



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년01월28일
 (11) 등록번호 10-1227274
 (24) 등록일자 2013년01월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C22C 38/58 (2006.01) C22C 38/18 (2006.01)
 C21D 8/02 (2006.01) C21D 9/46 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2010-7013279
 (22) 출원일자(국제) 2009년01월30일
 심사청구일자 2010년06월16일
 (85) 번역문제출일자 2010년06월16일
 (65) 공개번호 10-2010-0097699
 (43) 공개일자 2010년09월03일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2009/051611
 (87) 국제공개번호 WO 2009/099010
 국제공개일자 2009년08월13일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2008-025112 2008년02월05일 일본(JP)
 JP-P-2008-330428 2008년12월25일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020010062057 A*
 JP06116684 A
 JP2005015856 A
 KR1019960014516 B1
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 닛폰 스틸 앤드 스미킨 스테인레스 스틸 코포레이션
 일본국 도쿄도 치요다쿠 오테마치 2초메 6반 1고
 (72) 발명자
 하따노 마사하루
 일본 1000004 도쿄도 치요다쿠 오오메마찌 2조메 6방 1고 닛폰 스틸 앤드 스미킨 스테인레스 스틸 코포레이션 내
 다카하시 아키히코
 일본 1000004 도쿄도 치요다쿠 오오메마찌 2조메 6방 1고 닛폰 스틸 앤드 스미킨 스테인레스 스틸 코포레이션 내
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 성재동, 장수길

전체 청구항 수 : 총 12 항

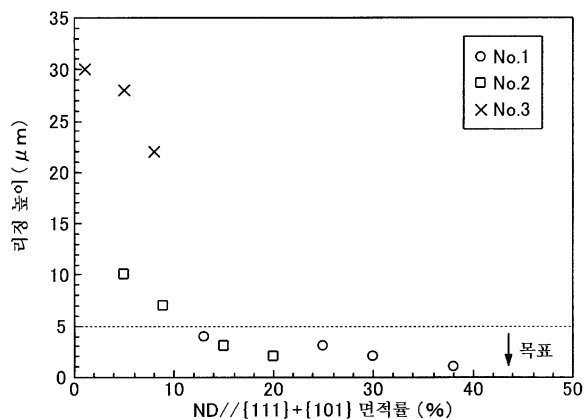
심사관 : 윤여분

(54) 발명의 명칭 **내리정성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강관 및 그 제조 방법**

(57) 요약

이 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강관은, 질량%로, C : 0.1% 이하, Cr : 17 내지 25%, Si : 1% 이하, Mn : 3.7% 이하, Ni : 0.6 내지 3%, Cu : 0.1 내지 3% 및 N : 0.06% 이상, 0.15% 미만을 함유하고, 잔량부로서 철과 불가피적 불순물을 포함하고, 페라이트상과 오스테나이트상으로 이루어지는 2상 조직을 갖고, 상기 오스테나이트상의 체적분율이 15 내지 70%이고, 관 두께 중심의 관면(ND)에 있어서, ND//{111}±10° 를 만족시키는 결정 방위를 갖는 페라이트상의 결정립과 ND//{101}±10° 를 만족시키는 결정 방위를 갖는 페라이트상의 결정립이 함께 10면적% 이상 존재한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

이시마루 에이이찌로오

일본 1000004 도쿄도 지요다꾸 오오메마찌 2쥬메
6방 1고 닛폰 스틸 앤드 스미킨 스테인레스 스틸
코포레이션 내

기무라 켄

일본 1008071 도쿄도 지요다꾸 마루노우찌 2쥬메
6방 1고 싯닛뽀세이테쯔 카부시키카이샤 내

특허청구의 범위

청구항 1

질량%로, C : 0.1% 이하, Cr : 17 내지 25%, Si : 1% 이하, Mn : 3.7% 이하, N : 0.06% 이상, 0.15% 미만을 함유하고, 잔량부로서 Fe 및 불가피적 불순물을 포함하고,

페라이트상과 오스테나이트상으로 이루어지는 2상 조직을 갖고, 상기 오스테나이트상의 체적분율이 15 내지 70%이고,

판 두께 중심의 판면(ND)에 있어서, ND//{111}±10° 를 만족시키는 결정 방위를 갖는 페라이트상의 결정립과 ND//{101}±10° 를 만족시키는 결정 방위를 갖는 페라이트상의 결정립이 합계 10면적% 이상 존재하는 것을 특징으로 하는, 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강판.

청구항 2

질량%로, C : 0.1% 이하, Cr : 17 내지 25%, Si : 1% 이하, Mn : 3.7% 이하, Ni : 0.6 내지 3%, Cu : 0.1 내지 3% 및 N : 0.06% 이상, 0.15% 미만을 함유하고, 잔량부로서 Fe 및 불가피적 불순물을 포함하고,

페라이트상과 오스테나이트상으로 이루어지는 2상 조직을 갖고, 상기 오스테나이트상의 체적분율이 15 내지 70%이고,

판 두께 중심의 판면(ND)에 있어서, ND//{111}±10° 를 만족시키는 결정 방위를 갖는 페라이트상의 결정립과 ND//{101}±10° 를 만족시키는 결정 방위를 갖는 페라이트상의 결정립이 합계 10면적% 이상 존재하는 것을 특징으로 하는, 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강판.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 강이, 질량%로, Al : 0.2% 이하, Mo : 1% 이하, Ti : 0.5% 이하, Nb : 0.5% 이하, B : 0.01% 이하, Ca : 0.01% 이하, Mg : 0.01% 이하 및 희토류 원소 : 0.5% 이하로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을 더 함유하고 있는 것을 특징으로 하는, 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강판.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 인장 시험에 있어서의 균일 연신률이 30% 이상인 것을 특징으로 하는, 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강판.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 기재된 강 성분을 갖는 스테인리스강 슬래브를 1150 내지 1300℃로 가열하는 공정과, 열간 조압연과 상기 열간 조압연 후의 열간 마무리 압연을 갖는 열간 압연을 상기 가열된 스테인리스강 슬래브에 실시하여 열연판으로 하는 공정과, 상기 열연판을 어닐링하는 공정을 갖고,

상기 열간 조압연에서는 압연 개시 온도를 1150℃ 이상, 압연 종료 온도를 1050℃ 이상으로 하고, 또한 각 패스의 간격이 2초 이상, 60초 이하인 다패스 압연을 행하고,

페라이트상과 오스테나이트상으로 이루어지는 2상 조직을 갖고, 상기 오스테나이트상의 체적분율이 15 내지 70%이고, 판 두께 중심의 판면(ND)에 있어서, ND//{111}±10° 를 만족시키는 결정 방위를 갖는 페라이트상의 결정립과 ND//{101}±10° 를 만족시키는 결정 방위를 갖는 페라이트상의 결정립이 합계 10면적% 이상 존재하는 강판을 제조하는 것을 특징으로 하는, 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강판의 제조 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 열간 조압연에 있어서, 압하율 20% 이상의 패스가 총 패스의 1/2 이상을 차지하고, 압하율이 가장 큰 1패스의 압하율이 50% 이상으로 되거나, 혹은 압하율이 큰 2패스의 압하율의 합계가 50% 이상으로 되는 것을 특징으로 하는, 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강판의 제조

방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 열간 마무리 압연의 종료 온도를 900℃ 이상으로 하는 것을 특징으로 하는, 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강판의 제조 방법.

청구항 8

제5항에 있어서, 상기 어닐링한 열연판에, 1회의 냉간 압연을 50% 이상의 압하율로 행하거나, 또는 중간 어닐링을 사이에 두는 2회 이상의 냉간 압연을, 합계 압하율이 50% 이상인 조건으로 행하여, 냉연판으로 하는 공정과, 상기 냉연판에 900 내지 1200℃로 마무리 어닐링을 행하는 공정을 더 갖는 것을 특징으로 하는, 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강판의 제조 방법.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 열간 마무리 압연의 종료 온도를 900℃ 이상으로 하는 것을 특징으로 하는, 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강판의 제조 방법.

청구항 10

제6항에 있어서, 상기 어닐링한 열연판에, 1회의 냉간 압연을 50% 이상의 압하율로 행하거나, 또는 중간 어닐링을 사이에 두는 2회 이상의 냉간 압연을, 합계 압하율이 50% 이상인 조건으로 행하여, 냉연판으로 하는 공정과, 상기 냉연판에 900 내지 1200℃로 마무리 어닐링을 행하는 공정을 더 갖는 것을 특징으로 하는, 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강판의 제조 방법.

청구항 11

제7항에 있어서, 상기 어닐링한 열연판에, 1회의 냉간 압연을 50% 이상의 압하율로 행하거나, 또는 중간 어닐링을 사이에 두는 2회 이상의 냉간 압연을, 합계 압하율이 50% 이상인 조건으로 행하여, 냉연판으로 하는 공정과, 상기 냉연판에 900 내지 1200℃로 마무리 어닐링을 행하는 공정을 더 갖는 것을 특징으로 하는, 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강판의 제조 방법.

청구항 12

제9항에 있어서, 상기 어닐링한 열연판에, 1회의 냉간 압연을 50% 이상의 압하율로 행하거나, 또는 중간 어닐링을 사이에 두는 2회 이상의 냉간 압연을, 합계 압하율이 50% 이상인 조건으로 행하여, 냉연판으로 하는 공정과, 상기 냉연판에 900 내지 1200℃로 마무리 어닐링을 행하는 공정을 더 갖는 것을 특징으로 하는, 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강판의 제조 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강판과 그 제조 방법에 관한 것이다.

[0002] 본원은 2008년 2월 5일에 출원된 일본 특허 출원 제2008-25112호 및 2008년 12월 25일에 출원된 일본 특허 출원 제2008-330428호에 대해 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

배경기술

[0003] SUS304로 대표되는 오스테나이트계 스테인리스강은 내식성과 가공성이 우수한 스테인리스강으로, 주방 기기, 가전 제품, 전자 기기 등 폭넓은 분야에서 가장 일반적으로 사용되고 있다. 그러나, 오스테나이트계 스테인리스강은 회소성이 있고 고가인 Ni를 다량으로 함유하므로, 장래에 걸친 보급성과 경제성에는 문제가 있다.

[0004] 한편, 최근, 정련 기술의 향상에 의해 극저탄소·질소화가 가능해지고, Ti나 Nb 등의 안정화 원소의 첨가에 의해, 내식성과 가공성을 향상시킨 페라이트계 스테인리스강은 광범위한 분야로 적용되고 있다. 그 큰 요인은, 페라이트계 스테인리스강이, 다량의 Ni를 함유하는 오스테나이트계 스테인리스강보다도 경제성이 우수하기 때문

이다. 그러나, 페라이트계 스테인리스강은 오스테나이트계 스테인리스강과 비교하여 가공성, 특히 재료의 연신률, 균일 연신률이라는 점에서 크게 뒤떨어진다.

- [0005] 따라서, 상기 오스테나이트계와 페라이트계의 중간에 위치하는 오스테나이트·페라이트계 스테인리스강이 최근 주목받고 있다. 종래, SUS329J4L로 대표되는
- [0006] 오스테나이트·페라이트계 스테인리스강은 5%를 초과하는 Ni를 함유하고, 또한 Ni보다 희소성이 있고 고가인 Mo를 수% 함유하므로, 보급성과 경제성의 점에서 여전히 문제가 있다.
- [0007] 이 문제에 대응하는 것으로서, Mo를 선택 첨가 원소로 하고, Ni량이, 0.1% 초과 1% 미만(특허 문헌 1) 또는 0.5% 이상 1.7% 이하(특허 문헌 2)로 제약된 오스테나이트·페라이트계 스테인리스강이 개시되어 있다. 이들 특허 문헌 1, 2의 실시예에 개시된 강은, 저Ni화를 지향하기 위해, 0.1%를 초과하는 N을 함유하고, 또한 Mn량을 3.7% 초과로 하고 있다.
- [0008] 특허 문헌 3과 특허 문헌 4에는 전체 연신률이나 딥드로잉성의 향상을 의도하여, 실질적으로 Ni량을 3% 이하로 제약하고, 오스테나이트상 중의 (C+N)량이나 성분 밸런스를 조정한 오스테나이트·페라이트계 스테인리스강이 개시되어 있다.
- [0009] 또한, 관계되는 것으로서, 특허 문헌 5의 실시예에는, N량을 0.06% 미만으로 하고, 페라이트상을 모상으로 하여 잔류 오스테나이트상을 20% 미만 포함하는 연성이 우수한 페라이트계 스테인리스강이 개시되어 있다.
- [0010] 특허 문헌 6과 특허 문헌 7에는 특허 문헌 3 및 특허 문헌 4와 유사한 오스테나이트·페라이트계 스테인리스강에 있어서, 내간극부 부식성 및 내입계 부식성의 개선에 대해 개시되어 있다. 특허 문헌 6의 실시예에 개시된 강은, Mn량을 2% 미만으로 제약하여, 0.5% 초과 Ni량을 첨가한 경우에 0.3%를 초과하는 N량을 포함하는 것이다. 특허 문헌 7의 실시예에 개시된 강은 Mn량을 2% 초과 4% 미만으로 하여 Ni량이 0.6% 미만인 경우에 N량을 0.15% 미만으로 한 강이다.
- [0011] 종래, 오스테나이트계와 페라이트계의 중간에 위치하는 오스테나이트·페라이트계 스테인리스강인 SUS329J4L로 대표되는 2상강에서는, 인장 가공했을 때에 압연 방향을 따라서 발생하는 두령 형상의 기복, 소위 리징이라고 불리는 현상을 발생시키는 것이 비특허 문헌 1에 있어서 지적되어 있다. 이들 리징의 발생은 페라이트계 스테인리스강과 마찬가지로 페라이트상의 집합 조직과 밀접한 관계에 있다. 비특허 문헌 2 및 비특허 문헌 3은 SUS329J4L의 집합 조직을 조사·연구한 것이다.
- [0012] 이들 문헌에 있어서, 페라이트상은 열연판 어닐링이나 냉간 압연과 어닐링을 반복해도 압연 집합 조직을 계승하여, 재결정 집합 조직을 얻는 것이 곤란하다고 보고되어 있다. 여기서, 압연 집합 조직이라 함은, {001} 방위 및 {112} 방위의 집적이 강한 것을 의미하고, 페라이트계 스테인리스강에서는 이와 같은 방위의 집적이 강하면 리징이 발생하기 쉽다. 따라서, 2상강에서 발생하는 리징도, 페라이트계 스테인리스강과 마찬가지로 압연 집합 조직으로의 집적이 강해 페라이트상의 재결정이 부족한 것에 의한 것이라고 생각된다.
- [0013] 상술한 특허 문헌 1 내지 7에는 상기에 지적한 리징의 발생 및 집합 조직에 대해 전혀 시사하는 기술이 없다. 구체적으로는, 특허 문헌 3 내지 7에 개시된 오스테나이트·페라이트계 스테인리스강은 양호한 성형성을 갖지만, 가공에 의한 리징의 발생 및 그 대책에 대해서는 명백하게 되어 있지 않다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0014] (특허문헌 0001) 일본 특허 출원 공개 평11-071643호 공보
- (특허문헌 0002) W0/02/27056호 공보
- (특허문헌 0003) 일본 특허 출원 공개 제2006-169622호 공보
- (특허문헌 0004) 일본 특허 출원 공개 제2006-183129호 공보
- (특허문헌 0005) 일본 특허 출원 공개 평10-219407호 공보
- (특허문헌 0006) 일본 특허 출원 공개 제2006-200035호 공보

(특허문헌 0007) 일본 특허 출원 공개 제2006-233308호 공보

비특허문헌

- [0015] (비특허문헌 0001) 일본스테인레스 기보 21(1986), p12
- (비특허문헌 0002) 재료와 프로세스 18(1995), p708
- (비특허문헌 0003) 재료와 프로세스 17(2004), p408

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0016] 본 발명은 강판의 페라이트상의 집합 조직 및 페라이트상과 오스테나이트상의 상 밸런스를 규정하여, 강의 성분이나 열간 압연 조건을 컨트롤함으로써, 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강판 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0017] 본 발명자들은 상기한 과제를 해결하기 위해, 저Ni, Mo 저감의 저합금을 지향한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스강의 내리징성과 가공성을 양립하는 집합 조직과 상 밸런스의 관계 및 그것을 실현하는 강의 성분과 제조 방법에 대해 예의 연구를 행하였다.
- [0018] 그 결과, 리징 높이의 저감에는 페라이트상의 {111} + {101} 면적률[ND//{111}±10°]를 만족시키는 결정 방위를 갖는 결정립(결정 방위 입자)과 ND//{101}±10°를 만족시키는 결정 방위를 갖는 결정립(결정 방위 입자)의 합계의 면적률]을 늘리는 것이 유효하고, 페라이트상의 {111} + {101} 면적률을 늘리기 위해서는, 고합금형의 2상강과 비교하여, 저합금형의 2상강의 쪽이 우위인 것을 발견하였다. 또한, 오스테나이트상의 체적분율(γ상률%)이 15 내지 70%의 범위에 있어서, 균일 연신률은 목표로 하는 30% 이상으로 되고, 균일 연신률은 γ상의 가공 유기 마르텐사이트 변태에 의해 상승하는 것을 발견하였다.
- [0019] 그리고, 내리징성과 가공성의 지배 인자는 페라이트상의 결정 방위({111} + {101} 면적률)와 γ상률인 것을 발견하였다.
- [0020] 또한, 페라이트상의 결정 방위는 성분의 영향에 추가하여, 열간 압연 조건의 영향도 받아, 페라이트상의 재결정을 촉진시켜 {111} + {101} 면적률을 늘리기 위해서는, 오스테나이트상을 갖고 페라이트상의 생성량이 많은 고온 영역에서 조압연하는 것이 바람직한 것을 발견하였다. 그리고, γ상률은 냉간 압연 후의 마무리 어닐링 온도의 영향을 받아, 균일 연신률을 극대화하는 γ상률로 컨트롤하기 위해서는, 마무리 어닐링 온도가 900 내지 1200℃인 범위가 바람직한 것을 발견하였다.
- [0021] 본 발명은 이들 지식에 기초하여 완성된 것으로, 그 발명의 요지는 다음과 같다.
- [0022] (1) 질량%로, C : 0.1% 이하, Cr : 17 내지 25%, Si : 1% 이하, Mn : 3.7% 이하, N : 0.06% 이상, 0.15% 미만을 함유하고, 페라이트상과 오스테나이트상으로 이루어지는 2상 조직을 갖고, 상기 오스테나이트상의 체적분율이 15 내지 70%이고, 판 두께 중심의 판면(ND)에 있어서, ND//{111}±10°를 만족시키는 결정 방위를 갖는 페라이트상의 결정립과 ND//{101}±10°를 만족시키는 결정 방위를 갖는 페라이트상의 결정립이 함께 10면적% 이상 존재하는 것을 특징으로 하는 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강판.
- [0023] (2) 질량%로, C : 0.1% 이하, Cr : 17 내지 25%, Si : 1% 이하, Mn : 3.7% 이하, Ni : 0.6 내지 3%, Cu : 0.1 내지 3% 및 N : 0.06% 이상, 0.15% 미만을 함유하고, 잔량부로서 Fe 및 불가피적 불순물을 포함하고, 페라이트상과 오스테나이트상으로 이루어지는 2상 조직을 갖고, 상기 오스테나이트상의 체적분율이 15 내지 70%이고, 판 두께 중심의 판면(ND)에 있어서, ND//{111}±10°를 만족시키는 결정 방위를 갖는 페라이트상의 결정립과 ND//{101}±10°를 만족시키는 결정 방위를 갖는 페라이트상의 결정립이 함께 10면적% 이상 존재하는 것을 특징으로 하는 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강판.
- [0024] (3) 상기 강이, 질량%로, Al : 0.2% 이하, Mo : 1% 이하, Ti : 0.5% 이하, Nb : 0.5% 이하, B : 0.01%

이하, Ca : 0.01% 이하, Mg : 0.01% 이하 및 희토류 원소 : 0.5% 이하로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상을 함유하고 있는 것을 특징으로 하는 상기 (2)에 기재된 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강관.

[0025] (4) 인장 시험에 있어서의 균일 연신률이 30% 이상인 것을 특징으로 하는 상기 (1) 내지 (3) 중 어느 하나에 기재된 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강관.

[0026] (5) 상기 (1) 내지 (3) 중 어느 하나에 기재된 강 성분을 갖는 스테인리스강 슬래브를 1150 내지 1300℃로 가열하는 공정과, 열간 조압연과 상기 열간 조압연 후의 열간 마무리 압연을 갖는 열간 압연을 상기 가열된 스테인리스강 슬래브에 실시하여 열연판으로 하는 공정과, 상기 열연판을 어닐링하는 공정을 갖고, 상기 열간 조압연에서는, 압연 개시 온도를 1150℃ 이상, 압연 종료 온도를 1050℃ 이상으로 하고, 또한 각 패스의 간격이 2초 이상, 60초 이하인 다패스 압연을 행하고, 페라이트상과 오스테나이트상으로 이루어지는 2상 조직을 갖고, 상기 오스테나이트상의 체적분율이 15 내지 70%이고, 판 두께 중심의 판면(ND)에 있어서, ND//{111}±10° 를 만족시키는 결정 방위를 갖는 페라이트상의 결정립과 ND//{101}±10° 를 만족시키는 결정 방위를 갖는 페라이트상의 결정립이 함께 10면적% 이상 존재하는 강관을 제조하는 것을 특징으로 하는 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강관의 제조 방법.

[0027] (6) 상기 열간 조압연에 있어서, 압하율 20% 이상의 패스가 총 패스의 1/2 이상을 차지하고, 압하율이 가장 큰 1패스의 압하율이 50% 이상으로 되거나, 혹은 압하율이 큰 2패스의 압하율의 합계가 50% 이상으로 되는 것을 특징으로 하는 상기 (5)에 기재된 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강관의 제조 방법.

[0028] (7) 상기 열간 마무리 압연의 종료 온도를 900℃ 이상으로 하는 것을 특징으로 하는 상기 (5) 또는 (6)에 기재된 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강관의 제조 방법.

[0029] (8) 상기 어닐링한 열연판에, 1회의 냉간 압연을 50% 이상의 압하율로 행하거나, 또는 중간 어닐링을 사이에 두는 2회 이상의 냉간 압연을, 합계 압하율이 50% 이상인 조건으로 행하여, 냉연판으로 하는 공정과, 상기 냉연판에 900 내지 1200℃로 마무리 어닐링을 행하는 공정을 더 갖는 것을 특징으로 하는 상기 (5) 내지 (7) 중 어느 하나에 기재된 내리징성과 가공성이 우수한 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강관의 제조 방법.

[0030] 이하, 상기 (1) 내지 (4)의 강에 관한 발명 및 (5) 내지 (8)의 제조 방법에 관한 발명을 각각 본 발명이라고 한다. 또한, (1) 내지 (8)의 발명을 합하여, 본 발명이라고 하는 경우가 있다.

발명의 효과

[0031] 본 발명에 따르면, 페라이트상의 결정 방위 및 오스테나이트상의 체적분율을 규정하여, 성분 혹은 제조 방법을 적시 컨트롤함으로써, SUS304 정도의 내리징성과, SUS304에 가깝거나 혹은 동등한 가공성이 우수하고, 특히 가공성의 지표로 되는 인장 시험에 있어서의 균일 연신률이 30% 이상인 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강관을 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 리징과 집합 조직의 관계를 나타내는 도면이다.
 도 2는 균일 연신률과 오스테나이트상의 체적분율(γ 상률%)의 관계를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하, 본 발명을 상세하게 설명한다.

[0034] 우선, 본 발명을 완성시키는 것에 이른 대표적인 실험 결과에 대해 설명한다.

[0035] 표 1의 강번호 1과 강번호 2에 성분을 나타내는 페라이트·오스테나이트계 스테인리스강을 진공 용해하고, 열간 압연하여 5mm 두께의 열연판을 제조하였다. 열연판 어닐링을 1000℃로 행하고, 산세하고 냉간 압연하여 1mm 두께의 냉연판을 제작하였다. 냉연판 어닐링을 900 내지 1200℃로 실시하고, 그 후, 강제 풍냉에 의해 200℃까지의 평균 냉각 속도를 35 내지 40℃/초의 범위로 하여 냉각하였다. 냉연 어닐링판에 대해, 판 두께 중심의 판면에서의 집합 조직, 오스테나이트상의 체적분율(이하, γ 상률이라고 표기함), 리징 높이 및 균일 연신률을 측정하였다. 비교재로서, 강번호 3에 나타내는 통상의 SUS329J4L 제품을 사용하여 집합 조직과 리징 높이의 관계를

조사하였다. 강의 집합 조직이나 γ 상의 체적률은 열간 압연 조건과 900 내지 1200℃의 범위에서 실시한 냉연 판 어닐링 온도에 의해 변화시켰다.

표 1

강 번호	화학 성분 (질량%)							
	C	Si	Mn	Cr	N	Ni	Cu	Mo
1	0.03	0.1	2.9	21	0.08	1.6	0.5	—
2	0.01	0.4	1.0	21	0.14	3.2	0.5	—
3	0.02	0.6	0.7	25	0.11	6.8	—	3.0

[0036]

[0037]

판 두께 중심의 판면(이하, ND라고 약기함)에서의 집합 조직은, EBSD법에 의해 fcc(γ 상)와 bcc(페라이트상)의 결정 구조를 동정하여, 페라이트상의 결정 방위를 측정하였다. 측정 배율은 $\times 100$ 으로 하였다. 결정 방위의 측정 결과로부터, ND// $\{111\} \pm 10^\circ$ 에 배향하는 결정 방위를 갖는 페라이트상의 결정립(결정 방위 입자)과 ND// $\{101\} \pm 10^\circ$ 에 배향하는 결정 방위를 갖는 페라이트상의 결정립(결정 방위 입자)의 합계의 면적률을 구하였다.

[0038]

여기서, ND// $\{111\} \pm 10^\circ$ 라 함은, 판면(ND)에 대해, $\{111\}$ 이 $-10^\circ \sim +10^\circ$ 의 범위에 배향하고 있는 것을 의미하고, ND// $\{101\} \pm 10^\circ$ 라 함은, 판면(ND)에 대해, $\{101\}$ 이 $-10^\circ \sim +10^\circ$ 의 범위에 배향하고 있는 것을 의미한다. 또한, 상기 결정 방위를 갖는 페라이트상의 결정립의 면적률은 판면 전체에 대한 면적률이다.

[0039]

γ 상의 체적분율(γ 상률)은 판 단면을 수지에 매립하여 연마한 후, 적혈염 용액(상표명 : 무라카미 시약)으로 에칭하여 광학 현미경 관찰에 의해 구하였다. 적혈염 용액으로 에칭하면, 페라이트상은 회색, 오스테나이트상은 백색으로 판별할 수 있다.

[0040]

리징 높이는 압연 방향과 평행하게 JIS5호 인장 시험편을 채취하여, 16% 인장 후의 표면 기복을 조도계로 측정하여 구하였다.

[0041]

균일 연신률은 압연 방향과 평행하게 JIS13B 인장 시험편을 채취하여, 인장 속도 10mm/분(JIS Z 2241에서 규정하는 인장 속도의 범위)으로 잘록부가 발생할 때까지의 연신률을 구하였다.

[0042]

(a) 도 1에는 상술한 ND// $\{111\} \pm 10^\circ$ 와 ND// $\{101\} \pm 10^\circ$ 에 배향하는 결정 방위를 갖는 페라이트상의 결정립의 합계의 면적률(이하, $\{111\} + \{101\}$ 면적률이라고 기재함)과 리징 높이의 관계를 나타내고 있다.

[0043]

도 1로부터, $\{111\} + \{101\}$ 면적률이 10% 이상인 경우, 리징 높이는 목표로 하는 $5\mu\text{m}$ 이하로 되고, SUS304로 대표되는 오스테나이트계 스테인리스강과 마찬가지로 육안으로 표면 기복은 보이지 않게 된다. 리징 높이의 저감에는 페라이트상의 $\{111\} + \{101\}$ 면적률을 늘리는 것이 유효하다.

[0044]

(b) 페라이트상의 $\{111\} + \{101\}$ 면적률을 늘리기 위해서는, 고합금형의 2상강(강번호 3)과 비교하여, 저Ni, Mo를 저감한 저합금형의 2상강(강번호 1, 2)의 쪽이 우위이다. 또한, 저합금형의 2상강에 있어서도 Ni량과 N량이 낮은 쪽이 보다 바람직하다(강번호 1의 쪽이 보다 바람직함).

[0045]

이 이유는, 열간 압연 시나 그 후의 어닐링에 의한 페라이트상의 재결정 상태에 관계되어 있다고 생각된다. 즉, 저합금화를 지향함으로써, 페라이트상의 재결정이 촉진되어, 열연판 어닐링 후의 냉간 압연 소재에 있어서 페라이트상의 재 결정 방위인 $\{111\}$ 이 발달한다.

[0046]

(c) 도 2에는 상술한 γ 상률과 균일 연신률의 관계를 나타내고 있다.

[0047]

도 2로부터, γ 상률이 15 내지 70%인 범위에 있어서, 균일 연신률은 목표로 하는 30% 이상으로 되어, 공지의 Ti나 Nb 등의 안정화 원소의 첨가에 의해, 내식성과 가공성을 높인 페라이트계 스테인리스강을 훨씬 초과하는, 오스테나이트계 스테인리스와 손색이 없을 정도까지 도달한다.

[0048]

(d) 균일 연신률은 γ 상의 가공 유리 마르텐사이트 변태에 의해 상승한다. 도 2의 실험 결과로부터, 균일 연신률은 γ 상률의 증가와 함께 단조로이 상승하는 것이 아니라, 특정 범위의 γ 상률에 있어서 극대치를 취한다.

[0049]

이 이유는, 동일한 성분의 강에 있어서도, γ 상률에 따라 γ 상 자체의 성분이 다르고, 그것에 수반하여 가공 유리 마르텐사이트 변태의 생성량이 변화되기 때문이라고 생각된다. 그로 인해, 가공성의 지표로 하는 균일 연신률 30% 이상을 얻는다고 하는 시점으로부터, γ 상률의 상하한을 고려할 필요가 있다.

- [0050] (e) 내리정성과 가공성의 지배 인자는 상술한 실험 결과에 기초하여, 페라이트상의 결정 방위($\{111\} + \{101\}$ 면적률)와 γ 상률인 것을 발견하였다.
- [0051] (f) 페라이트상의 결정 방위는 상기 (b)에서 서술한 성분의 영향에 추가하여, 열간 압연 조건의 영향도 받는다. 페라이트상의 재결정을 촉진시켜 $\{111\} + \{101\}$ 면적률을 늘리기 위해서는, 오스테나이트상을 갖고 페라이트상의 생성량이 많은 고온 영역에서 조압연하는 것이 바람직하다.
- [0052] 이 이유는, 조압연에 있어서 연질의 페라이트상으로 변형이 집중되어, 페라이트상의 재결정이 촉진되기 때문이다. 한편, 오스테나이트상의 생성량이 많은 비교적 저온 영역에서 조압연하면, 연질의 페라이트상으로의 극도의 변형 집중에 의해 균열을 유발할 우려가 있다. 또한, 조압연에서는 페라이트상의 재결정을 촉진시키기 위해, 압연 시의 패스간 시간을 취하는, 압하율을 크게 하여 변형을 축적하는 것이 바람직하다. 조압연에 이어지는 마무리 압연에 있어서, 압연 시의 균열을 회피하는 시점으로부터, 압연 종료 온도를 낮게 하는 것은 바람직하지 않다.
- [0053] (g) γ 상률은 냉간 압연 후의 마무리 어닐링 온도의 영향을 받는다. 균일 연신률을 극대화하는 γ 상률로 컨트롤하기 위해, 마무리 어닐링 온도는 900 내지 1200℃의 범위가 바람직하다.
- [0054] 상기 (1) 내지 (8)의 본 발명은, 상기 (a) 내지 (g)의 지식에 기초하여 완성된 것이다.
- [0055] 이하, 본 발명의 각 요건에 대해 상세하게 설명한다. 또한, 각 원소의 함유량의 「%」 표시는 「질량%」를 의미한다.
- [0056] (A) 금속 조직에 관한 한정 이유를 이하에 설명한다.
- [0057] 본 발명의 페라이트·오스테나이트계 스테인리스강은, 본 발명이 목표로 하는 내리정성과 가공성을 겸비시키기 위해, 그 지배 인자인 페라이트상의 결정 방위($\{111\} + \{101\}$ 면적률)와 γ 상률을 규정한 것이다.
- [0058] 페라이트상의 결정 방위는 EBSD법에 의해 구할 수 있다. EBSD법은, 예를 들어 현미경 ; 스즈키 세이이치, Vol.39, No.2, 121 내지 124에 기재되어 있는 바와 같이 오스테나이트상(fcc)과 페라이트상(bcc)의 결정 구조를 동정하여, 페라이트상의 결정 방위를 가시화할 수 있다. 이와 같은 결정 방위 해석 시스템을 사용하면, 내리정성의 지배 인자인 페라이트상의 결정 방위, 즉 $ND//\{111\} \pm 10^\circ$ 와 $ND//\{101\} \pm 10^\circ$ 에 배향하는 결정 방위를 갖는 페라이트상의 결정립의 합계의 면적률($\{111\} + \{101\}$ 면적률)을 구할 수 있다.
- [0059] $\{111\}$ 이나 $\{101\}$ 의 수치 표기는 상술한 EBSD법의 해석 시스템에서 나타내는 역극점도의 표기를 따른다. 시료는 강판의 판 두께 중심 부근의 판면(ND), 측정 배율은 100으로 하였다. $\{\}$ 는 결정면을 나타내는 밀러 지수의 표기를 의미한다. 즉, $-$ 를 마이너스의 부호로 하여, $(-1-1-1)$, (-111) , $(1-11)$, $(11-1)$, $(-1-11)$, $(1-1-1)$ 등의 등가의 결정면은 $\{\}$ 를 사용하여 $\{111\}$ 로 대표한다.
- [0060] $\{111\} + \{101\}$ 면적률은, 본 발명이 목표로 하는 내리정성을 얻기 위해 10% 이상으로 한다. 도 1의 실험 결과로부터도 명백한 바와 같이, 바람직하게는 12% 이상, 보다 바람직하게는 20% 이상으로 한다. 상한은, 특별히 규정하는 것은 아니지만, 후술하는 가공성(γ 상률) 및 제조성의 균형으로부터, 50%를 초과하는 $\{111\} + \{101\}$ 면적률을 얻는 것은 곤란하다. 그로 인해, 상한은 50% 이하인 것이 바람직하다.
- [0061] γ 상률은 광학 현미경 관찰에 기초하여 구할 수 있다. 강판 단면을 수지에 매립하여 연마한 후, 페라이트상과 오스테나이트상을 판별할 수 있는 에칭 처리를 실시한다. 즉, 적혈염 용액(상표명 : 무라카미 시약)으로 에칭하면, 페라이트상은 회색, 오스테나이트상은 백색으로 판별할 수 있다. γ 상률은 광학 현미경으로 관찰한 시야를 화상 해석 장치에 도입하여, 2치화 처리를 실시하여 측정할 수 있다.
- [0062] 광학 현미경 관찰은 페라이트상과 오스테나이트상의 2치화 처리를 할 수 있는 배율(예를 들어 400배, 배율이 낮으면 상 경계가 불명료해 2치화할 수 없는 경우가 있음)로 하고, 특정 시야로의 치우침을 없애기 위해 화상 처리에 제공하는 관찰 면적을 1mm² 이상으로 하였다.
- [0063] γ 상률은 본 발명이 목표로 하는 가공성을 확보하기 위해, 15 내지 70%의 범위로 한다. γ 상률이 15% 미만 혹은 70% 초과인 경우, 본 발명이 대상으로 하고 있는 저합금형의 2상강에 있어서 목표로 하는 균일 연신률 30% 이상을 얻는 것은 곤란하다. γ 상률의 바람직한 범위는 도 2의 실험 결과로부터도 명백한 바와 같이, 30 내지 60%로 한다. 보다 바람직한 범위는 40 내지 60%이다.
- [0064] 본 발명의 금속 조직을 갖는 페라이트·오스테나이트계 스테인리스강은 리징 높이가 5 μ m 이하이고, 가공성의 지표로 되는 균일 연신률이 30% 이상으로 되고, SUS304 정도의 내리정성과, 페라이트계 스테인리스보다 대폭으로

높은 SUS304에 가깝거나 혹은 동등한 가공성을 얻을 수 있다. 여기서, 리징 높이는 압연 방향과 평행하게 JIS5 호 인장 시험편을 채취하여, 16% 인장 후의 표면 기복을 조도계로 측정하여 구해지는 값이다.

- [0065] (B) 성분에 관한 한정 이유를 이하에 설명한다.
- [0066] 페라이트·오스테나이트계 스테인리스강에 있어서, (A)항에 서술한 금속 조직을 얻기 위해서는, 성분의 영향을 받는다. 성분은 이하의 범위로 하는 것이 바람직하다.
- [0067] C는 오스테나이트상의 체적분율(이하, γ 상률이라고 표기함)을 높이는 동시에, 오스테나이트상 중에 농화되어, 오스테나이트상의 안정도를 높이는 원소이다. 상기 효과를 얻기 위해서는, 0.001% 이상 함유하는 것이 바람직하다. 그러나, 0.1%를 초과하면, C를 고용시키기 위한 열처리 온도가 현저하게 높아지는 동시에, 탄화물의 입계 석출에 의한 예민화를 발생하기 쉬워진다. 그로 인해, 0.1% 이하로 한다. 보다 바람직하게는 0.05% 이하이다.
- [0068] Cr은 내식성을 확보하는 필수 원소로, 내식성을 확보하기 위해서는 하한을 17%로 하는 것이 필요하다. 그러나, 25%를 초과하면, 인성의 저하, 연신률의 저하가 발생하는 동시에, 강 중에 오스테나이트상을 생성시키는 것이 곤란해진다. 그로 인해, 25% 이하로 한다. 내식성과 가공성 및 제조성의 점으로부터, 바람직한 범위는 19 내지 23%이다. 보다 바람직한 범위는 20 내지 22%이다.
- [0069] Si는 탈산 원소로서 첨가되는 경우가 있다. 상기 효과를 얻기 위해서는, 0.01% 이상 함유하는 것이 바람직하다. 한편, Si는 1%를 초과하면, 본 발명의 필수 원소인 N의 고용도를 내리고, 질화물 석출에 의한 예민화를 유발하여 내식성을 현저하게 저하시킬 우려가 있다. 또한, 본 발명이 목적으로 하는 가공성을 확보하는 것도 곤란해진다. 그로 인해, 1% 이하로 한다. 과도한 첨가는 정련 비용의 증가로도 연결된다. 가공성과 제조성의 점으로부터, 바람직한 범위는 0.02 내지 0.6%이다. 보다 바람직한 범위는 0.05 내지 0.2%이다.
- [0070] Mn은 오스테나이트상의 체적분율을 높이는 동시에, 오스테나이트상 중에 농화되어, 오스테나이트상 자체의 성분을 조정하여 가공성의 발현에 유효한 원소이다. 또한, 오스테나이트상으로의 N의 고용도를 높이는 시점으로부터도 유효한 원소이다. 또한, 탈산제로서도 효과적인 원소이다. 상기 효과를 얻기 위해서는, 0.5% 이상 함유하는 것이 바람직하다. 그러나, 3.7%를 초과하면, 내식성의 저하로도 연결된다. 그로 인해, 3.7% 이하로 한다. 가공성이나 내식성 및 제조성의 점으로부터, 바람직한 범위는 2 내지 3.5%이다. 보다 바람직한 범위는 2.5 내지 3.3%이다.
- [0071] Ni는 Mn과 마찬가지로 오스테나이트상의 체적분율을 높이는 동시에, 오스테나이트상 중에 농화되어, 오스테나이트상 자체의 성분을 조정하여 가공성의 발현에 유효한 원소이다. 상기 효과를 얻기 위해서는, 0.6% 이상 함유하는 것이 필요하다. 그러나, 3%를 초과하면, 원료 비용의 상승을 초래하는 것 외에, 조압연에서의 페라이트상의 재결정이 불충분해져, 본 발명이 목적으로 하는 내리징성의 저하로 연결될 우려도 있다. 그로 인해, 3% 이하로 한다. 본 발명이 목적으로 하는 내리징성과 가공성 및 경제성의 점으로부터, 바람직한 범위는 0.7 내지 2%이다. 보다 바람직한 범위는 0.9 내지 1.7%이다.
- [0072] Cu는 Mn 및 Ni와 마찬가지로 오스테나이트 생성 원소로, 가공성의 발현에 대해 동일한 작용을 갖는다. 또한, 내식성을 향상시키는 데 유효한 원소이다. 상기 효과를 얻기 위해서는 0.1% 이상 함유하는 것이 필요하다. 그러나, 3%를 초과하면, 원료 비용의 상승을 초래하는 것 외에, Ni와 마찬가지로 본 발명이 목적으로 하는 내리징성의 저하로 연결될 우려도 있다. 그로 인해, 3% 이하로 한다. 본 발명이 목적으로 하는 내리징성과 가공성 및 경제성의 점으로부터, 바람직한 범위는 0.3 내지 1%이다. 보다 바람직한 범위는 0.4 내지 0.6%이다.
- [0073] N은 강력한 오스테나이트 생성 원소로, 가공성의 발현에 대해 유효한 원소이다. 또한, 오스테나이트상에 고용되어 내식성을 높이는 원소이다. 상기 효과를 얻기 위해서는 0.06% 이상 함유하는 것이 필요하다. 그러나, 0.15% 이상으로 되면, 본 발명이 목적으로 하는 내리징성의 저하로 연결될 우려도 있다. 그로 인해, 0.15% 미만으로 한다. 또한, N의 첨가는 용해 시의 블로우 홀 발생이나 열간 가공성을 저하시킨다. 본 발명이 목적으로 하는 내리징성과 가공성 및 제조성의 점으로부터, 바람직한 범위는 0.07 내지 0.14%이다. 보다 바람직한 범위는 0.08 내지 0.12%이다.
- [0074] Al은 강력한 탈산제이고, 적절하게 첨가할 수 있다. 상기 효과를 얻기 위해서는, 0.001% 이상 첨가하는 것이 바람직하다. 그러나, 0.2%를 초과하면, 질화물을 형성하여 표면 결함의 발생이나 본 발명이 목적으로 하는 내리징성과 가공성 저하로 연결될 우려가 있다. 그로 인해, 첨가하는 경우의 상한은 0.2% 이하로 한다. 첨가하는 경우의 바람직한 범위는 0.005 내지 0.1%이다.

- [0075] Mo는 내식성을 향상시키기 위해 첨가해도 좋다. 첨가하는 경우에는 0.2% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 그러나, 1%를 초과하면, 본 발명이 목적으로 하는 내리징성의 저하로 연결되는 경우가 있다. 그로 인해, 첨가하는 경우의 상한은 1% 이하로 한다. 첨가하는 경우의 바람직한 범위는 0.2 내지 0.8%이다.
- [0076] Ti와 Nb는 C나 N에 기인하여 발생하는 에민화를 억제하여 내식성을 향상시키기 위해 첨가해도 좋다. 첨가하는 경우에는 각각 0.01% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 그러나, 각각 0.5%를 초과하면, 경제성을 손상시키는 것 외에, 본 발명이 목적으로 하는 내리징성이나 가공성을 저해할 우려도 있다. 그로 인해, 첨가하는 경우의 상한은 각각 0.5% 이하로 하는 것이 바람직하다. 첨가하는 경우의 바람직한 범위는 각각 0.03 내지 0.3%이다.
- [0077] B, Ca, Mg는 열간 가공성을 향상시키기 위해 적시 첨가해도 좋다. 첨가하는 경우에는 각각 0.0002% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 그러나, 각각 0.01%를 초과하면, 제조성을 현저하게 손상시키는 경우가 있다. 그로 인해, 첨가하는 경우의 상한은 0.01% 이하로 한다. 첨가하는 경우의 바람직한 범위는 각각 0.0005 내지 0.005%이다.
- [0078] 희토류 원소(Sc, Y 및 란타노이드의 La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu로부터 선택되는 1종 이상)는, B, Ca, Mg와 마찬가지로 열간 가공성을 향상시키기 위해 적시 첨가해도 좋다. 첨가하는 경우에는 각각 0.005% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 그러나, 각각 0.5%를 초과하면, 제조성 및 경제성을 손상시키는 경우가 있다. 그로 인해, 첨가하는 경우의 상한은 각각 0.5% 이하로 한다. 첨가하는 경우의 바람직한 범위는 0.02 내지 0.2%이다.
- [0079] 또한, 본 발명의 스테인리스강은 상기한 성분 이외에, 잔량부로서, 철과 불가피적 불순물을 포함한다.
- [0080] 불가피적 불순물의 일부로서 P, S를 하기의 범위에서 함유해도 좋다. P, S는 열간 가공성이나 내식성에 유해한 원소이다. P는 0.1% 이하로 하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 0.05% 이하이다. S는 0.01% 이하로 하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 0.005% 이하이다.
- [0081] (C) 제조 방법에 관한 한정 이유를 이하에 설명한다.
- [0082] 페라이트·오스테나이트계 스테인리스강에 있어서, (A)항에 서술한 금속 조직을 얻기 위해서는, 상기 (B)항의 성분을 갖고 있으면, 특별히 한정하지 않아도 되는 경우가 있다. 보다 바람직하게는, 상기 (B)항의 성분을 갖고, 또한 이하의 제조 조건으로 하는 것이 바람직하다.
- [0083] 페라이트상의 결정 방위는, 성분의 영향에 추가하여, 열간 압연(열간 조압연과 열간 마무리 압연)의 조건의 영향을 받는 경우가 있다. 페라이트상의 재결정을 촉진시켜 {111} + {101} 면적률을 늘리기 위해서는, 오스테나이트상을 갖고 페라이트상의 생성량이 많은 고온 영역에서 조압연하는 것이 바람직하다.
- [0084] 그로 인해 열간 압연에 앞서 실시하는 슬래브 가열은 1150 내지 1300℃로 하는 것이 바람직하다. 1150℃ 미만인 경우, 오스테나이트상의 생성량이 많아지고, 1300℃ 초과인 경우, 페라이트상의 결정립 직경이 초대화되어 제조성을 저해시키는 경우도 있다. 보다 바람직하게는 1180 내지 1270℃, 더욱 바람직하게는 1200 내지 1250℃의 범위로 한다.
- [0085] 조압연은 개시 온도를 1150℃ 이상, 종료 온도를 1050℃ 이상으로 하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 조압연은 개시 온도를 1200℃ 이상, 종료 온도를 1100℃ 이상의 범위로 한다.
- [0086] 1150℃ 이상의 개시 온도에서는 연질의 페라이트상으로 변형이 집중되어, 페라이트상의 재결정이 촉진된다. 1150℃ 미만의 개시 온도에서는 연질의 페라이트상으로의 극도의 변형 집중에 의해 균열을 유발할 우려가 있다. 개시 온도의 상한치는, 바람직하게는 1250℃이고, 이에 의해 집합 조직을 본 발명이 목적으로 하는 상태로 컨트롤할 수 있다.
- [0087] 1050℃ 이상의 종료 온도에서는, 계속되는 마무리 압연에서의 페라이트상의 균열을 회피할 수 있다. 종료 온도의 상한치는, 바람직하게는 1100℃이고, 이에 의해 집합 조직을 본 발명이 목적으로 하는 상태로 컨트롤할 수 있다.
- [0088] 또한, 페라이트상의 재결정을 촉진시키는 수단으로서, 각 패스의 간격이 2초 이상, 60초 이하, 바람직하게는 30초 이하인 다패스 압연을 반복하는 것이 바람직하다. 그때, 압하율 20% 이상의 패스를 총 패스의 1/2 이상으로 하고, 압하율이 가장 큰 1패스의 압하율을 50% 이상으로 하거나, 혹은 압하율이 큰 2패스의 압하율의 합계를 50% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다.

- [0089] 상기 열간 조압연 후의 열간 마무리 압연의 종료 온도는 압연 시의 균열을 회피하는 시점으로부터 900℃ 이상으로 한다. 보다 바람직하게는 950℃ 이상, 더욱 바람직하게는 1000℃ 이상으로 한다.
- [0090] 열간 압연 후, 페라이트상의 재결정을 촉진시키기 위해 열연판 어닐링을 행하는 것이 바람직하다. 어닐링 온도는 950 내지 1150℃의 범위로 하는 것이 바람직하다. 950℃ 미만인 경우, 페라이트상의 재결정이 불충분해지는 경우가 있다. 1150℃ 초과인 경우, 페라이트상의 결정립 직경이 조대화되어, 냉간 압연 시에 페라이트상/오스테나이트상의 상 경계에서 균열이 발생할 우려도 있다. 보다 바람직하게는 1000 내지 1100℃의 범위로 한다.
- [0091] 냉간 압연은 열연판 어닐링을 하여 1회 또는 중간 어닐링을 사이에 두는 2회 이상 행해도 좋다. 중간 어닐링 온도는 상기한 열연판 어닐링 온도와 동일해도 좋다. 냉간 압연의 합계 압하율은 냉연판 어닐링에서의 재결정 촉진에 의해 내리징성을 확보하기 위해 50% 이상으로 한다. 50% 미만인 경우, 본 발명이 목표로 하는 내리징성에 도달하지 않을 우려도 있다. 합계 압하율의 상한은 특별히 규정하는 것은 아니지만 90% 이하로 하는 것이 바람직하다. 90% 초과인 경우, 냉간 압연 시의 돌출 균열을 유발할 우려도 있다.
- [0092] γ 상률은 냉간 압연 후의 마무리 어닐링 온도의 영향을 받는다. γ 상률은 본 발명이 목표로 하는 가공성을 확보하기 위해, 15 내지 70%, 바람직하게는 30 내지 60%의 범위로 할 필요가 있지만, 균일 연신률을 극대화하는 γ 상률로 컨트롤하기 위해서는, 마무리 어닐링 온도를 900 내지 1200℃의 범위로 하면 좋다. 900℃ 미만인 경우, 냉연판의 어닐링 자체가 불충분해질 우려가 있다. 1200℃ 초과인 경우, 결정립의 조대화와 함께 γ 상률의 저하에 의해 목표로 하는 균일 연신률을 얻는 것이 곤란해진다. 보다 바람직하게는 950 내지 1150℃, 더욱 바람직하게는 950 내지 1050℃의 범위로 한다.
- [0093] (실시에)
- [0094] 이하에, 본 발명의 실시예에 대해 서술한다.
- [0095] 표 2에 성분을 나타내는 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 주조편을 용제한 후, 강괴로 하고, 열간 압연을 행하여 판 두께 5.0mm의 열연 강판으로 하였다. 강번호 1, 2는 본 발명에서 규정하는 성분을 나타내는 것이다. 강번호 3 내지 16은 본 발명에서 규정하는 바람직한 성분에 해당하는 것이다. 강번호 17 내지 22는 본 발명에서 규정하는 바람직한 성분에 해당하고, 미량 원소를 함유하는 것이다. 강번호 23 내지 29는 본 발명에서 규정하는 성분에 해당하지 않는 것이다. 또한, 어떤 강도 잔량부로서, 철과 불가피적 불순물을 포함한다.
- [0096] 표 2 중, REM은 희토류 원소를 나타내고, 『-』는 첨가 없음을 의미하고, 밑줄은 청구항에 규정하는 성분으로부터 벗어나 있는 것을 의미한다. 또한, 비교란의 A는 청구항 1에 해당하는 성분을 나타내고, B는 청구항 2에 해당하는 성분을 나타내고, C는 청구항 3에 해당하는 성분을 나타내고, D는 청구항 1 내지 3에 해당하지 않는 성분을 나타낸다.
- [0097] 열간 압연은 본 발명에서 규정하는 바람직한 조건에 추가하여, 그 이외의 조건으로도 실시하였다. 이들 열연 강판을 1000℃로 어닐링·산세한 후, 1회의 냉간 압연으로 1mm 두께로 하여, 마무리 어닐링을 실시하는 제조 방법을 기본으로 하고, 그 이외의 조건으로도 실시하였다. 그 이외의 조건이라 함은, 열연 강판의 어닐링·산세까지 완료된 것(열연 어닐링판) 및 1회의 냉간 압연으로 3mm 두께로 하여 마무리 어닐링을 실시한 것이다.

표 2

강 번호	화학 성분 (질량%)								비고
	C	Si	Mn	Cr	N	Ni	Cu	기타	
1	0.06	0.1	2.9	20.8	0.09	—	—	—	A
2	0.06	0.4	1.5	21.0	0.11	3.5	0.20	—	A
3	0.03	0.1	3.2	21.2	0.10	1.5	0.47	—	B
4	0.01	0.3	3.1	21.0	0.11	0.9	0.45	—	B
5	0.06	0.2	3.0	20.8	0.10	1.0	0.50	—	B
6	0.03	0.8	3.0	21.2	0.10	1.0	0.48	—	B
7	0.03	0.3	0.5	21.0	0.11	1.0	0.47	—	B
8	0.03	0.4	3.7	21.0	0.11	1.0	0.48	—	B
9	0.03	0.3	3.0	21.0	0.06	1.0	0.47	—	B
10	0.03	0.2	3.1	21.0	0.14	1.0	0.47	—	B
11	0.03	0.3	0.8	17.5	0.14	1.0	0.45	—	B
12	0.03	0.3	3.7	24.0	0.11	1.5	0.70	—	B
13	0.03	0.4	3.2	21.0	0.11	0.6	0.45	—	B
14	0.03	0.3	3.2	21.0	0.10	2.7	0.45	—	B
15	0.03	0.3	3.1	21.0	0.10	1.0	0.10	—	B
16	0.03	0.4	3.1	21.0	0.10	1.0	2.80	—	B
17	0.03	0.1	3.2	21.0	0.10	1.1	0.45	Al : 0.07	C
18	0.03	0.1	3.2	21.0	0.10	1.1	0.45	Mo : 0.4	C
19	0.03	0.1	3.1	21.0	0.10	1.0	0.46	Ti : 0.1	C
20	0.03	0.1	3.1	21.0	0.10	1.0	0.48	Ca, Mg, B : 0.001	C
21	0.03	0.1	3.1	21.0	0.10	1.0	0.48	REM : 0.05	C
22	0.03	0.1	3.0	21.0	0.10	1.0	0.45	Nb : 0.4	C
23	0.01	0.3	0.9	20.0	0.20	0.5	0.53	—	D
24	0.01	0.3	3.2	20.0	0.05	0.5	0.50	—	D
25	0.01	0.3	4.0	20.0	0.10	0.5	0.50	—	D
26	0.11	0.5	1.3	21.2	0.13	1.2	0.30	—	D
27	0.04	1.1	3.1	21.3	0.10	1.0	0.48	—	D
28	0.01	0.3	0.3	25.5	0.13	1.0	0.55	—	D
29	0.01	0.3	0.3	16.5	0.13	1.0	0.55	—	D

[0098]

[0099]

얻어진 열연 어닐링판 및 냉연 어닐링판으로부터, 각종 시험편을 채취하여, 페라이트상의 결정 방위, γ 상률, 리징 높이 및 균일 연신률을 평가하였다. 페라이트상의 결정 방위는 EBSP법에 의해, {111} + {101} 면적률을 구하였다. γ 상률은 강판 단면을 수지에 매립하여 연마한 후, 페라이트상과 오스테나이트상을 관별할 수 있는 에칭 처리를 실시하여, 광학 현미경 관찰에 의해 구하였다. 리징 높이는 압연 방향과 평행하게 JIS5호 인장 시험편을 채취하여, 16% 인장 후의 표면 기복을 조도계로 측정하여 구하였다. 균일 연신률에 대해서도, 압연 방향과 평행하게 JIS13B 인장 시험편을 채취하여 인장 속도 10mm/분(JIS Z 2241에서 규정하는 인장 속도의 범위)으로 갈록부가 발생할 때까지의 연신률을 구하는 방법으로 측정하였다.

[0100]

제조 조건을 표 3, 표 4에 나타내고, 마무리 어닐링판의 조직과 특성을 표 5, 표 6에 나타낸다. 비교예로서, 1mm 두께의 실기 SUS304 제품의 리징 높이와 균일 연신률을 병기하였다.

[0101]

표 3, 표 4 중, 『T₁』은 조압연 개시 온도를 나타낸다. 『T₂』는 조압연 종료 온도를 나타낸다. 『T₃』은 마무리 압연 종료 온도를 나타낸다. 『2패스 압하율』은 조압연 중에서 압하율을 높게 설정한 연속하는 2패스의 압하율의 합계를 나타낸다. 『*』는 중간 어닐링을 포함하는 2회의 냉간 압연을 행한 것을 나타낸다. 『M』은 마르텐사이트상이 관찰된 것을 나타낸다. 밑줄은 본 발명에서 규정하는 제조 방법이나 목표로 하는 조직·특성 요건으로부터 벗어나는 것을 의미한다.

표 3

시료 번호	강 번호	가열 (°C)	열간 조업연 조건				마무리 압연 종료 온도 T ₃ (°C)	냉연 총 압하율 (%)	마무리 어닐링 온도 (°C)	
			T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	패스간 시간 (초)	2 패스 압하율(%)				20%이상 패스 비율
1	1	1230	1200	1080	10	60	70	980	80	980
2		1160	1140	1030	<2	45	50	880	60	1100
3	2	1180	1150	1000	20	70	80	850	80	1050
4		1230	1200	1070	20	70	80	950	80	1000
5	3	1160	1130	1020	<2	45	50	870	60	1100
6		1220	1200	1080	15	70	80	950	80	1000
7	4	1220	1200	1080	15	70	80	950	80*	1000
8		1180	1150	1050	<2	45	50	900	60	1100
9	5	1220	1200	1080	15	60	70	970	80	1000
10		1210	1190	1070	15	60	70	940	80	1000
11	6	1230	1220	1100	15	60	70	980	80	1000
12		1190	1180	1060	15	60	70	920	80	1000
13	7	1230	1220	1100	15	60	70	990	80	1000
14		1190	1180	1060	15	60	70	930	80	1000
15	8	1220	1210	1090	15	60	70	960	80	1000
16		1240	1230	1110	15	60	70	980	80	1000
17	9	1190	1180	1050	15	60	70	920	80	1000
18		1240	1230	1110	15	60	70	1000	80	1000
19	10	1190	1180	1060	15	60	70	950	80	1000
20		1240	1230	1100	15	60	70	980	80	1000
21	16	1200	1190	1090	15	60	70	940	80	1000

[0102]

표 4

시료 번호	강 번호	가열 (°C)	열간 조압연 조건					마무리 압연 종료 온도 T ₃ (°C)	냉연 총 압하율 (%)	마무리 어닐링 온도 (°C)
			T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	프레스간 시간 (초)	2 프레스 압하율 (%)	20%이상 프레스 비율			
22	17	1220	1210	1070	15	60	70	960	80	1000
23	18	1220	1210	1070	15	60	70	960	80	1000
24	19	1220	1210	1070	15	60	70	960	80	1000
25	20	1220	1210	1070	15	60	70	960	80	1000
26	20	1140	1130	1000	15	70	80	830	80	950
27	21	1220	1210	1070	15	60	70	960	80	1000
28	21	1140	1130	1000	15	70	80	830	80	1050
29	22	1240	1230	1100	15	60	70	970	80	1000
30	23	1220	1200	1080	15	60	70	960	80	950
31	24	1200	1190	1060	15	60	70	950	80	1050
32	25	1210	1190	1070	15	60	70	960	80	925
33	26	1220	1210	1080	15	60	70	970	80	950
34	27	1230	1220	1100	15	60	70	970	80	1120
35	28	1190	1180	1060	15	60	70	920	80	1000
36	29	1240	1230	1110	15	60	70	980	80	1100
37	3	1180	1160	1070	50	45	50	880	—	—
38	3	1180	1160	1070	50	60	70	880	—	—
39	3	1180	1160	1070	30	60	70	920	—	—
40	3	1180	1160	1070	50	45	50	880	40	1100
41	3	1180	1160	1070	50	60	70	880	40	1100
42	3	1180	1160	1070	30	60	70	920	40	1100

표 5

시료 번호	조직		특성		비고
	{111} + {101} 면적률 (%)	γ 상률 (%)	미정 높이 (μm)	균일 연신률 (%)	
1	38	20	2	31	본 발명에
2	8	12	8	20	비교예
3	30	17	3	23	비교예
4	15	45	4	41	본 발명에
5	7	37	8	38	비교예
6	30	45	2	41	본 발명에
7	40	45	1	41	본 발명에
8	23	35	3	35	본 발명에
9	20	35	3	37	본 발명에
10	18	38	3	38	본 발명에
11	30	21	2	32	본 발명에
12	28	20	2	30	본 발명에
13	20	55	2	45	본 발명에
14	35	18	1	30	본 발명에
15	20	60	2	48	본 발명에
16	15	67	2	40	본 발명에
17	35	19	1	31	본 발명에
18	25	35	2	38	본 발명에
19	20	60	2	47	본 발명에
20	25	32	2	35	본 발명에
21	25	50	2	40	본 발명에

[0104]

표 6

시료 번호	조직 {111} + {101} (%)	γ 상률 (%)	특성		비고
			리징 높이 (μm)	균일 연신률 (%)	
22	27	43	2	39	본 발명에
23	25	38	3	34	본 발명에
24	40	40	1	38	본 발명에
25	32	46	2	43	본 발명에
26	35	50	2	45	본 발명에
27	30	42	2	39	본 발명에
28	35	37	2	36	본 발명에
29	28	38	3	37	본 발명에
30	5	65	9	50	비교에
31	20	13	3	23	비교에
32	7	65	8	45	비교에
33	5	75	10	46	비교에
34	25	13	4	21	비교에
35	30	14	2	27	비교에
36	20	M	3	28	비교에
37	18	40	4	40	본 발명에
38	22	42	3	40	본 발명에
39	23	45	3	40	본 발명에
40	36	42	3	35	본 발명에
41	35	42	3	35	본 발명에
42	37	43	3	35	본 발명에
SUS304	—	—	2	45	비교에

[0105]

[0106]

시료 번호 6, 7, 9 내지 25, 27, 29는 본 발명에서 규정하는 바람직한 성분과 제조 방법의 양자를 만족시킨 것이다. 이들 본 발명에는, 본 발명에서 규정하는 조직, 즉 {111} + {101} 면적률 10% 이상과 γ 상률 15 내지 70%를 만족시키고, 본 발명이 목표로 하는 리징 높이 5μm 이하와 균일 연신률 30% 이상에 도달한 것이다. 이것으로부터, 본 발명에서 규정하는 바람직한 성분과 제조 방법의 양자를 실시하여 얻어진 페라이트·오스테나이트계 스테인리스강은 SUS304 정도의 내리징성과, SUS304에 가깝거나 혹은 동등한 가공성을 갖고 있다.

[0107]

시료 번호 8, 26, 28은 본 발명에서 규정하는 바람직한 성분을 갖지만, 본 발명에서 규정하는 바람직한 제조 방법으로부터 벗어나는 것이다. 이들은 본 발명에서 규정하는 조직 요건을 만족시키고, 본 발명이 목표로 하는 리징 높이와 균일 연신률이 얻어진 것이다. 이것으로부터, 본 발명이 목표로 하는 특성을 얻기 위해서는, 본 발명에서 규정하는 바람직한 성분을 가지면, 제조 방법을 특별히 한정할 필요가 없는 경우도 있다.

[0108]

시료 번호 1, 4는 본 발명이 규정하는 성분을 갖고, 본 발명에서 규정하는 바람직한 제조 방법을 실시하고 있는 것이다. 이들은 본 발명에서 규정하는 조직 요건을 만족시키고, 본 발명이 목표로 하는 리징 높이와 균일 연신률이 얻어진 것이다. 이것으로부터, 본 발명이 목표로 하는 특성을 얻기 위해서는, 본 발명에서 규정하는 바람

직한 제조 방법을 실시하면, 성분을 본 발명에서 규정하는 바람직한 범위로 한정할 필요가 없는 경우도 있다.

[0109] 시료 번호 37 내지 42는 본 발명의 규정하는 바람직한 성분을 갖고, 본 발명에서 규정하는 바람직한 열간 압연에 관한 제조 방법을 실시하고 있다. 이들은 본 발명에서 규정하는 조직의 요건을 만족시키고, 본 발명이 목표로 하는 리징 높이와 균일 연신률이 얻어진 것이다. 이것으로부터, 본 발명이 목표로 하는 특성을 얻기 위해서는, 본 발명에서 규정하는 바람직한 성분과 열간 압연의 조건을 실시하면, 열간 압연 이후의 냉간 압연에 관한 제조 방법을 본 발명에서 규정하는 바람직한 범위로 한정할 필요가 없는 경우도 있다.

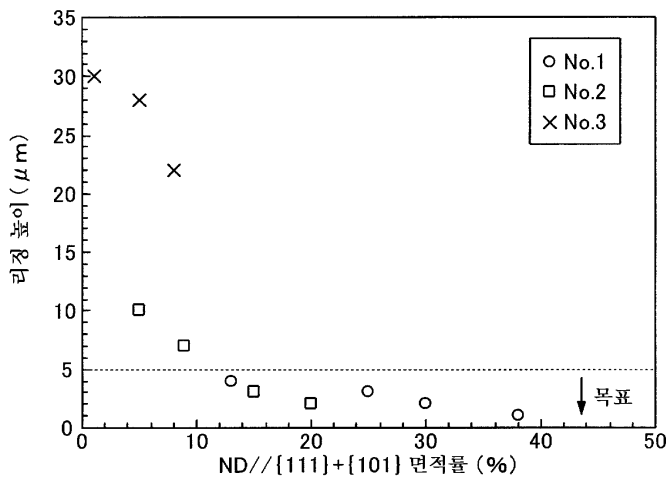
[0110] 시료 번호 2, 3, 5는 본 발명에서 규정하는 성분을 갖지만, 본 발명에서 규정하는 바람직한 제조 방법으로부터 벗어나는 것이다. 이들 비교예는 본 발명에서 규정하는 조직 요건을 만족시키지 않아, 그 결과, 본 발명에서 목표로 하는 특성에 도달하지 않는 것이다.

[0111] 시료 번호 30 내지 36은 본 발명에서 규정하는 성분으로부터 벗어나지만, 본 발명에서 규정하는 바람직한 제조 방법을 실시하고 있는 것이다. 이들 비교예는 본 발명에서 규정하는 조직 요건 및 본 발명에서 목표로 하는 특성에 도달하지 않는 것이다.

[0112] 본 발명에 따르면, SUS304 정도의 내리징성과, SUS304에 가깝거나 혹은 동등한 우수한 가공성을 갖고, 특히 균일 연신률이 30% 이상인 페라이트·오스테나이트계 스테인리스 강판을 제공할 수 있다.

도면

도면1



도면2

