



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0083599
(43) 공개일자 2020년07월08일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>C22C 38/58</i> (2006.01) <i>C21D 8/02</i> (2006.01)
 <i>C21D 9/46</i> (2006.01) <i>C22C 38/00</i> (2006.01)
 <i>C22C 38/44</i> (2006.01) <i>C22C 38/48</i> (2006.01)
 <i>C22C 38/50</i> (2006.01) <i>C22C 38/54</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>C22C 38/58</i> (2013.01)
 <i>C21D 8/0226</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2020-7016982
 (22) 출원일자(국제) 2018년10월22일
 심사청구일자 2020년06월12일
 (85) 번역문제출일자 2020년06월12일
 (86) 국제출원번호 PCT/IB2018/058188
 (87) 국제공개번호 WO 2019/123034
 국제공개일자 2019년06월27일
 (30) 우선권주장
 PCT/IB2017/058131 2017년12월19일
 국제사무국(IB)(IB)</p> | <p>(71) 출원인
 아르셀러미탈
 룩셈부르크 1160 룩셈부르크 볼르바르 다브랑슈
 24-26</p> <p>(72) 발명자
 알리베이지 사마네
 프랑스 57000 메즈 뒤 뒤 페르 웨일 10</p> <p>(74) 대리인
 특허법인코리아나</p> |
|--|---|

전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **냉간 압연 및 코팅된 강판 및 그 제조 방법**

(57) 요약

중량% 로, $0.11\% \leq \text{탄소} \leq 0.15\%$, $1.1\% \leq \text{망간} \leq 1.8\%$, $0.5\% \leq \text{규소} \leq 0.9\%$, $0.002\% \leq \text{인} \leq 0.02\%$, $0\% \leq \text{황} \leq 0.003\%$, $0\% \leq \text{알루미늄} \leq 0.05\%$, $0\% \leq \text{질소} \leq 0.007\%$ 를 포함하고, 선택적인 원소들 $0.05\% \leq \text{크롬} \leq 1\%$, $0.001\% \leq \text{몰리브덴} \leq 0.5\%$, $0.001\% \leq \text{니오븀} \leq 0.1\%$, $0.001\% \leq \text{티타늄} \leq 0.1\%$, $0.01\% \leq \text{구리} \leq 2\%$, $0.01\% \leq \text{니켈} \leq 3\%$, $0.0001\% \leq \text{칼슘} \leq 0.005\%$, $0\% \leq \text{바나듐} \leq 0.1\%$, $0\% \leq \text{붕소} \leq 0.003\%$, $0\% \leq \text{세륨} \leq 0.1\%$, $0\% \leq \text{마그네슘} \leq 0.010\%$, $0\% \leq \text{지르코늄} \leq 0.010\%$ 중 하나 이상을 함유할 수 있으며, 잔부가 철 및 프로세싱으로 인한 불가피한 불순물로 이루어진 조성을 갖는 냉간 압연 및 열처리된 강판으로서, 상기 강판의 미세조직은 50 내지 80% 페라이트, 10 내지 30% 베이나이트, 1 내지 10% 잔류 오스테나이트, 및 1% 내지 5% 마텐자이트를 포함하고, 베이나이트와 잔류 오스테나이트의 누적량이 25% 이상인, 냉간 압연 및 열처리된 강판.

(52) CPC특허분류

C21D 8/0236 (2013.01)

C21D 8/0273 (2013.01)

C21D 9/46 (2013.01)

C22C 38/001 (2013.01)

C22C 38/44 (2013.01)

C22C 38/48 (2013.01)

C22C 38/50 (2013.01)

C22C 38/54 (2013.01)

C21D 2211/005 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

중량% 로, 다음의 원소들:

$0.11 \% \leq \text{탄소} \leq 0.15 \%$

$1.1 \% \leq \text{망간} \leq 1.8\%$

$0.5 \% \leq \text{규소} \leq 0.9 \%$

$0.002 \% \leq \text{인} \leq 0.02 \%$

$0 \% \leq \text{황} \leq 0.003 \%$

$0 \% \leq \text{알루미늄} \leq 0.05 \%$

$0 \% \leq \text{질소} \leq 0.007\%$

를 포함하고, 다음의 선택적인 원소들:

$0.05\% \leq \text{크롬} \leq 1 \%$,

$0.001 \% \leq \text{몰리브덴} \leq 0.5 \%$

$0.001\% \leq \text{니오븀} \leq 0.1\%$

$0.001\% \leq \text{티타늄} \leq 0.1\%$

$0.01\% \leq \text{구리} \leq 2\%$

$0.01\% \leq \text{니켈} \leq 3\%$

$0.0001\% \leq \text{칼슘} \leq 0.005\%$

$0 \% \leq \text{바나듐} \leq 0.1\%$

$0 \% \leq \text{붕소} \leq 0.003\%$

$0 \% \leq \text{세륨} \leq 0.1\%$

$0 \% \leq \text{마그네슘} \leq 0.010\%$

$0 \% \leq \text{지르코늄} \leq 0.010\%$

중 하나 이상을 함유할 수 있으며,

잔부 조성이 철 및 프로세싱으로 인한 불가피한 불순물로 이루어진 조성을 갖는 냉간 압연 및 열처리된 강판으로서,

상기 강판의 미세조직은 면적 분율로 50 내지 80% 페라이트, 10 내지 30% 베이나이트, 1 내지 10% 잔류 오스테나이트, 및 1% 내지 5% 마텐자이트를 포함하고, 베이나이트와 페라이트의 누적량이 94% 미만인, 냉간 압연 및 열처리된 강판.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 조성은 0.6% 내지 0.8% 의 규소를 포함하는, 냉간 압연 및 열처리된 강판.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 조성은 0.12% 내지 0.15% 의 탄소를 포함하는, 냉간 압연 및 열처리된 강판.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 조성은 0% 내지 0.04% 의 알루미늄을 포함하는, 냉간 압연 및 열처리된 강판.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조성은 1.2% 내지 1.8% 의 망간을 포함하는, 냉간 압연 및 열처리된 강판.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조성은 1.3% 내지 1.7% 의 망간을 포함하는, 냉간 압연 및 열처리된 강판.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

페라이트와 베이나이트의 누적량이 65% 이상이고, 베이나이트의 백분율이 15% 초과인, 냉간 압연 및 열처리된 강판.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

잔류 오스테나이트의 탄소 함량이 0.9 내지 1.1% 인, 냉간 압연 및 열처리된 강판.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 강판은 630 MPa 이상의 극한 인장 강도 및 26% 이상의 총 연신율을 갖는, 냉간 압연 및 열처리된 강판.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 강판은 640 MPa 이상의 극한 인장 강도 및 28% 이상의 총 연신율을 갖는, 냉간 압연 및 열처리된 강판.

청구항 11

냉간 압연 및 열처리된 강판의 제조 방법으로서, 이하의 연속적인 단계들:

- 제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 따른 강 조성을 제공하는 단계
- 반제품을 1150° C 내지 1280° C 의 온도로 재가열하는 단계,
- 상기 반제품을, 열간 압연 마무리 온도를 Ac3 초과로 하여 오스테나이트계 범위에서 압연하여, 열간 압연 강판을 얻는 단계,
- 상기 강판을 30 °C/s 초과의 냉각 속도로 570° C 미만의 코일링 온도까지 냉각시키고, 상기 열간 압연 강판을 코일링하는 단계,
- 상기 열간 압연 강판을 실온으로 냉각시키는 단계,
- 선택적으로, 상기 열간 압연 강판에서 스케일 제거 공정을 수행하는 단계,
- 선택적으로, 400 °C 내지 750 °C 의 온도에서 열간 압연 강판에 어닐링을 수행하는 단계;
- 선택적으로, 상기 열간 압연 강판에서 스케일 제거 공정을 수행하는 단계,

- 35 내지 90% 의 압하율로 상기 열간 압연 강판을 냉간 압연하여, 냉간 압연 강판을 얻는 단계,
 - 이어서, 상기 냉간 압연 강판을 2단계 가열에 의해 가열함으로써 Ac1 + 30 ℃ 내지 Ac3 의 소킹 온도에서 10 내지 500 초의 지속시간 동안 어닐링을 수행하는 단계;
 - 가열의 1 단계에서, 상기 냉간 압연 강판을 10 ℃/s 내지 40 ℃/s 의 가열 속도로 550℃ 내지 650℃ 의 온도 범위로 가열하고,
 - 그 다음, 2 단계에서, 상기 냉간 압연 강판을 550℃ 내지 650℃ 의 온도 범위로부터 어닐링 소킹 온도까지 1 ℃/s 내지 5 ℃/s 의 가열 속도로 가열하며,
 - 그 다음, 상기 냉간 압연 강판을 2단계 냉각으로 냉각시키는 단계로서, 냉각의 1 단계에서, 상기 냉간 압연 강판을 5 ℃/s 미만의 냉각 속도로 600℃ 내지 720℃ 의 온도 범위로 냉각시키고,
 - 그 후, 600℃ 내지 720℃ 의 온도 범위로부터, 상기 냉간 압연 강판을 10 ℃/s 내지 100 ℃/s 의 냉각 속도로 과시효 온도로 냉각시키고,
 - 그 다음, 상기 냉간 압연 강판을 250℃ 내지 470℃ 의 온도 범위에서 5 내지 500 초 동안 과시효시키고, 그 다음, 코팅을 용이하게 하기 위해 상기 냉간 압연 강판을 420℃ 내지 480℃ 의 온도 범위로 가져 오는 단계,
 - 그 다음, 상기 냉간 압연 강판을 코팅하여, 냉간 압연 코팅된 강판을 얻는 단계
- 를 포함하는, 냉간 압연 및 열처리된 강판의 제조 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 코일링 온도는 550° C 미만인, 냉간 압연 및 열처리된 강판의 제조 방법.

청구항 13

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,

마무리 압연 온도가 Ac3 내지 Ac3+100℃ 인, 냉간 압연 및 열처리된 강판의 제조 방법.

청구항 14

제 11 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

어닐링 후 냉각 속도가 600℃ 내지 700℃ 의 온도 범위에서 3 ℃/s 미만인, 냉간 압연 및 열처리된 강판의 제조 방법.

청구항 15

제 11 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 냉간 압연 강판은 Ac1 + 30 ℃ 내지 Ac3 에서 어닐링되고, 어닐링 온도는 어닐링 동안 적어도 30% 의 오스테나이트의 존재를 보장하도록 선택되는, 냉간 압연 및 열처리된 강판의 제조 방법.

청구항 16

차량의 구조 또는 안전 부품의 제조를 위한, 제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 따른 강판 또는 제 11 항 내지 제 15 항의 방법에 따라 제조된 강판의 용도.

청구항 17

제 16 항에 따라 획득된 부품을 포함하는 차량.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 자동차용 강판으로서 사용하기에 적합한 냉간 압연 및 열처리된 강판에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 자동차 부품은 2 개의 모순되는 필요성, 즉 성형 용이성과 강도를 만족시키는 것이 요구되지만, 최근 지구 환경 문제의 관점에서 연료 소비 개선이라는 제 3 요건이 자동차에 또한 부여되고 있다. 따라서, 이제 자동차 부품은 복잡한 자동차 어셈블리에서의 끼워맞춤 용이성의 기준에 맞추기 위하여 고성형성을 갖는 재료로 제조되어야 하고, 동시에 연료 효율을 향상시키기 위해 차량의 중량을 줄이면서 차량의 내충돌성과 내구성을 위해 강도를 향상시켜야 한다.
- [0003] 따라서, 재료의 강도를 증가시킴으로써 차에 이용되는 재료의 양을 줄이는데 집중적인 연구 개발 노력이 행해지고 있다. 반대로, 강관의 강도 증가는 성형성을 감소시키고, 따라서 고강도와 고성형성 모두를 갖는 재료의 개발이 필요하다.
- [0004] 고강도 및 고성형성 강관 분야의 초기 연구 개발로, 고강도 및 고성형성 강관을 제조하기 위한 여러 방법이 초래되었고, 그 중 일부를 본 발명의 확실한 이해를 위해 여기에 열거한다:
- [0005] US20140234657 은 미세조직이 부피 분율로 마텐자이트 및 베이나이트의 1종 또는 2종을 합계로 20% 이상 99% 이하 함유하고 잔부 조직이 페라이트와, 부피 분율로 8% 미만의 잔류 오스테나이트 및 부피 분율로 10% 이하의 펄라이트의 1종 또는 2종을 포함하는 용융 아연도금 강관을 청구하는 특허출원이다. 또한, US20140234657 은 980 MPa 의 인장 강도에 도달하지만 25% 의 연신율에 도달할 수는 없다.
- [0006] US8657969 는 590 MPa 이상의 인장 강도 및 우수한 가공성을 갖는 고강도 아연도금 강관을 청구한다. 성분 조성은 질량% 로 C: 0.05% 내지 0.3%, Si: 0.7% 내지 2.7%, Mn: 0.5% 내지 2.8%, P: 0.1% 이하, S: 0.01% 이하, Al: 0.1% 이하, N: 0.008% 이하, 및 잔부: Fe 또는 불가피한 불순물을 함유한다. 미세조직은 면적비로 페라이트 상: 30% 내지 90%, 베이나이트 상: 3% 내지 30%, 및 마텐자이트 상: 5% 내지 40% 를 함유하며, 마텐자이트 상 중, 에스펙트비 3 이상의 마텐자이트 상이 30 % 이상의 비율로 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명의 목적은
- [0008] - 630 MPa 이상, 바람직하게는 650 MPa 초과와 극한 인장 강도,
- [0009] - 26% 이상, 바람직하게는 28% 초과와 총 연신율
- [0010] 을 동시에 갖는 냉간 압연 강관을 이용 가능하게 함으로써 이러한 문제를 해결하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 바람직한 실시형태에서, 본 발명에 따른 강관은 또한 320 MPa 이상의 항복 강도를 나타낼 수 있다.
- [0012] 바람직한 실시형태에서, 본 발명에 따른 강관은 또한 0.5 이상의 항복 강도 대 인장 강도 비를 나타낼 수 있다.
- [0013] 바람직하게는, 이러한 강은 또한 양호한 용접성 및 코팅성을 가지면서 성형, 특히 압연에 대하여 양호한 적합성을 가질 수 있다.
- [0014] 본 발명의 다른 목적은 또한 제조 파라미터 시프트를 향해 튼튼하면서 종래의 산업적 적용과 양립할 수 있는 이러한 강관의 제조 방법을 이용가능하게 하는 것이다.
- [0015] 본 발명의 냉간 압연 및 열처리된 강관은 내식성을 향상시키기 위해 아연 또는 아연 합금으로 또는 알루미늄 또는 알루미늄 합금으로 선택적으로 코팅될 수 있다.
- [0016] 탄소는 강 중에 0.11% 내지 0.15% 로 존재한다. 탄소는 베이나이트와 같은 저온 변태 상을 생성함으로써 강관의 강도를 증가시키는데 필요한 원소이고, 더욱이 탄소는 또한 오스테나이트 안정화에 중추적인 역할을 하므로, 잔류 오스테나이트를 확보하는 데 필요한 원소이다. 따라서, 탄소는 2 개의 중추적인 역할, 즉 강도 증가에 있어서의 역할과, 연성을 부여하기 위해 오스테나이트를 유지함에 있어서의 역할을 한다. 그러나, 0.11% 미만의 탄소 함량은 본 발명의 강에 요구되는 적절한 양의 오스테나이트를 안정화시킬 수 없을 것이다. 한편, 0.15% 초과와 탄소 함량에서, 강은 불량한 스폿 용접성을 나타내어, 자동차 부품에 대한 적용을 제한

한다.

- [0017] 본 발명의 강의 망간 함량은 1.1% 내지 1.8% 이다. 이 원소는 감마유도성 (gammagenous) 이다. 망간을 첨가하는 목적은 본질적으로 오스테나이트를 함유하는 조직을 얻고 강에 강도를 부여하는 것이다. 적어도 1.1 중량% 의 망간의 양이 오스테나이트를 안정화시킬 뿐만 아니라 강판의 강도 및 경화능을 제공하는 것으로 밝혀졌다. 하지만, 망간 함량이 1.8% 를 초과하면, 베이나이트 변태를 위한 과시효 유지 동안 오스테나이트의 베이나이트로의 변태를 지연시키는 것과 같은 악영향이 발생한다. 그리고, 1.8% 초과 의 망간 함량은 또한 연성을 감소시키고 강의 용접성을 열화시키므로, 연신을 목표가 달성되지 않을 수 있다. 본 발명에 바람직한 함량은 1.2% 내지 1.8%, 더 바람직하게는 1.3% 내지 1.7%로 유지될 수 있다.
- [0018] 본 발명의 강의 규소 함량은 0.5% 내지 0.9% 이다. 규소는 과시효 동안 탄화물의 석출을 지연시킬 수 있는 성분이므로, 규소의 존재로 인해, 탄소 풍부 오스테나이트가 실온에서 안정화된다. 더욱이, 탄화물에서의 규소의 불량한 용해성으로 인해, 탄화물의 형성을 효과적으로 억제하거나 지연시키므로, 본 발명에 따라 강에 필수적인 특징을 부여하기 위해 추구되는 베이나이트 조직의 형성을 또한 촉진한다. 하지만, 불균형 함량의 규소는 상기한 효과를 나타내지 않고, 템퍼 취성과 같은 문제를 초래한다. 따라서, 농도는 0.9% 의 상한 이내로 제어된다. 본 발명에 바람직한 함량은 0.6% 내지 0.8% 로 유지될 수 있다.
- [0019] 본 발명의 강의 인 성분은 0.002% 내지 0.02% 이다. 인은, 특히 결정립계에서 편석되거나 망간과 공편석되는 경향으로 인해, 스폿 용접성 및 고온 연성을 감소시킨다. 이러한 이유로, 인 함량은 0.03% 로 제한되고, 바람직하게는 0.014% 미만이다.
- [0020] 황은 필수 원소는 아니며, 강에 불순물로 포함될 수도 있고, 본 발명의 관점에서 황 함량은 가능한 한 낮은 것이 바람직하지만, 제조 비용의 관점에서 0.003% 이하이다. 게다가, 강 중에 다량의 황이 존재하면, 특히 망간과 결합하여 황화물을 형성하고, 본 발명의 강에 미치는 유익한 영향을 감소시킨다.
- [0021] 알루미늄은 필수 원소는 아니며, 프로세싱 불순물로서 포함될 수 있으며, 산소가 가스 상을 형성하는 것을 방지하도록 용융 강에 존재하는 산소를 제거함으로써 본 발명의 강을 클리닝하기 위해 강의 용융 상태에서 알루미늄이 첨가된다는 사실로 인해, 잔류 원소로서 0.05% 까지 존재할 수 있다. 그러나, 본 발명의 관점에서 알루미늄 함량은 가능한 한 낮은 것이 바람직하다.
- [0022] 질소는 재료의 시효를 피하고 강의 기계적 특성에 해로운 응고 중 질화물의 석출을 최소화하기 위해 0.007% 로 제한된다.
- [0023] 크롬은 본 발명에 있어서 선택적 원소이다. 크롬 함량은 본 발명의 강 중에 0.05% 내지 1% 일 수 있다. 크롬은 강에 강도 및 경화를 제공하는 필수 원소이지만, 1% 초과로 사용되면, 강의 표면 마무리를 손상시킨다. 더욱이, 1% 미만의 크롬 함량은 베이나이트 조직에서 탄화물의 분산 패턴을 조대화하므로, 베이나이트에서 탄화물의 밀도를 낮게 유지한다.
- [0024] 니켈은 강의 강도를 증가시키고 인성을 향상시키기 위하여 0.01% 내지 3% 의 양으로 선택적 원소로서 첨가될 수 있다. 이런 효과를 나타내기 위해 최소 0.01% 가 필요하다. 하지만, 니켈 함량이 3% 초과이면, 니켈은 연성 열화를 야기한다.
- [0025] 니오븀은 본 발명에 있어서 선택적 원소이다. 니오븀 함량은 본 발명의 강 중에 0.001% 내지 0.1% 일 수 있으며, 석출 경화에 의해 본 발명의 강의 강도를 부여하는 탄질화물을 형성하기 위해 본 발명의 강에 첨가된다. 니오븀은 또한 탄질화물로서의 석출을 통해 그리고 가열 프로세스 동안 재결정을 지연시킴으로써 미세조직 성분의 크기에 영향을 미칠 것이다. 따라서, 유지 온도의 종료 시에 그리고 본 발명의 강의 경화를 이어질 완전한 어닐링 후 결과로서 더 미세한 미세조직이 형성된다. 하지만, 0.1% 초과 의 니오븀 함량은 그 영향의 포화 효과가 관찰되기 때문에 경제적으로 흥미롭지 않고, 이는 추가 양의 니오븀이 제품의 어떠한 강도 향상을 초래하지 않음을 의미한다.
- [0026] 티타늄은 선택적 원소이며, 0.001% 내지 0.1% 로 본 발명의 강에 첨가될 수 있다. 니오븀처럼, 탄질화물 형성에 관계되므로, 본 발명의 강의 경화에서 역할을 한다. 그리고, 티타늄은 또한 주조 제품의 응고 동안 나타나는 티타늄 질화물을 형성한다. 티타늄의 양은 성형성에 해로운 조대한 티타늄 질화물의 형성을 피하기 위해 0.1% 로 제한된다. 티타늄 함량이 0.001% 미만인 경우, 본 발명의 강에 어떠한 영향도 주지 않는다.
- [0027] 본 발명의 강 중 칼슘 함량은 0.0001% 내지 0.005% 이다. 칼슘은 특히 개재물 (inclusion) 처리 동안 선택적 원소로서 본 발명의 강에 첨가된다. 칼슘은 유해한 황 함량을 구상 (globular form) 으로 포획하여 황의

유해한 영향을 지연시킴으로써 강의 정련에 기여한다.

- [0028] 구리는 강의 강도를 증가시키고 내식성을 향상시키기 위해 0.01% 내지 2%의 양으로 선택적 원소로서 첨가될 수 있다. 이런 효과를 얻기 위해 최소 0.01%의 구리가 필요하다. 하지만, 구리 함량이 2% 초과이면, 표면 외관을 악화시킬 수 있다.
- [0029] 몰리브덴은 본 발명의 강의 0.001% 내지 0.5%를 구성하는 선택적 원소이고; 몰리브덴은 경화능과 경도를 결정하는데 효과적인 역할을 하며, 베이나이트의 출현을 지연시키고 베이나이트에서의 탄화물 석출을 방지한다. 하지만, 몰리브덴의 첨가는 합금 원소의 첨가 비용을 과도하게 증가시키므로, 경제적인 이유로 그 함량은 0.5%로 제한된다.
- [0030] 바나듐은 탄화물 또는 탄질화물을 형성함으로써 강의 강도를 향상시키는데 효과적이고, 상한은 경제적 이유로 인해 0.1%이다. 세륨, 붕소, 마그네슘 또는 지르코늄과 같은 다른 원소가 중량에 의한 다음의 비율로 개별적으로 또는 조합으로 첨가될 수 있다: 세륨 $\leq 0.1\%$, 붕소 $\leq 0.003\%$, 마그네슘 $\leq 0.010\%$ 및 지르코늄 $\leq 0.010\%$. 표시된 최대 함량 레벨까지, 이 원소들은 응고 동안 결정립을 미세화하는 것을 가능하게 한다. 강의 조성 중 잔부는 철 및 프로세싱으로 인한 불가피한 불순물로 이루어진다.
- [0031] 강관의 미세조직은 다음을 포함한다:
- [0032] 페라이트는 본 발명의 강에서 면적 분율로 미세조직의 50% 내지 80%를 구성한다. 페라이트는 매트릭스로서 강의 일차 상을 구성한다. 본 발명에서, 페라이트는 다각형 (polygonal) 페라이트 및 침상 페라이트를 누적적으로 포함하며, 페라이트는 본 발명의 강에 연신율뿐만 아니라 높은 강도를 부여한다. 26%, 바람직하게는 28% 이상의 총 연신율을 보장하기 위해, 50%의 페라이트를 갖는 것이 필요하다. 페라이트는 본 발명의 강에서 어닐링 후 냉각 동안 형성된다. 그러나, 페라이트 함량이 본 발명의 강에서 80% 초과로 존재할 때에는, 강도가 획득되지 않는다.
- [0033] 베이나이트는 본 발명의 강에서 면적 분율로 미세조직의 10% 내지 30%를 구성한다. 본 발명에서, 베이나이트는 라스 베이나이트 및 그레놀러 (Granular) 베이나이트로 누적적으로 구성된다. 630 MPa, 바람직하게는 650 MPa 이상의 인장 강도를 보장하기 위해, 10%의 베이나이트를 갖는 것이 필요하다. 베이나이트는 과시효 유지 동안 형성된다.
- [0034] 잔류 오스테나이트는 면적 분율로 강의 1% 내지 10%를 구성한다. 잔류 오스테나이트는 베이나이트보다 더 높은 탄소 용해도를 가져서 효과적인 탄소 트랩으로서 작용하고 따라서 베이나이트에서 탄화물의 형성을 지연시키는 것으로 알려져 있다. 본 발명의 잔류 오스테나이트 내부의 탄소 백분율은 바람직하게는 0.9% 초과, 바람직하게는 1.1% 미만이다. 본 발명에 따른 강의 잔류 오스테나이트는 향상된 연성을 부여한다.
- [0035] 마텐자이트는 면적 분율로 미세조직의 1% 내지 5%를 구성하며, 미량으로 발견된다. 본 발명에서 마텐자이트는 프레스 마텐자이트 및 템퍼드 마텐자이트 둘 다를 포함한다. 본 발명은 어닐링 후 냉각으로 인해 마텐자이트를 형성하고, 과시효 유지 동안 템퍼드 마텐자이트를 얻는다. 냉간 압연 강관의 코팅 후 냉각 동안 프레스 마텐자이트가 또한 형성된다. 마텐자이트는 5% 미만인 때에 본 발명의 강에 연성과 강도를 부여한다. 5% 초과인 마텐자이트는 과도한 강도를 부여하지만, 연신율을 허용가능한 한계를 넘어 연신율을 감소시킨다.
- [0036] 상기한 미세조직에 더하여, 냉간 압연 및 열처리된 강관의 미세조직은 강관의 기계적 특성을 손상시키지 않으면서 펄라이트 및 시멘타이트와 같은 미세조직 성분이 없다.
- [0037] 본 발명에 따른 강관은 임의의 적절한 방법에 의해 제조될 수 있다. 바람직한 방법은 본 발명에 따른 화학 조성을 가진 강의 반제품 주조를 제공하는 것으로 구성된다. 주조는 잉곳으로 또는 연속적으로 얇은 슬래브 또는 얇은 스트립의 형태로, 즉 슬래브의 경우 약 220 mm에서부터 얇은 스트립의 경우 수십 밀리미터까지의 두께로 행해질 수 있다.
- [0038] 예를 들어, 전술한 화학 조성을 갖는 슬래브가 연속 주조에 의해 제조되고, 슬래브는 중심 편석을 피하기 위해 그리고 1.10 미만으로 유지된 공칭 탄소에 대한 국부 탄소의 비를 보장하기 위해 연속 주조 프로세스 동안 직접 경압하 (direct soft reduction)를 선택적으로 거쳤다. 연속 주조 프로세스에 의해 제공된 슬래브는 연속 주조 후 직접 고온에서 사용될 수 있거나, 또는 먼저 실온으로 냉각된 후, 열간 압연을 위해 재가열될 수도 있다.
- [0039] 열간 압연을 받는 슬래브의 온도는 바람직하게는 적어도 1150 °C이고, 1280 °C 미만이어야 한다. 슬래브의

온도가 1150℃ 보다 낮은 경우, 압연기에 과도한 하중이 부여되고, 또한 강의 온도는 마무리 압연 동안 페라이트 변태 온도로 저하될 수 있고, 이로써 강은 변태된 페라이트가 조직에 함유된 상태에서 압연될 것이다. 따라서, Ac3 내지 Ac3 + 100 ℃ 의 온도 범위에서 열간 압연이 완료될 수 있고 최종 압연 온도가 Ac3 초과로 유지될 수 있도록, 슬래브의 온도가 충분히 높은 것이 바람직하다. 1280 ℃ 초과와 온도에서의 재가열은 산업적으로 비용이 많이 들기 때문에 회피되어야 한다.

[0040] 재결정 및 압연에 유리한 조직을 갖도록 Ac3 내지 Ac3 + 100 ℃ 의 최종 압연 온도 범위가 바람직하다. 최종 압연 패스는 Ac3 보다 높은 온도에서 수행될 필요가 있는데, 그 이유는 이 온도 미만에서는 강판이 상당한 압연능 저하를 나타내기 때문이다. 그리고, 이런 식으로 수득된 강판은 30 ℃/s 초과와 냉각 속도로 570 ℃ 미만이어야 하는 코일링 온도까지 냉각된다. 바람직하게는, 냉각 속도는 200 ℃/s 이하일 것이다.

[0041] 그리고, 열간 압연 강판은, 오벌리제이션 (ovalization) 을 피하기 위해 570℃ 미만 그리고 바람직하게는 스케일 형성을 피하기 위해 550℃ 미만의 코일링 온도에서 코일링된다. 이러한 코일링 온도에 대한 바람직한 범위는 350℃ 내지 550℃ 이다. 그리고, 코일링된 열간 압연 강판은 선택적인 열간 밴드 어닐링을 거치기 전에 실온으로 냉각될 수 있다.

[0042] 열간 압연 강판은 선택적인 열간 밴드 어닐링 전에 열간 압연 동안 형성된 스케일을 제거하기 위해 선택적인 스케일 제거 단계를 거칠 수 있다. 그리고, 열간 압연 강판은 12 시간 이상 96 시간 이하 동안 400℃ 내지 750℃ 의 온도에서 선택적인 열간 밴드 어닐링을 거칠 수 있고, 온도는 열간 압연 조직의 부분적인 변태를 방지하여 미세조직의 균일성 상실을 피하도록 750 ℃ 미만으로 유지된다. 그 후, 이러한 열간 압연 강판의 선택적인 스케일 제거 단계가 예를 들어 그 강판의 산세를 통해 수행될 수 있다. 이 열간 압연 강판은 냉간 압연을 거쳐, 35 내지 90% 두께 감소된 냉간 압연 강판을 획득한다. 그리고, 냉간 압연 프로세스로부터 획득된 냉간 압연 강판은 본 발명의 강에 미세조직 및 기계적 특성을 부여하기 위해 어닐링을 거친다.

[0043] 어닐링에서, 냉간 압연 강판은 Ac1 + 30 ℃ 내지 Ac3 의 소킹 온도에 도달하도록 2 단계의 가열을 거치고, 본 발명의 강에 있어서 Ac1 과 Ac3 는 다음 식을 사용하여 계산되며:

$$Ac1 = 723 - 10.7[Mn] - 16[Ni] + 29.1[Si] + 16.9[Cr] + 6.38[W] + 290[As]$$

$$Ac3 = 910 - 203[C]^{(1/2)} - 15.2[Ni] + 44.7[Si] + 104[V] + 31.5[Mo] + 13.1[W] - 30[Mn] - 11[Cr] - 20[Cu] + 700[P] + 400[Al] + 120[As] + 400[Ti]$$

[0044]

[0045] 원소 함량은 중량 백분율로 표시된다.

[0046] 단계 1 에서, 냉간 압연 강판은 10 ℃/s 내지 40 ℃/s 의 가열 속도로 550℃ 내지 650℃ 의 온도 범위까지 가열된다. 그 후, 후속 가열 단계 2 에서, 냉간 압연 강판은 1 ℃/s 내지 5 ℃/s 의 가열 속도로 어닐링의 소킹 온도까지 가열된다.

[0047] 그 다음, 냉간 압연 강판은 강하게 가공경화된 초기 조직의 오스테나이트 미세조직으로의 적어도 30% 변태를 보장하기 위해 10 내지 500 초 동안 소킹 온도에 유지된다. 이어서, 냉간 압연 강판은 2 단계 냉각으로 과시효 유지 온도까지 냉각된다. 냉각 단계 1 에서, 냉간 압연 강판은 5 ℃/s 미만의 냉각 속도로 600℃ 내지 720℃ 의 온도 범위로 냉각된다. 이 냉각 단계 1 동안, 본 발명의 페라이트 매트릭스가 형성된다. 그 후, 후속 냉각 단계 2 에서, 냉간 압연 강판은 10 ℃/s 내지 100 ℃/s 의 냉각 속도로 250℃ 내지 470℃ 의 과시효 온도 범위로 냉각된다. 그 다음, 냉간 압연 강판은 5 내지 500 초 동안 과시효 온도 범위에서 유지된다. 그 다음, 냉간 압연 강판의 코팅을 용이하게 하기 위해 냉간 압연 강판은 420℃ 내지 480℃의 코팅 용 온도 범위의 온도로 된다. 그 다음, 냉간 압연 강판은 전기아연도금, JVD, PVD, 용융 도금 (GI/GA) 등과 같은 임의의 공지된 산업적 프로세스에 의해 코팅된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0048] 예

[0049] 여기에서 제시되는 이하의 테스트, 예, 비유적 예시 및 표는 완전히 비제한적이며, 단지 예시 목적으로 간주되어야 하고, 본 발명의 유리한 특징을 보여줄 것이다.

[0050] 표 1 에 기재된 상이한 조성의 강으로부터 표 2 에 기재된 프로세스 파라미터에 따라 강판이 각각 제조된다. 그리고, 표 3 은 시도 동안 획득된 강판의 미세조직을 보여주며, 표 4 는 획득된 특성의 평가 결과를 보여준다.

다.

표 1

샘플 강	C	Mn	Si	P	S	Al	N	존재하는 다른 원소
I1	0.148	1.54	0.707	0.014	0.0027	0	0.0045	-
I2	0.148	1.54	0.707	0.014	0.0027	0	0.0045	-
I3	0.148	1.54	0.707	0.014	0.0027	0	0.0045	-
I4	0.131	1.47	0.677	0.014	0.0022	0.003	0.0053	-
R1	0.148	1.52	0.698	0.013	0.0027	0	0.0044	-
R2	0.148	1.52	0.698	0.013	0.0027	0	0.0044	-
R3	0.148	1.52	0.698	0.013	0.0027	0	0.0044	-
R4	0.114	1.62	0.293	0.027	0.0028	0.031	0.005	Ni 0.025, Cr 0.345

I = 본 발명에 따름; R = 참조; 밑줄 친 값: 본 발명에 따르지 않음.

표 2

표 2 는 표 1 의 강에 시행된 어닐링 프로세스 파라미터를 보여준다. 강 조성 I1 내지 I4 는 본 발명에 따른 강판의 제조에 사용된다. 이 표는 또한 표에서 R1 내지 R4 로 지정된 참조 강을 보여준다. 표 2 는 Ac1 및 Ac3 의 목록도 또한 보여준다. 이 Ac1 및 Ac3 은 본 발명의 강 및 참조 강에 대해 다음과 같이 정의되며:

$$Ac1 = 723 - 10.7[Mn] - 16[Ni] + 29.1[Si] + 16.9[Cr] + 6.38[W] + 290[As]$$

$$Ac3 = 910 - 203[C]^{1/2} - 15.2[Ni] + 44.7[Si] + 104[V] + 31.5[Mo] + 13.1[W] - 30[Mn] - 11[Cr] - 20[Cu] + 700[P] + 400[Al] + 120[As] + 400[Ti]$$

원소 함량은 중량 백분율로 표시된다.

모든 강판은 열간 압연 후 34 °C/s 의 냉각 속도로 냉각되었고, 코팅 전에 최종적으로 460°C 의 온도로 되었다.

[0058] 표 2 단 다음과 같다:

강 샘플	재가열 T(°C)	HR 마무리 T(°C)	HR 코일링 T(°C)	CR 압하 (%)	어닐링 전 고속 가열의 가열 속도 (°C/s)	고속 가열 정지 온도	어닐링 전 저속 가열 속도	어닐링의 소킹 온도	어닐링을 위한 소킹 시간	어닐링 후 저속 냉각 속도
I1	1200	860	520	65	10	600	1.2	770	238	0.5
I2	1200	860	520	65	22	600	2.6	770	110	1
I3	1200	860	520	65	22	600	2.6	770	110	1
I4	1200	850	500	65	22	600	2.6	770	110	1
R1	1200	850	500	65	14	600	1.3	740	179	0.4
R2	1200	850	500	65	16	700	1.6	770	179	1.1
R3	1200	850	500	65	14	600	1.6	770	293	30
R4	1200	920	585	65	10	600	1.2	770	238	0.5

강 샘플	저속 냉각 정지 온도 (°C/s)	고속 냉각 속도 (°C/s)	고속 냉각 정지 온도 (°C)	유지 온도 (°C)	유지 온도 (s)	Ac1 (°C)
I1	700	23	350	350	143	727
I2	700	50	400	400	66	727
I3	700	75	250	250	66	727
I4	700	58	350	350	66	727
R1	700	31	400	400	107	727
R2	650	26	400	400	107	727
R3	-	30	475	475	107	727
R4	700	27	350	350	143	720

I = 본 발명에 따름; R = 참조; 밑줄 친 값: 본 발명에 따르지 않음.

[0059]

[0060] 표 3

[0061] 표 3 은 본 발명의 강 및 참조 강 모두의 미세조직을 결정하기 위한 주사 전자 현미경과 같은 상이한 현미경에
서 표준에 따라 실시된 테스트의 결과를 예시한다.

[0062] 결과는 다음과 같다:

샘플 강	페라이트 (%)	베이나이트 (%)	잔류 오스테나이트 (%)	마텐자이트 (%)	페라이트 + 베이나이트 (%)
I1	59	30	7	4	89
I2	63	29	6	2	92
I3	60	28	7	5	88
I4	73	18	8	1	91
R1	72	23	5	<u>0</u>	<u>95</u>
R2	63	30	7	<u>0</u>	<u>93</u>
R3	60	<u>37</u>	3	<u>0</u>	<u>97</u>
R4	62	<u>33</u>	5	<u>0</u>	<u>95</u>

[0063] I = 본 발명에 따름; R = 참조; 밑줄 친 값: 본 발명에 따르지 않음.

[0064] 표 4

[0065] 표 4 는 본 발명의 강 및 참조 강 모두의 기계적 특성을 예시한다. 인장 강도, 항복 강도 및 총 연신율을 결정하기 위해, JIS Z2241 표준에 따라 인장 테스트가 수행된다.

[0066] 표준에 따라 수행된 다양한 기계적 테스트 결과가 수집된다.

[0067] 표 4

샘플 강	인장 강도 (MPa)	YS (MPa)	YS/TS	총 연신율 (%)
I1	650	349	0.54	30.1
I2	661	341	0.52	29.3
I3	691	325	0.47	26.4
I4	640	329	0.51	29.8
R1	<u>595</u>	340	0.57	<u>25.3</u>
R2	<u>619</u>	359	0.58	<u>24.4</u>
R3	<u>603</u>	372	0.62	<u>23.8</u>
R4	<u>622</u>	343	0.55	<u>22.5</u>

[0068] I = 본 발명에 따름; R = 참조; 밑줄 친 값: 본 발명에 따르지 않음.