



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년06월27일
 (11) 등록번호 10-1412247
 (24) 등록일자 2014년06월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C21D 8/02 (2006.01) C22C 38/00 (2006.01)
 C22C 38/58 (2006.01) C21D 9/46 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0032762
 (22) 출원일자 2012년03월29일
 심사청구일자 2012년06월27일
 (65) 공개번호 10-2013-0110648
 (43) 공개일자 2013년10월10일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020110000395 A

(73) 특허권자
현대제철 주식회사
 인천광역시 동구 중봉대로 63 (송현동)
 (72) 발명자
한성경
 충남 당진시 송악읍 신복운로3길 8, 102동 101호
 (동광아파트)
김형래
 울산광역시 동구 일산동 590-18
김성주
 경기 용인시 기흥구 구갈로 115-16, 207동 1406호
 (신갈동, 도현마을현대아파트)
 (74) 대리인
특허법인 대아

전체 청구항 수 : 총 3 항

심사관 : 최정식

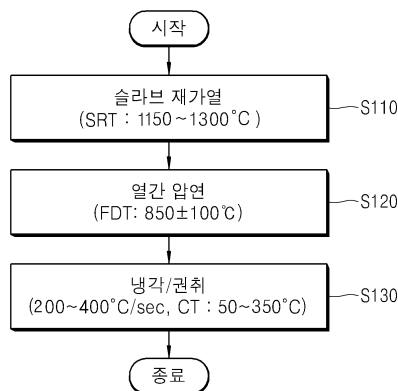
(54) 발명의 명칭 **초고강도 강판 제조 방법**

(57) 요약

석출형 합금원소 및 경화능 원소의 제어를 통하여, 내마모성이 우수한 인장강도 1180MPa 이상의 초고강도 열연강판 및 그 제조 방법에 대하여 개시한다.

본 발명에 따른 초고강도 강판 제조 방법은 중량%로, 탄소(C) : 0.03~0.2%, 실리콘(Si) : 0.01~0.5%, 망간(Mn) : 0.8~2.5%, 알루미늄(Al) : 0.002~0.1%, 인(P) : 0.02% 이하, 황(S) : 0.003% 이하, 질소(N) : 0.01% 이하를 포함하고, 티타늄(Ti) : 0.01~0.1%, 니오븀(Nb) : 0.01~0.1% 및 바나듐(V) : 0.01~0.1% 중 1종 이상을 더 포함하며, 니켈(Ni) : 0.01~0.1%, 크롬(Cr) : 0.01~0.1% 및 보론(B) : 0.0005~0.004% 중 1종 이상을 더 포함하고, 나머지 철(Fe)과 불가피한 불순물로 이루어지는 슬라브 판재를 재가열하는 단계; 상기 재가열된 슬라브 판재를 750~950℃의 마무리 압연 온도 조건으로 열간압연하는 단계; 및 상기 열간압연된 판재를 200~400℃/sec의 평균냉각속도로 마르텐사이트 온도역까지 냉각한 후, 권취하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

중량%로, 탄소(C) : 0.03~0.2%, 실리콘(Si) : 0.01~0.5%, 망간(Mn) : 0.8~2.5%, 알루미늄(Al) : 0.002~0.1%, 인(P) : 0% 초과 내지 0.02% 이하, 황(S) : 0% 초과 내지 0.003% 이하, 질소(N) : 0% 초과 내지 0.01% 이하를 포함하고, 티타늄(Ti) : 0.01~0.1%, 니오븀(Nb) : 0.01~0.1% 및 바나듐(V) : 0.01~0.1% 중 1종 이상을 더 포함하며, 니켈(Ni) : 0.01~0.1%, 크롬(Cr) : 0.01~0.1% 및 보론(B) : 0.0005~0.004% 중 1종 이상을 더 포함하고, 나머지 철(Fe)과 불가피한 불순물로 이루어지는 슬라브 판재를 재가열하는 단계;

상기 재가열된 슬라브 판재를 750~950℃의 마무리 압연 온도 조건으로 열간압연하는 단계; 및

상기 열간압연된 판재를 200~400℃/sec의 평균냉각속도로 마르텐사이트 온도역까지 냉각한 후, 권취하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초고강도 강판 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 슬라브 판재의 재가열은

1150~1300℃에서 3~5시간동안 실시되는 것을 특징으로 하는 초고강도 강판 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 권취 온도는

50~350℃인 것을 특징으로 하는 초고강도 강판 제조 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 자동차 부품 등에 적용되는 초고강도 강판 제조 기술에 관한 것으로, 보다 상세하게는 석출형 합금원소 및 경화능 원소를 첨가하여, 열연 공정만으로 인장강도 1180MPa 이상을 갖는 초고강도 강판 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 자동차 업계는 연비 향상 및 CO2 저감을 위하여 소재의 경량화를 요구하고 있다. 이에 따라, 자동차 부품에 적용되는 강판은 경량화를 위하여 고강도화되고 있다.

[0003] 그 중에서도 합금원소 함량을 저감하면서도 초고강도 특성을 나타내는 마르텐사이트 구조(Martensitic

structure)에 관심이 높아지고 있다. 마르텐사이트 강은 고온(약 Ar3이상)의 오스테나이트 상이 매우 빠른 속도로 냉각시 무확산 변태로 생성되는 매우 높은 경도를 가지는 상이다.

[0004] 본 발명에 관련된 배경기술로는 대한민국 등록특허공보 제10-0723204호(2007.05.29. 공고)에 개시된 가공성이 우수한 인장강도 1180MPa 이상인 초고강도용용아연 도금강판과 그 제조방법이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 석출형 합금원소 및 경화능 원소 등의 성분 조절 및 열연공정 제어를 통하여 인장강도 1180MPa 이상의 초고강도를 나타낼 수 있는 초고강도 강판 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0006]

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 초고강도 강판 제조 방법은 중량%로, 탄소(C) : 0.03~0.2%, 실리콘(Si) : 0.01~0.5%, 망간(Mn) : 0.8~2.5%, 알루미늄(Al) : 0.002~0.1%, 인(P) : 0% 초과 내지 0.02% 이하, 황(S) : 0% 초과 내지 0.003% 이하, 질소(N) : 0% 초과 내지 0.01% 이하를 포함하고, 티타늄(Ti) : 0.01~0.1%, 니오븀(Nb) : 0.01~0.1% 및 바나듐(V) : 0.01~0.1% 중 1종 이상을 더 포함하며, 니켈(Ni) : 0.01~0.1%, 크롬(Cr) : 0.01~0.1% 및 보론(B) : 0.0005~0.004% 중 1종 이상을 더 포함하고, 나머지 철(Fe)과 불가피한 불순물로 이루어지는 슬라브 판재를 재가열하는 단계; 상기 재가열된 슬라브 판재를 750~950℃의 마무리 압연 온도 조건으로 열간압연하는 단계; 및 상기 열간압연된 판재를 200~400℃/sec의 평균냉각속도로 마르텐사이트 온도역까지 냉각한 후, 권취하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 이때, 상기 슬라브 판재의 재가열은 1150~1300℃에서 3~5시간동안 실시되는 것이 바람직하다.

[0009] 또한, 상기 권취 온도는 50~350℃인 것이 바람직하다.

[0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 초고강도 강판은 중량%로, 탄소(C) : 0.03~0.2%, 실리콘(Si) : 0.01~0.5%, 망간(Mn) : 0.8~2.5%, 알루미늄(Al) : 0.002~0.1%, 인(P) : 0% 초과 내지 0.02% 이하, 황(S) : 0% 초과 내지 0.003% 이하, 질소(N) : 0% 초과 내지 0.01% 이하를 포함하고, 티타늄(Ti) : 0.01~0.1%, 니오븀(Nb) : 0.01~0.1% 및 바나듐(V) : 0.01~0.1% 중 1종 이상을 더 포함하며, 니켈(Ni) : 0.01~0.1%, 크롬(Cr) : 0.01~0.1% 및 보론(B) : 0.0005~0.004% 중 1종 이상을 더 포함하고, 나머지 철(Fe)과 불가피한 불순물로 이루어지며, 미세조직에 마르텐사이트가 면적률로 95% 이상이고, 인장강도 1180MPa 이상을 갖는 것을 특징으로 한다.

[0011] 이때, 상기 강판은 항복강도 1000MPa 이상, 연신율 5% 이상 및 비커스 경도 Hv 350 이상을 가질 수 있다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따른 초고강도 강판 제조 방법에 의하면, 탄소 및 망간의 함량을 기존재보다 저감하고, 니오븀(Nb)과 같은 석출형 합금원소와 보론(B)과 같은 경화능 원소를 함께 첨가하여 열간압연시 열연하중을 최대한 낮게 하여, 열연판재두께 기준 2.0mm 이하의 극박물 압연을 용이하게 하고, 열간압연후 냉각시 냉각속도 200℃/sec 이상의 초급속 냉각을 이용하여 면적률로 95% 이상의 마르텐사이트 미세구조를 생성시킴으로써, 내마모성이 우수하며, 인장강도 1180MPa 이상의 초고강도를 갖는 강판을 제조고 냉각종료후 열연코일상태의 자기템퍼링을 유도하여 템퍼트 마르텐사이트 조직을 최종 제어하여 성형성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 초고강도 강관 제조 방법을 나타낸 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0015] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 초고강도 강관 및 그 제조 방법에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

고강도 강관

[0017] 본 발명에 따른 초고강도 강관은 중량%로, 탄소(C) : 0.03~0.2%, 실리콘(Si) : 0.01~0.5%, 망간(Mn) : 0.8~2.5%, 알루미늄(Al) : 0.002~0.1%, 인(P) : 0% 초과 내지 0.02% 이하, 황(S) : 0% 초과 내지 0.003% 이하, 질소(N) : 0% 초과 내지 0.01% 이하를 포함한다.

[0018] 또한, 본 발명에 따른 초고강도 강관은 석출형 합금원소로서, 티타늄(Ti) : 0.01~0.1%, 니오븀(Nb) : 0.01~0.1% 및 바나듐(V) : 0.01~0.1% 중 1종 이상을 더 포함한다.

[0019] 또한, 본 발명에 따른 초고강도 강관은 경화능 원소로서, 니켈(Ni) : 0.01~0.1%, 크롬(Cr) : 0.01~0.1% 및 보론(B) : 0.0005~0.004% 중 1종 이상을 더 포함한다.

[0020] 상기 성분들 외에 나머지는 철(Fe)과 불가피한 불순물로 이루어진다.

[0021] 이하 본 발명에 따른 강관에 포함되는 각 성분의 역할 및 함량에 대하여 설명하기로 한다.

탄소(C)

[0023] 탄소(C)는 강의 강도 증가에 기여하는 원소이다.

[0024] 상기 탄소는 강관 전체 중량의 0.03~0.2중량%로 첨가되는 것이 바람직하다. 탄소 첨가량이 0.03중량% 미만인 경우, 원하는 강도를 확보하기 어렵다. 반대로, 탄소 첨가량이 0.2중량%를 초과하는 경우, 용접성 및 인성이 저하되는 문제점이 있다.

실리콘(Si)

[0026] 실리콘(Si)은 강도 확보에 기여하며, 또한 강 중의 산소를 제거하기 위한 탈산제 역할을 한다.

[0027] 상기 실리콘은 강관 전체 중량의 0.01~0.5중량%로 첨가되는 것이 바람직하다. 실리콘의 첨가량이 0.01중량% 미만일 경우 실리콘 첨가에 따른 탈산 효과 및 강도 향상 효과가 불충분하다. 반대로 실리콘의 첨가량이 0.5 중량%를 초과할 경우 용접성 및 도금성이 저하되는 문제점이 있다.

망간(Mn)

[0029] 망간(Mn)은 강의 강도 및 인성을 증가시키고 강의 소입성을 증가시키는 원소로서, 망간의 첨가는 탄소의 첨가보다도 강도 상승시 연성의 저하가 적다.

[0030] 상기 망간은 강관 전체 중량의 0.8~2.5중량%로 첨가되는 것이 바람직하다. 망간이 첨가량이 0.8중량% 미만일 경우, 그 첨가 효과가 불충분하다. 반대로, 망간의 첨가량이 2.5중량%를 초과하는 경우, MnS계 비금속개재물을 과다하게 생성하여, 용접시 크랙 발생 등 용접성을 저하시키는 문제점이 있다.

- [0031] 알루미늄(Al)
- [0032] 알루미늄(Al)은 상기의 실리콘과 함께 강 중 탈산을 위해 첨가한다.
- [0033] 상기 알루미늄은 강판 전체 중량의 0.002~0.1중량%로 첨가되는 것이 바람직하다. 알루미늄의 첨가량이 0.002중량% 미만일 경우, 그 첨가 효과가 불충분하다. 반대로, 알루미늄의 첨가량이 0.1중량%를 초과할 경우에는 연주성이 저해될 수 있고 강중 알루미늄의 분율이 증가하여 마르텐사이트 내 굽힘가공시 보이드(void)를 발생시켜 특성을 저해할 수 있다.
- [0034] 인(P)
- [0035] 인(P)은 강도 향상에 일부 기여하나, 강판 제조시 편석 가능성이 큰 원소로서, 중심 편석은 물론 미세 편석도 형성하여 제철에 좋지 않은 영향을 주며, 또한 용접성을 악화시킬 수 있다.
- [0036] 이에 본 발명에서는 인의 함량을 강판 전체 중량의 0중량% 초과 내지 0.02중량% 이하로 제한하였다.
- [0037] 황(S)
- [0038] 황(S)은 망간과 결합하여 MnS 와 같은 비금속개재물을 형성하여 용접성을 저해하고, 성형시 가공성을 저해하는 요소이다. 특히 마르텐사이트 미세조직에서는 선형의 MnS가 상간 경도차가 심한 결정립계에 보이드를 다량 발생시켜 굽힘특성에 매우 열위하게 하므로 최소 관리가 필요하다.
- [0039] 따라서, 본 발명에서는 황의 함량을 강판 전체 중량의 0중량% 초과 내지 0.003 중량% 이하로 제한하였다.
- [0040] 질소(N)
- [0041] 질소(N)는 불가피한 불순물로서, 다량 함유될 경우 고용 질소가 증가하여 강판의 충격특성 및 연신율을 떨어뜨리고 용접부의 인성을 크게 저하시키는 문제점이 있다.
- [0042] 이에, 본 발명에서는 질소의 함량을 강판 전체 중량의 0중량% 초과 내지 0.01중량% 이하로 제한하였다.
- [0043] 티타늄(Ti), 니오븀(Nb), 바나듐(V)
- [0044] 티타늄(Ti), 니오븀(Nb) 및 바나듐(V)은 석출물 형성원소로서 강도 확보에 유효하게 작용한다.
- [0045] 이들 성분은 1종 이상 첨가될 수 있으며, 첨가되는 성분은 각각 0.01~0.1중량% 첨가될 때, 그 효과를 충분히 발휘한다. 반면, 티타늄, 니오븀 또는 바나듐의 첨가량이 0.1중량%를 초과할 경우 강판의 가공성 및 인성을 저해할 수 있다.
- [0046] 니켈(Ni), 크롬(Cr), 보론(B)
- [0047] 니켈(Ni), 크롬(Cr) 및 보론(B)은 경화능 향상원소로서, 마르텐사이트를 생성하는데 유효하다.
- [0048] 이들 성분은 1종 이상 첨가될 수 있으며, 첨가되는 성분이 니켈, 크롬일 경우, 각각 0.01~0.1중량% 첨가될 때 그 효과를 충분히 발휘하고, 첨가되는 성분이 보론일 경우, 0.0005~0.004중량% 첨가될 때 그 효과를 충분히 발휘한다.
- [0049] 크롬 혹은 니켈이 0.1중량%를 초과하여 첨가되거나, 보론이 0.004중량%를 초과하여 첨가되는 경우, 강의 인성 및 연성을 저해하는 문제점이 있다.
- [0050] 본 발명에 따른 초고강도 강판은 상기 조성 및 후술하는 열연공정을 통하여, 마르텐사이트의 상분율이 면적률로

95% 이상인 미세조직을 가질 수 있다. 이때, 베이나이트, 페라이트 등은 면적률로 5% 이하로 형성될 수 있다.

[0051] **고강도 강판 제조 방법**

[0052] 이하, 상기 조성을 갖는 본 발명에 따른 초고강도 강판 제조 방법에 대하여 설명하기로 한다.

[0053] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 초고강도 강판 제조 방법을 나타낸 순서도로서, 열연강판 제조 방법을 나타낸 것이다.

[0054] 도 1을 참조하면, 도시된 초고강도 강판 제조 방법은 슬라브 재가열 단계(S110), 열간압연 단계(S120) 및 냉각/권취 단계(S130)를 포함한다.

[0055] 슬라브 재가열 단계(S110)는 전술한 조성을 갖는 반제품 상태의 슬라브 판재의 재가열을 통하여, 주조시 편석된 성분 및 석출물을 재고용한다.

[0056] 슬라브 재가열은 1150~1300℃, 3~5시간 실시되는 것이 바람직하다. 슬라브 재가열이 1150℃ 미만에서 실시되거나 재가열 시간이 3시간 미만인 경우, 재고용 혹은 균질화 효과가 불충분해질 수 있다. 반대로, 재가열이 1300℃를 초과하여 실시되거나 재가열 시간이 5시간을 초과하는 경우, 결정립 조대화로 인하여 강도 확보가 어려워질 수 있고, 과도한 가열로 인한 경제성이 저하될 수 있다.

[0057] 다음으로, 열간압연 단계(S120)에서는 재가열된 슬라브 판재를 열간압연한다.

[0059] 열간압연은 마무리 압연 온도(FDT) 750~950℃ 조건으로 실시되는 것이 바람직하다. 상기 마무리 압연 온도 조건에서, 냉각 전 강판의 조직이 오스테나이트 상이 될 수 있다. 마무리 압연 온도가 950℃를 초과하는 경우, 결정립 조대화로 인하여 강도 확보가 어려워질 수 있다. 반대로, 마무리 압연 온도가 750℃ 미만인 경우, 이상역 압연으로 인하여 강판 재질이 열화될 수 있다.

[0060] 다음으로, 냉각/권취 단계(S130)에서는 목표로 하는 마르텐사이트 상분율을 확보하기 위하여 열간압연된 판재를 200~400℃/sec의 평균냉각속도로 마르텐사이트 온도역까지 냉각한 후, 권취한다.

[0061] 냉각은 200~400℃/sec의 평균냉각속도로 실시되는 것이 바람직하다. 이러한 높은 냉각 속도는 수냉시 적용되는 냉각노즐을 통상에 비하여 2배 정도 많이 설치함으로써 가능하다. 냉각시 적용되는 냉각 속도가 200℃/sec 미만일 경우, 페라이트, 펄라이트 등의 변태가 발생하여 95% 이상의 마르텐사이트 조직을 확보하기 어렵다. 반대로, 냉각 속도가 400℃/sec를 초과할 경우, 5% 이상의 연신을 확보가 어려우며, 또한 설비상 판형상의 제어 관련 제한이 따를 수 있다.

[0062] 한편, 권취 온도는 50~350℃인 것이 바람직하다. 권취 온도가 350℃를 초과하는 경우 냉각이 불충분하여 면적률로 95% 이상의 마르텐사이트 분율을 확보하기 어려워질 수 있다. 반대로 권취 온도가 50℃ 미만일 경우 냉각종료후 열연코일의 자기템퍼링 효과가 적어 성형성이 감소될 수 있고, 소재 표면에 냉각수 잔류로 인하여 표면 경질화 및 반점이 발생하는 문제점이 발생할 수 있다. 바람직하게는 200~300℃의 냉각종료온도를 제어하여 냉각종료후 열연코일상태에서 상온까지 공랭(3~5일)기간동안 마르텐사이트상의 템퍼드 마르텐사이트로의 변태유도를 통한 안정적인 강도 및 성형성 확보를 얻을 수 있다.

[0063] **실시예**

[0064] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 통해 본 발명의 구성 및 작용을 더욱 상세히 설명하기로 한다. 다만, 이는 본 발명의 바람직한 예시로 제시된 것이며 어떠한 의미로도 이에 의해 본 발명이 제한되는 것으로 해석될 수는 없다.

[0065] 여기에 기재되지 않은 내용은 이 기술 분야에서 숙련된 자이면 충분히 기술적으로 유추할 수 있는 것이므로 그 설명을 생략하기로 한다.

[0066] 1. 열연시편의 제조

[0067] 표 1에 기재된 조성을 갖는 슬라브 판재를 1200℃에서 2시간동안 재가열하고, 850℃ 마무리 압연 온도 조건으로 열간압연한 후, 평균냉각속도 300℃/sec로 250℃까지 냉각하고 이어서 권취한 후, 상온까지 공냉하여 열연시편 1~5를 제조하였다.

[0068] [표 1] (단위 : 중량%)

시편	C	Si	Mn	Al	P	S	N
1	0.1	0.3	1.15	0.01	0.008	0.002	0.005
2	0.15	0.05	1.40	0.05	0.008	0.002	0.005
3	0.04	0.4	1.40	0.07	0.008	0.002	0.005
4	0.04	0.4	1.40	0.07	0.008	0.002	0.005
5	0.04	0.4	1.40	0.07	0.008	0.002	0.005
시편	Ti	Nb	V	Ni	Cr	B	비고
1	-	0.03	-	0.01	-	0.001	발명강
2	0.01	0.02	-	-	0.01	0.0007	
3	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.0005	
4	-	0.05	0.03	-	-	-	비교강
5	-	-	-	-	0.05	0.003	

[0069]

[0070] 2. 기계적 특성 평가

[0071] 표 2는 강종 1~5의 인장시험 결과 및 비커스 경도 측정 결과를 나타낸 것이다.

[0072] [표 2]

시편	인장강도 (MPa)	항복강도 (MPa)	연신율 (%)	비커스경도 (Hv)	마르텐사이트 면적률(%)	비고
1	1223	1056	8	425	96	발명강
2	1321	1087	6	442	99	
3	1316	1099	5	434	97	
4	1201	1056	7	341	88	비교강
5	1174	869	8	336	86	

[0073]

[0074] 표 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 해당하는 시편 1~3의 경우, 인장강도 및 비커스 경도가 모두 목표치 이상을 나타내었으며, 마르텐사이트 면적률 역시 95% 이상을 나타내었다.

[0075] 반면, 탄소 함량이 0.04중량%인 상태에서 석출형 합금원소만 첨가되었거나, 경화형 합금원소만 첨가된 시편 4~5의 경우, 마르텐사이트 면적률이 상대적으로 낮았으며, 이에 따라 인장강도 또는 내마모성이 목표치에 미치지 못하였다.

[0076] 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.

부호의 설명

[0077]

S110 : 슬라브 재가열 단계

S120 : 열간압연 단계

S130 : 냉각/권취 단계

도면

도면1

