(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년11월22일
(11) 등록번호 10-2047403
(24) 등록일자 2019년11월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C21D 8/06 (2006.01) *C22C 38/00* (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01) *C22C 38/04* (2006.01)
C22C 38/06 (2006.01) *C22C 38/18* (2006.01)
C22C 38/24 (2006.01) *C22C 38/26* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C21D 8/06 (2013.01)
C22C 38/001 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0179227
(22) 출원일자 2017년12월26일
심사청구일자 2017년12월26일
(65) 공개번호 10-2019-0077772
(43) 공개일자 2019년07월04일
(56) 선행기술조사문헌
JP2013007091 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 포스코
경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동)
(72) 발명자
이재승
경상북도 포항시 남구 포스코대로 161(대잠동) 102동 908호
김한휘
경상북도 포항시 북구 대곡로 21(두호동, 창포2차 아이파크) 202동 2402호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인세림

전체 청구항 수 : 총 9 항 심사관 : 최정식

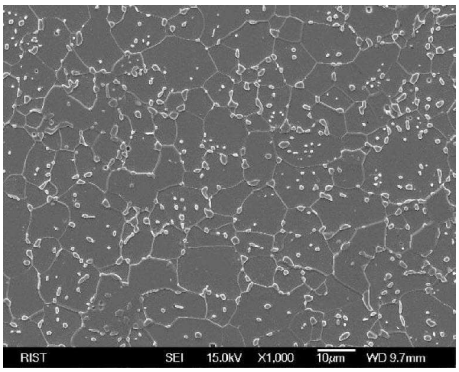
(54) 발명의 명칭 **냉간압조용 선재, 이를 이용한 가공품 및 이들의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 구상화 열처리 시간을 단축할 수 있는 냉간압조용 선재, 이를 이용한 가공품 및 이들의 제조방법을 제공한다.

본 발명의 일 실시예에 따른 냉간압조용 선재는 중량%로, C: 0.15 내지 0.5%, Si: 0.1 내지 0.4%, Mn: 0.3 내지 1.5%, Cr: 0.1 내지 1.5%, Al: 0.02 내지 0.05%, N: 0.004 내지 0.02%를 포함하고, Nb: 0.001 내지 0.03%, V: 0.01 내지 0.3%, Mo: 0.01 내지 0.5%, Ti: 0.001 내지 0.03%로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상을 포함하고, 나머지는 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, 미세조직은 펄라이트 콜로니 내에 존재하는 세멘타이트의 장, 단축 비율이 200:1 이하이다.

대 표 도 - 도4b



(52) CPC특허분류
C22C 38/02 (2013.01)
C22C 38/04 (2013.01)
C22C 38/06 (2013.01)
C22C 38/18 (2013.01)
C22C 38/24 (2013.01)
C22C 38/26 (2013.01)
C21D 2211/003 (2013.01)
C21D 2211/004 (2013.01)
C21D 2211/009 (2013.01)
(72) 발명자
박인규
경상북도 포항시 북구 우창로 20(우현동, 신동아베르디1차) 202동2102호
이병갑
경상북도 포항시 남구 지곡로 260(지곡동, 효자그린아파트) 115동 202호
이상윤
경상북도 포항시 남구 지곡로 294(지곡동, 효자그린아파트) 210동 801호

명 세 서

청구범위

청구항 1

중량%로, C: 0.15 내지 0.5%, Si: 0.1 내지 0.4%, Mn: 0.3 내지 1.5%, Cr: 0.1 내지 1.5%, Al: 0.02 내지 0.05%, N: 0.004 내지 0.02%를 포함하고, Nb: 0.001 내지 0.03%, V: 0.01 내지 0.3%, Mo: 0.01 내지 0.5%, Ti: 0.001 내지 0.03%로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상을 포함하고, 나머지는 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고,

미세조직으로 펄라이트 콜로니 및 페라이트를 포함하고, Al계 탄질화물, Nb계 탄질화물, V계 탄질화물, Mo계 탄질화물, Ti계 탄질화물 중 적어도 1종 이상의 석출물을 내부에 포함하며,

상기 페라이트 결정립의 최대 크기는 4.5㎛ 이하이며,

상기 펄라이트 콜로니 내에 존재하는 세멘타이트의 장, 단축 비율이 200:1 이하인 냉간압조용 선재.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 펄라이트 중 분절 세멘타이트는 면적분율로 5 내지 50%인 냉간압조용 선재.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 펄라이트 콜로니의 최대 크기는 5㎛ 이하인 냉간압조용 선재.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

중량%로 C: 0.15 내지 0.5%, Si: 0.1 내지 0.4%, Mn: 0.3 내지 1.5%, Cr:0.1 내지 1.5%, Al: 0.02 내지 0.05%, N: 0.004 내지 0.02%를 포함하고, Nb: 0.001 내지 0.03%, V: 0.01 내지 0.3%, Mo: 0.01 내지 0.5%, Ti: 0.001 내지 0.03%로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상을 포함하고, 나머지는 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고,

미세조직은 세멘타이트의 장, 단축 비율이 5:1 이하인 세멘타이트의 전체 면적 대비 비율이 80% 이상인 가공품.

청구항 7

중량%로, C: 0.15 내지 0.5%, Si: 0.1 내지 0.4%, Mn: 0.3 내지 1.5%, Cr: 0.1 내지 1.5%, Al: 0.02 내지 0.05%, N: 0.004 내지 0.02%를 포함하고, Nb: 0.001 내지 0.03%, V: 0.01 내지 0.3%, Mo: 0.01 내지 0.5%, Ti: 0.001 내지 0.03%로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상을 포함하고, 나머지는 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하는 강편을 가열하는 단계;

상기 가열된 강편에 대해 730 내지 760℃에서 마무리 압연을 진행하는 열간압연 단계;

상기 열간압연 후 5 내지 20℃/s의 냉각을 600℃까지 진행하고 5℃/s 이하로 400℃까지 냉각을 진행하는 냉각 단계;를 포함하고,

상기 열간압연 단계에서 마무리 압연 직전의 오스테나이트 결정립 사이즈가 10㎛ 이하이며,

상기 열간압연 단계에서 마무리 압연시의 변형량은 0.4 이상인 냉간압조용 선재의 제조방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 강편의 가열단계는 900 내지 1050℃에서 90min 이내로 유지하여 진행되는 냉간압조용 선재의 제조방법.

청구항 11

중량%로, C: 0.15 내지 0.5%, Si: 0.1 내지 0.4%, Mn: 0.3 내지 1.5%, Cr: 0.1 내지 1.5%, Al: 0.02 내지 0.05%, N: 0.004 내지 0.02%를 포함하고, Nb: 0.001 내지 0.03%, V: 0.01 내지 0.3%, Mo: 0.01 내지 0.5%, Ti: 0.001 내지 0.03%로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상을 포함하고, 나머지는 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, 미세조직은 펄라이트 콜로니 내의 세멘타이트의 장, 단축 비율이 200:1 이하인 선재를 이용하여 가공품을 제조하는 가공품의 제조방법으로서,

650 내지 780℃에서 가열속도 50 내지 100℃/hr에서 6 내지 10시간 가열하는 가열단계;

냉각 속도 10 내지 20℃/hr에서 연질화 열처리를 진행하는 단계;

를 포함하는 가공품의 제조방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

세멘타이트의 장, 단축비율이 5:1 이하인 세멘타이트의 전체 면적 대비 비율이 80% 이상인 가공품의 제조방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

내부에 탄질화물이 전체 80% 이상인 가공품의 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 냉간압조용 선재에 관한 것으로, 보다 상세하게는 냉간압조용 볼트용으로 사용 가능하고, 구상화 열처리의 단축이 가능한 냉간압조용 선재, 이를 이용한 가공품 및 이들의 제조방법을 제공한다.

배 경 기 술

[0002] 대부분의 구조용강은 열간 가공 후 재가열, 소입, 소려 처리하여 강도와 인성을 높여 사용하는 조질강(Quenched and Tempered Steel)이다.

[0003] 이와 달리, 비조질강은 조질강을 대신하기 위한 강으로, 열간 가공 후 별도의 열처리를 행하지 않고서도 열처리한 강의 재질과 거의 유사한 강도 등의 기계적 특성을 얻을 수 있는 강을 의미한다.

[0004] 일반적인 선재 제품은 열간압연 선재, 냉간 신선, 구상화 열처리, 냉간 신선, 냉간 압조, 급냉 및 소려를 진행하여 최종 제품으로 제조된다.

[0005] 반면, 비조질 선재는 열간압연선재, 냉간 신선, 냉간 압조 공정을 거쳐 최종 제품으로 제조된다. 이와 같이 기존 제품 가공 공정에서 필요한 두가지 열처리(구상화 열처리와 Q&T 열처리)를 생략하여 소재의 제조 단가를 낮추어 경제성이 우수한 제품을 얻을 수 있다.

[0006] 비조질강은 열처리 공정을 생략한 경제적인 제품이며, 최종 급냉 및 소려를 진행하지 않기 때문에 열처리에 의한 결함 즉, 열처리 휨에 의한 직진성이 확보되는 효과가 있어 많은 제품들에 적용되고 있다.

[0007] 다만, 비조질강의 경우 열처리 공정이 생략된 상태에서 지속적인 냉간 가공이 진행되기 때문에, 공정이 진행될수록 제품의 강도는 상승하는 반면, 연성은 지속적으로 하락하는 단점이 있다.

[0008] 또한, 볼트의 제조에 있어서, 전조 수명을 증가시키기 위해 선재의 신선 후 필수적으로 구상화 열처리를 진행해야 하며, 이러한 구상화 열처리는 공정시간이 길어 제조원가를 상승시키는 원인이 된다.

[0009] 이에, 구상화 열처리 시간을 단축시킬 수 있는 냉간압조가 가능한 선재의 개발이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 구상화 열처리 시간을 단축할 수 있는 냉간압조용 선재, 이를 이용한 가공품 및 이들의 제조방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 냉간압조용 선재는 중량%로, C: 0.15 내지 0.5%, Si: 0.1 내지 0.4%, Mn: 0.3 내지 1.5%, Cr: 0.1 내지 1.5%, Al: 0.02 내지 0.05%, N: 0.004 내지 0.02%를 포함하고, Nb: 0.001 내지 0.03%, V: 0.01 내지 0.3%, Mo: 0.01 내지 0.5%, Ti: 0.001 내지 0.03%로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상을 포함하고, 나머지는 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, 미세조직은 펄라이트 콜로니 내에 존재하는 세멘타이트의 장, 단축 비율이 200:1 이하이다.

[0012] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 펄라이트 중 분절 세멘타이트는 면적분율로 5 내지 50%일 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면,상기 펄라이트 콜로니의 최대 크기는 5㎛ 이하일 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면,페라이트 결정립 사이즈의 최대 크기는 5㎛ 이하일 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, Al계 탄질화물, Nb계 탄질화물, V계 탄질화물, Mo계 탄질화물 중 적어도 1종 이상의 석출물을 내부에 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 가공품은 중량%로 C: 0.15 내지 0.5%, Si: 0.1 내지 0.4%, Mn: 0.3 내지 1.5%, Cr:0.1 내지 1.5%, Al: 0.02 내지 0.05%, N: 0.004 내지 0.02%를 포함하고, Nb: 0.001 내지 0.03%, V: 0.01 내지 0.3%, Mo: 0.01 내지 0.5%, Ti: 0.001 내지 0.03%로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상을 포함하고, 나머지는 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, 나머지는 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하는 조직을 가지고, 미세조직은 세멘타이트의 장, 단축 비율이 5:1 이하이다.

[0017] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 냉간압조용 선재의 제조방법은 중량%로, C: 0.15 내지 0.5%, Si: 0.1 내지 0.4%, Mn: 0.3 내지 1.5%, Cr: 0.1 내지 1.5%, Al: 0.02 내지 0.05%, N: 0.004 내지 0.02%를 포함하고, Nb: 0.001 내지 0.03%, V: 0.01 내지 0.3%, Mo: 0.01 내지 0.5%, Ti: 0.001 내지 0.03%로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상을 포함하고, 나머지는 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하는 강편을 가열하는 단계, 상기 가열된 강편에 대해 700 내지 780℃에서 마무리 압연을 진행하는 열간압연 단계, 상기 열간압연 후 5 내지 20℃/s의 냉각을 600℃까지 진행하고 5℃/s 이하로 냉각을 400℃까지 진행하는 냉각 단계를 포함한다.

[0018] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면,상기 열간압연 단계에서 마무리 압연 직전의 오스테나이트 결정립 사이즈가 10㎛ 이하일 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 열간압연 단계에서 마무리 압연시의 변형량은 0.4 이상일 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 강편의 가열단계는 900 내지 1050℃에서 90min 이내로 유지하여 진행될 수 있다.

[0021] 또한 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 가공품의 제조방법은 중량%로, C: 0.15 내지 0.5%, Si: 0.1 내지 0.4%, Mn: 0.3 내지 1.5%, Cr: 0.1 내지 1.5%, Al: 0.02 내지 0.05%, N: 0.004 내지 0.02%를 포함하고, Nb: 0.001 내지 0.03%, V: 0.01 내지 0.3%, Mo: 0.01 내지 0.5%, Ti: 0.001 내지 0.03%로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상을 포함하고, 나머지는 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, 미세조직은 펄라이트 콜로니 내의 세멘

타이트의 장, 단축 비율이 200:1 이하인 선재를 이용하여 가공품을 제조하는 가공품의 제조방법으로서, 650 내지 780℃에서 가열속도 50 내지 100℃/hr에서 6 내지 10시간 가열하는 가열단계, 냉각 속도 10 내지 20℃/hr에서 연질화 열처리를 진행하는 단계를 포함한다.

[0022] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면,세멘타이트의 장, 단축비율이 5:1 이하일 수 있다.

[0023] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면,내부에 탄질화물이 전체 80% 이상일 수 있다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 실시예에 따른 냉간압조용 선재 및 이를 이용한 가공품은 구상화 열처리 시간을 단축시킬 수 있어 비용의 절감이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1(a)는 마무리 압연 개시 전의 비교예 1의 미세조직을 나타내는 사진이며, 도 1(b)는 마무리 압연 개시 전의 본 발명의 일 실시예인 발명예 2의 미세조직을 나타내는 사진이다.

도 2(a)는 마무리 압연 직후 냉각 초기의 비교예 1의 미세조직을 나타내는 사진이며, 도 2(b)는 마무리 압연 직후 냉각 초기의 본 발명의 일 실시예인 발명예 2 미세조직을 나타내는 사진이다.

도 3(a)는 서냉을 통해 얻어진 비교예 3의 선재의 미세조직을 나타내는 사진이며, 도 3(b)는 서냉을 통해 얻어진 본 발명의 일 실시예인 발명예 4 선재의 미세조직을 나타내는 사진이다.

도 4(a)는 구상화 열처리 이후의 비교예 3의 미세조직을 나타내는 사진이며, 도 4(b)는 구상화 열처리 이후의 본 발명의 일 실시예인 발명예 4 미세조직을 나타내는 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하에서는 본 발명의 실시 예를 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 이하의 실시 예는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 사상을 충분히 전달하기 위해 제시하는 것이다. 본 발명은 여기서 제시한 실시 예만으로 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 도면은 본 발명을 명확히 하기 위해 설명과 관계 없는 부분의 도시를 생략하고, 이해를 돕기 위해 구성요소의 크기를 다소 과장하여 표현할 수 있다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에 따른 냉간압조용 선재는 중량%로, C: 0.15 내지 0.5%, Si: 0.1 내지 0.4%, Mn: 0.3 내지 1.5%, Cr: 0.1 내지 1.5%, Al: 0.02 내지 0.05%, N: 0.004 내지 0.02%를 포함하고, Nb: 0.001 내지 0.03%, V: 0.01 내지 0.3%, Mo: 0.01 내지 0.5%, Ti: 0.001 내지 0.03%로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상을 포함한다.

[0028] 본 발명에 따른 냉간압조용 선재에 포함되는 각 성분의 역할 및 그 함량에 대하여 설명하면 다음과 같다. 하기 성분에 대한 %는 중량%를 의미한다.

[0029] C(탄소)의 함량은 0.15 내지 0.5%이다. `

[0030] C의 함량이 0.5% 이상인 경우에는 거의 모든 조직이 펄라이트로 구성되어 페라이트 결정립을 확보하기 어렵다. 이와 반대로 C가 0.15% 미만인 경우에는 모재 강도의 저하로 인해 최종 퀀칭 및 템퍼링 열처리 후 충분한 강도를 확보하기 어렵다. 이에 본 발명의 일 실시예에 따르면 C의 함량은 0.15 내지 0.5% 로 한다.

[0031] Si(실리콘)의 함량은 0.1 내지 0.4%이다.

[0032] Si은 강의 강도 확보에 있어서 중요한 원소이다. Si이 0.1% 미만인 경우에는 강의 강도 및 충분한 소입성 확보가 어렵다. 이와 반대로 Si이 0.4%를 초과하는 경우에는 연질화 열처리후 냉간 단조시 냉간 가공성을 악화시킨다. 이에 본 발명의 일 실시예에 따르면 Si의 함량은 0.1 내지 0.4%이다.

[0033] Mn(망간)의 함량은 0.3 내지 1.5%이다.

[0034] Mn은 기지 조직 내에 치환용 고용체를 형성하고, 펄라이트 층간 간격을 미세화한다. Mn을 1.5%를 초과하여 포함하는 경우 Mn 편석에 의한 조직 불균일에 의해 크랙이 발생할 수 있다. 또한, 강의 응고 시 거시편석 또는 미시편석이 일어날 수 있으며, Mn 편석은 다른 원소에 비해 상대적으로 낮은 확산계수를 가지고 있으며, 이에 의해 편석대를 조장하고 경화능이 향상된다. 이는 중심부 저온 조직(Core martensite)를 생성하는 주원인이 된다. 이

와 반대로 Mn이 0.3 미만으로 첨가되는 경우에는 퀀칭 및 템퍼링 열처리 후 마르텐사이트 조직 확보를 위한 충분한 소입성이 확보되기 어렵다. 이에 본 발명의 일 실시예에 따르면 Mn의 함량은 0.3 내지 1.5%이다.

[0035] Cr(크롬)의 함량은 0.1 내지 1.5%이다.

[0036] Cr이 0.1% 미만인 경우에는 최종 퀀칭 및 템퍼링 열처리 시 마르텐사이트 를 얻기 위한 소입성을 충분히 확보하기 어렵다. 이와 반대로 Cr이 1.5%를 초과하는 경우에는 중심편석이 생성되어 선재 내 저온 조직이 발생할 가능성이 높다. 이에 본 발명의 일 실시예에 따르면 Cr의 함량은 0.1 내지 1.5%로 한다.

[0037] Al(알루미늄)의 함량은 0.02 내지 0.05%이다.

[0038] Al은 탈산제로 중요한 원소이다. Al이 0.02 미만인 경우에는 탈산력이 확보되기 어렵다. 이와 반대로 Al이 0.05%를 초과하는 경우에는 Al_2O_3 등의 경질 개재물이 증가할 수 있으며, 이에 따라 연주시 개재물에 의한 노즐 막힘이 발생할 수 있다. 이에 본 발명의 일 실시예에 따르면 Al 함량은 0.02 내지 0.05%로 한다.

[0039] N(질소)의 함량은 0.004 내지 0.02%로 한다.

[0040] N이 0.004% 이하인 경우에는 질화물 확보가 어려워, Ti, Nb, V 등의 석출량ㅇ이 감소할 수 있다. 이와 반대로 N이 0.02% 이상인 경우에는 석출물과 결합하지 않은 고용 질소로 인해 선재의 인성, 연성의 저하가 발생할 수 있다. 이에 본 발명의 일 실시예에 의하면 N의 함량을 0.004 내지 0.02%로 한다.

[0041] 본 발명의 일 실시예에 의하면 Nb: 0.001 내지 0.03%, V: 0.01 내지 0.3%, Mo: 0.01 내지 0.5%, Ti: 0.001 내지 0.03%로 이루어진 그룹에서 선택된 1종 이상을 포함한다.

[0042] Nb(니오븀)의 함량은 0.001 내지 0.03%로 한다.

[0043] Nb는 Nb(C, N) 등의 탄질화물을 형성하여 압연 시 페라이트, 펄라이트 선재 조직을 미세화할 수 있다. 다만, 그 함량이 0.001% 미만인 경우에는 석출이 충분히 이루어지지 못한다. 이와 반대로, Nb의 함량이 0.03%를 초과하는 경우에는 석출물 조대화에 의해 석출효과가 감소하는 악영향이 생길 수 있다. 이에 본 발명의 일 실시예에 따라 Nb가 포함되는 경우에 그 함량은 0.001 내지 0.03%로 한다.

[0044] Ti(티타늄)의 함량은 0.001 내지 0.03%이다.

[0045] Ti는 강력한 탄질화물 형성 원소로 가열로내 결정립 미세화에 도움이 된다. 다만, Ti가 0.001% 미만인 경우에는 석출량이 적어 효과가 감소한다. 이와 반대로 Ti가 0.03%를 초과하여 포함되는 경우에는 석출물 조대화로 인성, 연성을 하시킬 수 있다. 이에 본 발명의 일 실시예에 따라 Ti가 포함되는 경우 Ti의 함량을 0.001 내지 0.03%로 한다.

[0046] V(바나듐)의 함량은 0.01 내지 0.3%이다.

[0047] V는 VC, VN, V(C, N) 등을 형성하며 압연 시 페라이트, 펄라이트 선재 조직의 미세화를 유도하는 원소이다. V의 함량이 0.01% 미만인 경우에는 모재 내 V 석출물의 분포가 적어져 페라이트 입계를 고정시키는 못하며 이에 따라 인성에 미치는 영향이 적어진다. 이와 반대로 V의 함량이 0.3%를 초과하면 조대한 탄질화물이 형성되어 인성에 악영향을 미친다. 이에 본 발명의 일 실시예에 따라 V가 포함되는 경우 V의 함량은 0.01 내지 0.3%로 한다.

[0048] Mo(몰리브덴)의 함량은 0.01 내지 0.5%이다.

[0049] Mo는 퀀칭 및 템퍼링 열처리 중 템퍼링 시 Mo_2C의 석출물을 형성시켜 템퍼링 시 강도가 저하되는 템퍼 연화 억제에 효과적인 원소이다. 다만, Mo의 함량이 0.01% 미만인 경우에는 충분한 템퍼 연화 효과를 보기 어렵다. 이와 반대로, Mo의 함량이 0.5%를 초과하는 경우에는 선재 상태에서 저온 조직이 발생하여 저온 조직 제거를 위한 추가 열처리 비용이 필요할 수 있다. 이에 본 발명의 일 실시예에 따라 Mo가 포함되는 경우 Mo의 함량은 0.01 내지 0.5%로 한다.

[0050] 본 발명의 일 실시예에 따른 냉간압조용 선재의 미세조직은 펄라이트 콜로니 내에 존재하는 세멘타이트의 장, 단축 비율이 200: 1이하이다.

[0051] 또한, 펄라이트 중 분절 세멘타이트는 면적분율로 5 내지 50%일 수 있다.

[0052] 또한, 펄라이트 콜로니의 최대 크기는 5㎛ 이하일 수 있다.

[0053] 또한, 페라이트 결정립 사이즈의 최대 크기는 5㎛ 이하일 수 있다.

[0054] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 냉간압조용 선재는 Al계 탄질화물, Nb계 탄질화물, V계 탄질화물, Mo계 탄질화물, Ti계 탄질화물 중 적어도 1 종 이상의 석출물을 내부에 포함할 수 있다.

[0055] 또한, 상술한 성분계를 만족하는 선재를 이용하여 제조한 가공품의 미세조직은 세멘타이트의 장, 단축 비율이 5:1이하일 수 있다.

[0056] 이하, 본 발명의 일 실시예에 의한 냉간압조용 선재의 제조방법에 대해 상세히 설명한다.

[0057] 상술한 성분계를 만족하는 강편을 가열한다. 이 때 가열온도는 900 내지 1050℃이며 90분 이내로 유지한다.

[0058] 가열된 강편에 대해 700 내지 780℃에서 마무리 압연을 진행하는 열간압연을 진행한다. 열간압연 단계에서 마무리 압연 직전의 오스테나이트 결정립 사이즈는 10㎛ 이하일 수 있다. 또한, 열간압연 단계에서 마무리 압연 시의 변형량은 0.4 이상일 수 있다.

[0059] 열간압연 이후 5 내지 20℃/s의 냉각을 600℃까지 진행하고 5℃/s 이하로 400℃까지 냉각을 진행하는 냉각단계를 진행한다. 5 내지 20℃/s의 냉각은 펄라이트 결정립 사이즈 5㎛ 이하의 조직에서 세멘타이트 두께의 최소화를 위해 빠른 냉각으로 변태를 종료하는 것이다. 5℃/s 이하의 서냉은 펄라이트 분절을 유도하기 위함이다.

[0060] 상술한 방식으로 제조된 선재를 이용하여 가공품을 제조한다. 가공품은 650 내지 780℃에서 가열속도 50 내지 100℃/hr에서 6내지 10 시간 동안 가열하고, 냉각속도 10 내지 20℃/hr에서 연질화 열처리를 진행하여 제조한다. 이와 같은 방식으로 제조된 가공품은 세멘타이트 장, 단축 비율이 5:1 이하이다. 또한, 탄질화물이 전체의 80% 이상일 수 있다.

[0061] 이하, 실시예들을 통하여 본 발명을 구체적으로 설명하지만, 하기 실시예는 본 발명을 예시하여 보다 상세하게 설명하기 위한 것일 뿐 본 발명의 권리범위가 이들 실시예로 한정되는 것은 아니다.

[0062] 실시예

[0063] 하기 [표 1]의 조성을 가지며, 기재된 제조조건으로 제조된 강을 준비하였다. 모든 비교예와 실시예는 9㎜로 선재 압연되었다. 미세조직은 각 압연 조건에서 비교하였다.

표 1

[0064]

	C	Si	Mn	Cr	Al	N	Nb	Ti	V	Mo	가열조건	마무리 압연전 AGS (um)	마무리 압연온도 (℃)	마무리 압연평균 변형량	초기냉각속도 (℃/s)	최종냉각속도 (℃/s)
비교예1	0.25	0.30	1.30	0.3	0.042	0.015	0.015	-	-	-	1000℃/90min	25	850	1.0	10	4
비교예2	0.35	1.20	1.30	0.2	0.010	0.004	0.015	0.02	-	-	1050℃/90min	14	760	0.8	10	5
비교예3	0.40	0.80	1.20	0.2	0.042	0.013	0.020	0.02	-	0.2	1020℃/95min	9	780	0.4	10	5
비교예4	0.72	0.30	0.80	0.50	0.035	0.010	-	-	-	-	1000℃/90min	10	750	1.0	10	10
발명예1	0.35	0.20	0.70	1.0	0.035	0.010	-	-	-	-	1000℃/90min	10	760	1.2	10	3
발명예2	0.20	0.25	0.80	0.4	0.030	0.015	0.015	-	0.3	0.2	1000℃/90min	8	750	0.8	12	3

발명예3	0.25	0.30	1.20	0.7	0.040	0.020	0.015	-	-	-	1000℃ / 90min	9	730	0.6	12	5
발명예4	0.45	0.18	1.20	0.2	0.036	0.016	-	0.03	-	0.3	1000℃ / 90min	9	760	0.8	11	2
발명예5	0.50	0.15	1.50	0.3	0.032	0.012	-	0.02	0.3	0.2	1000℃ / 90min	10	750	1.0	10	1

[0065] 도 1(a)는 마무리 압연 개시 전의 비교예 1의 미세조직을 나타내는 사진이며, 도 1(b)는 마무리 압연 개시 전의 본 발명의 일 실시예인 발명예 2의 미세조직을 나타내는 사진이다.

[0066] 본 발명의 일 실시예인 발명예 2에 의한 도 1(b)의 경우 비교예 1인 도 1(a)보다 오스테나이트 결정립 사이즈가 미세한 것을 확인할 수 있다. 압연 전 작은 오스테나이트 결정립은 압연시 입계에서 많은 변형을 유도하여 압연 및 냉각 중 페라이트 핵생성 사이트를 극대화할 수 있다. 이를 통해 초석 페라이트 분율을 최대화하고 소재 연질화를 통한 열처리 생략을 가능하게 한다. 또한, 결정립 미세화에 기여하여 압연 종료 후 확산 속도를 증가시킬 수 있는 장점이 있다.

[0067] 도 2(a)는 마무리 압연 직후 냉각 초기의 비교예 1의 미세조직을 나타내는 사진이며, 도 2(b)는 마무리 압연 직후 냉각 초기의 본 발명의 일 실시예인 발명예 2의 미세조직을 나타내는 사진이다.

[0068] 본 발명의 일 실시예인 발명예 2에 따른 도 2(b)의 경우 비교예인 비교예 1에 따른 도 2(a)보다 페라이트 결정립 사이즈가 작은 것을 확인할 수 있다. 이에 따라 빠른 속도의 확산이 가능하다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 압연 시 빠른 냉각을 진행하는 바, 초석 페라이트의 성장을 억제하여 펄라이트 결정립 사이즈를 미세화할 수 있으며, 펄라이트 내 판상 세멘타이트의 두께를 최소화할 수 있다.

[0069] 도 3(a)는 서냉을 통해 얻어진 비교예 3의 선재의 미세조직을 나타내는 사진이며, 도 3(b)는 서냉을 통해 얻어진 본 발명의 일 실시예인 발명예 4 선재의 미세조직을 나타내는 사진이다.

[0070] 본 발명의 일 실시예인 발명예 4에 따른 도 3(b)의 경우 비교예 3에 따른 도 3(a)와 달리 판상 세멘타이트가 아닌 분절 세멘타이트가 생성된 것을 확인할 수 있다. 또한, 페라이트 미세조직도 냉간압조에 유리한 조대립으로 성장한 것을 확인할 수 있다.

[0071] 아래의 [표 2]는 [표 1]의 조건의 성분과 제조조건으로 제조된 선재의 페라이트 결정립 크기, 펄라이트 콜로니 크기, 선재 세멘타이트 장, 단축 비율, 선재 분절 세멘타이트 분율을 기재하였으며, 이러한 선재를 가공품으로 제조하기 위한 가열속도, 유지시간, 냉각속도와 가공품의 세멘타이트 5:1 이하 비율을 기재한 표이다.

표 2

[0072]

	선재 페라이트경 크기 (um)	선재 펄라이트 콜로니 크기 (um)	선재 세멘타이트 장 단축 비	선재분절 세멘타이트 분율 (%)	가열속도 (℃/hr)	유지시간 (hr)	냉각속도 (℃/hr)	열처리후 세멘타이트 5:1 이하 비율 (%)
비교예 1	10	10	300:1	10	200	4	25	70
비교예 2	12	13	300:1	8	300	4	25	75
비교예 3	15	12	250:1	3	250	8	30	70
비교예 4	8	7	100:1	10	200	7	30	70
발명예 1	3	3	100:1	15	70	6	15	85
발명예 2	4	3	70:1	20	80	7	18	90
발명예 3	3.5	3.2	60:1	17	70	6	10	85
발명예 4	2.8	3.2	80:1	30	60	7	16	90
발명5	4.5	4.2	75:1	35	90	8	15	90

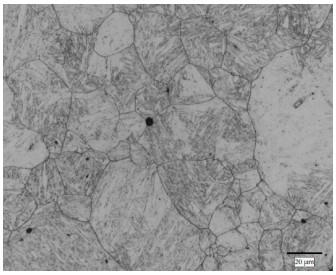
[0073] 도 4(a)는 구상화 열처리 이후의 비교예 3의 미세조직을 나타내는 사진이며, 도 4(b)는 구상화 열처리 이후의 본 발명의 일 실시예인 발명예 4의 미세조직을 나타내는 사진이다.

[0074] 본 발명의 일 실시예인 발명예 4에 따른 도 4(b)의 경우 비교예 3에 따른 도 4(a)에 비해 구상화가 더 많이 진행된 것을 확인할 수 있다. 도 4(a)의 경우 구상화가 70% 정도 진행된 경우이며, 도 4(b)의 경우 구상화가 90% 정도 진행된 경우이다.

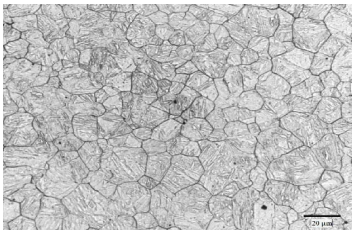
[0075] 상술한 바에 있어서, 본 발명의 예시적인 실시예들을 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않으며 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 다음에 기재하는 청구범위의 개념과 범위를 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변경 및 변형이 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

도면

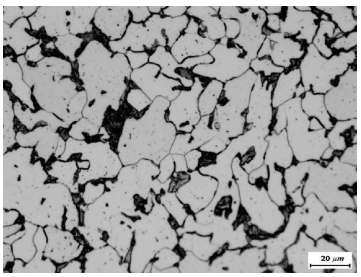
도면1a



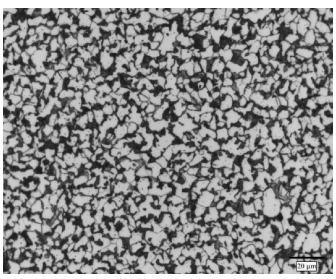
도면1b



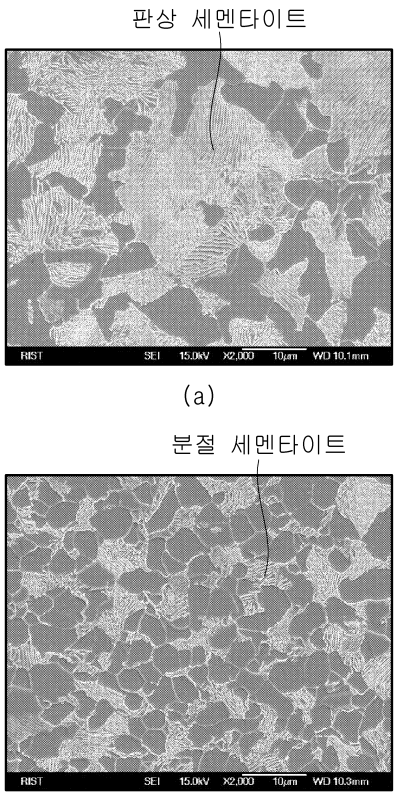
도면2a



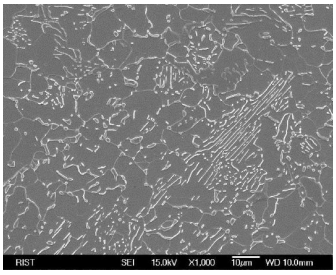
도면2b



도면3



도면4a



도면4b

