



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0039304
(43) 공개일자 2016년04월08일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>B21B 1/46</i> (2006.01) <i>B21B 3/00</i> (2006.01)
 <i>B22D 11/12</i> (2006.01) <i>C21D 7/13</i> (2006.01)
 <i>C21D 9/18</i> (2006.01) <i>C22C 38/58</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>B21B 1/463</i> (2013.01)
 <i>B21B 3/00</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2016-7007883(분할)
 (22) 출원일자(국제) 2009년01월30일
 심사청구일자 2016년03월24일</p> <p>(62) 원출원 특허 10-2010-7019133
 원출원일자(국제) 2009년01월30일
 심사청구일자 2014년01월23일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2016년03월24일
 (86) 국제출원번호 PCT/EP2009/000633
 (87) 국제공개번호 WO 2009/095264
 국제공개일자 2009년08월06일</p> <p>(30) 우선권주장
 08101119.9 2008년01월30일
 유럽특허청(EPO)(EP)</p> | <p>(71) 출원인
 타타 스틸 이즈무이텐 베.뷔.
 네덜란드 이즈무이텐 (1970 씨에이) 피. 오. 박스
 10,000</p> <p>(72) 발명자
 코르넬리센 마르쿠스 코르넬리스 마리아
 네덜란드 카스트리쿰 빌렘 알렉산더신겔 2</p> <p>(74) 대리인
 김명신, 박지하, 박장규</p> |
|---|--|

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **열간-압연 TWIP-강의 제조 방법 및 이에 의해 제조된 TWIP-강 제품**

(57) 요약

본 발명은 TWIP-강 스트립의 제조 방법에 관한 것으로서, 용융 강이 연속 주조 장치에서 1 이상의 스트랜드로 주조되어 30 mm 이상 120 mm 이하의 두께를 갖는 슬래브를 형성하고, 주조 열을 사용하여 노 장치를 통해 이송되며, (i) 연속 압연 공정 또는 (ii) 반연속 압연 공정에서 하나 이상의 압연 스탠드를 포함하는 열간-압연 밀에서 소망 최종 두께(h_f)의 강 스트립으로 열간-압연되고,

(i) 상기 연속 압연 공정에서,

(a) 연속 주조 장치, 노 장치 및 열간-압연 밀 그리고 선택적인 강제 냉각 영역에서 상기 강 사이에 물질 연결이 있거나, 또는

(b) 다수의 스트랜드의 슬래브가 연결되어 연속 슬래브를 형성함으로써 노 장치 및 열간-압연 밀 그리고 선택적인 강제 냉각 영역에서 상기 강 사이에 물질 연결을 달성하거나; 또는

(ii) 상기 반연속 압연 공정에서,

노 장치 및 열간-압연 밀 그리고 선택적인 강제 냉각 영역에서 상기 강 사이에 물질 연결이 있고,

연속 압연 또는 반연속 압연 이후 그리고 선택적인 강제 냉각 이후에 스트립은 소망 길이로 절단된 이후에 코일링되는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

B22D 11/1206 (2013.01)

C21D 7/13 (2013.01)

C21D 9/18 (2013.01)

C22C 38/58 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

TWIP-강 스트립의 제조 방법으로서,

용융 강은 0.05-0.78%의 C, 11-23%의 Mn, 5% 이하의 Al, 5% 이하의 Cr, 2.5% 이하의 Ni, 5% 이하의 Si, 0.5% 이하의 V, 잔부는 철 및 불가피한 불순물을 포함하는 조성을 가지며, 상기 용융 강은 연속 주조 장치에서 하나 이상의 스트랜드로 주조되어 30 mm 이상 120 mm 이하의 두께를 갖는 슬래브를 형성하고, 주조 열을 사용하여 노 장치를 통해 이송되며, (i) 연속 압연 공정 또는 (ii) 반연속 압연 공정에서 하나 이상의 압연 스탠드를 포함하는 열간-압연 밀에서 0.5 내지 5 mm의 소망 최종 두께(h_f)의 열간-압연된 강 스트립으로 열간-압연되고,

(i) 상기 연속 압연 공정에서,

(a) 상기 연속 주조 장치, 상기 노 장치 및 상기 열간-압연 밀 그리고 선택적인 강제 냉각 영역에서 상기 강 사이에 물질 연결이 있거나, 또는

(b) 다수의 스트랜드의 슬래브가 연결되어 연속 슬래브를 형성함으로써 상기 노 장치 및 상기 열간-압연 밀 그리고 상기 선택적인 강제 냉각 영역에서 상기 강 사이에 물질 연결을 달성하거나; 또는

(ii) 상기 반연속 압연 공정에서,

상기 노 장치 및 상기 열간-압연 밀 그리고 상기 선택적인 강제 냉각 영역에서 상기 강 사이에 물질 연결이 있고,

상기 연속 압연 또는 상기 반연속 압연 이후 그리고 선택적인 강제 냉각 이후에 상기 스트립은 소망 길이로 절단된 이후에 코일링되며,

상기 방법은 상기 스트립을 냉간-압연하는 후속 단계를 추가로 포함하며, 상기 열간-압연 단계의 마지막과 상기 강 스트립의 사용 사이의 전체 냉간-압연 압하율은 0.5% 이상 20% 이하이고,

상기 열간-압연 및 후속 냉간-압연된 스트립의 최종 두께는 0.5 mm 내지 5 mm이며,

코팅 단계가 상기 후속 냉간-압연 단계 이후에 금속 코팅을 제공하기 위해 실시되며, 상기 냉간-압연 단계와 상기 코팅 단계 사이에 재결정을 촉진시키는 어닐링 단계가 존재하지 않는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

청구항 2

코팅된 TWIP-강을 제조하는 방법으로서,

- 제 1 항에 따른 최종 두께(h_f)를 갖는 열간-압연된 스트립을 제조하는 단계; 및

- 상기 냉간-압연 단계와 상기 코팅 단계 사이에서 상기 열간-압연된 스트립을 산세하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

얇은 상기 주조 슬래브는 30 mm 내지 90 mm의 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

얇은 상기 주조 슬래브는 얇은 슬래브 주조법에 의해서 제조되며, 상기 주조 슬래브의 두께는 45 mm 이상인 것을 특징으로 하는 제조 방법.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 코팅 단계는 용융 침지 아연도금 단계이거나, 용융 침지 아연도금 단계 후속 갈바닐링 단계인 것으로 하는 제조 방법.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 열간-압연 단계의 마지막과 강 스트립의 사용 사이의 상기 전체 냉간 압연 압하율은 1% 이상인 것으로 하는 제조 방법.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 열간-압연 단계의 마지막과 강 스트립의 사용 사이의 상기 전체 냉간 압연 압하율은 10% 이하인 것으로 하는 제조 방법.

청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 방법은 테일러 압연된 블랭크를 제조하기 위한 것이며,

냉간 압연 압하는 상기 테일러 압연된 블랭크의 제조에서의 단계이고, 상기 테일러 압연된 블랭크의 여러 부재들의 냉간 압연은 소망하는 기계적 특성들의 값들이 상기 냉간 압연된 부재 또는 부재들에서 얻어지도록 선택되는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 금속 코팅은 Mg-Zn 합금 코팅층이며, 아연 함금은 0.3-4.0 %의 Mg 및 0.05-6.0 %의 Al, 선택적으로 0.2% 이하의 1 이상의 부가 원소, 불가피한 불순물, 잔부 아연으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 Mg-Zn 합금은 0.3-2.3 중량%의 마그네슘 및 0.6-2.3 중량%의 알루미늄을 포함하며, 바람직하게 아연 함금은 1.6-2.3 중량%의 마그네슘 및 1.6-2.3 중량%의 알루미늄을 포함하는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

청구항 11

차량의 부재의 제조를 위해 제 1 항 또는 제 2 항에 따라 제조된 TWIP 강 스트립을 사용하는 방법.

청구항 12

제 1 항 또는 제 2 항에 따라 제조된 코팅된 TWIP 강 스트립으로서,

상기 스트립은 냉간 압하된 미세구조를 포함하며, 상기 냉간 압하된 미세구조는 열간-압연 단계의 마지막과 강 스트립의 사용 사이의 20% 이하의 전체 냉간 압연 압하율에 의해서 얻어지는 것을 특징으로 하는 코팅된 TWIP 강 스트립.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 스트립은 2 이상의 부재를 포함하며, 상기 2 이상의 부재는 상이한 냉간-압연 압하가 실시된 결과 상기 2 이상의 부재는 상이한 냉간-압하된 미세구조를 포함하며, 각각 냉간 압하된 미세구조는 열간-압연 단계의 마지막과 강 스트립의 사용 사이의 20% 이하의 전체 냉간 압연 압하율에 의해서 얻어지는 것을 특징으로 하는 코팅된 TWIP 강 스트립.

청구항 14

제 12 항에 따라 제조된 스트립으로부터 제조된 테일러-압연된 블랭크.

청구항 15

제 13 항에 따라 제조된 스트립으로부터 제조된 테일러-압연된 블랭크.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 열간-압연 TWIP-강(hot-rolled TWIP-steel)의 제조 방법 및 이에 의해 제조된 TWIP-강에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 고망간 오스테나이트 강은 고강도의 복합 부재(complex parts)로 제조될 능력을 갖는다. TWIP 강은 특정 강도 메커니즘에서 이들의 극히 예외적인 특성, 즉 쌍정변형(twinning)을 얻는다. 전위 미끄러짐(dislocation gliding)의 기본 메커니즘 이외에, 또한 변형이 쌍정변형에 의해서 일어난다. 상기 강은 고온에서 제조하는 동안 및 주위 온도에서 사용하는 동안 완전히 오스테나이트화되고 비자성화 된다. 변형 중에 기계적 쌍정(twins)의 형성은 변형 경화를 발생시키고, necking)을 방지하여, 높은 변형 능력을 유지한다. 이러한 메커니즘을 쌍정변형 유기 소성(TWInning Induced Plasticity)이라 한다.

[0003] 차량 제조자들은 운전자와 승객을 보호하는 새로운 방법을 개발하는데 많은 시간과 노력과 비용을 헌신한다. 차체 디자인과 함께, 사용된 강 등급이 가장 중요하다. TWIP-강은 에이-필러(A-pillar)의 내부 부재와 같이 차량의 부재에 특히 유용하며, 이는 차량에 장착되기 이전에 부재의 큰 변형이 요구되기 때문이며, 반면에 사고시에 충격 흡수체(crash absorber)로서 작용하기 위해서 상당한 압하 포텐셜(reduction potential)이 있어야 한다. 사고시에, 강 성분은 2개의 상이한 특성이 결합되어야 한다: 강 성분들은 대부분의 충돌 에너지를 흡수하기 위한 연성이 있어야 하며, 동시에 객실을 보호하기 위한 충분한 형태 안정성을 가져야 한다. 충돌되는 경우, TWIP-강 부재는 이의 연성을 보유하기 때문에 추가의 변형을 조절할 수 있다. 상기 강의 각 부재는 연신된 후, 강화되고 남아 있는 변형 에너지를 주위 부재로 통과시켜서 그 후 변형되기 시작한다. 그러므로 전체 표면으로 에너지를 분산시켜서 충돌 모멘텀이 효과적으로 흡수되어 승객을 안전하게 한다.

[0004] TWIP 강을 제조하는 다양한 경로가 현재 고려되었다. 종래의 제조 경로는 200-400 mm 두께의 두꺼운 슬래브(slab)를 주조하는 것을 포함한다. 상기 슬래브는 1100-1300 °C의 온도로 재가열되어 다수의 압연 패스(rolling passes)내에서 소망하는 열간-압연 두께(h_f)로 열간-압연된다. 높은 수준의 합금 원소 때문에, 망간의 마이크로-편석(micro-segregation)은 연속 주조 동안 저장도의 고화된 셸(solidified shell)과 망간이 풍부해짐에 따른 슬래브의 내부에서 용융점의 감소를 일으킨다. 또다른 문제점은 표면 영역에서 합금 원소가 부족해지고, 열간압연기(hot-strip mills)의 재가열로(reheating furnace)에서 슬래브의 재가열 중에 입자 경계에서 산화가 일어난다. 선택적으로, 스트립-주조(strip-casting)는 스트립에 대한 공급원으로서 생각되었다. 주조 스트립은 소망하는 열간-압연 두께(h_f)를 달성하기 위한 주조 이후에 1회 이상 열간-압연 패스를 실시한다. 상기 공정은 열간-압연 공정에서 단지 제한적인 압하를 허용하는 단점을 가지고 있다. 합금 원소의 국부적 부족 및 편석 효과를 극복하고 열간-압연 제품의 미세 입자 크기를 달성하기 위해 더 많은 압하가 요구된다.

[0005] 열간-압연 공정 중에, 산화물 층이 열간-압연 스트립 표면에 형성된다. 열간-압연 스트립은 최종 두께로 냉간-압연(cold-rolling)되기 전에 상기 산화물 층을 제거하기 위해서 산세해야 한다. 산세 후에, 상기 스트립은 최종 두께로 냉간-압연된다. 상기 냉간-압연 공정에서, 얻어진 냉간-압연 스트립은 크게 변형된다.

[0006] 용융-침지 코팅 공정(hot-dip coating process)에서 코팅 전에, 스트립은 상기 강의 성형성을 회복시키기 위해 냉간 변형 미세 구조의 재결정(recrystallization)을 촉진하기 위해서 어닐링되어야 한다.

[0007] 상기 어닐링 공정 중에, 망간-산화물 입자는 스트립 표면에 형성된다. 상기 입자는 스트립에 금속성 코팅을 부착하는데 역효과를 주어 코팅 전에 제거되어야 한다. 상기 제거 공정은 용융-침지 코팅 이전에 제2 산세를 요구한다. 상기 부가의 공정 단계는 제조 비용 및 불량(rejection) 위험이 증가되기 때문에 경제적 및 논리적으로 매력적이지 않다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은 열간-압연 중에 더 많은 압하를 허용하는 강 스트립의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 또한, 본 발명의 목적은 불량률의 위험 없이 더욱 경제적인 방법으로 코팅된 TWIP 강을 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 하나 이상의 목적은 하기와 같은 TWIP-강 스트립의 제조 방법을 제공함으로써 달성되었으며, 용융 강은 0.05-0.78%의 C, 11-23%의 Mn, 5% 이하의 Al, 5% 이하의 Cr, 2.5% 이하의 Ni, 5% 이하의 Si, 0.5% 이하의 V, 잔부는 철 및 불가피한 불순물을 포함하는 조성을 가지며, 상기 용융 강은 연속 주조 장치에서 하나 이상의 스트랜드로 주조되어 30 mm 이상 120 mm 이하의 두께를 갖는 슬래브를 형성하고, 주조 열을 사용하여 노 장치(furnace apparatus)를 통해 이송되며, (i) 연속 압연 공정(endless rolling process) 또는 (ii) 반연속 압연 공정(semi-endless rolling process)에서 하나 이상의 압연 스텐드를 포함하는 열간-압연 밀(hot-rolling mill)에서 0.5 내지 5 mm의 소망 최종 두께(h_f)의 강 스트립으로 열간-압연되고,

[0011] (i) 상기 연속 압연 공정에서,

[0012] (a) 연속 주조 장치, 노 장치 및 열간-압연 밀 그리고 선택적인 강제 냉각 영역에서 상기 강 사이에 물질 연결(material connection)이 있거나, 또는

[0013] (b) 다수의 스트랜드의 슬래브가 연결되어 연속 슬래브를 형성함으로써 노 장치 및 열간-압연 밀 그리고 선택적인 강제 냉각 영역에서 상기 강 사이에 물질 연결을 달성하거나; 또는

[0014] (ii) 상기 반연속 압연 공정에서,

[0015] 노 장치 및 열간-압연 밀 그리고 선택적인 강제 냉각 영역에서 상기 강 사이에 물질 연결이 있고,

[0016] 연속 압연 또는 반연속 압연 이후 그리고 선택적인 강제 냉각 이후에 스트립은 소망 길이로 절단된 이후에 코일링되며,

[0017] 상기 방법은 상기 스트립을 냉간-압연하는 후속 단계를 추가로 포함하며, 열간-압연 단계의 마지막과 강 스트립의 사용 사이의 전체 냉간-압연 압하율(aggregate cold rolling reduction)은 0.5% 이상 20% 이하이고,

[0018] 상기 열간-압연 및 후속 냉간-압연된 스트립의 최종 두께는 0.5 mm 내지 5 mm이며,

[0019] 코팅 단계가 상기 후속 냉간-압연 단계 이후에 금속 코팅을 제공하기 위해 실시되며, 상기 냉간-압연 단계와 상기 코팅 단계 사이에 어닐링 단계 및/또는 산세 단계가 존재하지 않는다.

[0020] 상기 방법은 주조 슬래브의 더 많은 압하를 허용하고 상기 스트립의 너비 및 두께에 걸쳐서 매우 균일한 온도를 보장한다. 상기 방법은 스트립의 두께가 1-20 mm인 소위 스트립-주조 공정과는 관계가 없다. 상기 얇은 스트립은 주조 슬래브의 충분히 큰 압하를 허용하지 않는다. 더욱이, 물질 연결의 결과로서 열간-압연 이후에 작은 최종 두께(finished thickness)를 달성할 수 있으며, 이는 각 새로운 코일의 헤드가 이전 코일의 꼬리에 부착되고, 이들은 코일링 직전에 분리됨으로써 열간-압연 밀 이후에 런아웃 테이블(run-out table)로부터 스트립의 리프트-오프(lift-off)의 위험을 피할 수 있다. 본 발명에 따른 방법에 의해서, 합금 원소의 마이크로-편석은 확산에 의해서 노 장치에서 중화된다. 상기 매크로-편석(macro-segregation)은 열간-압연 작업에서 고화된 슬래브의 큰 변형에 의해서 완화된다. 상기 열간-압연 작업은 러핑 작업(roughing operation)과 개별 마무리 작업을 포함할 수 있지만 전체 압연 작업은 러핑 작업과 마무리 작업이 조합된 압연 밀에서 실시할 수 있다. 연속 및 반연속 압연 공정 중에 일정 압연 속도는 슬래브의 각각의 포인트가 실질적으로 동일한 열적-기계적 이력을 갖는 것을 보증하며, 상기 슬래브-대-슬래브(slab-by-slab) 및 코일-대-코일(coil-by-coil) 공정과 비교하여 상기 종류의 강에 있어서 큰 이점을 가지며, 이는 열적으로 활성화된 공정, 가령 마이크로-편석을 방해하는 확산 공정, 압연 중에 동적 및 정적 재결정, 오스테나이트 결정의 결정 성장, 결정 조직(crystallographic texture)의 형성, 침전 반응이 균질한 생성물을 얻기 때문이다. 또한, 슬래브 길이에 걸쳐 압연 속도는 실질적으로 일정하며, 이는 슬래브-대-슬래브 및 코일-대-코일 공정의 경우에는 그렇지 않다. 많은 야금 공정(metallurgical processes), 가령 전위의 발생은 변형율(strain rate) 의존성이며, 일정 온도에서 일정 변형율

(또는 일정 온도에서 일정 압하 및 압연 속도)은 균일하고 재현가능한 특성을 나타낸다. 상기 오스테나이트 강은 실온으로 냉각될 때 보통의 강이 갖는 상 변태(phase transformation)의 이점을 갖지 않기 때문에, 본 발명에 따라 재현가능하고 균일한 열간-압연 공정을 보증하는 것이 특히 중요하다. 바람직하게, 최종 시트의 철 매트릭스의 미세구조는 적어도 75%의 오스테나이트 부피 함량을 갖는다.

[0021] 얇은 슬래브 주조(thin slab casting) 이후에, 상기 슬래브는 열간-압연 단계 동안 (상기 슬래브의 길이 너비 및 두께에 걸쳐서) 정확하고 균일한 온도를 상기 슬래브에 제공하기 위해 균열로(soaking furnace)로 직접 공급되거나, 또는 상기 슬래브는 온도 보정이 없거나 매우 제한적으로 온도 보정하면서 주조 단계에서부터 열간-압연 단계까지 직접 공급된다.

[0022] 상기 얇은 슬래브는 100 mm 이하 30 mm 이상의 두께를 갖는 것이 바람직하다. 바람직하게, 상기 얇은 슬래브 두께는 30-90 mm이다. 상기 스트립의 두께는 냉간-압연 단계가 매우 제한되거나 또는 부재하므로 열간-압연 단계에 의해서 주로 제조되기 때문에, 얇은 슬래브 두께는 가능한 얇다면 유리하다. 최소 슬래브 두께는 얇은 슬래브 주조 공정의 치수 제한에 의해서 제한된다. 그러므로 약 45-65 mm의 얇은 슬래브가 바람직하다. 주조 슬래브의 액체 코어 압하(core reduction)가 열간-압연 이전에 슬래브의 두께를 감소시키도록 이용될 수 있다. 야금 조건의 차이에 의해서, 본 명세서에서 액체 코어 압하는 주조 공정의 일부이지만, 열간-압연 공정의 일부는 아닌 것으로 생각된다.

[0023] 바람직하게는, 강 스트립의 열간-압연된 두께는 0.5-5 mm 이다. 그러나 상기 강의 주된 용도는 냉간-압연 및 어닐링된 강을 대체하게 될 것이기 때문에, 바람직한 두께 범위는 0.5-3.0 mm 이다. 더 바람직하게는, 최대 두께는 2.5 mm 또는 2.0 mm이다. 적절한 최소 두께는 0.8 mm 또는 1.0 mm 이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명의 실시양태에서, 용융 강은 0.05-0.78%의 C, 9-30%의 Mn, 5% 이하의 Al, 5% 이하의 Cr, 2.5% 이하의 Ni, 5% 이하의 Si, 0.5% 이하의 V를 포함하는 조성을 가지며, 잔부는 철과 불가피한 불순물이다. 모든 조성 비율은 달리 명시하지 않는 한 중량%로 제공된다. 상기 조성의 강은 우수한 TWIP-관련 특성을 나타내는 것을 발견하였다.

[0025] 바나듐의 첨가로부터의 이점을 얻기 위해, 바람직한 최소 바나듐 함량은 적어도 0.05%이다. 알루미늄의 첨가로부터의 이점을 얻기 위해, 강 중의 바람직한 최소 알루미늄 함량은 적어도 1%이다. 강 중에 알루미늄 함량이 적어도 1%가 존재하면 오스테나이트의 안정성이 증가한다.

[0026] 바나듐과의 합금화는 강의 강도에 기여하고, VC-석출물과 매트릭스 사이의 주요 반정합성 계면(semi-coherent interface)에서 수소용 싱크(sinks)를 제공함으로써 지연 크래킹(delayed cracking)의 방지에 기여하는 VC-석출물의 형성을 촉진한다. 상기 효과를 최적화하기 위해, 0.1% 또는 0.2%의 최소 바나듐 함량이 바람직하다. 실시양태에서, 크롬 함량은 0.5% 이하 및/또는 0.05% 이상이다. 적절한 최소 크롬 함량은 0.10% 또는 0.15%이다.

[0027] 본 발명의 실시양태에서, 강 시트는 23%의 최대 Mn 함량 또는 바람직하게는 11-18%의 Mn을 포함한다. 적절한 최대 망간 함량은 16% 또는 15.5%이다.

[0028] 실시양태에서, Ni 및 Mn 함량은 (Ni+Mn)이 11.0 내지 23이 되도록 선택된다. (Ni+Mn)에 대한 바람직한 최대값은 18%이다. 더 바람직하게, 상기 최대값은 17% 또는 15.9%인 것이 선택된다.

[0029] 본 발명의 실시양태에서, 시트의 미세구조는 열간-압연 및 냉각 이후에 오스테나이트의 적어도 80 부피%, 바람직하게는 적어도 85 부피%, 더 바람직하게는 적어도 90 부피%, 더욱 바람직하게는 적어도 95 부피%를 포함한다. 오스테나이트의 준안정성(metastability) 및 변태유기소성(transformation induced plasticity)의 발생에 의해서, 오스테나이트의 양은 후속 공정 단계 동안 감소되는 경향이 있다. 후반 또는 최종 공정 단계 중에 양호한 성형성 및 높은 강도를 유지하기 위해서, 임의의 공정 스테이지에서 가능한 높은 오스테나이트 함량을 갖는 것이 바람직하다.

[0030] 열간-압연 공정 동안, 산화물 층이 열간-압연된 스트립의 표면에서 형성된다. 열간-압연된 스트립은 산세되어 상기 산화물 층을 최종 두께로 냉간-압연하기 이전에 제거한다. 산세 이후에, 상기 스트립은 최종 두께로 냉간-압연된다. 종래 냉간-압연 공정에서, 얻어진 냉간-압연된 스트립은 크게 변형되었다.

[0031] 용융-침지 코팅 공정에서 코팅되기 이전에, 상기 스트립은 상기 강의 성형성을 복구시키기 위해 냉간 변형된 미세구조의 재결정을 촉진시키도록 어닐링해야 한다.

- [0032] 상기 어닐링 공정 동안, 망간-산화물 입자는 스트립의 표면에서 형성된다. 상기 입자는 스트립에 금속 코팅이 부착되는데 악영향을 주므로 코팅되기 이전에 제거되어야 한다. 상기 제거 단계는 용융-침지 코팅 이전에 2차 산세를 요구하게 된다. 상기 부가의 공정 단계는 제조 비용 및 불량 위험을 증가시키기 때문에 경제적 및 논리적으로 매력적이지 않다.
- [0033] 본 발명의 추가 실시양태에서, 하기 단계를 포함하는 코팅된 TWIP 강을 제조하는 방법을 제공한다:
- [0034] - 얇은 슬래브를 주조하고, 상기 얇은 슬래브를 상기에 기술된 바와 같은 최종 두께(h_f)를 갖는 스트립으로 열간-압연(hot-rolling)하는 단계;
- [0035] - 상기 스트립을 산세(pickling)하는 단계;
- [0036] - 상기 스트립에 금속 코팅을 제공하는 단계.
- [0037] 바람직하게, 상기 스트립은 열간-압연 단계와 코팅 단계 사이 및/또는 코팅 단계 이후에 냉간 압연 압하(CRR) 또는 템퍼 압연 압하(TRR)된다. 상기 CRR 또는 TRR은 20% 이하이고, 냉간 압연 압하 또는 템퍼 압연 압하는 상기 스트립의 열간-압연 단계와 코팅 단계 사이 및/또는 코팅 단계 이후에 유일한 냉간-압연 단계이다. 상기 CRR에 의하여, 스트립의 기계적 특성은 소비자의 요구에 양호하게 조절될 수 있다. 명세서에서 TRR은 냉간 압연 또는 템퍼 압연 압하에서 압하를 나타내기 위해서 사용될 것이다. 템퍼 압연은 냉간-압연 공정이다. 단지 형태 보정(shape correction)의 명확하고 유일한 목적을 갖는 템퍼 압연 처리는 이러한 관점에서 냉간-압연 단계인 것으로 간주되지 않으며, 이는 심하게 변형된 냉간-압연된 미세 구조를 재결정시키기 위한 어닐링을 필요로 하지 않기 때문이다. 항복점 연신(yield point elongation)을 제거할 유일한 목적을 갖는 템퍼 압연 처리는 상기 타입의 강에 대해서 사용되지 않는다. 용어 템퍼 압연은 성형 작업에서 강을 사용하기 전에 어닐링 처리를 나중에 요구하지 않는 압하 정도로 냉간-압연과 균등하게 사용되며, 형태 보정만을 명확하고 유일한 목적으로 갖는 것에는 사용되지 않는다.
- [0038] 상기 스트립은 강이 예를들어 차량과 같은 용도의 부재로 프레스되고, 프레스-성형되고, 덩-드로잉되거나 또는 성형될 때 코팅 이후에 냉간 압하될 수 있는 것을 알아야 한다. 본 발명의 명세서에서, 상기 성형 프레스에 의해서 유도된 변형은 TRR로 간주되지 않는다. 본 발명의 명세서에서 20%의 템퍼 압연 압하율은 열간-압연 단계의 마지막과 후속 제조 공정, 가령 강 스트립으로부터 절단된 블랭크(blank)로부터 부재를 프레스하거나 또는 스탬핑(stamping)하는 공정에서의 강 스트립의 사용 사이의 전체 냉간 압연 압하율로 간주된다. 상기 사용에 의한 강의 변형은 상기 전체 냉간 압연 압하율의 일부로 간주되지 않는다.
- [0039] 금속 코팅은 용융-침지 코팅 단계, 전기-코팅 단계, 물리 기상 증착 단계 또는 화학 기상 증착 단계에 의해서 제공되며, 선택적으로 용융-침지 아연도금 단계 이후에 갈바닐링 단계와 같은 열처리를 후속적으로 실시한다. 바람직하게, 금속 코팅 층은 1 μ m 이상의 두께를 갖는다.
- [0040] 실시양태에서, 상기 코팅 단계는 냉간 압연 압하 이후에 실시하며, 냉간 압연 단계와 코팅 단계 사이에 어닐링 단계 및/또는 산세 단계는 존재하지 않는다.
- [0041] 본 발명에 따른 방법에서, 스트립은 TWIP-특성의 결과로서 적절한 변형 포텐셜이 여전히 이용가능하기 때문에 상기 스트립을 어닐링하기에 필요한 정도로 냉간-압연 처리하지 않는다. 결과적으로, 어닐링 단계가 존재하지 않기 때문에, 스트립 표면에 망간-산화물 입자의 형성이 방지된다. 그러므로 용융 침지 코팅 이전에 상기 입자를 제거하기 위한 두번째 산세를 피할 수 있으므로, 코팅된 강의 제조 비용 및 불량 위험이 크게 감소된다.
- [0042] 통상, 열간-압연 스트립은 압연 이후에 코일링되고, 산세 이전에 코일이 풀어지지만, 본 발명은 열간-압연과 산세 직후의 코팅 사이를 직접 연결함으로써 코일링과 코일 풀림 단계 및 잠재적으로 예컨대, 용융-침지 코팅 단계의 경우에 냉각 및 재가열 단계를 절약하게 된다.
- [0043] 본 발명에 따른 코팅된 TWIP-강 스트립을 제조함으로써, 강 스트립에 용융-침지 코팅의 부착에 악영향을 주는 입자의 형성을 방지한다. 산세와 용융 침지 코팅 단계 사이에 어닐링 단계를 필요로 하는 냉간 압연 압하를 포함하는, 코팅과 열간-압연 단계 사이에 냉간-압연 단계가 존재하지 않는 것이 필수적이며, 이는 바람직하지 않은 망간-산화물 입자가 어닐링된 스트립의 표면에 형성되기 때문이다. 단지 형태 보정의 명확하고 유일한 목적을 갖는 템퍼 압연 처리는 이러한 관점에서 냉간-압연 단계인 것으로 간주되지 않는다. 항복점 연신을 제거하기 위한 유일한 목적을 갖는 템퍼 압연 처리는 상기 타입의 강에 사용되지 않는다. 본 발명에 따라 사용될 최대 전체 냉간-압연 압하율(또는 템퍼 압연 압하율)은 20%이다. 전체 냉간-압연 압하는 열간-압연 단계의 마지막과 후속 공정, 가령 블랭킹(blanking), 성형, 접합(joining) 등에서의 강 스트립의 사용 사이의 전체 냉간-압연 압하

로 정의된다. 이러한 압하에서, 항복 강도(yield strength) 및 어느 정도까지 인장 강도는 상당히 증가하지만, 냉간-압연 제품의 연성(ductility)은 많은 성형 목적에 있어서 여전히 적절하다. 바람직하게, 최대 TRR은 10% 이하, 더 바람직하게는 8% 이하, 또는 심지어 6% 이하이다. TRR에 대한 적절한 최소값은 0.5%, 바람직하게는 1%, 또는 심지어 2%이다. 바람직하게, TRR은 1-4%이다. 상기 TRR 수준은 열간-압연 스트립의 형태 보정을 허용하며, 바람직하게는 코팅 단계 이후에 실시되며, 산세 이후 코팅 단계 이전에 TRR을 실시할 수 있다. 냉간-압연에 의해서 열간-압연 스트립의 특성에 효과적으로 영향을 줄 목적으로, 5% 이상의 최소 TRR이 바람직하다. 상기 경우에 적절한 최소값은 8%, 또는 심지어 10%이다.

[0044] 본 발명의 명세서에서 냉간-압연은 압연으로 정의되며, 압연될 재료는 강의 절대 고상선 온도의 반 이하의 절대 온도 T(K)를 갖는다. 그러나 TWIP 강의 고상선 온도가 매우 낮을 수 있기 때문에, 압연될 재료의 적절한 최대 온도는 400°C 이하, 바람직하게는 200°C 이하이다. 주위 온도에서 재료로 냉간-압연 가공을 개시함으로써 냉간-압연 가공 동안 재료의 변형에 의한 재료의 온도 증가를 일으킨다. 상기에서와 같이, 상기 온도 증가는 400°C 이상, 또는 바람직하게는 200°C 이상을 일으켜서는 안된다.

[0045] 본 발명의 실시양태에서, 코팅된 TWIP-강 시트는 냉간-압연, 어닐링 및 코팅된 강 시트에 대한 대체물로서 사용된다. 냉간-압연 시트를 대체하기 위해서, 열간-압연 제품의 두께는 충분히 작아야 한다. 상기에 기술된 방법은 상기 얇은 열간-압연 스트립에 균일한 특성을 제공하기에 특히 적절하며, 상기 스트립의 헤드의 리프트-오프에 의한 불량률의 큰 위험은 없다. 상기 스트립은 균일 냉간-압연 압하 처리될 수 있으며, 열간-압연 단계의 마지막과 강 스트립의 사용 사이의 전체 냉간-압연 압하율은 20% 이하이다.

[0046] 본 발명의 실시양태에서, 열간-압연된 TWIP 강의 적어도 일부는 이 열간-압연 TWIP 강의 다른 부재와는 다른 냉간-압하 가공되어, 상이한 국소 두께 및/또는 상이한 국소 기계적 특성을 달성할 수 있다. 냉간-압하 미세 구조는 열간-압연 단계의 마지막과 강 스트립의 사용 사이의 20% 이하의 전체 냉간-압연 압하율에 의해 얻어진다.

[0047] 상기 실시양태는 열간-압연 스트립의 상이한 부재들의 인장 및 항복 강도를 맞춘다. 냉간 압하는 압연된 제품의 길이 및/또는 너비에 걸쳐서 상이한 냉간 압하를 부과할 수 있는 냉간 압연 단계에 의해서 실시될 수 있다. 압연된 제품은 강의 스트립, 플레이트(plate) 또는 시트일 수 있다. 상기 제품으로부터, 예를들면 스탬핑(stamping) 또는 프레스링 작업에 사용될 수 있는 블랭크가 제조될 수 있다.

[0048] 실시양태에서, 냉간 압하는 테일러-압연된 블랭크(tailor-rolled blank)의 제조에서의 단계이며, TRB의 다양한 부재들의 냉간 압하는 TRB의 냉간-압하된 부재 또는 부재들에서 소망하는 기계적 특성 값이 얻어지도록 선택된다. 상기 공정에서, 기계적 특성의 초기 설정을 갖는 강 제품은 압연 공정으로 처리되어 스트립의 길이(수평) 및/또는 스트립의 너비(수직)에 걸쳐 압하 정도를 변경시킨다. 압하 정도는 소망하는 기하학적 특성을 갖는 TRB를 제조하고, 더 중요하게는 TRB의 각 부재들에서 소망하는 기계적 특성을 갖도록 선택된다. 높은 정도로 냉간 압하 처리되는 부재들은 더 적은 정도로 냉간 변형되거나 변형되지 않은 부재들보다 더 높은 항복 강도를 가질 것이다. 작은 압하를 겪은 부재들은 여전히 큰 성형 포텐셜을 가지며, TRB의 최종 부재의 제조 중에 TRB가 크게 변형되는 위치에서 사용될 수 있고, 반면 더 크게 냉간 변형된 부재들은 높은 항복 강도가 요구되는 최종 부재의 위치와 일치하도록 위치될 수 있다. 최종 부재의 스탬핑 또는 제조 이전에 기계적 특성의 조절로 최종 부재에 디자인의 유연성(flexibility)을 더 크게 하며, 반면 냉간 변형 가공은 최종 부재의 스탬핑 또는 제조 공정보다 특성을 조절하는데 더 정확한 방법이다. 바람직하게, 각 냉간 압하된 미세구조는 열간-압연 단계의 마지막과 강 스트립의 사용 사이의 20% 이하의 전체 냉간 압연 압하율에 의해 얻어진다.

[0049] 본 발명의 실시양태에서, 금속 코팅은 용융 침지 코팅 또는 전기 코팅에 의해서 제공되는 종래의 아연 또는 아연 합금 코팅이다.

[0050] 실시양태에서, 금속 코팅은 Mg-Zn 합금 코팅 층이며, 아연 합금은 0.3-4.0 %의 Mg 및 0.05-6.0 %의 Al, 선택적으로 0.2% 이하의 1 이상의 부가 원소, 불가피한 불순물로 이루어지며, 잔부는 아연이다. 알루미늄 함량은 6%로 제한되며, 이는 6% 이상이면 용접성(weldability)이 손상된다. 오직 하나의 부가 원소가 첨가된다면, 최대량은 0.2%이다. 2 이상의 부가 원소가 첨가된다면, 상기 부가 원소들의 양의 최대 합계는 0.2%이다.

[0051] 바람직한 실시양태에서, Mg-Zn 합금은 0.3-2.3 중량%의 마그네슘 및 0.6-2.3 중량%의 알루미늄을 포함하며, 더 바람직하게는 아연 합금은 1.6-2.3 중량%의 마그네슘 및 1.6-2.3 중량%의 알루미늄을 포함한다.

[0052] 본 발명자들은 상기 Mg-Zn 합금 코팅이 잘 실시될 수 있고 양호한 부착성 및 부식성을 나타내는 것을 발견하였다. 상기 코팅은 용융, 유동에 대한 코팅의 위험을 감소시키고 열처리하는 동안 용융성형 도구를 오염시키는 것을 감소시키는 상대적으로 높은 용융점을 갖는다. 상기는 성형된 제품이 연속 생산 과정에 걸쳐 개별적으로 높

은 성형 및 표면 품질을 유지할 가능성이 높다는 것을 의미한다. 더욱이, 마그네슘 함유 아연 합금 코팅층은 열적 기계적 성형 단계 동안 윤활(lubrication)을 제공한다. 또한, Mg-Zn 합금 코팅 층의 원소는 코팅된 강 재료가 열간 성형 이전에 가열되는 경우 열에 길게 노출하는 동안 강 기재로 확산되므로, 확산 코팅되며, 마그네슘과 알루미늄이 산화된다. 상기 확산 코팅은 강 기재에 부식 방지를 제공하며, 반면 강 기재에 아연 합금 코팅층의 부착을 촉진하는 것으로 생각된다. Zn-확산 층의 두께는 성형 및 냉각 단계 이후에 활성 부식 방지가 달성되도록 선택되어야 한다. 더욱이, 코팅은 성형 동안 코팅에서 형성된 크랙(crack)의 우수한 균열 닫힘 효과(crack closure), 성형 동안 마모에 대한 양호한 저항을 제공하며, 강과 아연의 갈바닉 거동에 의한 부재의 가장자리의 보호를 포함하는 열적 기계적 작업 이전, 동안 및 이후에 양호한 부식 저항성을 제공한다.

[0053]

Mg-Zn 층에 소량, 0.2 중량% 이하로 첨가될 수 있는 부가 원소는 Pb 또는 Sb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Ni, Zr 또는 Bi일 수 있다. Pb, Sn, Bi 및 Sb가 통상 첨가되어 스팅글(spangles)을 형성한다. 상기 소량의 부가 원소는 코팅의 특성을 바꾸지 않고 통상의 용도를 위한 베스(bath)의 특성을 변경하지 않는다. 바람직하게, 1 이상의 부가 원소가 아연 합금 코팅에 존재하는 경우, 각각은 <0.02 중량%의 양으로 존재하며, 바람직하게 각각은 <0.01 중량%의 양으로 존재한다. 상기는 부가 원소가 마그네슘 및 알루미늄 첨가와 비교하여 상당한 정도로 내식성을 변경하지 않기 때문이며, 부가 원소는 코팅 강 스트립을 고가가 되게 한다. 부가 원소는 통상적으로 용융 침지 아연 도금을 위한 용융 아연 합금을 갖는 베스 내의 드로스 형성(dross forming)을 방지하거나 또는 코팅 내에 스팅글을 형성시키기 위해 첨가된다. 그러므로 부가 원소는 가능한 적게 유지된다. 강 스트립의 한면에서 아연 합금의 양은 25-600 g/m²이어야 한다. 상기는 약 4-95 μm의 두께에 해당한다. 바람직하게, 상기 두께는 4-20 μm (50-140 g/m²)이며, 이는 더 두꺼운 코팅은 대부분의 용도에 있어서 불필요하기 때문이다. 본 발명에 따른 아연 합금 코팅 층은 12 μm 이하의 두께에서 부식에 대한 방지를 개선한다. 더 얇은 코팅 층은 예를 들면 레이저 용접(laser welding)에 의해서 본 발명에 따른 코팅 층을 갖는 2개의 강 시트를 용접하는데 유리하다. 바람직한 실시양태에서, 아연 합금 코팅 층은 3-10 μm의 두께를 가지며, 상기는 자동차 용도에서 바람직한 두께 범위이다. 추가로 바람직한 실시양태에 따르면, 아연 합금 코팅 층은 3-8 μm 또는 7 μm의 두께를 갖는다.