



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년11월07일
(11) 등록번호 10-1673218
(24) 등록일자 2016년11월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 38/18 (2006.01) C22C 38/40 (2006.01)
C22C 38/48 (2006.01) C22C 38/50 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 38/18 (2013.01)
C22C 38/40 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7002655
(22) 출원일자(국제) 2013년03월18일
심사청구일자 2015년01월30일
(85) 번역문제출일자 2015년01월30일
(65) 공개번호 10-2015-0029729
(43) 공개일자 2015년03월18일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2013/001821
(87) 국제공개번호 WO 2014/045476
국제공개일자 2014년03월27일
(30) 우선권주장
JP-P-2012-209170 2012년09월24일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2010100909 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
제이에프이 스틸 가부시카이가이사
일본 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2방
3고
(72) 발명자
요시노 마사타카
일본국 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2
방 3고 제이에프이 스틸 가부시카이가이사 치테키자
이산부 나이
오타 히로키
일본국 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2
방 3고 제이에프이 스틸 가부시카이가이사 치테키자
이산부 나이
(74) 대리인
이철

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 조현정

(54) 발명의 명칭 페라이트계 스테인리스강

(57) 요약

용접부의 내식성이 우수한 페라이트계 스테인리스강(鋼)을 제공한다.

질량%로, C: 0.003% 이상 0.014% 이하, N: 0.005% 이상 0.016% 이하, C%+N%: 0.023% 이하, Si: 0.01% 이상 0.90% 이하, Mn: 0.01% 이상 0.50% 이하, P: 0.020% 이상 0.040% 이하, S: 0.008% 이하, Al: 0.001% 이상 0.090% 이하, Cr: 14.5% 이상 23.0% 이하, Ni: 0.10% 이상 0.60% 이하, V: 0.010% 이상 0.040% 이하를 함유하고, 또한, Ti: 0.15% 이상 0.34% 이하 및 $Ti\% + Nb\% \leq 0.70$ 및 $V\% / (Ti\% + 0.5 \times Nb\%) : 0.05 \sim 0.20$ 을 만족하는 범위에서, Ti를 함유 또는 Ti 및 Nb를 함유하는 경우, 또는, Nb: 0.35% 이상 0.60% 이하 및 $Ti\% + Nb\% \leq 0.70$ 및 $V\% / (Ti\% + 0.5 \times Nb\%) : 0.05 \sim 0.20$ 을 만족하는 범위에서 Nb를 함유 또는 Nb 및 Ti를 함유하는 경우 중 적어도 한쪽을 만족하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 페라이트계 스테인리스강이다.

(52) CPC특허분류

C22C 38/48 (2013.01)

C22C 38/50 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

질량%로, C: 0.003% 이상 0.014% 이하, N: 0.005% 이상 0.016% 이하, C%+N%: 0.023% 이하, Si: 0.01% 이상 0.90% 이하, Mn: 0.01% 이상 0.50% 이하, P: 0.020% 이상 0.040% 이하, S: 0.008% 이하, Al: 0.001% 이상 0.090% 이하, Cr: 14.5% 이상 23.0% 이하, Ni: 0.10% 이상 0.60% 이하, V: 0.010% 이상 0.040% 이하를 함유하고,

추가로, Ti: 0.15% 이상 0.34% 이하 및 V%/Ti%: 0.05~0.20을 만족하는 범위에서, Ti를 함유하고,

잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 페라이트계 스테인리스강(鋼). 또한, 상기 C%, 상기 N%, 상기 Ti%, 상기 V%는 각각 C, N, Ti, V의 함유량(질량%)을 나타낸다.

청구항 2

제1항에 있어서,

질량%로, 추가로, Zr: 0.01% 이상 0.20% 이하, REM: 0.001% 이상 0.100% 이하, Co: 0.01% 이상 0.20% 이하, B: 0.0002% 이상 0.0009% 이하, Mg: 0.0002% 이상 0.0010% 이하, Ca: 0.0005% 이상 0.0020% 이하 중으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을 함유하는 것을 특징으로 하는 페라이트계 스테인리스강.

청구항 3

질량%로, C: 0.003% 이상 0.014% 이하, N: 0.005% 이상 0.016% 이하, C%+N%: 0.023% 이하, Si: 0.01% 이상 0.90% 이하, Mn: 0.01% 이상 0.50% 이하, P: 0.020% 이상 0.040% 이하, S: 0.008% 이하, Al: 0.001% 이상 0.090% 이하, Cr: 14.5% 이상 23.0% 이하, Ni: 0.10% 이상 0.60% 이하, V: 0.010% 이상 0.040% 이하, Mo: 0.30% 이상 1.65% 이하를 함유하고,

추가로, Ti: 0.15% 이상 0.34% 이하, $Ti\% + Nb\% \leq 0.70$ 및 $V\% / (Ti\% + 0.5 \times Nb\%) : 0.05 \sim 0.20$ 을 만족하는 범위에서, Ti를 함유 또는 Ti 및 Nb를 함유하는 경우 및, Nb: 0.35% 이상 0.60% 이하, $Ti\% + Nb\% \leq 0.70$ 및 $V\% / (Ti\% + 0.5 \times Nb\%) : 0.05 \sim 0.20$ 을 만족하는 범위에서 Nb를 함유 또는 Nb 및 Ti를 함유하는 경우 중 적어도 한쪽을 만족하고,

잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 페라이트계 스테인리스강(鋼). 또한, 상기 C%, 상기 N%, 상기 Ti%, 상기 Nb%, 상기 V%는 각각 C, N, Ti, Nb, V의 함유량(질량%)을 나타낸다.

청구항 4

제3항에 있어서,

질량%로, 추가로, Zr: 0.01% 이상 0.20% 이하, REM: 0.001% 이상 0.100% 이하, Co: 0.01% 이상 0.20% 이하, Mg: 0.0002% 이상 0.0010% 이하, Ca: 0.0005% 이상 0.0020% 이하 중으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을 함유하는 것을 특징으로 하는 페라이트계 스테인리스강.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 페라이트계 스테인리스강(ferritic stainless steel), 특히 용접부의 내식성이 우수한 페라이트계 스테인리스강에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 스테인리스강은 SUS430으로 대표되는 페라이트계 스테인리스강과 SUS304로 대표되는 오스테나이트계(austenitic) 스테인리스강으로 크게 구별된다. 페라이트계 스테인리스강은, 오스테나이트계 스테인리스강에

비하여, 고가의 원소인 Ni의 첨가량이 적기 때문에 저비용으로 제조할 수 있다. 또한, 페라이트계 스테인리스강은, 열팽창 계수가 작고 열전도율이 높기 때문에 용접시의 변형이 적은 이점이나 옥외 환경에서의 내식성이 우수한 것이나 응력 부식 균열이 일어나기 어려움 등의 우수한 특성을 갖고 있다. 그 때문에, 페라이트계 스테인리스강은 각종 건축재(architectural materials), 자동차 부품, 주방 기기류, 가전 제품, 온수기 등에 널리 적용되고 있고, 그 필요성은 최근 더욱 높아지고 있다.

[0003] 페라이트계 스테인리스강은, 페라이트계 스테인리스강끼리 혹은 오스테나이트계 스테인리스강(예를 들면 SUS304 등)과 용접되어 사용되는 경우가 많고, 용접부에 있어서도 모재부와 동일하게 양호한 내식성이 요구된다. 그러나, C, N 함유량이 페라이트계 강종보다도 높은 SUS304 등의 오스테나이트계 스테인리스강과 페라이트계 스테인리스강을 용접한 경우, 예민화(sensitization)라고 불리는 현상에 의해 용접부의 내식성이 모재보다 저하되는 경우가 있다. 예민화란, 용접부의 열이력에 의해 강(steel) 중의 C, N이 Cr과 결합하여 Cr 탄화물(예를 들면 $Cr_{23}C_6$), 또는 Cr 질화물(Cr_2N)로서 입계(grain boundary)에 석출(precipitate)되어, 입계 및 그 근방의 Cr 농도가 모재보다도 낮아져, 입계에서의 내식성이 저하되는 현상이다. 또한, 최근에는, 용접부의 구조가 복잡화됨에 수반하여, 용접시에 충분한 가스 실드(gas shielding)를 행할 수 없어, 용융지(molten pool)에 공기 중의 질소가 침입하는 바와 같은 불완전한 조건에서의 용접이 증가하고 있다. 용융지에 침입한 질소는, 전술과 동일한 기구에 의해 용접부의 예민화를 조장하여, 내식성의 저하를 초래한다. 그 때문에, 이러한 용도에 적용되는 페라이트계 스테인리스강은, 용접시에 가스 실드가 불충분해도 용접부의 내식성을 충분히 확보할 수 있는 것이 요구된다.

[0004] 이러한 과제에 대하여, 특허문헌 1 및 2에 개시되어 있는 바와 같이, Ti, Nb를 첨가하여 강 중의 C, N을 탄화물 혹은 질화물로서 고정하여 무해화(harmless)하는 방법이 제안되고 있다. 그러나, 가스 실드가 불충분한 경우에는 용접부에 예민화가 발생하는 경우가 있어, 용접부의 내식성은 충분하지 않다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본공개특허공보 소51-88413호
(특허문헌 0002) 일본공개특허공보 2007-270290호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은, 전술의 문제를 해결하기 위해 이루어진 것으로, 용접부의 내식성이 우수한 페라이트계 스테인리스강을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] Ti, Nb 첨가에 의한 C, N의 고정화 기구(mechanism of fixing)는, Ti, Nb가 용접시에 모재에 고용(dissolve)한 후, 냉각 중에 재차 Ti(C, N) 혹은 Nb(C, N)로서 석출하여, 강 중의 C, N을 고정하는 것이며, Ti, Nb를 $Ti\%/(C\%+N\%)$ 또는 $Nb\%/(C\%+N\%)$ 에 있어서 8 이상으로 첨가하는 것이 유효하다고 경험적으로 알려져 있다.

[0008] 그러나, $Ti\%/(C\%+N\%)$ 또는 $Nb\%/(C\%+N\%)$ 가 8 이상을 만족하는 범위에서 Ti, Nb를 첨가하고 있음에도 불구하고 충분한 예민화 억제 효과가 얻어지지 않는 경우가 있는 것을 알 수 있어, 발명자들은 그 원인을 조사했다. 그 결과, 종래의 Ti, Nb 첨가 페라이트계 스테인리스강에서는, Ti(C, N) 혹은 Nb(C, N)(이하, Ti, Nb계 탄질화물이라고 함)의 고용 온도 및 석출 피크(peak) 온도가 모두 높기 때문에 용접 후의 냉각시에 이들을 충분히 석출할 수 없어, 고용 C, N이 잔존하여 Cr 탄질화물의 석출에 의한 예민화가 발생하고 있는 경우가 있는 것을 알 수 있었다. 그 때문에, 용접부의 내식성을 향상시키기 위해서는, 용접 후의 냉각 과정에 있어서, 종래 이상으로 고용 C, N을 고정화하는 수법이 필요해진다.

[0009] 그래서, 본 발명자들은, 이들 Ti, Nb계 탄질화물의 석출 피크 온도를 저온화함으로써, 용접 후의 냉각 중에 있어서의 Ti, Nb계 탄질화물의 석출을 촉진시켜, C, N을 충분히 고정시키는 수법에 대해서 검토했다. 그 결과, Ti, Nb계 탄질화물에 적량의 V가 포함되는 경우, 이들 석출물이 각각 (Ti, V) (C, N) 혹은 (Nb, V) (C, N)과

같은 복합 탄질화물이 되고, 종래의 Ti, Nb계 탄질화물보다도 석출 온도가 저온화됨과 함께, V를 포함하는 이들 복합 탄질화물은, C, N을 종래의 Ti, Nb계 탄질화물보다도 많이 고정할 수 있어, 용접부의 내식성이 대폭으로 향상되는 것을 발견했다.

[0010] 본 발명은, 이상의 인식에 기초하여 이루어진 것으로, 그 요지는 이하와 같다.

[0011] (1) 질량%로, C: 0.003% 이상 0.014% 이하, N: 0.005% 이상 0.016% 이하, C%+N%: 0.023% 이하, Si: 0.01% 이상 0.90% 이하, Mn: 0.01% 이상 0.50% 이하, P: 0.020% 이상 0.040% 이하, S: 0.008% 이하, Al: 0.001% 이상 0.090% 이하, Cr: 14.5% 이상 23.0% 이하, Ni: 0.10% 이상 0.60% 이하, V: 0.010% 이상 0.040% 이하를 함유하고, 추가로, Ti: 0.15% 이상 0.34% 이하 및 $Ti\% + Nb\% \leq 0.70$ 및 $V\% / (Ti\% + 0.5 \times Nb\%) : 0.05 \sim 0.20$ 을 만족하는 범위에서, Ti를 함유 또는 Ti 및 Nb를 함유하는 경우, 또는, Nb: 0.35% 이상 0.60% 이하 및 $Ti\% + Nb\% \leq 0.70$ 및 $V\% / (Ti\% + 0.5 \times Nb\%) : 0.05 \sim 0.20$ 을 만족하는 범위에서 Nb를 함유 또는 Nb 및 Ti를 함유하는 경우 중 적어도 한쪽을 만족하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 페라이트계 스테인리스강. 또한, 상기 C%, 상기 N%, 상기 Ti%, 상기 Nb%, 상기 V%는 각각 C, N, Ti, Nb, V의 함유량(질량%)을 나타낸다.

[0012] (2) 질량%로, 추가로, Cu: 0.01% 이상 0.80% 이하, Mo: 0.01% 이상 1.65% 이하의 1종 또는 2종을 함유하는 것을 특징으로 하는 (1)에 기재된 페라이트계 스테인리스강.

[0013] (3) 질량%로, 추가로, Zr: 0.01% 이상 0.20% 이하, REM: 0.001% 이상 0.100% 이하, Co: 0.01% 이상 0.20% 이하, B: 0.0002% 이상 0.0009% 이하, Mg: 0.0002% 이상 0.0010% 이하, Ca: 0.0005% 이상 0.0020% 이하 중으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을 함유하는 것을 특징으로 하는 (1) 또는 (2)에 기재된 페라이트계 스테인리스강.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 의하면, 용접부의 내식성이 우수한 페라이트계 스테인리스강이 얻어진다. 본 발명의 페라이트계 스테인리스강은, 용접 상대재(mated steel)로부터 탄소나 질소가 침입하는 바와 같은 용접 조건, 혹은 공기로부터 질소가 침입하는 바와 같은 용접 조건에 있어서도, 예민화가 발생하는 일 없이 우수한 내식성을 갖는다. 그 때문에, 용접에 의해 구조체의 제작이 행해지는 용도, 예를 들면, 머플러(muffler) 등의 자동차 배기계 재료, 건구(fittings)나 환기구, 덕트(duct) 등의 건축용 재료, 전기 기기, 주방 제품에 적합하게 이용할 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] (발명을 실시하기 위한 형태)

[0016] 이하에 본 발명의 강의 성분 조성을 규정한 이유를 설명한다. 또한, 성분%는, 특별히 언급이 없는 한, 모두 질량%를 의미한다.

[0017] C: 0.003% 이상 0.014% 이하

[0018] 0.014%를 초과하여 C를 함유하면, 가공성의 저하 및 용접부의 내식성 저하가 현저해진다. C량이 낮을수록 내식성 및 가공성의 관점에서는 바람직하지만, C량을 0.003% 미만으로 하기 위해서는 정련(refining)에 시간이 걸려, 제조상 바람직하지 않다. 그 때문에, C량은 0.003% 이상 0.014% 이하의 범위로 한다. 바람직하게는 0.004% 이상 0.011% 이하의 범위이다.

[0019] N: 0.005% 이상 0.016% 이하

[0020] 0.016%를 초과하여 N을 함유하면, 가공성의 저하 및 용접부의 내식성 저하가 현저해진다. 내식성의 관점에서 N의 함유량은 낮을수록 바람직하지만, N량을 0.005% 미만으로까지 저감하려면 정련 시간을 길게 할 필요가 있어, 제조 비용의 상승 및 생산성의 저하를 초래하기 때문에 바람직하지 않다. 따라서, N량은 0.005% 이상 0.016% 이하의 범위로 한다. 바람직하게는 0.005% 이상 0.011% 이하의 범위이다.

[0021] C%+N%: 0.023% 이하

[0022] C 및 N는 가공성의 저하 및 용접부의 내식성의 저하를 초래한다. 그 영향에는 상승(相乘) 효과(synergistic effect)가 있어, C량과 N량의 합계 (C%+N%)가 0.023% 초과가 되면 가공성의 저하 및 용접부의 내식성 저하가 현저해진다. 그 때문에, (C%+N%)의 범위를 0.023% 이하로 한다. 바람직하게는 0.020% 미만이다.

- [0023] Si: 0.01% 이상 0.90% 이하
- [0024] Si는 용접시에 형성되는 산화 피막(oxide film)에 농축하여 용접부의 내식성을 향상시키는 효과가 있음과 함께, 제강(steelmaking) 공정에 있어서의 탈산(deoxidizing) 원소로서도 유용한 원소이다. 이들 효과는, Si를 0.01% 이상 함유함으로써 얻어지고, Si의 함유량이 많을수록 그 효과는 커진다. 그러나, 0.90%를 초과하여 Si를 함유하면, 열간 압연 공정에 있어서의 압연 하중의 증대와 현저한 스케일(scale)의 생성, 어닐링(annealing) 공정에 있어서는 강판 표층에서의 Si 농화층의 형성에 의한 산세정(pickling)성의 저하가 각각 발생하여, 표면 결함의 증가나 제조 비용의 상승을 유인하기 때문에 바람직하지 않다. 그 때문에, Si량은 0.01% 이상 0.90% 이하로 한다. 바람직하게는 0.05% 이상 0.60% 이하의 범위이다. 더욱 바람직하게는 0.05% 이상 0.15% 이하의 범위이다. 특히 0.25% 이상의 Ti를 함유하는 경우에는, Si에 의한 산세정성의 저하가 현저해지기 때문에, Si의 함유량은 0.05% 이상 0.20% 이하의 범위가 바람직하다.
- [0025] Mn: 0.01% 이상 0.50% 이하
- [0026] Mn은 강의 강도를 높이는 효과가 있고, 또한, 탈산제로서의 작용도 있다. 그 효과를 얻기 위해서는 0.01% 이상 함유하는 것이 필요하다. 그러나, Mn량이 0.50%를 초과하면, 부식의 기점이 되는 MnS의 석출이 촉진되어, 내식성이 저하된다. 그 때문에, Mn량의 범위는 0.01% 이상 0.50% 이하로 한다. 바람직하게는 0.05% 이상 0.40% 이하의 범위이다. 더욱 바람직하게는 0.10% 이상 0.30% 이하의 범위이다.
- [0027] P: 0.020% 이상 0.040% 이하
- [0028] P는 강에 불가피적으로 포함되는 원소이지만, 내식성 및 가공성에 대하여 유해한 원소이기 때문에 가능한 한, 그 함유량을 저감하는 것이 바람직하다. 특히 0.040%를 초과하면 고용 강화(solid-solution hardening)에 의해 가공성이 현저하게 저하된다. 그러나, 0.020% 미만으로 하기 위해서는 정련에 시간이 걸려, 제조상 바람직하지 않다. 따라서, P량은 0.020% 이상 0.040% 이하로 한다. 바람직하게는, 0.025% 이상 0.030% 이하이다.
- [0029] S: 0.008% 이하
- [0030] S도 P와 동일하게 강에 불가피적으로 포함되는 원소이지만, 내식성 및 가공성에 대하여 유해한 원소이기 때문에, 그 함유량을 가능한 한 저감하는 것이 바람직하다. 특히 0.008%를 초과하면 내식성이 현저하게 저하된다. 따라서, S량은 0.008% 이하로 한다. 바람직하게는 0.006% 이하이다. 보다 바람직하게는 0.003% 이하이다.
- [0031] Al: 0.001% 이상 0.090% 이하
- [0032] Al은 유효한 탈산제이다. 또한, Al은 질소와의 친화력이 Cr보다도 강하기 때문에, 용접부에 질소가 침입한 경우에, 질소를 Cr 질화물이 아닌 Al 질화물로서 석출시켜, 에민화를 억제하는 효과가 있다. 이들 효과는, Al을 0.001% 이상 함유함으로써 얻어진다. 그러나, 0.090% 초과하여 Al을 함유하면, 용접시의 용입성(penetration)이 저하되어 용접 작업성이 저하되기 때문에 바람직하지 않다. 그 때문에, Al량은 0.001% 이상 0.090% 이하의 범위로 한다. 바람직하게는 0.001% 이상 0.060% 이하의 범위이다. 더욱 바람직하게는 0.001% 이상 0.040% 이하의 범위이다.
- [0033] Cr: 14.5% 이상 23.0% 이하
- [0034] Cr은 스테인리스강의 내식성을 확보하기 위해 가장 중요한 원소이다. 그 함유량이 14.5% 미만에서는, 오스테나이트계 스테인리스강과의 용접부에 있어서, 충분한 내식성이 얻어지지 않는다. 한편, 23.0%를 초과하여 함유하면, σ (시그마)상(σ phase)의 생성에 의해 열연판의 인성(toughness)이 저하되어, 열연판의 연속 어닐링이 곤란해지기 때문에 제조상 바람직하지 않다. 그 때문에, Cr량은 14.5% 이상 23.0% 이하의 범위로 한다. 바람직하게는 14.5% 이상 22.0% 이하의 범위이다. 더욱 바람직하게는 16.0% 이상 21.5% 이하의 범위이다.
- [0035] Ni: 0.10% 이상 0.60% 이하
- [0036] Ni는 스테인리스강의 내식성을 향상시키는 원소이며, 부동태 피막(passivation film)을 형성할 수 없어 활성 용해(active dissolution)가 발생하는 부식 환경에 있어서 부식의 진행을 억제하는 원소이다. 또한, Ni는 강한 오스테나이트 생성 원소이며, 용접부에서의 페라이트 생성을 억제하여, Cr 탄질화물의 석출에 의한 에민화를 억제하는 효과가 있다. 이 효과는, Ni를 0.10% 이상 함유함으로써 얻어지고, Ni의 함유량이 많을수록 높아진다. 그러나, 함유량이 0.60%를 초과하면, 가공성이 저하되는 것에 더하여, 응력 부식 균열이 발생하기 쉬워진다.

나아가서는, Ni는 고가의 원소이기 때문에, Ni의 함유량의 증대는 제조 비용의 증대를 초래하기 때문에 바람직하지 않다. 그 때문에, Ni량은 0.10% 이상 0.60% 이하로 한다. 바람직하게는 0.10% 이상 0.50% 이하의 범위이다. 더욱 바람직하게는 0.10% 이상 0.40% 이하의 범위이다.

[0037] V: 0.010% 이상 0.040% 이하

[0038] V는 본 발명에 있어서 매우 중요한 원소이다. V는 Ti, Nb와 복합 탄질화물을 형성한다. 이 복합 탄질화물은, 용접 후의 냉각 과정에 있어서, 종래의 Ti, Nb계 탄질화물보다 낮은 석출 피크 온도에서, 보다 많은 C, N을 포함하여 석출하여, 용접부의 예민화를 억제한다. 이 효과는, V를 0.010% 이상 함유함으로써 얻어진다. 그러나, 0.040%를 초과하여 함유하면 가공성이 현저하게 저하되기 때문에 바람직하지 않다. 그 때문에, V량은 0.010% 이상 0.040% 이하의 범위로 한다. 바람직하게는 0.010% 이상 0.030% 이하의 범위이다.

[0039] Ti: 0.15% 이상 0.34% 이하 및 $Ti\% + Nb\% \leq 0.70$ 및 $V\% / (Ti\% + 0.5 \times Nb\%) : 0.05 \sim 0.20$ 을 만족하는 범위에서, Ti를 함유 또는 Ti 및 Nb를 함유하는 경우, 또는, Nb: 0.35% 이상 0.60% 이하 및 $Ti\% + Nb\% \leq 0.70$ 및 $V\% / (Ti\% + 0.5 \times Nb\%) : 0.05 \sim 0.20$ 을 만족하는 범위에서 Nb를 함유 또는 Nb 및 Ti를 함유하는 경우

[0040] Ti, Nb는, C, N과 우선적으로 결합하여, Cr 탄질화물의 석출에 의한 예민화에 기인한 내식성의 저하를 억제하는 원소이다. 이 효과를 얻기 위해, Ti, Nb의 1종 또는 2종을, Ti를 0.15% 이상 혹은 Nb를 0.35% 이상 함유한다. 바람직하게는, Ti: 0.20% 이상을 함유하거나, Nb: 0.40% 이상을 함유하는 경우이다. 더욱 바람직하게는, Ti: 0.25% 이상을 함유하거나, Nb: 0.45% 이상을 함유하는 경우이다. 한편, Ti를 0.34%를 초과하여 함유하면, 주조 공정에 있어서 조대한(coarse) Ti 탄질화물이 생성되어, 표면 결함을 일으키기 때문에 제조상 바람직하지 않다. 그 때문에, Ti량은 0.34% 이하로 한다. 바람직하게는, 0.30% 이하이다. 또한, Nb는 재결정 온도를 상승시키는 원소이기도 하여, 0.60%를 초과하여 함유하면, 재결정에 필요한 어닐링 온도가 고온화되기 때문에, 어닐링 비용의 상승을 초래함과 함께 불균일한 금속 조직에 기인한 연성의 저하가 발생한다. 또한, Nb는 열간 압연 하중을 증대시키기 때문에, 과도하게 첨가하면 열연판의 제조가 곤란해진다. 그 때문에, Nb량은 0.60% 이하로 한다. 바람직하게는 0.55% 이하이다. 또한, Ti 혹은 Nb를 함유하면, 재결정시의 금속 조직이 불균일해져 연성의 저하가 발생한다. 그 때문에 $Ti\% + Nb\%$ 는 0.70% 이하로 한다. 바람직하게는 0.65% 이하이다. 상기한 바와 같이, Ti량, Nb량, $Ti\% + Nb\%$ 의 모두가 상한값 이하가 아니면 안 된다.

[0041] Ti 및 Nb가 상기 범위에 있는 것만으로는 예민화의 발생을 완전하게는 방지할 수 없다. 또한 적량의 V를 함유함과 함께, V와 Ti 및 Nb의 적절한 비율을 충족하는 것이 예민화를 억제하기 위해 필요하다. V는 Ti, Nb와 복합 탄질화물을 형성하고, 예민화를 억제하여 용접부의 내식성을 향상시킨다. 이 복합 탄질화물은, $V\% / (Ti\% + 0.5 \times Nb\%)$ 가 0.05 이상이 되도록, Ti, Nb의 1종 또는 2종, V를 함유했을 때에 생성된다. $V\% / (Ti\% + 0.5 \times Nb\%)$ 가 0.05 미만인 경우에는, 복합 탄질화물을 형성하기 위해 필요한 V가 부족하여, 복합 탄질화물의 석출량이 저하된다. 이 때문에, 용접부의 고용 C, N을 충분히 고정할 수 없어, 소정의 내식성 향상 효과가 얻어지지 않는다. 한편, $V\% / (Ti\% + 0.5 \times Nb\%)$ 가 0.20을 초과하면, Ti나 Nb에 대하여 V가 과잉이 되어 복합 탄질화물 중의 N 농도가 높아진다. 그 결과, 용접부의 고용 C를 석출물로서 충분히 고정할 수 없어, 충분한 예민화 억제 효과가 얻어지지 않는다. 그 때문에, $V\% / (Ti\% + 0.5 \times Nb\%) : 0.05 \sim 0.20$ 의 범위로 한다. 바람직하게는 0.10 ~ 0.15의 범위이다. 또한, 상기 Ti%, 상기 Nb%, 상기 V%는 각각 Ti, Nb, V의 함유량(질량%)을 나타낸다.

[0042] 본 발명은, 상기 필수 성분을 함유하고 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 페라이트계 스테인리스강이다. 또한, 필요에 따라서, Cu 및 Mo 중으로부터 선택되는 1종 또는 2종, 혹은, Zr, REM, W, Co, B, Mg, Ca 중으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을, 하기의 범위에서 함유할 수 있다.

[0043] Cu: 0.01% 이상 0.80% 이하

[0044] Cu는 내식성을 향상시키는 원소이며, 수용액 중이나 약산성의 수적(droplet)이 부착된 경우의 모재 및 용접부의 내식성을 향상시키는 데에 특히 유효한 원소이다. 또한, Cu는 Ni와 동일하게 강한 오스테나이트 생성 원소이며, 용접부에서의 페라이트 생성을 억제하여, Cr 탄질화물의 석출에 의한 예민화를 억제하는 효과가 있다. 이들 효과는 0.01% 이상 함유함으로써 얻어지고, 그 효과는 Cu 함유량이 많을수록 높아진다. 그러나, 0.80%를 초과하여 Cu를 함유하면, 열간 가공성이 저하되어 표면 결함을 유인하기 때문에 바람직하지 않다. 나아가서는 어닐링 후의 탈(脫)스케일이 곤란해지기 때문에 제조상 바람직하지 않다. 그 때문에, 함유하는 경우, Cu량은 0.01% 이상 0.80% 이하의 범위로 한다. 바람직하게는, 0.10% 이상 0.60% 이하의 범위이다. 더욱 바람직하게는 0.30% 이상 0.45% 이하의 범위이다.

[0045] Mo: 0.01% 이상 1.65% 이하

- [0046] Mo는 스테인리스강의 내식성을 현저하게 향상시키는 원소이다. 이 효과는 0.01% 이상의 함유에 의해 얻어지고, 그 효과는 함유량이 많을수록 향상된다. 그러나, Mo 함유량이 1.65%를 초과하면, 열간 압연시의 압연 부하가 커져 제조성이 저하됨과 함께, 강판 강도의 과도한 상승이 발생한다. 또한, Mo는 고가의 원소인 점에서, 다량의 첨가는 제조 비용을 증대시킨다. 그 때문에, 함유하는 경우, Mo량은 0.01% 이상 1.65% 이하로 한다. 바람직하게는 0.10% 이상 1.40% 이하의 범위이다. 특히 열연판 인성이 저하되는 Ti 함유강에서는 Mo 첨가에 의해 더욱 인성이 저하되어 열연판 어닐링이 곤란해지기 때문에, Ti를 0.15% 이상 함유하고 있는 경우에는 Mo량은 0.30% 이상 1.40% 이하로 하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 0.4% 이상 1.00% 이하의 범위이다.
- [0047] Zr: 0.01% 이상 0.20% 이하
- [0048] Zr은 C, N과 결합하여 에민화를 억제하는 효과가 있다. 이 효과는 0.01% 이상의 함유에 의해 얻어진다. 한편, 0.20%를 초과하여 함유하면 가공성이 현저하게 저하되기 때문에 바람직하지 않다. 그 때문에, 함유하는 경우, Zr량은 0.01% 이상 0.20% 이하의 범위로 한다. 바람직하게는, 0.01% 이상 0.10% 이하의 범위로 한다.
- [0049] REM: 0.001% 이상 0.100% 이하
- [0050] REM은 내산화성(oxidation resistance)을 향상시키는 효과가 있고, 용접부의 산화 피막(용접 템퍼 컬러(temper color)) 형성을 억제하여 산화 피막 바로 아래에 있어서의 Cr 결핍 영역의 형성을 억제한다. 이 효과를 얻기 위해서는, REM을 0.001% 이상 함유하는 것이 필요하다. 한편, 0.100%를 초과하여 함유하면 냉연 어닐링시의 산세정성 등의 제조성을 저하시키기 때문에 바람직하지 않다. 그 때문에, 함유하는 경우, REM량은 0.001% 이상 0.100% 이하의 범위로 한다. 바람직하게는, 0.001% 이상 0.050% 이하의 범위로 한다.
- [0051] Co: 0.01% 이상 0.20% 이하
- [0052] Co는 인성을 향상시키는 원소이다. 이 효과는 0.01% 이상의 함유에 의해 얻어진다. 한편, 함유량이 0.20%를 초과하면 가공성이 저하된다. 그 때문에, 함유하는 경우, Co량은 0.01% 이상 0.20% 이하의 범위로 한다.
- [0053] B: 0.0002% 이상 0.0009% 이하
- [0054] B는 딥 드로잉(deep drawing) 성형 후의 내2차 가공 취성(resistance to secondary working embrittlement)을 개선하기 위해 유효한 원소이다. 이 효과는 B의 함유량을 0.0002% 이상으로 함으로써 얻어진다. 한편, 0.0009%를 초과하여 B를 함유하면 가공성과 인성이 저하되기 때문에 바람직하지 않다. 그 때문에, 함유하는 경우, B량은 0.0002% 이상 0.0009% 이하의 범위로 한다. 바람직하게는 0.0003% 이상 0.0006% 이하의 범위이다.
- [0055] Mg: 0.0002% 이상 0.0010% 이하
- [0056] Mg는 슬래브(slab)의 등축정률(equiaxed crystal ratio)을 향상시켜, 가공성이나 인성의 향상에 유효한 원소이다. 또한, 본 발명과 같이 Ti를 함유하고 있는 강에 있어서는, Ti 탄질화물이 조대화되면 인성이 저하되지만, Mg는 Ti 탄질화물의 조대화를 억제하는 효과도 갖는다. 이들 효과는, 0.0002% 이상의 Mg를 함유함으로써 나타난다. 한편으로, Mg량이 0.0010%를 초과하면, 강의 표면 성상을 악화시켜 버린다. 따라서, 함유하는 경우, Mg량은 0.0002% 이상 0.0010% 이하의 범위로 한다. 바람직하게는 0.0002% 이상 0.0004% 이하의 범위이다.
- [0057] Ca: 0.0005% 이상 0.0020% 이하
- [0058] Ca는, 연속 주조시에 발생하기 쉬운 Ti계 개재물(Ti inclusions)의 정출(crystallization)에 의한 노즐의 폐색을 방지하는 데에 유효한 성분이다. 그 효과는 0.0005% 이상의 Ca를 함유함으로써 얻어진다. 그러나, 0.0020%를 초과하여 함유하면 CaS의 생성에 의해 내식성이 저하된다. 따라서, 함유하는 경우, Ca량은 0.0005% 이상 0.0020% 이하의 범위로 한다. 바람직하게는 0.0005% 이상 0.0015% 이하의 범위이다. 더욱 바람직하게는 0.0005% 이상 0.0010% 이하의 범위이다.
- [0059] 다음으로, 본 발명의 페라이트계 스테인리스강의 제조 방법에 대해서 설명한다.
- [0060] 본 발명의 페라이트계 스테인리스강은, 상기 성분 조성으로 이루어지는 용강을 전로(converter), 전기로(electric furnace), 진공 용해로(vacuum melting furnace) 등의 공지의 방법으로 용제하고, 연속 주조법(continuous casting process) 혹은 조괴-분괴법(ingot making and blooming process)에 의해 강 소재(슬래브)로 한다. 이 슬래브를, 1100~1250℃에서 1~24시간 가열하거나, 혹은 가열하는 일 없이 주조한 채 직접,

열간 압연하여 열연판으로 한다.

- [0061] 통상, 열연판은 800~1100℃에서의 연속 어닐링이나 600~900℃의 배치(batch) 어닐링의 열연판 어닐링이 행해 지지만, 용도에 따라서는 열연판 어닐링을 생략해도 좋다. 이어서, 열연판 산세정 후, 냉간 압연에 의해 냉연 판으로 한 후, 어닐링·산세정을 행하여 제품으로 한다.
- [0062] 냉간 압연은 신장성, 굽힘성, 프레스(press) 성형성 및 형상 교정의 관점에서 50% 이상의 압하율(rolling reduction)로 행하는 것이 바람직하다.
- [0063] 냉연판의 재결정 어닐링은, 일반적으로는 JIS G 0203의 표면 마무리, No.2B 마무리품의 경우, 양호한 기계적 성질을 얻는 것 및, 산세정성의 측면으로부터 800~1100℃에서 행하는 것이 바람직하다. 또한, 더욱 광택을 얻기 위해 BA 어닐링(광휘(bright) 어닐링)을 행해도 좋다.
- [0064] 또한, 냉간 압연 후 및 가공 후에 표면 성상을 더욱 향상시키기 위해, 연삭이나 연마 등을 행해도 좋다.
- [0065] 실시예
- [0066] 이하, 실시예에 기초하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다.
- [0067] 표 1에 나타내는 화학 조성을 갖는 스테인리스강을 50kg, 소형 진공 용해로에서 용제했다. 이들 강괴(ingot)를, 1150℃로 가열 후, 열간 압연을 행하여 3.5mm 두께의 열연판으로 했다. 얻어진 열연판에 대하여, 압연 방향을 길이로 하여 시험편(JIS B 7722 V노치(V-notch))을 채취하고, 샤르피 충격 시험(Charpy impact test)을 행했다. 이어서, 상기에 의해 얻어진 열연판은 900~1100℃에서 10분간 어닐링한 후 산세정하고, 냉간 압연에 의해 판두께 0.8mm의 냉연판으로 했다. 얻어진 냉연판에 대하여, 대기 분위기하에 있어서 850~1100℃에서 마무리 어닐링을 행한 후, 불산과 질산의 혼합산으로 산세정했다.
- [0068] 이상에 의해 얻어진 냉연 어닐링 산세정판에 대하여, 육안 관찰에 의해 표면을 판정, 인장 시험 및 공식 전위 측정을 행했다. 인장 시험은, 압연 방향과 평행하게 JIS 13B호 인장 시험편을 채취하고, 인장 시험을 JIS Z2201에 준거하여, 신장(E1)(파단 연성(fracture ductility))을 측정했다. 공식 전위 측정(pitting potential measurement)은, 20mm×20mm의 시험편을 채취하고 표면을 600번의 연마지로 연마한 후, 10mm×10mm의 측정면을 남겨 시일재(sealing material)로 피복하고, 30℃의 3.5질량% NaCl 용액 중에서 공식 전위(pitting potential)를 측정했다. 시험편의 부동태화 처리(passivation treatment)는 행하지 않았지만, 그 이외의 측정 방법은 JIS G 0577(2005)에 준거했다.
- [0069] 또한, 상기에 의해 제작한 각 강종의 냉연 어닐링 산세정판과 0.8mm 두께의 SUS304(C: 0.07질량%, N: 0.05질량%, 일본공업규격, JIS G 4305)를 맞대어 TIG 용접했다. 용접 조건은, 용접 속도: 600mm/min, 용접 전압: 10~12V, 용접 전류: 70~120A이다. 또한, 표측(表側)은 15L/min의 아르곤 가스를 흘려 시일(seal)했지만, 불충분한 가스 실드에 의해 용융지에 질소가 침입하는 상황으로 하기 위해, 이면은 가스 실드를 행하지 않았다.
- [0070] 이어서, 용접 비드(bead)가 길이 중심선 상에 지나도록 60mm×90mm의 시험편을 채취하고, 표면을 600번의 연마지로 연마하고 단면(端面)을 방수 테이프로 시일하고, 염수 분무 사이클 시험(salt spray cycle test)에 의한 내식성 시험을 행했다. 염수 분무 사이클 시험은, 염수 분무(5% NaCl, 35℃, 분무 2h)→건조(60℃, 4h, 상대 습도 40%)→습윤(50℃, 2h, 상대 습도≥95%)을 1사이클로 하여, 5사이클 행했다.
- [0071] 이상의 평가를 행하고, 각각의 평가 결과에 대해서 이하와 같이 판정했다.
- [0072] 열연판 샤르피 시험
- [0073] 열연판의 25℃에 있어서의 샤르피 충격값(Charpy impact value)이 50J/cm² 이상이 합격, 50J/cm² 미만이 불합격으로 판정했다.
- [0074] 공식 전위
- [0075] 모재의 공식 전위가 120mV 이상이 합격, 120mV 미만이 불합격으로 판정했다.
- [0076] 염수 분무 시험
- [0077] 녹이 발생한 면적이 20% 이하가 합격, 20% 초과가 불합격으로 판정했다.
- [0078] 파단 연성
- [0079] 인장 시험에 있어서의 파단 신장이 25% 이상이 합격, 25% 미만이 불합격으로 판정했다.

[0080]

표면 관정

[0081]

20cm×40cm의 냉연 어닐링 산세정판의 표면을 육안 관찰하여, 길이 혹은 폭이 5mm 이상인 표면 결함(선 형상 흠집, 흰 줄무늬 모양 등)이 3개 이하인 경우를 합격, 4개 이상 있는 경우를 불합격으로 판정했다.

[0082]

이상에 의해 얻어진 결과를 표 2에 나타낸다.

표 1

강 번호	조성(질량%)																	C+N	V/(Ti+0.5Nb)	비고
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Cr	Ni	V	Ti	Nb	Cu	Mo	B	Ca	그 외			
A1	0.005	0.10	0.23	0.028	0.002	0.031	0.007	16.1	0.33	0.031	0.18	-	-	-	0.0008	0.0008		0.012	0.17	발영예
A2	0.004	0.17	0.21	0.031	0.002	0.035	0.008	17.8	0.29	0.039	-	0.45	-	-	-	-		0.012	0.17	발영예
A3	0.004	0.09	0.15	0.026	0.003	0.027	0.013	17.2	0.26	0.030	0.33	-	-	-	0.0005	0.0008	REM/0.017	0.017	0.09	발영예
A4	0.007	0.12	0.16	0.028	0.001	0.026	0.008	17.4	0.22	0.033	0.24	-	-	-	-	-		0.015	0.14	발영예
A5	0.011	0.14	0.16	0.029	0.003	0.040	0.007	17.7	0.21	0.025	0.25	-	-	0.53	-	-		0.018	0.10	발영예
A6	0.007	0.11	0.14	0.025	0.002	0.033	0.014	17.3	0.22	0.018	0.30	-	-	0.97	-	0.0012		0.021	0.06	발영예
A7	0.004	0.29	0.15	0.028	0.002	0.015	0.006	18.7	0.25	0.024	-	0.35	-	1.61	-	-		0.010	0.14	발영예
A8	0.008	0.85	0.41	0.023	0.002	0.036	0.009	14.7	0.20	0.019	-	0.48	-	-	-	-	Co/0.03	0.017	0.08	발영예
A9	0.003	0.31	0.18	0.027	0.002	0.005	0.007	14.7	0.21	0.033	-	0.51	-	1.65	0.0003	-	Co/0.12	0.010	0.13	발영예
A10	0.005	0.17	0.20	0.026	0.001	0.006	0.010	20.8	0.21	0.027	0.34	-	0.41	-	-	-		0.015	0.08	발영예
A11	0.008	0.30	0.45	0.036	0.005	0.014	0.011	17.4	0.13	0.023	-	0.48	-	-	-	-		0.019	0.10	발영예
A12	0.007	0.28	0.15	0.023	0.003	0.085	0.006	22.6	0.17	0.036	0.03	0.45	-	0.93	-	-	Zr/0.07	0.013	0.14	발영예
A13	0.005	0.18	0.24	0.027	0.003	0.006	0.008	17.8	0.25	0.020	-	0.37	-	-	0.0005	-		0.013	0.11	발영예
A14	0.004	0.07	0.35	0.021	0.003	0.022	0.007	18.4	0.20	0.034	0.17	-	0.33	-	-	-	Mg/0.0004	0.011	0.20	발영예
B1	0.005	0.27	0.21	0.033	0.002	0.005	0.008	23.7	0.24	0.034	-	0.40	-	-	-	-		0.013	0.17	비교예
B2	0.006	0.16	0.22	0.031	0.003	0.044	0.012	13.8	0.25	0.031	0.22	-	-	-	-	-		0.018	0.14	비교예
B3	0.005	0.23	0.19	0.032	0.003	0.015	0.008	17.6	0.12	0.032	-	0.61	-	-	-	-		0.013	0.10	비교예
B4	0.007	0.11	0.20	0.029	0.002	0.052	0.009	17.7	0.21	0.038	0.39	-	-	0.52	-	-		0.016	0.10	비교예
B5	0.008	0.14	0.25	0.030	0.003	0.035	0.009	17.9	0.17	0.024	0.12	-	-	-	0.0003	-		0.017	0.20	비교예
B6	0.008	0.35	0.31	0.031	0.003	0.003	0.014	17.6	0.26	0.017	-	0.31	-	-	-	-		0.022	0.11	비교예
B7	0.006	0.21	0.17	0.028	0.003	0.035	0.008	18.4	0.22	0.005	0.17	-	-	-	-	-		0.014	0.08	비교예
B8	0.007	0.25	0.21	0.032	0.003	0.018	0.007	18.1	0.19	0.039	-	0.37	-	-	-	-		0.014	0.21	비교예
B9	0.007	0.18	0.15	0.031	0.003	0.025	0.008	17.6	0.21	0.011	0.26	-	-	-	-	0.0011		0.015	0.04	비교예
B10	0.009	0.15	0.44	0.026	0.004	0.041	0.008	18.0	0.14	0.010	0.24	0.06	-	-	-	0.0016		0.017	0.04	비교예

하선은 본 발명의 범위 외인 것을 나타냄.

[0083]

표 2

No.	열연판 샤르피 충격 시험 결과	공식 전위	염수 분무 시험	파단 연성	표면 판정	비고
A1	합격	합격	합격	합격	합격	발명에
A2	합격	합격	합격	합격	합격	발명에
A3	합격	합격	합격	합격	합격	발명에
A4	합격	합격	합격	합격	합격	발명에
A5	합격	합격	합격	합격	합격	발명에
A6	합격	합격	합격	합격	합격	발명에
A7	합격	합격	합격	합격	합격	발명에
A8	합격	합격	합격	합격	합격	발명에
A9	합격	합격	합격	합격	합격	발명에
A10	합격	합격	합격	합격	합격	발명에
A11	합격	합격	합격	합격	합격	발명에
A12	합격	합격	합격	합격	합격	발명에
A13	합격	합격	합격	합격	합격	발명에
A14	합격	합격	합격	합격	합격	발명에
B1	불합격	-	-	-	-	비교예
B2	합격	불합격	불합격	합격	합격	비교예
B3	합격	합격	합격	불합격	합격	비교예
B4	합격	합격	합격	합격	불합격	비교예
B5	합격	합격	불합격	합격	합격	비교예
B6	합격	합격	불합격	합격	합격	비교예
B7	합격	합격	불합격	합격	합격	비교예
B8	합격	합격	불합격	합격	합격	비교예
B9	합격	합격	불합격	합격	합격	비교예
B10	합격	합격	불합격	합격	합격	비교예

[0084]

[0085]

표 2로부터, 본 발명의 범위를 충족하는 A1~A14에서는, 120mV 이상의 공식 전위를 나타냄과 함께, 용접부의 예민화 및 발청(rusting)은 없고, 모재·용접부 모두 소정의 내식성이 얻어짐과 함께, 25% 이상의 파단 연성이 얻어지고, 표면 결함도 인정되지 않았다.

[0086]

Cr량을 본 발명의 범위를 초과하여 함유한 B1은, 열연판에 있어서 소정의 샤르피 충격값을 얻을 수 없었기 때문에, 이후의 공정·시험은 실시하지 않았다. 또한, Cr량이 13.8%로 본 발명의 범위를 하회하는 B2에서는, 공식 전위가 108mV로 낮은 것에 더하여, 염수 분무 사이클 시험에 있어서 용접부로부터 부식이 발생하여, 소정의 용접부 내식성을 얻을 수 없었다. Nb량이 본 발명의 범위를 상회하는 B3에서는, 어닐링 후에 미세결정립(unrecrystallized grain)을 포함한 불균일한 금속 조직이 된 결과, 소정의 파단 연성이 얻어지지 않았다. Ti량이 본 발명의 범위를 상회하는 B4에서는 조대한 Ti 탄질화물에 기인한 표면 결함(줄무늬 형상 흠집)이 발생했다.

[0087]

한편, Ti, Nb 중 어느 하나가 본 발명의 범위를 하회하는 B5, B6에서는, 소정량의 V는 함유하고 있지만 Ti 혹은 Nb가 부족했기 때문에 (Ti, V) (C, N) 및 (Nb, V) (C, N)의 석출량이 불충분해져, 소정의 용접부 내식성이 얻어지지 않았다. V량이 본 발명의 범위를 하회하는 B7에서는, V의 부족에 의해 (Ti, V) (C, N) 및 (Nb, V) (C, N)이 거의 석출되지 않아, 고용 C, N을 다 고정화하지 못하여 예민화가 발생하여, 소정의 용접부 내식성이 얻어지지 않았다.

[0088]

마찬가지로, $V\%/(Ti\% + 0.5 \times Nb\%)$ 가 본 발명의 범위 외인 B9~B10은, 양호한 모재 내식성은 얻어지기는 했지만, (Ti, V) (C, N) 및 (Nb, V) (C, N)의 석출량의 부족, 혹은 복합 탄질화물 중의 V 농도가 과도하게 높아진 결과, 고용 C, N을 석출물로서 충분히 고정할 수 없어 예민화가 발생하여, 소정의 용접부 내식성이 얻어지지 않았다.

[0089]

이상의 결과로부터, 본 발명이 제공하는 소정의 용접부 내식성을, 우수한 기계적 성질 그리고 표면 미려성을 가지면서 얻기 위해서는, 각 원소의 함유량, $V\%/(Ti\% + 0.5 \times Nb\%)$ 가 본 발명의 범위 내에 적절하게 조정되어 있을 필요가 있는 것이 확인되었다.

산업상 이용가능성

[0090]

본 발명에서 얻어지는 페라이트계 스테인리스강은, 용접에 의해 구조체의 제작이 행해지는 용도, 예를 들면, 머플러 등의 자동차 배기계 재료, 건구나 환기구, 덕트 등의 건축용 재료, 전기 기기, 주방 제품 등으로의 적용에

적합하다.