(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0061920
(43) 공개일자 2020년06월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 38/04 (2006.01) *C21D 8/02* (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01) *C22C 38/02* (2006.01)
C22C 38/14 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 38/04 (2013.01)
C21D 8/0226 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0147773
(22) 출원일자 2018년11월26일
심사청구일자 2018년11월26일

(71) 출원인
현대제철 주식회사
인천광역시 동구 중봉대로 63 (송현동)
(72) 발명자
유용재
인천광역시 동구 중봉대로 63
이찬영
인천광역시 동구 중봉대로 63
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인아주

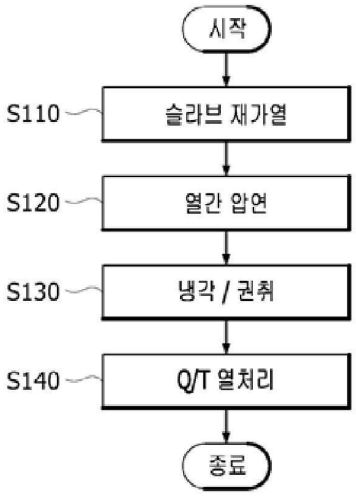
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 **열처리 특성이 우수한 유정관용 열연 강판 및 그 제조방법**

(57) 요 약

일 관점에 따른 유정관용 열연강판의 제조방법은, 중량%로, 탄소(C): 0.20% ~ 0.30%, 실리콘(Si): 0.05 ~ 0.30%, 망간(Mn): 1.20% ~ 1.50%, 인(P): 0 초과 0.03% 이하, 황(S): 0 초과 0.003% 이하, 티타늄(Ti): 0.01% ~ 0.03%, 보론(B): 0.001 ~ 0.003%, 나머지 철(Fe) 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는 강 슬라브를 1,150~1250℃에서 재가열하는 단계; 상기 재가열된 강 슬라브를 FDT: 800~900℃에서 열간압연하는 열연 판재를 얻는 단계; 상기 열연 판재를 580~650℃에서 권취하는 단계; 상기 열연 판재를 850~950℃에서 열처리하는 단계; 및 상기 판재를 500~600℃에서 템퍼링하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C21D 8/0263 (2013.01)
C21D 9/46 (2013.01)
C22C 38/02 (2013.01)
C22C 38/14 (2013.01)
(72) 발명자
최종민
인천광역시 동구 중봉대로 63
서명규
인천광역시 동구 중봉대로 63
서용찬
인천광역시 동구 중봉대로 63
이상민
인천광역시 동구 중봉대로 63

명 세 서

청구범위

청구항 1

중량%로, 탄소(C): 0.20% ~ 0.30%, 실리콘(Si): 0.05 ~ 0.30%, 망간(Mn): 1.20% ~ 1.50%, 인(P): 0 초과 0.03% 이하, 황(S): 0 초과 0.003% 이하, 티타늄(Ti): 0.01% ~ 0.03%, 및 보론(B): 0.001 ~ 0.003%를 포함하고,

항복강도(YS): 862 ~ 965MPa 및 인장강도(TS): 896MPa 이상인,

열연 강판.

청구항 2

중량%로, 탄소(C): 0.20% ~ 0.30%, 실리콘(Si): 0.05 ~ 0.30%, 망간(Mn): 1.20% ~ 1.50%, 인(P): 0 초과 0.03% 이하, 황(S): 0 초과 0.003% 이하, 티타늄(Ti): 0.01% ~ 0.03%, 및 보론(B): 0.001 ~ 0.003%를 포함하는 강 슬라브를 1,150~1250℃에서 재가열하는 단계;

상기 재가열된 강 슬라브를 FDT: 800~900℃에서 열간압연하는 열연 판재를 얻는 단계;

상기 열연 판재를 580~650℃에서 권취하는 단계;

상기 열연 판재를 850~950℃에서 열처리하는 단계; 및

상기 판재를 500~600℃에서 템퍼링하는 단계를 포함하는,

열연 강판의 제조방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 열연 강판은 항복강도(YS): 862 ~ 965MPa, 인장강도(TS): 896MPa 이상인,

열연 강판의 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 강판 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 석유 또는 천연가스 개발용 유정관 등에 사용되는 열연 강판 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 최근 유정이나 가스정(이하, 유정이라 칭함)을 개발하기 위한 환경이 점점 가혹화되고 있으며, 채산성을 향상시키기 위하여 생산원가를 낮추기 위한 노력들이 더욱더 가속화되고 있다. 특히 채산성 향상을 위해, 최근에는 한 종류의 강재를 이용하여 여러 목적으로 사용할 수 있도록 요구되고 있는 실정이다. 예를 들어, API-J55와 같은 항복강도 55ksi급의 강재의 경우에는 저합금강으로서 보통 열처리 없이 사용되는 강재이고, 항복강도 110ksi급의 강재인 API-P110의 경우에는 합금을 추가적으로 첨가하여 경화능을 확보한 후, QT(Quenching and Tempering)의 열처리를 통해 강도를 확보하는 강재이나, J55와 P110을 하나의 강종으로 통합할 경우 효율적이고 유연하게 수요를 감당할 수가 있게 되므로 경제적이기 때문이다.

[0004] 상술한 바와 같이 API-J55와 통합 강종으로 사용될 API-P110의 경우 경화능 확보를 위해 합금 원소를 첨가하여

야 하므로, 단일 강종으로 사용되는 비열처리 API-J55에 비해 고가의 제조원가를 가질 수 있다. 종래에는, 니오븀(Nb)을 첨가하여 열처리 후 고강도를 확보하는 방법이 사용되었는데, 니오븀(Nb)의 원가가 비싸 경제성이 떨어지고 기존 API-P110보다 더 높은 강도가 요구되고 있다.

[0006] 이에 관련된 기술로는 대한민국 특허공개공보 제2018-0072493호(2018.06.29 공개, 유정관용 열연강판, 이를 이용한 강관 및 이들의 제조방법)이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 고가의 합금원소인 니오븀(Nb)의 사용을 배제하고 용강 중에 존재하는 고용 질소를 줄이고 경화형 원소를 첨가함으로써 조관 후에 열처리 특성이 우수한 유정관용 열연강판 및 그 제조방법을 제공하는 데 있다.

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않는 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자가 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 측면에 따른 유정관용 열연강판은, 중량%로, 탄소(C): 0.20% ~ 0.30%, 실리콘(Si): 0.05 ~ 0.30%, 망간(Mn): 1.20% ~ 1.50%, 인(P): 0 초과 0.03% 이하, 황(S): 0 초과 0.003% 이하, 티타늄(Ti): 0.01% ~ 0.03%, 보론(B): 0.001 ~ 0.003%, 나머지 철(Fe) 및 기타 불가피한 불순물을 포함하고, 항복강도(YS): 862 ~ 965MPa 및 인장강도(TS): 896MPa 이상인 것을 특징으로 한다.

[0012] 본 발명의 다른 측면에 따른 유정관용 열연강판의 제조방법은, 중량%로, 탄소(C): 0.20% ~ 0.30%, 실리콘(Si): 0.05 ~ 0.30%, 망간(Mn): 1.20% ~ 1.50%, 인(P): 0 초과 0.03% 이하, 황(S): 0 초과 0.003% 이하, 티타늄(Ti): 0.01% ~ 0.03%, 보론(B): 0.001 ~ 0.003%, 나머지 철(Fe) 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는 강 슬라브를 1,150~1250℃에서 재가열하는 단계; 상기 재가열된 강 슬라브를 FDT: 800~900℃에서 열간압연하는 열연 판재를 얻는 단계; 상기 열연 판재를 580~650℃에서 권취하는 단계; 상기 열연 판재를 850~950℃에서 열처리하는 단계; 및 상기 판재를 500~600℃에서 템퍼링하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 열연 강판은 항복강도(YS): 862 ~ 965MPa, 인장강도(TS): 896MPa 이상일 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 따르면, 고가의 원소인 니오븀(Nb)을 배제하고 티타늄(Ti)을 첨가하여 용강 중에 존재하는 고용 질소를 줄이고, 보론(B)과 같은 경화성 원소를 첨가함으로써 조관 후에 이루어지는 열처리 특성이 우수한 유정관용 열연 강판을 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 열처리 특성이 우수한 유정관용 열연 강판의 제조방법을 개략적으로 나타낸 공정 순서도이다.

도 2는 본 발명의 실시예의 강재(실시재)와 비교예의 강재(비교재)의 항복강도를 비교하여 나타낸 그래프이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 열연 강판의 미세조직을 광학 현미경으로 관찰한 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 첨부한 도면을 참고하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명을 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 본 명세서에서 설명하는 실시예들에 한정되지 않는다. 본 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성 요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다. 또한, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0020] 본 발명의 발명자들은 고가의 합금원소인 니오븀(Nb)의 사용을 배제하여 경제성을 확보하면서, 기존의 공정을 사용하여 열처리 후 더 높은 강도를 확보하기 위해 깊이 연구하였다. 특히, 열처리 후 원하는 물성을 확보하기 위해서는 열처리 조건의 제어가 중요하며 QT 공정으로 생성된 마르텐사이트를 템퍼링 공정을 통해 전위를 해소시킴으로써 목표로 하는 물성을 확보할 수 있음을 확인하였다.

[0021] 이하, 본 발명의 일 측면인 열처리 특성이 우수한 유정관용 열연강판에 대하여 설명한다.

[0023] **열처리 특성이 우수한 유정관용 열연 강판**

[0024] 본 발명의 일 측면인 열처리 특성이 우수한 유정관용 열연 강판은, 중량%로, 탄소(C): 0.20% ~ 0.30%, 실리콘(Si): 0.05 ~ 0.30%, 망간(Mn): 1.20% ~ 1.50%, 인(P): 0 초과 0.03% 이하, 황(S): 0 초과 0.003% 이하, 티타늄(Ti): 0.01% ~ 0.03%, 및 보론(B): 0.001 ~ 0.003%를 포함한다.

[0025] 상기 성분들 외 나머지는 철(Fe)과 제강 공정 등에서 불가피하게 함유되는 불순물로 이루어진다.

[0026] 이하, 본 발명에 따른 열처리 특성이 우수한 유정관용 열연 강판에 포함되는 각 성분의 역할 및 그 함량에 대하여 설명하면 다음과 같다.

[0028] **탄소(C): 0.20 ~ 0.30중량%**

[0029] 탄소(C)는 강의 강도, 인성 및 용접부 인성에 영향을 미치는 원소이다. 또한, 강재의 경화능을 증가시키는 원소로서, 열간 마무리 압연 후 냉각시 페라이트 변태를 지연시켜 펄라이트의 분율을 증가시킴으로써, 항복강도뿐만 아니라 인장강도를 증가시킨다. 다만, 그 함량이 0.20중량% 미만인 경우에는 펄라이트 형성이 부족하여 본 발명에서 목표로 하는 강도를 확보할 수 없으며, 0.30중량%를 초과하는 경우에는 인성의 저하 및 전기저항용접(Electric Resistance Welding, ERW)시 용접성의 저하를 초래하므로, 탄소(C)의 함량을 0.20 ~ 0.30중량%로 하는 것이 바람직하다.

[0031] **실리콘(Si): 0.05 ~ 0.30중량%**

[0032] 실리콘(Si)의 경우, 가열로에서 적스케일을 생성시킴으로써 다량 첨가시 강의 표면을 악화시키는 문제를 줄 수 있으며 또한 산화물 생성으로 인해 용접성을 떨어뜨리는 문제를 가지고 있다. 일반적으로 1.0중량% 이상의 망간(Mn)이 첨가되는 경우 Mn-산화물 및 Si-산화물의 특성을 제어하기 위해서 실리콘(Si)을 첨가하여 Al-Si 복합탈산을 실시하며, 강관제조를 위한 ERW 용접 시 Mn/Si 비가 6 ~ 9 사이로 일정 범위 내에 들어야 용접부 균열 발생이 현저히 감소한다. 따라서, 상기 실리콘(Si)의 함량은 0.05 ~ 0.30중량%로 제한하였다.

[0034] **망간(Mn): 1.20 ~ 1.50중량%**

[0035] 망간(Mn)은 고용강화 원소로서 매우 효과적이며 강의 경화능을 향상시켜 열처리 후 강도확보에 효과적인 원소이다. 또한, 오스테나이트 안정화 원소로서, 페라이드, 펄라이트 변태를 지연시킴으로써 페라이트의 결정립 미세화에 기여할 수 있다. 다만, 다량 첨가시에는 탄소당량을 높여 용접성을 크게 떨어뜨리고 MnS 게재물 생성 및 슬라브/ 코일에 중심편석 등을 발생시킴으로써 강의 연성 및 충격특성을 크게 떨어뜨린다. 따라서, 망간(Mn)의 함량은 1.20 ~ 1.50중량%로 제한하는 것이 바람직하다.

[0037] **티타늄(Ti): 0.01 ~ 0.03중량%**

[0038] 티타늄(Ti)은 고온 안정성이 높은 Ti(C, N) 석출물을 생성시킴으로써, 슬라브 가열 단계에서 오스테나이트 결정립의 조대화를 방해하여 강재의 인성을 향상시킬 수 있다. 또한, 티타늄(Ti)은 강 내 질소(N)와 반응하여 같이 첨가된 보론(B)이 질소와 반응하지 않고 경화능 효과를 나타낼 수 있게 한다. 그러나, 다량 첨가시에는 조대한 석출물을 생성시킴으로써 강의 충격, DWTT 특성을 저하시킬 수 있으므로, 티타늄(Ti)은 강판 전체 중량의 0.01 ~ 0.03중량%의 함량으로 첨가하는 것이 바람직하다.

[0040] **보론(B): 0.001 ~ 0.003중량%**

[0041] 보론(B)은 강의 경화능을 향상시키는 데 가장 효과적인 원소 중의 하나이다. 보론(B)의 첨가량이 0.001중량% 미만일 경우 마르텐사이트 분율을 확보하기 어려워 강도를 확보하기 어려우며, 다량 첨가시에는 충격특성을 급격히 저하시키므로, 상기 보론(B)의 함량은 0.001 ~ 0.003중량%로 제한하는 것이 바람직하다.

[0043] **그 외 불가피한 첨가 원소: 인(P), 황(S)**

[0044] 그 외 불가피한 원소로서 인(P), 황(S)이 있다. 인(P)의 경우 슬라브 중심 편석에 의한 내부식성 저하 문제로 인하여 첨가 범위를 0.03중량% 이하로 제한하였고, 인성 및 용접성을 저해시키는 황(S)의 경우 그 함량을 보다 엄격하게 0.003중량% 이하로 제한하였다.

[0046] 본 발명의 나머지 성분은 철(Fe)이다. 다만, 통상의 제조과정에서는 원료 또는 주위 환경으로부터 의도되지 않은 불순물들이 불가피하게 혼입될 수 있으므로, 이를 배제할 수는 없다. 이들 불순물들은 통상의 제조과정의 기술자라면 누구라도 알 수 있는 것이기 때문에 그 모든 내용을 본 명세서에서 특별히 언급하지는 않는다.

[0048] 본 발명에 따른 열처리 특성이 우수한 유정관용 열연 강판은 상술한 성분계 및 후술하는 공정 조건의 제어에 의하여 API-P110에서 규정하고 있는 규격인 YS: 758 ~ 965MPa, TS: 862MPa 이상보다 더 높은 항복강도(YS): 862 ~ 965MPa와 인장강도(TS): 896MPa 이상을 확보하면서, 동시에 고가원소인 니오븀(Nb)의 사용을 배제함으로써 원가절감의 효과도 얻을 수 있다.

[0050] 이하, 본 발명의 다른 측면인 열처리 특성이 우수한 유정관용 열연 강판의 제조방법에 대하여 상세히 설명한다.

[0051] **열처리 특성이 우수한 유정관용 열연 강판의 제조방법**

[0052] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 열처리 특성이 우수한 유정관용 열연 강판의 제조방법을 개략적으로 나타낸 공정 순서도이다.

[0053] 본 발명의 다른 측면인 열처리 특성이 우수한 유정관용 열연 강판의 제조방법은 상기 유정관용 열연 강판의 합금 조성비를 만족하는 강 슬라브를 1,150 ~ 1,250℃의 온도에서 재가열하는 단계, 상기 가열된 강 슬라브를 800 ~ 900℃의 마무리 압연온도에서 열간압연하는 단계, 냉각 후 580 ~ 650℃의 온도에서 권취하는 단계, 권취된 열연코일에 대해 850 ~ 950℃의 온도에서 퀀칭하는 단계, 및 상기 열연코일을 냉각하여 템퍼링하는 단계를 포함한다.

[0055] **슬라브 재가열 단계(S110)**

[0056] 상기의 합금 조성을 갖는 강 슬라브를 1,150℃ ~ 1,250℃의 SRT(Slab Reheating Temperature)에서 재가열한다. 이러한 재가열을 통해, 주조 시 편석된 성분의 재고용 및 석출물의 재고용이 발생할 수 있다. 상기 슬라브는 슬라브 재가열 단계(S110) 이전에 실시되는 연속주조과정에 의하여 제조되는 강 슬라브일 수 있다.

[0057] 슬라브 재가열 온도가 1,150℃ 미만일 경우에는 가열온도가 충분하지 않아 압연 부하가 커지는 문제가 있다. 또한, 석출물이 고용 온도에 이르지 못해 열간압연시 미세한 석출물로 재석출되지 못하여 오스테나이트의 결정립

성장을 억제하지 못해 오스테나이트 결정립이 급격히 조대화되는 문제점이 있다. 또한, 재가열 온도가 1,250℃를 초과할 경우, 오스테나이트 결정립이 급격히 조대화되거나 또는 탈탄 현상이 발생하여 제조되는 강의 강도 및 저온인성 확보가 어려운 문제점이 있다.

[0059] **열간 압연 단계(S120)**

[0060] 상기와 같이 슬라브를 가열한 다음에는, 가열된 슬라브에 대해 열간압연을 실시한다. 압연 온도는 오스테나이트 재결정영역 이상에서 실시하는 것이 바람직하다. 더욱 바람직하게는, 마무리 압연온도(FDT): 800 ~ 900℃의 온도에서 압연을 실시한다. 압연에 의해 주조 중에 형성된 덴드라이트 등 주조 조직이 파괴되고 오스테나이트의 크기를 작게 하는 효과를 얻을 수 있다. 이러한 효과를 얻기 위하여, 압연 온도는 800 ~ 900℃로 제어하는 것이 바람직하며, 오스테나이트 재결정역에서 이루어지는 압연을 통하여 구 오스테나이트의 결정립을 미세화시킬 수 있다.

[0062] **냉각 및 권취 단계(S130)**

[0063] 상기 열간압연 후에는 열연 판재를 소정의 권취 온도까지 냉각한다. 상세하게는, 상기 압연된 열연 판재를 4℃/sec 이상의 평균 냉각속도로 권취 온도까지 냉각한다. 상기 냉각은 수냉 방식으로 수행되는 것이 바람직하다. 자연 냉각의 경우, 결정립 성장이 촉진되어 강도 확보에 어려움이 있다. 강판의 내부조직을 제어하기 위해서는 냉각속도의 효과가 충분히 발현되는 온도까지 냉각하여 줄 필요가 있다. 상기 냉각은 권취 온도까지 냉각하는 것이 바람직하다. 본 발명에서는 상기 권취 온도는 580 ~ 650℃를 만족하는 것이 바람직하다.

[0064] 상기 권취 온도는 적정량의 페라이트와 펄라이트를 확보하기 위함이며, 권취 온도가 너무 높을 경우에는 조대한 페라이트 및 펄라이트가 생성되어 강도 확보가 어렵다. 권취 온도가 650℃를 초과할 경우에는 조대립의 형성으로 항복비는 감소하나 인성이 저하되고 목표하는 강도에 미달될 문제가 발생할 수 있는 반면, 권취 온도가 580℃ 미만으로 저온일 경우에는 조직이 미세하게 되어, 강도와 인성은 증가할 수 있으나, 강관으로 조관 후에 항복강도가 크게 증가하여 목표하는 항복강도 상한점을 초과하고, 결국 항복비가 증가하게 된다.

[0066] **QT(Quenching and Tempering) 열처리 단계(S140)**

[0067] 상기 열연 코일에 대해 QT 열처리를 실시한다. 보다 상세하게는, 권취된 열연 코일을 850 ~ 950℃의 온도로 15분 정도 재가열하여 모든 미세조직을 오스테나이트로 역변태시킨다. 이후 수냉 방식으로 68 ~ 80℃/sec의 냉각속도로 상온까지 급냉시켜 미세조직을 마르텐사이트로 변태시킨다. 상기 재가열 온도가 850℃ 미만이면 오스테나이트로 100% 역변태가 이루어지지 않아 페라이트 또는 펄라이트 조직이 남아 있을 수 있다. 반면, 재가열 온도가 950℃를 초과하면 매우 조대한 오스테나이트 결정립이 형성되어 강도 확보가 어렵게 된다. 또한 재가열 온도가 올라갈수록 가열 비용 및 압연 온도를 맞추기 위한 추가 시간 소요 등으로 제조 비용 상승 및 생산성 저하를 야기하므로 바람직하지 않다.

[0068] 퀀칭한 판재는 이후, 500 ~ 600℃로 승온한 후 약 20분 정도 템퍼링 열처리를 실시하여 강의 인성을 향상시킨다. 템퍼링 온도가 500℃ 미만일 경우 전위의 풀림이 부족하여 목표로 하는 강도보다 더 높은 강도를 나타낼 수 있고, 600℃를 초과할 경우 전위가 과다하게 풀려 목표로 하는 강도를 확보할 수 없다. 이후, 상기 강판에 대해 공냉 또는 로(furnace)를 이용한 냉각을 실시한다.

[0070] 상기한 제조 과정에 따라 제조된 본 발명의 유정관용 열연 강판은 API-P110에서 규정하고 있는 규격보다 더 높은 항복강도(YS): 862 ~ 965MPa 및 인장강도(TS): 896MPa 이상을 확보하면서 동시에, 고가의 원소인 니오븀(Nb)의 사용을 배제함으로써 원가절감의 효과도 얻을 수 있다.

[0072] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 상세히 설명하나, 이는 본 발명의 바람직한 실시예일뿐 본 발명의 범위가 이러한 실시예의 기재범위에 의하여 제한되는 것은 아니다. 여기에 기재되지 않은 내용은 이 기술 분야에서 숙련된 자이면 충분히 기술적으로 유추할 수 있는 것이므로 그 설명을 생략하기로 한다.

[0073] **실시예**

[0074] 하기 표 1의 성분 조성(중량%, 나머지는 Fe와 불가피한 불순물임)을 갖는 실시예와 비교예의 강 슬라브를 1,150℃에서 재가열하고, 850℃에서 열간압연을 수행하였다. 이후, 냉각하고 620℃에서 권취를 행하였다. 이후, 표 2의 조건으로 열처리 및 템퍼링을 각각 수행하였다. 상기 템퍼링 후 항복강도(YP), 인장강도(TS) 및 연신율(EL)을 각각 측정하여 그 결과를 표 2에 함께 나타내었다.

표 1

[0075]

구분	성분(중량%)							
	C	Si	Mn	P	S	Nb	Ti	B
실시예1	0.281	0.203	1.42	0.0010	0.0013	-	0.030	0.0017
비교예1	0.2620	0.1920	1.4510	0.0136	0.0014	0.0090	-	-
비교예2	0.2735	0.1850	1.4580	0.0121	0.0013	0.0100	-	-
비교예3	0.2784	0.1980	1.4600	0.0126	0.0016	0.0110	-	-

[0076] 상기 표 1에서 실시예1의 강은 본 발명의 일 예로서 고가의 원소인 니오븀(Nb)을 제외하고 오스테나이트 안정화 원소인 티타늄(Ti)과 보론(B)을 첨가한 강이고, 비교예1 내지 비교예3의 강은 니오븀(Nb)을 포함하는 강이다.

표 2

[0077]

구분	열처리 조건(℃)		물 성		
	열처리	템퍼링	YS(MPa)	TS(MPa)	EL(%)
실시예1	920	550	878	969	19
비교예1	920	540	807	990	24
비교예2	920	540	826	941	27
비교예3	920	540	791	930	26

[0079] 도 2는 본 발명의 실시예의 강재(실시재)와 비교예의 강재(비교재)의 항복강도를 비교하여 나타낸 그래프이다.

[0080] 상기 표 1, 표 2, 및 도 2에 나타난 바와 같이, 본 발명에서 제시하는 성분 함량 및 열처리 조건을 만족하는 실시예 1의 강은 본 발명의 범위를 벗어난 비교예 1 ~ 3의 강에 비해 높은 항복강도(YS)를 나타내었음을 확인할 수 있다.

[0081] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 열연 강판의 미세조직을 광학 현미경으로 관찰한 사진이다.

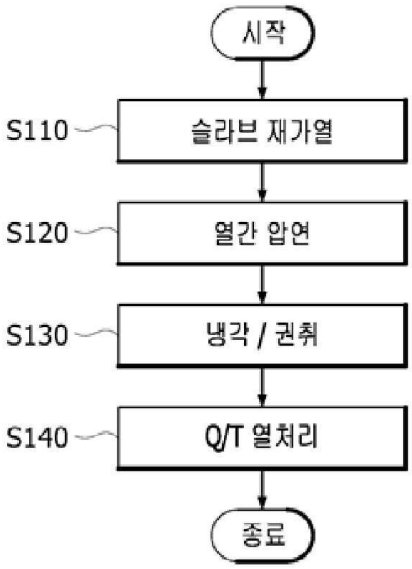
[0082] 도 3에 나타난 바와 같이, 본 발명에서 제시하는 성분 함량 및 열처리 조건을 만족하는 실시예 1의 강은 미세조직이 모두 마르텐사이트로 이루어진 것을 알 수 있다.

[0083] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따르면 고가의 원소인 니오븀(Nb)을 배제하고 티타늄(Ti)을 첨가하여 용강 중에 존재하는 고용 질소를 줄이고, 보론(B)과 같은 경화성 원소를 첨가함으로써 조관 후에 이루어지는 열처리 특성이 우수한 유정관용 열연 강판을 제조할 수 있다.

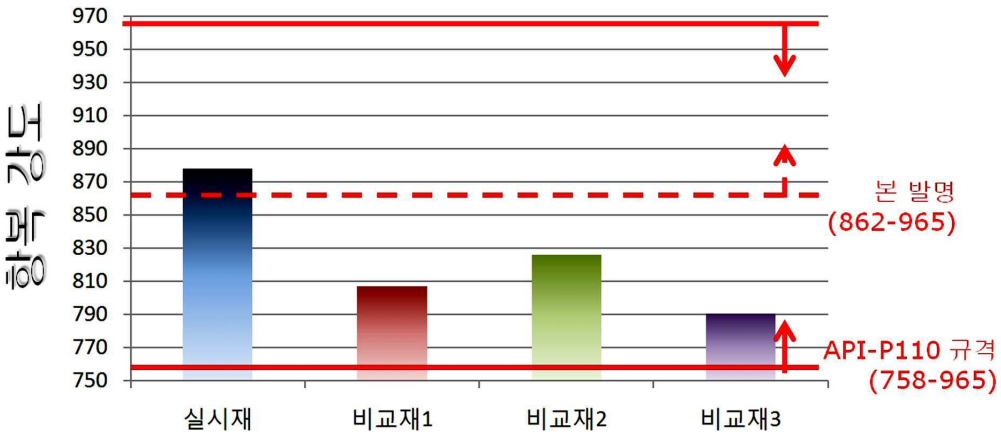
[0085] 이상에서는 본 발명의 실시예를 중심으로 설명하였지만, 당업자의 수준에서 다양한 변경이나 변형을 가할 수 있다. 이러한 변경과 변형이 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 한 본 발명에 속한다고 할 수 있다. 따라서 본 발명의 권리범위는 이하에 기재되는 청구범위에 의해 판단되어야 할 것이다.

도면

도면1


시작
S110
슬라브 재가열
S120
열간 압연
S130
냉각 / 권취
S140
Q/T 열처리
종료

도면2


970
950
930
910
890
870
850
830
810
790
770
750
항복강도
본 발명
(862-965)
API-P110 규격
(758-965)
실시재
비교재1
비교재2
비교재3

도면3

