



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년11월15일
 (11) 등록번호 10-1787283
 (24) 등록일자 2017년10월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C22C 38/60 (2006.01) C21D 8/02 (2006.01)
 C21D 9/46 (2006.01) C22C 38/00 (2006.01)
 C22C 38/02 (2006.01) C22C 38/04 (2006.01)
 C22C 38/12 (2006.01) C22C 38/16 (2006.01)

(52) CPC특허분류
 C22C 38/60 (2013.01)
 C21D 8/0226 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0123954

(22) 출원일자 2016년09월27일
 심사청구일자 2016년09월27일

(56) 선행기술조사문헌
 KR1020070095442 A
 JP10110237 A
 JP4341476 B2*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 현대제철 주식회사
 인천광역시 동구 중봉대로 63 (송현동)

(72) 발명자
 양원석
 경기도 군포시 대야로157번길 31 (대야미동, 하나빌라) 라동 101호

강춘구
 충청남도 당진시 원당로 51-10 (원당동, 한라비빌다) 109동 401호
 (뒷면에 계속)

(74) 대리인
 특허법인아주

전체 청구항 수 : 총 8 항

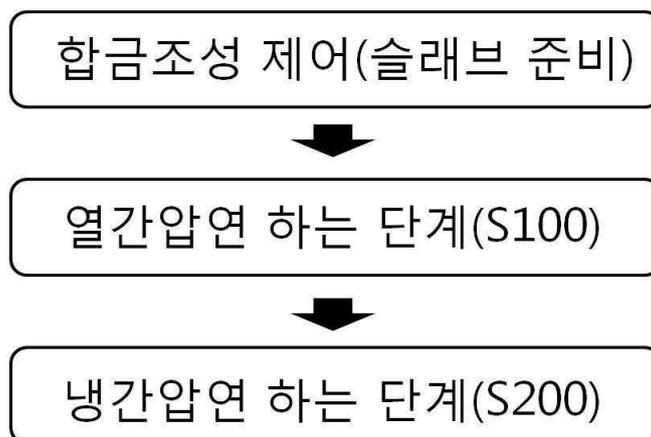
심사관 : 조현정

(54) 발명의 명칭 **응축수 부식 저항성을 갖는 내식강 및 그 제조 방법**

(57) 요약

본 발명의 일 구현예는 탄소(C): 0.001 중량% 내지 0.10 중량%, 실리콘(Si): 0.01 중량% 내지 0.50 중량%, 망간(Mn): 0.05 중량% 내지 0.15 중량%, 인(P): 0 초과 내지 0.18 중량%, 황(S): 0 초과 내지 0.02 중량%, 니오븀(Nb): 0.001 중량% 내지 0.01 중량%, 구리(Cu): 0.10 중량% 내지 0.30 중량%, 니켈(Ni): 0.001 중량% 내지 0.5 중량%, 안티몬(Sb): 0.005 중량% 내지 0.12 중량%, 주석(Sn): 0.005 중량% 내지 0.12 중량% 및 나머지 철(Fe)과 기타 불가피한 불순물을 포함하는 합금 조성으로 이루어지고, 인장강도(TS): 340MPa 내지 450MPa, 항복강도(YS): 200MPa 내지 350MPa 및 연신율: 30% 내지 45%인 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C21D 8/0236 (2013.01)
C21D 8/0263 (2013.01)
C21D 9/46 (2013.01)
C22C 38/008 (2013.01)
C22C 38/02 (2013.01)
C22C 38/04 (2013.01)
C22C 38/12 (2013.01)
C22C 38/16 (2013.01)

(72) 발명자

박선아

경기도 부천시 원미구 부천로115번길 13 A동 101호
(심곡동, 신홍연립)

이진호

서울특별시 동작구 상도로45길 89 (상도1동)

정유동

경기도 화성시 동탄면 영천리 지산1길 8-3, 301호
(영천동)

진원기

충청남도 당진시 송악읍 반촌로 108 롯데캐슬아파트 109-1904

명세서

청구범위

청구항 1

탄소(C): 0.001 중량% 내지 0.10 중량%, 실리콘(Si): 0.01 중량% 내지 0.50 중량%, 망간(Mn): 0.05 중량% 내지 0.15 중량%, 인(P): 0 초과 내지 0.18 중량%, 황(S): 0 초과 내지 0.02 중량%, 니오븀(Nb): 0.001 중량% 내지 0.01 중량%, 구리(Cu): 0.10 중량% 내지 0.30 중량%, 니켈(Ni): 0.001 중량% 내지 0.5 중량%, 안티몬(Sb): 0.005 중량% 내지 0.12 중량%, 주석(Sn): 0.005 중량% 내지 0.12 중량% 및 나머지 철(Fe)과 기타 불가피한 불순물의 합금 조성을 포함하고,

인장강도(TS): 340MPa 내지 450MPa, 항복강도(YS): 200MPa 내지 350MPa 및 연신율: 30% 내지 45%인 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 합금조성 중 실리콘(Si), 망간(Mn), 인(P), 황(S), 니오븀(Nb), 구리(Cu), 니켈(Ni), 안티몬(Sb) 및 주석(Sn)의 합량 합계가 0.2 중량% 내지 3.0 중량%이고,

상기 안티몬(Sb) 및 주석(Sn)의 합량 합계는 0.005 중량% 내지 0.20 중량%인 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 내식강은 부식속도(CR) 값이 60mm/year 이하인 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 합금 조성 중 구리(Cu):안티몬(Sb)의 중량비가 2 내지 3.5 : 0.5 내지 1인 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강.

청구항 5

탄소(C): 0.001 중량% 내지 0.10 중량%, 실리콘(Si): 0.01 중량% 내지 0.50 중량%, 망간(Mn): 0.05 중량% 내지 0.15 중량%, 인(P): 0 초과 내지 0.18 중량%, 황(S): 0 초과 내지 0.02 중량%, 니오븀(Nb): 0.001 중량% 내지 0.01 중량%, 구리(Cu): 0.10 중량% 내지 0.30 중량%, 니켈(Ni): 0.001 중량% 내지 0.5 중량%, 안티몬(Sb): 0.005 중량% 내지 0.12 중량%, 주석(Sn): 0.005 중량% 내지 0.12 중량%, 및 나머지 철(Fe)과 기타 불가피한 불순물을 포함하는 합금 조성의 슬라브를 열간압연하는 단계; 및 냉간압연하는 단계;를 포함하고,

상기 열간압연하는 단계는 상기 슬라브를 SRT: 950℃ 내지 1,250℃에서 가열하고, FDT: 800℃ 내지 950℃에서 마무리 압연한 후 전단냉각하고, CT: 100℃ 내지 740℃에서 권취하는 것을 포함하는 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강 제조 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 냉간압연하는 단계는 열간압연된 강을 75℃ 내지 85℃에서 17% 내지 90% 농도의 염산으로 산세처리하고, 50% 내지 80% 압하율로 냉간 압연 후, 600℃ 내지 860℃의 온도로 소둔 열처리하는 것을 포함하는 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강 제조 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 내식강은 부식속도(CR) 값이 60mm/year 이하인 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강 제조 방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 내식강은 인장강도(TS): 340MPa 내지 450MPa, 항복강도(YS): 200MPa 내지 350MPa 및 연신율: 30% 내지 45%인 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 내황산성, 내질산성 및 내염산성이 우수하며, 용접성 및 부품 성형성이 우수하고, 차음성이 우수하며, 다른 금속 부품과 접촉하는 경우에서 발생하는 갈바닉 부식을 억제할 수 있는 응축수에 대한 내식성이 우수한 자동차 배기 장치용 내식강 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 화석연료를 이용하는 내연 기관에는 연소 후 발생하는 배기가스를 배출하기 위한 별도의 배기 장치가 설치된다. 예를 들면, 자동차는 머플러 시스템과 같은 배기 장치 시스템을 설치함으로써, 주행 중 발생하는 배기가스를 공기 중으로 배출한다. 이러한 배기 장치에서는 온도, 습도 등의 주변 환경의 변화에 따라 고온의 배기가스가 응축되어 응축수를 발생할 수 있으며, 응축수는 배기가스에 포함된 황화물(SO_x), 염화물(Cl), 질화물(NO_x) 등에 의해 생성된 황산, 염산, 질산 등의 강산을 포함하게 된다.

[0004] 이와 같은 강산성 물질은 자동차용 배기 장치의 부식을 촉진하고, 내구 수명을 저하시키는 주요한 요인으로 작용하기 때문에 종래에는 발전소 등의 내연 기관에 사용되고 있는 스테인리스 강을 부식 방지를 위해 이용하고 있다.

[0005] 한편, 자동차의 배기 장치는 연료 및 노출되는 환경의 특성상 발전소의 배기 장치보다 운행 온도 및 노출 환경이 훨씬 가변적이고, 응축수에 더욱 다양한 종류의 산성물질이 포함되어 있으며, 운행 주기가 규칙적이지 않은 특성이 있다.

[0006] 최근에는, 합금원소의 함량이 높아 제조 단가가 매우 높은 스테인레스 강을 대체할 수 있을 뿐만 아니라, 자동차 배기 장치용도에 더욱 적합한 특성을 구현하면서도, 강도 및 성형성 등이 우수한 내식강에 대한 개발 요구가 증가하고 있다.

[0007] 관련 선행문헌으로는 대한민국 공개특허공보 제10-2010-0101730가 있으며, 상기 문헌에는 내황산 부식강 및 그 제조 방법이 기재되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 하나의 목적은 내황산성, 내질산성 및 내염산성이 우수하며, 용접성 및 부품 성형성이 우수하고, 차음성이 우수하며, 다른 금속 부품과 접촉하는 경우에서 발생하는 갈바닉 부식을 억제할 수 있고, 부식속도가 느리며, 내연기관의 배기가스 응축수에 대한 내식성이 우수하고, 경제성 및 생산성이 우수한 내식강 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 구현예는 탄소(C): 0.001 중량% 내지 0.10 중량%, 실리콘(Si): 0.01 중량% 내지 0.50 중량%, 망간(Mn): 0.05 중량% 내지 0.15 중량%, 인(P): 0 초과 내지 0.18 중량%, 황(S): 0 초과 내지 0.02 중량%, 니오븀(Nb): 0.001 중량% 내지 0.01 중량%, 구리(Cu): 0.10 중량% 내지 0.30 중량%, 니켈(Ni): 0.001 중량% 내지 0.5 중량%, 안티몬(Sb): 0.005 중량% 내지 0.12 중량%, 주석(Sn): 0.005 중량% 내지 0.12 중량% 및 나머지 철(Fe)과 기타 불가피한 불순물의 합금 조성을 포함하고, 인장강도(TS): 340MPa 내지 450MPa, 항복강도(YS): 200MPa 내지 350MPa 및 연신율: 30% 내지 45%인 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강에 관한 것이다.

[0012] 상기 합금조성 중 실리콘(Si), 망간(Mn), 인(P), 황(S), 니오븀(Nb), 구리(Cu), 니켈(Ni), 안티몬(Sb) 및 주석(Sn)의 함량 합계가 0.2 중량% 내지 3.0 중량%이고, 상기 안티몬(Sb) 및 주석(Sn)의 함량 합계는 0.005 중량% 내지 0.20 중량%일 수 있다.

[0013] 상기 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강은 부식속도(CR) 값이 60mm/year 이하일 수 있다.

[0014] 상기 합금 조성 중 구리(Cu):안티몬(Sb)의 중량비가 2 내지 3.5 : 0.5 내지 1일 수 있다.

[0015] 본 발명의 다른 구현예는 전술한 합금 조성으로 이루어진 슬라브를 열간압연하는 단계; 및 냉간압연하는 단계를 포함하는 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강 제조 방법에 관한 것이다.

[0016] 상기 열간압연하는 단계는 상기 슬라브를 SRT: 950℃ 내지 1,250℃에서 가열하고, FDT: 800℃ 내지 950℃에서 마무리 압연한 후 전단냉각하고, CT: 100℃ 내지 740℃에서 권취하는 것을 포함할 수 있다.

[0017] 상기 냉간압연하는 단계는 열간압연된 강을 75℃ 내지 85℃에서 17% 내지 90% 농도의 염산으로 산세처리하고, 50% 내지 80% 압하율로 냉간 압연 후, 600℃ 내지 860℃의 온도로 소둔 열처리하는 것을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명은 내황산성, 내질산성 및 내염산성이 우수하며, 용접성 및 부품 성형성이 우수하고, 차음성이 우수하며, 다른 금속 부품과 접촉하는 경우에서 발생하는 갈바닉 부식을 억제할 수 있으며, 부식속도가 느리고, 내연기관의 배기가스 응축수에 대한 내식성이 우수하고, 경제성 및 생산성이 우수한 내식강 및 그 제조방법을 제공할 수 있다.

[0020]

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 내식강 제조 방법의 순서도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 내식강 제조 방법 중 열간압연 단계의 순서도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 내식강 제조 방법 중 냉간압연 단계의 순서도이다.

도 4는 본 발명 실시예 1 및 비교예 1 및 2의 시편에 대한 내식성 평가 결과를 나타낸 것이다.

도 5는 실시예 1 및 비교예 1의 시편에 대한 침지액의 수소 발생 정도를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] <응축수 부식 저항성을 갖는 내식강>

[0023] 본 발명의 일 구현예는 탄소(C): 0.001 중량% 내지 0.10 중량%, 실리콘(Si): 0.01 중량% 내지 0.50 중량%, 망간(Mn): 0.05 중량% 내지 0.15 중량%, 인(P): 0 초과 내지 0.18 중량%, 황(S): 0 초과 내지 0.02 중량%, 니오븀(Nb): 0.001 중량% 내지 0.01 중량%, 구리(Cu): 0.10 중량% 내지 0.30 중량%, 니켈(Ni): 0.001 중량% 내지 0.5 중량%, 안티몬(Sb): 0.005 중량% 내지 0.12 중량%, 주석(Sn): 0.005 중량% 내지 0.12 중량% 및 나머지 철(Fe)과 기타 불가피한 불순물을 포함하는 합금 조성으로 이루어지고, 인장강도(TS): 340MPa 내지 450MPa, 항복

강도(YS): 200MPa 내지 350MPa 및 연신율: 30% 내지 45%인 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강에 관한 것이다.

[0024] 이를 통해, 본 발명은 내황산성, 내질산성 및 내염산성이 우수하며, 용접성 및 부품 성형성이 우수하고, 차음성이 우수하며, 다른 금속 부품과 접촉하는 경우에서 발생하는 갈바닉 부식을 억제할 수 있는 내연기관의 배기가스 응축수에 대한 내식성이 우수하고, 부식속도가 느리며, 경제성 및 생산성이 우수한 내식강을 제공할 수 있다.

[0025] 또한, 본 발명의 내식강은 자동차 부품용으로 사용될 수 있다. 구체적으로 자동차 부품은 자동차 배기 장치용 부품일 수 있으며, 더욱 구체적으로 머플러 시스템에 적용되는 부품, 예를 들면, 자동차 배플, 파이프, 인너셸 등일 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명의 내식강은 차음성이 우수하여 자동차 배기 장치용 부품으로 적용될 경우, 엔진의 진동음, 노면의 충격음, 이격으로 인한 소음 등을 저감하는 효과가 더욱 우수하다.

[0027] 이러한 본 발명의 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강은 황산 이외에도, 질산 및 염산 등을 포함하는 복잡한 부식 환경의 응축수를 생성하고, 주행 조건의 가변도가 높은 자동차용 배기 장치에 대해 더욱 우수한 내식성을 구현하면서도, 다양하고 미려한 고품질의 외관과 우수한 성형성을 구현할 수 있다. 특히, 이러한 용도에서 본 발명의 내식강은 종래의 스테인리스강 대비 약 20% 내지 70%의 제조원가로도 공급될 수 있어 매우 경제적이면서도, 부품의 수명은 종래와 동등하거나 더욱 우수한 수준으로 구현할 수 있다.

[0028]

[0029] 이하, 본 발명의 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강의 합금 구성에 포함되는 성분들에 대해 구체적으로 설명한다.

[0031] **탄소(C)**

[0032] 탄소(C)는 강도 향상에 기여하며, 강재의 연신율 및 용접성에 영향을 미친다.

[0033] 상기 탄소는 내식강 전체 중량의 0.001 중량% 내지 0.10 중량%로 첨가된다. 탄소의 첨가량이 0.001 중량% 미만일 경우 충분한 강도를 확보하기 어렵다. 반면, 탄소 함량이 0.10 중량%를 초과할 경우, 내식성, 인성 및 용접성이 저하된다.

[0035] **실리콘(Si)**

[0036] 실리콘(Si)은 탈산제의 역할을 하며, 강도 및 연신율을 향상시키는데 기여한다.

[0037] 상기 실리콘은 내식강 전체 중량의 0.01 중량% 내지 0.50 중량%로 첨가된다. 실리콘의 첨가량이 0.01 중량% 미만일 경우, 그 첨가 효과가 불충분하고, 연신율 확보가 어렵다. 반대로, 실리콘의 첨가량이 0.50 중량%를 초과하는 경우 70℃, 1% 내지 40%의 농도의 황산 처리 시험에 대한 부식 특성이 실리콘 함량에 비례하여 저하될 수 있다.

[0039] **망간(Mn)**

[0040] 망간(Mn)은 고용 황(S)을 망간황화물로 석출하여 고용 황에 의한 적열취성을 방지할 수 있으며 강도를 높이는 역할을 한다.

[0041] 상기 망간은 내식강 전체 중량의 0.05 중량% 내지 0.15 중량%로 첨가된다. 망간의 함량이 0.05 중량% 미만일 경우, 그 첨가 효과가 불충분하고, 강도확보가 어렵다. 반대로, 망간의 함량이 0.15 중량%를 초과하는 경우 소재 두께 중심부에서 망간 밴드가 발달하여 연신율이 저하되고, 내식강에 크랙 또는 주름을 유발할 수 있으며, 차음성이 저하될 수 있다.

[0043] **인(P)**

[0044] 인(P)은 고용강화에 의하여 내식강의 강도 향상에 기여하며, 탄화물 형성 억제에 효과적인 원소로서 소둔 시 탄화물 형성에 의한 연신율 저하를 방지하는 역할을 수행할 수 있다.

[0045] 이에 본 발명에서는 상기 인의 함량을 내식강 전체 중량의 0 초과 내지 0.18 중량%를 이하로 제한하였다. 인(P)이 0.18 중량%를 초과하여 첨가될 경우, 70℃, 1% 내지 40%의 농도의 황산 처리 시험에 대한 부식 특성이 인(P)의 함량에 비례하여 저하될 수 있으며, 충분한 내식성을 구현할 수 없다.

[0047] **황(S)**

[0048] 황(S)은 강도 향상에 일부 기여하나, 과량을 첨가될 경우 인성 및 용접성을 저해하고, MnS 비금속 개재물을 증가시켜 Mn의 소입성 효과를 저해하고 가공 크랙을 발생시키는 요인이 된다. 또한, FeSO₄ 피막을 형성하는데 기여하여 내식성을 더욱 향상시킬 수 있다.

[0049] 이에 본 발명에서는 상기 황의 함량을 내식강 전체 중량의 0 초과 내지 0.02 중량%로 제한하였다. 이러한 경우, 1% 내지 10%의 저농도 황산 처리 시험에 대한 부식 특성이 황(S)의 함량에 비례하여 향상될 수 있다. 그러나, 황(S) 함량이 0.02 중량%를 초과할 경우, 내식성이 황(S) 함량에 비례하여 저하될 수 있다.

[0051] **니오븀(Nb)**

[0052] 니오븀(Nb)은 내식성을 손상시키지 않고, 강도 및 인성을 개선하는 원소이다.

[0053] 니오븀(Nb)은 내식강 전체 중량의 0.001 중량% 내지 0.01 중량%로 첨가된다. 니오븀(Nb)의 함량이 0.001 중량% 미만인 경우, 강도 및 인성 개선 효과가 불충분하며 차음성이 저하될 수 있다. 반대로 0.01 중량%를 초과하는 경우, 용접열 영향부의 인성 저하가 과도하게 발생할 수 있다.

[0055] **구리(Cu)**

[0056] 구리(Cu)는 고용강화에 기여하여 강도를 향상시키는 역할을 한다. 또한, 구리(Cu)는 구리 산화물 형태로 바뀌어 FeSO₄나 Fe₂O₃, Fe₃O₄를 안정화시켜 표면 스케일에 대한 장벽효과(barrier effect)가 증가시키고, 수소환원전위보다 높은 전위를 갖고 있어 내식성을 향상시킨다.

[0057] 상기 구리(Cu)는 내식강 전체 중량의 0.1 중량% 내지 0.3 중량%로 첨가된다. 상기 구리(Cu)가 0.1 중량% 미만으로 첨가되면 그 첨가 효과가 불충분하다. 반대로, 구리(Cu)가 0.3 중량%를 초과하여 과다하게 첨가되면 부식속도가 급격하게 저하되며, 첨가량의 증가에 비해 내식성 향상 효과가 적어지므로 경제성이 낮다.

[0059] **니켈(Ni)**

[0060] 니켈(Ni)은 소입성 향상에 기여하고, 인성 및 용접성을 더욱 개선할 수 있다.

[0061] 상기 니켈(Ni)은 내식강 전체 중량의 0.001 중량% 내지 0.5 중량%로 첨가된다. 니켈(Ni)의 첨가량이 0.001 중량% 미만일 경우 그 첨가 효과가 불충분하다. 반면, 니켈(Ni)의 첨가량이 0.5 중량%를 초과하는 경우 내식성 및 인성이 저하될 수 있다.

[0063] **안티몬(Sb)**

[0064] 안티몬(Sb)은 소입성 향상에 기여하며, 1% 내지 40% 농도의 황산에 대한 내식성을 더욱 향상시킬 수 있다. 특히, 안티몬(Sb)은 강재 표면에서 채석출되어 피막을 형성하고, 양극제어하는 역할을 한다. 동시에, 철의 낮은 수소 과전압을 높여서 양극에서 발생한 전자를 수소가 음극에서 전자를 소모하여 발생하는 철의 부식 작용을 억제하는 음극제어에도 기여한다. 즉, 안티몬은 양극제어 및 음극제어를 통해 전체적인 부식 속도를 낮추고, 부식성을 향상시키는 역할을 한다.

[0065] 상기 안티몬(Sb)은 내식강 전체 중량의 0.005 중량% 내지 0.12 중량%로 첨가된다. 안티몬(Sb)의 첨가량이 0.005 중량% 미만일 경우 그 첨가 효과가 불충분하다. 반면, 안티몬(Sb)의 첨가량이 0.12 중량%를 초과하는 경우 강재 표면에 농화되어 표면결함을 유발할 수 있으며, 액체금속취성(LME)을 일으켜 가공성지수 n, r값을 낮춰 성형성이 저하될 수 있다.

[0067] **주석(Sn)**

[0068] 주석(Sn)은 오스테나이트 안정화 원소로서 상기 구리와 함께 소입성 향상에 기여한다. 또한, 주석(Sn)은 주로 음극에서 전자를 소모하는 것을 억제하여 전체적인 부식 속도를 낮추어 내황산 부식성을 향상시키는 역할을 한다. 특히, 주석(Sn)은 안티몬(Sb)과 함께 복합적으로 작용하여 철의 낮은 수소 과전압을 높이고, 이를 통해 수소가 음극에서 전자를 소모하여 발생하는 철의 부식 작용을 억제한다.

[0069] 상기 주석(Sn)은 내식강 전체 중량의 0.005 중량% 내지 0.12 중량%로 첨가된다. 주석(Sn)의 첨가량이 0.005 중량% 미만일 경우 그 첨가 효과가 불충분하다. 반면, 주석(Sn)의 첨가량이 0.12 중량%를 초과하는 경우 내식강의 인성이 저하될 수 있다.

[0071] 상기 합금 조성은 나머지 철(Fe)과 기타 불가피한 불순물을 포함한다. 이러한 철(Fe) 성분과 전술한 합금 성분들의 복합적인 상승 작용 및 후술하는 제조 방법에 의해 본 발명은 내황산성, 내질산성 및 내염산성이

우수하며, 용접성 및 부품 성형성이 우수하고, 다른 금속 부품과 접촉하는 경우에서 발생하는 갈바닉 부식을 억제할 수 있으며, 부식속도가 느리고, 내연기관의 배기가스 응축수에 대한 내식성이 우수하고, 경제성 및 생산성이 우수한 내식강을 제공할 수 있다.

[0072] 또한, 상기 합금 조성에 포함되는 전술한 합금 성분들은 복합적인 상승 작용 및 후술하는 제조 방법에 의해 황산과 염산, 질산 등의 포함하는 복합적인 부식환경하에서 노출되는 경우에서, 더욱 두꺼운 $FeSO_4$, SiO_2 , Cu-Sb 복합 피막층을 형성할 수 있고, 이를 통해 소재의 용출속도를 저하시킬 수 있다.

[0073] 상기 안티몬(Sb) 및 황(S)은 복합적으로 작용하여, 내식강의 치밀한 피막을 형성시키고, 이를 통해 양극에서의 부식을 억제함과 동시에 촉매독(Catalyst Poisoning)으로 작용하여 음극에서는 용출된 전자의 소비율을 더욱 저감할 수 있다. 이러한 경우, 황산에 대한 내성 뿐만 아니라 질산 및 염산 등을 포함하는 더욱 다양한 산성 환경에 대한 내식성이 더욱 우수하다.

[0074] 구체적으로, 상기 합금 성분 중 구리(Cu)는 용점이 1070℃ 내지 1100℃, 예를 들면, 1085℃일 수 있다. 구체적으로, 상기 합금 성분 중 안티몬(Sb)은 용점이 615℃ 내지 645℃, 예를 들면, 630.6℃일 수 있다. 구체적으로, 상기 합금 성분 중 철(Fe)은 용점이 1518℃ 내지 1553℃, 예를 들면, 1538℃일 수 있다. 이러한 경우, 본 발명의 내식강은 연속주조, 열간압연 및 냉간압연으로 이어지는 제조 공정 중에서의 표면 품질이 더욱 향상될 수 있고, 동시에 더욱 우수한 내식성, 성형성 및 고품질의 외관을 구현할 수 있다.

[0075] 구체적으로, 상기 합금조성 중 실리콘(Si), 망간(Mn), 인(P), 황(S), 니오븀(Nb), 구리(Cu), 니켈(Ni), 안티몬(Sb) 및 주석(Sn)의 함량 합계가 0.2 중량% 내지 3.0 중량%일 수 있다. 이러한 경우, 종래의 크롬(Cr)을 11% 이상 포함하는 스테인레스강과 유사한 수준의 기계적 물성 및 내부식성을 구현하면서도, 더욱 경제성 및 생산성이 더욱 향상될 수 있다.

[0076] 상기 안티몬(Sb) 및 주석(Sn)의 함량 합계는 0.005 중량% 내지 0.2 중량%일 수 있다. 상기 범위 내에서, 양극제어 및 음극제어의 효율이 균형을 이루면서 더욱 향상될 수 있다. 또한, 안티몬(Sb) 및 주석(Sn)과 같이 큰 원자 반경과 저용점 성분들을 상기 범위로 첨가하면 Blocking 효과로 산소의 투과를 억제할 수 있다.

[0077] 상기 합금 조성 중 구리(Cu):안티몬(Sb)의 중량비가 2 내지 3.5 : 0.5 내지 1일 수 있다. 상기 범위 내에서, 부식 속도가 더욱 느려질 수 있다.

[0078] 구체적으로, 상기 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강은 부식속도(CR) 값이 60mm/year 이하일 수 있다.

[0079] 부식속도는 강재의 조성 및 물성뿐 아니라 적용 환경, 부품의 형상 등을 복합적으로 영향을 받는 값이다. 본 발명의 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강은 예를 들면, H_2O , HSO_4^- , SO_3^{2-} 이온들이 다량 함유된 65%의 황산 농도 이하의 응축수 환경에서도 우수한 내부식성을 구현할 수 있다.

[0082] <응축수 부식 저항성을 갖는 내식강 제조 방법>

[0083] 본 발명의 다른 구현예는 전술한 합금 조성으로 이루어진 슬라브를 열간압연하는 단계; 및 냉간압연하는 단계를 포함하는 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강 제조 방법에 관한 것이다.

[0084] 이를 통해, 본 발명은 내황산성, 내질산성 및 내염산성이 우수하며, 용접성 및 부품 성형성이 우수하고, 다른 금속 부품과 접촉하는 경우에서 발생하는 갈바닉 부식을 억제할 수 있는 내연기관의 배기가스 응축수에 대한 내식성이 우수하고, 부식속도가 느리며, 경제성 및 생산성이 우수한 내식강을 제공할 수 있다.

[0086] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강 제조 방법에 대하여 설명한다. 또한, 명세서 전체에서 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.

[0087] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강 제조 방법을 나타낸 공정 순서도이다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 응축수 부식 저항성을 갖는 내식강 제조 방법은 열간압연하는 단계(S100) 및 냉간압연하는 단계(S200)를 포함한다.

[0089] 열간압연하는 단계(S100)

[0090] 도 2는 본 발명에 따른 자동차 부품용 제조 방법 중 열간압연하는 단계(S100)를 보다 구체적으로 나타낸 공정 순서도이다. 도 2를 참조하면, 상기 열간압연하는 단계는 상기 슬라브를 SRT: 950℃ 내지 1,250℃에서 재가열(S110)하고, FDT: 800℃ 내지 950℃에서 마무리 압연(S120)한 후 전단냉각하고, CT: 100℃ 내지 740℃에서 권

취(S130)하는 것을 포함할 수 있다.

[0091] 슬라브 재가열 온도 SRT가 950℃ 미만일 경우에는 구리(Cu) 등의 합금 성분이 충분히 용해되지 못하여 내식성을 확보하는 데 어려움이 따를 뿐만 아니라, 재가열 온도가 낮아 압연 부하가 커질 수 있다. 반대로, SRT가 1,250℃를 초과하는 경우, 과도한 에너지 소비와 함께 강의 기계적 물성을 저하시킬 수 있다.

[0092] 열간압연(S120)은 재가열된 강 슬라브를 FRT(Finish Rolling Temperature) : 800℃ 내지 950℃ 조건으로 마무리 열간압연 한다. 이러한 마무리 압연 온도는 재가열된 강 슬라브를 열간압연 하기 직전의 용점온도가 1100℃ 이상을 갖는 것에 의해 설정된 온도로, 안티몬(Sb)이 구리(Cu) 및 니켈(Ni)과의 반응으로 고온체를 형성한데 기인한 것이다. 이 결과, 열간압연 전 용점온도의 상승으로 조압연시의 압연부하를 감소시킬 수 있으며, 표면 크랙을 방지할 수 있다.

[0093] 마무리 열간압연온도가 800℃ 미만일 경우에는 이상역 압연에 의한 혼립 조직이 발생하는 등의 문제가 발생할 수 있다. 반대로, 마무리 열간압연온도가 950℃를 초과할 경우에는 오스테나이트 결정립이 조대화되어 변태후 페라이트 결정립 미세화가 충분히 이루어지지 않으며, 이에 따라 강도 확보가 어려워질 수 있다.

[0094] 상기 마무리 압연 후 냉각을 거쳐 권취(S130)할 수 있다. 권취 온도가 740℃ 초과인 경우 표층부에서 산화가 발생하는 정도를 제어하기 어렵다. 반대로, 100℃ 미만인 경우, 표면 결함이 발생하기 쉽다.

[0095] 상기 열간압연 후 미세조직은 페라이트를 포함할 수 있다.

[0097] **냉간압연하는 단계(S200)**

[0098] 도 3은 본 발명에 따른 자동차 부품용 제조 방법 중 냉간압연하는 단계(S200)를 보다 구체적으로 나타낸 공정 순서도이다. 도 3을 참조하면, 상기 냉간압연하는 단계(S200)는 열간압연된 내식강을 75℃ 내지 85℃에서 17% 내지 90% 농도의 염산으로 산세처리(S210)하고, 50% 내지 80% 압하율로 냉간 압연(S220) 후, 600℃ 내지 860℃ 의 온도로 소둔 열처리(S230)하는 것을 포함할 수 있다.

[0099] 산세처리(S210)는 냉간 압연 전에 열연강판의 스케일을 제거하기 위하여 수행될 수 있다. 75℃ 내지 85℃에서 17% 내지 90% 농도의 염산으로 산세처리할 경우 스케일 제거 효율이 우수하면서도, 산화물 피막층의 두께를 조절하기에 유리하다.

[0100] 이후, 산세처리된 열연강판을 냉간에서 압연(S220)하여 강판 최종 두께로 가공한다. 냉간 압연의 압하율은 열연 강판의 두께와 목표하는 강판 최종 두께에 따라 대략 50% 내지 70% 정도로 정해질 수 있다.

[0101] 소둔 열처리(S230)는 600℃ 내지 860℃로 가열하여 대략 30초 내지 150초 동안 수행될 수 있다. 소둔을 통하여 오스테나이트 상분율을 제어할 수 있으며, 이를 통하여 목표로 하는 강도를 확보할 수 있다.

[0103] <실시예>

[0104] 이하, 본 발명의 구체적인 실시예를 통해 본 발명의 구성 및 작용을 더욱 상세히 설명하기로 한다. 다만, 이는 본 발명의 구체적인 예시로 제시된 것이며 어떠한 의미로도 이에 의해 본 발명이 제한되는 것으로 해석될 수는 없다.

[0105] 여기에 기재되지 않은 내용은 이 기술 분야에서 숙련된 자이면 충분히 기술적으로 유추할 수 있는 것이므로 그 설명을 생략하기로 한다.

[0107] **1. 시편의 제조**

[0108] 하기 표 1에 제시된 합금조성을 포함하는 슬라브를 하기 표 2의 조건으로 열간압연 및 냉간압연하여 시편을 제조하였다.

표 1

[0109]

(중량%)	C	Si	Mn	P	S	Nb	Cu	Cr	Ni	Sb+Sn	Ti
실시예 1	0.07	0.03	0.1	0.18	0.006	0.005	0.2	-	0.10	0.010	-
비교예 1	0.006	0.62	0.39	0.02	0.002	-	-	11.28	0.12	-	0.2
비교예 2	0.007	0.13	0.16	0.31	0.002	-	-	17.63	0.20	-	0.34

표 2

[0110]

공정	열간압연						산세처리		냉간압연		
	SRT (°C)	FDT (°C)	냉각속도 (°C/s)	CT (°C)	조직	두께	염산 농도 (%)	온도 (°C)	압하율 (%)	소둔 온도 (°C)	열처리 방법
실시예 1	950	800	전단냉각	100	FP	3~4mm	17	75~85°C	55	600	BAF
비교예 1	1250	800	전단냉각	800	FP	3~4mm	17	75~85°C	55	500	BAF
비교예 2	1250	950	전단냉각	850	FP	3~4mm	17	75~85°C	55	900	CAL

[0112]

2. 물성 평가

[0113]

표 3 및 4는 실시예 1 및 비교예 1 내지 2에 따른 시편들에 대한 기계적 물성 및 부식성 평가 결과를 나타낸 것이다.

[0114]

1) 기계적 물성: 상기 실시예 1 및 비교예 1 내지 2에 따른 시편들에 대해 인장강도, 항복강도, 연신율을 측정하였다.

[0115]

2) 부식성 : 실시예 1 및 비교예 1 내지 2에 따른 시편들을 플라즈마 커팅으로 60mm(가로)*25mm(세로)*5mm(두께)의 크기로 절단한 후, 80°C로 각각 유지되는 침지용액(10wt% H₂SO₄ 및 미량의 유기산)이 채워진 비커 내에서 2시간 동안 침지시킨 다음 증류수로 세척하였다. 침지 후 시편의 부식상태를 육안으로 확인하였다.

표 3

[0116]

	TS(MPa)	YS(MPa)	연신율(%)	내부식성	성형성
실시예 1	360	260	40	우수(소실되지 않음)	우수
비교예 1	290	189	27	불량(소실 발생)	주름 발생
비교예 2	330	195	19	불량(소실 발생)	크랙 발생

[0117]

상기 실시예 1 및 비교예 1 내지 2의 시편에 대한 부식성 평가 결과를 도 4에 나타내었다. 도 4에서, (A1)는 실시예 1의 시편의 침지전, (A2)는 실시예 1의 시편의 침지 후를 나타내며, (B1)는 비교예 1의 시편의 침지전, (B2)는 비교예 1의 시편의 침지 후를 나타내며, (C1)는 비교예 2의 시편의 침지전, (C2)는 비교예 2의 시편의 침지 후를 나타낸다.

[0118]

상기 도 4를 통해 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 실시예 1의 시편은 우수한 내부식성을 가지며, 침지액에 의해 부식 소실되지 않았다. 반면, 비교예 1 및 비교예 2의 시편은 침지액과 시편이 접촉한 부분이 부식에 의해 소실되었다.

[0119]

3) 침지액의 변화: 실시예 1 및 비교예 1에 따른 시편들을 플라즈마 커팅으로 60mm(가로)*25mm(세로)*5mm(두께)의 크기로 절단한 후, 50°C로 각각 유지되는 침지용액(10wt% H₂SO₄ 및 미량의 유기산)이 채워진 비커 내에서 침지시킨 후, 침지 전, 침지 30분 경과 후, 침지 120분 경과 후의 시점에서 각각 침지액의 변화를 육안으로 관찰하였다. 침지액의 변화에 대한 결과는 하기 표 4 및 도 5에 나타내었다.

표 4

[0120]

	침지 직후	침지 30분 경과	침지 120분 경과
실시예 1	수소 발생	수소 발생	수소 미량 발생
비교예 1	수소 극렬 발생	수소 극렬 발생	완전 부식에 의한 시편 소실

[0121]

도 5에서, 실시예 1의 시편이 침지된 직후의 침지액은 (A0), 침지 30분 후의 침지액은 (A30), 침지 120분 후의 침지액은 (A120)으로 나타내고, 비교예 1의 시편이 침지된 직후의 침지액은 (B0), 침지 30분 후의 침지액은 (B30), 침지 120분 후의 침지액은 (B120)으로 나타내었다.

[0122]

4) 부식속도: 실시예 1 및 비교예 1에 따른 시편들을 각각 인공 응축수 3500cc, 50°C에서 2시간 동안 침지후, 22시간 동안 자연방치한 후, 상기 인공 응축수 중 1500cc를 배수하고, 동일한 조건의 응축수 1500cc를 새로이

첨가하여 1일 및 2일이 경과되는 시점에서의 부식속도를 측정하였다. 결과는 하기 표 5에 나타내었다.

표 5

[0123]

	인공 응축수 시험 1일 경과	인공 응축수 시험 2일 경과
실시예 1	0.8	0.05
비교예 1	3.9	3.4

[0124]

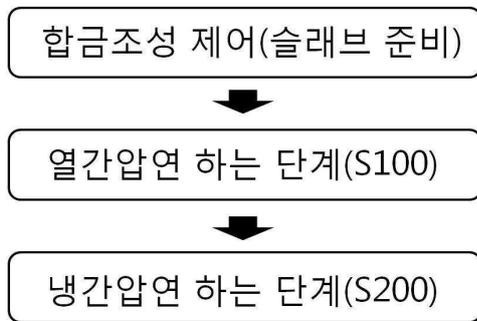
(단위 : 10^{-3} mm/hr)

[0125]

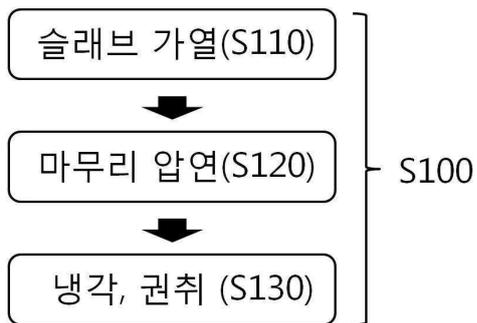
이상에서는 본 발명의 실시예를 중심으로 설명하였지만, 당업자의 수준에서 다양한 변경이나 변형을 가할 수 있다. 이러한 변경과 변형이 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 한 본 발명에 속한다고 할 수 있다. 따라서 본 발명의 권리범위는 이하에 기재되는 청구범위에 의해 판단되어야 할 것이다.

도면

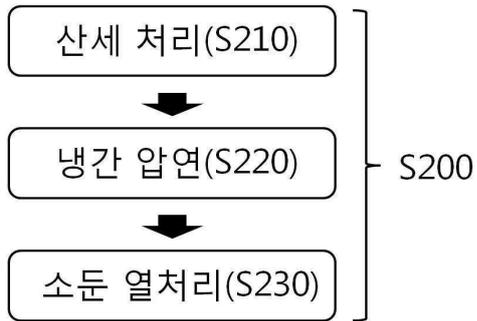
도면1



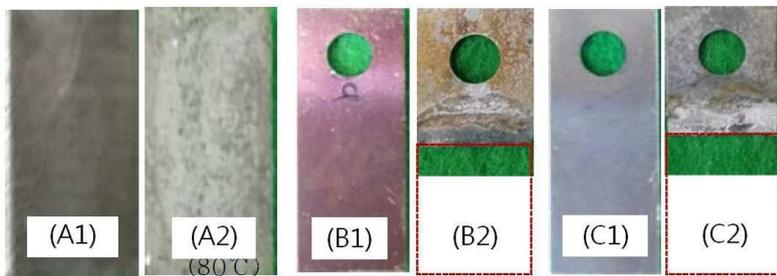
도면2



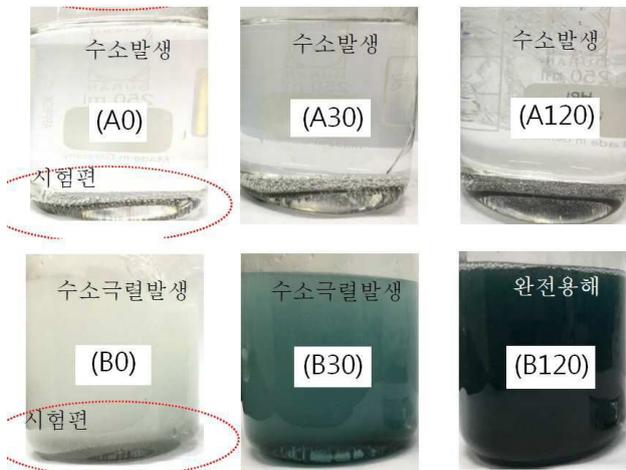
도면3



도면4



도면5



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 7

【변경전】

내식강의 제조방법

【변경후】

내식강 제조 방법