



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년06월04일
(11) 등록번호 10-1852277
(24) 등록일자 2018년04월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B32B 15/18 (2006.01) *C22C 38/04* (2006.01)
C23C 2/02 (2006.01) *C23C 2/06* (2006.01)
C23C 2/28 (2006.01) *C23C 2/40* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B32B 15/18 (2013.01)
C22C 38/04 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7002559
- (22) 출원일자(국제) 2014년07월03일
 심사청구일자 2016년01월28일
- (85) 번역문제출일자 2016년01월28일
- (65) 공개번호 10-2016-0027105
- (43) 공개일자 2016년03월09일
- (86) 국제출원번호 PCT/IB2014/001258
- (87) 국제공개번호 WO 2015/001414
 국제공개일자 2015년01월08일
- (30) 우선권주장
 PCT/IB2013/001436 2013년07월04일
 국제사무국(IB)(IB)
- (56) 선행기술조사문현
 JP2005514518 A
 JP2012237054 A
 WO2013047804 A1
 JP2001279412 A

- (73) 특허권자
 아르셀러미탈 인베스티가시온 와이 페살룰로 에스
 엘
 스페인 에스-48910 세스타오 비즈카이아 씨엘/차
 발리 6
- (72) 발명자
 텔 프라테 프랑코
 프랑스 에프-57290 파메끄 륬 드 라 상뜨랄 19
 마떼뉴 장-미셸
 프랑스 에프-60300 상리스 스퓌아르 드 띠에르 3
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 27 항

심사관 : 이인철

(54) 발명의 명칭 냉간 압연 강판, 제조 방법 및 차량

(57) 요 약

본 발명은 1000 - 50 x %Al MPa 초과 인장 강도, 15% 초과 균일 연신율, 낮은 밀도를 제공하는 냉간 압연 및 용융 코팅된 강판을 다룬다. 강은, 중량 퍼센트로, $0.1 \leq C \leq 0.5\%$, $3.5 \leq Mn \leq 10.0\%$, $0 \leq Al \leq 9.0\%$, $Si \leq 5.0\%$, $Ti \leq 0.2\%$, $V \leq 0.2\%$, $Nb \leq 0.2\%$, $S \leq 0.004\%$, $P \leq 0.025\%$, $0.5 \leq Si+Al \leq 9.0\%$, $B \leq 0.0035$, $Cr \leq 1\%$ 를 포함한다. 벨런스는 Fe 및 불순물들이고 미세조직은 25% ~ 90% 의 페라이트, 10% ~ 50% 의 오스테나이트, 5% 보다 낮은 카파 석출물 및 25% 보다 낮은 마텐자이트를 함유한다. 본 발명에 따른 강은 전 산화를 이용해 코팅될 수 있는 능력을 제공한다.

(52) CPC특허분류

C23C 2/02 (2013.01)
C23C 2/06 (2013.01)
C23C 2/28 (2013.01)
C23C 2/40 (2013.01)
B32B 2311/30 (2013.01)
B32B 2605/08 (2013.01)
C21D 2211/001 (2013.01)
C21D 2211/005 (2013.01)

(72) 발명자

슈타우테 요나스

프랑스 애프-57950 몽띠니-레-메츠 뤼 드 라 빅뚜
아르 19

페틀라드 아스트리드

프랑스 애프-57050 르 방-생-마르땡 파르끄 드 라
바에 10

수아소-로드리게스 이안 알베르토

프랑스 애프-57000 메츠 뤼 드 칼메 2

명세서

청구범위

청구항 1

냉간 압연 강판으로서,

중량 퍼센트로,

$0.1 \leq C \leq 0.5\%$

$3.5 \leq Mn \leq 10.0\%$

$0.5 \leq Si+Al \leq 9.0\%$ (단, $Al < 9.0\%$, $Si \leq 5.0\%$) 를 포함하고,

선택적으로,

$Ti < 0.2\%$

$V < 0.2\%$

$Nb < 0.2\%$

$B \leq 0.0035$

$Cr \leq 1\%$

$S \leq 0.004\%$

$P \leq 0.025\%$

를 포함하고, 조성의 잔부는 철 및 제련으로 인한 불가피한 불순물들이고, 미세조직은 표면 분율로 10% 초과 ~ 50% 미만의 오스테나이트, 25% ~ 90% 의 페라이트, 5% 미만의 카파 (Kappa) 석출물들 및 25% 미만의 마텐자이트를 함유하고, 상기 판은 상부면으로부터 다음의 연속 층들:

- 두께가 50 ~ 300 nm 의 범위에 있는, 순수 금속 철의 상부층; 및

- Mn, Si, Al 및 B 에서 선택된 산화물들의 하나 이상의 석출물들을 또한 함유하는 금속 철로 만들어지고, 두께가 1 ~ 8 μm 의 범위에 있는 제 1 하부층

을 제공하고, 적층구조는 상기 상부층, 상기 제 1 하부층, 상기 판의 순서인, 냉간 압연 강판.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

순수 페라이트로 만들어진, 상기 제 1 하부층 아래에 놓여있는, 제 2 하부층을 더 포함하고, 상기 제 2 하부층의 두께는 10 ~ 50 μm 의 범위에 있는, 냉간 압연 강판.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

강 조성은 중량 퍼센트로, 5.0 ~ 9.0% 의 망간 함량을 가지는, 냉간 압연 강판.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

강 조성은 중량 퍼센트로, 0.1 ~ 0.3% 의 탄소 함량을 가지는, 냉간 압연 강판.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

강 조성은 중량 퍼센트로, 0.15 ~ 0.25% 의 탄소 함량을 가지는, 냉간 압연 강판.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

강 조성은 중량 퍼센트로, 1.5 ~ 9% 의 알루미늄 함량을 가지는, 냉간 압연 강판.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

강 조성은 중량 퍼센트로, 5 ~ 8% 의 알루미늄 함량을 가지는, 냉간 압연 강판.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

강 조성은 중량 퍼센트로, 1.5% 이하의 규소 함량을 가지는, 냉간 압연 강판.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

강 조성은 중량 퍼센트로, 0.3% 이하의 규소 함량을 가지는, 냉간 압연 강판.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

강 미세조직은 표면 분율로 25 ~ 40% 의 오스테나이트를 함유하는, 냉간 압연 강판.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

강 미세조직은 표면 분율로 50 ~ 85% 의 페라이트를 함유하는, 냉간 압연 강판.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

강 미세조직은 표면 분율로 15% 미만의 마텐자이트를 함유하는, 냉간 압연 강판.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

강 미세조직은 카파 석출물들을 함유하지 않는, 냉간 압연 강판.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

1000 - 50 x (Al 의 중량% 함유량) 이상의 인장 강도 (TS, 단위: MPa), 15% 이상의 균일 연신율 (UEI) 및 20% 이상의 구멍 확장 (HE) 을 제공하는, 냉간 압연 강판.

청구항 15

제 1 항에 따른 냉간 압연 강판을 코팅함으로써 획득된 금속 코팅 강판으로서,

상기 코팅은, 용융 (hot dip) 코팅, 전착 및 진공 코팅 중에서 선택된 프로세스에 의해 수행되는, 금속 코팅 강판.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 강판은 갈바이닐링되는, 금속 코팅 강판.

청구항 17

제 1 항에 따른 냉간 압연 강판의 제조 방법으로서,

다음 단계들:

- 조성이 제 1 항에 따른 열간 압연 스트립 또는 얇은 슬래브를 공급 및 디스케일링하는 단계,
- 냉간 압연 강판을 획득하기 위해서 30% ~ 75% 의 냉간 압연비로 상기 열간 압연 스트립 또는 얇은 슬래브를 냉간 압연하는 단계,
- 30 ~ 700 초 동안 $T_{min}=721-36*C-20*Mn+37*Al+2*Si$ (단위: °C) 와 $T_{max}=690+145*C-6.7*Mn+46*Al+9*Si$ (단위: °C) 사이에 있는 어닐링 온도 (T_{anneal}) 까지 적어도 1 °C/s 의 가열 속도 (H_{rate})로 가열되고 상기 온도에서 균열 처리가 뒤따르는 강판의 열처리 단계로서, 550 °C에서 T_{anneal} 까지의 가열 및 상기 균열 처리의 적어도 제 1 부분은 100 ~ 600 nm 의 두께를 가지는 산화철 상부층을 생성하도록 산화 분위기에서 일어나고, 산화철 층은 그 후 완전히 환원되는, 상기 강판의 열처리 단계

를 포함하는, 냉간 압연 강판의 제조 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 환원은, 상기 산화철 층을 완전히 환원시키도록, 2 부피% ~ 35 부피% 의 H_2 를 함유하고 -10 °C 미만의 노점은 가지는 환원 분위기에서, 상기 균열 처리의 제 2 부분 중 일어나고, 상기 강판은 5 °C/s 초과, 70 °C/s 미만의 냉각 속도 ($V_{cooling}$)로 실온에 이르기까지 더 냉각되는, 냉간 압연 강판의 제조 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 균열 처리의 상기 제 2 부분은, 노점이 -30 °C 미만인 분위기에서 일어나는, 냉간 압연 강판의 제조 방법.

청구항 20

제 17 항에 있어서,

- 상기 강판은 350 °C ~ 550 °C 의 온도 (T_{0A}) 까지 $V_{cooling2}$ 로 냉각되고 10 ~ 300 초의 시간 동안 T_{0A} 에서 유지되고, 그 후
- 상기 강판은 실온에 이르기까지 5 °C/s 초과 ~ 70 °C/s 미만의 냉각 속도 ($V_{cooling3}$)로 더 냉각되는, 냉간 압연 강판의 제조 방법.

청구항 21

제 17 항에 있어서,

상기 환원은, 5 °C/s 초과, 70 °C/s 미만의 냉각 속도 ($V_{cooling2}$)로 실온에 이르기까지 상기 강판을 냉각한 후 일어나고 화학적 산세에 의해 수행되는, 냉간 압연 강판의 제조 방법.

청구항 22

제 17 항에 있어서,

용융 코팅, 전착 및 진공 코팅 중에서 선택된 프로세스에 의해 수행되는 코팅 단계들을 포함하는, 냉간 압연 강판의 제조 방법.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

금속 코팅 강판은 갈바어닐링 열 처리를 부여받는, 냉간 압연 강판의 제조 방법.

청구항 24

제 17 항 내지 제 23 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 열간 압연 스트립은 다음 단계들:

- 슬래브를 획득하기 위해서 조성이 제 1 항에 따른 강을 주조하는 단계,
- $1100^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$ 의 온도 (T_{reheat})에서 상기 슬래브를 재가열하는 단계,
- 열간 압연 강 스트립을 획득하기 위해서 $800^{\circ}\text{C} \sim 1250^{\circ}\text{C}$ 의 온도에서, 재가열된 슬래브를 열간 압연하는 단계,
- 700°C 이하의 권취 온도 (T_{coiling}) 까지 적어도 10°C/s 의 냉각 속도 (V_{cooling})로 열간 압연 강 스트립을 냉각하는 단계,
- T_{coiling} 으로 냉각된 상기 열간 압연 스트립을 권취하는 단계

를 포함하는 프로세스에 의해 획득되는, 냉간 압연 강판의 제조 방법.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 열간 압연 강 스트립은 1 ~ 24 시간의 $400^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$ 에서의 배치 (batch) 어닐링과 60 ~ 180 초의 $650^{\circ}\text{C} \sim 750^{\circ}\text{C}$ 에서의 연속 어닐링 중에서 선택된 프로세스를 이용하여 더 어닐링되는, 냉간 압연 강판의 제조 방법.

청구항 26

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 따른 강판으로 만들어진 구조 부품을 포함하는 차량.

청구항 27

제 15 항 또는 제 16 항에 따른 강판으로 만들어진 구조 부품을 포함하는 차량.

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 발명은, 높은 기계적 특성, 양호한 성형성 및 양호한 코팅 수용 능력을 동시에 제공하는 냉간 압연 강판들을 다룬다.

[0002] 특히, 상기 강판들은 $1000 - 50 \times 10^3 \text{ MPa}$ 이상의 인장 강도 (TS), 15% 이상의 균일 연신율 (UEI), 20% 이상의 구멍 확장 (HE) 및 적심과 코팅 부착을 허용하는 반응면을 요구한다.

[0003] 더욱이, 다량의 규소 또는 알루미늄을 함유한 상기 강판들의 일부 실시형태들은 낮은 밀도를 가질 수 있고 2 상, 다상, 베이나이트 또는 TRIP (변태 유기 소성) 개념들과 같은 소위 초고강도 강들과 비교해 10% 보다 많이 더 가벼울 수 있다.

배경 기술

[0004] 특히 자동차 산업에서, 안전성을 높이면서 차량들을 경량화시킬 지속적인 필요성이 있다. 따라서, 다양한 강도와 성형성 레벨들을 제공하는 전술한 바와 같은 여러 족들의 강들이 제안되었다.

- [0005] 우선, 동시에 석출과 결정 입도의 미세화에 의해 경화가 획득되는 미세 합금 원소들을 가지는 강들이 제안되었다. 이러한 강들의 개발로 전술한 초고강도 강들이 뒤따랐다.
- [0006] 더욱더 높은 인장 강도 레벨들을 획득하기 위해, 특성들 (인장 강도/성형성) 의 매우 유리한 조합들과 TRIP 거동을 보이는 강들이 개발되었다. 이 특성들은, 베이나이트와 잔류 오스테나이트를 함유한 페라이트 매트릭스로 구성되는, 이러한 강들의 구조와 연관된다. 잔류 오스테나이트는 규소 또는 알루미늄의 첨가에 의해 안정화되고, 이 원소들은 오스테나이트 및 베이나이트에서 탄화물들의 석출을 지연시킨다. 잔류 오스테나이트의 존재는 미변형 판에 높은 연성을 제공한다.
- [0007] 더욱더 높은 인장 강도, 다시 말해서 800 ~ 1000 MPa 보다 높은 레벨을 달성하기 위해서, 대부분 베이나이트 조직을 가지는 다상 강들이 개발되었다. 하지만, 성형성 및 구멍 확장 특성은 차세대 자동차 부품들에 불충분하다.
- [0008] 국제 출원 WO2009/142362 는 냉간 압연 강판 및 용융 아연도금 강판을 개시하고, 이것은, 보유된 오스테나이트의 양을 증가시킬 수 있는 최적의 조성으로, 보유된 오스테나이트의 안정성 및 지연 파괴에 대한 저항을 상승시키기 위한 적합한 양의 Al 을 첨가함으로써, 지연 파괴 저항에서 개선, 980 MPa 이상의 인장 강도 및 28% 이상의 연신율을 갖는다. 이 종래 기술의 하나 이상의 양태들에서, 고강도 냉간 압연 강판 및 아연도금 강판이 제공되고, 각각은 0.05 ~ 0.3 중량 퍼센트 C, 0.3 ~ 1.6 중량 퍼센트 Si, 4.0 ~ 7.0 중량 퍼센트 Mn, 0.5 ~ 2.0 중량 퍼센트 Al, 0.01 ~ 0.1 중량 퍼센트 Cr, 0.02 ~ 0.1 중량 퍼센트 Ni 및 0.005 ~ 0.03 중량 퍼센트 Ti, 5 ~ 30 ppm B, 0.01 ~ 0.03 중량 퍼센트 Sb, 0.008 중량 퍼센트 이하의 S, 밸런스 Fe 및 불순물들로 구성된다. 하지만, 이러한 강들은 고 함량의 합금 원소들로 인해 코팅하기에 어렵다.
- [0009] 국제 출원 WO2012/147898 은, 재료 특성들의 안정성뿐만 아니라 우수한 구멍 확장을 가지는 고강도 강, 및 이를 제조하기 위한 방법을 제공하는 것을 목적으로 하고, 고강도 강 플레이트는 낮은 C 강 조성으로 적어도 780 MPa 의 TS 및 적어도 22,000 MPa% 의 TS x EL 을 갖는다. 양호한 성형성과 재료 특성 안정성을 가지는 고강도 강은, 질량% 로 환산하여, 0.03% ~ 0.25% 의 C, 0.4% ~ 2.5% 의 Si, 3.5% ~ 10.0% 의 Mn, 0.1% 이하의 P, 0.01% 이하의 S, 0.01% ~ 2.5% 의 Al, 0.008% 이하의 N 을 포함하고 Si + Al 은 적어도 1.0% 인 성분 조성을 가지고, 잔부는 Fe 및 불가피한 불순물들이고, 강 조직은, 면적비로, 30% ~ 80% 의 페라이트, 0% ~ 17% 의 마텐자이트를 가지고, 부피비로, 8% 이상의 잔류 오스테나이트를 가지고, 잔류 오스테나이트의 평균 결정 입경은 2 μm 이하이다. 하지만, 이러한 강들은 높은 함량의 합금 원소들로 인해 코팅하기에 어렵다.
- [0010] 결국, 출원 EP2383353 은 최소 4% 의 파단 연신율 (A80) 및 900 ~ 1500 MPa 의 인장 강도를 갖는 강을 개시한다. 강은 철과 불가피한 불순물들 및 탄소 (최대 0.5%), 망간 (4 ~ 12%), 규소 (최대 1%), 알루미늄 (최대 3%), 크롬 (0.1 ~ 4%), 구리 (최대 2%), 니켈 (최대 2%), 질소 (최대 0.05%), 인 (최대 0.05%), 및 황 (최대 0.01%), 선택적으로 바나듐, 니오븀 또는 티타늄을 포함하는 많아도 0.5% 의 하나 이상의 원소들을 포함한다. 강으로 만들어진 플랫 압연 강 제품은 30 ~ 100% 의 마텐자이트, 템퍼링된 마텐자이트 또는 베이나이트 및 잔류 양의 오스테나이트를 포함한다. 하지만, 이러한 강은 획득된 강판의 불량한 성형성을 유발하는 낮은 연성 레벨들을 제공할 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은:
- [0012] - 1000 ~ 50 x Al MPa 이상의 인장 강도 (TS),
- [0013] - 15% 이상의 균일 연신율 (UEI),
- [0014] - 20% 이상의 구멍 확장 (HE), 및
- [0015] - 적심 (wetting) 과 코팅 부착을 허용하는 반응면을 동시에 부여하는 냉간 압연 강판을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0016] 본 발명은, 제 1 대상으로서, 중량 퍼센트로:

- [0017] $0.1 \leq C \leq 0.5\%$
- [0018] $3.5 \leq Mn \leq 10.0\%$
- [0019] $Al \leq 9.0\%$
- [0020] $Si \leq 5.0\%$
- [0021] $0.5 \leq Si+Al \leq 9.0\%$
- [0022] $Ti \leq 0.2\%$
- [0023] $V \leq 0.2\%$
- [0024] $Nb \leq 0.2\%$
- [0025] $B \leq 0.0035$
- [0026] $Cr \leq 1\%$
- [0027] $S \leq 0.004\%$
- [0028] $P \leq 0.025\%$ 를 포함하고,
- [0029] 조성의 잔부는 철 및 제련으로 인한 불가피한 불순물들이고 미세조직은 10% ~ 50% 의 오스테나이트, 25% ~ 90% 의 페라이트, 5% 미만의 카파 (Kappa) 석출물들 및 25% 미만의 마텐자이트를 함유하고, 상기 판은 상부면으로부터 다음 연속 층들:
- 두께가 50 ~ 300 nm 의 범위에 있는 순수 금속 철의 상부층; 및
 - Mn, Si, Al 및 B 에서 선택된 산화물들의 하나 이상의 석출물들을 또한 함유하는 금속 철로 만들어지고, 두께가 1 ~ 8 μm 의 범위에 있는 제 1 하부층을 제공하는, 냉간 압연 강판을 포함한다.
- [0030] 본 발명은 또한 단독으로 또는 조합하여 취한 또 다른 부가적 특징들을 포함할 수 있다:
- [0031] - 본 발명에 따른 냉간 압연 강판은, 페라이트로 만들어진, 상기 제 1 하부층 아래에 놓여있는, 제 2 하부층을 추가로 포함하고, 그 두께는 10 ~ 50 μm 의 범위에 있다.
- [0032] 바람직한 실시형태에서, 본 발명은 조성이 다음과 같은 냉간 압연 강판을 포함한다:
- 조성이 5.0 ~ 9.0% 의 망간 함량을 가지는 냉간 압연 강판,
 - 조성이 0.1 ~ 0.3% 의 탄소 함량을 가지고, 0.15 ~ 0.25% 의 범위가 더욱 바람직한 냉간 압연 강판,
 - 조성이 1.5 ~ 9% 의 알루미늄 함량을 가지고, 5 ~ 8% 의 범위가 더욱 바람직한 냉간 압연 강판,
 - 조성이 1.5% 이하의 규소 함량을 가지고, 0.3% 이하의 규소 함량이 더욱 바람직한 냉간 압연 강판.
- [0033] 다른 바람직한 실시형태에서, 본 발명에 따른 강은:
- 미세조직이 15 ~ 40% 의 오스테나이트를 함유하고, 20 ~ 40% 범위의 오스테나이트가 더욱 바람직하고 25 ~ 40% 범위의 오스테나이트가 가장 바람직한 냉간 압연 강판,
 - 미세조직이 50 ~ 85% 의 페라이트를 함유하는 냉간 압연 강판,
 - 미세조직이 15% 미만의 마텐자이트를 함유하고, 이러한 마텐자이트는 가능하다면 템퍼링되는 냉간 압연 강판,
 - 미세조직이 카파 석출물을 함유하지 않은 냉간 압연 강판을 포함한다.
- [0034] 이상적으로, 본 발명에 따른 냉간 압연 강판은 1000 ~ 50 x %Al 이상의 인장 강도 (TS, 단위: MPa), 15% 이상의 균일 연신율 (UEI) 및 20% 이상의 구멍 확장 (HE) 을 제공한다.
- [0035] 본 발명의 다른 대상은 본 발명에 따른 냉간 압연 강판을 코팅함으로써 획득되는 금속 코팅 강판이고, 이러한 코팅은, 가능하다면 열 처리가 뒤따르는, 용융 코팅, 전착 및 진공 코팅 중에서 선택된 프로세스에 의해 수행된다. 바람직한 실시형태에서, 이러한 금속 코팅 강판은 갈바이널링된다.
- [0036] 본 발명에 따른 냉간 압연되고 가능하다면 코팅된 강판은 임의의 알맞은 방법에 의해 제조될 수 있다. 이러한

한 방법은 일반적인 연속 어닐링 라인들과 양립가능하고 프로세스 파라미터들의 변화에 낮은 감도를 가지는 것이 바람직하다.

[0047] 본 발명의 다른 목적은 다음 단계들을 포함하는 냉간 압연 강판을 제조하는 프로세스이다:

[0048] 조성이 본 발명에 따른 열간 압연 스트립 또는 얇은 슬래브를 공급 및 디스케일링하는 단계.

[0049] 그 후, 냉간 압연 강판을 획득하기 위해서 열간 압연 스트립 또는 얇은 슬래브는 30% ~ 75% 의 냉간 압연비로 냉간 압연된다.

[0050] 그 후, 강판은 30 ~ 700 초 동안 $T_{min}=721-36*C-20*Mn+37*Al+2*Si$ (단위: °C) 와 $T_{max}=690+145*C-6.7*Mn+46*Al+9*Si$ (단위: °C) 사이에 있는 어닐링 온도 (T_{anneal}) 까지 적어도 1 °C/s 의 가열 속도 (H_{rate})로 가열되고 상기 온도에서 균열 처리가 뒤따르고, 550 °C에서 T_{anneal} 까지 가열 및 균열 처리의 적어도 제 1 부분은 100 ~ 600 nm 의 두께를 가지는 산화철 상부층을 제조하도록 산화 분위기에서 일어나고, 상기 산화철 층은 그 후 완전히 환원된다.

[0051] 이러한 환원은, 상기 산화철 층을 완전히 환원시키도록, 2% ~ 35% 의 H₂ 를 함유하고 -10 °C 미만의 노점을 가지는 환원 분위기에서, 균열 처리의 제 2 부분 중 일어나고, 상기 강판은 5 °C/s 초과, 70 °C/s 미만의 냉각 속도 ($V_{cooling2}$)로 실온에 이르기까지 추가로 냉각된다.

[0052] 선택적으로, 균열 처리의 제 2 부분은, 노점이 -30 °C 미만인 분위기에서 일어난다.

[0053] 다른 실시형태에서, 강판은 350 °C ~ 550 °C의 온도 (T_{OA}) 까지 $V_{cooling2}$ 로 냉각되고 10 ~ 300 초의 시간 동안 T_{OA} 에서 유지된 후 강판은 5 °C/s ~ 70 °C/s의 냉각 속도 ($V_{cooling3}$)로 실온에 이르기까지 추가로 냉각된다.

[0054] 다른 실시형태에서, 환원은 또한 5 °C/s 초과, 70 °C/s 미만의 냉각 속도 ($V_{cooling2}$)로 실온에 이르기까지 상기 강판을 냉각한 후 일어날 수 있고, 환원은 그러면 화학적 산세에 의해 수행된다.

[0055] 이상적으로, 코팅은, 가능하다면 열 처리가 뒤따르는, 용융 코팅, 전착 및 진공 코팅 중에서 선택된 프로세스에 의해 수행된다.

[0056] 바람직하게, 금속 코팅은 갈바어닐링 열 처리에 의해 수행된다.

[0057] 열간 압연 스트립을 획득하는 다른 방법들이 존재하고, 그 중 하나는 다음 단계들을 포함하는 프로세스이다:

[0058] - 슬래브를 획득하기 위해서 조성이 본 발명에 따른 강을 주조하는 단계,

[0059] - 1100 °C ~ 1300 °C의 온도 (T_{reheat})에서 상기 슬래브를 재가열하는 단계,

[0060] - 열간 압연 강 스트립을 획득하기 위해서 800 °C ~ 1250 °C의 온도에서 상기 재가열된 슬래브를 열간 압연하는 단계,

[0061] - 700 °C 이하의 권취 온도 ($T_{cooling}$) 까지 적어도 10 °C/s의 냉각 속도 ($V_{cooling1}$)로 열간 압연 강 스트립을 냉각하는 단계,

[0062] - $T_{cooling}$ 으로 냉각된 상기 열간 압연 스트립을 권취하는 단계.

[0063] 다른 실시형태에서, 열간 압연 스트립은, 그 자체가 공지되어 있고 얇은 슬래브를 이끌어서, 열간 압연 단계를 회피하는 콤팩트 스트립 프로세싱으로 불리는 프로세스에 의해 획득된다.

[0064] 다른 실시형태에서, 열간 압연 스트립은 1 ~ 24 시간에 400 °C ~ 600 °C에서 배치 (batch) 어닐링과 60 ~ 180 초에 650 °C ~ 750 °C에서 연속 어닐링 중에서 선택된 프로세스를 이용하여 추가로 어닐링된다.

[0065] 바람직한 실시형태에서, 가열을 위해 직화 노를 사용할 때, 철 환원을 위한 분위기는 20 ~ 35%의 H₂를 함유하고, 밸런스는 질소 및 불가피한 불순물들이다.

[0066] 바람직한 실시형태에서, 가열을 위해 방사관 노를 사용할 때, 철 환원을 위한 분위기는 2 ~ 8%의 H₂를 함유하고, 밸런스는 질소 및 불가피한 불순물들이다.

- [0067] 선택적으로, 냉간 압연되고 어닐링된 강은 200 ~ 800 초의 시간 (t_{temper}) 동안 200 ~ 400 °C 의 온도 (T_{temper})에서 템퍼링된다.
- [0068] 다른 실시형태에서, 냉간 압연되고 어닐링된 강은 인산염 변환 처리를 부여받는다.
- [0069] 다른 실시형태에서, 어닐링 중 환원 분위기를 거치지 않은 강은 그 후 주로 금속 표면을 유발하는 존재하는 표면 산화물을 없애도록 포름산, 염산, 황산 등과 같은 전형적인 산세 욕들을 사용해 연속 어닐링 라인의 출구에서 산세된다.
- [0070] 본 발명은 또한 본 발명에 따른 강판으로 만들어진 구조 부품을 포함하는 차량을 포함한다.
- [0071] 본 발명의 다른 특징들과 장점들은 하기 상세한 설명의 단락들을 통하여 언급될 것이다.
- [0072] 첨부된 도면들은 예로서 제공되고 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 받아들여져서는 안 될 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0073] 도 1 은 냉간 압연 및 어닐링 후 실시예 A2 의 미세조직을 도시한다. 어두운 상은 오스테나이트이고, 백색 상은 페라이트이다.
- 도 2 는 냉간 압연 및 어닐링 후 실시예 A2 의 인장 곡선을 도시한다.
- 도 3 은 본 발명으로 제조된 실시예 A6 의 GDOS 프로파일을 보여준다.
- 도 4 는 본 발명에 따라 제조된 실시예 A3 의 GDOS 프로파일을 보여준다.
- 도 5 는 A6 실시예에서 3-점 굽힘 테스트의 결과를 보여준다.
- 도 6 은 A3 실시예에서 3-점 굽힘 테스트의 결과를 보여준다.
- 도 7 은 A4 실시예에서 3-점 굽힘 테스트의 결과를 보여준다.
- 도 8 은 실시예 A2 에 따른 어닐링 사이클의 열 경로를 보여준다.
- 도 9 는 강 D (0.2 C 5 Mn) 에 대해 인장 강도의 안정성에 대한 Al 영향을 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0074] 본 발명에 따르면, 강의 화학적 조성은 특성 타겟들에 도달하도록 밸런스가 맞추어진다. 화학적 조성에 따라 원소들이 중량 퍼센트로 제공된다.
- [0075] 알루미늄 함량은 9.0% 미만이어야 하는데, 왜냐하면 그것은 취성 금속간 석출을 회피하기 위해서 엄격히 이 값 미만으로 유지되어야 하기 때문이다.
- [0076] 알루미늄 첨가는 보유된 오스테나이트에서 탄소 증가를 통하여 보유된 오스테나이트의 안정성을 높이기 위해서 많은 양태들에서 흥미로운 것이다. 더욱이, 발명자들은, 놀랍게도, Al 이 페라이트를 안정화시키는 것으로 추정되지만, 본 발명에서, Al 함량이 더 높을수록, 어닐링 중 형성된 오스테나이트의 안정성이 더 양호하다는 점을 보여주었다.
- [0077] Al 의 첨가를 통한 어닐링 중 개선된 견고성은 연속 어닐링 라인들에서 어닐링 중 온도에 따른 오스테나이트 분율의 변화 감소를 이끈다.
- [0078] Al 은 연속 어닐링을 위한 큰 타당성 원도우를 개방할 수 있는 가장 효율적인 원소인데, 왜냐하면 그것은 오스테나이트 안정화 뿐만 아니라 비재결정화 온도보다 높은 어닐링 온도 (T_{anneal}) 에서 완전 재결정화의 조합에 유리하기 때문이다.
- [0079] Al 은 또한 10% 까지 강 밀도를 감소시키는 것을 허용한다. 더욱이, 이러한 원소는, 스프링백 (spring-back), 수소 취성 및 강성 상실과 같은, 고강도 강들의 유해한 영향들을 감소시킨다. 도 9 에 도시된 대로, 1.5% 초과 Al 에서, 강 견고성이 개선되고 델타 인장 강도는 어닐링 온도의 10 MPa/°C 이하이다. 하지만, 그것은 도달될 수 있는 인장 강도의 영향을 갖는다. 그것은 첨가된 알루미늄의 50 MPa% 만큼 인장 강도를 감소시킨다.
- [0080] 알루미늄과 같이, 규소는 강의 밀도를 감소시키기 위한 원소이다. 규소는 또한 고용체를 통하여 강도를 증

가시키기에 매우 효율적이다. 하지만 그것의 함량은 5.0%로 제한되는데, 왜냐하면 이 값 이상에서는, 냉간 압연 중 취성 문제에 직면하게 되기 때문이다.

[0081] 본 발명에 따르면, 탄소 함량은 0.10 ~ 0.50%이다. 탄소는 감마 형성자 원소이다. 탄소는 Mn과 함께 오스테나이트의 개시를 촉진한다. 0.10% 미만에서는, MPa 단위의 1000 - 50 x Al 초과 기계적 강도를 달성하기에 어렵다. 탄소 함량이 0.50%보다 많다면, 냉간 압연성은 감소되고 용접성은 불량해진다.

[0082] 망간은 3.5% ~ 10.0%이어야 한다. 오스테나이트-안정제이기도 한, 이 원소는 미세조직에서 충분한 오스테나이트를 안정화시키는데 사용된다. 망간은 또한 고용체 경화 및 미세조직에 대한 미세화 효과를 갖는다. 3.5% 미만의 Mn 함량에 대해, 미세조직에서 보유된 오스테나이트의 안정화는 15% 초과 균일 연신율 및 MPa 단위의 1000 - 50 x %Al 초과 인장 강도의 조합을 가능하게 하는데 충분하지 않다. 10.0% 초과시, 용접성은 불량해진다. 편석 (segregations) 및 개재물은 손상 특성을 악화시킨다.

[0083] 티타늄, 바나듐 및 니오븀과 같은 미세 합금 원소들은, 부가적 석출 경화를 획득하기 위해서, 각각 0.2% 미만의 양으로 첨가될 수도 있다. 특히 티타늄과 니오븀은 고형화 중 결정 입도를 제어하는데 사용된다. 하지만, 한 가지 한계가 필요한데 왜냐하면 그것을 넘어서면 포화 효과가 얻어지기 때문이다.

[0084] 크롬은 1%까지 용인된다. 그 한계를 초과하면, 유해한 표면 산화물들이 나타날 수도 있기 때문이다.

[0085] 0.004%의 황 함량을 초과하면, 특히 구멍 확장 테스트들 중, 연성을 감소시키는 MnS와 같은 초과 황화물들의 존재로 인해 연성이 감소된다.

[0086] 인은, 고용체에서 경화하지만 특히 결정립계들에서 편석 또는 망간과 공편석 (co-segregation) 되는 경향으로 인해 점 용접성과 고온 연성을 감소시키는 원소이다. 이러한 이유들 때문에, 양호한 점 용접성을 획득하기 위해서, 인의 함량은 0.025%, 바람직하게 0.015%로 제한되어야 한다.

[0087] 본 발명에 의해 허용되는 최대 봉소 함량은 0.0035%이다. 이러한 한계를 초과하면, 결정립 미세화와 관련하여 포화 레벨이 기대된다.

[0088] 밸런스는 철 및 불가피한 불순물들로 만들어진다.

[0089] 타겟된 특성들에 도달하도록, 본 발명의 강판의 미세조직은, 표면 분율로서, 10% ~ 50%의 오스테나이트, 25% ~ 90%의 페라이트, 5% 미만의 카파 석출물들 및 25% 미만의 마텐자이트를 함유해야 한다.

[0090] 오스테나이트는 연성을 가져오는 조직이고, 그것의 함량은, 본 발명의 강이 15% 초과의 균일 연신율로 충분히 늘일 수 있도록 10%를 초과해야 하고 그것의 함량은 50% 미만이어야 하는데 왜냐하면 그 값을 초과하면 기계적 특성 밸런스가 저하되기 때문이다.

[0091] 본 발명에서 페라이트는, 고형화 중 형성된 선행하는 페라이트로부터 또는 열간 압연 강의 베이나이트 또는 마텐자이트로부터 어닐링시 회수 및 재결정화로부터 획득되는 입방 중심 구조에 의해 규정된다. 페라이트의 함량은 MPa 단위로 (1000 - 50 x %Al)의 최소 인장 강도 및 적어도 15%의 균일 연신율을 가지도록 25 ~ 90%이어야 한다.

[0092] 본 발명에서 카파는, 화학량론이 $(Fe, Mn)_3AlC_x$ 이고 x가 염격히 1보다 작은 석출물들에 의해 규정된다. 석출물들 카파의 표면 밀도는 5%까지 상승할 수 있다. 5%를 초과하면, 연성이 감소하고 15% 초과의 균일 연신율이 달성되지 않는다. 게다가, 페라이트 결정립계들 둘레에서 미제어된 석출 카파가 발생할 수도 있고, 결과적으로, 열간 및/또는 냉간 압연 중 수고를 증가시킨다. 우선적으로, 카파 석출물들의 표면 밀도는 2% 미만이어야 한다. 미세조직이 균일하므로, 표면 분율은 부피 분율과 동일하다.

[0093] 마텐자이트는 불안정한 오스테나이트로부터 균열 처리 후 냉각 중 형성되는 조직이다. 구멍 확장이 20%를 초과하여 유지되도록 마텐자이트의 함량은 25%로 제한되어야 한다. 바람직한 실시형태에서, 이러한 마텐자이트는, 코팅 유형에 따라, 코팅 단계 후 또는 전에, 템퍼링된다.

[0094] 본 발명에 따른 강판의 다른 주요 특징은, 다음과 같은 연속 층들을 포함하는 것으로 설명될 수 있는 그것의 반응면에 있다:

[0095] - 두께가 50 ~ 300 nm의 범위에 있는 순수 금속 철의 상부층; 및

[0096] - Mn, Si, Al, Cr 및 B에서 선택된 산화물들의 하나 이상의 석출물들을 또한 함유하는 금속 철로 만들어지고, 두께가 1 ~ 8 μm 의 범위에 있는 제 1 하부층.

- [0097] 이러한 구조는 나강 (bare steel) 의 인산염 변환 처리 중 반응성, 양호한 적심 및 아연 또는 알루미늄 코팅과 같은 금속 코팅의 부착을 보장한다. 이것은 페인트의 전착 능력을 개선한다.
- [0098] 이러한 표면이 획득되기만 하면, 임의의 적합한 제조 방법이 이용될 수 있다.
- [0099] 예로서, 본 발명에 따른 강을 제조하는 한 가지 방법은 본 발명의 화학적 조성으로 강을 주조하는 것을 암시한다.
- [0100] 주조 강은 1100 °C ~ 1300 °C에서 재가열된다. Al < 4 wt%에 대해, 슬래브 재가열 온도가 1100 °C 미만일 때, 아연 하중은 너무 많이 증가하고 열간 아연 프로세스는 어려워진다; Al ≥ 4wt%에 대해, 마지막 열간 아연 페스는 아연 프로세스 중 열 상실로 인해 800 °C보다 높게 거의 유지되지 못한다. 1300 °C를 초과하면, 산화가 매우 강렬하고, 이것은 스케일 상실 및 표면 열화를 유발한다.
- [0101] 재가열된 슬래브는 그 후 1250 °C ~ 800 °C의 온도로 열간 아연될 수 있고, 마지막 열간 아연 페스는 800 °C 이상의 온도 (T_{lp})에서 일어난다. T_{lp} 가 800 °C 미만이라면, 고온 가공성이 감소된다.
- [0102] 권취 온도 ($T_{cooling}$)가 700 °C 이하일 때까지 강은 적어도 10 °C/s의 냉각 속도 ($V_{cooling1}$)로 냉각된다. 냉각 속도 ($V_{cooling1}$)가 10 °C/s 미만이라면, Al ≥ 4wt%이고 Mn ≥ 4wt%인 경우에, 페라이트와 오스테나이트 사이 계면들에서 해로운 카파 석출물들의 석출이 존재한다.
- [0103] $T_{cooling}$ 은 700 °C 이하여야 한다. 권취 온도가 700 °C를 초과한다면,
- Al 함량이 4 wt% 미만일 때 조대한 페라이트 및 베이나이트 조직,
- [0104] • Al 함량이 4 wt% Al 이상이고 Mn이 4% Mn을 초과할 때 페라이트와 오스테나이트 사이 계면들에서 카파 탄화물들로 구성되는 조대한 미세조직을 형성할 위험이 있다.
- [0105] 강은 그 후 냉간 아연 강을 획득하기 위해서 30% ~ 75%의 냉간 아연비로 냉간 아연된다. 30% 미만에서, 후속 어닐링 중 재결정화는 충분히 유리하지 않고 15% 초과의 균일 연신율은 재결정화의 부족으로 인해 달성되지 않는다. 75%를 초과하면, 냉간 아연 중 예지 균열의 위험이 있다.
- [0106] 그 후, 강은 어닐링 온도 (T_{anneal})까지 적어도 1 °C/s의 가열 속도 (H_{rate})로 가열된다. 가열 속도가 1 °C/s 미만이라면, 재결정화를 위한 힘이 너무 낮아서, 타겟 미세조직의 달성을 방해한다.
- [0107] 550 °C로부터 T_{anneal} 에서 균열 처리의 종반까지 가열하는 동안, 강은 대부분 100 ~ 600 nm의 두께를 가지는 산화철을 제조하도록 산화 분위기를 거친다.
- 산화철이 100 nm보다 얇다면, 산화철은 너무 빨리 소멸될 것이고, 후속 환원 어닐링 중 합금 원소들의 외부 선택적 산화를 다시 허용하고, 코팅 프로세스 중 표면의 반응성을 저해한다.
- [0108] • 산화철이 600 nm를 초과하면, 꾹 업 문제에 의해 노의 노상 롤 (hearth roll)을 오염시키고 따라서 놀림 자국에 의한 표면 결함을 유발하는 비부착성 산화철들의 위험이 주어진다. 600 nm보다 큰 두께는, 또한, 환원 분위기가 적용될 때 균열 처리 또는 냉각 중, 또는 균열 처리 및 냉각 단계 중 산화철의 단지 부분적 환원만 유발할 수 있다.
- [0109] 방사관들이 가열을 위해 노에서 사용되면, 철 환원을 위한 분위기는 2 ~ 8% H₂를 함유할 것이고, 밸런스는 질소와 불가피한 불순물들이다.
- H₂ 함량이 2%보다 낮다면, 분위기의 환원 능력은 산화철을 완전히 환원시키기에 너무 낮다.
- [0110] • H₂ 함량이 8%보다 높다면, 환원 프로세스는 완전하지만, 경제적으로 더 이상 실행가능하지 않다.
- [0111] 강은 그 후 30 ~ 700 초 동안 T_{min} °C ~ T_{max} °C 사이 온도 (T_{anneal})에서 어닐링된다. 어닐링 온도 제어는 프로세스의 중요한 특징인데 왜냐하면 그것은 오스테나이트 분율 및 그것의 화학적 조성을 제어할 수 있도록 하기 때문이다. 어닐링 온도는 최종 미세조직에서 요구되는 10% 초과 보유된 오스테나이트를 형성하고 5% 초과 카파 탄화물들의 석출을 회피하기에 충분히 높아야 한다. 어닐링 온도는, 50% 초과 오스테나이트의 형성을

회피하지 못하고 $Al \geq 4$ wt% 일 때 $1000 - 50 \times Al$ (%) 미만의 인장 강도를 유발하는 결정립 조대화를 회피하지 못할 정도로 너무 높아서는 안 된다. 어닐링 온도는 또한 냉간 압연 구조의 충분한 재결정화를 가능하게 하도록 충분히 높아야 한다. 상 변태는 화학적 조성에 의존하므로, 바람직한 T_{anneal} 은 바람직하게 다음과 같이 규정된다:

[0115] 어닐링 온도 T_{min} 은 $T_{min}=721-36*C-20*Mn+37*Al+2*Si$ (단위: °C) 와 같이 규정된다. 이 온도 미만에서는, 최소 오스테나이트 분율이 형성되지 않거나 그것의 안정성이 너무 높아서, 제한된 인장 강도를 유발한다.

[0116] 어닐링 온도 T_{max} 는 $T_{max}=690+145*C-6.7*Mn+46*Al+9*Si$ (단위: °C) 와 같이 규정된다. T_{max} 를 초과하면, 너무 많은 마텐자이트를 형성하여서, 제한된 균일 연신율 및 구멍 확장성을 유발하는 위험이 또한 존재한다.

[0117] 600 °C 에 이르기까지 T_{anneal} 에서 균열 처리하는 동안, 철 산화를 위한 임계 노점 미만, 전형적으로 -10 °C 미만의 노점을 적용하여 가열시 형성되는 산화철을 감소시키기 위해서, 강은 2% ~ 35% H_2 를 함유한 분위기를 거치고, 밸런스는 질소 및 불가피한 불순물들이다.

[0118] • H_2 함량이 2% 보다 낮다면, 분위기의 환원 능력은 너무 낮아서 산화철을 완전히 환원시키지 못한다.

[0119] • H_2 함량이 35% 보다 높다면, 환원 프로세스는 완전하지만, 경제적으로 더이상 실행가능하지 않다.

[0120] 바람직하게, 철 환원 중 노점은 빠른 환원 반응속도 (kinetics) 를 허용하도록 -30 °C 미만이다.

[0121] 바람직한 실시형태에서, H_2 함량은 20% 보다 높지만 35% 보다 낮다.

[0122] - 다른 실시형태에서, 환원 단계는 바이패스되고 전체 어닐링 처리가 완료된 후 산화철은 산세 (포름산, 클로르 하이드릭 산, 황산) 에 의해 제거된다. 이것은, 강이 환원 분위기를 거치지 않는다면, 경미한 재산화가 일어날 수도 있고 이 층이 제거될 수 있기 때문이다. 본 발명에서:

[0123] • 균열 처리의 제 1 부분은 가열 및 균열 처리 시간의 90% 까지를 의미한다.

[0124] • 반면에 균열 처리의 제 2 부분은 나머지 균열 처리 시간 및 어닐링 온도로부터 600 °C 에 이르기까지 냉각을 의미한다.

[0125] 강은 그 후 전형적인 어닐링 라인들의 냉각 속도 ($V_{cooling2}$) 로 냉각되고, 바람직하게, 이 냉각 속도는 5 °C/s 를 초과하고 70 °C/s 미만이다. 냉각 속도가 5 °C/s 미만이면, Al 함량이 4 wt% 를 초과할 때 5% 초과의 카파 탄화물을 형성할 위험이 존재한다. 냉각 분위기는 철 산화를 위한 임계 노점 미만, 전형적으로 -10 °C 미만의 노점을 적용하여 형성되는 환원된 산화철의 재산화를 회피하도록 2% ~ 35% 의 H_2 를 함유한다.

[0126] - 선택적으로, 강은 $V_{cooling2}$ 로 350 °C ~ 550 °C 의 온도 (T_{OA}) 에 이르기까지 냉각되고 10 ~ 300 초의 시간 동안 T_{OA} 에서 유지된다. 예컨대 용융 프로세스에 의한 Zn 코팅을 가능하게 하는 이러한 열 처리는 최종 기계적 특성에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

[0127] 강은 전형적인 어닐링 라인들의 냉각 속도 ($V_{cooling3}$) 로 실온에 이르기까지 추가로 냉각되고, 바람직하게, 이 냉각 속도는 냉간 압연되고 어닐링된 강을 획득하기 위해서 5 °C/s 초과, 70 °C/s 미만이다.

[0128] 다른 실시형태에서, T_{OA} 에서 강을 유지한 후, 강은 Zn 또는 Zn 합금들로 용융 코팅되고 Zn 합금들은 퍼센트로 합금에서 Zn 함량이 가장 많은 것을 의미한다.

[0129] 다른 실시형태에서, T_{OA} 에서 강을 유지한 후, 강은 Al 또는 Al 합금들로 용융 코팅되고 Al 합금들은 퍼센트로 합금에서 Al 함량이 가장 많은 것을 의미한다.

[0130] 선택적으로, 냉간 압연 및 어닐링된 강은 200 ~ 800 초의 시간 (t_{temper}) 동안 200 ~ 400 °C 의 온도 (T_{temper}) 로 템퍼링된다. 이 처리는, 불안정한 오스테나이트로부터 균열 처리 후 냉각 중 형성될 수도 있는, 마텐자이트의 템퍼링을 가능하게 한다. 마텐자이트 경도는 따라서 감소되고 구멍 확장성을 개선된다. 200 °C 미만에서, 템퍼링 처리는 충분히 효율적이지 않다. 400 °C 를 초과하면, 강도 상실이 높아지고 강도와 구멍 확장 사이 밸런스는 더이상 개선되지 않는다.

- [0131] 다른 실시형태에서, 냉간 압연 및 어닐링된 강은 인산염 변환 처리를 부여받는다.
- [0132] 다른 실시형태에서, 냉간 압연 및 어닐링된 강은 전착 또는 진공 기술들에 의해 적용되는 Zn, Zn 합금들, Al 또는 Al 합금들에 의해 코팅된다. Zn 합금들 및 Al 합금들은, 각각, Zn 및 Al 이 코팅의 주요 성분인 것을 의미한다.
- [0133] 반제품들은 주강품으로부터 발생되었다. 중량 퍼센트로 표현된, 반제품들의 화학적 조성들은 아래 표 1에 나타나 있다. 표 1에서 강 조성의 나머지는 철 및 제련으로 유발되는 불가피한 불순물들로 구성된다.

표 1

| 강 | C | Mn | Al | Si | Cr | Si+Al | 비 고 |
|---|-------|------|------|--------|--------|-------|-----|
| A | 0.21 | 8.2 | 7.4 | 0.26 | 0.02 | 7.66 | 발명 |
| B | 0.2 | 3.8 | 0 | 1.5 | 0.3 | 1.5 | 발명 |
| C | 0.15 | 1.9 | 0.05 | 0.2 | 0.2 | 0.25 | 비교예 |
| D | 0.196 | 5.01 | 1.03 | 0.012 | <0.010 | 1.042 | 발명 |
| E | 0.189 | 5.01 | 2.85 | 0.02 | <0.010 | 2.87 | 발명 |
| F | 0.2 | 4 | 6.2 | <0.050 | <0.010 | 6.2 | 발명 |
| G | 0.19 | 6.2 | 6 | <0.050 | <0.010 | 6 | 발명 |
| H | 0.12 | 5.15 | 2.31 | 0.509 | <0.010 | 2.819 | 발명 |

| 강 | S | P | Ti | V | Nb | 비 고 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| A | <0.005 | <0.025 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 발명 |
| B | <0.005 | <0.025 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 발명 |
| C | <0.005 | <0.025 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 비교예 |
| D | 0.002 | 0.022 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 발명 |
| E | 0.0021 | 0.02 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 발명 |
| F | 0.0031 | 0.02 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 발명 |
| G | 0.004 | 0.017 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 발명 |
| H | <0.005 | 0.017 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 발명 |

화학 조성 (중량 %)

[0134]

- [0135] 이 강들은 붕소가 없다.
- [0136] 제품들은 먼저 열간 압연되었다. 열간 압연 플레이트들은 그 후 냉간 압연되고 어닐링되었다. 제조 조건들은 다음 약어들로 표 2에 나타나 있다:
- [0137] • T_{reheat} : 재가열 온도임
- [0138] • T_{lp} 는 최종 압연 온도임
- [0139] • $V_{cooling1}$: 마지막 압연 패스 후 냉각 속도임
- [0140] • $T_{cooling}$: 권취 온도임
- [0141] • Rate: 냉간 압하율임
- [0142] • H_{rate} : 가열 속도임

[0143] • T_{anneal} : 어닐링 중 균열 처리 온도임

[0144] • t_{anneal} : 어닐링 중 균열 처리 지속시간임

[0145] • $V_{cooling2}$: 균열 처리 후 냉각 속도임

[0146] • t_{OA} : 플레이트가 온도 (T_{OA})에서 유지되는 시간임

[0147] • $V_{cooling3}$: T_{OA} 미만에서 냉각 속도임

표 2

| | T_{heat} (°C) | T_p (°C) | $V_{cooling1}$ (°C/s) | $T_{cooling}$ (°C) | Rate (%) | H_{rate} (°C/s) | T_{anneal} (°C) | t_{anneal} (s) | $V_{cooling2}$ (°C/s) | T_{OA} (°C) | t_{OA} (s) | $V_{cooling3}$ (°C/s) |
|----|-----------------|------------|-----------------------|--------------------|----------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------------|---------------|--------------|-----------------------|
| A1 | 1180 | 905 | 50 | 500 | 74 | 15 | 830 | 136 | 50 | - | - | 50 |
| A2 | 1180 | 964 | 50 | 500 | 74 | 15 | 850 | 136 | 50 | - | - | 50 |
| A3 | 1180 | 964 | 50 | 500 | 74 | 15 | 790 | 136 | 50 | - | - | 50 |
| A4 | 1180 | 964 | 50 | 500 | 74 | 15 | 900 | 136 | 50 | - | - | 50 |
| A5 | 1180 | 964 | 50 | 500 | 74 | 15 | 850 | 136 | 50 | - | - | 50 |
| A6 | 1180 | 964 | 50 | 500 | 74 | 15 | 900 | 136 | 50 | - | - | 50 |
| A7 | 1180 | 964 | 50 | 500 | 74 | 15 | 900 | 136 | 50 | - | - | 50 |
| A8 | 1180 | 964 | 50 | 500 | 74 | 15 | 830 | 136 | 50 | - | - | 50 |
| B1 | 1250 | 900 | 30 | 550 | 50 | 5 | 790 | 130 | 20 | 470 | 38 | 20 |
| B2 | 1250 | 900 | 30 | 550 | 50 | 5 | 790 | 130 | 20 | 470 | 38 | 20 |
| B3 | 1250 | 900 | 30 | 550 | 50 | 5 | 675 | 130 | 20 | 470 | 38 | 20 |
| C1 | 1250 | 900 | 30 | 550 | 60 | 10 | 800 | 60 | 20 | 460 | 10 | 20 |
| D1 | 1250 | 930 | 15 | 600 | 50 | 16 | 710 | 120 | 20 | 400 | 300 | 5 |
| E1 | 1250 | 930 | 15 | 600 | 50 | 16 | 770 | 120 | 20 | 400 | 300 | 5 |
| F1 | 1200 | 950 | 60 | 450 | 75 | 15 | 900 | 136 | 50 | 410 | 500 | 20 |
| F2 | 1200 | 950 | 60 | 450 | 75 | 15 | 900 | 136 | 50 | 410 | 500 | 20 |
| F3 | 1200 | 950 | 60 | 450 | 75 | 15 | 900 | 136 | 50 | 410 | 500 | 20 |
| F4 | 1200 | 950 | 60 | 450 | 75 | 15 | 900 | 136 | 50 | 410 | 500 | 20 |
| G1 | 1200 | 950 | 60 | 450 | 75 | 15 | 850 | 136 | 50 | 410 | 500 | 20 |
| G2 | 1200 | 950 | 60 | 450 | 75 | 15 | 850 | 136 | 50 | 410 | 500 | 20 |
| H1 | 1250 | 900 | 10 | 600 | 50 | 10 | 770 | 120 | 20 | 410 | 500 | 5 |

열간 암연, 냉간 암연 및
어닐링 조건들

[0148]

[0149] 제품들은 상이한 어닐링 분위기들 하에 어닐링되었다. 표 3에, 어닐링 분위기들이 제공되고, 완전 연속 어닐링 사이클 후 포름산에서 산세를 나타낸다. 산세 처리가 적용되었다면 "예 (Yes)"이고, 산세 처리가 적용되지 않았다면 "아니오 (No)"이다.

[0150]

550 °C로부터 T_{anneal} 에서 균열 처리의 종반까지 어닐링 분위기가 노점 및 수소 함량을 조절함으로써, 철에 대

해 산화하고 있다면, 용어 "산화" 가 세로단 550°C 로부터 T_{anneal} 에서 균열 처리의 종반까지 분위기"에 설정되었고; 분위기가 철에 대해 환원하고 있다면, "환원"이 설정되었다. 부가적으로, 어닐링 분위기의 H2 함량 및 노점이 제공된다.

[0151] 600 °C 에 이르기까지 T_{anneal} 에서 균열 처리 중 어닐링 분위기가 산화철에 대해 환원하고 있다면, 용어 "환원"이 세로단 "600 °C 에 이르기까지 T_{anneal} 에서 균열 처리 중 분위기"에 설정되었다. 어닐링 분위기가 철에 대해 산화하고 있다면, "산화"로 나타낸다. 부가적으로, 어닐링 분위기의 H₂ 함량 및 노점이 제공된다.

[0152] 이하 표 3에서, EG 는 전기 아연도금된 것을 나타내고 G1 는 아연도금된 것을 나타낸다.

丑 3

| 제 1 부분의 종반까지 분위기 | 550°C로부터 균열 처리의 제 2 부분 동안 분위기 | | | | 600°C에 이르기까지 Tanneal에서 균열 처리의 제 2 부분 동안 분위기 | | | | 연속 어닐링 후 포름산에서 산세 | | | | 코팅 유형 | | | |
|------------------|----------------------------------|----|----|-------------|---|----|----|-------------|----------------------|----|----|-------------|----------|----|----|----|
| | 산화 | 고온 | 고온 | 고온 | 산화 | 고온 | 고온 | 고온 | 산화 | 고온 | 고온 | 고온 | 고온 | 고온 | 고온 | 고온 |
| A1 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | EG |
| A2 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | EG |
| A3 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | EG |
| A4 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | EG |
| A5 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | EG |
| A6 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | EG |
| A7 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | EG |
| A8 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | GI |
| B1 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | GI |
| B2 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | GI |
| B3 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | GI |
| C1 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | GI |
| D1 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | EG |
| E1 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | EG |
| F1 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | EG |
| F2 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | EG |
| F3 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | GI |
| F4 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | GI |
| G1 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | EG |
| G2 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | EG |
| H1 | 산화 | - | 고온 | +30°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | -40°C, 5%H2 | 산화 | - | 고온 | EG |

어닐링 후 적절한 반응면을 조성하는 어닐링 조건들, 벨런스 N2

[0153]

[0154] 샘플들 (A6, B2, F2, F4, G2) 은 불량한 표면 반응성을 야기하는 일반적인 환원 분위기 (노점 = -40 °C, 5%H₂) 하에 어닐링되었다. 이러한 표면들의 GDOS 프로파일은, Fe 신호는 매우 낮고 O 신호는 높아서, 자유 표면에서 50% 초과하여 도달하는 제 1 구역을 특징으로 한다. 그 구역에서, Mn 농후화가 또한 검출된다. 그 층 아래에서 Fe 신호는 증가하고 O 신호는 나노미터당 약 1% 의 비율로 증가한다. 이 산소 신호 테일 (tail) 은 외부 선택적 산화물 층의 존재를 표상하고, 산소 원자들은 측정 중 부분적으로 스피터링되고 부분적으로 기재에 주입된다. 어닐링 시뮬레이터로부터 GDOS 분석으로 샘플들의 이송으로 인한 약간의 표면 오염을 볼 수 있다. 도 3 에서, (A) 에서 어닐링 시뮬레이터로부터 GDOS 분석으로 샘플들의 이송으로 인한 약간의 표면 오염을 볼 수 있다.

[0155] 표 4 는 다음 특징들을 제공한다:

[0156] • 폐라이트: "OK" 는 어닐링된 판의 미세조직에서 25 ~ 90% 의 부피 분율을 갖는 폐라이트의 존재를 나타낸다. "KO" 는 폐라이트 분율이 이 범위 밖에 있는 비교예들을 나타낸다.

[0157] • 오스테나이트: "OK" 는 어닐링된 판의 미세조직에서 10 ~ 50% 의 부피 분율을 갖는 오스테나이트의 존재를 나타낸다. "KO" 는 오스테나이트 분율이 이 범위 밖에 있는 비교예들을 나타낸다.

[0158] • 마텐자이트: "OK" 는 어닐링된 판의 미세조직에서 25% 미만의 부피 분율을 갖는 마텐자이트의 존재 여부를 나타낸다. "KO" 는 마텐자이트 분율이 25% 를 초과하는 비교예들을 나타낸다.

[0159] • K: "OK" 는 5% 미만의 표면 분율을 갖는 미세조직 카파에서 석출물들의 존재 여부를 나타낸다. 이 측정은 주사형 전자 현미경으로 수행된다. "KO" 라고 말하면, 카파 석출물들의 분율은 5% 초과한다.

[0160] • UTS (MPa) 는 압연 방향에 대해 종방향으로 인장 테스트에 의해 측정된 인장 강도를 나타낸다.

[0161] • UEI (%) 는 압연 방향에 대해 종방향으로 인장 테스트에 의해 측정된 균일 연신율을 나타낸다.

[0162] • HE (%) 는 표준 ISO 16630 2009 에 따른 구멍 확장비를 나타낸다. 구멍 확장비 (HE%) 를 결정하는 방법은 절단 에지의 형성에 저항하는 금속의 능력을 평가하는데 사용된다. 그것은, 형성 전 구멍의 초기 직경 (D_i) 을 측정한 후, 구멍의 에지들에서 관통 균열이 관찰될 때 결정되는, 형성 후 최종 구멍 직경 (D_f) 을 측정하는 것으로 구성된다. 그것은 그 후 다음 식을 이용해 구멍 확장 능력 (HE%) 을 결정한다:

$$HE\% = 100 \times \frac{(D_f - D_i)}{D_i}$$

[0163]

[0164] 이 방법 하에, 초기 구멍 직경은 10 밀리미터이다.

표 4

| 강 | 폐라이트 | 오스테나이트 | 마텐자이트 | K | TS (MPa) | UEI (%) | HE (%) |
|----|-----------|----------------|-----------------|-----------------|------------|-----------|---------|
| A1 | OK (81%) | OK (17%) | OK (0%) | OK (2%) | 831 | 15 | 30% |
| A2 | OK (80%) | OK (20%) | OK | OK (0%) | 800 | 15 | 42 |
| A3 | OK | OK (15%) | OK (0%) | <u>KO</u> (>5%) | 측정되지 않음 | 측정되지 않음 | 측정되지 않음 |
| A4 | OK | OK (25%) | OK | OK (0%) | 730 | 20 | 측정되지 않음 |
| A5 | OK (80%) | OK (20%) | OK | OK (0%) | 800 | 15 | 42 |
| A6 | OK | OK (25%) | OK | OK (0%) | 730 | 20 | 측정되지 않음 |
| A7 | OK | OK (25%) | OK | OK (0%) | 730 | 20 | 측정되지 않음 |
| A8 | OK (81%) | OK (17%) | OK (0%) | OK (2%) | 831 | 15 | 30% |
| B1 | <u>KO</u> | <u>KO</u> (8%) | <u>KO</u> (92%) | OK (0%) | 측정되지 않음 | 측정되지 않음 | 측정되지 않음 |
| B2 | <u>KO</u> | <u>KO</u> (8%) | <u>KO</u> (92%) | OK (0%) | 측정되지 않음 | 측정되지 않음 | 측정되지 않음 |
| B3 | OK (60%) | OK (30%) | OK (10%) | OK (0%) | 1092 | 17 | 30 |
| C1 | OK (40%) | <u>KO</u> (0%) | OK (10%) | OK (0%) | <u>820</u> | <u>14</u> | 23 |
| D1 | OK (50%) | OK (28%) | OK (22%) | OK (0%) | 1075 | 22,8 | 측정되지 않음 |
| E1 | OK (66%) | OK (32%) | OK (2%) | OK (0%) | 1023 | 24,4 | 측정되지 않음 |
| F1 | OK (79%) | OK (21%) | OK (0%) | OK (0%) | 723 | 25 | 측정되지 않음 |
| G1 | OK (74%) | OK (26%) | OK (0%) | OK (0%) | 702 | 20 | 측정되지 않음 |
| H1 | OK (69%) | OK (23%) | OK (8%) | OK (0%) | 965 | 16 | 측정되지 않음 |

냉간 압연 및 어닐링된 판들의 특성

[0165]

[0166] B1 은 츄성 거동으로 인해 측정되지 않았다. C1 에 대해, 미세조직의 나머지 (50%) 는 베이나이트로 만들어 진다. C1 은 820MPa 의 인장 강도를 제공하는데 이것은 본 발명에 비해 너무 낮다.

[0167] 표 5 는 아연 코팅의 전착에 의한 코팅성의 결과를 제공한다. 두께가 50 ~ 300 nm 범위에 있고, 금속 철로 만들어진 내부 층을 덮고, 두께가 10 ~ 50 μm 범위에 있는, 주로 페라이트로 만들어진, 탈탄 층에 중첩된, 두께 가 1 ~ 8 μm 의 범위에 있는 Mn, Al, Si, Cr 과 B 및 철보다 더욱 산화하기 쉬운 다른 원소들의 내부 산화물들 의 석출물들을 함유하는 금속 철의 외부 층으로 표면이 만들어진다면, 타겟된 표면 및 서브 표면 미세 조직은 "OK" 로서 나타낸다. 표면 및 서브 표면이 타겟된 표면과 상이하다면, 미세조직은 불충분한 "KO" 로 판단된다.

[0168] 코팅 품질은 커버링 비와 코팅 부착성으로 특징짓는다.

[0169] 커버링 비는, 육안으로 풀 커버리지 (full coverage) 가 관찰될 때 "OK" 로서 나타내고, 비코팅 영역들 또는 비피복 스포트들 (bare spots) 과 같은 코팅 결함들이 관찰된다면 "KO" 로서 나타낸다.

[0170] 코팅 부착성은, 반경이 1.5 mm 인 텁을 가지는 3 mm 편치를 사용해 1 mm 판들에서 3-점 굽힘 테스트 (180°) 로 테스트되었다. 접착성 "스카치 (scotch)" 테이프를 적용 및 인출한 후 아연 코팅의 박리가 관찰되지 않는다면 부착성은 우수한 "OK" 로 판단된다. 코팅의 박리 또는 플레이크 (flaking) 가 관찰된다면, 부착성은 불충분한 "KO" 로 판단된다.

표 5

| | 타겟된 표면 및 서브 표면 미세 조직 | 커버링 비 | 코팅 부착성 | 코팅 유형 | |
|----|-------------------------|----------|-----------|----------|-----|
| A1 | OK | OK | OK | EG | 발명 |
| A2 | OK | OK | OK | EG | 발명 |
| A3 | OK | OK | OK | EG | 발명 |
| A4 | OK | OK | OK | EG | 발명 |
| A5 | KO | KO | KO | EG | 참조예 |
| A6 | KO | KO | KO | EG | 참조예 |
| A7 | OK | OK | OK | EG | 발명 |
| A8 | OK | OK | OK | GI | 발명 |
| B1 | OK | OK | OK | GI | 발명 |
| B2 | KO | KO | KO | GI | 참조예 |
| B3 | OK | OK | OK | GI | 발명 |
| C1 | OK | OK | OK | GI | 발명 |
| D1 | OK | OK | OK | EG | 발명 |
| E1 | OK | OK | OK | EG | 발명 |
| F1 | OK | OK | OK | EG | 발명 |
| F2 | KO | KO | KO | EG | 참조예 |
| F3 | OK | OK | OK | GI | 발명 |
| F4 | KO | KO | KO | GI | 참조예 |
| G1 | OK | OK | OK | EG | 발명 |
| G2 | KO | KO | KO | EG | 참조예 |
| H1 | OK | OK | OK | EG | 발명 |

냉간 압연, 어닐링 및 코팅된 판들의 표면 특성

[0171] 도 5 에서, 코팅 부착성은, 반경이 1.5 mm 인 텁을 가지는 3 mm 편치를 사용해 1 mm 판들에서 3-점 굽힘 테스트 (180°) 로 테스트되었다. 아연 코팅의 비부착은 강 실시에 A6 (본 발명에서 벗어남) 에 대해 관찰된다.

(a) 에서, 굽힘 테스트 중 낮은 솔리시테이션 (solicitation) 하에 있는 코팅된 부분을 볼 수 있다. (b) 에서, 코팅이 박리된 후 강 기재를 볼 수 있다; 이 부분은 굽힘 테스트에서 높은 솔리시테이션 하에 있다.

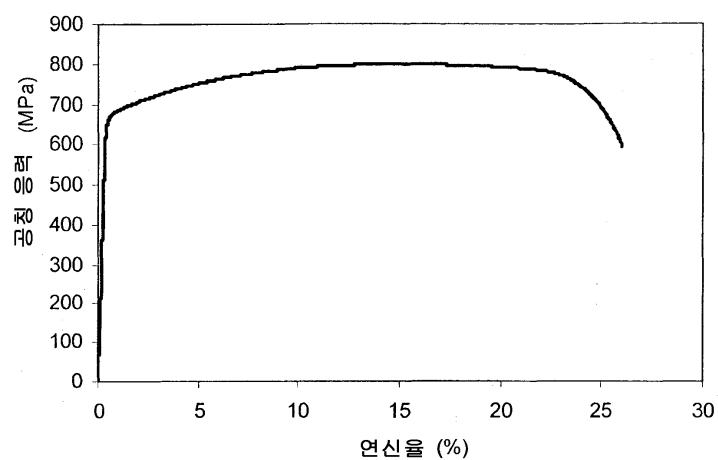
- [0173] 판들 (A1, A2, A3, A4, A7, A8, B1, B3, C1, D1, E1, F1, F3, G1 및 H1) 은, 본 발명에 따른 화학적 조성 및 프로세싱 방법을 가지는 판들이다.
- [0174] 샘플 (A3) 에 대해, 환원 분위기가 뒤따르는 산화 분위기 (노점 = +30 °C) 하에 제조가 실시되었다. 표면은, 도 4 에 도시된 대로, Fe GDOS 신호가 최대값에 도달하고 산소 신호가 최소값에 도달하는 제 1 층으로 만들어진다. 이 층 (B) 은 금속 철로 만들어진다. 제 2 층 (C) 은 대략 100 nm 당 1% 의 느린 속도로 산소 신호의 연속 감소로 특징짓고 Mn 및 Al 의 내부 선택적 산화물들이 석출되는 구역에 대응한다. 그것은 여기에서 4 μm 의 두께에 대응하는 5% 의 산소 레벨까지 연장된다. (A) 에서 어닐링 시뮬레이터로부터 GDOS 분석으로 샘플들의 이송으로 인한 약간의 표면 오염을 볼 수 있다.
- [0175] 샘플 (A3) 에 대해, 코팅 부착성은, 반경이 1.5 mm 인 팁을 가지는 3 mm 편치를 사용해 1 mm 판들에서 3-점 굽힘 테스트 (180°) 로 테스트되었다. 도 6 에 도시된 대로, 강 실시예 A3 (본 발명 내에 있음) 에 대해 아연 코팅의 매우 양호한 부착성이 관찰된다. (c) 에서는, 굽힘 테스트 중 낮은 솔리시테이션 하에 있는 코팅된 부분을 볼 수 있다. (d) 에서는, 코팅은 우수한 부착성을 보이고, 이 부분은 굽힘 테스트에서 높은 솔리시테이션 하에 있었다.
- [0176] 코팅 부착성은 또한 도 7 에 도시된 대로 A4 에 대해 반경이 1.5 mm 인 팁을 가지는 3 mm 편치를 사용해 1 mm 판들에서 3-점 굽힘 테스트 (180°) 로 테스트되었다. 강 실시예 A4 (본 발명 내에 있음) 에 대해 아연 코팅의 매우 양호한 부착성이 관찰된다. (e) 에서는, 굽힘 테스트 중 낮은 솔리시테이션 하에 있는 코팅된 부분을 볼 수 있다. (f) 에서는, 코팅은 우수한 부착성을 보이고, 이 부분은 굽힘 테스트에서 높은 솔리시테이션 하에 있었다.
- [0177] 판 (A1) 의 미세조직은 도 1 에 도시된다. 그것의 인장 곡선은 도 2 에 나타나 있다.
- [0178] 비타겟 미세조직 및 코팅 방법 때문에, B2 는 본 발명에 따른 것이 아니다. 그것의 어닐링 온도는 타겟 밖에 있다.
- [0179] A5 는 산세 단계를 부여받지 않았고 그것은 어닐링 중 단지 산화만 부여받았고; 결과적으로 코팅 부착성 및 커버링 비는 불량하다.
- [0180] A6, B2, F2, F4 및 G2 는 어닐링 중 단지 환원만 부여받았고; 결과적으로, 코팅 부착성 및 커버링 비 결과는 불량하다.
- [0181] 본 발명에 따른 강들에 대해, 전기 아연도금 (EG) 또는 아연도금을 통한 양호한 코팅성 이외에, 인장 강도는 1000 - 50 x Al MPa 보다 더 높고, 그것의 균일 연신율은 15% 보다 크다. 또한, 구멍 확장은 또한 20% 를 초과한다.
- [0182] 본 발명에 따른 강판들은 유리하게도 자동차 산업에서 구조 또는 안전 부품들의 제조에 사용될 것이다.

도면

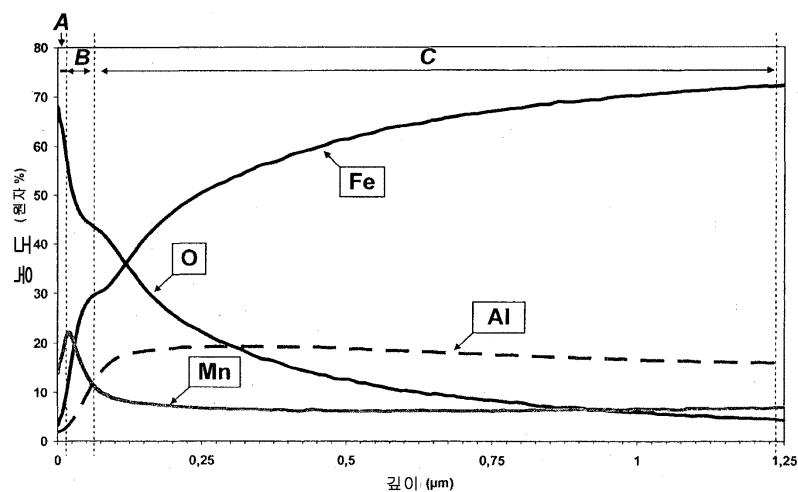
도면1



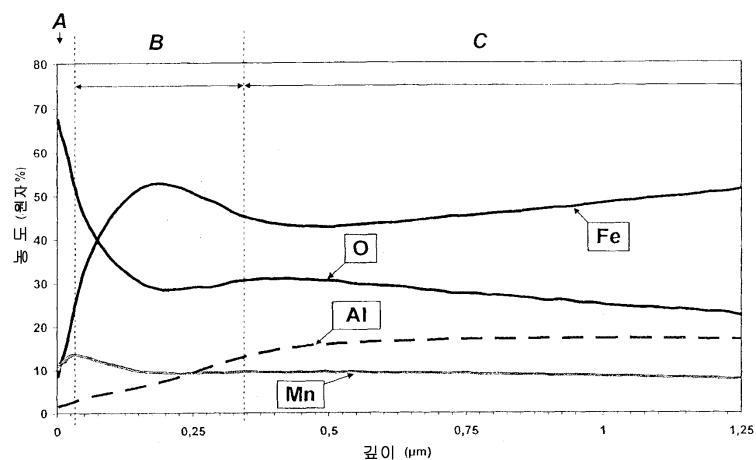
도면2



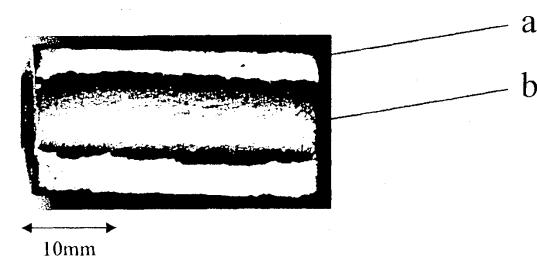
도면3



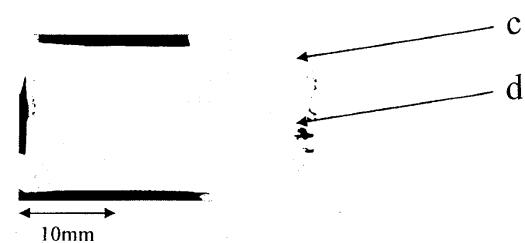
도면4



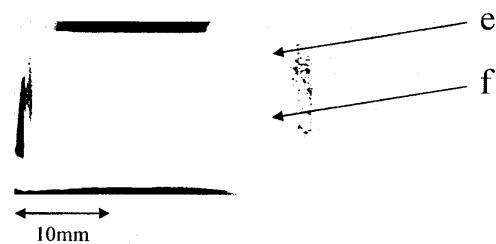
도면5



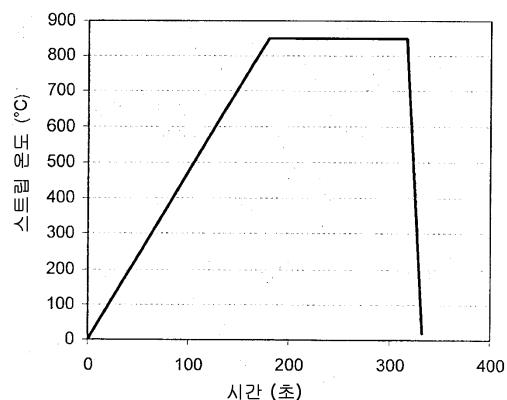
도면6



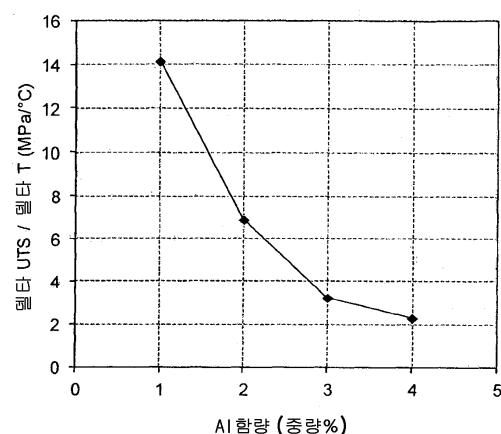
도면7



도면8



도면9



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 11

【변경전】

포면 분율

【변경후】

표면 분율