐사이트의 각각의 원 상당 직경을 산출한다. 얻어진 페라이트의 원 상당 직경의 평균값 및 마르텐사이트의 원 상당 직경의 평균값을 산출함으로써, 페라이트의 평균 입경 및 마르텐사이트의 평균 입경을 얻는다. 또한, JIS G 0551:2020의 부속서 A에 기재된 계수 방법에 기초하여, 페라이트 및 마르텐사이트의 평균 입경을 측정한다.
- [0230] 고용 Nb 농도: 25ppm 이상
- [0231] 고용 Nb 농도를 높게 함으로써, 핫 스탬프의 가열 시에 오스테나이트립의 성장을 억제할 수 있다. 이에 의해, 핫 스탬프 성형체에 있어서 구오스테나이트립을 세립화할 수 있다. 그 결과, 핫 스탬프 성형체의 굽힘성을 향상시키고, 또한 굽힘성의 이방성을 저감할 수 있다. 고용 Nb 농도가 25ppm 미만이면, 상기 효과를 얻을 수 없다. 그 때문에, 고용 Nb 농도는 25ppm 이상으로 한다. 바람직하게는 30ppm 이상, 35ppm 이상 또는 40ppm 이상이다.
- [0232] 고용 Nb 농도의 상한은 특별히 한정되지는 않지만, 200ppm 초과로 하기 위해서는 통상의 제철 프로세스와는 다른 특수한 열처리를 추가할 필요가 있어 과도한 비용이 들기 때문에, 200ppm 이하로 해도 된다. 또한, 100ppm 이하로 해도 된다.
- [0233] 고용 Nb 농도는 이하의 방법에 의해 측정한다.
- [0234] 핫 스탬프용 강관으로부터 시험편을 채취하고, 이 시험편을 테트라메틸암모늄글리콜리드: 200g, 에틸렌글리콜: 1L, 말레산: 1000g, 잔부가 메탄올인 전해액 5L에 침지한다. 10 내지 15mA/cm²의 전류 범위에서 1g 전해한다. 흡인 여과에 의해 잔사를 얻고, 황산수소나트륨에 의해 이 잔사를 용해한다. 얻어진 용해액을 ICP(유도 결합 플라즈마) 분석함으로써, Nb 농도(질량%)를 얻는다. 상술한 화학 조성의 측정에 의해 얻어지는 Nb 함유량(질량%)으로부터 이 Nb 농도(질량%)를 차감함으로써, 고용 Nb 농도(질량%)를 얻는다.
- [0235] 핫 스탬프용 강관이 표면에 도금층을 구비하는 경우에는, 기계 연삭에 의해 표면의 도금층을 제거하고 나서, 상술한 분석을 행하면 된다.
- [0236] 도금층
- [0237] 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 강관은, 내식성을 보다 향상시킬 목적으로, 표면에 도금층을 가져도 된다. 도금층은, 예를 들어 용융 알루미늄 도금층 및 알루미늄-아연 도금층 등의 Al계 도금층, 용융 아연 도금층, 합금화 용융 아연 도금층, 전기 아연 도금층, 아연 니켈 도금층 등의 Zn계 도금층을 생각할 수 있다.
- [0238] 도금층은, 핫 스탬프용 강관의 어느 한쪽의 표면에 배치되어 있어도, 양면에 배치되어 있어도 된다. 부착량은

특별히 제한되지는 않지만, Al계 도금층: 편면당 15 내지 120g/m², 용융 아연 도금층: 편면당 30 내지 120g/m², 합금화 용융 아연 도금층: 편면당 30 내지 120g/m², 전기 아연 도금층 및 아연 니켈 도금층: 편면당 5 내지 100g/m²인 것이 바람직하다.

- [0239] 본 실시 형태에 있어서 Al계 도금층이란, 50질량% 이상의 Al을 함유하는 도금층을 의미한다. Al 이외의 원소로서는, Si: 0.1 내지 20질량%, Fe: 0.1 내지 10질량% 및 Zn: 0.1 내지 45질량%, 잔부(Cu, Na, K, Co, Ni, Mg 등): 0.5질량% 미만 포함되어 있어도 된다.
- [0240] 본 실시 형태에 있어서 Zn계 도금층이란, 50질량% 이상의 Zn을 함유하는 도금층을 의미한다. Zn 이외의 원소로서는, Si: 0.01 내지 20질량%, Fe: 0.1 내지 10질량%, Al: 0.01 내지 45질량% 및 잔부(Cu, Na, K, Co, Ni, Mg 등): 0.5질량% 미만 포함되어 있어도 된다.
- [0241] 도금층의 성분 분석은 이하의 방법에 의해 행한다.
- [0242] 핫 스탬프용 강관의 단부면으로부터 50mm 이상 이격된 임의의 위치(이 위치로부터 채취할 수 없는 경우에는 단부를 피한 위치)로부터 판 두께 단면을 관찰할 수 있도록 샘플을 잘라낸다. 샘플의 크기는, 측정 장치에도 의하지만, 압연 방향으로 10mm 정도 관찰할 수 있는 크기로 한다.
- [0243] 상기 샘플을 수지에 매립하여, 연마한 후에, 판 두께 단면의 층 구조를, 주사 전자 현미경(SEM: Scanning Electron Microscope)으로 관찰한다. 구체적으로는, 관찰 시야 중에 강관 및 도금층이 들어가는 비율로 SEM으로 관찰한다. 예를 들어, 반사 전자 조성상(COMPO상)에서 관찰하면, 단면 구조가 몇 층으로 구성되어 있는지를 유추할 수 있다.
- [0244] 다음으로, 전자 프로브 마이크로어널라이저(EPMA)를 사용하여, 판면 방향으로 50 μ m, 판 두께 방향으로 도금층 두께+30 μ m의 범위를 매핑으로 분석한다.
- [0245] 도금층이 Al계 도금층인 경우에는, 판면 방향의 Fe 농도 및 Al 농도의 각각의 평균값을 구한다. 다음으로, 판 두께 위치와 Al 농도의 관계, 및 판 두께 위치와 Fe 농도의 관계를 구한다. Al 농도 및 Fe 농도가, 강관의 Al 농도 및 Fe 농도와 동일한 농도가 된 판 두께 위치를, 강관과 Al계 도금층의 계면으로 판단하면 된다. 여기에서 말하는 강관의 Al 농도 및 Fe 농도는, EPMA에 의한 측정으로 얻어지는 것이다.
- [0246] 또한, 도금층이 Zn계 도금층인 경우에는, 판면 방향의 Fe 농도 및 Zn 농도의 각각의 평균값을 구한다. 다음으로, 판 두께 위치와 Zn 농도의 관계, 및 판 두께 위치와 Fe 농도의 관계를 구한다. Zn 농도 및 Fe 농도가, 강관의 Zn 농도 및 Fe 농도와 동일한 농도가 된 판 두께 위치를, 강관과 Zn계 도금층의 계면으로 판단하면 된다. 여기에서 말하는 강관의 Zn 농도 및 Fe 농도는, EPMA에 의한 측정으로 얻어지는 것이다.
- [0247] 판 두께
- [0248] 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 강관의 판 두께는 특별히 규정하지는 않지만, 차체 경량화의 관점에서, 0.5 내지 3.5mm로 해도 된다.
- [0249] 다음으로, 상술한 핫 스탬프용 강관을 핫 스탬프함으로써 얻어지는, 핫 스탬프 성형체에 대하여 설명한다.
- [0250] 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프 성형체는, 상술한 핫 스탬프용 강관과 동일한 화학 조성을 갖는다. 그 때문에, 화학 조성에 관한 설명은 생략한다.
- [0251] 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프 성형체는, 금속 조직이, 면적%로, 마르텐사이트: 90 내지 100%, 페라이트, 펄라이트, 베이나이트, 시멘타이트 및 잔류 오스테나이트의 합계: 0 내지 10%이며, 구오스테나이트립의 평균 입경이 1.5 내지 7.0 μ m이다.
- [0252] 본 실시 형태에서는, 핫 스탬프 성형체의 판 두께의 1/4 위치(표면으로부터 판 두께의 1/8 깊이 내지 표면으로부터 판 두께의 3/8 깊이의 영역)의 금속 조직을 규정한다. 그 이유는, 이 위치에 있어서의 금속 조직이 핫 스탬프 성형체의 대표적인 금속 조직을 나타내기 때문이다.
- [0253] 마르텐사이트의 면적률: 90 내지 100%
- [0254] 마르텐사이트는 높은 강도를 갖는 조직이다. 또한, 마르텐사이트의 면적률이 높을수록, 금속 조직이 균질한 것이 되어, 굽힘성의 이방성을 저감할 수 있다. 마르텐사이트의 면적률이 90% 미만이면, 강도가 열화되는 경우 및/또는 굽힘성의 이방성이 높아지는 경우가 있다. 그 때문에, 마르텐사이트의 면적률은 90% 이상으로 한다. 바람직하게는 92% 이상, 95% 이상 또는 98% 이상이다. 마르텐사이트의 면적률은 높을수록 바람직하기 때문

에, 100%인 것이 보다 바람직하다.

- [0255] 페라이트, 펄라이트, 베이나이트, 시멘타이트 및 잔류 오스테나이트의 면적률의 합계: 0 내지 10%
- [0256] 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프 성형체는, 잔부 조직으로서, 페라이트, 펄라이트, 베이나이트, 시멘타이트 및 잔류 오스테나이트 중 1종 또는 2종 이상을 포함하고 있어도 된다. 이들 잔부 조직은 포함되어 있지 않아도 되기 때문에, 면적률은 0%여도 된다.
- [0257] 잔부 조직의 면적률이 10% 초과이면, 마르텐사이트의 면적률이 감소함으로써, 핫 스탬프 성형체의 강도가 저하되는 경우 및/또는 굽힘성의 이방성이 높아지는 경우가 있다. 그 때문에, 잔부 조직의 면적률은 10% 이하로 한다. 바람직하게는 8% 이하, 5% 이하 또는 2% 이하이다.
- [0258] 각 조직의 면적률은 이하의 방법에 의해 측정한다.
- [0259] 핫 스탬프 성형체로부터, 표면에 직각인 판 두께 단면이며, 판 두께의 1/4 위치(표면으로부터 판 두께의 1/8 깊이 내지 표면으로부터 판 두께의 3/8 깊이의 영역)를 관찰할 수 있도록 샘플을 잘라낸다. 이 샘플에 대하여, 상술한 핫 스탬프용 강관에 대한 측정과 마찬가지로의 방법에 의해, 각 조직의 면적률을 측정한다.
- [0260] 또한, 잔류 오스테나이트에 대해서는 X선 회절에 의해 면적률을 측정한다. 핫 스탬프 성형체에 있어서, 압연 방향에 평행인 판 두께 단면의, 표면의 1/4 위치(표면으로부터 판 두께의 1/8 깊이 내지 표면으로부터 판 두께의 3/8 깊이의 영역)에 있어서, Co-K α 선을 사용하여, α (110), α (200), α (211), γ (111), γ (200), γ (220)의 합계 6피크의 적분 강도를 구하고, 강도 평균법을 사용하여 잔류 오스테나이트의 체적률을 산출한다. 이 잔류 오스테나이트의 체적률을 잔류 오스테나이트의 면적률로 간주한다.
- [0261] 구오스테나이트립의 평균 입경: 1.5 내지 7.0 μ m
- [0262] 구오스테나이트립이 미세할수록, 세립화된 마르텐사이트가 생성되기 쉬워, 금속 조직이 보다 균질한 것이 된다. 그 결과, 핫 스탬프 성형체의 굽힘성의 이방성을 저감할 수 있다. 구오스테나이트립의 평균 입경이 7.0 μ m 초과이면, 핫 스탬프 성형체의 굽힘성의 이방성이 높아진다. 그 때문에, 구오스테나이트립의 평균 입경은 7.0 μ m 이하로 한다. 바람직하게는 6.5 μ m 이하 또는 6.0 μ m 이하이다.
- [0263] 구오스테나이트립의 평균 입경이 1.5 μ m 미만이면, 켈칭성이 크게 저하된다. 그 결과, 페라이트 변태, 펄라이트 변태 및 베이나이트 변태를 발생시키기 쉬워져, 핫 스탬프 성형체의 강도가 열화된다. 그 때문에, 구오스테나이트립의 평균 입경은 1.5 μ m 이상으로 한다. 바람직하게는 2.5 μ m 이상, 3.5 μ m 이상 또는 4.0 μ m 이상이다.
- [0264] 구오스테나이트립의 평균 입경은 이하의 방법에 의해 측정한다.
- [0265] 핫 스탬프 성형체로부터, 압연 방향에 평행인 판 두께 단면이며, 표면으로부터 판 두께의 1/4 위치(표면으로부터 판 두께의 1/8 깊이 내지 표면으로부터 판 두께의 3/8 깊이의 영역)에 있어서의 금속 조직을 관찰할 수 있도록 시험편을 채취한다. 시험편의 관찰면을 피크르산 포화 수용액으로 부식함으로써, 구오스테나이트 입계를 현출시킨다.
- [0266] 부식 처리한 관찰면의, 표면으로부터 판 두께의 1/4 위치(표면으로부터 판 두께의 1/8 깊이 내지 표면으로부터 판 두께의 3/8 깊이의 영역)의 확대 사진을, 광학 현미경을 사용하여, 배율 1000배로, 5시야 이상 촬영한다. JIS G 0551:2020의 부속서 A의 「A. 2 절단법」에 기초하여, 각 촬영 사진에 포함되는, 적어도 20개의, 구오스테나이트립의 평균 선분 길이를 구하고, 이들 평균값을 산출한다. 이에 의해, 구오스테나이트립의 평균 입경을 얻는다.
- [0267] $\sigma_{\text{Hn}} \leq 0.235 \times \text{Hn} \quad \dots (1)$
- [0268] 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프 성형체에서는, 금속 조직의 나노인덴테이션 경도의 표준 편차 σ_{Hn} 이 상기 식 (1)을 충족시키는 것이 바람직하다. 단, 상기 식 (1) 중의 Hn은 상기 금속 조직의 상기 나노인덴테이션 경도의 평균값이다.
- [0269] 상기 식 (1)을 충족시키는 것은, 금속 조직에 있어서 경도가 보다 균일한 것을 나타낸다. 상기 식 (1)을 충족 시킴으로써, 핫 스탬프 성형체의 굽힘성을 보다 높일 수 있고, 또한 굽힘성의 이방성을 보다 저감할 수 있다.
- [0270] 핫 스탬프 성형체의 금속 조직의 나노인덴테이션 경도는 이하의 방법에 의해 측정한다.
- [0271] 핫 스탬프 성형체로부터, 표면에 직각인 판 두께 단면이며, 판 두께의 1/4 위치(표면으로부터 판 두께의 1/8 깊

이 내지 표면으로부터 판 두께의 3/8 깊이의 영역)에 대하여 측정할 수 있도록 샘플을 잘라낸다. 얻어진 샘플의 판 두께의 1/4 위치(표면으로부터 판 두께의 1/8 깊이 내지 표면으로부터 판 두께의 3/8 깊이의 영역)에 대하여, 나노인덴테이션법에 의한 경도 측정을 행한다. 적어도 50점 이상에 있어서의 나노인덴테이션 경도를 측정하고, 평균값을 산출함으로써, 나노인덴테이션 경도의 평균값 H_n 을 얻는다. 또한, 전체 측정점에 있어서의 나노인덴테이션 경도의 표준 편차를 산출함으로써, 나노인덴테이션 경도의 표준 편차 σ_{H_n} 을 얻는다.

- [0272] 또한, 측정에는, Hysitron사제 TriboScope/TriboIndenter를 사용하고, 측정 하중은 1mN으로 하면 된다.
- [0273] 도금층
- [0274] 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프 성형체는, 내식성을 보다 향상시킬 목적으로, 상술한 핫 스탬프용 강판과 마찬가지로 도금층을 가져도 된다. 도금층의 종류, 정의, 측정 방법 등은 핫 스탬프용 강판의 것과 마찬가지로이기 때문에, 설명을 생략한다.
- [0275] 판 두께
- [0276] 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프 성형체의 판 두께는 특별히 규정하지는 않지만, 자체 경량화의 관점에서, 0.5 내지 3.5mm로 해도 된다.
- [0277] 인장 강도
- [0278] 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프 성형체는, 자체 경량화의 효과를 높이기 위해, 인장 강도는 980MPa 이상인 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 1000MPa 이상, 1050MPa 이상 또는 1100MPa 이상이다. 인장 강도가 너무 높으면 굽힘성이 저하되기 때문에, 인장 강도는 1380MPa 이하로 해도 된다.
- [0279] 인장 강도는, JIS Z 2241:2011에 기재된 5호 시험편을 제작하고, JIS Z 2241:2011에 기재된 시험 방법에 따라서 구한다. 인장 시험편의 채취 위치는, 판 폭 방향 중앙 위치로 하고, 압연 방향에 수직인 방향을 길이 방향으로 한다.
- [0280] 다음으로, 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 강판의 적합한 제조 방법에 대하여 설명한다. 이하의 공정을 구비하는 제조 방법에 의해, 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 강판을 안정적으로 제조할 수 있다.
- [0281] 또한, 이하에 설명하는 온도는 슬래브 또는 강판의 표면 온도이다.
- [0282] 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 강판의 적합한 제조 방법은, 이하의 공정을 구비한다.
- [0283] (1) 상술한 화학 조성을 갖는 슬래브를 1200℃ 이상의 온도역으로 가열한다.
- [0284] (2) 1050℃ 이하의 온도역에서의 누적 압하율이 88% 이하가 되고, 1050℃로부터 마무리 압연 개시 온도까지의 체류 시간이 210초 이하가 되도록 조압연을 행한다.
- [0285] (3) 마무리 압연 완료 온도가 Ar₃(℃) 이상의 온도역이 되도록 마무리 압연을 행한다.
- [0286] 또한, Ar₃(℃)는 하기 식 (A)에 의해 나타내어진다. 하기 식 (A) 중의 각 원소 기호는, 각 원소의 질량%로의 함유량을 나타낸다.
- [0287]
$$Ar_3=901-325\times C+33\times Si-92\times Mn+287\times P+40\times Al \quad \dots (A)$$
- [0288] (4) 650℃ 이하의 온도역에서 권취를 행한다.
- [0289] (5) Ta(℃) 이상의 온도역으로 가열하고, 5초 이상 유지한 후, 유지 온도로부터 700℃까지의 평균 냉각 속도가 3 내지 30℃/s가 되고, 또한, 650℃ 내지 Tb(℃)의 온도역에서의 체류 시간이 250초 이하가 되도록 냉각하는, 어닐링을 행한다.
- [0290] 또한, Ta(℃)는 하기 식 (B)에 의해 나타내어지고, Tb(℃)는 하기 식 (C)에 의해 나타내어진다. 하기 식 (B) 중의 각 원소 기호는, 각 원소의 질량%로의 함유량을 나타내고, 당해 원소를 함유하지 않는 경우에는 0을 대입한다.
- [0291]
$$Ta=885-1500\times (Nb+0.65\times Ti+0.45\times V+0.45\times Zr)+20\times Sn+20\times Sb+20\times As+6\times Cu+2000\times B+1000\times O \quad \dots (B)$$
- [0292]
$$Tb=Ta-40 \quad \dots (C)$$

- [0293] 이하, 각 공정에 대하여 설명한다.
- [0294] 슬래브 가열
- [0295] 슬래브는 상술한 화학 조성을 갖는 것이면 특별히 한정되지는 않는다. 슬래브는 통상의 방법으로 제조한 것이면 되고, 예를 들어 연속 주조 슬래브, 박 슬래브 캐스터 등의 일반적인 방법으로 제조한 슬래브이면 된다. 가열 온도를 1200℃ 이상으로 함으로써, 합금 탄화물을 충분히 용해시킬 수 있다. 그 때문에, 가열 온도는 1200℃ 이상으로 하는 것이 바람직하다. 1200℃ 이상의 온도역에 있어서의 유지 시간은 20분 이상으로 하면 된다.
- [0296] 가열 온도의 상한은 특별히 한정되지는 않지만, 생산성의 관점에서 1400℃ 이하로 해도 된다.
- [0297] 조압연
- [0298] 조압연에 있어서, 1050℃ 이하의 온도역에서의 누적 압하율을 88% 이하로 함으로써, 누적 변형을 충분히 부여할 수 있어, Nb계 화합물의 석출을 억제할 수 있다. 그 결과, 핫 스탬프용 강판의 고용 Nb 농도를 높일 수 있다. 그 때문에, 1050℃ 이하의 온도역에서의 누적 압하율은 88% 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0299] 또한, 조압연에 있어서, 생산성 향상의 관점에서, 1050℃ 이하의 온도역에서의 누적 압하율은 10% 이상으로 해도 되고, 20% 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- [0300] 또한, 본 실시 형태에 있어서 누적 압하율은, 1단째의 입측 판 두께를 t_0 으로 하고, 최종단의 출측 판 두께를 t_1 로 하였을 때, $\{1-(t_1/t_0)\} \times 100(\%)$ 으로 나타낼 수 있다.
- [0301] 조압연에 있어서, 1050℃로부터 마무리 압연 개시 온도까지의 체류 시간을 210초 이하로 함으로써, Nb계 화합물의 석출을 억제할 수 있다. 그 결과, 핫 스탬프용 강판의 고용 Nb 농도를 높일 수 있다. 그 때문에, 1050℃로부터 마무리 압연 개시 온도까지의 체류 시간은 210초 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0302] 또한, 상기 체류 시간은, 강판 온도가 1050℃에 도달하였을 때부터 마무리 압연 개시 온도에 도달할 때까지의 경과 시간을 나타낸다.
- [0303] 마무리 압연
- [0304] 마무리 압연에 있어서, 마무리 압연 완료 온도를 $Ar_3(^\circ C)$ 이상의 온도역으로 함으로써, 판 두께 방향으로 균일한 조직이 얻어지고, 또한 리징(강판 표면에 발생하는 요철)의 발생을 억제할 수 있다. 강판 표층만 $Ar_3(^\circ C)$ 를 하회한 경우에는, 표층에 중심보다도 입경이 큰 조직이 발생하여 판 두께 방향으로 불균일한 조직이 된다. 이 조직은 냉간 압연, 어닐링, 핫 스탬프 후에까지 인계되기 때문에, 핫 스탬프 성형체의 조직이 판 두께 방향으로 불균일해진다. 그 결과, 핫 스탬프 부품의 강도 및 굽힘성이 열화되는 경우가 있다. 또한, 표층뿐만 아니라 강판 전체가 $Ar_3(^\circ C)$ 를 하회한 경우에는, 집합 조직이 발달하여 냉간 압연 시에 리징이 발생하기 쉬워진다. 리징이 발생하면, 강판의 판 두께가 장소에 따라서 불균일해져, 핫 스탬프의 금형 퀀칭 시에 금형과 강판의 접촉 상태가 불균일해진다. 그 결과, 핫 스탬프 성형체의 강도 및 굽힘성이 열화된다. 그 때문에, 마무리 압연 완료 온도는 $Ar_3(^\circ C)$ 이상의 온도역으로 하는 것이 바람직하다.
- [0305] 권취
- [0306] 권취 온도를 650℃ 이하의 온도역으로 함으로써, Nb계 화합물의 석출을 억제할 수 있다. 그 결과, 핫 스탬프용 강판의 고용 Nb 농도를 높일 수 있다. 또한, 페라이트의 평균 입경을 바람직하게 제어할 수 있다. 그 때문에, 권취 온도는 650℃ 이하의 온도역으로 하는 것이 바람직하다. 권취 온도는, 600℃ 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. 권취 온도가 너무 낮으면, 강판이 경화되어 냉간 압연성이 저하되는 경우가 있기 때문에, 권취 온도는 400℃ 이상으로 해도 된다.
- [0307] 권취를 행한 후에는, 산세하고 나서 냉간 압연을 행하는 것이 바람직하다. 냉간 압연 시의 누적 압하율은, 생산성을 저해하지 않는 범위이면 되고, 예를 들어 30 내지 80%로 하면 된다.
- [0308] 어닐링
- [0309] 냉간 압연 후에는, 어닐링을 실시하는 것이 바람직하다. 어닐링 시의 유지 온도를 $Ta(^\circ C)$ 이상으로 하고, 이 유지 온도에서 5초 이상 유지함으로써, 핫 스탬프용 강판의 고용 Nb 농도를 높일 수 있다. 그 때문에, 어닐링 시의 유지 온도는 $Ta(^\circ C)$ 이상으로 하고, 유지 시간은 5초 이상으로 하는 것이 바람직하다. 어닐링 시의 유지 온도는, 연속 어닐링의 통관성의 관점에서 950℃ 이하로 하고, 유지 시간은 연속 어닐링의 생산성의 관점에서

600초 이하로 해도 된다.

- [0310] 상술한 온도역에서 유지한 후, 유지 온도로부터 700℃까지의 평균 냉각 속도를 3 내지 30℃/s로 하고, 또한, 650℃ 내지 Tb(℃)의 온도역에서의 체류 시간을 250초 이하로 하는 냉각을 행함으로써, 핫 스탬프용 강판의 고용 Nb 농도를 높일 수 있다. 그 때문에, 유지 온도로부터 700℃까지의 평균 냉각 속도를 3 내지 30℃/s로 하고, 또한, 650℃ 내지 Tb(℃)의 온도역에서의 체류 시간을 250초 이하로 하는 냉각을 행하는 것이 바람직하다.
- [0311] 또한, 상기 체류 시간은, 유지 온도로부터의 냉각 개시 시로부터, 700℃에 도달할 때까지의 경과 시간을 나타낸다.
- [0312] 또한, 용융 아연 도금을 실시하지 않고 연속 어닐링만을 행하는 경우에는, 600 내지 350℃의 온도역의 평균 냉각 속도를, 용융 아연 도금을 실시하는 경우에는 도금욕을 통과한 후로부터 350℃까지의 온도역의 평균 냉각 속도를, 생산성의 관점에서 5 내지 50℃/s로 하는 것이 바람직하다. 연속 어닐링만을 행하는 경우에는 과시효를 실시해도 되지만, 생산성의 관점에서, 가열 온도는 350℃ 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0313] 또한, 본 실시 형태에 있어서 평균 냉각 속도란, 설정하는 범위의 시점과 종점의 온도차를, 시점으로부터 종점까지의 경과 시간으로 제산한 값으로 한다.
- [0314] 이상 설명한 제조 방법에 의해, 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 강판을 얻는다.
- [0315] 핫 스탬프용 강판의 어느 한쪽의 표면 또는 양면에, 상술한 도금을 형성해도 된다. 도금은, 통상의 도금 조건에 의해 부여하면 된다.
- [0316] 알루미늄 도금이면, 욱 중 Si 농도는 5 내지 12질량%, 욱 중 Fe 농도는 0 내지 5질량%, 잔부는 알루미늄 및 0.5질량% 미만의 불순물로 하는 것이 바람직하다. 알루미늄-아연 도금이면, 욱 중 Zn 농도는 40 내지 50질량%, 잔부는 알루미늄 및 0.5질량% 미만의 불순물로 하는 것이 바람직하다. 또한, 알루미늄 도금 중에 Mg나 Zn이 혼재되어도, 알루미늄-아연 도금 중에 Mg가 혼재되어도 특별히 문제는 없다.
- [0317] 도금 부여 시의 분위기는, 무산화로를 갖는 연속식 도금 설비에서도, 무산화로를 갖지 않는 연속식 도금 설비에서도, 통상의 도금 조건으로 하면 된다.
- [0318] 아연 도금이면, 욱 중 Al 농도는 0.05 내지 0.5질량%, 잔부는 아연 및 0.5질량% 미만의 불순물로 하는 것이 바람직하다.
- [0319] 아연 도금에서는, 용융 아연 도금, 전기 아연 도금, 합금화 용융 아연 도금 등의 방법을 채용해도 된다.
- [0320] 도금 전에, 강판 표면에 금속 예비 도금을 실시해도 된다. 금속 예비 도금으로서, Ni 예비 도금, Fe 예비 도금, 및 기타 도금성을 향상시키는 금속 예비 도금을 들 수 있다. 또한, 도금층 표면에 이종의 금속 도금이나 무기계, 유기계 화합물의 피막 등을 부여해도 특별히 문제는 없다.
- [0321] 다음으로, 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프 성형체의 적합한 제조 방법에 대하여 설명한다. 상술한 방법에 의해 얻어진 핫 스탬프용 강판에 대하여, 이하의 핫 스탬프 조건을 적용함으로써, 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프 성형체를 안정적으로 제조할 수 있다.
- [0322] 핫 스탬프용 강판을 Ac₃(℃) 이상의 온도역으로 가열하고, 빠르게 금형 상으로 반송하여, Ar₃(℃) 이상의 온도역에서 핫 스탬프를 행한다. 그 후, 강판과 금형의 열전달에 의해, 금형 내에서, 30℃/s 이상의 평균 냉각 속도로 냉각한다.
- [0323] 또한, Ac₃(℃)는 하기 식에 의해 구할 수 있다.
- [0324] $Ac_3 = \exp(X) + 31.5 \times Mo - 28$
- [0325] $X = 6.8165 - 0.47132 \times C - 0.057321 \times Mn + 0.0660261 \times Si - 0.050211 \times Cr + 0.10593 \times Ti + 2.0272 \times N + 1.0536 \times S - 0.12024 \times Si \times C + 0.11629 \times Cr \times C + 0.29225 \times C^2 + 0.01566 \times Mn^2 + 0.017315 \times Cr^2$
- [0326] 또한, 상기 식 중의 원소 기호는, 당해 원소의 질량%로의 함유량이며, 함유하지 않는 경우에는 0을 대입한다.
- [0327] Ac₃(℃) 이상의 온도역으로 가열함으로써, 금속 조직을 충분히 오스테나이트화할 수 있다. 충분히 오스테나이트화해 됨으로써, 후술하는 냉각에 의해 원하는 양의 마르텐사이트를 얻을 수 있다. 그 때문에, 핫 스탬프 전의

가열 온도는 $Ac_3(^\circ C)$ 이상의 온도역으로 하는 것이 바람직하다.

[0328] 또한, $Ac_3(^\circ C)$ 이상의 온도역에서의 유지 시간은 0.1 내지 30.0분으로 하면 된다.

[0329] $Ar_3(^\circ C)$ 이상의 온도역에서 핫 스템프를 행함으로써, 페라이트 변태, 펄라이트 변태 및 베이나이트 변태가 개시되기 전에 냉각하는 것이 가능해져, 마르텐사이트 변태를 발생시킬 수 있다. 그 때문에, 핫 스템프 개시 온도(성형 개시 온도)는 $Ar_3(^\circ C)$ 이상의 온도역으로 하는 것이 바람직하다.

[0330] 핫 스템프 후에 $30^\circ C/s$ 이상의 평균 냉각 속도로 냉각함으로써, 원하는 양의 마르텐사이트를 얻을 수 있다. 그 때문에, 핫 스템프 후에는 $30^\circ C/s$ 이상의 평균 냉각 속도로 냉각하는 것이 바람직하다.

[0331] **실시예**

[0332] 다음으로, 본 발명의 실시예에 대하여 설명하지만, 실시예에서의 조건은, 본 발명의 실시 가능성 및 효과를 확인하기 위해 채용한 일 조건에이며, 본 발명은, 이 일 조건에에 한정되는 것은 아니다. 본 발명은, 본 발명의 요지를 일탈하지 않고, 본 발명의 목적을 달성하는 한에 있어서, 다양한 조건을 채용할 수 있는 것이다.

[0333] 표 1A 내지 표 2C에 나타내는 화학 조성을 갖는 슬래브를 사용하여, 표 3A 내지 표 3C에 나타내는 조건에 의해, 표 4A 내지 표 4C에 기재된 핫 스템프용 강판(냉연 강판 및 도금 강판)을 제조하였다.

[0334] 얻어진 핫 스템프용 강판에 대하여, 상술한 방법에 의해 금속 조직 관찰 및 고용 Nb 농도의 측정을 행하였다.

[0335] 표 4A 내지 표 4C 및 표 6A 내지 표 6C에 기재된 「도금층」은, 각각 이하와 같다.

[0336] CR: 도금층 없음

[0337] GI: 용융 아연 도금층(목표 단위 면적당 중량 편면 $60g/m^2$, 양면 도금)

[0338] GA: 합금화 용융 아연 도금층(목표 단위 면적당 중량 편면 $45g/m^2$, 양면 도금)

[0339] AI: AI계 도금층(목표 단위 면적당 중량 편면 $80g/m^2$, 양면 도금)

[0340] EG: 전기 아연 도금층(목표 단위 면적당 중량 편면 $20g/m^2$, 양면 도금)

[0341] 제조한 냉연 강판 및 도금 강판을 사용하여, 표 5A 내지 표 5C에 나타내는 조건에서 핫 스템프를 행하였다. 핫 스템프는, 인장 시험 및 금속 조직 관찰을 행하기 위한 시험편을 제작하기 쉽도록, 평판상의 핫 스템프용 강판을 수랭 금형 사이에 넣고, 면압 $20MPa$ 로 10초간 가압함으로써 행하였다. 이에 의해, 표 6A 내지 표 6C에 나타내는 핫 스템프 성형체를 얻었다.

[0342] 얻어진 핫 스템프 성형체에 대하여, 상술한 방법에 의해, 금속 조직 관찰 및 인장 강도의 측정을 행하였다.

[0343] 얻어진 인장 강도가 $980MPa$ 이상이었던 경우, 높은 강도를 갖는 핫 스템프 성형체인 것으로서 합격으로 판정하였다. 한편, 얻어진 인장 강도가 $980MPa$ 미만이었던 경우, 높은 강도를 갖지 않는 핫 스템프 성형체인 것으로서 불합격으로 판정하였다. 또한, 얻어진 인장 강도가 $1380MPa$ 초과였던 경우, 강도가 너무 높은 핫 스템프 성형체인 것으로서 불합격으로 판정하였다.

[0344] 굽힘성은, 독일 자동차 공업회에서 규정된 VDA 기준(VDA238-100)에 기초하여, 이하의 방법에 의해 평가하였다. 본 실시예에서는, 굽힘 시험에서 얻어지는 최대 하중 시의 변위를 VDA 기준으로 각도로 변환하여, 굽힘 각도 $\alpha(^\circ)$ 를 구하였다.

[0345] 굽힘 시험에 있어서의 조건은 이하와 같이 하였다.

[0346] 시험편 치수: $60mm$ (압연 방향) $\times 30mm$ (판 폭 방향에 평행인 방향)

[0347] 굽힘 능선: 압연 방향에 평행, 45° 방향, 직각 방향

[0348] 시험 방법: 롤 지지, 펀치 압입

[0349] 롤 직경: $\phi 30mm$

[0350] 펀치 형상: 선단 $R=0.4mm$

[0351] 롤간 거리: $2.0 \times$ 판 두께(mm) $+0.5mm$

- [0352] 압입 속도: 20mm/min
- [0353] 시험기: SHIMADZU AUTOGRAPH 20kN
- [0354] 3방향의 굽힘 시험으로부터, 평균 굽힘각 $\alpha_m(^{\circ})$ 및 굽힘의 이방성 $\Delta \alpha(\%)$ 를 하기와 같이 구하였다.
- [0355] $\Delta \alpha = (\alpha_m - \alpha_{min}) / \alpha_m \times 100$
- [0356] $\alpha_m = (\alpha_L + 2 \times \alpha_D + \alpha_C) / 4$
- [0357] α_{min} : $\alpha_L, \alpha_D, \alpha_C$ 중 최솟값
- [0358] α_L : 압연 방향에 평행인 축에서 구부렸을 때의 α
- [0359] α_D : 압연 방향으로 45° 의 축에서 구부렸을 때의 α
- [0360] α_C : 압연 방향에 직각인 축에서 구부렸을 때의 α
- [0361] 또한, 압연 방향이 불분명한 경우에는, 22.5° 간격으로 5방향의 시험을 행하여, 굽힘 각도 α 의 최솟값이 얻어진 방향을 압연 방향으로 간주하여, α_L, α_D 및 α_C 를 구해도 된다. 이 방법에서도 압연 방향이 불분명한 경우에는, 11.25° 간격으로 10방향의 시험을 행하여, 굽힘 각도 α 의 최솟값이 얻어지는 방향을 압연 방향으로 간주하여, α_L, α_D 및 α_C 를 구해도 된다.
- [0362] α_m 은 판 두께 및 인장 강도에 영향을 받는다. 또한, α_m 은 핫 스탬프 성형체의 도금층의 영향도 받는다. 알루미늄 도금을 사용한 경우에는 핫 스탬프의 가열로 표면에 경질의 Fe-Al 합금층이 형성되기 때문에, GA, GI, EG 또는 CR(핫 스탬프 후에 쇼트 블라스트를 실시한 것)보다도 α_m 이 저위로 된다.
- [0363] 본 실시예에서는, α_m 이 표 7 및 표 8에 나타내는 하한값 이상인 경우, 굽힘성이 우수한 것으로서 합격으로 판정하였다. 한편, α_m 이 표 7 및 표 8에 나타내는 하한값 미만이었다는 경우, 굽힘성이 떨어지는 것으로서 불합격으로 판정하였다.
- [0364] 또한, $\Delta \alpha$ 가 15% 이하였던 경우, 굽힘성의 이방성이 작은 것으로서 합격으로 판정하였다. 한편, $\Delta \alpha$ 가 15% 초과였던 경우, 굽힘성의 이방성이 큰 것으로서 불합격으로 판정하였다.
- [0365] 도장 후 내식성은, 자동차 기술회 제정의 JASO M609-91에 규정하는 방법에 의해 평가하였다. 구체적으로는, 다음 방법에 의해 평가하였다.
- [0366] 핫 스탬프 성형체로부터 시료를 채취하고, 두께 $15\mu\text{m}$ 로 전착 도막을 부여한 시료 평면부에 커터로 길이 70mm의 홈을 내어, 사이클 부식 시험에 제공하였다. 120사이클 후의 시료를 꺼내고, 시판되고 있는 도막 박리제에 30분 침지한 후, 브러시로 도막을 박리하였다. 그 후, 강판용의 인히비터를 함유하는 5체적% 시트르산암모늄 수용액에 시료를 침지하고, 부식된 부분에 생성된 녹을 브러시로 제거하였다. 키엔스사제 디지털 마이크로스코프 VHX-7000을 사용하여, 70mm의 홈의 중앙부를 경계로 하여, 홈의 길이 35mm마다, 기준면으로부터의 판 두께 감소의 최댓값을 측정하였다. 기준면은, 도금 유무에 관계없이, 도막 박리 후의 부식되어 있지 않은 부위의 표면으로 하였다. 얻어진 2개의 판 두께 감소의 최댓값의 평균값을 산출하였다.
- [0367] 얻어진 판 두께 감소의 최댓값의 평균값에 대하여, 이하의 기준으로 평가하였다. 평가가 E인 경우, 특히 우수한 내식성을 갖는 핫 스탬프 성형체라고 판단하였다.
- [0368] E(Excellent): 0.05mm 미만
- [0369] V(Very Good): 0.05mm 이상, 0.10mm 미만
- [0370] G(Good): 0.10mm 이상, 0.15mm 미만
- [0371] B(Bad): 0.15mm 이상
- [0372] 표 6A 내지 표 6C를 보면, 본 발명예에 있어서는, 높은 강도 및 우수한 굽힘성을 갖고, 또한 굽힘성의 이방성이 작은 핫 스탬프 성형체가 얻어진 것을 알 수 있다. 한편, 비교예에 있어서는, 상기 특성 중 1개 이상이 합격

기준을 만족시키지 않은 것을 알 수 있다.

[표 1A]

강 No.	화학 조성(질량%) 잔부 Fe 및 불순물											비고
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	O	Nb	Ti	B	
1	0.053	0.230	1.73	0.009	0.0032	0.043	0.0044	0.0021	0.023	0.032	0.0023	본 발명 강
2	0.147	0.081	1.37	0.012	0.0023	0.033	0.0051	0.0023	0.038	0.045	0.0018	본 발명 강
3	0.067	0.025	1.83	0.011	0.0019	0.042	0.0041	0.0033	0.072	0.045	0.0032	본 발명 강
4	0.091	0.420	1.75	0.009	0.0021	0.032	0.0039	0.0034	0.049	0.026	0.0013	본 발명 강
5	0.061	0.432	1.04	0.011	0.0031	0.032	0.0045	0.0013	0.033	0.043	0.0025	본 발명 강
6	0.063	0.438	1.93	0.010	0.0021	0.044	0.0058	0.0012	0.048	0.021	0.0021	본 발명 강
7	0.081	0.610	1.51	0.009	0.0008	0.005	0.0031	0.0032	0.073	0.033	0.0016	본 발명 강
8	0.079	0.593	1.55	0.010	0.0012	0.481	0.0038	0.0033	0.071	0.035	0.0018	본 발명 강
9	0.081	0.312	1.63	0.005	0.0033	0.035	0.0041	0.0022	0.052	0.044	0.0023	본 발명 강
10	0.082	0.334	1.59	0.078	0.0004	0.034	0.0039	0.0024	0.051	0.045	0.0020	본 발명 강
11	0.112	0.432	1.38	0.013	0.0003	0.041	0.0044	0.0018	0.061	0.051	0.0019	본 발명 강
12	0.115	0.441	1.41	0.011	0.0093	0.043	0.0021	0.0019	0.059	0.047	0.0031	본 발명 강
13	0.091	0.313	1.51	0.010	0.0032	0.033	0.0015	0.0008	0.031	0.031	0.0032	본 발명 강
14	0.089	0.331	1.55	0.009	0.0033	0.034	0.0083	0.0009	0.032	0.032	0.0033	본 발명 강
15	0.071	0.231	1.73	0.015	0.0023	0.044	0.0041	0.0024	0.048	0.043	0.0007	본 발명 강
16	0.072	0.233	1.81	0.014	0.0021	0.045	0.0043	0.0025	0.049	0.041	0.0047	본 발명 강
17	0.091	0.431	1.74	0.011	0.0031	0.031	0.0039	0.0019	0.025	0.031	0.0023	본 발명 강
18	0.092	0.442	1.70	0.010	0.0028	0.033	0.0038	0.0018	0.024	0.033	0.0022	본 발명 강
19	0.090	0.438	1.72	0.009	0.0033	0.031	0.0034	0.0017	0.026	0.034	0.0024	본 발명 강
20	0.069	0.192	1.56	0.011	0.0015	0.042	0.0049	0.0015	0.061	0.021	0.0017	본 발명 강
21	0.071	0.211	1.50	0.010	0.0018	0.033	0.0048	0.0032	0.061	0.023	0.0019	본 발명 강
22	0.068	0.194	1.09	0.010	0.0019	0.034	0.0045	0.0033	0.063	0.027	0.0018	본 발명 강
23	0.081	0.413	1.53	0.009	0.0024	0.034	0.0039	0.0019	0.017	0.032	0.0023	본 발명 강
24	0.063	0.383	1.59	0.011	0.0018	0.033	0.0041	0.0015	0.093	0.041	0.0018	본 발명 강
25	0.068	0.731	1.43	0.009	0.0023	0.042	0.0031	0.0027	0.047	0.007	0.0025	본 발명 강
26	0.112	0.131	1.51	0.013	0.0011	0.033	0.0043	0.0027	0.047	0.093	0.0035	본 발명 강
27	0.083	0.433	1.63	0.009	0.0024	0.031	0.0038	0.0012	0.032	0.033	0.0024	본 발명 강
28	0.062	0.381	1.61	0.008	0.0019	0.035	0.0049	0.0013	0.034	0.035	0.0018	본 발명 강
29	0.085	0.332	1.72	0.009	0.0013	0.032	0.0039	0.0021	0.048	0.049	0.0019	본 발명 강
30	0.084	0.342	1.70	0.011	0.0015	0.033	0.0031	0.0023	0.051	0.034	0.0023	본 발명 강

[0373]

[0374]

[0375]

[표 1B]

강 No.	화학 조성(질량%) 잔부 Fe 및 불순물											비고
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	O	Nb	Ti	B	
31	0.082	0.343	1.68	0.008	0.0022	0.034	0.0038	0.0022	0.049	0.032	0.0023	본 발명 강
32	0.081	0.330	1.71	0.009	0.0023	0.034	0.0034	0.0022	0.053	0.035	0.0021	본 발명 강
33	0.083	0.329	1.71	0.010	0.0023	0.033	0.0038	0.0022	0.049	0.039	0.0021	본 발명 강
34	0.085	0.321	1.68	0.009	0.0031	0.034	0.0042	0.0023	0.053	0.041	0.0023	본 발명 강
35	0.083	0.310	1.74	0.008	0.0032	0.031	0.0034	0.0092	0.051	0.032	0.0022	본 발명 강
36	0.082	0.312	1.68	0.011	0.0018	0.033	0.0036	0.0023	0.049	0.035	0.0023	본 발명 강
37	0.084	0.315	1.71	0.009	0.0019	0.032	0.0041	0.0230	0.047	0.038	0.0021	본 발명 강
38	0.081	0.348	1.67	0.011	0.0023	0.042	0.0043	0.0011	0.054	0.032	0.0023	본 발명 강
39	0.083	0.320	1.73	0.009	0.0024	0.032	0.0039	0.0012	0.048	0.041	0.0019	본 발명 강
40	0.084	0.323	1.71	0.008	0.0021	0.035	0.0041	0.0013	0.051	0.039	0.0020	본 발명 강
41	0.076	0.231	1.73	0.009	0.0018	0.042	0.0044	0.0008	0.046	0.025	0.0019	본 발명 강
42	0.074	0.235	1.65	0.013	0.0023	0.038	0.0043	0.0011	0.054	0.032	0.0023	본 발명 강
43	0.128	0.230	1.44	0.012	0.0023	0.042	0.0043	0.0023	0.054	0.032	0.0023	본 발명 강
44	0.129	0.241	1.40	0.009	0.0015	0.041	0.0041	0.0021	0.051	0.032	0.0025	본 발명 강
45	0.129	0.348	1.67	0.011	0.0023	0.042	0.0043	0.0032	0.054	0.032	0.0023	본 발명 강
46	0.131	0.820	1.02	0.010	0.0030	0.033	0.0032	0.0033	0.023	0.042	0.0015	본 발명 강
47	0.128	0.431	1.43	0.009	0.0028	0.043	0.0039	0.0012	0.053	0.032	0.0018	본 발명 강
48	0.063	0.650	1.82	0.012	0.0023	0.041	0.0043	0.0012	0.054	0.032	0.0023	본 발명 강
49	0.061	0.640	1.73	0.011	0.0024	0.044	0.0044	0.0009	0.044	0.035	0.0021	본 발명 강
50	0.063	0.530	1.32	0.021	0.0009	0.032	0.0039	0.0008	0.044	0.023	0.0015	본 발명 강
51	0.065	0.523	1.71	0.013	0.0024	0.033	0.0049	0.0008	0.061	0.041	0.0018	본 발명 강
52	0.045	0.253	1.34	0.009	0.0023	0.032	0.0044	0.0019	0.048	0.023	0.0023	비고 강
53	0.156	0.132	1.52	0.008	0.0031	0.032	0.0049	0.0020	0.035	0.031	0.0025	비고 강
54	0.075	0.006	1.73	0.011	0.0024	0.042	0.0036	0.0023	0.056	0.025	0.0019	비고 강
56	0.143	0.451	0.95	0.010	0.0020	0.043	0.0051	0.0009	0.051	0.023	0.0023	비고 강
57	0.145	0.355	2.14	0.011	0.0021	0.042	0.0053	0.0008	0.043	0.024	0.0021	비고 강
58	0.082	0.621	1.53	0.008	0.0009	0.0003	0.0032	0.0023	0.069	0.032	0.0017	비고 강
59	0.081	0.344	1.61	0.107	0.0004	0.035	0.0031	0.0017	0.050	0.044	0.0021	비고 강
60	0.112	0.442	1.42	0.011	0.0110	0.043	0.0020	0.0019	0.061	0.048	0.0030	비고 강

비고는 본 발명의 범위 외인 것을 나타낸다.

[0376]

[0377]

[표 1C]

강 No.	화학 조성(원량%) 잔류 Fe 및 불순물											비고
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	O	Nb	Ti	B	
61	0.093	0.323	1.49	0.011	0.0034	0.034	0.0121	0.0021	0.032	0.035	0.0031	비표강
62	0.061	0.633	1.54	0.013	0.0023	0.043	0.0045	0.0012	0.051	0.041	0.0003	비표강
63	0.063	0.641	1.54	0.014	0.0024	0.043	0.0043	0.0013	0.048	0.042	0.0055	비표강
64	0.092	0.434	1.34	0.010	0.0028	0.033	0.0038	0.0031	0.029	0.037	0.0025	비표강
65	0.093	0.442	1.28	0.011	0.0019	0.035	0.0039	0.0033	0.035	0.041	0.0024	비표강
66	0.081	0.414	1.59	0.010	0.0023	0.033	0.0044	0.0009	0.013	0.032	0.0023	비표강
67	0.063	0.391	1.63	0.010	0.0021	0.033	0.0043	0.0023	0.107	0.035	0.0019	비표강
68	0.081	0.434	1.61	0.009	0.0019	0.034	0.0043	0.0023	0.049	0.003	0.0023	비표강
69	0.113	0.134	1.49	0.011	0.0010	0.035	0.0043	0.0018	0.043	0.113	0.0029	비표강
70	0.066	0.393	1.62	0.011	0.0023	0.031	0.0049	0.0019	0.021	0.034	0.0018	비표강
71	0.082	0.343	1.68	0.008	0.0022	0.034	0.0038	0.0024	0.049	0.032	0.0023	비표강
72	0.085	0.321	1.68	0.009	0.0031	0.034	0.0042	0.0023	0.053	0.041	0.0023	비표강
73	0.084	0.342	1.70	0.011	0.0015	0.033	0.0031	0.0230	0.051	0.034	0.0023	비표강
74	0.083	0.310	1.74	0.008	0.0032	0.031	0.0034	0.1140	0.051	0.032	0.0022	비표강
75	0.082	0.351	1.66	0.012	0.0024	0.043	0.0044	0.0008	0.055	0.035	0.0024	본발명강
76	0.129	0.231	1.45	0.011	0.0021	0.045	0.0040	0.0018	0.053	0.035	0.0025	본발명강
77	0.111	0.433	1.34	0.014	0.0004	0.042	0.0041	0.0019	0.082	0.043	0.0021	본발명강
78	0.085	0.324	1.70	0.009	0.0022	0.034	0.0042	0.0012	0.050	0.040	0.0021	본발명강

비표강은 본 발명의 범위 외인 것을 나타낸다.

[0378]

[표 2A]

강 No.	화학 조성(질량%) 잔부 Fe 및 불순물							Ac3 °C	Ar3 °C	Ta °C	Tb °C	비고	
	Cr	Mo	Cu	Sn	V	Sb	As						기타
1	0.070		0.012	0.042		0.0003	0.0023		840	737	827	787	본 발명 강
2	0.021		0.015	0.048		0.0002	0.0021		805	735	791	751	본 발명 강
3	0.053		0.023	0.003		0.0009	0.0014		824	717	743	703	본 발명 강
4	0.031		0.024	0.003		0.0008	0.0013		833	728	792	752	본 발명 강
5	0.310	0.230	0.043	0.002		0.0003	0.0017		856	804	800	760	본 발명 강
6	0.019		0.033	0.002		0.0004	0.0018		849	722	798	758	본 발명 강
7	0.042		0.023	0.002		0.0003	0.0028	Ca:0.0023	846	759	750	710	본 발명 강
8	0.045		0.024	0.005		0.0002	0.0029	Ca:0.0031	847	774	752	712	본 발명 강
9	0.075		0.210	0.005		0.0005	0.0022	Ni:0.120	834	738	772	732	본 발명 강
10	0.078		0.220	0.004		0.0004	0.0021	Ni:0.140	832	763	772	732	본 발명 강
11	0.231		0.031	0.005		0.0003	0.0012		824	757	750	710	본 발명 강
12	0.243		0.032	0.004		0.0007	0.0014		827	753	759	719	본 발명 강
13	0.043	0.041	0.008	0.082		0.0008	0.0013		828	747	817	777	본 발명 강
14	0.041	0.043	0.009	0.083		0.0006	0.0013		841	744	815	775	본 발명 강
15	0.451		0.011	0.002		0.0009	0.0018	Ni:0.060	822	732	775	735	본 발명 강
16	0.082		0.012	0.001		0.0003	0.0017	Cr:1.23	832	725	784	744	본 발명 강
17			0.014	0.001		0.0003	0.0021		836	730	824	784	본 발명 강
18	0.021		0.321	0.003		0.0003	0.0020	Ni:0.210	836	733	825	785	본 발명 강
19	0.481		0.332	0.003		0.0004	0.0013	Ni:0.230	824	732	821	781	본 발명 강
20	0.280		0.031	0.006		0.0008	0.0014		825	746	778	738	본 발명 강
21	0.267	0.007	0.033	0.005		0.0003	0.0015	Ca:0.0031	826	752	778	731	본 발명 강
22	0.008	0.472	0.023	0.001		0.0005	0.0013	Ca:0.0028	855	789	771	731	본 발명 강
23	0.075		0.011	0.006		0.0007	0.0013		837	747	835	795	본 발명 강
24	0.053		0.009	0.006		0.0003	0.0039		844	751	711	671	본 발명 강
25	0.122		0.032	0.002		0.0004	0.0029		854	776	814	774	본 발명 강
26	0.232		0.017	0.003		0.0008	0.0029	Mg:0.0023	814	735	734	694	본 발명 강
27	0.074		0.032	0.005	0.007	0.0003	0.0033	REM:0.0019	837	742	806	766	본 발명 강
28	0.059		0.013	0.003	0.089	0.0002	0.0012		845	749	745	705	본 발명 강
29	0.032		0.015	0.002		0.0003	0.0035	Zr:0.032	833	730	750	710	본 발명 강
30	0.034		0.015	0.002		0.0005	0.0035	W:0.23	831	733	782	742	본 발명 강

[0379]

[0380]

[표 2B]

강 No.	화학 조성(원량%) 잔부 Fe 및 불순물						기타	Ac ₃ °C	Ar ₃ °C	Ta °C	Tb °C	비고	
	Cr	Mo	Cu	Sn	V	Sb							As
31	0.034		2.800	0.002		0.0003	0.0320		834	735	805	765	본 발명 강
32	0.038		0.015	0.480		0.0003	0.0032		833	732	788	748	본 발명 강
33	0.032		0.015	0.002		0.0003	0.0028	Ni:0.430	833	732	780	740	본 발명 강
34	0.031		0.032	0.001		0.0004	0.0025	Ni:2.800	834	733	773	733	본 발명 강
35	0.034		0.015	0.002		0.0002	0.0032		832	728	791	751	본 발명 강
36	0.038		0.013	0.002		0.0193	0.0032		832	735	785	745	본 발명 강
37	0.034		0.013	0.003		0.0002	0.9320		832	731	823	783	본 발명 강
38	0.058		0.032	0.052		0.0003	0.0022		835	737	780	740	본 발명 강
39	0.035		0.013	0.078		0.0002	0.0032		833	729	780	740	본 발명 강
40	0.031		0.015	0.072		0.0030	0.0029		833	731	777	737	본 발명 강
41	0.073		0.008	0.002		0.0002	0.0022		829	729	796	756	본 발명 강
42	0.058		0.012	0.002		0.0003	0.0034		832	738	779	739	본 발명 강
43	0.230		0.023	0.001		0.0002	0.0018		809	740	780	740	본 발명 강
44	0.241		0.024	0.001		0.0003	0.0019		808	742	785	745	본 발명 강
45	0.058		0.032	0.001		0.0009	0.0019	Ca:0.0031	817	722	781	741	본 발명 강
46	0.021	0.320	0.003	0.001		0.0009	0.0021		855	796	816	776	본 발명 강
47	0.078		0.312	0.002		0.0008	0.0019	Ni:0.153	821	746	781	741	본 발명 강
48	0.050		0.013	0.043		0.0006	0.0022		857	740	780	740	본 발명 강
49	0.058		0.015	0.002		0.0072	0.0035	Co:0.31	858	748	790	750	본 발명 강
50	0.352		0.022	0.001		0.0009	0.0029		842	784	801	761	본 발명 강
51	0.079		0.009	0.000		0.0011	0.0038		851	745	758	718	본 발명 강
52	0.032	0.120	0.014	0.052		0.0003	0.0023		851	775	798	758	비교 강
53	0.130		0.018	0.053		0.0004	0.0021		799	718	810	770	비교 강
54	0.110		0.023	0.002		0.0012	0.0018		817	723	783	743	비교 강
56	0.021	0.120	0.031	0.082		0.0005	0.0031		831	787	793	753	비교 강
57	0.022	0.131	0.032	0.073		0.0004	0.0032		818	674	804	764	비교 강
58	0.043		0.023	0.001		0.0002	0.0018		846	756	756	716	비교 강
59	0.083		0.018	0.001		0.0003	0.0043		831	770	773	733	비교 강
60	0.251		0.019	0.001		0.0004	0.0033		829	753	755	715	비교 강

[0381]

[0382]

[표 2C]

강 No.	화학 조성(질량%) 전부 Fe 및 불순물							Ac3 °C	Ar3 °C	Ta °C	Tb °C	비교
	Cr	Mo	Cu	Sn	V	Sb	As					
61	0.043	0.043	0.012	0.001		0.0005	0.0034	847	749	811	771	비교강
62	0.243		0.013	0.000		0.0004	0.0023	853	766	770	730	비교강
63	0.253		0.007	0.001		0.0003	0.0021	852	766	784	744	비교강
64	0.560		0.325	0.002		0.0003	0.0017	825	766	816	776	비교강
65	0.013	0.520	0.017	0.002		0.0008	0.0019	856	772	801	761	비교강
66	0.077		0.018	0.002		0.0082	0.0023	838	746	841	801	비교강
67	0.059		0.014	0.001		0.0084	0.0023	844	748	698	658	비교강
68	0.079		0.018	0.003		0.0013	0.0019	835	745	817	777	비교강
69	0.231		0.013	0.002		0.0014	0.0018	815	736	719	679	비교강
70	0.061		0.014	0.002	0.113	0.0013	0.0023	844	748	751	711	비교강
71	0.034		0.100	0.002		0.0003	0.0032	834	735	806	766	비교강
72	0.031		0.032	0.001		0.0004	0.0025	834	733	773	733	비교강
73	0.034		0.015	0.002		0.0005	0.0035	831	733	803	763	비교강
74	0.034		0.015	0.002		0.0002	0.0032	832	728	896	856	비교강
75	0.059							835	738	774	734	본발명강
76	0.231							808	738	778	738	본발명강
77	0.232		0.033	0.004		0.0004	0.0013	824	762	726	686	본발명강
78	0.030		0.014	0.071		0.0031	0.0030	833	732	778	738	본발명강

밑줄은 본 발명의 범위 외인 것을 나타낸다.

[0383]

[0384]

[표 3A]

강판 No.	강 No.	슬래브 가열		1050°C로부터 1050°C 이하 마무리 압연까지 온도까지의 체류 시간 s	1050°C 이하 의 온도역에 있어서의 누적 압하율 %	마무리 압연 A _{r3} °C	마무리 압연 완료 온도 °C	권취 온도 °C	냉간 압연		어닐링		비고		
		가열 온도 °C	조압연						권취 온도 °C	누적 압하율 %	T _a °C	T _b °C		유지 온도 °C	T _a (°C) 이상 의 온도역에서의 유지 시간 s
1	1	1240	62	35	737	882	648	55	827	787	835	15	7	55	본 발명에
2	2	1240	62	35	735	883	553	55	791	751	810	15	7	40	본 발명에
3	3	1235	123	52	717	852	543	55	743	703	810	20	6	23	본 발명에
4	4	1237	123	52	728	854	523	55	792	752	810	20	6	45	본 발명에
5	5	1273	45	23	804	905	581	50	800	760	810	100	8	92	본 발명에
6	6	1282	45	23	722	903	593	50	798	758	810	100	8	90	본 발명에
7	7	1293	82	62	759	853	523	60	750	710	780	60	13	32	본 발명에
8	8	1290	82	62	774	884	524	60	752	712	780	60	13	32	본 발명에
9	9	1215	203	80	738	842	481	60	712	732	800	50	10	240	본 발명에
10	10	1213	203	80	763	843	483	60	712	732	800	50	28	103	본 발명에
11	11	1310	63	24	757	872	451	55	750	710	780	50	12	50	본 발명에
12	12	1315	63	24	753	873	448	55	759	719	780	60	12	58	본 발명에
13	13	1283	45	23	747	863	523	55	817	777	825	15	7	51	본 발명에
14	14	1282	45	23	744	864	524	55	815	775	825	15	7	50	본 발명에
15	15	1251	62	35	732	883	573	35	775	735	810	20	5	26	본 발명에
16	16	1259	62	35	725	882	574	40	784	744	810	25	5	28	본 발명에
17	17	1243	75	25	730	853	411	60	824	784	830	8	7	54	본 발명에
18	18	1244	75	25	733	854	418	60	825	785	830	7	10	96	본 발명에
19	19	1243	75	25	732	843	423	60	821	781	830	60	10	94	본 발명에
20	20	1245	63	31	746	863	481	60	778	738	810	65	10	63	본 발명에
21	21	1251	63	31	752	873	483	60	778	738	810	65	10	63	본 발명에
22	22	1255	120	55	789	891	489	70	771	731	810	20	8	27	본 발명에
23	23	1223	120	55	747	893	561	60	835	795	840	60	12	91	본 발명에
24	24	1283	120	55	751	892	584	50	711	671	800	50	7	8	본 발명에
25	25	1209	120	55	735	893	531	50	814	774	820	30	9	38	본 발명에
26	26	1345	65	30	735	861	532	50	734	694	800	30	8	31	본 발명에
27	27	1227	65	30	742	863	591	60	806	766	820	40	10	10	본 발명에
28	28	1293	45	23	749	862	513	50	745	705	800	30	7	21	본 발명에
29	29	1248	45	23	730	866	523	50	750	710	800	25	7	21	본 발명에
30	30	1248	52	27	733	843	523	50	782	742	810	15	7	33	본 발명에

[0385]

[0386]

강 No.	강 No.	슬래브 가열		조압연	마무리 압연	권취	냉간 압연		어닐링			비고			
		가열 온도 °C	1050°C로부터 마무리 압연까지의 누적 시간 s				1050°C이하 의 온도역에 있어지의 누적 압하율 %	Ax3 °C	마무리 압연 완료 온도 °C	권취 온도 °C	누적 압하율 %		Ta °C	Tb °C	유지 온도 °C
31	31	1248	52	27	735	844	523	50	805	765	820	10	7	41	본 발명에
32	32	1248	52	27	732	891	523	50	788	748	810	12	7	35	본 발명에
33	33	1248	52	27	732	893	523	50	780	740	810	15	7	32	본 발명에
34	34	1248	52	27	733	883	523	50	773	733	810	20	7	30	본 발명에
35	35	1248	52	27	728	884	523	50	791	751	815	13	7	36	본 발명에
36	36	1248	52	27	735	861	523	50	785	745	810	13	7	34	본 발명에
37	37	1248	52	27	731	866	523	50	823	783	835	8	7	48	본 발명에
38	38	1254	61	22	737	871	509	50	780	740	810	15	7	32	본 발명에
39	39	1248	61	22	729	883	523	60	780	740	810	15	7	32	본 발명에
40	40	1248	61	22	731	883	648	60	777	737	810	18	7	31	본 발명에
41	41	1272	75	38	729	884	553	60	796	756	820	14	7	38	본 발명에
42	42	1283	75	38	738	882	577	60	779	739	810	16	8	27	본 발명에
43	43	1243	48	25	740	891	572	60	780	740	810	60	12	56	본 발명에
44	44	1243	48	25	742	891	642	60	785	745	810	60	12	59	본 발명에
45	45	1242	48	25	722	901	481	60	781	741	810	60	10	65	본 발명에
46	46	1243	75	25	766	903	483	60	816	776	820	60	10	90	본 발명에
47	47	1271	75	25	746	853	442	50	781	741	810	70	10	9	본 발명에
48	48	1283	75	25	740	855	445	50	780	740	810	50	10	9	본 발명에
49	49	1251	65	30	748	842	593	50	790	750	815	50	10	10	본 발명에
50	50	1255	65	30	784	844	591	50	801	761	820	50	10	11	본 발명에
51	51	1248	65	30	745	843	542	50	788	748	800	50	10	7	본 발명에
52	52	1240	62	35	775	883	534	55	798	758	820	10	7	39	비교예
53	53	1240	62	35	718	882	535	55	810	770	820	15	7	43	비교예
54	54	1235	123	52	723	876	532	50	783	743	810	10	6	42	비교예
56	56	1273	45	23	787	891	532	50	793	753	810	100	8	103	비교예
57	57	1282	45	23	674	831	523	50	804	764	820	100	8	114	비교예
58	58	1293	82	62	756	839	535	60	756	716	800	60	12	47	비교예
59	59	1215	203	80	770	854	531	60	773	733	810	60	12	59	비교예
60	60	1213	203	80	753	853	571	60	755	715	800	60	12	34	비교예

밑줄은 제조 조건이 바람직하지 않은 것을 나타낸다.

[표 3B]

[0387]

[0388]

[표 4A]

강판 No.	강판 No.	핫스탬프용 강판										비고
		판 두께 mm	도금종	페라이트/마르텐사이트 면적%	페라이트/마르텐사이트 면적%	웰라이트+세이타이트+시멘타이트 면적%	GAM값이 0.5 이상인 페라이트의 비율%	페라이트의 평균 입경 μm	마르텐사이트의 평균 입경 μm	고용 NiB (ppm)		
1	1	1.4	AL	94	5	1	96	6.8	0.6	28	본 발명에	
2	2	1.4	AL	76	24	0	88	2.4	2.8	52	본 발명에	
3	3	1.6	AL	89	11	0	89	2.5	1.1	81	본 발명에	
4	4	1.6	AL	91	9	0	86	2.4	1.3	62	본 발명에	
5	5	1.8	GA	86	11	4	93	2.8	0.8	45	본 발명에	
6	6	1.8	GA	91	9	0	94	2.4	0.8	44	본 발명에	
7	7	1.2	GA	87	12	1	88	2.3	1.3	73	본 발명에	
8	8	1.2	GA	88	12	0	87	2.1	1.2	72	본 발명에	
9	9	1.2	CR	89	11	0	84	2.1	1.1	82	본 발명에	
10	10	1.2	CR	89	11	0	82	2.4	1.2	83	본 발명에	
11	11	1.4	CR	86	14	0	83	2.2	1.4	91	본 발명에	
12	12	1.4	CR	87	13	0	82	2.5	1.6	93	본 발명에	
13	13	1.4	AL	86	15	0	88	2.4	1.3	41	본 발명에	
14	14	1.4	AL	85	15	0	87	2.5	1.3	53	본 발명에	
15	15	2.3	AL	88	12	0	91	2.4	1.0	58	본 발명에	
16	16	2.3	AL	88	12	0	93	3.2	0.9	62	본 발명에	
17	17	1.4	AL	83	14	3	81	2.0	1.3	71	본 발명에	
18	18	1.4	GI	84	14	2	83	1.9	1.2	72	본 발명에	
19	19	1.4	GI	87	13	0	82	1.8	1.3	68	본 발명에	
20	20	1.4	EG	91	9	0	84	2.2	1.0	82	본 발명에	
21	21	1.4	EG	89	10	1	84	2.1	0.9	81	본 발명에	
22	22	1.2	AL	90	10	0	85	2.0	0.9	76	본 발명에	
23	23	1.2	CR	87	13	0	92	3.0	1.2	26	본 발명에	
24	24	1.5	AL	90	8	2	90	1.3	0.8	55	본 발명에	
25	25	1.2	AL	89	10	1	87	2.5	1.1	61	본 발명에	
26	26	1.4	GA	83	15	2	84	3.1	1.6	63	본 발명에	
27	27	1.2	CR	86	14	0	91	3.3	1.3	43	본 발명에	
28	28	1.5	AL	92	8	0	85	1.1	1.0	51	본 발명에	
29	29	1.4	AL	88	12	0	87	2.5	1.1	61	본 발명에	
30	30	1.4	AL	87	13	0	86	2.4	1.3	63	본 발명에	

[0391]

[0392]

강판 No.	강 No.	판 두께 mm	핫 스텝프용 강판										비고
			도금종	페라이트 면적%	마르텐사이트 면적%	펄라이트+ 시멘타이트 면적%	GAM값이 0.5 이상인 페라이트의 비율%	페라이트의 평균 입경 μm	마르텐사이트의 평균 입경 μm	고유 Nb (ppm)			
31	31	1.4	AL	87	13	0	87	2.5	1.1	64	본 발명에		
32	32	1.4	AL	87	13	0	86	2.5	1.3	60	본 발명에		
33	33	1.4	AL	88	12	0	88	2.4	1.1	63	본 발명에		
34	34	1.4	AL	87	13	0	89	2.3	1.2	68	본 발명에		
35	35	1.4	AL	87	12	1	88	2.4	1.3	62	본 발명에		
36	36	1.4	AL	88	12	0	90	2.5	1.1	59	본 발명에		
37	37	1.4	AL	89	11	0	89	1.8	1.0	73	본 발명에		
38	38	1.4	AL	87	12	1	85	2.1	1.1	72	본 발명에		
39	39	1.4	AL	87	13	0	86	2.3	1.3	63	본 발명에		
40	40	1.4	AL	88	12	0	94	4.1	1.2	38	본 발명에		
41	41	1.4	AL	88	11	1	88	2.8	0.8	63	본 발명에		
42	42	1.2	AL	89	11	0	89	3.0	0.9	58	본 발명에		
43	43	1.2	GA	83	17	0	90	2.6	1.9	45	본 발명에		
44	44	1.2	GA	82	18	1	95	3.6	2.1	31	본 발명에		
45	45	1.4	GA	83	17	0	84	2.1	2.0	73	본 발명에		
46	46	1.4	GI	83	18	0	85	2.3	2.4	63	본 발명에		
47	47	1.6	GI	81	19	0	84	1.9	2.3	81	본 발명에		
48	48	1.6	CR	89	10	1	82	2.4	0.7	83	본 발명에		
49	49	1.6	CR	92	8	0	92	3.5	0.8	34	본 발명에		
50	50	1.6	CR	91	9	0	93	3.4	0.7	38	본 발명에		
51	51	1.6	CR	92	8	0	89	3.0	0.8	62	본 발명에		
52	52	1.4	AL	90	4	6	88	3.5	0.4	60	비교예		
53	53	1.4	AL	73	27	0	87	2.2	3.2	57	비교예		
54	54	1.8	AL	90	10	0	88	2.6	1.0	61	비교예		
56	56	2.0	GA	73	20	7	87	2.3	2.6	71	비교예		
57	57	2.0	GA	76	24	1	87	2.3	2.4	60	비교예		
58	58	1.4	EG	85	14	1	91	3.1	1.2	76	비교예		
59	59	1.4	GI	88	12	0	92	2.5	1.2	61	비교예		
60	60	1.4	GI	85	15	0	91	2.8	1.5	48	비교예		

밑줄은 본 발명의 범위 외인 것을 나타낸다.

[표 4B]

[0393]

[0394]

강판 No.	강 No.	관		핫 스템프용 강판						비고	
		두께 mm	도금종	페라이트+마르텐사이트 면적%	마르텐사이트 면적%	페라이트+시멘타이트 면적%	GAM값이 0.5 이상인 페라이트의 비율%	페라이트의 평균 입경 μm	마르텐사이트의 평균 입경 μm		고용 Nb (ppm)
61	61	1.2	GI	87	13	0	86	2.3	1.4	43	비교예
62	62	1.2	CR	91	8	1	86	2.9	0.7	81	비교예
63	63	1.2	CR	92	9	0	85	2.6	0.7	83	비교예
64	64	1.7	CR	86	14	0	84	2.3	1.4	63	비교예
65	65	1.7	CR	86	14	0	85	2.3	1.3	62	비교예
66	66	1.4	GA	88	12	0	85	2.5	1.1	22	비교예
67	67	1.4	AL	92	8	1	88	0.9	0.7	73	비교예
68	68	1.4	AL	89	11	0	84	2.2	1.1	73	비교예
69	69	1.4	AL	85	15	0	83	1.5	1.5	81	비교예
70	70	1.4	AL	92	9	0	88	2.7	0.7	38	비교예
71	71	1.4	AL	89	11	0	85	2.4	1.2	60	비교예
72	72	1.4	AL	89	12	0	86	2.4	1.3	61	비교예
73	73	1.4	AL	88	12	0	86	2.4	1.2	65	비교예
74	74	1.4	AL	87	13	0	86	2.4	1.1	63	비교예
75	75	1.4	AL	87	13	1	86	1.3	2.3	78	본 발명에
76	76	1.2	GA	83	17	0	90	1.8	2.5	46	본 발명에
77	77	1.4	AL	87	12	1	85	2.1	1.1	15	비교예
78	78	1.2	GA	83	17	0	90	2.6	1.9	18	비교예
79	79	1.4	AL	87	12	1	85	2.1	1.1	21	비교예
80	80	1.4	AL	86	13	1	89	2.3	1.2	23	비교예
81	81	1.4	AL	85	15	0	100	9.3	1.6	23	비교예
82	82	1.6	CR	94	6	0	93	3.8	0.8	23	비교예
83	83	1.4	AL	88	11	1	63	1.8	1.1	22	비교예
84	84	1.4	AL	90	4	6	53	2.1	0.4	19	비교예
85	85	1.4	AL	66	0	34	34	0.8	-	18	비교예
86	86	1.2	GA	85	3	12	48	2.2	0.6	21	비교예
87	87	1.4	AL	89	3	8	85	2.4	0.2	22	비교예
88	88	1.4	AL	88	11	1	93	3.8	1.2	20	비교예
89	89	1.4	CR	87	15	0	98	2.0	1.2	196	본 발명에
90	90	1.4	AL	89	11	0	100	4.2	1.2	37	본 발명에

밀물은 본 발명의 범위 외인 것을 나타낸다.

[표 4C]

[0395]

[0396]

[0397] [표 5A]

제조 No.	강판 No.	강 No.	핫 스템프					비고
			Ac ₃ °C	가열 온도 °C	유지 시간 분	Ar ₃ °C	성형 개시 온도 °C	
1	1	1	840	920	2.5	737	780	본 발명에
2	2	2	805	920	2.5	735	780	본 발명에
3	3	3	824	925	2.0	717	780	본 발명에
4	4	4	833	925	2.0	728	780	본 발명에
5	5	5	856	895	1.0	804	820	본 발명에
6	6	6	849	895	1.0	722	780	본 발명에
7	7	7	846	905	1.5	759	780	본 발명에
8	8	8	847	905	1.5	774	820	본 발명에
9	9	9	834	910	2.0	738	780	본 발명에
10	10	10	832	910	2.0	763	780	본 발명에
11	11	11	824	915	2.0	757	780	본 발명에
12	12	12	827	915	2.0	753	780	본 발명에
13	13	13	828	900	3.0	747	780	본 발명에
14	14	14	841	900	3.0	744	780	본 발명에
15	15	15	822	940	1.5	732	780	본 발명에
16	16	16	832	940	1.5	725	780	본 발명에
17	17	17	836	940	1.5	730	780	본 발명에
18	18	18	836	900	1.0	733	780	본 발명에
19	19	19	824	900	1.0	732	780	본 발명에
20	20	20	825	900	1.0	746	780	본 발명에
21	21	21	826	900	1.0	752	780	본 발명에
22	22	22	855	910	1.5	789	800	본 발명에
23	23	23	837	915	1.5	747	780	본 발명에
24	24	24	844	930	2.5	751	780	본 발명에
25	25	25	854	910	1.5	776	820	본 발명에
26	26	26	814	890	1.0	735	780	본 발명에
27	27	27	837	915	1.5	742	780	본 발명에
28	28	28	845	930	2.5	749	780	본 발명에
29	29	29	833	930	2.5	730	780	본 발명에
30	30	30	831	930	2.5	733	780	본 발명에

[0398]

[0399] [표 5B]

제조 No.	강판 No.	강 No.	핫 스템프					비교
			Ac ₃ °C	가열 온도 °C	유지 시간 분	Ar ₃ °C	성형 개시 온도 °C	
31	31	31	834	930	2.5	735	780	본 발명에
32	32	32	833	930	2.5	732	780	본 발명에
33	33	33	833	930	2.5	732	780	본 발명에
34	34	34	834	930	2.5	733	780	본 발명에
35	35	35	832	930	2.5	728	780	본 발명에
36	36	36	832	930	2.5	735	780	본 발명에
37	37	37	832	930	2.5	731	780	본 발명에
38	38	38	835	930	2.5	737	780	본 발명에
39	39	39	833	930	2.5	729	780	본 발명에
40	40	40	833	930	2.5	731	780	본 발명에
41	41	41	829	930	2.5	729	780	본 발명에
42	42	42	832	930	2.0	738	780	본 발명에
43	43	43	809	890	1.5	740	780	본 발명에
44	44	44	808	890	1.5	742	780	본 발명에
45	45	45	817	890	1.5	722	780	본 발명에
46	46	46	855	890	0.5	796	820	본 발명에
47	47	47	821	890	0.5	746	780	본 발명에
48	48	48	857	915	1.0	740	780	본 발명에
49	49	49	858	915	1.0	748	780	본 발명에
50	50	50	842	915	1.0	784	820	본 발명에
51	51	51	851	915	1.0	745	780	본 발명에
52	52	52	851	920	3.0	775	820	비교예
53	53	53	799	920	3.0	718	780	비교예
54	54	54	817	920	2.0	723	780	비교예
56	56	56	831	895	1.0	787	820	비교예
57	57	57	818	895	1.0	674	780	비교예
58	58	58	846	900	1.5	756	780	비교예
59	59	59	831	900	1.0	770	820	비교예
60	60	60	829	900	1.0	753	780	비교예

밑줄은 본 발명의 범위 외인 것을 나타낸다.

[0400]

[0401] [표 5C]

제조 No.	강판 No.	강 No.	핫 스템프					비교
			Ac ₃ °C	가열 온도 °C	유지 시간 분	Ar ₃ °C	성형 개시 온도 °C	
61	61	61	847	900	1.0	749	780	비교예
62	62	62	853	910	1.5	766	780	비교예
63	63	63	852	910	1.5	766	780	비교예
64	64	64	825	910	1.5	766	780	비교예
65	65	65	856	910	1.5	772	820	비교예
66	66	66	838	910	0.5	746	780	비교예
67	67	67	844	900	3.0	748	780	비교예
68	68	68	835	945	1.0	745	780	비교예
69	69	69	815	945	1.0	736	780	비교예
70	70	70	844	900	3.0	748	780	비교예
71	71	71	834	930	2.5	735	780	비교예
72	72	72	834	930	2.5	733	780	비교예
73	73	73	831	930	2.5	733	780	비교예
74	74	74	832	930	2.5	728	880	비교예
75	75	75	835	930	2.5	738	780	본 발명에
76	76	76	808	890	1.5	738	780	본 발명에
77	77	38	835	930	2.5	737	780	비교예
78	78	43	809	890	1.5	740	780	비교예
79	79	38	835	930	2.5	737	780	비교예
80	80	38	835	930	2.5	737	780	비교예
81	81	38	835	930	2.5	737	780	비교예
82	82	50	842	915	1.0	784	820	비교예
83	83	38	835	930	2.5	737	780	비교예
84	84	38	835	930	2.5	737	780	비교예
85	85	38	835	930	2.5	737	780	비교예
86	86	43	809	890	1.5	740	780	비교예
87	87	38	835	930	2.5	737	780	비교예
88	88	38	835	930	2.5	737	780	비교예
89	89	77	824	915	2.0	762	780	본 발명에
90	90	78	833	930	2.5	732	780	본 발명에

밑줄은 본 발명의 범위 외인 것을 나타낸다.

[0402]

[표 6A]

계조 No.	강판 No.	강 No.	핫스탬프 성형체						기계 특성			비고	
			도금중 마르텐사이트 면적%	페라이트+ 베이나이트+ 시멘타이트+ 잔류 γ 면적%	구 γ 량의 평균 일경 μm	σ_{Hn} GPa	0.235×Hn GPa	인장 강도 MPa	굽힘성 α_m	굽힘 이양성 $\Delta\alpha$	내식성 평가		
1	1	1	AL	97	3	6.7	0.646	1.038	1097	83	9	E	본 발명에
2	2	2	AL	91	9	5.1	1.350	1.284	1335	73	14	E	본 발명에
3	3	3	AL	96	4	4.3	0.656	1.072	1117	78	8	G	본 발명에
4	4	4	AL	97	3	4.5	0.718	1.140	1197	80	11	G	본 발명에
5	5	5	GA	98	2	5.3	0.686	1.094	1103	93	9	G	본 발명에
6	6	6	GA	100	0	4.7	0.665	1.082	1134	83	13	G	본 발명에
7	7	7	GA	98	2	4.3	0.683	1.101	1165	92	10	G	본 발명에
8	8	8	GA	96	4	4.5	0.663	1.141	1171	96	11	G	본 발명에
9	9	9	CR	96	4	4.3	0.686	1.097	1182	93	10	G	본 발명에
10	10	10	CR	97	3	4.5	0.672	1.104	1185	92	11	G	본 발명에
11	11	11	CR	98	2	4.6	0.752	1.211	1260	85	12	B	본 발명에
12	12	12	CR	97	3	4.5	0.784	1.202	1263	79	12	B	본 발명에
13	13	13	AL	95	5	5.4	0.698	1.157	1176	86	11	V	본 발명에
14	14	14	AL	93	7	5.5	0.701	1.142	1171	83	11	V	본 발명에
15	15	15	AL	100	0	4.2	0.658	1.112	1137	75	10	V	본 발명에
16	16	16	AL	98	2	4.5	0.676	1.125	1131	72	11	E	본 발명에
17	17	17	AL	98	2	6.3	0.719	1.158	1177	87	11	V	본 발명에
18	18	18	GI	99	1	6.2	0.741	1.147	1194	89	10	V	본 발명에
19	19	19	GI	99	1	6.1	0.685	1.125	1152	92	11	V	본 발명에
20	20	20	EG	98	2	4.1	0.662	1.105	1149	94	9	G	본 발명에
21	21	21	EG	99	1	4.3	0.682	1.101	1135	96	9	G	본 발명에
22	22	22	AL	97	3	4.3	0.678	1.074	1134	93	8	G	본 발명에
23	23	23	CR	98	2	6.8	0.668	1.136	1171	90	12	G	본 발명에
24	24	24	AL	98	2	4.2	0.653	1.098	1130	81	14	V	본 발명에
25	25	25	AL	96	4	4.3	0.700	1.110	1134	86	10	V	본 발명에
26	26	26	GA	98	2	4.6	0.765	1.196	1248	79	13	G	본 발명에
27	27	27	CR	99	1	5.8	0.681	1.119	1161	93	11	G	본 발명에
28	28	28	AL	94	6	5.9	1.230	1.076	1133	81	14	V	본 발명에
29	29	29	AL	98	2	4.5	0.690	1.147	1187	84	11	V	본 발명에
30	30	30	AL	98	2	4.3	0.701	1.106	1187	85	11	E	본 발명에

[표 6A]

[0403]

[0404]

계조 No.	강판 No.	강도급종	핫 스템프 성형체				기계 특성			비고		
			마르텐사이트 면적%	페라이트+ 베이나이트+ 시멘타이트+ 잔류 γ 면적%	구멍의 평균 인경 d_m	σ_{Hn} GPa	$0.235 \times H_n$ GPa	인장 강도 MPa	굽힘성 α_m		굽힘 이완성 $\Delta \alpha$	내식성 평가
31	31	AL	98	2	4.4	0.691	1.114	1187	85	11	E	본 발명에
32	32	AL	98	2	4.8	0.701	1.136	1187	85	11	E	본 발명에
33	33	AL	98	2	4.3	0.683	1.102	1187	85	11	E	본 발명에
34	34	AL	98	2	4.6	0.700	1.112	1187	85	11	E	본 발명에
35	35	AL	98	2	4.5	0.711	1.103	1154	83	11	V	본 발명에
36	36	AL	98	2	4.6	0.679	1.126	1187	85	11	V	본 발명에
37	37	AL	98	2	3.8	0.724	1.103	1187	85	11	V	본 발명에
38	38	AL	99	1	4.8	0.683	1.102	1170	87	12	E	본 발명에
39	39	AL	98	2	4.5	0.698	1.150	1187	85	11	E	본 발명에
40	40	AL	98	2	4.6	0.674	1.137	1187	76	11	E	본 발명에
41	41	AL	99	1	4.8	0.687	1.106	1149	87	11	V	본 발명에
42	42	AL	94	6	4.4	0.675	1.123	1165	89	12	V	본 발명에
43	43	GA	96	4	4.5	0.773	1.258	1292	85	13	G	본 발명에
44	44	GA	96	4	4.3	0.746	1.265	1292	75	13	G	본 발명에
45	45	GA	99	1	4.3	0.775	1.260	1281	84	14	G	본 발명에
46	46	GI	100	0	6.2	0.776	1.238	1312	81	13	V	본 발명에
47	47	GI	99	1	4.4	0.772	1.227	1311	77	14	V	본 발명에
48	48	CR	98	2	4.2	0.677	1.054	1117	94	11	G	본 발명에
49	49	CR	100	0	4.8	0.680	1.061	1123	93	11	B	본 발명에
50	50	CR	94	6	4.9	0.657	1.078	1113	93	10	B	본 발명에
51	51	CR	96	4	4.2	0.685	1.075	1121	94	10	B	본 발명에
52	52	AL	83	17	5.3	0.633	1.019	873	111	11	E	비교예
53	53	AL	99	1	4.1	1.530	1.324	1432	65	18	E	비교예
54	54	AL	96	4	4.5	0.684	1.083	1167	73	12	V	비교예
56	56	GA	71	29	4.5	0.758	1.313	731	122	14	V	비교예
57	57	GA	100	0	4.4	1.520	1.279	1383	66	18	V	비교예
58	58	EG	98	2	4.3	0.710	1.122	1157	84	11	G	비교예
59	59	GI	97	3	4.6	0.691	1.118	1153	82	11	G	비교예
60	60	GI	97	3	4.4	0.764	1.229	1256	64	13	G	비교예

밀물은 본 발명의 범위 외인 것, 특성이 바람직하지 않은 것을 나타낸다.

[표 6B]

[0405]

[0406]

[표 6C]

[0407] 밑줄은 본 발명의 범위 외인 것, 특성이 바람직하지 않은 것을 나타낸다.

제조 No.	강판 No.	강 No.	핫스탬프 성형체					기계 특성			비고		
			도금종	마르텐사이트 단적%	페라이트+ 베이나이트+ 시멘타이트+ 잔류 γ 단적%	γ 램의 평균 일경 μm	σ_{Hn} GPa	0.235 × Hn GPa	인장 강도 MPa	굴림성 이형성 $\Delta\alpha$		내식성 평가	
61	61	61	GI	97	3	5.8	0.717	1.168	1193	72	11	G	비교예
62	62	62	CR	52	48	-	0.659	1.077	783	101	9	G	비교예
63	63	63	CR	98	2	4.6	0.679	1.093	1107	82	9	B	비교예
64	64	64	CR	99	1	5.9	0.701	1.153	873	84	10	G	비교예
65	65	65	CR	100	0	5.4	0.717	1.160	883	86	10	B	비교예
66	66	66	GA	97	3	7.5	1.320	1.102	1154	84	18	V	비교예
67	67	67	AL	98	3	1.3	1.230	1.086	1124	75	16	E	비교예
68	68	68	AL	98	32	4.3	0.692	1.097	852	88	10	V	비교예
69	69	69	AL	98	2	4.4	0.742	1.186	1265	58	13	V	비교예
70	70	70	AL	96	4	6.5	0.692	1.100	1143	76	9	V	비교예
71	71	71	AL	82	18	4.5	0.711	1.121	833	112	11	E	비교예
72	72	72	AL	71	29	4.3	0.714	1.134	823	113	11	E	비교예
73	73	73	AL	73	27	4.5	0.712	1.103	894	103	11	E	비교예
74	74	74	AL	97	3	4.5	0.707	1.117	1168	75	11	V	비교예
75	75	75	AL	99	1	4.9	0.069	1.110	1169	88	11	E	본 발명에
76	76	76	GA	96	4	4.4	0.780	1.250	1288	85	12	G	본 발명에
77	77	77	AL	99	1	8.2	1.510	1.102	1170	75	16	E	비교예
78	78	78	GA	96	4	7.9	1.530	1.258	1292	71	17	G	비교예
79	79	79	AL	99	1	7.2	1.250	1.102	1170	76	16	E	비교예
80	80	80	AL	99	1	7.5	1.130	1.102	1152	78	18	E	비교예
81	81	81	AL	99	1	9.2	1.130	1.102	1161	78	16	E	비교예
82	82	82	CR	94	6	8.1	1.110	1.078	1113	81	16	B	비교예
83	83	83	AL	99	1	7.3	1.140	1.102	1170	76	19	E	비교예
84	84	84	AL	99	1	8.2	1.210	1.102	1153	74	17	E	비교예
85	85	85	AL	99	1	8.2	1.310	1.102	1143	71	17	E	비교예
86	86	43	GA	96	4	9.2	1.140	1.258	1292	67	16	G	비교예
87	87	38	AL	99	1	7.1	1.210	1.102	1170	78	18	E	비교예
88	88	38	AL	99	1	8.3	0.930	1.102	1156	77	14	E	비교예
89	89	77	CR	98	2	3.4	0.754	1.211	1280	88	9	B	본 발명에
90	90	78	AL	98	2	4.5	0.675	1.138	1187	76	11	E	본 발명에

[표 7]

[0408]

인장 강도 (MPa)	판 두께 (mm)			
	980 이상 1080 미만	1080 이상 1180 미만	1180 이상 1280 미만	1280 이상 1370 미만
0.8미만	99	91	82	75
0.8이상 1.1미만	94	86	78	70
1.1이상 1.3미만	91	83	75	66
1.3이상 1.5미만	88	80	72	64
1.5이상 1.7미만	87	78	69	61
1.7이상 1.9미만	84	74	66	58
1.9이상 2.1미만	79	71	63	55
2.1이상 2.3미만	75	67	58	51
2.3이상	72	64	55	48

[0410]

[0411] [표 8]

인장 강도 (MPa) 판 두께 (mm)	980 이상 1080 미만	1080 이상 1180 미만	1180 이상 1280 미만	1280 이상 1370 미만
0.8 미만	105	97	88	81
0.8 이상 1.1 미만	100	92	84	76
1.1 이상 1.3 미만	97	89	81	72
1.3 이상 1.5 미만	94	86	78	70
1.5 이상 1.7 미만	93	84	75	67
1.7 이상 1.9 미만	90	80	72	64
1.9 이상 2.1 미만	85	77	69	61
2.1 이상 2.3 미만	81	73	64	57
2.3 이상	78	70	61	54

[0412]

산업상 이용가능성

[0413]

본 발명에 관한 상기 양태에 의하면, 높은 강도 및 우수한 굽힘성을 갖고, 또한 굽힘성의 이방성이 작은 핫 스탬프 성형체, 그리고, 이 핫 스탬프 성형체를 제조할 수 있는 핫 스탬프용 강판을 제공할 수 있다.