



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0086035
(43) 공개일자 2017년07월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C21D 7/13 (2006.01) C21D 1/18 (2006.01)
C21D 8/02 (2006.01) C21D 9/46 (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01) C22C 38/04 (2006.01)
C22C 38/06 (2006.01) C22C 38/38 (2006.01)
C23C 2/06 (2006.01) C23C 2/12 (2006.01)
C23C 2/28 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C21D 7/13 (2013.01)
C21D 1/18 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-7013241

(22) 출원일자(국제) 2015년11월17일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2017년05월16일

(86) 국제출원번호 PCT/IB2015/058887

(87) 국제공개번호 WO 2016/079675

국제공개일자 2016년05월26일

(30) 우선권주장

PCT/IB2014/066128 2014년11월18일
국제사무국(IB)(IB)

(71) 출원인

아르셀러미탈

룩셈부르크 1160 룩셈부르크 볼르바르 다브랑슈
24-26

(72) 발명자

아를라자로프 아르텐

프랑스 에프-54700 블레노 레 폰-타-무송 끌로 데
그라비에 24

주 Kang

프랑스 에프-57000 메즈 뒤 테 로소 18

(74) 대리인

특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 25 항

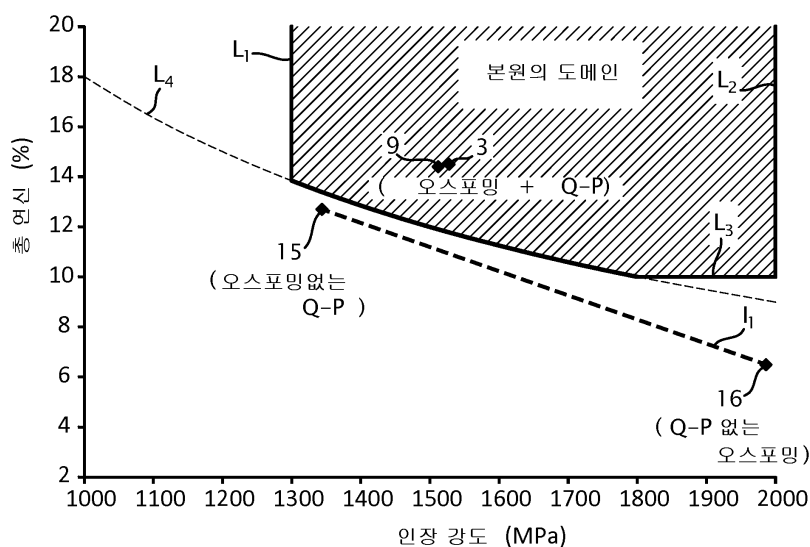
(54) 발명의 명칭 고강도 강 제품을 제조하는 방법 및 그로 인해 얻어지는 강 제품

(57) 요약

강 제품을 제조하는 방법으로서 : 380 °C ~ 700 °C 의 온도에서 가열된 강 출발 제품을 제공하는 단계로서, 상기 가열된 강 출발 제품은 준안정성 완전 오스테나이트 조직을 가지며, 상기 가열된 강 출발 제품은 중량% 로: $0.15\% \leq C \leq 0.40\%$, $1.5\% \leq Mn \leq 4.0\%$, $0.5\% \leq Si \leq 2.5\%$, $0.005\% \leq Al \leq 1.5\%$, 여기에서, $0.8\% \leq$

(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



$Si + Al \leq 2.5\%$, $S \leq 0.05\%$, $P \leq 0.1\%$, Cr 및 Mo 중에서 선택된 적어도 하나의 원소: 여기에서, $0\% \leq Cr \leq 4.0\%$, $0\% \leq Mo \leq 0.5\%$, 및 $2.7\% \leq Mn + Cr + 3 Mo \leq 5.7\%$, 및 선택적으로 하나 또는 여러 개의 원소들: $Nb \leq 0.1\%$, $Ti \leq 0.1\%$, $Ni \leq 3.0\%$, $0.0005\% \leq B \leq 0.005\%$, $0.0005\% \leq Ca \leq 0.005\%$, 철 및 제련으로 인한 불가피한 불순물들로 구성되는 조성의 잔부를 포함하는 조성을 가지고; 완전 오스테나이트의 열간 성형된 강 제품을 얻기 위해, 상기 가열된 강 출발 제품을 상기 가열된 강 출발 제품의 적어도 하나의 위치에서, 누적 변형 (ϵ_b) 을 0.1 ~ 0.7 로 하여, 700 °C ~ 380 °C 의 온도에서 열간 성형 단계; 40% ~ 90% 의 마르텐사이트를 포함하는 조직을 얻고, 조직의 잔부는 오스테나이트가 되도록 하기 위하여, 상기 열간 성형된 강 제품을 임계 마르텐사이트 냉각 속도보다 높은 냉각 속도 (VR_2) 에서, M_s 보다 낮은 급냉 온도 (QT) 로 냉각시킴으로써 급냉시키는 단계; 상기 제품을 QT ~ 470 °C 사이의 유지 온도 (PT) 까지 유지하거나 재가열하고 상기 온도 (PT) 에서 5 ~ 600 초의 지속기간 (Pt) 동안 유지하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류

C21D 8/0226 (2013.01)

C21D 9/46 (2013.01)

C22C 38/02 (2013.01)

C22C 38/04 (2013.01)

C22C 38/06 (2013.01)

C22C 38/38 (2013.01)

C23C 2/06 (2013.01)

C23C 2/12 (2013.01)

C23C 2/28 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

강 제품을 제조하는 방법으로서,

- 380 ℃ ~ 700 ℃ 의 온도에서 가열된 강 출발 제품을 제공하는 단계로서, 상기 가열된 강 출발 제품은 준안정성 완전 오스테나이트 조직을 가지며, 상기 가열된 강 출발 제품은, 중량% 로:

$$0.15\% \leq C \leq 0.40\%,$$

$$1.5\% \leq Mn \leq 4.0\%,$$

$$0.5\% \leq Si \leq 2.5\%,$$

$$0.005\% \leq Al \leq 1.5\%,$$

$$\text{여기에서, } 0.8\% \leq Si + Al \leq 2.5\%,$$

$$S \leq 0.05\%,$$

$$P \leq 0.1\%,$$

Cr 및 Mo 중에서 선택된 적어도 하나의 원소:

여기에서,

$$0\% \leq Cr \leq 4.0\%,$$

$$0\% \leq Mo \leq 0.5\%,$$

및

$$2.7\% \leq Mn + Cr + 3 Mo \leq 5.7\%,$$

및 선택적으로 이하에서 선택되는 하나 또는 여러 개의 원소들:

$$Nb \leq 0.1\%,$$

$$Ti \leq 0.1\%,$$

$$Ni \leq 3.0\%,$$

$$0.0005\% \leq B \leq 0.005\%,$$

$$0.0005\% \leq Ca \leq 0.005\%,$$

철 및 제련으로 인한 불가피한 불순물들로 구성되는 조성의 잔부를 포함하는 조성을 가지는, 상기 강 출발 제품을 제공하는 단계,

- 열간 성형된 강 제품을 얻기 위해, 상기 가열된 강 출발 제품의 적어도 하나의 위치에서, 누적 변형 (ϵ_b) 을 0.1 ~ 0.7 로 하여, 700 ℃ ~ 380 ℃ 의 온도에서 상기 가열된 강 출발 제품을 열간 성형하는 단계로서, 상기 강의 조직은 완전 오스테나이트로 남아 있는, 상기 열간 성형 단계,

- 40% ~ 90% 의 마르텐사이트를 포함하는 조직을 얻고, 상기 조직의 잔부는 오스테나이트가 되도록 하기 위하여, 상기 열간 성형된 강 제품을 임계 마르텐사이트 냉각 속도보다 높은 냉각 속도 (VR_c) 에서, 상기 강의 마르텐사이트 시작 온도 (M_s) 보다 낮은 급냉 온도 (Q_T) 로 냉각시킴으로써 급냉시키는 단계,

- 상기 강 제품을 $Q_T \sim 470$ ℃ 의 유지 온도 (PT) 로 유지하거나 재가열하고 상기 유지 온도 (PT) 에서 5 ~ 600 초의 지속기간 (Pt) 동안 상기 강 제품을 유지하는 단계를 연속적으로 포함하는, 강 제품을 제조하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

새로운 마르텐사이트를 얻기 위해 유지되는 상기 강 제품을 0.005 °C/s 보다 높은 냉각 속도로 주위 온도로 냉각시키는 단계를 더 포함하는, 강 제품을 제조하는 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 가열된 강 출발 제품은 열간 압연된 강 시트이고, 상기 강 제품은 강 시트이며, 상기 열간 성형 단계는 압연 단계인, 강 제품을 제조하는 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 가열된 강 출발 제품을 제공하는 단계는:

- 완전 오스테나이트 조직을 얻기 위해 제 1 항에 따른 조성을 가진 강 반제품을 상기 강의 온도 (AC_3) 보다 높은 온도로 가열하는 단계,
- 상기 가열된 강 출발 제품을 얻기 위해, 누적 감소 변형 (ϵ_a) 을 1 보다 크게 하여, 상기 강 반제품을 1200 ~ 850 °C 의 온도 (T_2) 를 넘는 온도에서 조압연 단계를 가하는 단계를 포함하는, 강 제품을 제조하는 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 가열된 강 출발 제품은 30 μm 미만의 평균 오스테나이트 입자 크기를 가지는, 강 제품을 제조하는 방법.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 출발 제품은 강 블랭크이고, 상기 강 제품은 강 부품이며, 상기 가열된 강 출발 제품을 제공하는 단계는 완전 오스테나이트 조직을 얻기 위해 상기 강의 온도 (AC_3) 를 초과하는 온도로 상기 강 블랭크를 가열하는 단계를 포함하는, 강 제품을 제조하는 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 강 블랭크는 1.0 mm ~ 4.0 mm 의 두께를 가지는, 강 제품을 제조하는 방법.

청구항 8

제 6 항 또는 제 7 항에 있어서,

상기 열간 성형 단계는 열간 압연 단계인, 강 제품을 제조하는 방법.

청구항 9

제 6 항 또는 제 7 항에 있어서,

상기 열간 성형 단계는 열간 스탬핑 단계인, 강 제품을 제조하는 방법.

청구항 10

제 6 항 또는 제 7 항에 있어서,

상기 열간 성형 단계는 열간 스피닝 단계인, 강 제품을 제조하는 방법.

청구항 11

제 6 항 또는 제 7 항에 있어서,
상기 열간 성형 단계는 압연 성형 단계인, 강 제품을 제조하는 방법.

청구항 12

제 6 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 강 블랭크는 적어도 하나의 코팅층을 포함하는, 강 제품을 제조하는 방법.

청구항 13

제 9 항에 있어서,
가열전에 상기 출발 제품상에 코팅층이 도포되고, 상기 코팅층은 알루미늄 또는 알루미늄계 코팅 또는 아연 또는 아연계 코팅인, 강 제품을 제조하는 방법.

청구항 14

강 제품으로서, 중량% 로,

$$0.15\% \leq C \leq 0.40\%,$$

$$1.5\% \leq Mn \leq 4.0\%,$$

$$0.5\% \leq Si \leq 2.5\%,$$

$$0.005\% \leq Al \leq 1.5\%,$$

$$\text{여기에서, } 0.8\% \leq Si + Al \leq 2.5\%,$$

$$S \leq 0.05\%,$$

$$P \leq 0.1\%,$$

Cr 및 Mo 중에서 선택된 적어도 하나의 원소:

여기에서,

$$0\% \leq Cr \leq 4.0\%,$$

$$0\% \leq Mo \leq 0.5\%,$$

및

$$2.7\% \leq Mn + Cr + 3 Mo \leq 5.7\%,$$

및 선택적으로 이하에서 선택되는 하나 또는 여러 개의 원소들,

$$Nb \leq 0.1\%$$

$$Ti \leq 0.1\%,$$

$$Ni \leq 3.0\%$$

$$0.0005\% \leq B \leq 0.005\%$$

$$0.0005\% \leq Ca \leq 0.005\%,$$

철 및 세련으로 인한 불가피한 불순물들로 구성되는 조성의 잔부를 포함하는 조성을 가지고,

상기 강 제품의 적어도 하나의 위치의 조직은:

- 적어도 40% 의 표면 백분율을 갖는 탄화물들이 없는 템퍼링된 마르텐사이트 또는 마르텐사이트의 라스들로서,
상기 마르텐사이트 라스들은 1 μm 미만의 평균 크기를 가지며, 상기 마르텐사이트 라스들의 애스펙트비는 2 ~ 5 인, 상기 템퍼링된 마르텐사이트 또는 마르텐사이트의 라스들,

- 아일랜드 (islands) 또는 필름 형상의 새로운 마르텐사이트로서, 상기 새로운 마르텐사이트의 표면 백분율이 5% ~ 30% 인, 상기 새로운 마르텐사이트, 및
- 표면 백분율이 5% ~ 35% 인 오스테나이트로 구성되는, 강 제품.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 강의 인장 강도 (TS) 와 상기 강의 균일한 연신 (UE) 의 곱은 13000 MPa% 이상인, 강 제품.

청구항 16

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,

에스펙트비가 3 보다 작은 상기 새로운 마르텐사이트의 아일랜드의 최대 크기는 3 μm 보다 작은, 강 제품.

청구항 17

제 14 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

이전의 오스테나이트 입자의 평균 크기는 30 μm 보다 작은, 강 제품.

청구항 18

제 14 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,

이전의 오스테나이트 입자의 에스펙트비는 1.3 보다 높은, 강 제품.

청구항 19

제 14 항 내지 제 18 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 오스테나이트는 필름 또는 아일랜드 형상이며, 상기 필름 또는 아일랜드의 최소 치수는 0.3 μm 보다 작은 값을 가지고, 상기 필름 또는 아일랜드의 최대 치수는 2 μm 보다 작은 평균값을 가지는, 강 제품.

청구항 20

제 14 항 내지 제 19 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 템퍼링된 마르텐사이트는 상기 템퍼링된 마르텐사이트의 표면과 비교하여 표면 백분율로 0.5% 미만의 탄화물들을 포함하고, 상기 탄화물들은 50 nm 미만의 평균 크기를 가지는, 강 제품.

청구항 21

제 14 항 내지 제 20 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 강 제품은 강 시트이고, 전체 강 시트의 조직은,

- 표면 백분율이 적어도 40% 인, 탄화물들이 없는 템퍼링된 마르텐사이트 또는 마르텐사이트의 라스들,
- 아일랜드 또는 필름 형상의 새로운 마르텐사이트로서, 상기 새로운 마르텐사이트의 표면 백분율이 5% ~ 30% 인, 상기 새로운 마르텐사이트, 및
- 표면 백분율이 5% ~ 35% 인 오스테나이트로 구성되는, 강 제품.

청구항 22

제 14 항 내지 제 20 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 강 제품은 열간 스템핑된 강 부품이고, 상기 열간 스템핑된 부품의 체적의 적어도 20% 의 조직은:

- 표면 백분율이 적어도 40% 인, 탄화물들이 없는 템퍼링된 마르텐사이트 또는 마르텐사이트의 라스들,
- 아일랜드 또는 필름 형상의 새로운 마르텐사이트로서, 상기 새로운 마르텐사이트의 표면 백분율이 5% ~ 30%

인, 상기 새로운 마르텐사이트, 및

- 표면 백분율이 5% ~ 35% 인 오스테나이트로 구성되는, 강 제품.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 강 제품은 적어도 하나의 코팅층을 포함하는, 강 제품.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 코팅층은 아연 또는 아연계 합금 또는 알루미늄 또는 알루미늄계 합금인, 강 제품.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 코팅층은 열간 스탬핑 전에 도포되는, 강 제품.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고강도 강 제품을 제조하는 방법 및 이 방법으로 얻어지는 고강도 강 제품에 관한 것이다.

[0002] 보다 자세하게는, 본 발명은 양호한 연신 특성들 및 높은 인장 강도를 조합한 강 제품, 예를 들어 강 시트 또는 강 부품을 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] DP (Dual Phase) 강들 또는 TRIP (TRansformation Induced Plasticity) 강들로 제조된 고강도 강 시트들은 현재 자동차 산업, 자동차들 및 트럭들의 다양한 부품들을 제조하는데 사용된다.

[0004] 이러한 강들로 제조된 장비들의 중량을 저감하기 위해서는, 양호한 가공성을 구비하는데 필요한 연신을 저하시키지 않으면서 그리고 용접성을 저하시키지 않으면서, 인장 강도 및 항복 강도를 증가시키는 것이 매우 바람직하다.

[0005] 이러한 목적을 위해, WO 2012/153008 에서는 0.15% ~ 0.4% C, 1.5% ~ 3% Mn, 및 0.005% ~ 2% Si 를 함유하는 CMnSi 강들을 사용하는 것이 개시되어 있고, 이러한 강들은 전체적으로 마르텐사이트 조직을 가지도록 열처리된다.

[0006] 따라서, WO 2012/153008 에는, 1050 °C ~ 1250 °C 의 온도에서 강을 가열한 후, 1150 °C ~ 900 °C 의 온도에서 조압연을 가하고, 그 후 380 °C ~ 600 °C 의 온도로 냉각하며, 이 온도에서 최종 열간 압연을 가하고, 그 후에 직접 주위 온도로 급냉되는 강 시트 또는 강 부품을 제조하는 방법이 개시되어 있다.

[0007] 이러한 제조 방법은, 강을 오스테나이트화한 후 완전 마르텐사이트 경화를 얻기 위해 급냉함으로써 제조되는 강 시트들의 인장 강도보다 높은 인장 강도를 가진 강 시트 또는 강 부품을 얻도록 해준다.

[0008] 하지만, 이러한 방법이 강의 연신 특성들을 손상시키지 않더라도 이러한 특성들을 개선시키지도 않는다. 이러한 방법으로 얻어진 강 시트들의 총 연신 (TE) 은 일반적으로 약 1600 MPa 의 인장 강도에 대하여 7% 미만으로 제한된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 따라서, 1000 MPa 초과 1700 MPa 까지의 항복 강도 (YS), 1300 MPa 초과 2000 MPa 까지의 인장 강도 (TS), 7% 초과 10%의 균일한 연신 (UE), 10% 초과 15%의 총 연신 (TE), 18000 MPa% 보다 높은 인장 강도 × 총 연신 (TS × TE) 곱 및 13000 MPa% 보다 높은 인장 강도 × 균일한 연신 (TS × UE) 곱을 가진 강 시트 또는 강 부품을 제조할

수 있는 것이 바람직한 것으로 남아 있다. 이러한 특성들은 2009 년 10 월에 공개된 ISO 표준 ISO 6892-1 에 따라서 측정된다. 측정 방법들의 차이, 특히 사용된 시편의 크기 차이로 인해, ISO 표준에 따른 총 연신의 값들이 매우 상이하며, 특히 JIS Z 2201-05 표준에 따른 총 연신의 값들보다 낮다.

과제의 해결 수단

이러한 목적을 위해, 본원은 강 제품을 제조하는 방법에 관한 것으로, 이하의 연속 단계들:

- 380 °C ~ 700 °C 의 온도에서 가열된 강 출발 제품 (starting product) 을 제공하는 단계로서, 상기 가열된 강 출발 제품은 준안정성 완전 오스테나이트 조직을 가지며, 상기 가열된 강 출발 제품은, 중량% 로:

$0.15\% \leq C \leq 0.40\%$,

$1.5\% \leq Mn \leq 4.0\%$,

$0.5\% \leq Si \leq 2.5\%$,

$0.005\% \leq Al \leq 1.5\%$,

여기에서 $0.8\% \leq Si + Al \leq 2.5\%$,

$S \leq 0.05\%$,

$P \leq 0.1\%$,

Cr 및 Mo 중에서 선택된 적어도 하나의 원소 :

여기에서,

$0\% \leq Cr \leq 4.0\%$,

$0\% \leq Mo \leq 0.5\%$,

및

$2.7\% \leq Mn + Cr + 3 Mo \leq 5.7\%$,

및 선택적으로 하나 또는 여러 개의 원소들:

$Nb \leq 0.1\%$,

$Ti \leq 0.1\%$,

$Ni \leq 3.0\%$,

$0.0005\% \leq B \leq 0.005\%$,

$0.0005\% \leq Ca \leq 0.005\%$,

철 및 세련으로 인한 불가피한 불순물들로 구성되는 조성의 잔부를 포함하는 조성을 가지는, 상기 강 출발 제품을 제공하는 단계,

- 열간 성형된 강 제품을 얻기 위해, 상기 가열된 강 출발 제품의 적어도 하나의 위치에서, 누적 변형 (cumulated strain; ϵ_b) 을 0.1 ~ 0.7 로 하여, 700 °C ~ 380 °C 의 온도에서 상기 가열된 강 출발 제품을 열간 성형하는 단계로서, 상기 강의 조직은 완전 오스테나이트로 남아 있는, 상기 열간 성형 단계,

- 40% ~ 90% 의 마르텐사이트를 포함하는 조직을 얻고, 상기 조직의 잔부는 오스테나이트가 되도록 하기 위하여, 상기 열간 성형된 강 제품을 임계 마르텐사이트 냉각 속도보다 높은 냉각 속도 (VR_c) 에서, 강의 마르텐사이트 시작 온도 (M_s) 보다 낮은 급냉 온도 (QT) 까지 냉각시킴으로써 급냉시키는 단계,

- 상기 강 제품을 QT ~ 470 °C 의 유지 온도 (PT) 로 유지하거나 재가열하고 상기 유지 온도 (PT) 에서 5 ~ 600 초의 지속기간 (Pt) 동안 상기 강 제품을 유지하는 단계를 포함한다.

본원의 다른 유리한 양태들에 따르면, 본 방법은 단독으로 또는 어떠한 기술적으로 가능한 조합에 따라서 고려되는 이하의 특징들 중 하나 이상을 포함한다:

- [0036] - 본 방법은 새로운 마르텐사이트를 얻기 위해 유지되는 제품을 0.005 °C/s 보다 높은 냉각 속도로 주위 온도로 냉각시키는 단계를 더 포함하고;
- [0037] - 가열된 강 출발 제품은 열간 압연된 강 시트이고, 강 제품은 강 시트이며, 상기 열간 성형 단계는 압연 단계이며;
- [0038] - 가열된 강 출발 제품을 제공하는 단계는:
- [0039] ● 완전 오스테나이트 조직을 얻기 위해 청구항 1 에 따른 조성을 가진 강 반제품을 강의 온도 (AC_3) 보다 높은 온도로 가열하는 단계,
- [0040] ● 상기 가열된 강 출발 제품을 얻기 위해, 누적 감소 변형 (ϵ_a) 을 1 보다 크게 하여, 상기 강 반제품을 1200 ~ 850 °C 의 온도 (T_2) 를 넘는 온도에서 조압연하는 단계를 가하는 단계를 포함하고;
- [0041] - 상기 가열된 강 출발 제품은 30 μ m 미만의 평균 오스테나이트 입자 크기를 가지며;
- [0042] - 상기 출발 제품은 강 블랭크이고, 상기 강 제품은 강 부품이며, 가열된 강 출발 제품을 제공하는 단계는 완전 오스테나이트 조직을 얻기 위해 상기 강의 온도 (AC_3) 를 초과하는 온도로 상기 강 블랭크를 가열하는 단계를 포함하고;
- [0043] - 상기 강 블랭크는 1.0 mm ~ 4.0 mm 의 두께를 가지며;
- [0044] - 상기 열간 성형 단계는 열간 압연 단계이고;
- [0045] - 상기 열간 성형 단계는 열간 스탬핑 단계이며;
- [0046] - 상기 열간 성형 단계는 열간 스펀닝 단계이고;
- [0047] - 상기 열간 성형 단계는 압연 성형 단계이며;
- [0048] - 상기 강 블랭크는 적어도 하나의 코팅층을 포함하고;
- [0049] - 가열전에 상기 출발 제품상에 코팅층이 도포되고, 상기 코팅층은 알루미늄 또는 알루미늄계 코팅 또는 아연 또는 아연계 코팅이다.
- [0050] 본원은 또한 중량% 로 이하를 포함하는 조성을 가진 강 제품에 관한 것이다:
- [0051] $0.15\% \leq C \leq 0.40\%$,
- [0052] $1.5\% \leq Mn \leq 4.0\%$,
- [0053] $0.5\% \leq Si \leq 2.5\%$,
- [0054] $0.005\% \leq Al \leq 1.5\%$,
- [0055] 여기에서, $0.8\% \leq Si + Al \leq 2.5\%$,
- [0056] $S \leq 0.05\%$,
- [0057] $P \leq 0.1\%$,
- [0058] Cr 및 Mo 중에서 선택된 적어도 하나의 원소:
- [0059] 여기에서,
- [0060] $0\% \leq Cr \leq 4.0\%$,
- [0061] $0\% \leq Mo \leq 0.5\%$,
- [0062] 및
- [0063] $2.7\% \leq Mn + Cr + 3 Mo \leq 5.7\%$,
- [0064] 및 선택적으로 하나 또는 여러 개의 원소들,
- [0065] $Nb \leq 0.1\%$

- [0066] $Ti \leq 0.1\%$,
- [0067] $Ni \leq 3.0\%$
- [0068] $0.0005\% \leq B \leq 0.005\%$
- [0069] $0.0005\% \leq Ca \leq 0.005\%$,
- [0070] 철 및 제련으로 인한 불가피한 불순물들로 구성되는 조성의 잔부를 포함하고,
- [0071] 강 제품의 적어도 하나의 위치의 조직은:
- [0072] - 표면 백분율이 적어도 40% 인, 탄화물들이 없는 템퍼링된 마르텐사이트 또는 마르텐사이트의 라스들 (laths),
- [0073] - 아일랜드 (islands) 또는 필름 형상의 새로운 마르텐사이트로서, 상기 새로운 마르텐사이트의 표면 백분율이 5% ~ 30% 인, 상기 새로운 마르텐사이트, 및
- [0074] - 표면 백분율이 5% ~ 35% 인 오스테나이트로 구성된다.
- [0075] 본원의 다른 유리한 양태들에 따르면, 강 제품은 단독으로 또는 어떠한 기술적으로 가능한 조합에 따라서 고려되는 이하의 특징들 중 하나 이상을 포함한다:
- [0076] - 강의 인장 강도 (TS) 와 강의 균일한 연신 (UE) 의 곱은 13000 MPa% 이상이고;
- [0077] - 상기 마르텐사이트 라스들은 1 μm 미만의 평균 크기를 가지고, 상기 마르텐사이트 라스들의 애스펙트비는 2 ~ 5 이며;
- [0078] - 애스펙트비가 3 보다 낮은 상기 새로운 마르텐사이트의 아일랜드의 최대 크기는 3 μm 보다 작고;
- [0079] - 이전의 오스테나이트 입자의 평균 크기는 30 μm 보다 작으며;
- [0080] - 이전의 오스테나이트 입자의 애스펙트비는 1.3 보다 높고;
- [0081] - 상기 오스테나이트는 필름 또는 아일랜드 형상이며, 상기 필름 또는 아일랜드의 최소 치수는 0.3 μm 보다 작은 값을 가지고, 상기 필름 또는 아일랜드의 최대 치수는 2 μm 보다 작은 평균값을 가지며;
- [0082] - 상기 템퍼링된 마르텐사이트는 상기 템퍼링된 마르텐사이트의 표면과 비교하여 표면 백분율로 0.5% 미만의 탄화물들을 포함하고, 상기 탄화물들은 50 nm 보다 작은 평균 크기를 가지며;
- [0083] - 상기 강 제품은 강 시트이고, 전체 강 시트의 조직은:
- [0084] ● 표면 백분율이 적어도 40% 인, 탄화물들이 없는 템퍼링된 마르텐사이트 또는 마르텐사이트의 라스들,
- [0085] ● 아일랜드 또는 필름 형상의 새로운 마르텐사이트로서, 상기 새로운 마르텐사이트의 표면 백분율이 5% ~ 30% 인, 상기 새로운 마르텐사이트, 및
- [0086] ● 표면 백분율이 5% ~ 35% 인 오스테나이트로 구성되며;
- [0087] - 상기 강 제품은 열간 스탬핑된 강 부품이고, 상기 열간 스탬핑된 부품의 체적의 적어도 20%의 조직은:
- [0088] ● 표면 백분율이 적어도 40% 인, 탄화물들이 없는 템퍼링된 마르텐사이트 또는 마르텐사이트의 라스들,
- [0089] ● 아일랜드 또는 필름 형상의 새로운 마르텐사이트로서, 상기 새로운 마르텐사이트의 표면 백분율이 5% ~ 30% 인, 상기 새로운 마르텐사이트, 및
- [0090] ● 표면 백분율이 5% ~ 35% 인 오스테나이트로 구성되며;
- [0091] - 상기 강 제품은 적어도 하나의 코팅층을 포함하고;
- [0092] - 상기 적어도 하나의 코팅층은 아연 또는 아연계 합금 또는 알루미늄 또는 알루미늄계 합금이며;
- [0093] - 상기 적어도 하나의 코팅층은 열간 스탬핑 전에 도포된다.
- [0094] 본원은 이제 제한을 도입하지 않고 자세히 설명되며 그리고 실시예들 및 첨부된 도면들에 의해 설명될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0095] 도 1 은 본 발명에 따른 강 제품의 미세조직을 나타내는 주사 전자 현미경 (SEM) 이다.

도 2 및 도 3 은 본 발명에 따르지 않는 제조 방법들에 의해 얻어진 강 제품들의 미세조직을 나타내는 SEM 이다.

도 4, 도 5 및 도 6 은 본 발명에 따르거나 따르지 않는 제조 방법들에 의해 얻어진 강 제품들의 기계적 특성들을 비교하는 그래프들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0096] 본 발명에 따른 강 제품은 이하의 구성을 가진다:

[0097] - 만족스러운 강도를 보장하고 잔류 오스테나이트의 안정성을 향상시키기 위해서 $0.15\% \leq C \leq 0.40\%$. 특히, 탄소 함량이 0.15% 보다 낮으면, 강의 급냉성이 충분히 양호하지 않고, 이는 사용된 제조 방법으로 충분한 마르텐사이트를 형성하지 못하도록 한다. C 함량이 0.40% 를 초과하면, 강의 용접성이 감소된다. 실제로, 시트들로부터 제조된 용접된 조인트들은 불충분한 인성을 가진다. 바람직하게는, 탄소 함량은 0.25% 이상이다. 바람직하게는, 탄소 함량은 0.33% 보다 높지 않다.

[0098] - $1.5\% \leq Mn \leq 4.0\%$. 망간은 Ac_1 , Ac_3 및 Ms 온도, 즉 각각 가열시 오스테나이트가 형성되기 시작하는 온도 (Ac_1), 가열시 오스테나이트 변태가 완료되는 온도 (Ac_3) 및 냉각시 오스테나이트에서 마르텐사이트로의 변태가 시작되는 온도 (Ms) 를 낮춘다. 따라서, Mn 은 Mn 에서 오스테나이트의 더 높은 화학적 농후화에 의해 그리고 오스테나이트의 입자 크기를 감소시킴으로써 잔류 오스테나이트의 안정성을 향상시킨다. 오스테나이트 입자 크기 미세화는 확산 거리의 감소를 유도하고 그리고 그에 따라서 열처리의 냉각 사이클 동안 실시될 수 있는 온도 유지 단계 동안 C 및 Mn 확산을 고정시킨다. 냉각 동안 700 ~ 380 °C 의 온도 범위에서 강의 변형을 허용하는데 충분한 안정화 효과를 얻기 위해서는 Mn 함량이 1.5% 이상이어야 한다. 게다가, Mn 함량이 4% 를 초과하면, 편석 구역들이 발생하고, 이는 신장 플랜지성 (stretch flangeability) 에 해롭고 그리고 본원의 실시를 저해한다. 바람직하게는, Mn 함량은 1.8% 보다 높다. 바람직하게는, Mn 함량은 2.5% 보다 높지 않다.

[0099] - $0.5\% \leq Si \leq 2.5\%$ 및 $0.005\% \leq Al \leq 1.5\%$, 규소와 알루미늄 함량들은 이하의 관계 : $0.8\% \leq Si + Al \leq 2.5\%$ 를 추가로 만족한다. 본원에 따라서, Si 및 Al 은 함께 중요한 역할을 한다 :

[0100] 규소는 평형 변태 온도 (Ae_3) 아래로 냉각시 시멘타이트의 석출을 지연시킨다. 따라서, Si 추가는 아일랜드 형태의 충분한 양의 잔류 오스테나이트를 안정화시키는 것을 보조한다. Si 는 추가로 고용체 강화를 제공하고 그리고 부분적인 마르텐사이트 변태 후에 실시되는 즉각적인 재가열 및 유지 단계로 인해 마르텐사이트에서 오스테나이트로의 탄소 재분배 동안 탄화물들의 형성을 지연시킨다. 너무 높은 함량에서 표면에 산화규소가 형성되어, 강의 코팅성을 손상시킨다. 따라서, Si 함량은 바람직하게는 2.5% 이하이다.

[0101] 알루미늄은 정교화(elaboration) 동안 액상의 철을 탈산시키는데 매우 효과적인 원소이다. Al 함량은 액체 상태의 강의 충분한 탈산을 얻기 위해서 0.005% 이상이다. 더욱이, Si 처럼 Al 은 잔류 오스테나이트를 안정화시킨다. Al 함량은, 개재물들의 형성을 방지하고, 산화 문제를 방지하며, 재료의 경화를 보장하기 위해 1.5% 이하이다.

[0102] 오스테나이트의 안정화에 대한 Si 및 Al 의 효과는 유사하다. Si 및 Al 의 함량들이 $0.8\% \leq Si + Al \leq 2.5\%$ 이면, 오스테나이트의 만족스러운 안정화가 얻어지며, 그리하여 원하는 미세조직들을 형성할 수 있다.

[0103] - 황 및 인은 부품들의 연성 및 인성을 너무 많이 열화시키지 않도록 낮은 레벨, 즉 $S \leq 0.05\%$ 및 $P \leq 0.1\%$ 로 유지되어야 한다. 매우 낮은 황의 획득은 값비싸기 때문에, 경제적인 이유로 0.0005% 보다 많은 황 함량이 바람직하다. 유사한 방식으로, 0.0005% 보다 많은 인 함량이 바람직하다.

[0104] 본원에 따른 강은 몰리브덴 및 크롬 중에서 선택된 적어도 하나의 원소를 함유한다. Cr 및 Mo 는, 오스테나이트 변태를 지연시키고 그리고 초석 (proeutectoid) 페라이트 또는 베이나이트의 형성을 방지하는데 매우 효과적이며, 본원을 실시하는데 사용될 수 있다. 특히, 이러한 원소들은 냉각시 등은 변태 다이어그램 (TTT (Time-Temperature-Transformation) 다이어그램이라고도 함) 에 영향을 주고: Cr 및 Mo 의 추가는 베이나이트 변태 도메인에서 페라이트-펄라이트 변태 도메인을 분리시키고, 페라이트-펄라이트 변태는 베이나이트 변태보다 높은 온도에서 발생한다. 따라서, 이러한 변태 도메인들은 TTT 다이어그램에서 2 개의 별개의 "노즈들" 로

서 나타나고, 이는 오스테나이트에서 페라이트, 펄라이트 및/또는 베이나이트로 바람직하지 않은 변태를 유발하지 않으면서 이러한 2 개의 노즈들 사이의 냉각시 강을 변형시키는 "베이 (bay)" 를 개방한다. 본원의 구성에 대하여, 변형에 대한 이러한 온도 범위는 380 ~ 700 °C 이다. 이러한 범위에서 준안정성 오스테나이트의 열간 성형은 "오스포밍 (ausforming)" 이라고 알려져 있다.

- [0105] 강의 구성이 Cr 을 포함하면, Cr 함량은 4.0% 이하이어야 한다. 실제로, 이 값보다 크면, Cr 의 효과가 포화되고 그리고 그 함량의 증가는 어떠한 유익한 효과를 제공하지 않으면서 값비싸다.
- [0106] 강의 구성이 Mo 를 포함하는 경우, 고비용으로 인해 Mo 함량은 0.5% 이하이다.
- [0107] 게다가, 본원에 따르면, Mn, Cr 및 Mo 함량은 $2.7\% \leq \text{Mn} + \text{Cr} + 3 \text{ Mo} \leq 5.7\%$ 이다. 이러한 관계에서 Mn, Cr 및 Mo 인자들은, 오스테나이트 변태를 방지하고 그리고 충분한 기계적 특성들을 얻기 위한 경화를 제공하도록 이들 각각의 능력을 반영한다.
- [0108] 본원에 따른 강은 선택적으로 니오븀 및/또는 티타늄을 함유한다.
- [0109] Nb 가 구성에 존재하면, Nb 함량은 0.1% 보다 높지 않고, 바람직하게는 0.025% 보다 높지 않아야 한다. Ti 가 구성에 존재하면, Ti 함량은 0.1% 보다 높지 않고, 바람직하게는 0.01% 보다 높지 않아야 한다.
- [0110] 이러한 양에서, Nb 는 강의 경도를 향상시키기 위해 B 와 강력한 시너지 효과를 가지며, Ti 는 BN 의 형성에 대하여 B 를 보호할 수 있다. 더욱이, Nb 및 Ti 의 추가는 템퍼링 동안 마르텐사이트의 연화에 대한 저항성을 증가시킬 수 있다.
- [0111] 이러한 Nb 및 Ti 의 효과는 Nb 및 Ti 함량이 각각 0.025% 보다 높고 및 0.01% 보다 높으면 현저하게 나타난다.
- [0112] Nb 및 Ti 함량은 이러한 원소들에 의해 제공되는 높은 온도에서 강의 경화를 제한하기 위해 각각 0.1% 이하이고, 이는 열간 압연력들의 증가로 인해 얇은 플레이트들을 제조하는 것을 어렵게 한다.
- [0113] 선택적으로, 조성은 3.0% 이하, 바람직하게는 0.001% 보다 높은 양으로 니켈을 포함할 수 있다.
- [0114] 강은 강의 급냉을 증가시키기 위해 0.0005% ~ 0.005% 양의 붕소를 선택적으로 함유할 수 있다. 실제로, 오스테나이트의 중요한 변형은 냉각 동안 오스테나이트를 페라이트로 가속 변태를 유발할 수 있다. 0.0005% ~ 0.005% 양의 B 를 추가하면 이러한 초기의 페라이트 변태를 방지하는데 도움을 준다.
- [0115] 선택적으로, 강은 0.0005% ~ 0.005% 양의 칼슘을 포함할 수 있고 : O 및 S 를 조합함으로써 Ca 는 시트들의 연성에 악영향을 주는 큰 크기의 개재물들의 형성을 방지하는데 도움을 준다.
- [0116] 강의 잔부 조성은 철과 세련으로 인한 불순물들이다. 불순물들은 질소를 포함할 수 있고, N 함량은 0.010% 이하이다.
- [0117] 본원에 따른 강 제품의 제조 방법은, 제품의 적어도 하나의 위치에서, 탄화물들이 없는 템퍼링된 마르텐사이트 또는 마르텐사이트의 라스들로 구성되는 미세조직을 적어도 40% 의 표면 백분율로 가지고, 아일랜드 또는 필름으로서 존재하는 새로운 마르텐사이트를 5 ~ 30% 의 표면 백분율로 가지며, 잔류 오스테나이트를 5 ~ 35% 의 표면 백분율로 가진 강 제품을 제조하는 것을 목적으로 한다.
- [0118] 이러한 미세조직의 특징들은 국부적으로 엄격한 응력들을 견디도록 제품의 전체 또는 일부 위치들에서만 존재할 수 있다. 후자의 경우에, 이러한 미세조직의 특징들은 상당한 강도 저항성을 얻기 위해 제품 부피의 적어도 20% 로 존재되어야 한다.
- [0119] 이하, 제조 방법에 대하여 설명한다. 본 방법은 380 °C ~ 700 °C 의 온도에서 가열된 강 출발 제품을 제공하는 단계를 포함하며, 상기 가열된 강 출발 제품은 완전 오스테나이트 조직을 가진다. 이러한 온도 범위 및 하기의 강 조성을 참조하면, 이러한 오스테나이트 조직은 준안정 상태이고, 즉 이러한 가열된 강 출발 제품은 오스테나이트 범위의 가열 단계 후에 오스테나이트가 변태될 시간이 없도록 충분히 높은 속도로 냉각함으로써 획득됨을 이해해야 한다.
- [0120] 상기 가열된 출발 제품은 중량% 로 다음을 포함하는 조성을 더 가진다 :
- [0121] $0.15\% \leq \text{C} \leq 0.40\%$,
- [0122] $1.5\% \leq \text{Mn} \leq 4.0\%$,
- [0123] $0.5\% \leq \text{Si} \leq 2.5\%$,

- [0149] 실제로, 전술한 바와 같이, Mn 은 잔류 오스테나이트의 안정성을 향상시킨다.
- [0150] 더욱이, Cr 및 Mo 는, 베이나이트 변태 도메인으로부터 페라이트-펄라이트 변태 도메인을 분리함으로써, 오스테나이트의 변태를 지연시키고 그리고 초석 페라이트 또는 베이나이트의 형성을 방지한다. 따라서, 이러한 변태 도메인은 등은 변태 다이어그램 (TTT (time-temperature-transformation) 다이어그램이라고도 함) 에서 2 개의 별개의 "노즈들" 로서 나타나고, 그리하여 페라이트, 펄라이트 및/또는 베이나이트를 형성하지 않으면서 이러한 2 개의 노즈들 사이의 냉각시 강을 변경시키는 "윈도우" 를 개방시킨다. 따라서, 열간 성형 단계 ("오스포밍") 는 바람직하게는 이 윈도우 내의 온도에서 실시된다.
- [0151] 열간 성형 단계는 이러한 열간 성형 단계를 받지 않은 강과 비교하여 강의 인장 강도 (TS) 및 항복 강도 (YS) 를 증가시키도록 유도한다. 특히, 고온 성형 단계는 적어도 150 MPa 의 인장 강도에서의 증가 (ΔTS) 및 적어도 150 MPa 의 항복 강도에서의 증가 (ΔYS) 를 유발한다.
- [0152] 이 시점에서, 열간 성형된 제품은 변형된 오스테나이트로 구성되는 조직을 가지고, 오스테나이트의 변형율은 0.1 ~ 0.7 이며, 오스테나이트 입자들의 평균 크기는 30 μm 보다 작고, 바람직하게는 10 μm 보다 작다.
- [0153] 본원에 따라서, 상기 열간 성형된 제품은 그 후에 임계 마르텐사이트 냉각 속도보다 높은 냉각 속도 (VR_2) 로, 강의 마르텐사이트 시작 온도 (M_s) 보다 낮은 급냉 온도 (QT) 로 냉각됨으로써 급냉되어, 40% ~ 90% 의 마르텐사이트를 포함하는 조직을 얻고, 조직의 잔부는 오스테나이트이다.
- [0154] 상당한 양의 잔류 오스테나이트, 즉 5% ~ 35% 를 함유하는 최종 조직을 갖는 것이 바람직하기 때문에, 온도 (QT) 는 너무 낮아서는 안되며 그리고 잔류 오스테나이트의 원하는 양에 따라 선택되어야 하며, 어떠한 경우에 강의 M_f 변태 온도, 즉 마르텐사이트 변태가 완료되는 온도보다 높다. 보다 자세하게는, 강의 각각의 화학적 조성에 대하여, 원하는 잔류 오스테나이트 함량을 달성하는 최적의 급냉 온도 (Q_{Top}) 를 결정할 수 있다. 당업자는 이러한 이론적인 급냉 온도 (Q_{Top}) 를 결정하는 방법을 알고 있다.
- [0155] 변형되고 더 미세한 오스테나이트 입자로부터 마르텐사이트 변태가 발생한다는 사실로 인해, 마르텐사이트의 라스들의 정제는 이하 설명되는 바와 같이 선행 기술에서보다 더 높다.
- [0156] 조직이 전술한 범위에 따른 조성에 대해 40% ~ 90% 의 마르텐사이트를 함유함을 안전하게 보장하기 위해, 급냉 온도 (QT) 는 바람직하게는 $M_s - 20$ °C 미만, 바람직하게는 100 °C ~ 350 °C 이다.
- [0157] 추가 냉각 없이, 이 순간에 미세조직이 잔류 오스테나이트 및 마르텐사이트로 본질적으로 구성되는 제품은, 그 후에 즉시 $QT \sim 470$ °C 의 유지 온도 (PT) 로 유지되거나 재가열된다.
- [0158] 예를 들어, 제품은 M_s 보다 높은 유지 온도 (PT) 로 재가열된다.
- [0159] 그 후, 제품은 지속기간 (P_t) 동안 온도 (PT) 로 유지되고, P_t 는 5 초 ~ 600 초이다.
- [0160] 이러한 유지 단계 동안, 마르텐사이트와 오스테나이트 사이의 탄소 파티션들, 즉 마르텐사이트에서 오스테나이트로 확산은, 상당한 양의 베이나이트 및/또는 탄화물들이 나타나지 않으면서 마르텐사이트의 연성 향상과 오스테나이트의 탄소 함량 증가를 유발한다. 농후화된 오스테나이트는 최종 제품에 대한 TRIP ("Transformation Induced Plasticity") 효과를 얻도록 할 수 있다.
- [0161] 파티셔닝의 정도는 유지 단계의 지속기간에 따라 증가한다. 따라서, 유지 지속기간 (P_t) 은 파티셔닝을 가능한 완성하기에 충분히 길게 선택된다. 탄소에서의 오스테나이트의 농후화를 최적화하기 위해서 유지 지속기간 (P_t) 은 5 초 초과, 바람직하게는 20 초 초과이어야 한다.
- [0162] 하지만, 너무 긴 지속기간은 오스테나이트 분해 및 마르텐사이트의 너무 높은 파티셔닝 및 그에 따라서 기계적 특성들에서의 저감을 유발할 수 있다. 따라서, 지속기간은 페라이트의 형성을 가능한 많이 방지하도록 제한된다. 그에 따라서, 유지 지속기간 (P_t) 은 600 초 미만이어야 한다. 제품은, 5% ~ 30% 의 새로운 마르텐사이트를 형성하고 그리고 5% ~ 35% 표면백분율의 잔류 오스테나이트를 가지는데 필요한 냉각 속도로 주위 온도로 최종 냉각된다. 바람직하게는, 냉각 속도는 0.005 °C/s 초과이어야 한다.
- [0163] 급냉 및 유지 단계들은 "급냉 및 파티셔닝" (" $Q-P$ ") 단계로서 규정된다.
- [0164] 그리하여 얻어진 강 제품은, 열간 성형 단계를 받은 위치에서, 탄화물들이 없는 템퍼링된 마르텐사이트 또는 마르텐사이트의 라스들로 구성되는 미세조직을 적어도 40% 의 표면 백분율로 가지고, 아일랜드 또는 필름 형상의 새로운 마르텐사이트를 5 ~ 30% 의 표면 백분율로 가지며, 잔류 오스테나이트를 5 ~ 35% 의 표면 백분율로 가지

는 것을 특징으로 한다.

[0165] 마르텐사이트 라스들은 매우 얇다. 바람직하게는, EBSD 를 특징으로 하는 이러한 마르텐사이트 라스들은 최대 1 μm 의 평균 크기를 가진다.

[0166] 더욱이, 이러한 마르텐사이트 라스들의 평균 애스펙트비는 바람직하게는 2 ~ 5 이다.

[0167] 이러한 특징들은, 예를 들어 전자 배면 회절 ("EBSD") 디바이스에 결합된 1200x 초과의 배율에서 전계 방출 건 ("FEG-SEM") 을 가진 주사 전자 현미경으로 미세조직을 관찰함으로써 결정된다. 연속되는 2 개의 라스들은 이들의 배향오류 (disorientation) 가 적어도 5° 이면 별개의 라스들로서 규정된다. 개별화된 라스들의 모폴로지 (morphology) 는 그 후에 당업자에게 공지된 종래의 소프트웨어로 이미지 분석에 의해 결정된다. 따

라서, 각각의 라스의 최대 치수 ($l_{\max}$), 최소 치수 ($l_{\min}$) 및 애스펙트비 $\frac{l_{\max}}{l_{\min}}$ 가 결정된다. 이러한 결정은 적어도 1000 개의 라스들의 샘플에 대해 실시된다. 그 후 이러한 샘플에 대해 결정되는 평균 애스펙트

비 $\frac{l_{\max}}{l_{\min}}$ 는 바람직하게는 2 ~ 5 이다.

[0168] 템퍼링된 마르텐사이트 및 마르텐사이트의 라스들은 상기 템퍼링된 마르텐사이트 및 라스들의 표면과 비교하여 표면 백분율이 0.5% 미만인 탄화물들을 포함한다. 이러한 탄화물들은 50 nm 보다 작은 평균 크기를 가진다.

[0169] 애스펙트비가 3 보다 낮은 새로운 마르텐사이트의 아일랜드의 최고 치수는 3 μm 보다 작다.

[0170] 특히 연성을 향상시키기 위해서는 잔류 오스테나이트가 필요하다. 전술한 바와 같이, 잔류 오스테나이트는 0.1 ~ 0.7 의 변형비로 변형된다.

[0171] 바람직하게는, 잔류 오스테나이트는 필름 또는 아일랜드의 형상이다. 이러한 필름 또는 아일랜드의 최소 치수는 0.3 μm 보다 작은 값을 가지며, 이러한 필름 또는 아일랜드의 최대 치수는 2 μm 보다 작은 평균값을 가진다. 잔류 오스테나이트의 정제는 그 안정성을 개선하여, 변형 동안 잔류 오스테나이트는 큰 변형 범위에 걸쳐 마르텐사이트로 변태된다. 잔류 오스테나이트는 또한 마르텐사이트에서 오스테나이트로 탄소 파티셔닝에 의해 안정화된다.

[0172] 냉각시 변형되기 직전의 오스테나이트의 평균 크기, 즉 추가로 본 경우에서 열간 성형 단계로의 오스테나이트의 평균 크기인 이전의 오스테나이트 입자의 평균 크기는 30 μm 보다 작으며, 바람직하게는 10 μm 보다 작다. 더욱이, 이전의 오스테나이트 입자의 애스펙트비는 1.3 보다 높다.

[0173] 이러한 애스펙트비를 결정하기 위해, 이전의 오스테나이트 입자들은 당업자에게 공지된 적합한 방법, 예를 들어 피크르산 에칭 시약으로 에칭함으로써 최종 제품상에 나타난다. 이전의 오스테나이트 입자들은 광학 현미경 또는 주사 전자 현미경으로 관찰된다. 이전의 오스테나이트 입자들의 애스펙트비는 그 후에 당업자에게 공지된 종래의 소프트웨어로 이미지 분석에 의해 결정된다. 적어도 300 개의 입자들의 샘플에서, 이전의 오스테나이트 입자들의 최대 치수 및 최소 치수가 결정되고, 입자들의 애스펙트비는 최대 치수와 최소 치수 사이의 비로서 결정된다. 그 후에 샘플들에 걸쳐 얻어진 값들의 평균으로서 결정되는 애스펙트비는 1.3 보다 높다.

[0174] 이러한 제조 방법에 의하면, 적어도 7% 의 균일한 연신 (UE) 및 적어도 10% 의 총 연신 (TE) 과 함께, 1000 MPa 초과 1700 MPa 까지의 항복 강도 (YS) 및 1300 MPa 초과 2000 MPa 까지의 인장 강도 (TS) 를 가진 고강도 강 제품을 얻을 수 있고, TS $\times$ TE 곱은 18000 MPa% 보다 높고, TS $\times$ UE 곱은 13000 MPa% 보다 높다.

[0175] 실제로, 온도 QT 로 급냉한 후 온도 PT 에서의 유지 단계는 인장 강도 (TS) 에서의 감소를 유발할 수 있는 강의 미세조직에서의 마르텐사이트의 표면 백분율에서의 감소를 유발하더라도, 이러한 처리는 조직 정제를 통하여 마르텐사이트의 연성을 증가시키고, 탄화물 석출이 없음을 보장해주며, 탄소에서 농후한 오스테나이트의 형성을 유발하여, 이러한 처리는 항복 강도 (YS), 인장 강도 (TS) 및 균일한 연신 및 총 연신의 증가를 유발한다.

[0176] 본원의 제 1 실시형태에 따라서, 제조 방법은 강 시트를 제조하도록 실시된다.

[0177] 상기 제 1 실시형태에 따라서, 가열된 출발 제품은 본원에 따른 조성을 가진 열간 압연 강 시트이며, 열간 성형

단계는 열간 압연 단계이다.

[0178] 완전 오스테나이트 조직을 가진 가열된 출발 제품을 제공하는 단계는, 본원에 따른 조성을 가진 반제품을 제공하는 단계, 완전 오스테나이트 조직을 얻기 위해 상기 반제품을 강의 온도 (AC_3) 보다 높은 온도 (T_1) 로 가열하는 단계, 및 상기 열간 압연된 강 시트를 얻기 위해 누적 감소 변형 (ϵ_a) 을 1 보다 크게 하여 상기 반제품에 조압연 단계를 가하는 단계를 포함한다.

[0179] 반제품은 본원에 따른 조성을 가진 강을 주조함으로써 얻어진다. 주조는 약 200 mm 의 두께로 잉곳들 또는 연속 주조 슬래브들의 형태로 실시될 수 있다. 주조는 또한 수십 밀리미터의 두께, 예를 들어 50 mm ~ 80 mm 의 두께를 가진 얇은 슬래브들을 얻도록 실시될 수 있다.

[0180] 반제품은, 완전 오스테나이트화가 가능하도록 충분한 지속기간 (t_1) 동안 1050 ~ 1250 °C 의 온도 (T_1) 까지 가열함으로써 완전 오스테나이트화를 받게 된다. 따라서, 온도 (T_1) 는 가열시 오스테나이트로의 페라이트의 변태가 완료되는 온도 (AC_3) 를 넘는다. 따라서, 이러한 가열은 강의 완전한 오스테나이트화를 유발하고 그리고 출발 제품에 존재할 수 있는 Nb 탄질화물들의 용해를 유발한다. 더욱이, 온도 (T_1) 는 A_{r3} 이상에서 후속의 조압연 단계를 실시할 수 있을 만큼 충분히 높다.

[0181] 반제품은 그 후에 A_{r3} 이상의 마무리 압연 온도 (T_2) 로 1200 °C ~ 850 °C 의 온도에서 조압연을 받게 되어, 강 조직은 이 단계에서 완전 오스테나이트로 유지한다.

[0182] 조압연의 누적 변형 (ϵ_a) 은 1 보다 크다. t_i 는 조압연 전의 반제품의 두께를 나타내고, t_f 는 조압연 완

료 후의 반제품의 두께를 나타내며, ϵ_a 는
$$\epsilon_a = \ln \left(\frac{t_i}{t_f} \right)$$
 를 통하여 산출된다.

[0183] 따라서 얻어진 평균 오스테나이트 입자 크기는 30 μ m 미만이다. 이 단계에서, 이러한 평균 오스테나이트 입자 크기는, 강 시편을 조압연 단계 이후에 직접 급냉시키는 시도들 (trials) 에 의해 측정될 수 있다. 샘플은 그 후에 절단 표면을 얻도록 압연 방향에 평행한 방향을 따라서 절단된다. 절단 표면은 당업자에게 공지된 시약, 예를 들어 Bechet-Beaujard 시약으로 연마 및 에칭되고, 이는 이전의 오스테나이트 입계 (grain boundaries) 를 나타낸다.

[0184] 열간 압연된 시트는 그 후에 오스테나이트 변태를 방지하기 위해 2 °C/s 보다 큰 냉각 속도 (VR_1) 에서 380 °C ~ 700 °C 의 온도 (T_3) 로 냉각된다.

[0185] 열간 압연된 시트는 그 후에 누적 감소 변형 (ϵ_b) 을 0.1 ~ 0.7 로 하여 최종 열간 압연 단계를 받는다. 최종 열간 압연은 380 °C ~ 700 °C 의 온도 범위에서 실시된다.

[0186] 그리하여 얻어진 열간 압연된 강 시트는 오스테나이트 입자 크기가 30 μ m 보다 작고, 바람직하게는 10 μ m 보다 작은 오스테나이트로 여전히 구성되는 조직을 가진다. 따라서, 열간 압연된 시트는 오스포밍으로 보내진다.

[0187] 열간 압연된 강 시트는 그 후에 임계 마르텐사이트 냉각 속도보다 큰 냉각 속도 (VR_2) 로 급냉 온도 (QT) 까지 냉각되어, 40% ~ 90% 의 마르텐사이트의 표면 백분율을 얻고 그리고 잔부는 변태되지 않은 오스테나이트이다.

온도 (QT) 는 바람직하게는 $Ms-20$ °C 보다 낮고 Mf 보다 높으며, 예를 들어 100 °C ~ 350 °C 이다. 추가의 냉각없이, 시트는 그 직후에 온도 (QT) 에서부터 QT ~ 470 °C 사이의 유지 온도 (PT) 까지 유지되거나 재가열되며, 그리고 지속기간 (Pt) 동안 온도 (PT) 로 유지되며, Pt 는 5 초 ~ 600 초이다. 이러한 유지 단계 동안, 마르텐사이트와 오스테나이트 사이의 탄소 파티션들은, 즉 탄화물들을 형성하지 않으면서 마르텐사이트로부터 오스테나이트로 확산된다. 파티셔닝의 정도는 유지 단계의 지속기간에 따라 증가한다. 따라서, 지속기간은 파티셔닝을 가능한 완료하기에 충분히 길게 선택된다. 하지만, 너무 긴 지속기간은 오스테나이트 분해 및 마르텐사이트의 너무 높은 파티셔닝 및 그에 따라서 기계적 특성들에서의 저감을 유발할 수 있다. 따라서, 지속기간은 페라이트의 형성을 가능한 많이 방지하도록 제한된다. 시트는 5% ~ 30% 의 새로운 마르텐사이트를 얻기 위해 그리고 5% ~ 35% 의 잔류 오스테나이트의 표면 백분율을 얻기 위해 0.005 °C/s 초과와 냉각 속도로 주위 온도로 최종적으로 냉각된다.

- [0188] 본원의 제 2 실시형태에 따라서, 제조 방법은 강 부품을 제조하도록 실시된다.
- [0189] 상기 제 2 실시형태에 따라서, 출발 제품은 본원에 따른 조성을 가진 강 블랭크이다.
- [0190] 가열된 출발 제품을 제공하는 단계는, 본원에 따른 조성을 가진 강 블랭크를 제공하는 단계, 및 완전 오스테나이트 조직을 얻기 위해 상기 강의 온도 (Ac_3) 보다 높은 온도로 상기 강 블랭크를 가열하는 단계를 포함한다.
- [0191] 상기 강 블랭크는 예를 들어 1.0 mm ~ 4.0 mm 의 두께를 가진다.
- [0192] 이러한 강 블랭크는 강 시트 또는 코일을 제조될 부품의 원하는 최종 기하학적 형상과 관련된 형상으로 절단함으로써 얻어진다.
- [0193] 이러한 강 블랭크는 코팅되지 않거나 선택적으로 사전-코팅될 수 있다. 사전-코팅은 알루미늄 또는 알루미늄계 합금일 수 있다. 후자의 경우에, 사전-코팅은, 5 중량% ~ 11 중량% 의 Si, 2 중량% ~ 4 중량% 의 Fe, 선택적으로 15 ppm ~ 30 ppm 의 Ca 를 포함하고, 잔부는 Al 및 제련으로 인한 불순물로 구성되는, Si-Al 합금욕에서 플레이트를 침지시킴으로써 얻어질 수 있다.
- [0194] 사전-코팅은 또한 아연 또는 아연계 합금일 수 있다. 사전-코팅은 연속 용융 도금 갈바나이징 또는 갈바닐링에 의해 얻어질 수 있다.
- [0195] 강 블랭크는, 완전 오스테나이트 조직을 얻기 위해, 예를 들어 2 °C/s 보다 높은 가열 속도로 강의 온도 (Ac_3) 보다 높은 온도 (T_1), 바람직하게는 900 °C ~ 950 °C 의 온도로 먼저 가열된다. 블랭크는 블랭크 내부에 균일한 온도를 얻기 위해 온도 (T_1) 로 유지된다. 1.0 mm ~ 4.0 mm 의 블랭크의 두께에 따라서, 온도 (T_1) 에서의 유지 시간은 3 분 ~ 10 분이다.
- [0196] 바람직하게는 오븐에서 실시되는 이러한 가열 단계는 강의 완전한 오스테나이트화를 유발한다.
- [0197] 가열된 강 블랭크는 그 후에 오븐에서 추출되고, 열간 성형 디바이스, 예를 들어 열간 스탬핑 프레스에서 이송되며, 오스테나이트 변태를 방지하기 위해서 2 °C/s 보다 큰 냉각 속도 (VR_1) 로 380 °C ~ 700 °C 의 온도 (T_3) 로 냉각된다. 블랭크의 이송은 블랭크를 온도 (T_3) 까지 냉각하기 전에 또는 후에 실시될 수 있다. 어떠한 경우에, 이러한 이송은 오스테나이트의 변태를 방지하기 위해 충분히 신속해야 한다. 강 블랭크는 그 후에 오스테나이트의 경화를 허용하기 위해, 변형된 오스테나이트의 재결정을 방지하기 위해, 그리고 열간 성형 단계 동안 오스테나이트의 변태를 방지하기 위해, 380 °C ~ 700 °C, 예를 들어 450 °C ~ 550 °C 의 온도 범위에서 열간 성형 단계를 받는다. 따라서, 이 열간 성형 단계는 오스포밍을 통해 실시된다.
- [0198] 변형은 열간 압연 또는 프레스에서의 열간 스탬핑, 압연 성형 또는 열간 스펀닝과 같은 방법들에 의해 실시될 수 있다.
- [0199] 열간 성형 단계는 하나 또는 여러 개의 단계들로 실시될 수 있다. 블랭크는 적어도 하나의 블랭크 위치에서 0.1 ~ 0.7 의 변형 (ϵ_b) 으로 변형된다.
- [0200] 일 실시형태에 따라서, 누적 변형 (ϵ_b) 이 전체 블랭크에서 0.1 ~ 0.7 이도록 변형 모드가 선택된다.
- [0201] 선택적으로, 특히 높은 기계적 특성들이 요구되는 대부분의 응력이 가해진 위치들에 대응하는 블랭크의 일부 특정 위치들에서만 이러한 조건이 만족되도록 변형이 실시된다. 그리하여 변형된 블랭크의 위치는, 최종 부품에서 중요한 기계적 특성들의 증가를 얻기 위해 블랭크의 부피의 적어도 20% 를 나타낸다.
- [0202] 이러한 실시형태에 따라서, 부품의 일 위치에서 다른 위치까지 상이한 기계적 특성들을 가진 제품이 얻어진다.
- [0203] 그리하여 얻어진 강 부품은, 열간 성형 단계를 받은 위치들에서, 오스테나이트 입자 크기가 30 μ m 보다 작은, 바람직하게는 10 μ m 보다 작은 오스테나이트로 구성되는 조직을 가진다.
- [0204] 그리하여 얻어진 강 부품은 그 후에 임계 마르텐사이트 냉각 속도보다 큰 냉각 속도 (VR_2) 로, 급냉 온도 (QT), 바람직하게는 Ms-20 °C 미만, 예를 들어 100 °C ~ 350 °C 로 냉각되어, 40% ~ 90% 의 마르텐사이트의 표면 백분율 및 잔부는 오스테나이트인 것을 얻게 된다.
- [0205] 강 부품은 그 후에 QT ~ 470 °C 의 유지 온도 (PT) 로 재가열 또는 유지되고, 지속기간 (Pt) 동안 온도 (PT) 로 유지되며, Pt 는 5 초 ~ 600 초이다.

[0206] 부품은 5% ~ 30% 의 새로운 마르텐사이트를 얻기 위해 그리고 5% ~ 35% 의 잔류 오스테나이트를 가지기 위해 최종적으로 0.005 °C/s 초과와 냉각 속도로 주위 온도로 최종적으로 냉각된다.

[0207] 실시예 및 비교예의 방식으로, 표 1 에 보고된 조성을 가진 강들로 제조된 시트들이 다양한 제조 방법들에 의해 제조되었다.

[0208] 실시예들

표 1

조성 기준	C (%)	Mn (%)	Cr (%)	Mo (%)	Mn + Cr + 3Mo (%)	Si (%)	Al (%)	Si + Al (%)	P (%)	S (%)	N (%)	Ti (%)	Nb (%)	B (%)	Ms (°C)
2618A	0.200	2.0	1.02	-	3.03	1.49	0.026	1.516	0.014	0.020	0.004	0.013	0.026	0.0015	336
2618B	0.251	2.0	1.02	-	3.03	1.5	0.021	1.521	0.014	0.020	0.004	0.013	0.027	0.0015	313
2618C	0.247	2.0	1.01	-	3.01	1.48	0.021	1.501	0.014	0.020	0.004	0.013	0.026	0.0014	316
2618D	0.305	2.0	1.01	-	3.01	1.5	0.018	1.518	0.014	0.020	0.004	0.013	0.026	0.0015	292
2623A	0.198	2.0	-	0.149	2.45	1.5	0.022	1.522	0.016	0.020	0.003	0.013	0.019	0.0017	346
2623B	0.195	3.0	-	0.148	3.44	1.48	0.019	1.499	0.017	0.020	0.003	0.013	0.019	0.0018	313
2623C	0.307	3.0	-	0.146	3.44	1.49	0.018	1.508	0.017	0.020	0.003	0.013	0.019	0.0019	265
2623D	0.307	2.44	-	0.146	2.88	1.48	0.018	1.498	0.017	0.020	0.003	0.013	0.024	0.0019	283
2293D	0.247	1.95	1.51	-	3.46	1.55	0.019	1.574	0.019	0.020	0.003	0.014	0.026	0.0015	312

[0209]

[0210] 강 조성들

[0211] 제 1 본원의 실시형태에 따라서, 지속기간 (t_1) 동안 온도 (T_1) 에서 상기 조성들을 갖는 반제품을 가열한 후, 누적 감소 변형을 2 로 하여 1200 °C ~ 850 °C 의 온도 (T_2) 에서 가열된 반제품에 조압연을 가함으로써, 제 1 일련의 시트들 (표 2 및 표 3 의 시험 1 ~ 7) 을 제조하였다.

[0212] 시트들은 그 후에 20 °C/s 보다 높은 냉각 속도 (VR_1) 로 온도 (T_3) 까지 냉각된 후, 누적 감소 변형 (ϵ_b) 으로 상기 온도 (T_3) 에서 시작하여 온도 (T_3') 에서 종료하는 최종 열간 압연 단계를 받게 되었다.

[0213] 시트들은 그 후에 온도 (QT) 로 냉각된 후, 유지 온도 (PT) 로 즉시 재가열되며, 지속기간 (Pt) 동안 온도 (PT) 로 유지되었다 (하기 표 2 의 시험 3 ~ 6).

[0214] 시트들은 0.1 °C/s 초과와 냉각 속도로 주위 온도로 최종적으로 냉각되었다.

[0215] 제 2 실시형태에 따라서 제 2 일련의 시트들 (표 2 및 표 3 의 시험 8 ~ 14) 이 제조되었다.

[0216] 주어진 조성들을 가진 강 블랭크들, 이 경우에 3 mm 두께를 가진 강 시트들은 2 °C/s 보다 높은 가열 속도로 온도 (T_1) 로 가열되었고, 지속기간 (t_1) 동안 온도 (T_1) 로 유지되었다.

[0217] 가열된 강 블랭크들은 2 °C/s 보다 큰 냉각 속도 (VR_1) 로 온도 (T_3) 까지 냉각된 후, 누적 감소 변형 (ϵ_b) 으로 상기 온도 (T_3) 에서 시작하여 온도 (T_3') 에서 종료하는 열간 성형 단계를 받게 되었다. 본원의 조건들에서, 열간 성형된 시트들은 이러한 열간 성형 단계 이후에 여전히 완전히 오스테나이트이었다.

[0218] 시트들은 그 후에 온도 (QT) 로 냉각된 후, 유지 온도 (PT) 로 재가열되며, 지속기간 (Pt) 동안 온도 (PT) 로

유지되었다.

[0219] 시트들은 0.1 °C/s 초과 of 냉각 속도로 주위 온도로 최종적으로 냉각되었다.

[0220] 비교 목적으로, 본원에 따르지 않은 제조 공정들에 의해 제 3 일련의 시트들 (표 2 및 표 3 의 시험 15 ~ 18) 이 제조되었다.

[0221] 시험 15 및 17 의 제조 방법들은, 700 °C ~ 380 °C 의 온도에서 열간 성형 단계를 포함하지 않는다는 점에서 제 1 및 제 2 일련의 실시예들에 사용된 제조 방법들과 상이하다.

[0222] 시험 16 및 18 의 제조 방법들은, 어떠한 유지 단계 없이, 즉 어떠한 "급냉 및 파티셔닝" 단계 없이 최종 압연 단계 직후에 주위 온도로 시트를 냉각시킨다는 점에서 제 1 및 제 2 일련의 실시예들에 사용된 제조 방법들과는 상이하다.

[0223] 제 1, 제 2 및 제 3 일련의 시트들에 대한 제조 파라미터들은 표 2 에 보고되어 있고, 얻어진 조직 및 기계적 특성들은 표 3 에 보고되어 있다.

표 2

시트 N°	주조	T ₁ (°C) / t ₁ (mn)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)	T ₃ ' (°C)	ε _b	QT (°C)	Ms- 20 (°C)	PT (°C)	Pt (s)
1	2618A	1200 / 30	1058	500	480	0.42	305	316	410	160
2	2618B	1200 / 30	1013	522	470	0.41	287	293	418	180
3	2618C	1200 / 30	965	590	410	0.4	265	296	430	200
4	2618D	1200 / 30	950	465	430	0.37	240	272	392	150
5	2623B	1050 / 15	900	540	420	0.45	280	293	412	160
6	2623C	1200 / 30	950	560	440	0.35	225	245	430	260
7	2293D	1150 / 30	950	478	450	0.45	284	292	400	90
8	2618B	850 / 15	-	500	410	0.38	292	418	415	180
9	2618C	850 / 15	-	525	410	0.25	270	430	418	180
10	2618D	1200 / 30	-	500	410	0.44	225	392	404	230
11	2623C	950 / 15	-	540	460	0.60	200	245	430	420
12	2623D	950 / 15	-	600	450	0.32	230	263	415	420
13	2293D	900 / 10	-	550	385	0.35	236	292	370	90
14	<u>2623A</u>	950 / 15	-	565	505	0.6	235	326	400	160
<u>15</u>	2618C	950 / 10	-	∴	∴	<u>0</u>	275	296	410	160
<u>16</u>	2618C	1150 / 30	850	550	450	0.45	∴		∴	∴
<u>17</u>	2623C	950 / 15	-	∴	∴	<u>0</u>	200	245	430	420
<u>18</u>	2623C	950 / 15	-	540	460	0.60	∴		∴	∴

[0224]

[0225] 제조 조건들

[0226] 밀줄친 값들: 본원 범위밖

표 3

시트 N°	조 직	오스테 나이트 분율 (%)	5~30% 새로운 마르텐 사이트 존재	3 μ m미만 의 최대 크기 및 3 미만의 애스팩트 비를 가진 새로운 마르텐 사이트의 아일랜드 존재	YS (MPa)	TS (MPa)	UE (%)	TE (%)	TS*TE (MPa%)	TS*UE (MPa%)
1	M+A	18.6	예	예	1006	1368	10.8	15.0	20525	14774
2	M+A	18.7	예	예	1096	1468	11.8	15.8	23145	17322
3	M+A	9	예	예	1218	1528	10.0	14.5	22110	15280
4	M+A	13.6	예	예	1296	1637	10.5	14.5	23687	17188
5	M+A	10.8	예	예	1147	1385	9.9	13.3	18374	13711
6	M+A	17.7	예	예	1004	1617	10.9	13.8	22261	17625
7	M+A	11	예	예	1038	1666	8.0	13.2	21991	13328
8	M+A	11.6	예	예	1098	1506	10.7	14.8	22344	16114
9	M+A	14.7	예	예	1282	1512	10.0	14.4	21722	15120
10	M+A	17.9	예	예	1197	1565	13.5	17.4	27144	21127
11	M+A	15.3	예	예	1380	1495	14.8	18.2	27259	22126
12	M+A	13.8	예	예	1128	1552	10.4	13.4	20849	16141
13	M+A	9.2	예	예	1254	1643	9.0	11.5	18836	14787
14	M+A	9.7	예	예	1041	1116	11.9	16.2	18085	13280
15	M+A	11	예	아니오	1016	1344	8.1	12.7	17109	10886
16	M+A	n.d.	아니오	예	1572	1986	3.3	6.5	12909	6553
17	M+A	n.d.	예	아니오	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
18	M+A	1	아니오	예	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

[0227]

[0228] 얻어진 기계적 특성들 및 미세조직들

[0229] 밀줄친 값들: 본원 범위밖

[0230] n.d.: 결정되지 않음

[0231] 실시예 1 ~ 13 에 따른 강의 미세조직들은, 탄화물들이 없는 40% 초과와 템퍼링된 마르텐사이트 또는 페라이트의 라스들, 5 ~ 30% 의 새로운 마르텐사이트의 아일랜드 또는 필름, 및 5 ~ 35% 의 오스테나이트를 포함한다.

실시예 1 ~ 13 에 따른 강의 미세조직들은 마르텐사이트 라스들이 1 μ m 미만의 평균 크기를 가지고 그리고 마르텐사이트 라스들의 애스팩트비가 2 ~ 5 가 되도록 된다. 더욱이, 이전의 오스테나이트 입자의 애스팩트비는 실시예들 1 ~ 13 에 대하여 1.3 보다 높다.

[0232] 이러한 실시예들은 1000 MPa ~ 1700 MPa 의 항복 응력 (YS), 1300 MPa ~ 2000 MPa 의 인장 강도 (TS), 7% 초과와 균일한 연신, 10% 초과와 총 연신, 18000 MPa% 초과와 굽 (인장 강도 $\times$ 총 연신) 및 13000 MPa% 초과와 굽 (인장 강도 $\times$ 균일한 연신) 을 가진다.

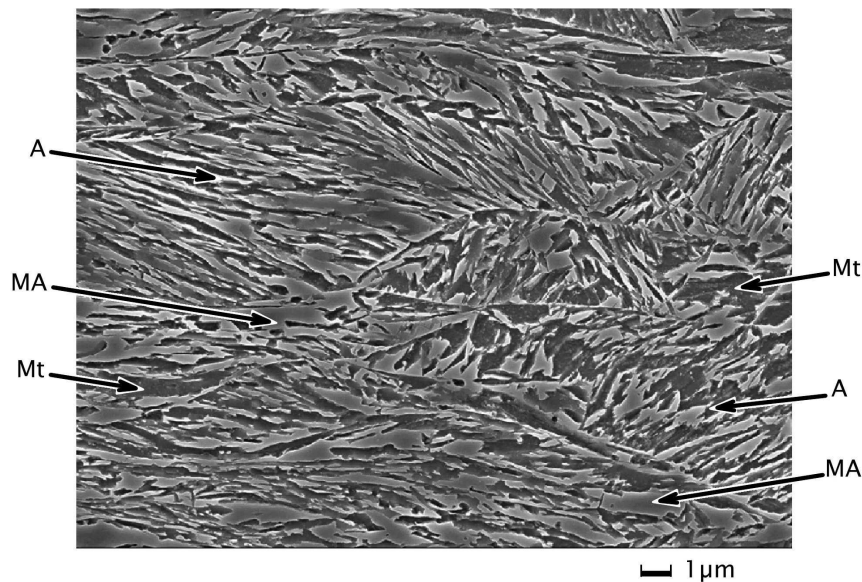
[0233] 시험 11, 17 및 18 은 동일한 조성을 가진다. 시험 11 은 700 $^{\circ}$ C ~ 380 $^{\circ}$ C 의 온도에서 열간 성형 단계 및 유지 단계 모두를 포함하는 본 발명에 따른 제조 방법에 의해 얻어진 반면, 시험 17 은 700 $^{\circ}$ C ~ 380 $^{\circ}$ C 의 온도에서 어떠한 열간 성형 단계를 포함하지 않는 제조 방법에 의해 얻어졌으며, 시험 18 은 마르텐사이트에서 탄소 파티셔닝을 허용하는 어떠한 유지 단계를 포함하지 않는 제조 방법에 의해 얻어졌다.

- [0234] 즉:
- [0235] - 시험 11 은 본원에 따라서 오스포밍 및 "급냉 및 파티셔닝" 단계를 포함한다;
- [0236] - 시험 17 은 본원에 따르지 않고 오스포밍없이 "급냉 및 파티셔닝" 단계만을 포함한다;
- [0237] - 시험 18 은 본원에 따르지 않고 "급냉 및 파티셔닝" 단계없이 오스포밍만을 포함한다.
- [0238] 도 1, 도 2 및 도 3 은 각각 시험 11, 17 및 18 의 조직을 비교한 것을 도시한다. 이러한 도면들에서 오스테나이트 (A) 는 완전히 밝은 회색 또는 흰색 구역들로 나타나고, 새로운 마르텐사이트 (M) 는 밝은 회색 구역들로 나타나며, 템퍼링된 마르텐사이트 (Mt) 는 탄화물들을 나타내는 작은 흰색 입자들을 가지거나 갖지 않는 어두운 회색 구역들로 나타난다. MA 는 오스테나이트/마르텐사이트 아일랜드를 나타낸다.
- [0239] 시험 11 의 조직 (도 1 에 도시) 과 시험 17 의 조직 (도 2 에 도시) 의 비교에서는, 본원에 따라서 700 °C ~ 380 °C 의 온도에서 열간 성형 단계 및 QT ~ 470 °C 의 온도 (PT) 에서 유지 단계의 조합은 유지 단계를 포함하지만 700 °C ~ 380 °C 의 온도에서 열간 성형 단계를 포함하지 않는 방법보다 훨씬 더 미세하고 그리고 보다 균일한 조직을 제공하는 것으로 나타난다.
- [0240] 도 3 에 도시된 시험 18 의 조직은 본질적으로 새로운 마르텐사이트를 포함한다. 이러한 결과에서는 마르텐사이트에서 탄소 파티셔닝을 허용하는 유지 단계가 없으면 냉각시 오스테나이트가 새로운 마르텐사이트로 거의 완전히 변태되는 것을 보여준다.
- [0241] 시트들의 기계적 특성들에 대한 조직들에서의 이러한 차이의 결과들은 시험 3, 9, 15 및 16 의 기계적 특성들과의 비교에 의해 강조된다.
- [0242] 시험 11, 17 및 18 과 유사하게, 시험 3, 9, 15 및 16 은 동일한 조성을 가지며, 다양한 제조 방법에 의해 얻어졌다.
- [0243] 시험 3 및 9 는 700 °C ~ 380 °C 의 온도에서 열간 성형 단계 및 유지 단계를 모두 포함하는 본원에 따른 제조 방법에 의해 얻어졌다. 시험 3 및 9 둘 다는 100 MPa 초과와 항복 강도, 1600 MPa 초과와 인장 강도, 7% 초과와 균일한 연신, 10% 초과와 총 연신 및 18000 MPa% 초과와 인장 강도 × 총 연신의 곱을 가진다.
- [0244] 반대로, 시험 15 는 380 °C ~ 700 °C 의 온도에서 어떠한 열간 성형 단계를 포함하지 않는 제조 방법으로 얻어졌다. 시험 15 는, 양호한 연신 특성들을 갖지만, 1600 MPa 보다 훨씬 낮은 불충분한 인장 강도를 가지므로, 이의 인장 강도 × 총 연신의 곱이 18000 MPa% 보다 낮고, 이의 인장 강도 × 균일한 연신의 곱이 13000 MPa% 보다 낮다. 특히, 시험 15 의 제조 중에 380 °C ~ 700 °C 의 온도에서 열간 성형 단계가 없기 때문에, 시험 15 의 미세조직은 1 μm 미만의 평균 크기 및 2 ~ 5 의 애스펙트비를 가진 마르텐사이트 라스들을 갖지 않는다.
- [0245] 더욱이, 높은 항복 강도 및 인장 강도를 갖지만 마르텐사이트에서 탄소 파티셔닝을 허용하는 어떠한 유지 단계를 포함하지 않는 제조 방법으로 얻어진 시험 16 은, 불충분한 균일한 연신 및 총 연신을 가지므로, 이들의 인장 강도 × 총 연신의 곱이 18000 MPa% 보다 훨씬 낮고, 이들의 인장 강도 × 균일한 연신의 곱은 13000 MPa% 보다 훨씬 낮다.
- [0246] 이러한 실시예들은, 놀랍게도, 700 °C ~ 380 °C 의 온도에서 열간 성형 단계 및 유지 단계 둘 다를 적용함으로써, 380 °C ~ 700 °C 의 온도에서 열간 성형 단계 또는 유지 단계에서 얻어진 평균 연신 및 강도보다 양호한 커플의 연성 및 강도 특성들을 유도한다는 것을 보여준다.
- [0247] 이러한 효과는 도 4, 도 5 및 도 6 에 도시된다.
- [0248] 도 4 는 시험 3, 9, 15 및 16 의 총 연신 (TE) 을 이들의 인장 강도 (TS) 의 함수로서 나타내는 그래프이다. 본원의 도메인은 라인들 L1 (TS = 1300 MPa), L2 (TS = 2000 MPa), L3 (TE = 10%) 및 L4 (TS × TE = 18000 MPa%) 에 의해 한정된다.
- [0249] 도 4 는 700 °C ~ 380 °C 의 온도에서 열간 성형 단계 및 유지 단계 둘 다를 포함하는 본원에 따른 제조 방법에 의해 얻어진 커플의 총 연신/인장 강도가, 700 °C ~ 380 °C 의 온도에서 열간 압연 단계만을 포함하는 제조 방법에 의해 얻어진 커플의 총 연신/인장 강도 (시험 15) 및 유지 단계만을 포함하는 제조 방법에 의해 얻어진 총 연신/인장 강도 (시험 16) 보다 훨씬 더 양호하다. 이러한 중간들의 총 연신/항복 강도는 라인 (11) 에 의해 도 4 에 도시된다.

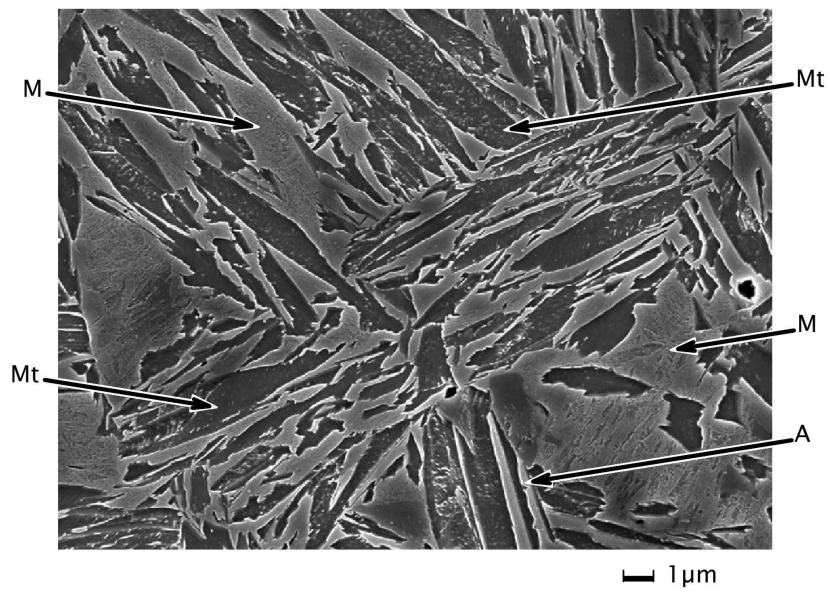
- [0250] 더욱이, 이러한 결과들은, 놀랍게도 본원에 따른 방법이 18000 MPa% 보다 높은 인장 강도 $\times$ 총 연신의 곱을 제공하는 반면에, 이러한 높은 값은 라인 (11) 을 따라 얻어지지 않는다는 것을 보여준다.
- [0251] 도 5 는 항복 강도 (YS) 의 함수로서 시험 3, 9, 15 및 16 의 균일한 연신 (UE) 을 나타내는 그래프이다. 본원의 도메인은 라인들 L5 (YS = 1000 MPa), L6 (YS = 1700 MPa) 및 L7 (UE = 7%) 에 의해 한정된다.
- [0252] 도 4 와 유사하게, 도 5 는 본원에 따른 제조 방법에 의해 얻어진 균일한 연신 및 항복 강도가 유지 단계만을 포함하는 제조 방법에 의해 얻어진 균일한 연신/항복 강도 (시험 16) 보다 훨씬 더 양호한 것을 보여준다.
- [0253] 도 6 은 시험 3, 9, 15 및 16 의 총 연신 (TE) 을 이들의 인장 강도 (TS) 의 함수로서 나타내는 그래프이다. 본원의 도메인은 라인들 L8 (TS = 1300 MPa), L9 (TS = 2000 MPa), L10 (UE = 7%) 및 L11 (TS $\times$ UE = 13000 MPa%) 에 의해 한정된다.
- [0254] 도 6 은 700 °C ~ 380 °C 의 온도에서 열간 성형 단계 및 유지 단계 둘 다를 포함하는 본원에 따른 제조 방법에 의해 얻어진 커플의 총 연신/인장 강도가, 700 °C ~ 380 °C 의 온도에서 열간 압연 단계만을 포함하는 제조 방법에 의해 얻어진 커플의 총 연신/인장 강도 (시험 15) 및 유지 단계만을 포함하는 제조 방법에 의해 얻어진 총 연신/인장 강도 (시험 16) 보다 훨씬 더 양호하다. 이러한 중간의 균일한 연신/항복 강도는 라인 (12) 에 의해 도 6 에 도시된다.
- [0255] 더욱이, 이러한 결과들은, 놀랍게도 본원에 따른 방법이 13000 MPa% 보다 높은 인장 강도 $\times$ 균일한 연신의 곱을 제공하는 반면에, 이러한 높은 값은 라인 (12) 을 따라 얻어지지 않는다는 것을 보여준다.
- [0256] 그리하여 제조된 시트들 또는 부품들은 전방 또는 후방 레일들, 기둥들, 범퍼 빔들과 같은 자동차 부품들을 제조하는데 사용될 수 있다.

도면

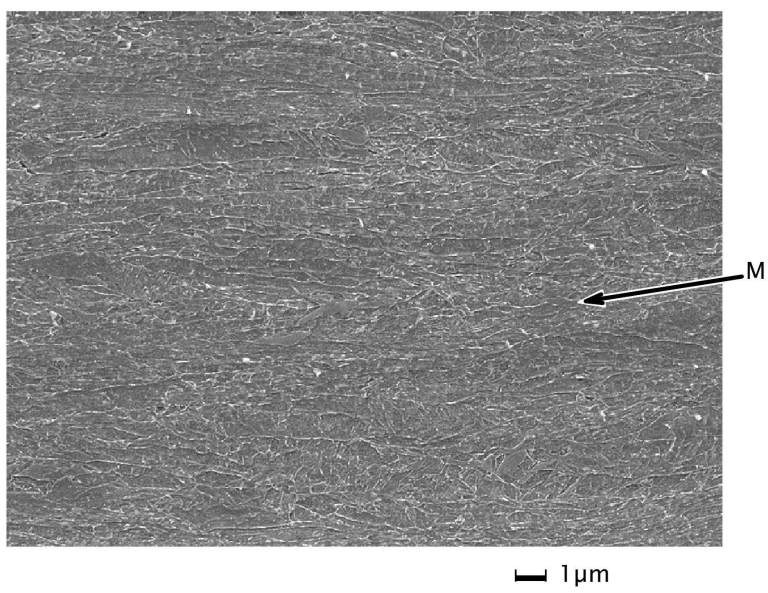
도면1



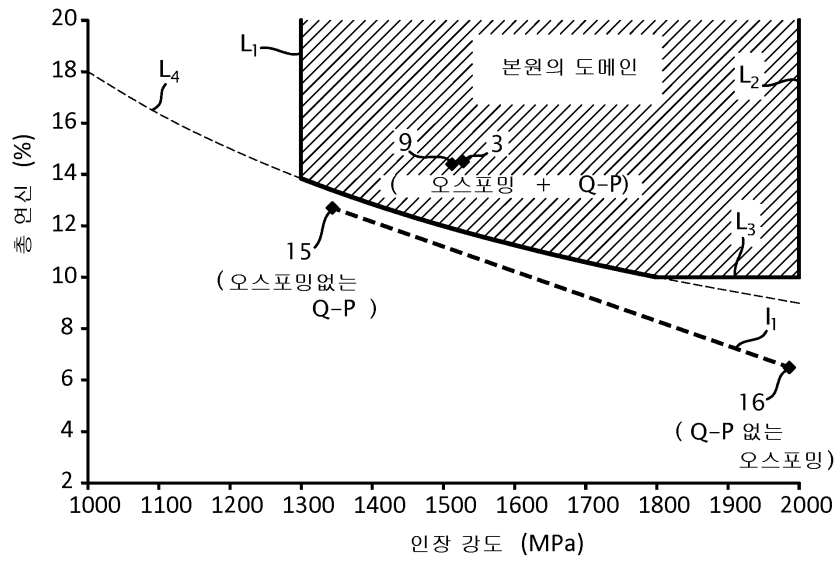
도면2



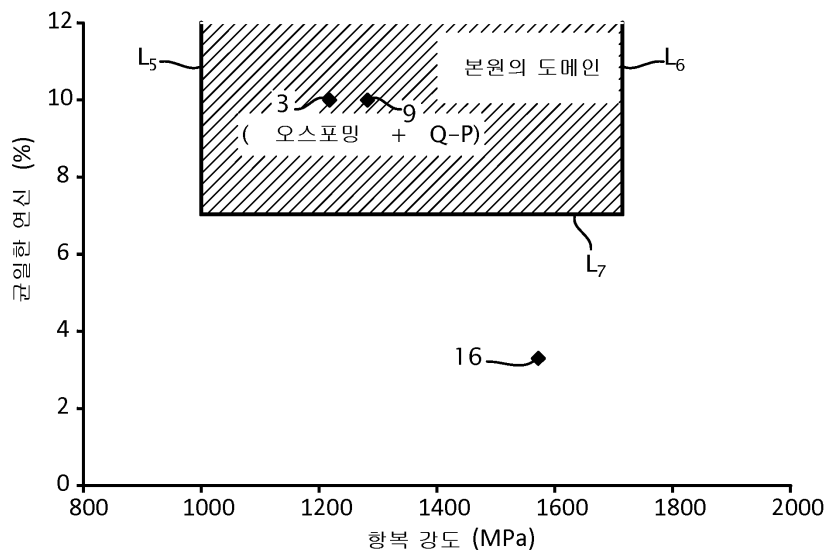
도면3



도면4



도면5



도면6

