(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0132908
(43) 공개일자 2017년12월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 38/08 (2006.01) *C21D 1/673* (2006.01)
C21D 8/02 (2006.01) *C21D 9/46* (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01) *C22C 38/40* (2006.01)
C23C 2/12 (2006.01) *C23C 2/28* (2006.01)
C23C 2/40 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 38/08 (2013.01)
C21D 1/673 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7034083(분할)
(22) 출원일자(국제) 2015년07월29일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2017-7005391
원출원일자(국제) 2015년07월29일
심사청구일자 2017년02월24일
(85) 번역문제출일자 2017년11월24일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2015/001273
(87) 국제공개번호 WO 2016/016707
국제공개일자 2016년02월04일
(30) 우선권주장
PCT/IB2014/001428 2014년07월30일
국제사무국(IB)(IB)

(71) 출원인
아르셀러미탈
룩셈부르크 1160 룩셈부르크 불르바르 다브랑슈 24-26
(72) 발명자
꼬보 세바스띠앙
프랑스 에프-57130 앙시-쉬르-모젤 뤼 데 뀌아르 27
푸에르타 벨라스케스 후안 다비드
프랑스 에프-57000 메츠 뤼 데 윌리에르 21
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 29 항

(54) 발명의 명칭 **프레스 경화용 강 시트의 제조 방법, 및 이 방법에 의해 획득되는 부품**

(57) 요 약

본 발명은, 프레스 경화용의 압연된 강 시트로서, 프레스 경화를 위해 화학 조성은 중량으로 표현된 함량으로 0.24% ≤ C ≤ 0.38%, 0.40% ≤ Mn ≤ 3%, 0.10% ≤ Si ≤ 0.70%, 0.015% ≤ Al ≤ 0.070%, 0% ≤ Cr ≤ 2%, 0.25% ≤ Ni ≤ 2%, 0.015% ≤ Ti ≤ 0.10%, 0% ≤ Nb ≤ 0.060%, 0.0005% ≤ B ≤ 0.0040%, 0.003% ≤ N ≤ 0.010%, 0.0001% ≤ S ≤ 0.005%, 0.0001% ≤ P ≤ 0.025% 를 포함하고, 티타늄 및 질소 함량이 Ti/N > 3.42 를 $2.6C+\frac{Mn}{5.3}+\frac{Cr}{13}+\frac{Si}{15}\geq 1.1\%$ 만족시키고, 탄소, 망간, 크롬 및 규소 함량이 를 만족시키고, 상기 화학 조성은 다음의 원소들: 0.05% ≤ Mo ≤ 0.65%, 0.001% ≤ W ≤ 0.30%, 0.0005% ≤ Ca ≤ 0.005% 중의 하나 이상을 선택적으로 포함하고, 잔부가 철 및 제조로 발생하는 불가피한 불순물로 이루어지고, 상기 시트는 깊이 Δ 에 걸쳐 상기 시트의 표면 근처의 강의 임의의 지점에서 $Ni_{surf} > Ni_{nom}$ 인 니켈 함량 Ni_{surf} 를 함유하고, 여기서 Ni_{nom} 은 상기 강의 공칭 니켈 함량을 나타내고, Ni_{max} 가 Δ 내에서 최대 니켈 함량을 나타낼 때, $\frac{(Ni_{max}+Ni_{nom})}{2}\times(\Delta)\geq 0.6$ 이고, $\frac{(Ni_{max}-Ni_{nom})}{\Delta}\geq 0.01$ 이며, 여기서 상기 깊이 Δ 는 미크론으로 표현되고, 상기 함량 Ni_{max} 및 Ni_{nom} 는 중량% 로 표현되는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류
C21D 8/0226 (2013.01)
C21D 8/0236 (2013.01)
C21D 8/0273 (2013.01)
C21D 9/46 (2013.01)
C22C 38/02 (2013.01)
C22C 38/40 (2013.01)
C23C 2/12 (2013.01)
C23C 2/28 (2013.01)
C23C 2/40 (2013.01)
(72) 발명자
보베 마르땡
프랑스 에프-57535 마랑쥬 실방쥬 뤼 루아 마조렐 4
빈치 까뜨린
프랑스 에프-57245 쥐리 뤼 프랭시빨 40

명 세 서

청구범위

청구항 1

프레스 경화용의 압연된 강 시트로서,

프레스 경화를 위해 화학 조성은 중량으로 표현된 함량으로

0.24% ≤ C ≤ 0.38%

0.40% ≤ Mn ≤ 3%

0.10% ≤ Si ≤ 0.70%

0.015% ≤ Al ≤ 0.070%

0% ≤ Cr ≤ 2%

0.25% ≤ Ni ≤ 2%

0.015% ≤ Ti ≤ 0.10%

0% < Nb < 0.010%

0.0005% ≤ B ≤ 0.0040%

0.003% ≤ N ≤ 0.010%

0.0001% ≤ S ≤ 0.005%

0.0001% ≤ P ≤ 0.025%

를 포함하고,

티타늄 및 질소 함량이

Ti/N > 3.42

를 만족시키고,

탄소, 망간, 크롬 및 규소 함량이

$$2.6C+\frac{Mn}{5.3}+\frac{Cr}{13}+\frac{Si}{15}\geq 1.1\%$$

를 만족시키고,

상기 화학 조성은 다음의 원소들:

0.05% ≤ Mo ≤ 0.65%

0.001% ≤ W ≤ 0.30%

0.0005% ≤ Ca ≤ 0.005%

중의 하나 이상을 선택적으로 포함하고,

잔부가 철 및 작업으로 발생하는 불가피한 불순물로 이루어지고,

상기 시트는 시트 표면으로부터 깊이 Δ 까지의 모든 지점에서

$Ni_{surf} > Ni_{nom}$

인 니켈 함량 Ni_{surf} 를 함유하고, 여기서 Ni_{nom} 은 상기 강의 공칭 니켈 함량을 나타내고,

Ni_{max} 가 Δ 내에서 최대 니켈 함량을 나타낼 때,

$$\frac{(Ni_{max} + Ni_{nom})}{2} \times (\Delta) \geq 0.6$$

이고,

$$\frac{(Ni_{max} - Ni_{nom})}{\Delta} \geq 0.01$$

이며, 여기서 상기 깊이 Δ 는 미크론 (microns) 으로 표현되고,

상기 함량 Ni_{max} 및 Ni_{nom} 는 중량% 로 표현되는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 강 시트의 조성은, 중량으로,

0.32% ≤ C ≤ 0.36%

0.40% ≤ Mn ≤ 0.80%

0.05% ≤ Cr ≤ 1.20%

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 강 시트의 조성은, 중량으로,

0.24% ≤ C ≤ 0.28%

1.50% ≤ Mn ≤ 3%

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 강 시트의 조성은, 중량으로,

0.50% ≤ Si ≤ 0.60%

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 강 시트의 조성은, 중량으로,

0.30% ≤ Cr ≤ 0.50%

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 강 시트의 조성은, 중량으로,

0.30% ≤ Ni ≤ 1.20%

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 강 시트의 조성은, 중량으로,

0.30% ≤ Ni ≤ 0.50%

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 강 시트의 조성은, 중량으로,

0.020% ≤ Ti

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 강 시트의 조성은, 중량으로,

0.020% ≤ Ti ≤ 0.040%

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 강 시트의 조성은, 중량으로,

0.15% ≤ Mo ≤ 0.25%

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트.

청구항 11

제 2 항에 있어서,

상기 강 시트의 조성은, 중량으로,

0.50% ≤ Mn ≤ 0.70%

를 포함하는 것을 특징으로 하는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트.

청구항 12

제 2 항에 있어서,

상기 강 시트의 미세조직이 페라이트-펄라이트계 (ferritic-pearlitic) 인 것을 특징으로 하는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트.

청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 시트는 열간 압연된 시트인 것을 특징으로 하는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트.

청구항 14

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 시트는 냉간 압연 및 어닐링된 시트인 것을 특징으로 하는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트.

청구항 15

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 강 시트는 알루미늄 또는 알루미늄 합금 또는 알루미늄계 합금의 금속 층으로 프리코팅되는 것을 특징으로 하는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트.

청구항 16

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 강 시트는 아연 또는 아연 합금 또는 아연계 합금의 금속 층으로 프리코팅되는 것을 특징으로 하는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트.

청구항 17

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 강 시트는 알루미늄 및 철을 함유하는 금속간 합금들의 하나의 코트 또는 여러 코트들로 프리코팅되고, 프리코팅은 $Fe_3Si_2Al_{12}$ 타입의 τ_5 상 및 $Fe_2Si_2Al_9$ 타입의 τ_6 상의 유리 알루미늄 (free aluminum) 을 함유하지 않는 것을 특징으로 하는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트.

청구항 18

마텐자이트계 (martensitic) 또는 마텐자이트-베이나이트계 (martensitic-bainitic) 조직을 갖는 제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 따른 조성의 강 시트의 프레스 경화에 의해 획득되는, 프레스 경화된 부품 (part).

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 부품은 공칭 니켈 함량 Ni_{nom} 을 포함하고,

표면 근처의 강에서의 니켈 함량 Ni_{surf} 은 깊이 Δ 에 걸쳐 Ni_{nom} 보다 크고,

Ni_{max} 가 Δ 내에서 최대 니켈 함량을 나타낼 때,

$$\frac{(Ni_{max} + Ni_{nom})}{2} \times (\Delta) \geq 0.6$$

이고,

$$\frac{(Ni_{max} - Ni_{nom})}{\Delta} \geq 0.01$$

이며, 여기서 상기 깊이 Δ 는 미크론으로 표현되고,

상기 함량 Ni_{max} 및 Ni_{nom} 는 중량% 로 표현되는 것을 특징으로 하는, 프레스 경화된 부품.

청구항 20

제 18 항에 있어서,

상기 부품의 기계적 강도 Rm 가 1800 MPa 이상인 것을 특징으로 하는, 프레스 경화된 부품.

청구항 21

제 18 항에 있어서,

상기 부품은 프레스 경화의 열처리 동안에 강 기판 (steel substrate) 과 프리코팅 사이의 확산으로부터 유래하는 알루미늄 또는 알루미늄계 합금, 또는 아연 또는 아연계 합금으로 코팅되는 것을 특징으로 하는, 프레스 경화된 부품.

청구항 22

열간 압연된 강 시트의 제조 방법으로서,

다음의 연속적인 단계들:

- 중량으로 표현된 함량으로

0.24% ≤ C ≤ 0.38%

0.40% ≤ Mn ≤ 3%

0.10% ≤ Si ≤ 0.70%

0.015% ≤ Al ≤ 0.070%

0% ≤ Cr ≤ 2%

0.25% ≤ Ni ≤ 2%

0.015% ≤ Ti ≤ 0.10%

0% < Nb < 0.010%

0.0005% ≤ B ≤ 0.0040%

0.003% ≤ N ≤ 0.010%

0.0001% ≤ S ≤ 0.005%

0.0001% ≤ P ≤ 0.025%

잔부가 철 및 작업으로 발생하는 불가피한 불순물로 이루어지고,

를 포함하는 화학 조성을 갖는 중간 제품을 주조하는 단계, 그리고 나서

- 상기 중간 제품을 1250℃ 내지 1300℃ 의 온도로 20 내지 45 분의 이 온도에서의 유지 시간 동안 재가열하는 단계, 그리고 나서

- 압연 종료 온도 ERT 가 825℃ 내지 950℃ 가 될 때까지 상기 중간 제품을 열간 압연하여, 열간 압연 시트를 획득하는 단계, 그리고 나서

- 상기 열간 압연 시트를 500℃ 내지 750℃ 의 온도에서 코일링하여, 열간 압연 및 코일링된 시트를 획득하는 단계, 그리고 나서

- 이전 단계들 중에 형성된 산화물 층을 산세하는 단계

를 포함하는, 열간 압연된 강 시트의 제조 방법.

청구항 23

냉간 압연 및 어닐링된 시트의 제조 방법으로서,

다음의 연속적인 단계들:

- 제 22 항에 따른 방법에 의해 제조된 열간 압연된 시트를 공급, 코일링 및 산세하는 단계, 그리고 나서

- 열간 압연, 코일링 및 산세된 상기 시트를 냉간 압연하여, 냉간 압연된 시트를 획득하는 단계, 그리고 나서

- 상기 냉간 압연된 시트를 740℃ 내지 820℃ 의 온도에서 어닐링하여, 냉간 압연 및 어닐링된 시트를 획득하는

단계

를 포함하는, 냉간 압연 및 어닐링된 시트의 제조 방법.

청구항 24

프리코팅된 시트의 제조 방법으로서,

제 22 항 또는 제 23 항에 따라 제조된 압연된 시트를 공급하고 그리고 나서 연속 핫딥 프리코팅을 행하고,

상기 프리코팅은 알루미늄 또는 알루미늄 합금이나 알루미늄계 합금, 또는 아연 또는 아연 합금이나 아연계 합금인, 프리코팅된 시트의 제조 방법.

청구항 25

프리코팅 및 프리합금화된 (pre-alloyed) 시트의 제조 방법으로서,

- 제 22 항 또는 제 23 항의 방법에 따른 압연된 시트를 공급한 후, 알루미늄 또는 알루미늄계 합금으로 연속 핫딥 프리코팅을 행하고, 그리고 나서

- 6 내지 15 시간의 유지 시간 t_1 동안 620℃ 내지 680℃ 의 온도 Θ_1 에서, 프리코팅된 상기 시트의 열처리를 행하여서, 프리코팅은 $Fe_3Si_2Al_{12}$ 타입의 τ_5 상 및 $Fe_2Si_2Al_9$ 타입의 τ_6 상의 유리 알루미늄을 더 이상 함유하지 않으며, 강 기판에서 오스테나이트 변태가 일어나지 않고, 전처리는 수소 및 질소 분위기의 노에서 행해지는, 프리코팅 및 프리합금화된 시트의 제조 방법.

청구항 26

마텐자이트계 또는 마텐자이트-베이나이트계 조직을 갖는 제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 따른 조성의 강 시트의 프레스 경화에 의해 획득되는 프레스 경화된 부품의 제조 방법으로서,

다음의 연속적인 단계들:

- 제 22 항에 따른 방법에 의해 제조된 시트를 공급하는 단계, 그리고 나서

- 상기 시트를 절단하여, 블랭크를 획득하는 단계, 그리고 나서

- 상기 블랭크를 810℃ 내지 950℃ 의 온도로 가열하여, 강 중에 전적으로 오스테나이트 조직을 얻는 단계, 그리고 나서

- 상기 블랭크를 프레스 내로 전달하는 단계, 그리고 나서

- 상기 블랭크를 열간 스탬핑하여 부품을 획득하는 단계, 그리고 나서

- 상기 부품을 프레스 내에 유지하여, 오스테나이트 조직의 마텐자이트 변태에 의한 경화를 획득하는 단계

를 포함하는, 프레스 경화된 부품의 제조 방법.

청구항 27

제 18 항에 있어서,

상기 부품은 자동차의 구조용 또는 강화용 부품의 제조를 위해 사용되는 것을 특징으로 하는, 프레스 경화된 부품.

청구항 28

제 26 항의 방법에 따라 제조된 프레스 경화된 부품으로서,

상기 부품은 자동차의 구조용 또는 강화용 부품의 제조를 위해 사용되는, 프레스 경화된 부품.

청구항 29

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 강 시트는 알루미늄, 철 그리고 규소를 함유하는 금속간 합금들의 하나의 코트 또는 여러 코트들로 프리코

팅되고, 프리코팅은 $Fe_3Si_2Al_{12}$ 타입의 τ_5 상 및 $Fe_2Si_2Al_9$ 타입의 τ_6 상의 유리 알루미늄 (free aluminum) 을 함유하지 않는 것을 특징으로 하는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 프레스 경화 후에 높은 강도의 기계적 부품을 수득하기 위한 강 시트의 제조 방법에 관한 것이다. 알려져 있는 바와 같이, 프레스 내에서의 켄칭에 의한 경화 (또는 프레스 경화) 는 오스테나이트 변태를 획득하기에 충분히 높은 온도에서 강 블랭크를 가열하는 단계, 그리고 나서 켄칭된 미세조직을 획득하기 위해 블랭크를 프레스 공구 내에 유지함으로써 블랭크를 열간 스탬핑하는 단계로 구성된다. 상기 방법의 변형예에 따르면, 가열 및 프레스 경화 전에 미리 블랭크에 냉간 프리스탬핑이 행해질 수 있다. 이 블랭크는 예컨대 알루미늄 또는 아연 합금으로 프리코팅된다. 이 경우, 노에서의 가열 동안에, 프리코팅은 스케일의 형성 및 탈탄에 대해 부품의 표면 보호를 제공하는 화합물을 생성하도록 확산에 의해 강 기판 (steel substrate) 과 합금화된다. 이 화합물은 열간 성형 (hot forming) 에 적합하다.

배 경 기 술

[0002] 획득되는 부품은 특히, 침입방지 또는 에너지 흡수 기능을 제공하기 위해 자동차의 구조용 요소로서 사용된다. 따라서, 이하의 내용은 실시예: 범퍼 크로스빔, 도어 또는 센터 필러 보강재 또는 프레임 레일로서 인용될 수 있다. 그러한 프레스 경화된 부품은 예컨대 농업 기계용 공구 또는 부품을 제조하는데 또한 사용될 수 있다.

[0003] 프레스에서 획득되는 냉각 속도 및 강의 조성에 따라, 기계적 강도는 더 높거나 낮은 레젤에 도달할 수 있다. 따라서, 공보 EP 2,137,327 은 0.040% < C < 0.100%, 0.80% < Mn < 2.00%, Si < 0.30%, S < 0.005%, P < 0.030%, 0.010% ≤ Al ≤ 0.070%, 0.015% < Nb < 0.100%, 0.030% ≤ Ti ≤ 0.080%, N < 0.009%, Cu, Ni, Mo < 0.100%, Ca < 0.006% 를 함유하는 강 조성을 개시하며, 이 조성으로 프레스 경화 후에 500 MPa 초과의 기계적 인장 강도 Rm 가 획득될 수 있다.

[0004] 공보 FR 2,780,984 는 더 큰 강도 레벨이 획득됨을 개시하며, 0.15% < C < 0.5%, 0.5% < Mn < 3%, 0.1% < Si < 0.5%, 0.01% < Cr < 1%, Ti < 0.2%, Al 및 P < 0.1%, S < 0.05%, 0.0005% < B < 0.08% 를 함유하는 강 시트가 1000 MPa 초과, 심지어 1500 MPa 초과의 강도 Rm 를 획득될 수 있게 한다.

[0005] 이러한 강도는 많은 적용에서 만족스럽다. 그렇지만, 차량의 에너지 소비를 줄이려는 요구는 훨씬 더 높은 기계적 강도 (이는 1800 MPa 초과의 강도 R_m 을 의미한다) 를 갖는 부품의 사용을 통해 훨씬 더 가벼운 중량의 차량을 추구하게 한다. 일부 부품이 페인팅되고 페인트 베이킹 사이클을 거치므로, 이 값은 베이킹에 의한 열처리로 또는 베이킹에 의한 열처리 없이 도달되어야 한다.

[0006] 이제, 그러한 레벨의 강도는 일반적으로 전적으로 또는 매우 대부분 마텐자이트 미세조직과 관련된다. 이러한 타입의 미세조직은 지연 균열에 대한 더 낮은 저항을 갖는다고 알려져 있고: 프레스 경화 후, 제조된 부품은 실제로 다음의 3 개의 인자의 결합 하에서 일정 시간 후에 균열 또는 파괴에 민감할 수 있다:

[0007] - 주로 마텐자이트 미세조직;

[0008] - 충분한 양의 확산성 수소. 이는 열간 스탬핑 및 프레스 경화의 단계 전에 블랭크의 노 가열 동안에 도입될 수 있고; 실제로, 노 중에 존재하는 수증기가 파괴되어 블랭크의 표면에 흡착될 수도 있다.

[0009] - 충분한 레벨의 적용 또는 잔류 응력의 존재.

[0010] 지연 균열의 문제를 해결하기 위해, 응력 레벨을 최소화하도록 재가열 노의 분위기 및 블랭크를 절단하는 조건을 엄격하게 제어하는 것이 제안되었다. 수소 탈가스를 허용하기 위해 열간 스탬핑된 부품에 열적 후처리를 행하는 것도 또한 제안되었다. 그렇지만, 이 작업들은 이러한 위험을 회피할 수 있게 하며 이러한 추가적인 제약과 비용을 극복하는 자료를 원하는 산업을 제한하고 있다.

[0011] 수소 흡착을 감소시키는 강 시트 표면에의 특정 코팅을 형성하는 것도 또한 제안되었다. 그러나, 동등한 지연 균열 저항성을 제공하는 더 간단한 프로세스가 요구된다.

[0012] 그러므로, 프레스 경화 후에 지연 균열에 대한 높은 저항성 및 매우 높은 기계적 강도 Rm 을 동시에 제공하는

부품의 제조 방법을 찾고 있으며, 이러한 목적들은 조율하기가 선험적으로 어렵다.

[0013] 또한, 켄칭-촉진 및/또는 경화 원소 (C, Mn, Cr, Mo 등) 가 풍부한 강 조성이 더 높은 경도를 갖는 열간 압연된 시트를 초래한다고 알려져 있다. 따라서, 일부 냉간 압연 밀의 제한된 압연 용량 (rolling capacity) 을 고려하면, 이러한 증가된 경도는 넓은 범위의 두께에 걸쳐 냉간 압연된 시트를 획득하는데 해롭다. 그러므로, 열간 압연된 시트 단계에서의 너무 높은 레벨의 강도는 매우 얇은 냉간 압연된 시트가 획득되는 것을 허용하지 않는다. 그러므로, 넓은 범위의 냉간 압연된 시트 두께를 제공하는 방법이 추구된다.

[0014] 부가적으로, 일부 파라미터 (압연 종료 온도, 코일링 온도, 압연 스트립의 폭에 걸친 냉각 속도의 변화) 의 변화가 시트 내의 기계적 특성의 변화를 초래할 수도 있기 때문에, 켄칭-촉진 및/또는 경화 원소들의 다량 존재가 제조를 위한 열기계적 처리 중에 영향을 미칠 수 있다. 그러므로, 양호한 기계적 특성 균질성을 갖는 시트를 제조하기 위해, 특정 제조 파라미터의 변화에 덜 민감한 강 조성이 추구된다.

[0015] 최종-사용자 시방서에 따라 알루미늄 합금 또는 아연 합금으로 코팅되지 않은 또는 코팅된 상이한 형태로 시트가 이용될 수 있도록, 특히 용융 도금을 통해 용이하게 코팅될 수 있는 강 조성이 또한 추구된다.

[0016] 프레스 경화용 블랭크, 즉 절삭 또는 펀칭 공구의 파괴를 방지하도록 그 단계에서 너무 높이 않은 기계적 강도를 갖는 블랭크를 획득하기 위해 기계적 절삭 단계에 양호한 적합성을 갖는 시트를 제공하는 프로세스가 또한 추구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0017] 본 발명의 목적은 경제적인 제조 방법에 의해 위에서 논의된 문제점들 모두를 해결하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0018] 놀랍게도, 본 발명자들은 아래에서 논의하는 조성을 갖는 시트를 공급함으로써 이러한 문제점들이 해결되었음을 보여주었고, 또한 이 시트는 그 표면 영역에서 니켈이 특히 풍부하다는 특징을 갖는다.

[0019] 이러한 목적을 위해, 본 발명의 주제는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트로서, 프레스 경화를 위해 화학 조성은 중량으로 표현된 함량으로 0.24% ≤ C ≤ 0.38%, 0.40% ≤ Mn ≤ 3%, 0.10% ≤ Si ≤ 0.70%, 0.015% ≤ Al ≤ 0.070%, 0% ≤ Cr ≤ 2%, 0.25% ≤ Ni ≤ 2%, 0.015% ≤ Ti ≤ 0.10%, 0% ≤ Nb ≤ 0.060%, 0.0005% ≤ B ≤ 0.0040%, 0.003% ≤ N ≤ 0.010%, 0.0001% ≤ S ≤ 0.005%, 0.0001% ≤ P ≤ 0.025% 를 포함하고, 티타늄 및 질소 함량이 $Ti/N > 3.42$ 를 만족시키고, 탄소, 망간, 크롬 및 규소 함량이 $2.6C+\frac{Mn}{5.3}+\frac{Cr}{13}+\frac{Si}{15}\geq 1.1\%$ 를 만족시키고, 상기 화학 조성은 다음의 원소들: 0.05% ≤ Mo ≤ 0.65%, 0.001% ≤ W ≤ 0.30%, 0.0005% ≤ Ca ≤ 0.005% 중의 하나 이상을 선택적으로 포함하고, 잔부가 철 및 제조로 발생하는 불가피한 불순물로 이루어지고, 상기 시트는 깊이 Δ 에 걸쳐 상기 시트의 표면 근처의 강의 임의의 지점에서 $Ni_{surf} > Ni_{nom}$ 인 니켈 함량 Ni_{surf} 를 함유하고, 여기서 Ni_{nom} 은 상기 강의 공칭 니켈 함량을 나타내고, Ni_{max} 가 Δ 내에서 최대 니켈 함량을 나타낼 때, $\frac{(Ni_{max}+Ni_{nom})}{2}\times(\Delta)\geq 0.6$ 이고, $\frac{(Ni_{max}-Ni_{nom})}{\Delta}\geq 0.01$ 이며, 여기서 상기 깊이 Δ 는 미크론 (microns) 으로 표현되고, 상기 함량 Ni_{max} 및 Ni_{nom} 는 중량% 로 표현되는, 프레스 경화용의 압연된 강 시트이다.

[0020] 제 1 모드에 따르면, 시트의 조성은, 중량으로, 0.32% ≤ C ≤ 0.36%, 0.40% ≤ Mn ≤ 0.80%, 0.05% ≤ Cr ≤ 1.20% 를 포함한다.

[0021] 제 2 모드에 따르면, 시트의 조성은, 중량으로, 0.24% ≤ C ≤ 0.28%, 1.50% ≤ Mn ≤ 3% 를 포함한다.

[0022] 시트의 규소 함량은 바람직하게는 0.50% ≤ Si ≤ 0.60% 이다.

[0023] 특정 모드에 따르면, 조성은, 중량으로, 0.30% ≤ Cr ≤ 0.50% 를 포함한다.

[0024] 바람직하게는, 시트의 조성은, 중량으로, 0.30% ≤ Ni ≤ 1.20%, 매우 바람직하게는 0.30% ≤ Ni ≤ 0.50% 를

포함한다.

[0025] 티타늄 함량은 바람직하게는 0.020% ≤ Ti 이다.

[0026] 시트의 조성은 유리하게는 0.020% ≤ Ti ≤ 0.040% 를 포함한다.

[0027] 바람직한 모드에 따르면, 조성은 중량으로 0.15% ≤ Mo ≤ 0.25% 를 포함한다.

[0028] 조성은 바람직하게는 중량으로 0.010% ≤ Nb ≤ 0.060%, 매우 바람직하게는 0.030% ≤ Nb ≤ 0.050% 를 포함한다.

[0029] 특정 모드에 따르면, 조성은 중량으로 0.50% ≤ Mn ≤ 0.70% 를 포함한다.

[0030] 유리하게는, 강 시트의 미세조직이 페라이트-펄라이트계 (ferritic-pearlitic) 이다.

[0031] 바람직한 모드에 따르면, 강 시트는 열간 압연된 시트이다.

[0032] 바람직하게는, 시트는 열간 압연 및 어닐링된 시트이다.

[0033] 특정 모드에 따르면, 강 시트는 알루미늄 또는 알루미늄 합금 또는 알루미늄계 합금의 금속 층으로 프리코팅된다.

[0034] 특정 모드에 따르면, 강 시트는 아연 또는 아연 합금 또는 아연계 합금의 금속 층으로 프리코팅된다.

[0035] 다른 모드에 따르면, 강 시트는 알루미늄 및 철 그리고 가능하게는 규소를 함유하는 금속간 합금들의 하나의 코트 또는 여러 코트들로 프리코팅되고, 프리코팅은 $Fe_3Si_2Al_{12}$ 타입의 τ_5 상 및 $Fe_2Si_2Al_9$ 타입의 τ_6 상의 유리 알루미늄 (free aluminum) 을 함유하지 않는다.

[0036] 본 발명의 주제는 또한, 마텐자이트계 (martensitic) 또는 마텐자이트-베이나이트계 (martensitic-bainitic) 조직을 갖는 상기한 모드들 중의 적어도 하나에 따른 조성의 강 시트의 프레스 경화에 의해 획득되는 부품 (part) 이다.

[0037] 바람직하게는, 프레스 경화된 부품은 공칭 니켈 함량 Ni_{nom} 을 포함하고, 표면 근처의 강에서의 니켈 함량 Ni_{surf} 은 깊이 Δ 에 걸쳐 Ni_{nom} 보다 크고, Ni_{max} 가 Δ 내에서 최대 니켈 함량을 나타낼 때, $\frac{(Ni_{max}+Ni_{nom})}{2}\times(\Delta)\geq 0.6$ 이고, $\frac{(Ni_{max}-Ni_{nom})}{\Delta}\geq 0.01$ 이며, 여기서 깊이 Δ 는 미크론으로 표현되고, 함량 Ni_{max} 및 Ni_{nom} 는 중량% 로 표현된다.

[0038] 유리하게는, 프레스 경화된 부품은 1800 MPa 이상의 기계적 강도 Rm 을 갖는다.

[0039] 바람직한 모드에 따르면, 프레스 경화된 부품은 프레스 경화의 열처리 동안에 강 기판과 프리코팅 사이의 확산으로부터 유래하는 알루미늄 또는 알루미늄계 합금, 또는 아연 또는 아연계 합금으로 코팅된다.

[0040] 본 발명의 다른 목적은, 열간 압연된 강 시트의 제조 방법으로서, 이 방법은 다음의 연속적인 단계들: 상기한 모드들 중의 어느 하나에 따른 화학 조성을 갖는 중간 제품을 주조하는 단계, 그리고 나서 1250℃ 내지 1300℃ 의 온도로 20 내지 45 분의 이 온도에서의 유지 시간 동안 재가열하는 단계를 포함한다. 중간 제품을 압연 종료 온도 ERT 가 825℃ 내지 950℃ 가 될 때까지 열간 압연하여, 열간 압연 시트를 획득하고, 그리고 나서 열간 압연 시트를 500℃ 내지 750℃ 의 온도에서 코일링하여, 열간 압연 및 코일링된 시트를 획득하고, 그리고 나서 이전 단계들 중에 형성된 산화물 층을 산세에 의해 제거한다.

[0041] 본 발명의 목적은 또한, 냉간 압연 및 어닐링된 시트의 제조 방법으로서, 다음의 연속적인 단계들: 전술한 방법에 의해 제조된 열간 압연된 시트를 공급, 코일링 및 산세하는 단계, 그리고 나서 열간 압연, 코일링 및 산세된 시트를 냉간 압연하여, 냉간 압연된 시트를 획득하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 냉간 압연 및 어닐링된 시트의 제조 방법이다. 이 냉간 압연된 시트를 740℃ 내지 820℃ 의 온도에서 어닐링하여, 냉간 압연 및 어닐링된 시트를 획득한다.

[0042] 유리한 모드에 따르면, 상기 방법들 중의 하나에 따라 제조된 압연된 시트를 공급하고 그리고 나서 용융 도금에 의해 연속 프리코팅을 행하고, 프리코팅은 알루미늄 또는 알루미늄 합금이나 알루미늄계 합금, 또는 아연 또는 아연 합금이나 아연계 합금이다.

[0043] 유리하게는, 본 발명의 목적은 또한, 프리코팅 및 프리합금화된 (pre-alloyed) 시트의 제조 방법으로서, 상기한 방법들 중의 하나에 따라 압연된 시트를 공급한 후, 알루미늄 또는 알루미늄계 합금으로 연속 핫딥 프리코팅을 행하고, 그리고 나서 6 내지 15 시간의 유지 시간 t_1 동안 620℃ 내지 680℃ 의 온도 Θ_1 에서, 프리코팅된 시트의 열처리를 행하여서, 프리코팅은 $Fe_3Si_2Al_{12}$ 타입의 τ_5 상 및 $Fe_2Si_2Al_9$ 타입의 τ_6 상의 유리 알루미늄을 더 이상 함유하지 않으며, 강 기판에서 오스테나이트 변태가 일어나지 않고, 전처리는 수소 및 질소 분위기의 노에서 행해지는, 프리코팅 및 프리합금화된 시트의 제조 방법이다.

[0044] 본 발명의 목적은 또한 프레스 경화된 부품의 제조 방법으로서, 다음의 연속적인 단계들: 상기한 모드들 중의 하나에 따른 방법에 의해 제조된 시트를 공급하는 단계, 그리고 나서 상기 시트를 절단하여, 블랭크를 획득하는 단계, 그리고 나서 블랭크에 냉간 스탬핑에 의한 변형을 행하는 선택적인 단계를 포함하는, 프레스 경화된 부품의 제조 방법이다. 블랭크를 810℃ 내지 950℃ 의 온도로 가열하여, 강 중에 전적으로 오스테나이트 조직을 얻고, 그리고 나서 블랭크를 프레스 내로 전달한다. 블랭크를 열간 스탬핑하여 부품을 획득하고, 그리고 나서 그 부품을 프레스 내에 유지하여, 오스테나이트 조직의 마텐자이트 변태에 의한 경화를 획득한다.

[0045] 본 발명의 목적은 또한 자동차의 구조용 또는 강화용 부품의 제조를 위한, 전술한 특징을 포함하거나 또는 전술한 방법에 따라 제조된 프레스 경화된 부품의 용도이다.

[0046] 본 발명의 다른 특징 및 이점은 첨부 도면을 참조하여 일례로서 주어지는 이하의 설명 동안에 드러날 것이다.

도면의 간단한 설명

[0047] 도 1 은 프레스 경화된 시트 또는 부품의 표면 근처의 니켈 함량의 변화를 개략적으로 보여주며, 본 발명을 규정하는 특정 파라미터들: Ni_{max}, Ni_{surf}, Ni_{nom} 및 Δ 를 보여준다.

도 2 는 시트의 C, Mn, Cr 및 Si 함량들을 조합하는 파라미터의 함수로서 열간 스탬핑 및 프레스 경화된 부품의 기계적 강도를 보여준다.

도 3 은 시트 표면 근처의 총 니켈 함량을 나타내는 파라미터의 함수로서 열간 스탬핑 및 프레스 경화된 부품의 측정된 확산성 수소 함량을 보여준다.

도 4 는 시트의 표면층에서의 니켈 부화량 (amount of enrichment) 을 나타내는 파라미터의 함수로서 열간 스탬핑 및 프레스 경화된 부품의 측정된 확산성 수소 함량을 보여준다.

도 5 는 상이한 조성을 갖는 시트들의 표면 근처에서의 니켈 함량의 변화를 보여준다.

도 6 은 프레스 경화 전에 2 개의 표면 준비 모드를 거친 동일한 조성의 시트들의 표면 근처에서의 니켈 함량의 변화를 보여준다.

도 7 은, 프레스 경화 전에 2 개의 표면 준비 모드를 거친 시트들에 대해, 표면층에서의 니켈 부화량의 함수로서 확산성 수소 함량의 변화를 보여준다.

도 8 및 도 9 는 본 발명에 따른 열간 압연된 시트들의 조직을 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0048] 본 발명에 따른 방법에서 구현되는 시트 금속의 두께는 바람직하게는 0.5 ㎜ 내지 4 ㎜ 이고, 특히 자동차 산업을 위한 구조용 또는 강화용 부품의 제조에 사용되는 두께 범위이다. 이는 열간 압연에 의해 획득되거나 또는 후속 냉간 압연 및 어닐링의 대상이 될 수 있다. 이 두께 범위는 산업용 프레스 경화 공구, 특히 열간 스탬핑 프레스에 적합하다.

[0049] 유리하게는, 강은 다음의 원소들을 중량으로 나타낸 조성으로 함유한다:

[0050] - 0.24% 내지 0.38% 의 탄소 함량. 이 원소는 오스테나이트화 처리에 뒤이은 냉각 후에 획득되는 기계적 강도 및 켄칭성 (quenchability) 에서 주된 역할을 한다. 0.24 중량% 의 함량 미만에서는, 값비싼 원소의 추가 첨가 없이, 프레스에서의 템퍼링에 의한 경화 후에 1800 ㎫ 기계적 강도 레벨에 도달할 수 없다. 0.38 중량% 의 함량 초과에서는, 지연 균열의 위험이 증가하고, 샤르피 타입 노치 굴곡 시험으로 측정되는 연성/취성 천이 온도가 -40℃ 보다 커지게 되고, 이는 인성의 너무 현저한 감소로 여겨진다.

[0051] 0.32 중량% 내지 0.36 중량% 의 탄소 함량의 경우, 생산비를 제한하며 용접성을 만족스러운 레벨로 유지하면서,

목표하는 특성을 안정적으로 획득할 수 있다.

[0052] 탄소 함량이 0.24% 내지 0.28% 인 때에, 점 용접에 대한 적합성이 특히 양호하다.

[0053] 나중에 볼 수 있는 것처럼, 탄소 함량은 또한 망간, 크롬 및 규소 함량들과 함께 규정되어야 한다.

[0054] - 망간은, 탈산제 (deoxidizer) 로서의 역할 외에도, 켄칭성에서 역할을 한다: 그 함량은 프레스에서의 냉각 중에 충분히 낮은 변태 개시 온도 Ms (오스테나이트 → 마텐자이트) 를 획득하기 위해 0.40 중량% 보다 커야 하고, 이는 강도 Rm 을 증가시키는 것을 가능하게 한다. 지연 균열에 대한 증가된 저항성은 망간 함량을 3% 로 제한함으로써 획득될 수 있다. 실제로, 망간은 오스테나이트 입자 경계로 편석되고 수소의 존재 하에서 입자간 파열의 위험을 증가시킨다. 한편, 나중에 설명하는 바와 같이, 지연 균열에 대한 저항성은 특히 니켈 부화 표면층의 존재에 기인한다. 이론에 구속되기를 원하지 않으면서, 니켈이 이 철과 망간 산화물 층 아래에 위치되도록 충분히 확산할 시간을 갖지 않는 한, 망간 함량이 과도할 때, 슬래브의 재가열 동안에 두꺼운 산화물 층이 생성되는 것으로 생각된다.

[0055] 망간 함량은 바람직하게는, 탄소 그리고 가능하게는 크롬 함량과 함께 규정된다:

[0056] - 망간 함량이 0.40% 내지 0.80% 이고 크롬 함량이 0.05% 내지 1.20% 이면서 탄소 함량이 0.32 중량% 내지 0.36 중량% 인 때, 특히 효과적인 니켈 부화 표면층의 존재로 인한 지연 균열에 대한 우수한 저항성과 동시에 시트의 기계적 절삭에 대한 매우 양호한 적합성이 획득될 수 있다. 망간 함량은 높은 기계적 강도와 지연 균열에 대한 저항성의 획득을 조정하기 위해 0.50% 내지 0.70% 를 이상적으로 포함한다.

[0057] - 망간 함량이 1.50% 내지 3% 이면서 탄소 함량이 0.24% 내지 0.28% 인 때, 점 용접에 대한 적합성이 특히 양호하다.

[0058] 이러한 조성 범위는 약 320℃ 내지 370℃ 의 냉각 변태 (오스테나이트 → 마텐자이트) 개시 온도 Ms 를 획득하는 것을 가능하게 하고, 이러한 방식에서, 열 경화된 부품이 충분히 높은 강도를 갖는 것이 보장될 수 있다.

[0059] - 강의 규소 함량은 0.10 중량% 내지 0.70 중량% 를 포함하여야 하고, 규소 함량이 0.10 % 초과인 경우, 추가적인 경화가 획득될 수 있고, 규소는 액체 강의 탈산 (deoxidation) 에 기여한다. 그렇지만, 재가열 단계 및/또는 어닐링 단계 동안 표면 산화물의 과도한 형성을 막기 위해 그리고 용융 도금성을 손상시키기 않기 위해, 그 함량은 0.70 % 로 제한되어야 한다.

[0060] 프레시 (fresh) 마텐자이트의 연화를 막기 위해 규소 함량은 0.50% 초과인 것이 바람직하며, 이 연화는 부품이 마텐자이트 변태 후 프레스 공구 내에 유지되는 때에 일어날 수 있다. 가열 변태 온도 Ac3 (페라이트 + 펄라이트 → 오스테나이트) 가 너무 높게 되지 않도록, 규소 함량은 0.60% 미만인 것이 바람직하다. 그렇지 않으면, 이는 열간 스탬핑 전에 블랭크를 더 높은 온도로 재가열하는 것을 요구하고, 이는 상기 방법의 생산성을 감소시킨다.

[0061] - 알루미늄은, 0.015% 이상의 양에서, 작업 중에 액체 금속의 탈산 및 질소의 석출 (precipitation) 을 가능하게 하는 원소이다. 그 함량이 0.070% 를 초과하면, 강 제조 중에 조대한 알루미네이트를 형성할 수 있고, 이는 연성을 감소시키는 경향이 있다. 최적으로, 그 함량은 0.020% 내지 0.060% 이다.

[0062] - 크롬은 켄칭성을 증가시키고, 프레스 경화 후 원하는 Rm 레벨의 획득에 기여한다. 2 중량% 의 함량 초과에서, 프레스 경화된 부품의 기계적 특성들의 균질성에 미치는 크롬의 효과는 포화된다. 바람직하게는 0.05% 내지 1.20% 의 양에서, 이 원소는 강도 증가에 기여한다. 바람직하게는, 기계적 강도 및 지연 균열에 미치는 바람직한 효과는 추가적인 비용을 제한하면서 0.30% 내지 0.50% 의 크롬을 추가함으로써 획득될 수 있다. 망간 함량이 충분한 때, 즉 1.50% 내지 3% 망간인 때, 망간을 통해 획득되는 켄칭성이 충분하다고 생각되기 때문에 크롬의 추가는 선택적인 것으로 고려된다.

[0063] 위에서 규정된 원소들 C, Mn, Cr 및 Si 각각의 조건에 더하여, 본 발명자들은 이 원소들이 공동으로 특정되어야 한다는 것을 보여주었다: 실제로, 도 2 는 파라미터 $P_1 = 2.6C + \frac{Mn}{5.3} + \frac{Cr}{13} + \frac{Si}{15}$ 의 함수로서 탄소 (0.22% 내지 0.36%), 망간 (0.4% 내지 2.6%), 크롬 (0% 내지 1.3%) 및 규소 (0.1% 내지 0.72%) 의 가변 함량을 갖는 상이한 강 조성에 대한 프레스 경화된 블랭크들의 기계적 강도를 보여준다.

[0064] 도 2 에 나타낸 데이터는 오스테나이트 영역 내에서 850℃ 또는 900℃ 의 온도에서 가열된 블랭크에 관한 것으로서, 이 온도에서 150 초 동안 유지된 후 열간 스탬핑되고 공구 내에 유지됨으로써 켄칭된다. 모든

경우에, 열간 스탬핑 후 얻어지는 부품의 조직은 전적으로 마텐자이트이다. 직선 (1) 은 기계적 강도 결과의 하부 포락선 (lower envelope) 을 나타낸다. 연구된 조성의 다양성으로 인한 분산에도 불구하고, 파라미터 P_1 이 1.1% 보다 클 때 1800 MPa 의 최소값이 획득되는 것으로 보인다. 이 조건을 만족하면, 프레스 냉각 중의 Ms 변태 온도는 365℃ 미만이다. 이러한 조건 하에서, 프레스 공구를 유지하는 효과의 영향 하에, 자기-템퍼링된 (self-tempered) 마텐자이트 분율은 매우 제한되어서, 매우 많은 양의 템퍼링되지 않은 마텐자이트가 높은 기계적 강도 값을 얻을 수 있게 한다.

[0065] - 티타늄은 질소에 대해 높은 친화성을 갖는다. 본 발명의 강의 질소 함량을 고려하면, 티타늄 함량은 효과적인 석출을 획득하기 위해 0.015% 이상이어야 한다. 0.020 중량% 초과의 양에서, 티타늄은 붕소가 켄칭성에 미치는 영향을 전부 발휘하도록 이 원소가 유리 형태 (free form) 로 발견되게 붕소를 보호한다. 그 함량은 3.42 N 보다 커야 하며, 이 양은 유리 질소의 존재를 피하도록 TiN 석출의 화학량론에 의해 규정된다. 그렇지만, 0.10% 초과에서는, 액체 강에서 조대한 티타늄 질화물 (인성에 해로운 역할을 함) 을 형성할 위험이 존재한다. 티타늄 함량은, 열간 스탬핑 이전에 블랭크의 재가열 중에 오스테나이트 입자의 성장을 제한하는 미세 질화물을 생성하도록 0.020% 내지 0.040% 인 것이 바람직하다.

[0066] - 니오븀은, 0.010 중량% 초과의 양에서, 니오븀 카보나이트라이드를 형성하며, 이는 또한 블랭크의 재가열 중에 오스테나이트 입자의 성장을 제한할 수도 있다. 그렇지만, 제조 곤란성 및 압연 하중 (rolling force) 을 증가시키는 열간 스탬핑 동안에 재결정화를 제한하는 그 능력 때문에, 그 함량은 0.060% 로 제한되어야 한다. 니오븀 함량이 0.030% 내지 0.050% 인 때에 최적의 효과가 획득된다.

[0067] - 붕소는, 0.0005 중량% 초과의 양에서, 켄칭성을 매우 강하게 증가시킨다. 오스테나이트 입자 경계의 조인트 내로 확산됨으로써, 인의 입자간 편석을 방지하여 유리한 영향을 미친다. 0.0040% 초과에서, 이 효과는 포화된다.

[0068] - 0.003% 초과의 질소 함량은 오스테나이트 입자의 성장을 제한하기 위해 상기한 TiN, Nb(CN) 또는 (Ti, Nb)(CN) 의 석출의 획득을 가능하게 한다. 그렇지만, 함량은 조대한 석출물의 형성을 방지하기 위해 0.010% 로 제한되어야 한다.

[0069] - 선택적으로, 시트는 0.05 중량% 내지 0.65 중량% 의 양으로 몰리브덴을 함유할 수도 있고: 이 원소는 니오븀 및 티타늄과 공침물 (co-precipitate) 을 형성한다. 이 석출물은 열적으로 매우 안정적이고, 가열시 오스테나이트 입자의 성장의 제한을 강화시킨다. 0.15% 내지 0.25% 의 몰리브덴 함량의 경우 최적의 효과가 획득된다.

[0070] - 선택으로서, 강은 텅스텐을 0.001 중량% 내지 0.30 중량% 의 양으로 또한 포함할 수 있다. 기재한 양에서, 이 원소는 탄화물의 형성 때문에 켄칭성 및 경화능을 증가시킨다.

[0071] - 선택적으로, 강은 또한 칼슘을 0.0005 % 내지 0.005 % 의 양으로 함유할 수도 있고; 칼슘은, 산소 및 황과 결합함으로써, 그러한 방식으로 제조된 시트 또는 부품의 연성에 악영향을 미치는 대형 개재물의 형성을 피할 수 있게 한다.

[0072] - 황 및 인은 과도한 양에서 증가된 취성을 초래한다. 이것이 황화물의 과도한 형성을 피하기 위해 황의 중량 기준 함량이 0.005 % 로 제한되는 이유이다. 그러나, 과도하게 낮은 황 함량, 즉 0.001 % 미만은 부가적인 이점을 제공하지 않는 한 달성하기에 불필요하게 비용이 많이 든다.

[0073] 유사한 이유로, 인 함량은 0.001 중량% 내지 0.025 중량% 이다. 과도한 함량에서, 이 원소는 오스테나이트 입자들의 조인트 내로 편석되고 입자간 파열에 의한 지연 균열의 위험을 증가시킨다.

[0074] - 니켈은 본 발명의 중요한 요소이다: 실제로, 본 발명자들은 이 원소가 0.25 중량% 내지 2 중량% 의 양에서 특정 형식으로 시트 또는 부품의 표면에 집중 위치되는 때에 지연 파괴에 대한 민감성을 매우 많이 감소시킨다는 것을 보여주었다: 그 때문에, 본 발명의 몇몇 특징적인 파라미터를 개략적으로 보여주는 도 1 을 참조한다: 시트의 표면 근처에서 강의 니켈 함량의 변화 (이 때문에 표면 부화가 목격되었다) 가 제시된다. 편의상, 시트의 표면들 중 하나만이 도시되었지만, 이하의 설명은 이 시트의 다른 표면에도 또한 적용되는 것으로 이해된다. 강은 공칭 니켈 함량 Ni_{nom} 을 갖는다. 후술하는 제조 방법으로 인해, 강 시트는 그 표면 영역에서 최대치 Ni_{max} 까지 니켈로 부화된다. 이 최대치 Ni_{max} 는 본 발명의 이하의 설명 및 결과를 변화시킴이 없이, 도 1 에 보여진 것처럼 시트의 표면에서 또는 이 표면의 약간 아래, 수십 또는 수백 나노미터 아래에서 발견될 수 있다. 유사하게, 도 1 에 개략적으로 도시된 바와 같이, 니켈 함량의 변화는 선형이 아닐 수도 있지만,

확산 현상으로부터 유래하는 특징적인 프로파일을 채택할 수도 있다. 그 경우, 특징적인 파라미터에 대한 다음의 규정이 이러한 타입의 프로파일에도 또한 유효하다. 그러므로, 니켈 부화 표면 구역은, 임의의 지점에서 강의 국부적인 니켈 함량 Ni_{surf} 이 $Ni_{surf} > Ni_{nom}$ 된다는 것을 특징으로 한다. 이러한 부화 구역은 깊이 Δ 를 갖는다.

[0075] 놀랍게도, 본 발명자들은 부화 표면 영역의 특징인 2 개의 파라미터 P_2 및 P_3 를 고려함으로써 지연 균열에 대한 저항성이 획득된다는 것을 보여주었고, 이들 파라미터는 몇몇 중요한 조건을 만족시켜야 한다. 우선, 제 1 파라미터는 다음과 같이 규정된다:

[0076] $$P_2 = \frac{(Ni_{max} + Ni_{nom})}{2} \times (\Delta)$$

[0077] 이 제 1 파라미터는 부화층 (enriched layer; Δ) 의 전체 니켈 함량을 묘사하고, 도 1 의 빗금친 영역에 해당한다.

[0078] 제 2 파라미터 P_3 는 다음과 같이 규정된다:

[0079] $$P_3 = \frac{(Ni_{max} - Ni_{nom})}{\Delta}$$

[0080] 이 제 2 파라미터는 평균 니켈 함량 구배, 즉 층 (Δ) 내의 부화량을 묘사한다.

[0081] 본 발명자들은 매우 높은 기계적 강도를 갖는 프레스 경화된 부품의 지연 균열을 방지하는 조건을 찾았다. 이 방법은 가열되어 열간 스탬핑 프레스 내로 전달되는 금속 코팅 (알루미늄 또는 알루미늄 합금, 또는 아연 또는 아연 합금) 으로 프리코팅되거나 또는 베어 (bare) 인 강 블랭크를 제공한다. 가열 단계 동안에, 노 안에 다소 상당량으로 존재하는 수증기가 블랭크의 표면에 흡착된다. 물의 해리로부터 발생하는 수소는 고온에서 오스테나이트계 강 기판에 용해될 수 있다. 따라서, 수소의 도입은 높은 이슬점을 갖는 노 분위기, 상당한 오스테나이트화 온도 및 긴 유지 시간에 의해 촉진된다. 냉각 동안, 수소의 용해도는 급격히 떨어진다. 주변 온도로의 복귀 후, 가능한 금속 프리코팅과 강 기판 사이의 합금화에 의해 형성된 코팅은 수소 탈착에 대한 실질적으로 밀봉된 배리어 (barrier) 를 형성한다. 그러므로, 상당한 확산성 수소 함량이 마텐자이트 조직을 갖는 강 기판에 대해 지연 균열의 위험을 증가시킬 것이다. 따라서, 본 발명자들은 열간 스탬핑된 부품에 걸친 확산성 수소 함량을 매우 낮은 레벨, 즉 0.16 ppm 이하로 낮추는 수단을 찾았다. 이 레벨은 150 시간 동안 재료의 항복 응력과 동일한 응력 하에서 굴곡으로 응력을 받은 부품이 균열을 나타내지 않는 것을 보장한다.

[0082] 이들은 열간 스탬핑된 부품의 표면 또는 열간 스탬핑 전의 시트나 블랭크의 표면이 다음의 특정 특성을 갖는 때에 이 결과가 달성되는 것을 보여주었다:

[0083] - 1800 MPa 내지 2140 MPa 을 포함하는 강도 Rm 을 갖는 프레스 경화된 부품에 대해 확립된 도 3 은 확산성 수소 함량이 상기한 파라미터 P_2 에 의존한다는 것을 보여준다. 0.16 ppm 미만의 확산성 수소 함량은 $\frac{(Ni_{max} + Ni_{nom})}{2} \times (\Delta) \geq 0.6$ 인 때에 획득되고, 여기서 깊이 Δ 는 미크론으로 표현되고, 함량 Ni_{max} 및 Ni_{nom} 는 중량% 로 표현된다.

[0084] - 도 4 에서, 동일한 프레스 경화된 부품에 대해, 본 발명자들은 층 (Δ) 에서의 니켈 부화가 공칭 함량 Ni_{nom} 에 비해 임계값에 도달하는 때, 즉 파라미터 P_3 가 $\frac{(Ni_{max} - Ni_{nom})}{\Delta} \geq 0.01$ 을 만족시키는 때 (단위는 파라미터 P_2 의 경우와 동일하다), 0.16 ppm 미만의 확산성 수소 함량이 획득되었다는 것을 또한 보여주었다. 도 4 에, 결과들의 하부 포락선에 해당하는 곡선 (2) 이 표시되어 있다.

[0085] 이론에 구속되기를 원하지 않으면서, 이러한 특징은 특히 수소 확산을 제한하는 이전의 오스테나이트 입자 조인트에서의 니켈 부화에 의해 고온에서 시트 내로의 수소 침투에 대한 배리어 효과를 생성하는 것으로 생각된다.

[0086] 강의 조성의 잔부는 철과 작업으로부터 유래하는 불가피한 불순물로 구성된다.

[0087] 이제, 본 발명에 따른 방법을 설명할 것이다: 상기한 조성의 중간 제품을 주조한다. 이 중간 제품은 전형적으로 200 ㎜ 내지 250 ㎜ 의 두께를 포함하는 슬래브 형상이거나, 또는 통상적인 두께가 수십 밀리미터 정도인 얇은 슬래브 형상 또는 임의의 다른 적절한 형상일 수도 있다. 이는 1250℃ 내지 1300℃ 의 온도로 되고 이 온도 범위에서 20 내지 45 분의 시간 동안 유지된다. 본 발명의 강 조성에 있어서, 본질적으로 철 및 망간이 풍부한 산화물 층은 노의 분위기로부터 산소와의 반응에 의해 형성된다; 그 층에서 니켈 용해도는 매우 낮고 니켈은 금속 형태로 남는다. 이 산화물 층의 성장과 병행하여, 니켈은 산화물과 강 기판 사이의 계면을 향해 확산되어 강 내의 니켈이 풍부한 층의 출현을 야기한다. 이 단계에서, 이 층의 두께는 특히 강의 공칭 니켈 함량 및 미리 규정된 온도와 유지 조건에 의존한다. 후속 제조 사이클 동안에,

[0088] 이 초기 부화층은 다음을 동시에 받는다:

[0089] - 연속적인 압연 단계들에 의해 제공되는 감소율로 인한, 시닝 (thinning);

[0090] - 시트가 연속적인 제조 단계들 동안에 고온으로 유지됨으로 인한, 농후화 (thickening). 그러나, 이 농후화는 슬래브를 재가열하는 단계 동안보다 작은 비율로 일어난다.

[0091] 열간 압연된 시트의 제조 사이클은 전형적으로 다음을 포함한다:

[0092] - 1250℃ 로부터 825℃ 까지 연장되는 온도 범위에서 열간 압연 (예컨대, 조압연, 다듬질) 하는 단계;

[0093] - 500℃ 내지 750℃ 의 온도 범위에서 코일링하는 단계.

[0094] 본 발명자들은, 프로세스가 결과적인 제품에 큰 영향을 미치지 않으면서 본 발명에 의해 규정되는 범위들 내에서 약간의 변동을 허용하므로, 이 범위들에서의 열간 압연 및 코일링 파라미터들의 변형이 기계적 특성을 실질적으로 변경하지 않는다는 것을 보여주었다.

[0095] - 이 단계에서, 두께가 전형적으로 1.5 ㎜ 내지 4.5 ㎜ 일 수 있는 열간 압연된 시트는, 니켈 부화층이 시트의 표면 근처에 위치되도록 산화물 층을 제거하는 그 자체로 공지된 프로세스에 의해 산세된다.

[0096] - 더 얇은 시트를 획득하고자 하는 때, 냉간 압연이 예컨대 30% 내지 70% 의 적절한 감소율로 행해지고, 그리고 나서 가공 경화된 금속의 재결정화를 획득하기 위해 전형적으로 740℃ 내지 820℃ 의 온도에서 어닐링이 행해진다. 이러한 열처리 후, 시트는 코팅되지 않은 시트를 획득하기 위해 냉각되거나 또는 그 자체로 공지된 방법을 이용하여 욕에서 연속 용융 도금되고 최종적으로 냉각될 수 있다.

[0097] 본 발명자들은, 전술한 제조 단계들 중, 특정 온도 범위 및 유지 시간에서 슬래브를 재가열하는 단계가 최종 시트의 니켈 부화층의 특성에 지배적인 영향을 미치는 단계이었다는 것을 보여주었다. 특히, 냉간 압연된 시트의 어닐링 사이클 (코팅 단계를 포함하든 안 하든) 이 니켈 부화 표면층의 특성에 부차적인 영향을 미친다는 것을 보여주었다. 환언하면, 니켈 부화층을 비례량만큼 얇게 하는 냉간 압연 감소율 외에, 이 층의 니켈 부화의 특성은 열간 압연된 시트 및 냉간 압연 및 어닐링을 부가적으로 거친 시트 (이는 핫딥 프리코팅의 단계를 포함하거나 포함하지 않음) 에서 실제로 동일하다.

[0098] 이 프리코팅은 알루미늄, 알루미늄 합금 (50% 초과의 알루미늄을 포함함) 또는 알루미늄계 합금 (알루미늄이 주된 성분임) 일 수 있다. 유리하게는, 이 프리코팅은 중량 기준으로 7% 내지 15% 규소, 2% 내지 4% 철 및 선택적으로 15 ppm 내지 30 ppm 칼슘을 포함하고 잔부가 알루미늄 및 작업으로 인한 불가피한 불순물인 알루미늄-규소 합금이다.

[0099] 프리코팅은 또한 40% 내지 45% Zn, 3% 내지 10% Fe, 1% 내지 3% Si 를 함유하고 잔부가 알루미늄 및 작업으로 인한 불가피한 불순물인 알루미늄 합금일 수도 있다.

[0100] 일 실시형태에 따르면, 프리코팅은 알루미늄 합금일 수 있고, 이는 철을 함유하는 금속간 형태이다. 이러한 타입의 프리코팅은 알루미늄 또는 알루미늄 합금으로 프리코팅된 시트의 열적 전처리에 의해 획득된다. 이 열적 전처리는 프리코팅은 $Fe_3Si_2Al_{12}$ 타입의 τ_5 상 및 $Fe_2Si_2Al_9$ 타입의 τ_6 상의 유리 알루미늄을 더 이상 함유하지 않으며 강 기판에서 오스테나이트 변태가 일어나지 않도록 유지 시간 t_1 동안 온도 Θ_1 에서 행해진다. 우선적으로, 온도 Θ_1 는 620℃ 내지 680℃ 에 포함되고, 유지 시간 t_1 은 6 내지 15 시간에 포함된다. 이러한 방식으로, 강 시트로부터 알루미늄 또는 알루미늄 합금으로의 철의 확산이 획득된다. 그러면, 이러한 타입의 프리코팅은 열간 스탬핑 단계 전에 뚜렷하게 더 높은 속도로 블랭크를 가열하는 것을 가능하게 하여, 블

랭크의 재가열 동안에 고온 유지 시간을 최소화할 수 있게 하고, 이는 블랭크를 가열하는 단계 동안에 흡착되는 수소의 양을 감소시킨다는 것을 의미한다.

[0101] 대안적으로, 프리코팅은 아연도금 또는 합금화-아연도금될 수 있고, 즉, 아연도금 욕 직후에 인라인 프로세스에서 수행된 열적 합금화 처리 후 7% 내지 12% 의 철의 양을 가질 수 있다.

[0102] 프리코팅은 또한 연속적인 단계들로 퇴적된 층들의 중첩으로 구성될 수 있고, 여기서 층들 중 적어도 하나가 알루미늄 또는 알루미늄 합금일 수 있다.

[0103] 전술한 제조 후에, 시트는 스탬핑 및 프레스 경화된 부품의 최종 기하학적 형상에 관련된 기하학적 형상을 갖는 블랭크를 획득하기 위해 그 자체로 공지된 방법에 의해 절삭 또는 펀칭된다. 전술한 바와 같이, 특히 0.32% 내지 0.36% C, 0.40% 내지 0.80% Mn 및 0.05% 내지 1.20% Cr 을 포함하는 시트의 절삭은 페라이트-펄라이트계 미세조직과 관련된 이 단계에서의 비교적 낮은 기계적 강도 때문에 특히 용이하다.

[0104] 이 블랭크는 강 기판을 완전히 오스테나이트화하기 위해 810℃ 내지 950℃ 에 포함된 온도까지 가열되고, 열간 스탬핑된 후, 프레스 공구 내에 유지되어 마텐자이트 변태를 획득한다. 열간 스탬핑 단계 동안에 적용된 변형률 (strain ratio) 은 오스테나이트화 처리 이전에 냉간 변형 단계 (스탬핑) 가 행해졌는지 여부에 따라 더 작거나 클 수 있다. 본 발명자들은 프레스 경화를 위한 열적 가열 사이클들 (Ac3 변태 온도 근처에서 블랭크를 가열한 후 이 온도에서 수 분 동안 유지하는 것으로 이루어짐) 이 니켈 부화층에서의 현저한 변화를 야기하지 않는다는 것을 보여주었다.

[0105] 환언하면, 니켈 부화 표면층의 특성은 프레스 경화 전의 시트상에서 그리고 프레스 경화 후의 시트로부터 획득된 부품상에서 유사하다.

[0106] 본 발명의 조성이 종래의 강 성분보다 더 낮은 Ac3 변태 온도를 갖기 때문에, 감소된 온도-유지 시간으로 블랭크를 오스테나이트화하는 것이 가능하고, 이는 가열 노에서의 가능한 수소 흡착을 줄이는 역할을 한다.

[0107] 비제한적인 예로서, 이하의 실시형태들은 본 발명에 의한 이점을 보여준다.

[0108] 예 1:

[0109] 아래 표 1 에 나타낸 조성을 갖는 중간 강 제품들이 공급되었다.

[0110] [표 1]

참조 번호	C (%)	Mn (%)	Al (%)	Si (%)	Cr (%)	Mo (%)	Ni (%)	Nb (%)	Ti (%)	P (%)	S (%)	B (%)	N (%)	P1 (%)
A	0.35	0.62	0.027	0.69	0.51	0.20	0.41	0.04	0.02	0.01	0.001	0.0029	0.0040	1.11
B	0.35	0.62	0.031	0.70	0.51	0.20	0.79	0.04	0.02	0.01	0.001	0.0029	0.0040	1.11
C	0.35	0.61	0.035	0.69	1.05	0.20	0.79	0.04	0.02	0.01	0.001	0.0029	0.0050	1.15
D	0.34	0.61	0.032	0.69	0.98	0.20	1.19	0.04	0.02	0.01	0.001	0.0028	0.0050	1.12
E	0.25	2.99	0.051	0.10	0	0	1	0.026	0.036	0.011	0.001	0.0024	0.0058	1.22
F	0.25	1.57	0.041	0.11	2.00	0.61	1.49	0	0.036	0.011	0.001	0.0024	0.0054	1.11
G	0.28	2.62	0.030	0.10	0	0.25	0	0	0.076	0.01	0.001	0.0024	0.0040	1.20
H	0.32	2.09	0.032	0.72	1.31	0.31	0	0	0.08	0.015	0.001	0.0021	0.0040	1.37
I	0.36	1.21	0.031	0.25	0.19	0	0	0	0.04	0.015	0.003	0.0030	0.0041	1.19
J	0.22	1.20	0.045	0.25	0.21	0	0	0	0.02	0.015	0.003	0.0030	0.0035	0.83
K	0.25	2.19	0.032	0.10	0	0	0	0.04	0	0.01	0.003	0.0030	0.0045	1

표 1: 강 조성 (중량%)

[0111] 밑줄 친 값은 본 발명에 따르지 않음

[0113] 이 중간 제품들은 1275℃ 로 되었고, 그 온도에서 45 분 동안 유지된 후, 950℃ 의 압연 종료 온도 (ERT) 및 650℃ 의 코일링 온도로 열간 압연되었다. 그리고 나서, 열간 압연된 시트들은 이전 제조 단계들 동안에 생성된 산화물 층만을 제거하기 위해 억제제를 갖는 산성 욕에서 산세되었고, 그리고 나서 두께 1.5 ㎜ 로 냉간 압연되었다. 얻어진 시트들을 블랭크 형상으로 절삭하였다. 기계적 절삭에 대한 적합성은 이 작업을 수행하는데 필요한 힘에 의해 평가되었다. 이 특성은 특히 이 단계에서의 시트의 경도 및 기계적 강도에 관련된다. 그리고 나서, 블랭크들은 표 2 에 나타낸 온도로 되었고, 열간 스탬핑되고 프레스 내에 유지됨으로써 냉각되기 전에 이 온도에서 150 초 유지되었다. 750℃ 와 400℃ 사이에서 측정되는 냉각 속도는 180℃/s 내지 210℃/s 에 포함된다. 조직이 마텐자이트인 획득되는 부품의 기계적 인장 강도 Rm 은 12.5×50 ISO 견인 (traction) 시험 샘플들을 이용하여 측정되었다.

[0114] 그리고, 일부 블랭크들은 -5℃ 의 이슬점을 갖는 분위기의 노에서 5 분 동안 850℃ 내지 950℃ 의 온도로 가열

되었다. 그리고 나서, 이 블랭크들은 위에 제시된 것과 동일한 조건 하에서 열간 스탬핑되었다. 그리고, 획득되는 부품들의 확산성 수소 값들은 그 자체로 공지된 열탈착 분석 (thermal desorption analysis; TDA) 법으로 측정되었고; 이 방법에서, 시험되는 샘플은 질소의 유동 하에서 적외선 가열로에서 900℃ 로 가열된다. 탈착으로부터 유래하는 수소 함량은 온도의 함수로서 측정된다. 확산성 수소는 주위 온도와 360 ℃ 사이에서 탈착된 총 수소에 의해 정량화된다. 표면 근처의 강 중의 니켈 함량의 변화가 글로 방전 분광기 (GDOES, 'Glow Discharge Optical Emission Spectrometry', 그 자체로 공지된 기술임) 를 이용하여 열간 스탬핑에 의해 구현된 시트에서 또한 측정되었다. 파라미터 Ni_{max}, Ni_{surf}, Ni_{nom} 및 Δ 의 값은 이런 식으로 규정될 수 있다.

[0115] 이 시험의 결과를 표 2 에 기재한다.

[0116] [표 2]

참조 번호	절삭에 대한 시트의 적합성	가열 온도 (°C)	Rm (MPa)	$\frac{(Ni_{max}+Ni_{nom})}{2}$ x (Δ) (% x μm)	$\frac{(Ni_{max}-Ni_{nom})}{\Delta}$ (%/μm)	확산성 수소 (ppm)
A	○	900	1950	0.6	0.01	0.16
B	○	900	1950	3.1	0.75	0.10
C	○	900	1950	1.6	0.4	0.12
D	○	900	1950	2.0	0.91	0.13
E		850	1962	10.6	0.02	0.09
F		850	1803	10.4	0.025	0.08
G		850	1965	0	0	0.32
H		900	2069	0	0	0.29
I	○	900	1981	0	0	0.25
J	○	900	1538	0	0	0.27
K		900	1769	0	0	0.30

표 2: 블랭크의 가열 조건 및 프레스 경화 후의 특성.
밑줄 친 값은 본 발명에 따르지 않음
o = 절삭에 더 특히 적합한 시트

[0117]

[0119] 시트 A-D 는 페라이트-펄라이트계 조직 때문에 절삭에 특히 적합하다. 프레스 경화된 시트 및 부품 A-F 는 본 발명에 상응하는 조성 및 니켈 부화 표면층의 측면의 특성을 갖는다.

[0120] 예 A-D 는, 특히 0.32% 내지 0.36% 에 포함되는 C 함량, 0.40% 내지 0.80% 에 포함되는 Mn 함량, 0.30% 내지 1.20% 의 공칭 니켈 함량과 함께 0.05% 내지 1.20% 에 포함되는 크롬 함량을 포함하는 조성 및 이 원소가 풍부한 특정 층이 1950 MPa 초과의 강도 Rm 및 0.16 ppm 이하의 값의 확산성 수소 함량을 초래하는데 기여한다는 것을 보여준다.

[0121] 시험 A 의 예는 니켈 함량이 0.30% 내지 0.50% 로 낮아질 수 있다는 것을 보여주며, 이는 경제적 제조 조건 하에서 기계적 저항성 및 지연 균열에 대한 저항성의 측면에서 만족스러운 결과를 획득하는데 기여한다.

[0122] 예 E-F 는 특히 0.24% 내지 0.28% 를 포함하는 탄소 함량 및 1.50% 내지 3% 를 포함하는 망간 함량을 함유하는 조성으로 만족스러운 결과가 획득될 수 있다는 것을 보여준다. 파라미터 $\frac{(Ni_{max}+Ni_{nom})}{2} \times (\Delta)$ 의 높은 값은 특히 낮은 확산성 수소 함량과 관련된다.

[0123] 반대로, 예 G-K 의 부품은 강이 니켈 부화 표면층을 갖지 않기 때문에 0.25 ppm 초과의 확산성 수소 함량을 갖는다. 또한, 예 J-K 는 파라미터 P_1 이 1.1% 미만인 강 조성에 상응하고, 따라서 프레스 경화 후에 1800 MPa 의 강도 Rm 이 획득되지 않는다.

[0124] 강 조성 A-D 및 H 의 경우, 즉 탄소 함량이 0.32% 내지 0.35% 에 포함되는 경우, 도 5 는 GDOES 기술에 의해 측정되는 것으로서 시트의 표면에 대비하여 측정된 깊이의 함수로서 니켈 함량을 보여준다. 이 도면에서 각 곡선 옆에 기재한 도면부호는 강 참조번호에 해당한다. 니켈을 함유하지 않는 시트 (참조번호 H) 와 대조적

으로, 본 발명에 따른 시트들이 표면층에 부화를 갖는다는 것을 볼 수 있다. 주어진 공칭 니켈 함량 (0.79%) 에서, 예 B 및 C 로부터 0.51% 로부터 1.05% 까지의 크롬 함량의 변화가 표면층에서의 부화를 보존하는 데 기여하고, 이는 본 발명의 조건을 만족시킨다는 것을 알 수 있다.

[0126] 예 2:

[0127] 상기한 강 E 및 F 의 조성에 해당하는 조성을 갖고, 즉 니켈 함량이 각각 1% 및 1.49% 이고 상기한 조건들 하에서 제조된 열간 압연 강 시트들을 공급하였다.

[0128] 압연 후, 시트들은 2 개의 타입의 준비를 거쳤다:

[0129] - X: 단지 산화물 층만을 제거하기 위한, 억제제를 갖는 산 세척,

[0130] - Y: 100 ㎛ 의 그라인딩.

[0131] 시트 F 의 표면으로부터 글로 방전 분광기에 의해 측정된 니켈 함량을 보여주는 도 6 은, 준비 모드 X 에서, 니켈 부화 표면층이 존재하는 반면 (곡선 X), 산화물 층 및 니켈 부화 서브층이 그라인딩 제거되었음 (곡선 Y) 을 보여준다.

[0132] 두께 1.5 ㎜ 로의 냉간 압연 후, 준비된 블랭크들은 다음으로 10 ℃/s 의 속도로 노에서 850℃ 로 가열되었고, 그 온도에서 5 분 동안 유지되었고, 그리고 나서 열간 스탬핑되었다. 2 개의 준비 모드에서, 다음은 스탬핑된 부품에서 측정된 확산성 수소 함량이다:

[0133]

강의 사전 준비	부품 E: 확산성 수소 함량 (ppm)	부품 F: 확산성 수소 함량 (ppm)
니켈 부화층을 유지하는 산세	0.09	0.08
니켈 부화층을 제거하는 그라인딩	0.21	0.19

[0135] 도 7 은 준비 모드 및 강 조성의 함수로서 확산성 수소 함량을 보여준다. 예컨대, 도면부호 EX 는 준비 모드 X 로 강 조성물 E 로부터 제조된 시트 및 열간 스탬핑된 부품에 관한 것이다.

[0136] 이 결과들은 니켈 부화 표면층, 즉 충분한 니켈 함량 구배를 나타내는 층이 낮은 확산성 수소 함량을 획득하는 데 필요하다는 것을 보여준다.

[0138] 예 3:

[0139] 다음의 조성으로 235 ㎜ 두꺼운 슬래브를 준비하였다:

[0140] [표 3]

C (%)	Mn (%)	Al (%)	Si (%)	Cr (%)	Mo (%)	Ni (%)	Nb (%)	Ti (%)	P (%)	S (%)	B (%)	N (%)	P1 (%)
0.35	0.65	0.043	0.58	0.38	0.19	0.39	0.039	0.033	0.004	0.001	0.0029	0.005	1.1

[0141] 표 3: 강 조성 (중량%)

[0143] 이 슬래브들이 1290℃ 로 되었고, 그 온도에서 30 분 동안 유지되었다.

[0144] 다음으로, 이 슬래브들은 다양한 압연 또는 코일링 종료 온도에 따라 3.2 ㎜ 의 두께로 열간 압연되었다. 이 열간 압연된 시트들의 기계적 인장 특성들 (항복 강도 Re, 총 연신율 Et) 이 표 4 에 기재되어 있다.

[0145] [표 4]

테스트 참조번호	압연 종료 온도 (°C)	코일링 온도 (°C)	Re (MPa)	Rm (MPa)	Et (%)
T	940	660	506	718	18.5
U	870	650	507	726	19.2
V	900	580	578	762	17.4

[0146] 표 4: 열간 압연 시트의 실행 조건 및 얻어지는 기계적 특성

[0148] 거의 동일한 코일링 온도 (시험 T 및 U) 에서, 70℃ 의 압연 종료 온도 변화가 기계적 특성에 매우 작은 영향을 미친다는 것이 관찰된다. 인접한 압연 종료 온도 (시험 U 및 V) 에서, 650℃ 로부터 580℃ 로의 코일링 온도의 감소가 특히 강도에 단지 상당히 작은 영향을 미치고, 강도가 5% 미만으로 변하는 것이 관찰된다. 따라서, 본 발명의 조건 하에서 제조된 강 시트가 제조 변화에 민감하지 않아서 양호한 균질성을 갖는 압연된 밴드가 초래된다는 것을 보여주었다.

[0149] 도 8 및 도 9 는 각각 시험 T 및 V 의 열간 압연된 시트를 보여준다. 페라이트-펄라이트계 미세조직이 두 조건에서 매우 유사하다는 것을 볼 수 있다.

[0150] 열간 압연된 시트들은 니켈 부화층을 제자리에 남긴 채 이전 단계들에서 형성된 산화물 층만을 제거하도록 연속적으로 산세되었다. 다음으로, 시트들은 1.4 ㎜ 의 목표 두께로 압연되었다. 열간 압연 조건에 상관없이, 원하는 두께를 얻을 수 있었고; 압연 하중은 다양한 조건에서 유사하다.

[0151] 그리고 나서, 시트들은 Ac1 변태 온도 바로 위인 760℃ 의 온도에서 어닐링되었고, 그리고 나서 냉각되었고, 9 중량% 규소, 3 중량% 철, 및 잔부로 알루미늄 및 불가피한 불순물을 함유하는 욕에서의 텡퍼링에 의해 연속적으로 알루민화되었다 (aluminated). 따라서, 결과는 표면당 대략 80 g/㎡ 의 코팅을 갖는 시트들이고; 이 코팅은 매우 일정한 무결함 두께를 갖는다.

[0152] 그리고 나서, 상기한 표 4 의 시험 T 의 조건들로부터 획득되는 블랭크들은 절삭되었고, 다양한 조건 하에서 가열되었고 열간 스탬핑되었다. 모든 경우에, 결과적인 빠른 냉각이 강 기판에 마텐사이트 조직을 제공하였다. 일부 부품들은 페인트 베이킹 열적 사이클을 부가적으로 거쳤다.

[0153] [표 4]

테스트 참조번호	가열 온도/ 노 유지 시간	페인트 베이킹 사이클	Re (MPa)	Rm (MPa)	Et (%)
T1	900°C 7 min.	없음	1337	1944	6.5
T2	900°C 7 min.	170°C 20 min.	1495	1825	7.4
T3	930°C 10 min.	없음	1296	1915	7
T4	930°C 10 min.	170°C 20 min.	1471	1827	7.5

[0154] 표 4: 열간 압연 시트의 실행 조건 및 얻어지는 기계적 특성

[0156] 후속적인 페인트 베이킹 처리를 갖던지 또는 갖지 않던지, 노에서의 블랭크의 온도 및 유지 시간에 상관없이, 결과적인 저항이 1800 ㎫ 을 초과하는 것이 관찰된다.

[0158] 예 4:

[0159] 상기한 강 A 및 J 의 조성에 해당하는, 즉 각각 0.39% 및 0% 의 니켈 함량을 함유하는 조성을 갖고 예 1 에 기재한 조건 하에서 제조된 냉간 압연 및 어닐링된 1.4 ㎜ 두꺼운 강 시트들이 공급되었다. 다음으로, 예 3 에 기재한 조성을 갖는 욕에서의 용융 도금에 의해 코팅이 적용되었다. 그 결과, 30 ㎛ 두꺼운 알루미늄 합금 프리코팅을 갖는 시트들이 얻어졌고, 그로부터 블랭크들이 절삭되었다.

[0160] 이 블랭크들은 -10℃ 의 제어된 이슬점을 갖는 분위기에서 최대 온도 900℃ 의 노에서 오스테나이트화되었고, 노에서의 블랭크들의 총 유지 시간은 5 또는 15 분이었다. 오스테나이트화 후, 블랭크들은 노로부터 열간 스탬핑 프레스로 재빨리 전달되었고, 공구 내에 유지됨으로써 켄칭되었다. 표 5 에 기재된 시험 조건은 산업적 얇은 시트 열간 스탬핑 방법의 대표예이다.

[0161] [표 5]

테스트 참조번호	오스테나이트화 노 파라미터			열간 스탬핑 파라미터		
	이슬점 (°C)	온도 (°C)	유지 시간 (min.)	전달 시간 (sec.)	인가 압력 (kN)	공구에서의 켄칭 시간 (sec.)
5	-10	900	5	8	5500	6
6	-10	900	15	8	5500	6

[0162] 표 5: 알루미늄 합금 프리코팅을 갖는 블랭크에 열간 스탬핑 테스트를 수행하는 조건

[0164] 기계적 인장 특성들 (저항성 Rm 및 총 연신율 Et) 및 확산성 수소 함량은 프레스 경화된 부품들에서 측정되었고, 표 6 에 기재하였다.

[0165] [표 6]

테스트 참조번호	강 참조번호	페인트 베이킹 사이클	기계적 특성		확산성 수소 (ppm)
			Rm (MPa)	Et (%)	
A5	A	없음	1912	6.2	0.07
J5	J	없음	1537	6.3	0.18
A6	A	없음	1923	6	0.09
J6	J	없음	1528	6	0.2

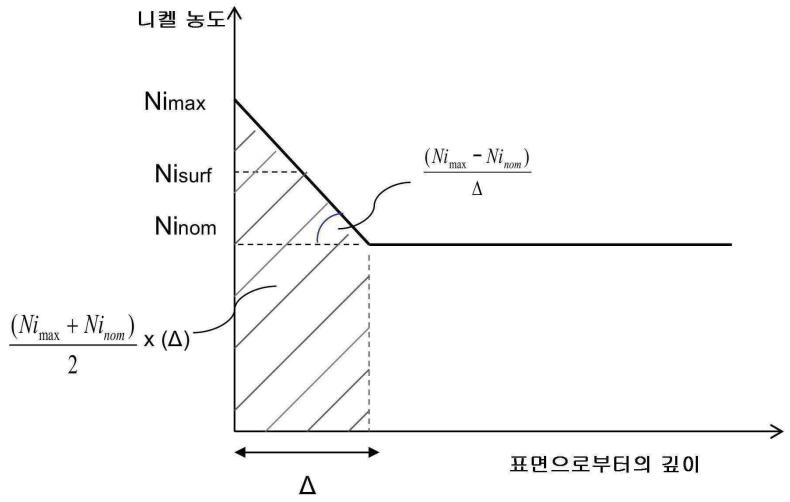
[0166] 표 6: 알루미늄 합금 프리코팅을 갖는 프레스 경화 부품에서 획득되는 기계적 특성 및 확산성 수소 함량

[0168] 부품들 A5-A6 의 결과적인 강도가 1800 ㎫ 를 초과하고, 확산성 수소 함량이 0.16 ppm 미만인 반면, 부품들 J5-J6 의 경우, 강도가 1800 ㎫ 미만이고 확산성 수소 함량이 0.16 ppm 초과한다는 것이 관찰된다. 본 발명의 조건들 하에서, 부품의 강도 및 수소 함량의 특성이 노에서의 유지 시간의 함수로서 거의 변하지 않으며, 이는 매우 안정적인 생산을 보장한다.

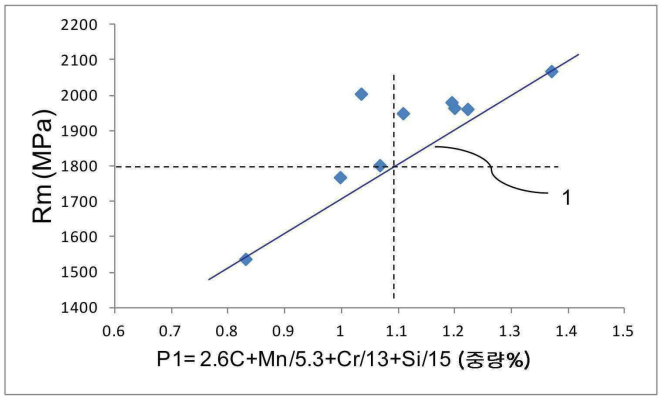
[0169] 따라서, 본 발명으로 매우 높은 기계적 강도와 지연 균열에 대한 저항성을 동시에 갖는 프레스 경화된 부품들이 제조될 수 있다. 이러한 부품은 자동차 제조 분야에서 구조용 또는 강화용 부품으로서 수익성 있게 사용될 것이다.

도면

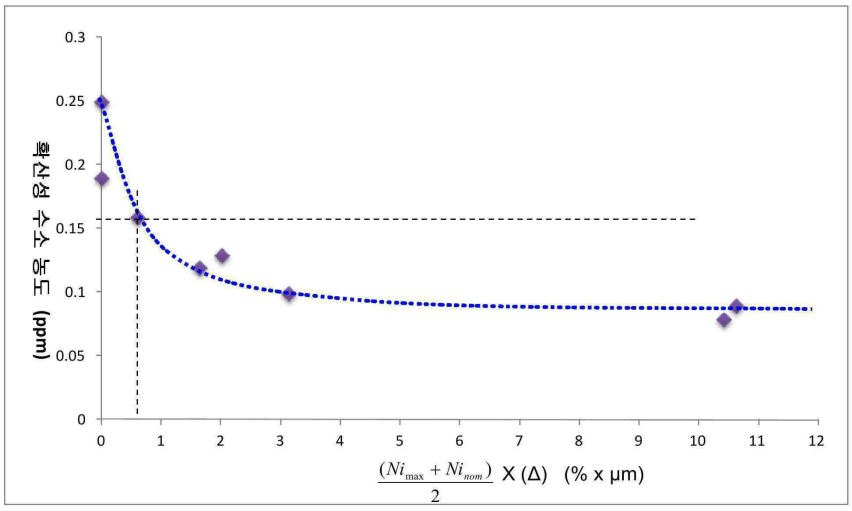
도면1



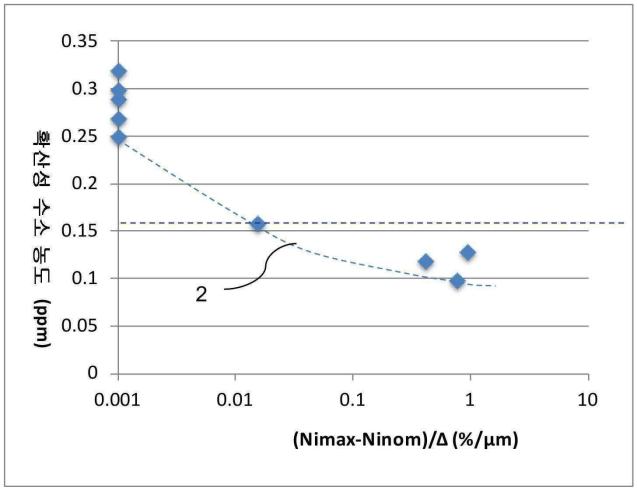
도면2



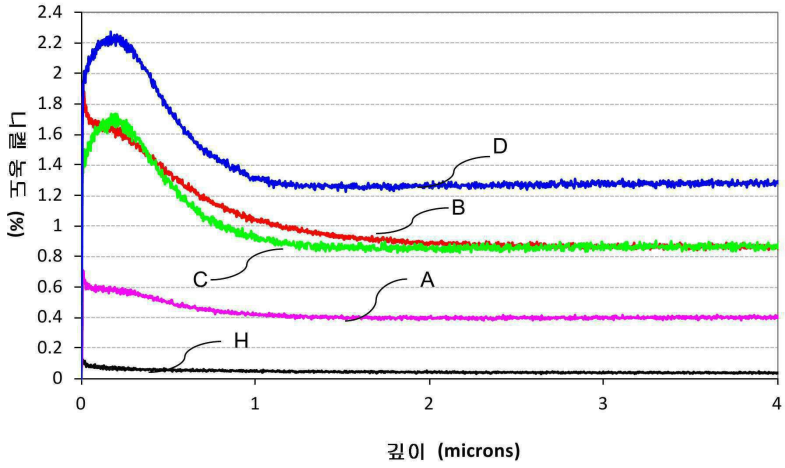
도면3



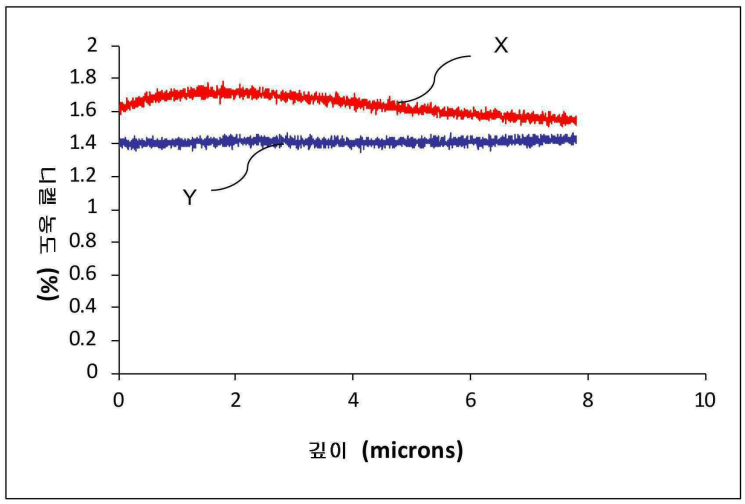
도면4


0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
활성화 수소 농도 (ppm)
2
0.001
0.01
0.1
1
10
(Nimax-Ninom)/Δ (%/μm)

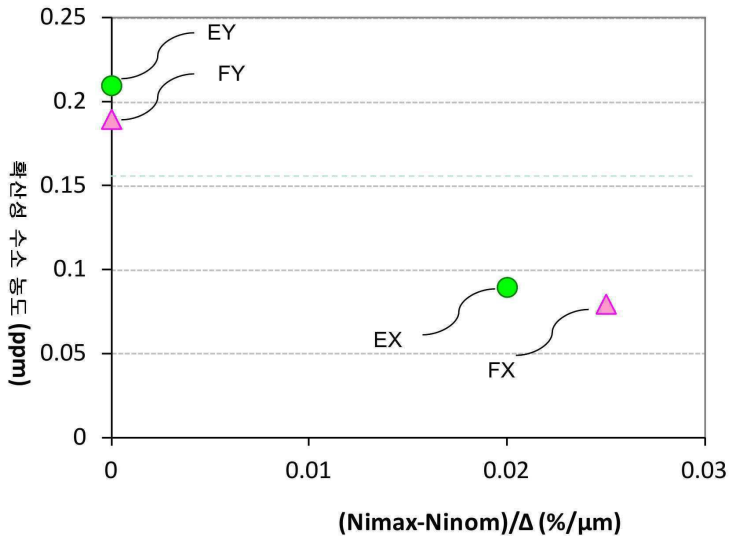
도면5


2.4
2.2
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
(%) 도핑 농도
D
B
C
A
H
0
1
2
3
4
깊이 (microns)

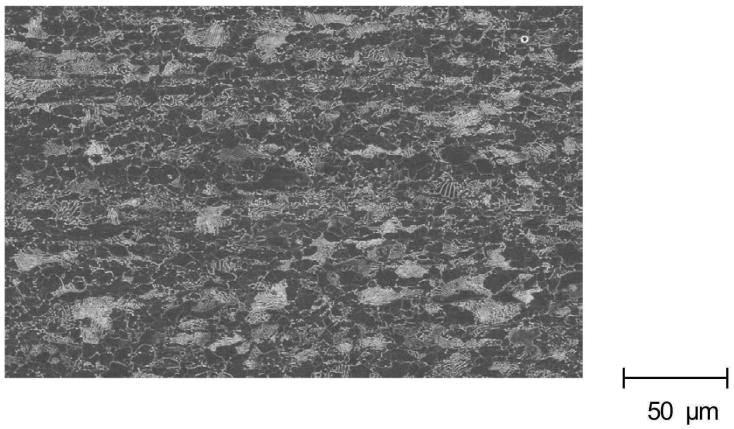
도면6


2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
(%) 도핑 농도
X
Y
0
2
4
6
8
10
깊이 (microns)

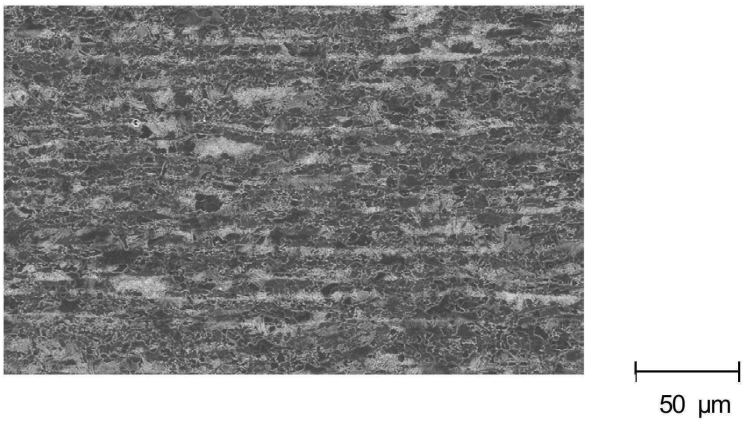
도면7


0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
EY
FY
EX
FX
0
0.01
0.02
0.03
(Nimax-Ninom)/Δ (%/μm)
확산성 수소 농도 (ppm)

도면8


50 μm

도면9


50 μm