(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0095699
(43) 공개일자 2019년08월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C21D 6/00 (2006.01) *C21D 1/19* (2006.01)
C21D 10/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C21D 6/008 (2013.01)
C21D 1/19 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0015022
(22) 출원일자 2018년02월07일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
윤은유
경상남도 창원시 성산구 대방동 덕산아파트 (201~207동)205동 1504호
이영선
경상남도 창원시 상남동 성원아파트 301-1501
(74) 대리인
이원희

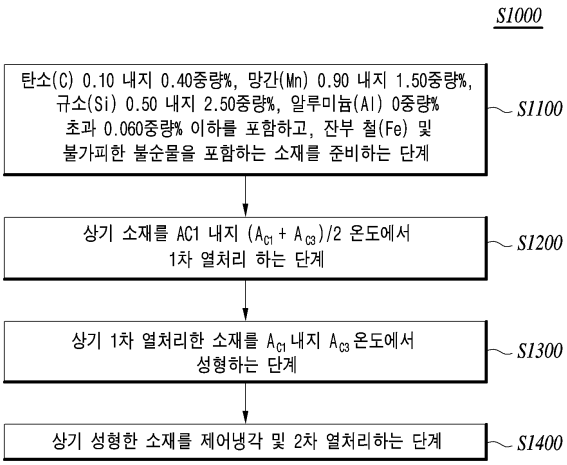
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법에 관한 것이고, 본 발명의 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법은 탄소(C) 0.10 내지 0.40중량%, 망간(Mn) 0.90 내지 1.50중량%, 규소(Si) 0.50 내지 2.50중량%, 알루미늄(Al) 0중량% 초과 0.060중량% 이하를 포함하고, 잔부 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하는 소재를 준비하는 단계; 상기 소재를 A_{C1} 내지 $(A_{C1} + A_{C3})/2$ 온도에서 1차 열처리 하는 단계; 상기 1차 열처리한 소재를 A_{C1} 내지 A_{C3} 온도에서 성형하는 단계; 및 상기 성형한 소재를 2차 열처리하는 단계;를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C21D 10/005 (2013.01)
C21D 6/005 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 10063298
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원
연구사업명 산업핵심기술개발사업
연구과제명 (가계정)철계 구동부품의 미세조직제어를 위한 정밀 온간단조기술 개발(3/4)
기 여 율 1/1
주관기관 한국산업기술평가관리원
연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

탄소(C) 0.10 내지 0.40중량%, 망간(Mn) 0.90 내지 1.50중량%, 규소(Si) 0.50 내지 2.50중량%, 알루미늄(Al) 0 중량% 초과 0.060중량% 이하를 포함하고, 잔부 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하는 소재를 준비하는 단계;

상기 소재를 A_{C1} 내지 $(A_{C1} + A_{C3})/2$ 온도에서 1차 열처리 하는 단계;

상기 1차 열처리한 소재를 A_{C1} 내지 A_{C3} 온도에서 성형하는 단계; 및

상기 성형한 소재를 제어냉각 및 2차 열처리하는 단계;를 포함하는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 성형한 소재를 제어냉각 및 2차 열처리하는 단계는 1℃/s 내지 200℃/s의 냉각속도로 제어 냉각하는 단계; 및 320℃ 내지 M_S의 온도에서 열처리하는 단계를 포함하는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 합금강의 최대 인장 강도는 700 내지 1300MPa인 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 합금강의 항복 강도는 300 내지 1000MPa인 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 합금강의 연신율은 10 내지 35%인 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법.

청구항 6

탄소(C) 0.10 내지 0.40중량%, 망간(Mn) 0.90 내지 1.50중량%, 규소(Si) 0.50 내지 2.50중량%, 알루미늄(Al) 0 중량% 초과 0.060중량% 이하를 포함하고, 잔부 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하는 소재를 준비하는 단계;

상기 소재를 A_{C1} 내지 $(A_{C1} + A_{C3})/2$ 온도에서 1차 열처리 하는 단계;

상기 1차 열처리를 수행한 소재를 제어냉각 및 2차 열처리하는 단계;를 포함하는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 성형한 소재를 제어냉각 및 2차 열처리하는 단계는 1℃/s 내지 200℃/s의 냉각속도로 제어 냉각하는 단계; 및 320℃ 내지 M_S의 온도에서 열처리하는 단계를 포함하는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 합금강의 최대 인장 강도는 700 내지 1300MPa인 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 합금강의 항복 강도는 300 내지 1000MPa인 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 합금강의 연신율은 10 내지 35%인 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 합금강의 열처리 및 제어냉각을 통해 합금강의 소재 특성을 제어할 수 있는 합금강의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 철강 단조품을 이용하는 부품들의 제조 공정에 있어서 공정개선 및 자동화를 통한 제조원가 감축을 위해 추진되는 노력들 가운데 에너지 절감 효과 및 공정효율향상(자동화 라인 등)에 필수적인 요소는 단조 후의 열처리(Q/T)공정의 제거에 있다.

[0005] 전/후 열처리 및 수반되는 공정수가 너무 많고 비용이 과다하였고, 열처리 변형에 따른 치수변화로 교정공정 등이 추가되어야 하므로 에너지 절감이나 자동화면에서 문제점이 있다.

[0007] 따라서, 단조 후 열처리를 생략할 수 있는 비조질강 및 단조공정 개발에 대한 많은 연구들이 수행되어 국내에서도 열간단조품의 경우는 크랭크샤프트, 휠 허브 등 인성이 요구되지 않는 부품을 중심으로 많이 적용되고 있으며, 자동차용 커넥팅로드를 비롯하여 너클 등에 적용되는 열간단조용 비조질강의 제품이 개발되어 적용되고 있다.

[0009] 또한, 냉간 단조용 비조질강의 경우도 개발이 이루어져 적용을 시도한 바 있으나 일부 볼트류에 적용한 소재(LH85 등)에 그치고 있으며, 단조 후 열처리 공정을 제거할 수 있는 장점에도 불구하고 높은 항복비로 인해 인

장강도 80kgf/mm2 급 이상에서는 너무 높은 단조하중으로 인해 금형수명이 저하되는 공통된 단점으로 인해 그 적용의 확대가 이루어지지 못하고 있다.

[0011] 더욱이, 페라이트+펄라이트의 2상 조직 기반의 냉간 비조질강의 경우는 연속 생산된 선재의 경우 선단부와 선미부의 재질이 20% 이상 큰 차이를 나타냄으로써 균일한 품질을 얻을 수 없다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0013] (특허문헌 0001) 한국 등록 특허 공보 제 0338704 호

(특허문헌 0002) 일본 공개 특허 공보 제2006-118014호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명은 공정이 간소하고, 열처리 및 제어 냉각의 조절을 통해 소정의 강도 및 연신율을 확보하며, 미세조직 균일화 및 미세화 할 수 있는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법을 제공함을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0016] 본 발명의 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법은 탄소(C) 0.10 내지 0.40중량%, 망간(Mn) 0.90 내지 1.50중량%, 규소(Si) 0.50 내지 2.50중량%, 알루미늄(Al) 0중량% 초과 0.060중량% 이하를 포함하고, 잔부 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하는 소재를 준비하는 단계; 상기 소재를 A_{C1} 내지 $(A_{C1} + A_{C3})/2$ 온도에서 1차 열처리 하는 단계; 상기 1차 열처리한 소재를 A_{C1} 내지 A_{C3} 온도에서 성형하는 단계; 및 상기 성형한 소재를 2차 열처리하는 단계;를 포함한다.

[0018] 또한, 상기 성형한 소재를 제어냉각 및 2차 열처리하는 단계는 1℃/s 내지 200℃/s의 냉각속도로 제어 냉각하는 단계; 및 320℃ 내지 M_S의 온도에서 에서 열처리하는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 합금강의 최대 인장 강도는 700 내지 1300MPa일 수 있다.

[0022] 또한, 상기 합금강의 항복 강도는 300 내지 1000MPa일 수 있다.

[0024] 또한, 상기 합금강의 연신율은 10 내지 35%일 수 있다.

[0026] 본 발명의 다른 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법 탄소(C) 0.10 내지 0.40중량%, 망간(Mn) 0.90 내지 1.50중량%, 규소(Si) 0.50 내지 2.50중량%, 알루미늄(Al) 0중량% 초과 0.060중량% 이하를 포함하고, 잔부 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하는 소재를 준비하는 단계; 상기 소재를 A_{C1} 내지 $(A_{C1} + A_{C3})/2$ 온도에서 1차 열처리 하는 단계; 및 1차 열처리를 수행한 소재를 2차 열처리하는 단계;를 포함한다.

[0028] 또한, 상기 성형한 소재를 제어냉각 및 2차 열처리하는 단계는 1℃/s 내지 200℃/s의 냉각속도로 제어 냉각하는 단계; 및 320℃ 내지 M_S의 온도에서 에서 열처리하는 단계를 포함할 수 있다.

[0030] 또한, 상기 합금강의 최대 인장 강도는 700 내지 1300MPa일 수 있다.

[0032] 또한, 상기 합금강의 항복 강도는 300 내지 1000MPa일 수 있다.

[0034] 또한, 상기 합금강의 연신율은 10 내지 35%일 수 있다.

발명의 효과

[0036] 본 발명의 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법은 간소화된 공정으로 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강을 제조할 수 있으며, 제조비용을 줄일 수 있다.

[0038] 또한, 본 발명의 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법은 제품에 요구되는 주요 특성인 우수한 강도 및 연신율을 동시에 만족할 수 있는 합금강을 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0040] 도 1은 본 발명의 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강 제조방법의 순서도이다.

도 2는 본 발명의 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강 제조방법의 각 공정에 대한 온도 그래프이다.

도 3은 종래의 합금강 제조방법 및 본 발명의 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강 제조방법의 각 공정에 대한 온도 그래프이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강 제조방법의 순서도이다.

도 5는 실시 예 1 내지 실시 예 5의 각 공정에 대한 온도 그래프이다.

도 6은 실시 예 1 내지 실시 예 5에 의해 준비된 합금강의 연신율-응력 그래프를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0041] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 형태들을 다음과 같이 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시 형태는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시 형태로 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 실시 형태는 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며, 도면 상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부호를 사용한다. 덧붙여, 명세서 전체에서 어떤 구성요소를 "포함"한다는 것은 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0043] **강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법**

[0044] 도 1은 본 발명의 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법의 순서도이다.

[0045] 도 2는 본 발명의 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강 제조방법의 각 공정에 대한 온도 그

래프이다.

[0046] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법은 탄소(C) 0.10 내지 0.40중량%, 망간(Mn) 0.90 내지 1.50중량%, 규소(Si) 0.50 내지 2.50중량%, 알루미늄(Al) 0중량% 초과 0.060중량% 이하를 포함하고, 잔부 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하는 소재를 준비하는 단계; 상기 소재를 A_{C1} 내지 $(A_{C1} + A_{C3})/2$ 온도에서 1차 열처리 하는 단계; 상기 1차 열처리한 소재를 A_{C1} 내지 A_{C3} 온도에서 성형하는 단계; 및 상기 성형한 소재를 2차 열처리하는 단계;를 포함한다.

[0048] 먼저, 탄소(C) 0.10 내지 0.40중량%, 망간(Mn) 0.90 내지 1.50중량%, 규소(Si) 0.50 내지 2.50중량%, 알루미늄(Al) 0중량% 초과 0.060중량% 이하를 포함하고, 잔부 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하는 합금 소재를 준비하는 단계를 설명한다. 여기서, 상기와 같은 조성을 가지는 합금 소재를 사용함으로써 조성이 간단하고, 강도조절을 위한 화학성분 조절이 용이하다는 이점을 가질 수 있다.

[0050] 상기 탄소(C) 0.10 내지 0.40중량%, 망간(Mn) 0.90 내지 1.50중량%, 규소(Si) 0.50 내지 2.50중량%, 알루미늄(Al) 0중량% 초과 0.060중량% 이하를 포함하고, 잔부 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하는 합금 소재를 준비하는 단계에서, 상기한 조성을 가지는 합금 소재는 용탕에 용융되어 균일한 조성을 갖도록 혼합될 수 있고, 용융된 소재의 냉각을 통해 강괴(steel ingot), 강선재(steel wire), 강판재(steel sheet) 및 강봉재(steel rod) 등으로 준비될 수 있다.

[0052] 이하 상기 합금 소재의 성분계 및 성분범위에 대하여 설명한다.

[0054] 탄소(C): 0.10 내지 0.40중량%

[0055] 상기 합금 소재에 포함된 탄소는 합금강의 강도를 향상시키고, 잔류 오스테나이트 안정화를 위해 첨가되고, 합금강의 표층부 경도확부를 위해 필요한 원소로서, 그 함량이 0.10중량% 미만에서는 기지 상의 자체적인 강도가 저하되고, 0.40 중량%를 초과하는 경우에는 조직내에 편석이 발생하여 수소유기 균열 저항성을 저하시키고, 인성, 용접성 및 내식성을 저하시키는 문제점이 있다. 따라서 탄소의 양을 전술한 범위로 제한한다.

[0057] 망간(Mn): 0.90 내지 1.50중량%

[0058] 상기 합금 소재에 포함된 망간(Mn)은 합금의 융점을 낮추고, 마르텐사이트를 안정화시키고, 높은 표면 경도를 얻기 위해서 첨가되는 원소이다. 또한, 잔류 오스테나이트의 형성 및 안정화와 더불어 냉각시 페라이트 변태 억제를 위해서 변태 조직강에서 필수적인 원소이다. 이러한 망간을 0.90중량% 미만으로 첨가하게 되면 페라이트 변태가 발생하기 쉽고, 오스테나이트의 확보가 부족하게 되어 인장강도와 연신율을 충분히 확보하기 어려워진다. 반면, 망간을 1.50중량% 초과 하게 되면 용접성 및 절단균열저항성이 현저히 감소될 수 있다. 따라서 망간의 양을 전술한 범위로 제한한다.

[0060] 규소(Si): 0.50 내지 2.50중량%

[0061] 상기 합금 소재에 포함된 규소(Si)는 탈산 및 고용강화에 효과적인 원소이며, 충격 천이 온도 상승효과를 위하여 첨가되는 원소이다. 또한, 페라이트 내에서 탄화물의 석출을 억제하고, 페라이트 내 탄소가 오스테나이트로 확산하는 것을 촉진하는 원소로써 잔류 오스테나이트의 안정화에 기여한다. 상기 규소의 양이 2.50중량%를 넘는 경우, 열간 및 냉간 가공성이 저하되고, 합금강 표면에 규소 산화물(SiO_2)을 형성함으로써 합금강의 기계적 성질 및 용접성을 저하시킨다. 따라서 규소(Si)의 양을 전술한 범위로 제한한다.

[0063] 알루미늄(Al): 0중량% 초과 0.060중량% 이하

[0064] 상기 합금 소재에 포함된 알루미늄(Al)은 합금강의 융점을 낮추고, 페라이트 내 탄화물의 생성 억제를 통해 잔류 오스테나이트의 안정화에 기여한다. 또한, 알루미늄은 규소(Si)와 더불어 합금강 제조 공정에서 강력한 탈산제의 하나이고, 0.060%를 초과하여 첨가되는 경우에는 상기 탈산효과는 포화되고 제조원가가 상승하는 문제점이 있다. 또한, 알루미늄은 Ac1을 상향시키는 원소로서, 이를 고려하여 그 함량을 0.5% 이하로 제한하는 것이 바람직하다. 따라서 알루미늄(Al)의 양을 전술한 범위로 제한한다.

[0066] 잔부 철(Fe) 및 불가피한 불순물

[0067] 본 발명의 나머지 성분은 철(Fe)이다. 다만, 통상의 합금강 제조과정에서는 원료 또는 주위 환경으로부터 의도되지 않는 불순물들이 불가피하게 혼입될 수 있으므로, 이를 배제할 수는 없다. 이들 불순물들은 통상의 합금강 제조과정의 기술자라면 누구라도 알 수 있는 것이기 때문에 그 모든 내용을 특별히 본 명세서에서 언급하지는 않는다.

[0069] 다음으로, 상기 소재를 A_{C1} 내지 $(A_{C1} + A_{C3})/2$ 온도에서 1차 열처리 하는 단계를 설명한다.

[0070] 상기 1차 열처리 하는 단계는 A_{C1} 내지 $(A_{C1} + A_{C3})/2$의 온도에서 수행할 수 있다. 상기 A_{C1} 온도는 합금강을 가열 시 페라이트 및 시멘타이트 혼합 상에서 오스테나이트로의 변태가 시작되는 온도로 정의된다. 상기 A_{C3} 온도는 아공석강을 가열 시 페라이트 및 시멘타이트 혼합상에서 오스테나이트로 변태가 시작되는 온도로 정의된다.

[0071] 상기 1차 열처리 하는 단계의 온도가 A_{C1} 미만인 경우에는 상기 소재에 충분한 오스테나이트 미세조직을 형성하기 어려운 문제점이 있고, 상기 상기 1차 열처리 하는 단계의 온도가 $(A_{C1} + A_{C3})/2$를 초과하는 경우에는 반대로 상기 소재에 오스테나이트 미세조직의 분율이 증가하는 문제점이 있을 수 있다.

[0073] 다음으로, 상기 1차 열처리한 소재를 A_{C1} 내지 A_{C3} 온도에서 성형하는 단계를 설명한다.

[0074] 상기 1차 열처리한 소재를 성형하는 단계에서, 상기 성형 온도는 A_{C1} 내지 A_{C3} 일 수 있다. 상기 성형 온도가 A_{C1} 미만인 경우, 상기 1차 열처리한 소재가 A_{C1} 미만의 온도로 냉각되면서 바람직하지 않은 물성 및 미세조직의 변화가 일어날 수 있고, 상기 성형 온도가 A_{C3}를 초과하는 경우에는 결정립의 성장으로 상기 소재의 바람직하지 않은 물성 및 미세조직의 변화가 발생할 수 있고, 또한 추가적인 온도의 상승으로 공정이 증가되는 단점이 있다.

[0076] 상기 성형하는 단계는 상기 소재를 원하는 소정의 형상으로 가공할 수 있다. 또한, 상기 1차 열처리한 소재를 성형하는 단계는 복수의 성형 공정을 통해 수행될 수 있다. 예를 들어, 상기 1차 열처리한 소재를 성형하는 단계는 소재를 압연하는 단계, 및 전조하는 단계에 의해서 수행될 수 있고, 또는 소정의 형상을 갖는 프레스 공정에 의해 수행될 수 있다.

[0078] 다음으로, 상기 소재를 제어냉각 및 2차 열처리 하는 단계를 설명한다.

[0079] 상기 성형한 소재를 제어냉각 및 2차 열처리 하는 단계는 1℃/s 내지 200℃/s의 냉각속도로 제어 냉각하는 단계; 및 320℃ 내지 M_S 온도에서 열처리하는 단계를 포함할 수 있다.

[0081] 상기 M_S는 합금강의 냉각 시에 마르텐사이트 변태 개시 온도로 정의되고, 합금강의 탄소 및 합금 조성에 따라 변동한다. 예를 들어, 탄소 함량이 0.8%인 공석강의 경우 M_S 온도는 400℃보다 조금 높고, 탄소의 농도가 작을수록 M_S 온도는 상승하는 경향이 있다.

[0083] 상기 성형한 소재를 2차 열처리하는 단계에서 1℃/s 내지 200℃/s의 냉각속도로 제어 냉각하는 단계는 냉각속도의 제어를 통해 상기 합금강의 항복강도, 최대인장강도 및 연성을 조절하는 단계이다. 상기 1℃/s 내지 200℃/s의 냉각속도로 제어 냉각하는 단계에서, 냉각속도가 1℃/s 미만인 경우에는 냉각시간이 길어져, 공정시간의 증대로 생산성이 저하될 수 있다. 또한, 냉각 중 페라이트 변태가 진행함으로써 마르텐사이트상의 비율이 감소하여 강도 저하를 초래함과 동시에, 불균일하게 생성하는 페라이트상에 의해 재질의 균일성이 손상될 수 있다. 상기 1℃/s 내지 200℃/s의 냉각속도로 제어 냉각하는 단계에서, 냉각속도가 200℃/s를 초과하는 경우, 페라이트 변태 억제의 효과가 포화하는 동시에, 마르텐사이트상의 비율이 과잉이 되어 연신특성 저하를 유발할 수 있다.

[0085] 상기 성형한 소재를 2차 열처리하는 단계에서 320℃ 내지 M_S 온도 범위에서 열처리하는 단계는 20 내지 60분 동안 수행될 수 있다.

[0086] 상기 성형한 소재를 2차 열처리하는 단계에서 320℃ 내지 M_S 온도 범위에서 열처리하는 단계의 열처리 온도가 320℃ 미만인 경우에는 상기 소재의 마르텐사이트 조직 분율이 증가하여 연신율이 저하될 수 있고, 상기 성형한 소재를 2차 열처리하는 단계에서 320℃ 내지 M_S 온도 범위에서 열처리하는 단계의 열처리 온도가 M_S 온도를 초과하는 경우에는 마르텐사이트 변태가 억제되어 충분한 강도를 얻기 어려운 문제점이 있을 수 있다.

[0088] 도 3은 종래의 합금강 제조방법 및 본 발명의 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강 제조방법의 각 공정에 대한 온도 그래프이다.

[0089] 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강 제조방법은 종래의 합금강 제조방법과 비교하여 공정이 간소화되었으면서도, 이와 유사한 효과를 갖는 합금강을 제조할 수 있는 것을 알 수 있다.

[0091] 상기 합금강의 최대 인장 강도는 700 내지 1300MPa일 수 있다. 본 발명의 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법에 의해 준비된 합금강은, 앞서 설명한 바와 같이 공정이 간소하면서도 700 내지 1300MPa 수준의 우수한 최대 인장 강도를 확보할 수 있다.

[0093] 상기 합금강의 항복 강도는 300 내지 1000MPa일 수 있다. 본 발명의 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법에 의해 준비된 합금강은, 앞서 설명한 바와 같이 공정이 간소하면서도 300 내지 1000MPa 수준의 우수한 항복 강도를 확보할 수 있다.

[0095] 상기 합금강의 연신율은 10 내지 35%일 수 있다. 본 발명의 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법에 의해 준비된 합금강은, 앞서 설명한 바와 같이 공정이 간소하면서도 10 내지 35% 수준의 우수한 연신율을 확보할 수 있다.

[0097] 도 4는 본 발명의 다른 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법의 순서도이다.

[0098] 도 4를 참조하면, 본 발명의 다른 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법은 탄소(C) 0.10 내지 0.40중량%, 망간(Mn) 0.90 내지 1.50중량%, 규소(Si) 0.50 내지 2.50중량%, 알루미늄(Al) 0중량% 초과 0.060중량% 이하를 포함하고, 잔부 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하는 소재를 준비하는 단계; 상기 소재를 A_{C1} 내지 $(A_{C1} + A_{C3})/2$ 온도에서 1차 열처리 하는 단계; 및 1차 열처리를 수행한 소재를 2차 열처리하는 단계;를 포함한다.

[0100] 상기 본 발명의 다른 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법은 탄소(C) 0.10 내지 0.40중량%, 망간(Mn) 0.90 내지 1.50중량%, 규소(Si) 0.50 내지 2.50중량%, 알루미늄(Al) 0중량% 초과 0.060중

량% 이하를 포함하고, 잔부 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하는 소재를 준비하는 단계, 상기 소재를 A_{C1} 내지 $(A_{C1} + A_{C3})/2$ 온도에서 1차 열처리 하는 단계, 및 1차 열처리를 수행한 소재를 2차 열처리하는 단계는 앞서 설명한 본 발명의 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강은 탄소(C) 0.10 내지 0.40중량%, 망간(Mn) 0.90 내지 1.50중량%, 규소(Si) 0.50 내지 2.50중량%, 알루미늄(Al) 0중량% 초과 0.060중량% 이하를 포함하고, 잔부 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하는 소재를 준비하는 단계, 상기 소재를 A_{C1} 내지 $(A_{C1} + A_{C3})/2$ 온도에서 1차 열처리 하는 단계, 및 상기 성형한 소재를 2차 열처리하는 단계와 동일한 바, 중복 기재로 생략한다.

[0102] 본 발명의 다른 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강 제조방법은 종래의 합금강 제조방법과 비교하여 공정이 간소화되었으면서도, 이와 유사한 효과를 갖는 합금강을 제조할 수 있는 것을 알 수 있다.

[0104] 상기 합금강의 최대 인장 강도는 700 내지 1300MPa일 수 있다. 본 발명의 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법에 의해 준비된 합금강은, 앞서 설명한 바와 같이 공정이 간소하면서도 700 내지 1300MPa 수준의 우수한 최대 인장 강도를 확보할 수 있다.

[0106] 상기 합금강의 항복 강도는 300 내지 1000MPa일 수 있다. 본 발명의 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법에 의해 준비된 합금강은, 앞서 설명한 바와 같이 공정이 간소하면서도 300 내지 1000MPa 수준의 우수한 항복 강도를 확보할 수 있다.

[0108] 상기 합금강의 연신율은 10 내지 35%일 수 있다. 본 발명의 실시 예를 따르는 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강의 제조방법에 의해 준비된 합금강은, 앞서 설명한 바와 같이 공정이 간소하면서도 10 내지 35% 수준의 우수한 연신율을 확보할 수 있다.

[0110] 이하에서는 본 발명을 실시 예를 통하여 좀더 상세하게 설명한다. 이러한 실시 예는 단지 본 발명을 예시하기 위한 것이며, 본 발명이 여기에 한정되는 것은 아니다.

[0112] **실시 예**

[0113] 시편 제조

[0114] 도 5는 실시 예 1 내지 실시 예 5의 각 공정에 대한 온도 그래프이다.

[0115] 표 1 은 실시 예 1 내지 실시 예 5의 소재의 성분계 및 공정조건을 나타낸 것이다.

[0116] 도 5 및 표 1을 참조하여, 표 1의 조성으로 균일하게 소재를 혼합한 후 이를 용해하여 선재를 제조하였고, 도 5 및 표 1의 열처리 조건으로 1차 열처리 및 2차 열처리를 수행하여 실시 예 1 내지 5의 강도 및 연신율 특성이 우수한 합금강 선재를 제조하였다.

표 1

[0117]

	탄소(C)	망간(Mn)	규소(Si)	알루미늄(Al)	철(Fe)	1차 열처리	제어 냉각	2차 열처리
실시 예 1	0.25	1.5	1.5	0.04	잔부	800℃, 30분	수냉 212.18 ~ 227.00℃	320℃, 30분
실시 예 2							미스트/에어건 7.25 ~ 9.17℃	
실시 예 3							팬/에어 건 5.08 ~ 5.97℃	
실시 예 4							미스트(Mist) 3.14 ~4.13℃	
실시 예 5							공냉 ~1.50℃	

[0118] 도 6은 실시 예 1 내지 실시 예 5에 의해 준비된 합금강의 연신율-응력 그래프를 도시한 것이다.

[0120] 표 2는 실시 예 1 내지 실시 예 5에 의해 준비된 합금강의 항복강도, 최대인장강도, 및 연신율을 나타낸 것이다.

표 2

[0122]

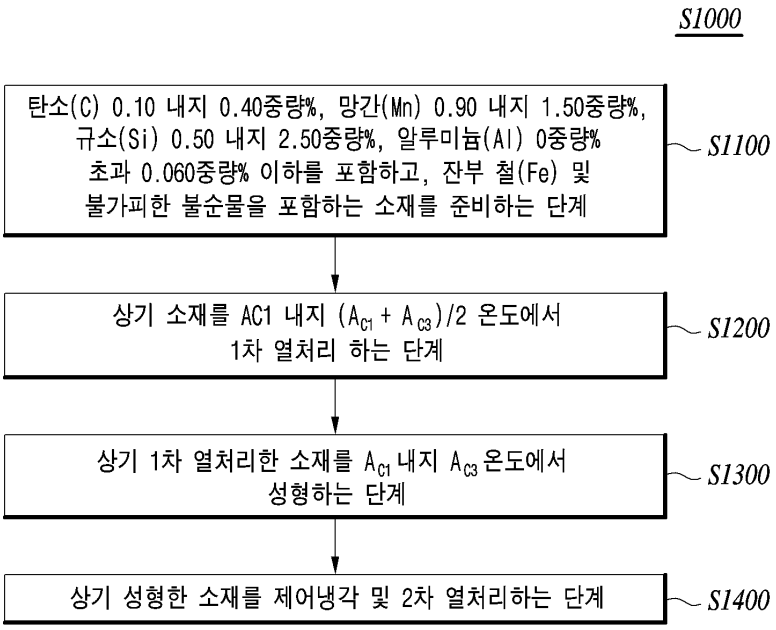
	YS(MPa)	UTS(MPa)	El.(%)
실시 예 1	914.1	1246.1	15.9
실시 예 2	409.9	841.6	32.1
실시 예 3	373.6	831.5	29.4
실시 예 4	381.4	719.6	37.6
실시 예 5	378.9	714.8	30.2

[0123] 도 6 및 표 2를 참조하면, 상기 성형한 소재를 2차 열처리하는 단계에서 제어 냉각의 속도를 조절함으로써 항복강도, 최대인장강도 및 연신율을 조절할 수 있는 것을 알 수 있다. 또한, 실시 예 2 및 실시 예 3에 의해 준비된 합금강은 20% 이상의 연신율을 가지면서 800MPa이상의 고강도 특성을 얻을 수 있는 것을 알 수 있다.

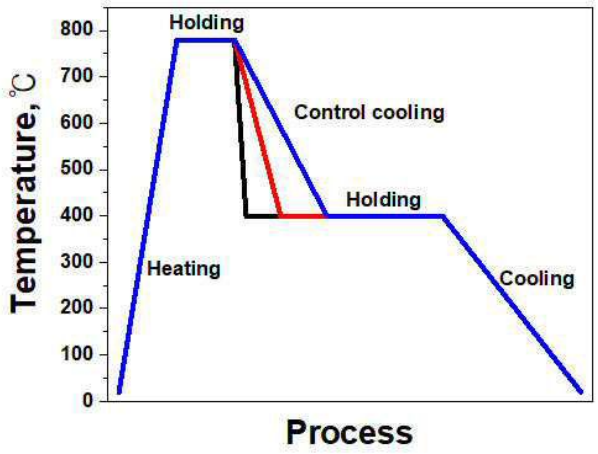
[0125] 본 발명은 상술한 실시 형태 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니며 첨부된 청구범위에 의해 한정하고자 한다. 따라서, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경이 가능할 것이며, 이 또한 본 발명의 범위에 속한다고 할 것이다.

도면

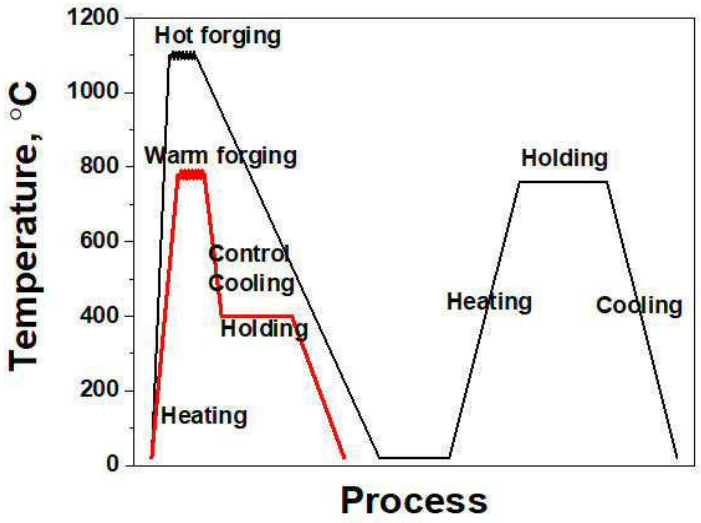
도면1


S1000
탄소(C) 0.10 내지 0.40중량%, 망간(Mn) 0.90 내지 1.50중량%, 규소(Si) 0.50 내지 2.50중량%, 알루미늄(Al) 0중량% 초과 0.060중량% 이하를 포함하고, 잔부 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하는 소재를 준비하는 단계
S1100
상기 소재를 AC1 내지 (A$_{C1}$ + A$_{C3}$)/2 온도에서 1차 열처리 하는 단계
S1200
상기 1차 열처리한 소재를 A$_{C1}$ 내지 A$_{C3}$ 온도에서 성형하는 단계
S1300
상기 성형한 소재를 제어냉각 및 2차 열처리하는 단계
S1400

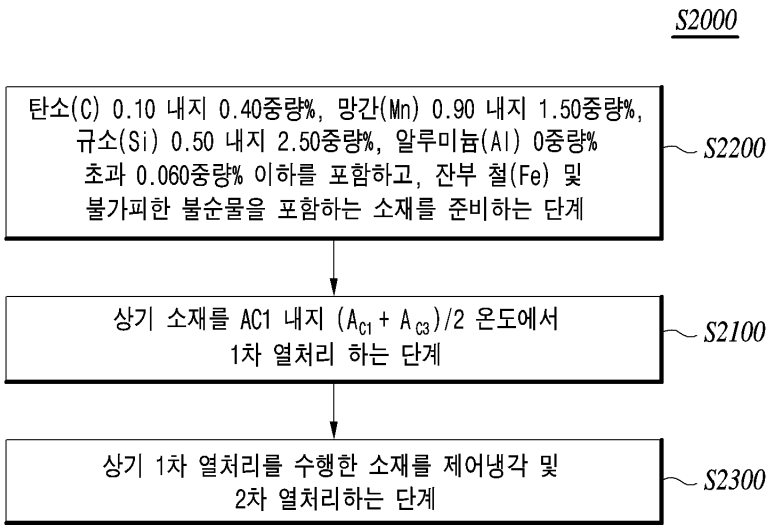
도면2


Holding
Control cooling
Holding
Heating
Cooling
Temperature, ℃
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Process

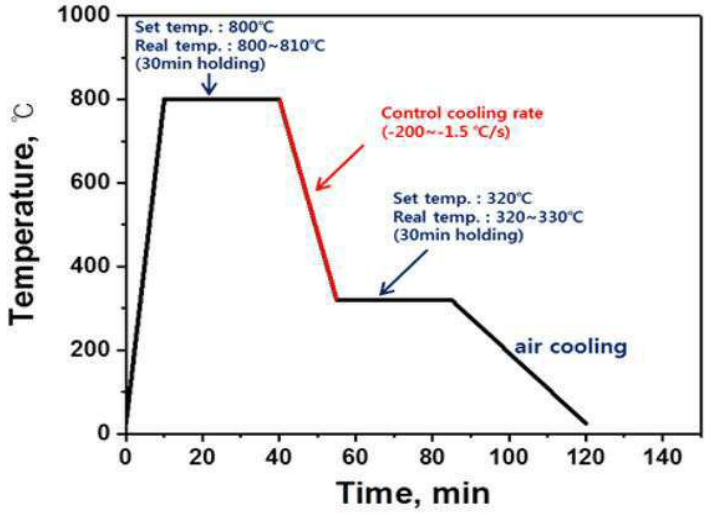
도면3


1200
1000
800
600
400
200
0
Temperature, °C
Hot forging
Warm forging
Control
Cooling
Holding
Heating
Holding
Heating
Cooling
Process

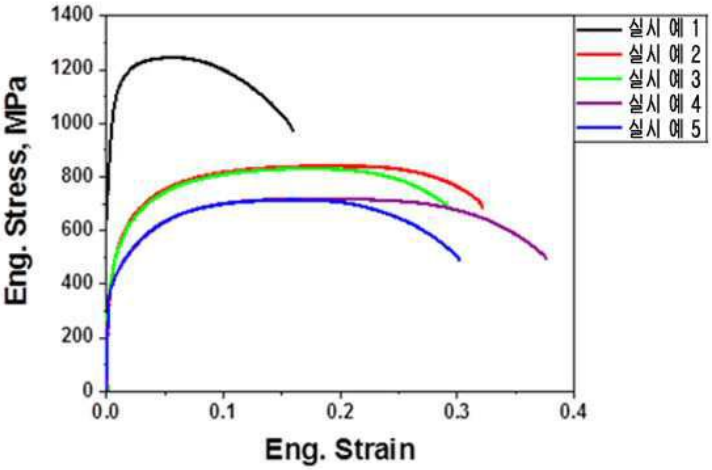
도면4


S2000
탄소(C) 0.10 내지 0.40중량%, 망간(Mn) 0.90 내지 1.50중량%, 규소(Si) 0.50 내지 2.50중량%, 알루미늄(Al) 0중량% 초과 0.060중량% 이하를 포함하고, 잔부 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하는 소재를 준비하는 단계
S2200
상기 소재를 AC1 내지 (A$_{C1}$ + A$_{C3}$)/2 온도에서 1차 열처리 하는 단계
S2100
상기 1차 열처리를 수행한 소재를 제어냉각 및 2차 열처리하는 단계
S2300

도면5


Set temp. : 800℃
Real temp. : 800~810℃
(30min holding)
Control cooling rate
(-200~-1.5 ℃/s)
Set temp. : 320℃
Real temp. : 320~330℃
(30min holding)
air cooling
Temperature, ℃
Time, min
0
200
400
600
800
1000
0
20
40
60
80
100
120
140

도면6


실시 예 1
실시 예 2
실시 예 3
실시 예 4
실시 예 5
Eng. Stress, MPa
Eng. Strain
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4