



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년10월11일
(11) 등록번호 10-2030815
(24) 등록일자 2019년10월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 38/04 (2006.01) C22C 38/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 38/04 (2013.01)
C22C 38/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0177216
(22) 출원일자 2017년12월21일
심사청구일자 2017년12월21일
(65) 공개번호 10-2018-0078146
(43) 공개일자 2018년07월09일
(30) 우선권주장
1020160180900 2016년12월28일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
CN106086653 A*
KR1020130050138 A*
KR1020160117543 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
이영국
서울특별시 서초구 방배로45길 27 11동 304호 (방배동, 삼호아파트)
한정호
인천광역시 연수구 신송로6번길 7 송도 성지리벨루스 109동 702호
남재훈
서울특별시 서대문구 연희로10길 43-4 303호 (연희동)
(74) 대리인
김인철

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 윤여분

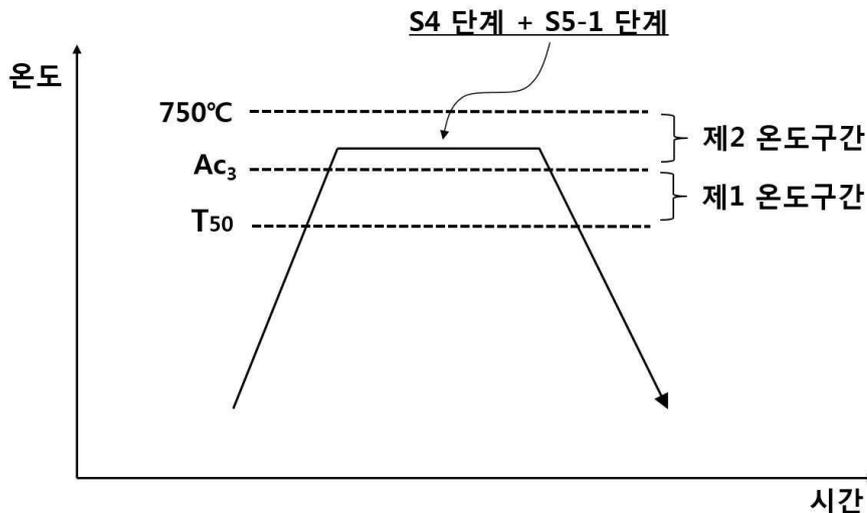
(54) 발명의 명칭 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재와 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 망간(Mn): 3-10 중량%, 탄소(C): 0.05-0.3 중량% 및 규소(Si): 0.1-1.0 중량%의 성분을 함유하고, 잔부인 철(Fe)과 불가피하게 함유되는 불순물로 조성되는 것을 특징으로 하는 온간성형용 고강도 중망간강에 관한 것이다.

본 발명은 기존 열간성형(hot stamping) 공정의 높은 열에너지 소비를 중망간강의 낮은 오스테나이트 온도에서 열처리를 함으로써 열에너지를 감소시키는 효과가 있다. 또한, 추가적인 템퍼링(tempering) 공정이 불필요하고, 금형 내에서 빠른 속도로 냉각시키지 않고, 금형 밖에서 공냉과 같은 서냉만으로도 고강도를 얻으므로 공정이 간소화되고 생산성이 향상되는 효과가 있다.

대표도 - 도7



명세서

청구범위

청구항 1

망간(Mn): 3-10 중량%, 탄소(C): 0.05-0.3 중량% 및 규소(Si): 0.1-1.0 중량%의 성분을 함유하고, 잔부인 철(Fe)과 불가피한 불순물을 함유하는 조성 또는 상기 조성에 니오븀(Nb): 0.001-0.1 중량%의 성분이 더 함유된 조성으로서,

Ac₃온도 초과 ~ 750℃ 미만의 온도구간에서 오스테나이징 공정을 거친 후, 마르텐사이트의 부피 분율이 90% 이상인 것을 특징으로 하는 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재.

청구항 2

삭제

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 중망간강에 알루미늄(Al)이 0.001-5.0 중량% 더 함유된 것을 특징으로 하는 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 중망간강에 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 니켈(Ni) 및 티타늄(Ti)으로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상이 0.001-2.0 중량% 더 함유된 것을 특징으로 하는 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

열간압연 공정을 거친 후, 미세조직은 템퍼드 마르텐사이트 및 베이나이트의 2상 또는 템퍼드 마르텐사이트, 베이나이트 및 페라이트의 3상으로 이루어지며, 상기 3상인 때에는 페라이트의 부피 분율은 10% 이하(0% 불포함)인 것을 특징으로 하는 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 성형부재의 항복강도는 1.0 GPa 이상이고, 인장강도는 1.5 GPa 이상인 것을 특징으로 하는 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재.

청구항 9

망간(Mn): 3-10 중량%, 탄소(C): 0.05-0.3 중량% 및 규소(Si): 0.1-1.0 중량%의 성분을 함유하고, 잔부인 철(Fe)과 불가피한 불순물을 함유하는 조성 또는 상기 조성에 니오븀(Nb): 0.001-0.1 중량%의 성분이 더 함유된 조성을 갖는 열연강판 또는 냉연강판을 준비하는 S3 단계; 및

Ac₃온도 초과 ~ 750℃ 미만의 온도구간에서 상기 열연강판 또는 상기 냉연강판을 가열한 후 소정 시간을 유지하면서 오스테나이징이 수행되는 S4 단계가 포함하는 것을 특징으로 하는 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 제조방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서, S3 단계 전에,

상기 조성을 갖는 중망간강 슬래브를 오스테나이트 단상영역의 온도구간인 1000-1200℃에서 소정 시간 재가열을 하고, Ac₃ 온도 이상 1000℃ 이하에서 열간 마무리 압연을 실시한 후, Ms온도 ~ Ac₃ 온도에서 권취하여 열연강판을 제조하는 S1 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 제조방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서, S1 단계 후 S3 단계 전에,

상온에서 냉간압연을 실시하여 냉연 강판을 제조하는 S2 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 제조방법.

청구항 12

청구항 10 또는 청구항 11에 있어서, S3 단계 전에,

상기 열연강판 또는 상기 냉연강판을 소둔하는 S3-1 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 제조방법.

청구항 13

청구항 9에 있어서,

상기 오스테나이징 후 S4 단계의 온도구간에서 온간성형을 수행하는 S5-1 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 제조방법.

청구항 14

청구항 9에 있어서,

상기 오스테나이징 후, 오스테나이징 온도보다 10-300℃ 낮은 온도에서 온간성형을 수행하는 S5-2 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 제조방법.

청구항 15

청구항 13 또는 청구항 14에 있어서,

상기 온간성형 온도까지 1-100℃/초로 승온하고, 10-1000초 유지한 후에 프레스 성형하고, 이어 1-30℃/초의 속도로 서냉하는 것을 특징으로 하는 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 제조방법.

청구항 16

청구항 15에 있어서,

온간성형 후 서냉을 하여 마르텐사이트 조직을 얻는 것을 특징으로 하는 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 고강도 중망간강에 관한 것이다. 구체적으로는 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재와 그 제조방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 최근 대기오염과 같은 환경문제가 대두되면서, 자동차의 연비 효율을 높이기 위한 많은 방법이 제기되고 있다. 특히 자동차의 경량화가 중요한 부분으로 부각되면서 높은 성형성 뿐만 아니라 높은 강도를 가지는 고강도 강판이 요구되고 있다.
- [0003] 또한, 범퍼 보강재 혹은 도어내의 충격 흡수재와 같은 자동차 부품은 승객 안전과 직접적으로 관계되는 부품이기 때문에, 인장강도 980 MPa 이상의 초고강도 강판이 사용되고 있고, 고강도와 더불어 높은 연신율을 가져야 한다. 이러한 부품도 마찬가지로 높은 강도의 강을 사용하는 비율이 증가함에 따라 고강도 강의 상업화에 대한 연구가 증가하고 있다.
- [0004] 이러한 사회적 요구에 따라 고강도강을 손쉽게 성형할 수 있는 방법에 대한 연구가 진행되었다. 이러한 종래 기술로서 한국 등록특허 제10-0765723호에 제시된 열간성형(hot stamping)공정이 있다. 본 종래기술은 고온의 오스테나이트 단상역에서 열처리 및 프레스 성형을 행한 후, 금형에 의한 빠른 급냉을 실시함으로써 최종 제품에서 초고강도 냉연강판을 얻는 제조방법이 제시되어 있다.
- [0005] 하지만, 종래 기술인 열간성형(hot stamping) 공정은 여러 문제점을 내포하고 있다. 먼저, 900℃ 이상의 고온의 성형 때문에 열 에너지 소비가 큰 문제점이 있다. 다음으로, 보론 첨가강은 성형 후 급냉을 하지 않으면 단단한 마르텐사이트 조직을 얻을 수 없다. 그래서, 성형이 끝났음에도 불구하고, 금형 안에 물을 흘려서 금형 안에 그대로 시편을 유지한 채 빠른 속도로 냉각시킨다. 이것은 공정의 생산성을 저하 시킬 뿐 아니라, 금형 표면이 가열 및 냉각이 반복되어 열피로 때문에 금형의 수명이 줄어드는 문제점을 발생시킨다.
- [0006] 이러한 문제점을 개선하기 위한 종래기술로서, 한국 공개특허공보 10-2013-0050138호가 있다. 본 종래 기술에는 Ac_1 - Ac_3 의 이상영역(dual-phase) 온도범위까지 가열하고, 가열 후 온도를 유지 및 성형이 포함된 온간프레스(warm press) 공정이 제시되어 있다. 그러나 이상영역의 낮은 성형온도로 인해 최종 제품의 물성이 기존 열간성형(hot stamping)강에 준하는 물성에 도달하지 못하는 문제점이 있다. 또한, 항복강도(yield strength)는 자동차 차체 부재의 중요한 물성이지만, 본 종래 기술에서는 논의되고 있지 않다. 따라서, 열간성형(hot stamping)의 대체 공정으로는 한계가 있다고 판단된다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) (문헌 1) 한국 등록특허 제10-0765723호 (2007.10.02)
- (특허문헌 0002) (문헌 2) 한국 공개특허 제10-2013-0050138호 (2013.05.15)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재와 그 제조방법은 다음과 같은 해결과제를 가진다.
- [0009] 첫째, 기존 열간성형(hot stamping)용 보론 첨가강의 단점인 고온의 성형 온도를 낮추고자 한다.
- [0010] 둘째, 공정들을 간소화하는 새로운 철계 온간성형(warm stamping)용 합금의 미량 합금원소 첨가 중망간강의 조성물과 함량을 제시하고자 한다.
- [0011] 셋째, 성형 후 금형 내에서 냉각하는 것이 아니라, 금형 밖에서 공기중에 서냉한다.
- [0012] 본 발명의 해결과제는 이상에서 언급한 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해되어 질 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재는 망간(Mn): 3-10 중량%, 탄소(C): 0.05-0.3 중량% 및 규소(Si): 0.1-1.0 중량%의 성분을 함유하고, 잔부인 철(Fe)과 불가피하게 함유되는 불순물로 조성되는 것이 바람

직하다.

- [0014] 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재에 있어서, 상기 중망간강에 니오븀(Nb): 0.001-0.1 중량%의 성분이 더 함유된 것이 바람직하다.
- [0015] 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재에 있어서, 상기 중망간강에 알루미늄(Al)이 0.001-5.0 중량% 더 함유된 것이 바람직하다.
- [0016] 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재에 있어서, 상기 중망간강에 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 니켈(Ni) 및 티타늄(Ti)으로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상이 0.001-2.0 중량% 더 함유된 것이 바람직하다.
- [0017] 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재는 망간(Mn): 3-10 중량%, 탄소(C): 0.05-0.3 중량% 및 규소(Si): 0.1-1.0 중량%의 성분을 함유하고, 잔부인 철(Fe)과 불가피한 불순물을 함유하는 조성 또는 상기 조성에 니오븀(Nb): 0.001-0.1 중량%의 성분이 더 함유된 조성으로서, 열간압연 공정을 거친 후, 미세조직은 템퍼드 마르텐사이트 및 베이나이트의 2상 또는 템퍼드 마르텐사이트, 베이나이트 및 페라이트의 3상으로 이루어지며, 상기 3상인 때에는 페라이트의 부피 분율은 10% 이하(0% 불포함)인 것이 바람직하다.
- [0018] 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재는 망간(Mn): 3-10 중량%, 탄소(C): 0.05-0.3 중량% 및 규소(Si): 0.1-1.0 중량%의 성분을 함유하고, 잔부인 철(Fe)과 불가피한 불순물을 함유하는 조성 또는 상기 조성에 니오븀(Nb): 0.001-0.1 중량%의 성분이 더 함유된 조성으로서, Ac_1 - Ac_3 이상영역에서 페라이트 및 오스테나이트가 1:1이 되는 온도(T_{50})에서 Ac_3 온도까지의 제1 온도구간에서 오스테나이트화 공정을 거친 후, 템퍼드 마르텐사이트, 베이나이트 및 페라이트의 부피 분율 합이 50% 이상인 것이 바람직하다.
- [0019] 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재는 망간(Mn): 3-10 중량%, 탄소(C): 0.05-0.3 중량% 및 규소(Si): 0.1-1.0 중량%의 성분을 함유하고, 잔부인 철(Fe)과 불가피한 불순물을 함유하는 조성 또는 상기 조성에 니오븀(Nb): 0.001-0.1 중량%의 성분이 더 함유된 조성으로서, Ac_3 온도 초과 ~ 750℃ 미만의 제2 온도구간에서 오스테나이트화 공정을 거친 후, 마르텐사이트의 부피 분율이 90% 이상인 것을 것이 바람직하다.
- [0020] 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 항복강도는 1.0 GPa 이상이고, 인장강도는 1.5 GPa 이상인 것이 바람직하다.
- [0021] 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 제조방법은 망간(Mn): 3-10 중량%, 탄소(C): 0.05-0.3 중량% 및 규소(Si): 0.1-1.0 중량%의 성분을 함유하고, 잔부인 철(Fe)과 불가피한 불순물을 함유하는 조성 또는 상기 조성에 니오븀(Nb): 0.001-0.1 중량%의 성분이 더 함유된 조성을 갖는 열연강판 또는 냉연강판을 준비하는 S3 단계; 및 Ac_1 - Ac_3 이상영역에서 페라이트 및 오스테나이트가 1:1이 되는 온도(T_{50})에서 Ac_3 온도까지의 제1 온도구간 또는 Ac_3 온도 초과 ~ 750℃ 미만의 제2 온도구간에서 상기 열연강판 또는 상기 냉연강판을 가열한 후 소정 시간을 유지하면서 오스테나이트화가 수행되는 S4 단계가 포함하는 것이 바람직하다.
- [0022] 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 제조방법에 있어서, S3 단계 전에, 상기 조성을 갖는 중망간강 슬래브를 오스테나이트 단상영역의 온도구간인 1000-1200℃에서 소정시간 재가열을 하고, Ac_3 온도 이상 1000℃ 이하에서 열간 마무리압연을 실시한 후, Ms 온도 ~ Ac_3 온도에서 권취하여 열연강판을 제조하는 S1 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0023] 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 제조방법에 있어서, S1 단계 후 S3 단계 전에, 상온에서 냉간압연을 실시하여 냉연 강판을 제조하는 S2 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0024] 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 제조방법에 있어서, S3 단계 전에, 상기 열연강판 또는 상기 냉연강판을 소둔하는 S3-1 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0025] 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 제조방법은 상기 오스테나이트화 후 S4 단계의 온도구간에서 온간성형을 수행하는 S5-1 단계를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0026] 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 제조방법은 상기 오스테나이트화 후, 오스테나이트화 온도보다 10-300℃ 낮은 온도에서 온간성형을 수행하는 S5-2 단계를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0027] 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 제조방법은 상기 온간성형 온도까지 1-100℃/초로 승온하고, 10-1000초 유지한 후에 프레스 성형하고, 이어 1-30℃/초의 속도로 서냉하는 것이 바람직하다.

[0028] 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 제조방법은 온간성형 후 서냉을 하여 마르텐사이트 조직을 얻는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0029] 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재와 그 제조방법은 다음과 같은 효과를 가진다.
- [0030] 첫째, 기존 열간성형(hot stamping)용 보론 첨가강과 비교할 때, 낮은 함량인 3-10 중량%의 망간(Mn) 와 0.05-0.3 중량%의 탄소(C)의 중망간강으로 대체하는 효과가 있다. 나아가, 미량의 Nb가 첨가하여, 추가적으로 강도를 향상시키는 효과가 있다.
- [0031] 둘째, 기존 열간성형(hot stamping) 공정의 높은 열에너지 소비를 중망간강의 낮은 오스테나이트 온도에서 열처리를 함으로써 열에너지를 감소시키는 효과가 있다.
- [0032] 셋째, 금형 내에서 빠른 속도로 냉각시키지 않고, 금형 밖에서 공냉과 같은 서냉만으로도 고강도를 얻으므로 공정이 간소화되고 생산성이 향상되는 효과가 있다.
- [0033] 본 발명의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해되어 질 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0034] 도 1은 본 발명에 따른 실시예 1의 시편의 냉연 후 열처리 온도에 따른 인장 성질을 나타내는 그래프이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 실시예 1의 시편의 냉연소둔 후 열처리 온도에 따른 인장 성질을 나타내는 그래프이다.
- 도 3는 본 발명에 따른 실시예 2의 시편의 냉연 후 열처리 온도에 따른 인장 성질을 나타내는 그래프이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 실시예 1의 열간 압연 및 권취 공정 후 서냉 시 형성된 템퍼드 마르텐사이트의 미세조직을 나타내는 사진이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 실시예 1의 열간압연 후 권취 공정 유무에 따른 경도 값을 나타내는 그래프이다.
- 도 6은 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 일 제조방법을 나타낸다.
- 도 7 내지 도 10은 본 발명에 따른 오스테나이트과 온간성형의 여러 실시예를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0035] 이하, 첨부한 도면을 참조하여, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 설명한다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 이해할 수 있는 바와 같이, 후술하는 실시예는 본 발명의 개념과 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 형태로 변형될 수 있다. 가능한 한 동일하거나 유사한 부분은 도면에서 동일한 도면부호를 사용하여 나타낸다.
- [0036] 본 명세서에서 사용되는 전문용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지는 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다.
- [0037] 본 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.
- [0038] 본 명세서에서 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는 한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0039] 본 명세서에서는 조성물의 함량을 중량%를 사용하여 설명한다.
- [0040] 본 명세서에서는 기존 열간성형(hot stamping) 공정을 대체하는 (1) 중망간강 합금 설계와 (2) 제조 방법을 제공한다. 이하, 본 발명을 상세하게 설명한다.

- [0042] (1) 중량간계 합금 설계
- [0043] 본 발명의 합금은, Mn: 3-10 중량%, C: 0.05-0.3 중량%, Si: 0.1-0.5 중량%을 포함하고 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되는 것이다. 본 발명의 추가적인 강도 향상을 위해 소량의 미량 합금원소인 Nb를 0.001-0.1 중량% 포함한다. 상기 강관은 추가적으로 Cr, Mo, Ni, Al, Ti으로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상이 0.001-5.0 중량% 포함될 수 있다.
- [0044] 이하, 상기한 강의 화학성분 범위의 한정 이유에 대하여 설명한다.
- [0046] 망간(Mn) : 3-10 중량%
- [0047] 3-10 중량% Mn 함량을 통해 고온에서 오스테나이트(austenite)의 안정성을 향상 시켜, 냉각 중 페라이트(ferrite) 변태를 억제하여, 서냉에서도 마르텐사이트(martensite) 조직을 얻을 수 있다. 또한, 이상(dual-phase) 영역 온도를 낮춤으로 프레스 성형 온도를 낮출 수 있다.
- [0048] 만약 Mn 함량이 3 중량% 미만이면, 오스테나이트 안정성이 떨어져서, 열간 압연 이후 냉각 도중 페라이트가 생성되어, 상온에서 마르텐사이트-페라이트 이상 조직을 나타낼 수 있다. 반면, Mn 함량이 10 중량%를 초과하면, 원재료비 및 제조비용의 증가를 가져올 뿐만 아니라 용접성이 저하되고 다량의 계재물인 황화망간(MnS)이 형성되는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 본 발명에서는 Mn 함량을 3-10 중량%로 제한하는 것이 바람직하다.
- [0050] 탄소(C) : 0.05-0.3 중량%
- [0051] 0.05-0.3 중량%의 C 함량을 통해 고온에서 오스테나이트의 안정성을 확보할 수 있고, 상온에서 마르텐사이트 내부에 고용되어 강도를 향상시킬 수 있다.
- [0052] 만약 C 함량이 0.05 중량% 미만이면, 오스테나이트의 안정성이 떨어져 냉각 도중 페라이트가 생성될 가능성이 있고, 마르텐사이트 내부 고용 C 함량이 적어져 강도가 낮아질 수 있다. 반면 만약 C 함량이 0.3 중량%를 초과하면, 열간압연 후 냉간압연성이 떨어져 강도가 미달될 가능성이 있고, 용접성이 저하될 수 있다. 따라서 본 발명에서는 C 함량을 0.05-0.3 중량%로 제한하는 것이 바람직하다.
- [0054] 규소(Si) : 0.1-1.0 중량%
- [0055] Si은 페라이트 안정화 원소이기는 하나, 고온에서의 오스테나이트 경화능을 높여 냉각 중 페라이트 변태를 억제한다. 뿐만 아니라, 냉각 중 탄화물 생성을 억제하며 페라이트-오스테나이트 이상 구간에서 오스테나이트로의 C 편석을 가속시키는 역할도 한다.
- [0056] 만약 Si이 0.1 중량% 미만이면, Si의 고용강화 효과가 줄어들고, 오스테나이트로의 탄소의 확산이 어려워진다. 반면 Si 함량이 1.0 중량%을 초과하면, 원재료비 및 제조비용의 증가, 연속주조, 용접 및 도금의 어려움 등의 문제를 일으킬 수 있다. 따라서 본 발명에서는 Si 함량을 0.1-1.0 중량% 로 제한하는 것이 바람직하다.
- [0058] 니오븀(Nb) : 0.001-0.1 중량%
- [0059] Nb는 고용효과 및 고용탄소를 석출시켜 강관의 강도 상승, 결정립 미세화 및 열처리 특성을 향상시키는 원소이다. 상기 원소의 함량이 0.001 중량% 미만인 경우, 탄화니오븀(NbC) 석출량이 적어 강도 향상효과를 기대하기 힘들다. 상기 원소의 함량이 0.1 중량%를 초과하게 되면, 과도한 제조 비용이 상승하게 된다. 따라서 그 함량을 0.001-0.1 중량%로 제한하는 것이 바람직하다.
- [0061] 알루미늄(Al): 0.001-5.0 중량%
- [0062] Al은 탈산 작용을 하여 강의 청정성 향상 및 탄화물 생성 억제원소로서 첨가한다. 첨가량이 증가함에 따라 이상 영역이 확장되어 균일한 열처리를 할 수 있으나, 5.0 중량%을 초과하면 이상역 온도가 상승하게 되어, 본 발명의 낮은 오스테나이트 온도다 다시 상승하는 문제가 있고, 페라이트의 안정성이 높아져 성형 후 상온에서 페라이트가 존재할 수 있다. 또한, 강관의 도금성 저하되어 제조비용이 상승하게 된다. 따라서, 본 발명에서는 Al 함량을 0.001-5.0 중량%로 제한하는 것이 바람직하다.
- [0064] 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 티타늄(Ti) 및 니켈(Ni) 중 1종 이상 함: 0.001-2.0 중량%
- [0065] Cr, Mo, Ti 및 Ni는 경화능 및 석출강화 효과로, 고강도를 더욱 확보할 수 있는 효과가 큰 원소들이다. 0.001 중량% 미만에서는 충분한 경화능 및 석출강화 효과를 기대하기 어렵고, 2.0 중량% 초과하게 되면 제조비용이 상승한다. 따라서 본 발명에서는 그 함량을 0.001-2.0 중량%로 제한하는 것이 바람직하다.

- [0067] (2) 제조 방법
- [0068] 온간성형(Warm stamping) 용 니오븀(Nb) 첨가 중망간강 제조 방법은 열간압연(hot rolling) 및 냉간압연(cold rolling) 조건, 블랭크(blank) 형성 단계, 블랭크 가열 및 성형 단계, 블랭크 냉각 단계를 포함한다.
- [0070] ① 열간압연 및 냉간압연 조건
- [0071] 본 발명의 상기 조성 합금을 용해 이후, 강 내 균일한 합금원소 분포를 위하여 주조된 괴를 1000~1400℃에서 12시간 균질화를 실시한다. 상기 가열온도가 1000℃ 미만이면, 연주 조직의 균질화가 충분히 확보되지 않는다. 1400℃를 초과하면, 제조비용의 상승이 발생한다.
- [0072] 이후, 오스테나이트 단상영역인 1000~1200℃에서 1시간동안 재가열을 실시한다. 가열시 변태 임계온도인 Ac_3 온도 이상 1000℃ 이하에서 열간 마무리압연을 실시한다. 이후, Ac_3 이하 Ms 온도(마르텐사이트 생성 시작온도) 이상에서 권취하고 서냉한다.
- [0073] 서냉 시, Ms 온도를 지나면서 오스테나이트가 마르텐사이트 변태를 시작한다. 이때, 마르텐사이트는 bct(body centered tetragonal) 결정구조로 전위가 내부에 많이 형성되며 탄소 확산이 빨라진다. 따라서, 서냉 시 마르텐사이트 내부에 시멘타이트(cementite)가 석출된다. 상온에서 최종 미세조직은 템퍼드 마르텐사이트(tempered martensite) 및 베이나이트(bainite)의 2상, 또는 템퍼드 마르텐사이트(tempered martensite) 및 베이나이트(bainite), 페라이트(ferrite)의 3상으로 이루어지며, 상기 3상인 때에는 페라이트의 부피 분율은 10% 이하(0% 불포함)가 바람직하다. 상기 3상인 경우의 조직사진과 경도 실험 결과는 도 4에 나타내었다.
- [0074] 오스테나이트 열처리 시, Ac_3 이하 온도에서는 페라이트가 잔류하게 되어, 최종 상온 강도가 저하된다. 상기 과정을 통해, 열연강관의 강도를 낮추어 냉간압연성을 향상시킬 수 있다.
- [0075] 이후, 상기 열간 압연관은 추가적으로 상온에서 냉간 압연을 실시하여 냉간 압연 강관을 제조할 수 있다. 이어서 냉연강관은 550~750℃에서 1분~5분 소둔(annealing) 열처리가 포함될 수 있다.
- [0077] ② 블랭크 형성 단계
- [0078] 블랭크 형성 단계에서는 상기 강관을 재단하여 블랭크를 형성한다. 이러한 블랭크는 금형형상에 맞게 설계된다.
- [0080] ③ 블랭크 가열 (Austenitizing, 오스테나이트화) 및 성형 단계
- [0081] 블랭크 가열 단계에서는 블랭크를 열처리 Ac_1 - Ac_3 이상(dual-phase) 영역에서 페라이트 및 오스테나이트가 1:1이 되는 온도(T_{50})에서 Ac_3 온도까지의 이상영역 온도 구간을 본 발명에서는 '제1 온도구간'이라고 한다. 또한, Ac_3 온도 초과 ~ 750℃ 미만의 온도구간을 본 발명에서는 '제2 온도구간'이라고 한다. 제1 온도구간 또는 제2 온도구간에서 가열 후 약 1~15분 유지한다. 상기 공정을 오스테나이트화(austenitizing) 공정이라고 명명한다(도 7 내지 도 10 참조)
- [0082] 열처리 온도가 종래 한국 공개특허 제10-2013-0050138호에서는 Ac_1 - Ac_3 이상영역 온도로 제안하였는데, 상기 발명에서는 낮은 성형온도이지만 열간성형(hot stamping) 강에 준하는 강도가 확보되지 못하였다. 그 이유를 살펴보면, 알루미늄(Al)을 필수적으로 함유하는 등 상기 발명의 조성물 및 함량으로는 상기 열처리 온도에서 충분한 오스테나이트가 생성되지 않아서, 성형 후 냉각 중에 충분한 마르텐사이트가 생성되지 않으므로, 목표 강도 확보가 곤란하였다고 판단된다.
- [0083] 따라서, 본 발명에서는 Ac_1 - Ac_3 이상영역에서 페라이트 및 오스테나이트의 부피분율이 1:1이 되는 온도(T_{50})부터 Ac_3 온도까지의 제1 온도구간에서는 높은 연신율을 갖는 고강도강을 목적으로 하고, Ac_3 온도 초과 ~ 750℃ 미만의 제2 온도구간은 초고강도를 목적으로 하는 오스테나이트화 온도 범위로 지정하였다.
- [0084] 제2 온도구간의 경우, Ac_3 온도보다 낮으면 최종 미세조직에 페라이트가 존재하여 항복강도가 낮게 된다. 750℃가 되는 온도를 초과하면, 역변태한 오스테나이트가 조대화되어 강도가 낮아질 우려가 있으며, 열간성형의 오스테나이트화 온도랑 비슷해진다. 따라서, 제조비용이 다시 상승하게 된다.
- [0085] 오스테나이트화 공정 후, 가열된 강관을 금형으로 이송하여 오스테나이트화 온도보다 10~300℃ 낮은 온도에서 온간 성형을 한다. 금형으로 이송 시, 가열된 강관의 온도가 10℃ 이상으로 떨어지는 것은 불가피하며, 300℃ 이상 떨어지면 강관의 항복강도가 높아져 성형 시 금형에 큰 부하가 걸리게 된다. 이는 금형의 수명 및 제조비용의

상승을 야기하게 된다.

[0087] ④ 블랭크 냉각 단계

[0088] 블랭크 냉각 단계에서는 가열된 블랭크를 프레스 금형으로 이송하여 프레스 성형한 후, 성형된 부품을 꺼내 공기 중에서 냉각한다. 기존 열간성형(hot stamping) 공정에서는 마르텐사이트를 얻기 위하여 금형 내 급냉이 필요하다, 발명강은 공냉과 같은 느린 냉각속도에서도 마르텐사이트 조직을 얻을 수 있다.

[0089] 상기 성형된 강판의 미세조직은 마르텐사이트, 베이나이트, 페라이트, 오스테나이트 다상 조직을 나타낸다. 제1 온도구간에서는 마르텐사이트, 베이나이트, 페라이트, 이들의 부피 분율 합이 50% 이상이다. 오스테나이트 부피 분율은 T50일 때, 오스테나이트의 안정성이 높아져 20% 이상이다. 제2 온도구간에서는 마르텐사이트의 부피 분율이 90% 이상인 강판이다.

[0090] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 구체적으로 설명한다.

실시예 1

[0092] 하기 표 1과 같이 조성되는 강 슬라브를 재가열온도 1100-1250℃ 온도범위에서 1시간 가열하고 열간압연을 실시하였다. 이 때, 열간압연은 900-1000℃에서 열간압연을 종료하였으며 상온까지 공냉하였다. 제조한 열연판은 냉간압하율로 55%로 하여 냉연판을 제조하였다.

[0093] 이렇게 제조된 냉연판을 이용하여 온간성형(warm stamping) 공정의 열처리 조건을 모사하여 실시하였다. 열처리 이상영역에서 페라이트 및 오스테나이트가 1:1이 되는 온도(T₅₀)부터 A₃ 온도보다 50℃ 높은 오스테나이트 단상 영역 온도 범위까지 변화해가며 각각 10분 열처리를 진행하고 상온까지 공냉하였다. 이 때, 승온속도는 3℃/초이며 냉각속도는 10℃/초이다.

표 1

[0095]

강종	화 학 성 분 (중량 %)						이상영역온도 (°C)		비고
	C	Mn	Si	Nb	B	기타	A ₁	A ₃	
A	0.15	5.9	0.38	0.05	-	-	610	715	발명강
B	0.16	5.15	0.37	-	-	-	625	735	발명강
C	0.093	7.22	0.49	-	-	-	580	700	발명강
D	0.22	1.29	0.28	-	0.003	Ti: 0.039 Cr: 0.193 Ni: 0.013			비교강 (열간성형용 보론 첨가강)

[0096] 또한, 하기 표 2에서 나타난 바와 같이, 발명강 A-1 내지 A-3은 A₃ 온도보다 약 10-50도 이상인 온도에서 열처리를 진행하였을 때, 우수한 상온 인장물성을 나타낸다. 반면, A₃ 온도보다 낮은 발명강 A-4 내지 A-7은 열간성형(hot stamping) 대체 강으로서 요구되는 항복강도(yield strength) 및 인장강도(T.S; Tensile Strength)가 도달하지 못 하고 있지만, 발명강 A-7은 높은 항복강도 및 연신율(EI; Elongation Index)이 요구되는 부품에 적용될 수 있다. 발명강 A에 대한 각 열처리 온도에 따른 인장곡선은 도 1에 나타낸다.

표 2

[0098]

강종	열처리 온도 (실제 공정 적용 온도)(°C)	항복강도 (MPa)	인장강도 (MPa)	총 연신율 (%)	T.S.*EI. (MPa%)
A-1	770	1040	1680	9.3	15624
A-2	750	1080	1765	9.7	17120
A-3	730	1030	1725	9.1	15697
A-4	710	870	1855	8.9	16509
A-5	690	480	1800	12.1	21780
A-6	670	775	1515	15.1	22876
A-7	650	1180	1200	22.8	27360
D	900	1000	1500	8	12,000

[0099] Nb를 첨가하지 않은 중망간강을 이용한 온간성형(warm stamping) 모사 열처리 후 기계적 물성은 표 3과 표 4에 나타난다. 발명강 B와 C의 경우에도 A₃ 온도 이상에서 오스테나이트 열처리한 경우 우수한 물성을 나타낸다. 발명강 B와 C의 각 열처리 온도에 따른 인장곡선은 도 2와 도 3에 각각 나타난다. 온도에 따른 공냉 후 상온에서의 최종 미세조직의 오스테나이트 분율은 하기 표 5에 나타난다. 온도가 낮아질수록 역변태한 오스테나이트의 안정성이 높아져 잔류 오스테나이트 분율이 증가하였다. A₃ 온도 이상에서 열처리된 발명강 A-3은 잔류 오스테나이트가 존재하지 않으며, 역변태한 오스테나이트가 전부 마르텐사이트로 변태하였음을 나타낸다. 따라서, 상온 항복 및 인장강도가 우수하다.

[0100] 발명강 A와 B를 비교하면, 동일한 열처리 온도에서 발명강 A가 발명강 B보다 연신을 감소 없이 항복 및 인장강도가 상승하였다. 이는 Nb를 첨가하여 고용강화 및 석출강화로 인한 강도가 향상됨을 확인할 수 있다.

표 3

[0102]

강종	열처리 온도 (실제 공정 적용 온도)(°C)	항복강도 (MPa)	인장강도 (MPa)	총 연신율 (%)	T.S.*E1. (MPa%)
B-1	770	1045	1530	9.2	14076
B-2	750	1040	1535	10	15350
B-3	730	1000	1580	9.6	15168
B-4	700	770	1660	4.5	7470
B-5	690	620	1640	11.5	18860
B-6	680	670	1410	13.5	19035
B-7	660	1000	1240	24.5	30380
D	900	1000	1500	8	12,000

표 4

[0104]

강종	열처리 온도 (실제 공정 적용 온도)(°C)	항복강도 (MPa)	인장강도 (MPa)	총 연신율 (%)	T.S.*E1. (MPa%)
C-1	700	1000	1775	10	17,750
C-2	680	1000	1650	12	19,800
C-3	670	600	1580	17	26,860
C-4	650	1020	1400	23	32,200
D	900	1000	1500	8	12,000

표 5

[0106]

강종	잔류 오스테나이트 부피 분율 (%)
A-3	0
A-4	10
A-5	32
A-6	38

실시예 2

[0108] 상기 실시예 1에서 냉간압연된 발명강 A를 추가적으로 소둔 열처리(CA)를 진행하였다. 열처리 조건은 650-750°C 3분으로 온도를 변화해가며 진행하였다. 냉연소둔된 강판은 온간성형(warm stamping) 공정의 열처리 조건을 오스테나이트 온도(T_A) 및 성형 온도(T_S)로 세분화하여 진행하였다. 오스테나이트 온도는 650-750°C 5분, 성형 온도는 650-750°C 1분으로 각각 온도를 변화해가며 진행하였다. 열처리 후 상온까지 공냉하였다. 이 때, 승온속도는 3°C/초이며 냉각속도는 10°C/초이다.

표 6

[0110]

강종	열처리 온도 (°C)			항복강도 (MPa)	인장강도 (MPa)	총 연신율 (%)	
	CA	T _A	T _S				
A-8	750	750	700	1085	1810	11.6	
A-9			650	1070	1820	11.6	
A-10			600	1040	1740	10.2	
A-11			550	1065	1780	11.2	
A-12	700	700	650	530	1630	14.0	
A-13			600	510	1650	16.5	
A-14			550	500	1630	14.6	
A-15	650	650	600	950	1210	32.1	
A-16			550	980	1160	32.5	
A-17			500	970	1180	32.7	
A-18	700	750	700	1090	1780	11.4	
A-19			650	1010	1720	10.8	
A-20			600	1000	1690	10.0	
A-21			550	1040	1760	10.6	
A-22		700	700	650	350	1640	14.3
A-23				600	360	1670	14.1
A-24				550	370	1650	14.4
A-25		650	650	600	1050	1350	22.7
A-26				550	1030	1330	22.4
A-27				500	1080	1380	22.8
A-28	650	750	700	1040	1750	11.7	
A-29			650	1065	1800	10.4	
A-30			600	1010	1760	10.3	
A-31			550	1060	1780	10.3	
A-32		700	700	650	500	1710	8.2
A-33				600	350	1680	14.8
A-34				550	340	1740	14.2
A-35		650	650	600	1155	1280	21.2
A-36				550	1180	1260	22.6
A-37				500	1175	1260	22.0

[0111]

또한, 상기 표 6에서 나타난 바와 같이, 소둔 온도(CA) 및 성형 온도(T_S)는 상온 인장물성에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다. 실시예 1과 유사하게 오스테나이징 온도(T_A)가 크게 작용하였다. 발명강 A-8 내지 발명강 A-11, 발명강 A-18 내지 발명강 A-21 및 발명강 A-28 내지 발명강 A-31의 경우 전부 열간성형(hot stamping)강보다 우수한 물성을 보이고 있다. 그 외 낮은 T_A에서는 목표 상온 인장 물성치에 미달하였다.

실시예 3

[0113]

실시예 3에서는, 실시예 1 및 실시예 2와 다르게, 발명강 A를 냉간압연 없이 열연강관으로 진행하였다. 발명강 A-38과 발명강 A-39는 750°C 3분으로 소둔 열처리를 진행하였다. 그 후, 강관은 온간성형(warm stamping) 공정의 열처리 조건을 오스테나이징 온도(T_A) 및 성형 온도(T_S)로 세분화하여 진행하였다. 오스테나이징 온도는 650-750°C 5분, 성형 온도는 600°C 1분으로 온도를 변화해가며 진행하였다. 열처리 후 상온까지 공냉하였다. 이 때, 승온속도는 3°C/초이며 냉각속도는 10°C/초이다.

표 7

[0115]

강종	열처리 온도 (°C)			항복강도 (MPa)	인장강도 (MPa)	총 연신율 (%)
	CA	T _A	T _S			

A-38	X	750	600	1025	1630	10.3
A-39		650		950	1100	23.3
A-40	750	750		1050	1670	7.4
A-41		650		900	1150	25.4

- [0116] 상기 표 7에서 나타난 바와 같이, 소둔 온도(CA) 및 성형 온도(T_S)는 상온 인장물성에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다. 실시예 1 및 실시예 2와 유사하게 오스테나이트 온도(T_A)가 크게 작용하였다. 발명항 A-38 및 발명항 A-40의 경우 전부 열간성형(hot stamping)강보다 우수한 물성을 보이고 있다. 그 외 낮은 T_A에서는 목표 상온 인장물성치에 미달하였다. 상기 실시예를 통해, 냉간압연 공정 없이 열연강판으로도 열간성형(hot stamping) 강판을 대체하는 온간성형(warm stamping) 강판으로 적용 가능함을 확인하였다.
- [0118] 이하에서는 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 제조방법의 다양한 실시예를 설명한다.
- [0119] 도 6은 본 발명에 따른 온간성형용 고강도 중망간강 성형부재의 제조방법을 나타낸다. 본 발명에 따른 일 제조 방법은 적어도 S3 단계 및 S4 단계를 포함한다.
- [0120] 본 발명에 따른 S3 단계는 망간(Mn): 3-10 중량%, 탄소(C): 0.05-0.3 중량% 및 규소(Si): 0.1-1.0 중량%의 성분을 함유하고, 잔부인 철(Fe)과 불가피한 불순물을 함유하는 조성 또는 상기 조성에 니오븀(Nb): 0.001-0.1 중량%의 성분이 더 함유된 조성을 갖는 열연강판 또는 냉연강판을 준비하는 단계이다. S3 단계에는 본 발명에 따른 모든 모든 조성이 적용될 수 있다.
- [0121] 또한, 열간압연과 냉간압연을 거친 냉연강판을 적용시킬 수도 있고, 열간압연만을 거친 열연강판을 적용시킬 수도 있다.
- [0122] 본 발명에 따른 S1 단계는 상기 조성을 갖는 중망간강 슬래브를 오스테나이트 단상영역의 온도구간인 1000-1200℃에서 소정시간 재가열을 하고, Ac₃ 온도 이상 1000℃ 이하에서 열간 마무리압연을 실시한 후, Ms온도 ~ Ac₃ 온도에서 권취하여 열연강판을 제조할 수 있다.
- [0123] 본 발명에 따른 S2 단계는 상온에서 냉간압연을 실시하여 냉연 강판을 제조할 수 있다.
- [0124] 본 발명에 있어서, 열연강판 또는 상기 냉연강판을 소둔하는 S3-1 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0125] 본 발명에 따른 S4 단계는 Ac₁-Ac₃ 이상역에서 페라이트 및 오스테나이트가 1:1이 되는 온도(T₅₀)에서 Ac₃ 온도까지의 제1 온도구간 또는 Ac₃온도 초과 ~ 750℃ 미만의 제2 온도구간에서 상기 열연강판 또는 상기 냉연강판을 가열한 후 소정 시간을 유지하면서 오스테나이트가 수행될 수 있다.
- [0126] 본 발명에 있어서, 상기 오스테나이트 후 S4 단계의 온도구간에서 온간성형을 수행하는 S5-1 단계를 포함할 수 있다. 도 7은 제2 온도구간에서 S4 단계와 S5-1 단계가 수행되는 것을 나타내며, 도 8은 제2 온도구간에서 S4 단계와 S5-1 단계가 수행되는 것을 나타낸다.
- [0127] 본 발명에 있어서, 상기 오스테나이트 후, 오스테나이트 온도보다 10-300℃ 낮은 온도에서 온간성형을 수행하는 S5-2 단계를 포함할 수 있다. 도 9는 제1 온도구간에서 S4 단계가 수행되고, 그 보다 낮은 온도구간에서 S5-2 단계가 수행되는 것을 나타내며, 도 10은 제1 온도구간에서 S4 단계가 수행되고, 그 보다 낮은 온도구간에서 S5-2 단계가 수행되는 것을 나타낸다.
- [0128] 나아가, 본 발명은 온간성형 후 공냉 등의 서냉을 하여 마르텐사이트 조직을 얻을 수 있다.
- [0129] 본 발명에 따른 제조방법으로 가능한 주요 실시예는 다음 표 8과 같으며, 표 8에 제시된 실시예에 한정되는 것은 아니다.

표 8

[0130]	S1 -> S2 -> S3-1 -> S3 -> S4 -> (S5-1 or S5-2)
	S1 -----> S3-1 -> S3 -> S4 -> (S5-1 or S5-2)
	S1 -----> S3 -> S4 -> (S5-1 or S5-2)
	S2 -> S3-1 -> S3 -> S4 -> (S5-1 or S5-2)
	S2 -----> S3 -> S4 -> (S5-1 or S5-2)

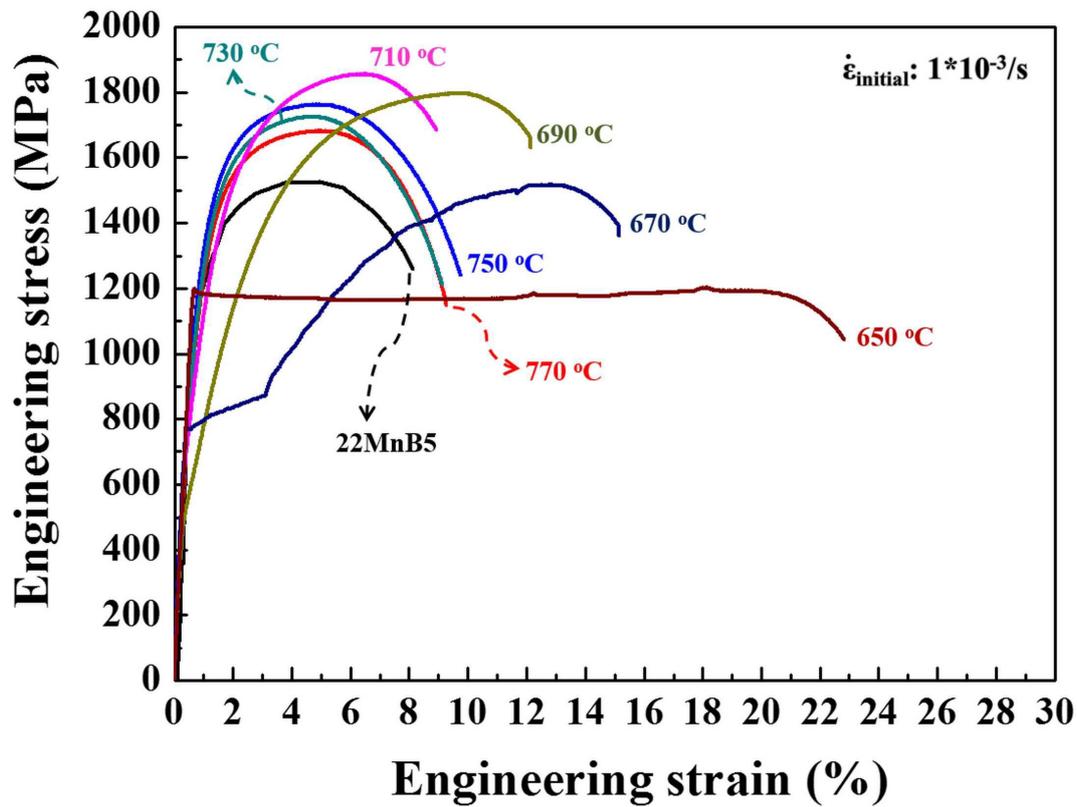
S1 -> S2 -----> S3 -> S4 -> (S5-1 or S5-2)

[0132]

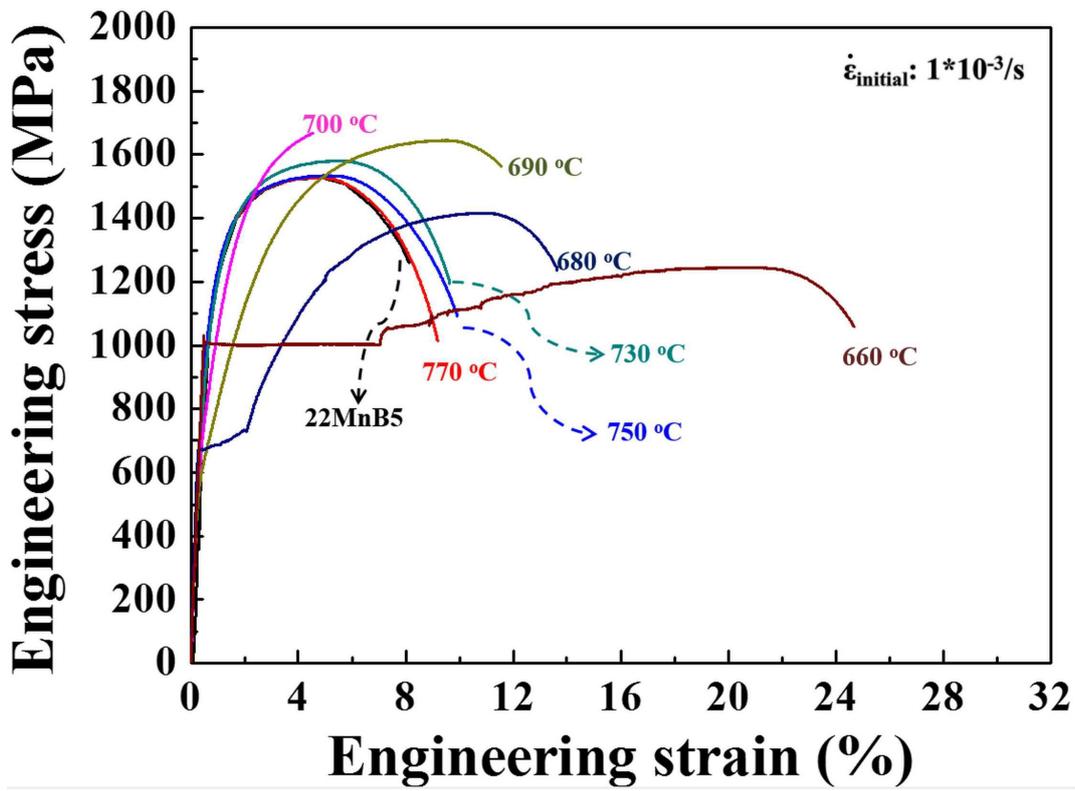
본 명세서에서 설명되는 실시예와 첨부된 도면은 본 발명에 포함되는 기술적 사상의 일부를 예시적으로 설명하는 것에 불과하다. 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이므로, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아님은 자명하다. 본 발명의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형예와 구체적인 실시 예는 모두 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

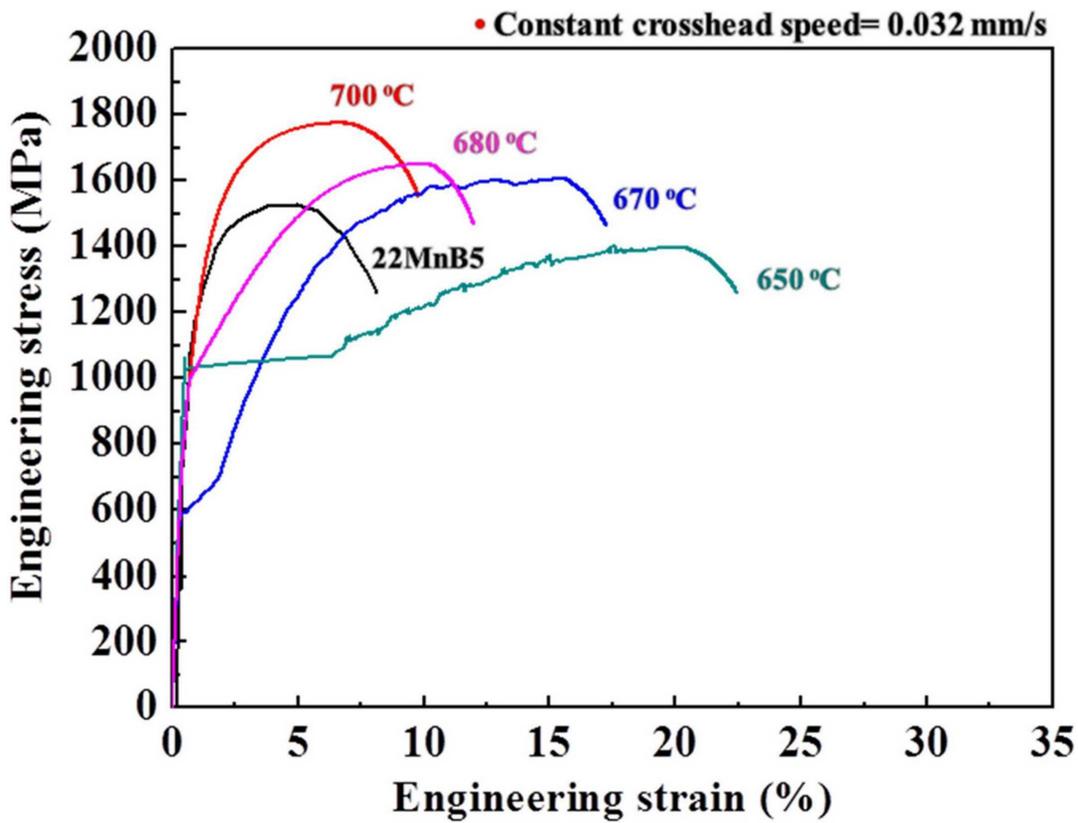
도면1



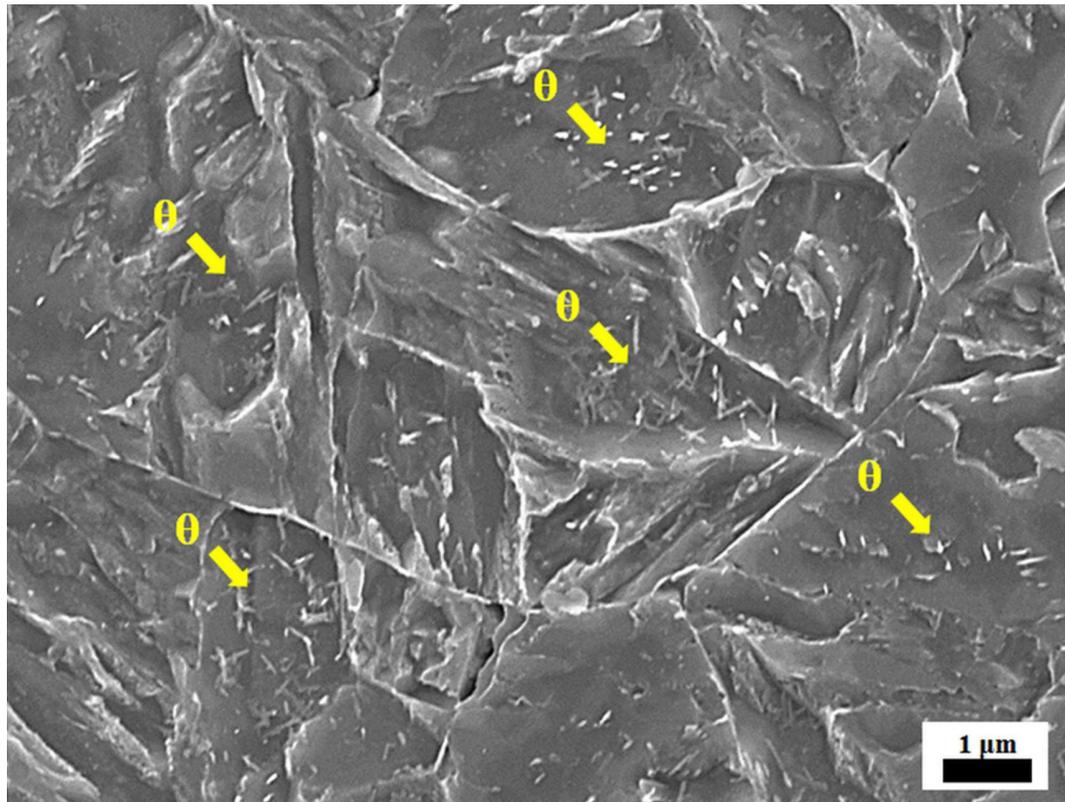
도면2



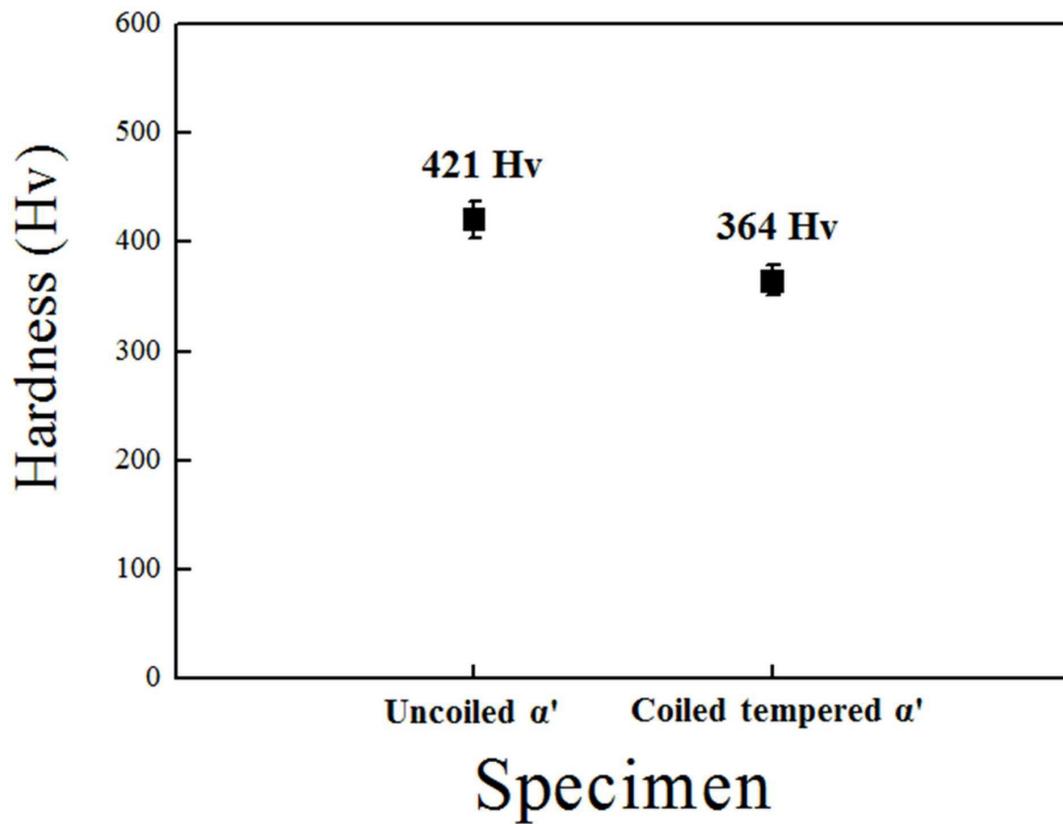
도면3



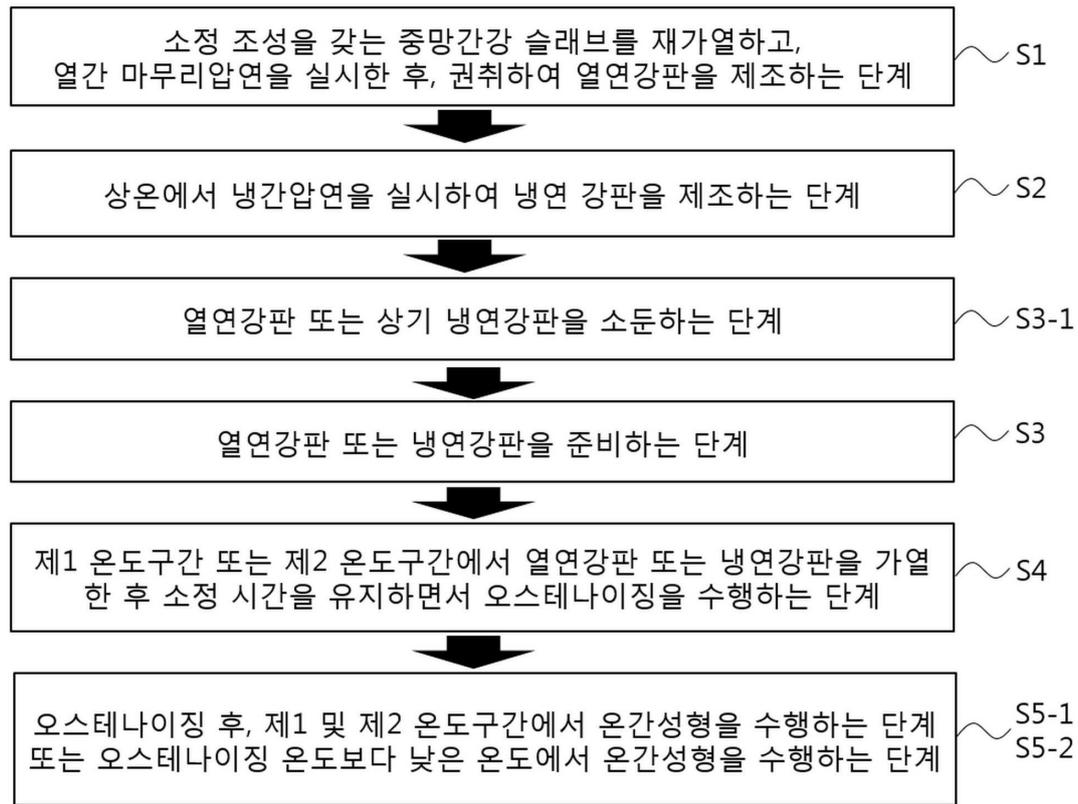
도면4



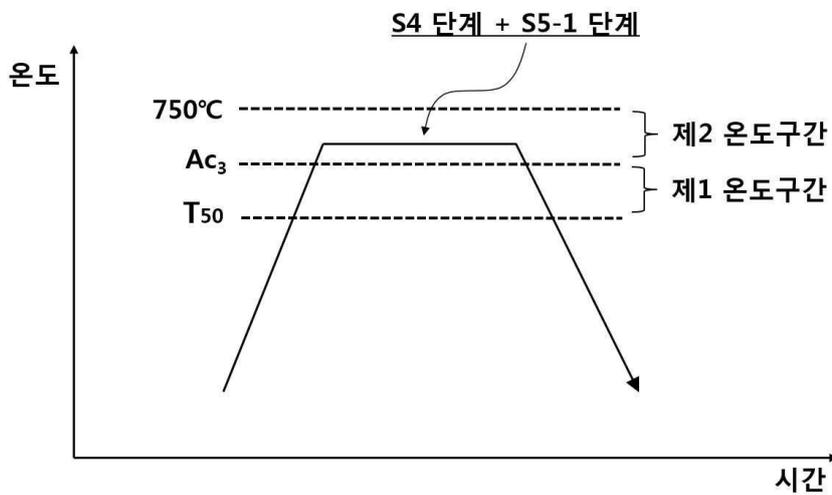
도면5



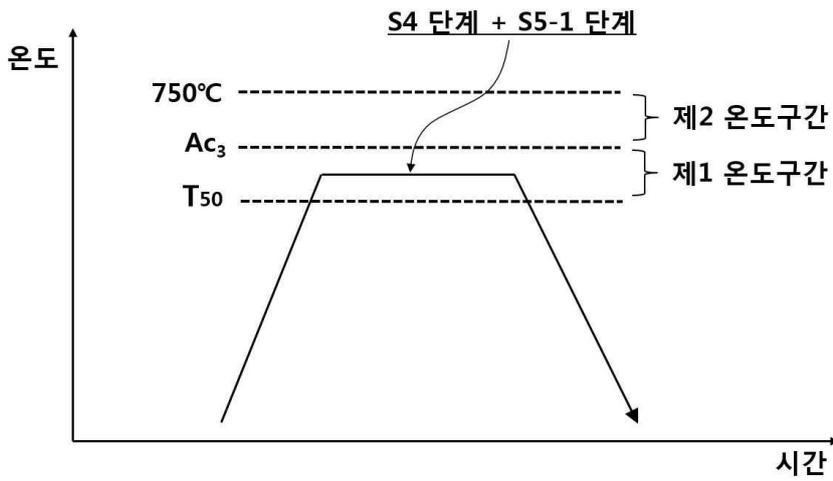
도면6



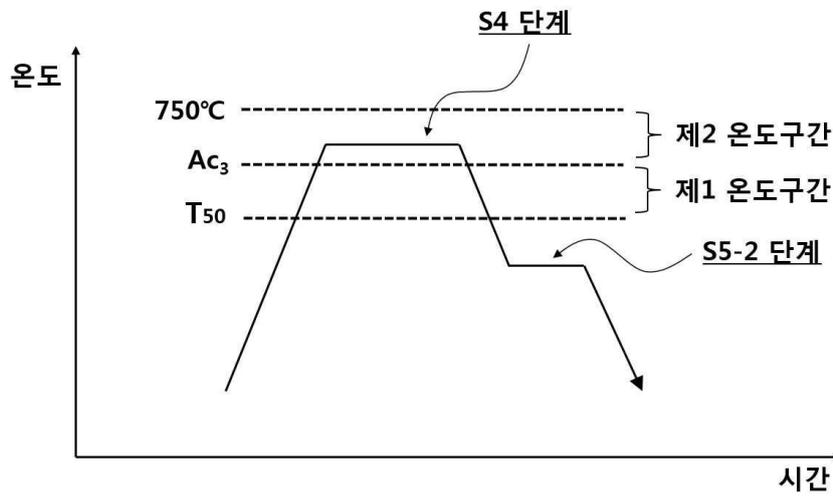
도면7



도면8



도면9



도면10

