



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년07월29일
(11) 등록번호 10-2688942
(24) 등록일자 2024년07월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 38/58 (2006.01) *B21B 3/02* (2006.01)
C21D 6/00 (2006.01) *C21D 8/06* (2006.01)
C21D 9/08 (2006.01) *C22C 38/06* (2006.01)
C22C 38/42 (2006.01) *C22C 38/44* (2006.01)
C22C 38/50 (2006.01) *C22C 38/52* (2006.01)
H01F 1/147 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
C22C 38/58 (2013.01)
B21B 3/02 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2022-7031723
 (22) 출원일자(국제) 2021년02월12일
 심사청구일자 2022년09월14일
 (85) 번역문제출일자 2022년09월14일
 (65) 공개번호 10-2022-0139981
 (43) 공개일자 2022년10월17일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2021/005231
 (87) 국제공개번호 WO 2021/166797
 국제공개일자 2021년08월26일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2020-026141 2020년02월19일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 W02015190422 A1
 JP2003213382 A
 JP2013185183 A
 JP2012201929 A

(73) 특허권자
닛테츠 스테인레스 가부시카이가이사
 일본국 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1초메 8방 2고
 (72) 발명자
야마사키 쇼타
 일본 1000005 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1초메 8방 2고 닛테츠 스테인레스 가부시카이가이사 내
다카노 고지
 일본 1000005 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1초메 8방 2고 닛테츠 스테인레스 가부시카이가이사 내
 (74) 대리인
양영준, 최인호, 성재동

전체 청구항 수 : 총 26 항

심사관 : 구분승

(54) 발명의 명칭 **전자 스테인리스 봉상 강재**

(57) 요약

질량%로, C: 0.001 내지 0.030%, Si: 0.01 내지 4.00%, Mn: 0.01 내지 2.00%, Ni: 0.01 내지 4.00%, Cr: 6.0 내지 35.0%, Mo: 0.01 내지 5.00%, Cu: 0.01 내지 2.00%, N: 0.001 내지 0.050%를 함유하고, F값이 20 이하이고, 압연 방향의 결정 방위 RD//<100> 분율이 0.05 이상이며, 바람직하게는 압연 방향의 결정 방위 RD//<334> 분율이 0.2 이하인 스테인리스 봉상 강재. 단, 압연 방향의 결정 방위 RD//<100> 분율이란, <100> 방위와 압연 방향의 각도차가 25° 이하이고, 결정 방위 RD//<334> 분율이란, <334> 방위와 압연 방향의 각도차가 10° 이하인 결정의 면적 비율을 의미한다.

$$F값 = 700C + 800N + 20Ni + 10Cu + 10Mn - 6.2Cr - 9.2Si - 9.3Mo - 74.4Ti - 37.2Al - 3.1Nb + 63.2$$

(52) CPC특허분류

- C21D 6/00* (2013.01)
 - C21D 8/065* (2013.01)
 - C21D 9/08* (2013.01)
 - C22C 38/06* (2013.01)
 - C22C 38/42* (2013.01)
 - C22C 38/44* (2013.01)
 - C22C 38/50* (2013.01)
 - C22C 38/52* (2013.01)
 - H01F 1/147* (2013.01)
-

명세서

청구범위

청구항 1

화학 조성이, 질량%로,

C: 0.001 내지 0.030%,

Si: 0.01 내지 4.00%,

Mn: 0.01 내지 2.00%,

Ni: 0.01 내지 4.00%,

Cr: 6.0 내지 35.0%,

Mo: 0.01 내지 5.00%,

Cu: 0.01 내지 2.00%,

N: 0.001 내지 0.050%,

Ti: 0 내지 2.00%,

Nb: 0 내지 2.00%,

V: 0 내지 2.0%,

B: 0 내지 0.1%,

Al: 0 내지 7.000%,

W: 0 내지 3.0%,

Ga: 0 내지 0.05%,

Co: 0 내지 2.5%,

Sn: 0 내지 2.5%,

Sb: 0 내지 2.5%,

Ta: 0 내지 2.5%,

Ca: 0 내지 0.05%,

Mg: 0 내지 0.012%,

Zr: 0 내지 0.012%,

REM: 0 내지 0.05%,

Pb: 0 내지 0.30%,

Se: 0 내지 0.80%,

Te: 0 내지 0.30%,

Bi: 0 내지 0.50%,

S: 0 내지 0.50%,

P: 0 내지 0.30%,

잔부: Fe 및 불순물이며, (a)식으로 나타내는 F값이 20 이하이고,

압연 방향의 결정 방위 RD//<100> 분율이 0.05 이상인, 스테인리스 봉상 강재.

단, 압연 방향의 결정 방위 RD//<100> 분율이란, <100> 방위와 압연 방향의 각도차가 25° 이하인 결정의 면적 비율을 의미한다.

$$F_{값} = 700C + 800N + 20Ni + 10Cu + 10Mn - 6.2Cr - 9.2Si - 9.3Mo - 74.4Ti - 37.2Al - 3.1Nb + 63.2 \dots (a)$$

단, 식 중의 각 원소 기호는, 각각의 원소의 강 중에 있어서의 함유량(질량%)을 의미한다.

청구항 2

제1항에 있어서,

화학 조성이, 질량%로, Si: 3.00% 이하, Al: 3.000% 이하이고,

표면으로부터 직경의 1/8 깊이 위치부의 압연 방향의 결정 방위 RD//<334> 분율이 0.2 이하이며,

압연 방향의 결정 방위 RD//<100> 분율이 0.62 이상인, 스테인리스 봉상 강재.

단, 결정 방위 RD//<334> 분율이란, <334> 방위와 압연 방향의 각도차가 10° 이하인 결정의 면적 비율을 의미한다.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 화학 조성이, 질량%로,

Ti: 0.001 내지 2.00%,

Nb: 0.001 내지 2.00%,

V: 0.001 내지 2.0%,

B: 0.0001 내지 0.1%,

Al: 0.001 내지 3.000%,

W: 0.05 내지 3.0%,

Ga: 0.0004 내지 0.05%,

Co: 0.05 내지 2.5%,

Sn: 0.01 내지 2.5%,

Sb: 0.01 내지 2.5%, 및

Ta: 0.01 내지 2.5%

로부터 선택되는 1종 이상을 더 함유하는, 스테인리스 봉상 강재.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 화학 조성이, 질량%로,

Ti: 0.001 내지 2.00%,

Nb: 0.001 내지 2.00%,

V: 0.001 내지 2.0%,

B: 0.0001 내지 0.1%,

Al: 0.001 내지 3.000%,

W: 0.05 내지 3.0%,

Ga: 0.0004 내지 0.05%,

Co: 0.05 내지 2.5%,

Sn: 0.01 내지 2.5%,

Sb: 0.01 내지 2.5%, 및

Ta: 0.01 내지 2.5%

로부터 선택되는 1종 이상을 더 함유하는, 스테인리스 봉상 강재.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 화학 조성어, 질량%로,

Ca: 0.0002 내지 0.05%,

Mg: 0.0002 내지 0.012%,

Zr: 0.0002 내지 0.012%, 및

REM: 0.0002 내지 0.05%

로부터 선택되는 1종 이상을 더 함유하는, 스테인리스 봉상 강재.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 화학 조성어, 질량%로,

Ca: 0.0002 내지 0.05%,

Mg: 0.0002 내지 0.012%,

Zr: 0.0002 내지 0.012%, 및

REM: 0.0002 내지 0.05%

로부터 선택되는 1종 이상을 더 함유하는, 스테인리스 봉상 강재.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 화학 조성어, 질량%로,

Ca: 0.0002 내지 0.05%,

Mg: 0.0002 내지 0.012%,

Zr: 0.0002 내지 0.012%, 및

REM: 0.0002 내지 0.05%

로부터 선택되는 1종 이상을 더 함유하는, 스테인리스 봉상 강재.

청구항 8

제4항에 있어서,

상기 화학 조성어, 질량%로,

Ca: 0.0002 내지 0.05%,

Mg: 0.0002 내지 0.012%,

Zr: 0.0002 내지 0.012%, 및

REM: 0.0002 내지 0.05%

로부터 선택되는 1종 이상을 더 함유하는, 스테인리스 봉상 강재.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 화학 조성이, 질량%로,

Pb: 0.0001 내지 0.30%,

Se: 0.0001 내지 0.80%,

Te: 0.0001 내지 0.30%,

Bi: 0.0001 내지 0.50%,

S: 0.0001 내지 0.50%,

P: 0.0001 내지 0.30%

로부터 선택되는 1종 이상을 더 함유하는, 스테인리스 봉상 강재.

청구항 10

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

50e에 있어서의 자속 밀도가 0.10T 이상인, 스테인리스 봉상 강재.

청구항 11

제9항에 있어서,

50e에 있어서의 자속 밀도가 0.10T 이상인, 스테인리스 봉상 강재.

청구항 12

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

2kHz의 교류 주파수에서 100e에 있어서의 최대 자속 밀도가 0.05T 이상인, 스테인리스 봉상 강재.

청구항 13

제9항에 있어서,

2kHz의 교류 주파수에서 100e에 있어서의 최대 자속 밀도가 0.05T 이상인, 스테인리스 봉상 강재.

청구항 14

제10항에 있어서,

2kHz의 교류 주파수에서 100e에 있어서의 최대 자속 밀도가 0.05T 이상인, 스테인리스 봉상 강재.

청구항 15

제11항에 있어서,

2kHz의 교류 주파수에서 100e에 있어서의 최대 자속 밀도가 0.05T 이상인, 스테인리스 봉상 강재.

청구항 16

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 기재된 스테인리스 봉상 강재를 사용한, 전자 부품.

청구항 17

제9항에 기재된 스테인리스 봉상 강재를 사용한, 전자 부품.

청구항 18

제10항에 기재된 스테인리스 봉상 강재를 사용한, 전자 부품.

청구항 19

제11항에 기재된 스테인리스 봉상 강재를 사용한, 전자 부품.

청구항 20

제12항에 기재된 스테인리스 봉상 강재를 사용한, 전자 부품.

청구항 21

제13항에 기재된 스테인리스 봉상 강재를 사용한, 전자 부품.

청구항 22

제14항에 기재된 스테인리스 봉상 강재를 사용한, 전자 부품.

청구항 23

제15항에 기재된 스테인리스 봉상 강재를 사용한, 전자 부품.

청구항 24

제1항에 있어서,

상기 화학 조성이, 질량%로,

Ti: 0.001 내지 2.00%,

Nb: 0.001 내지 2.00%,

V: 0.001 내지 2.0%,

B: 0.0001 내지 0.1%,

Al: 0.001 내지 7.000%,

W: 0.05 내지 3.0%,

Ga: 0.0004 내지 0.05%,

Co: 0.05 내지 2.5%,

Sn: 0.01 내지 2.5%,

Sb: 0.01 내지 2.5%, 및

Ta: 0.01 내지 2.5%

로부터 선택되는 1종 이상을 더 함유하는, 스테인리스 봉상 강재.

청구항 25

제24항에 있어서,

상기 화학 조성이, 질량%로,

Ca: 0.0002 내지 0.05%,

Mg: 0.0002 내지 0.012%,

Zr: 0.0002 내지 0.012%, 및

REM: 0.0002 내지 0.05%

로부터 선택되는 1종 이상을 더 함유하는, 스테인리스 봉상 강재.

청구항 26

제24항 또는 제25항에 있어서,

상기 화학 조성이, 질량%로,

Pb: 0.0001 내지 0.30%,

Se: 0.0001 내지 0.80%,

Te: 0.0001 내지 0.30%,

Bi: 0.0001 내지 0.50%,

S: 0.0001 내지 0.50%,

P: 0.0001 내지 0.30%

로부터 선택되는 1종 이상을 더 함유하는, 스테인리스 봉상 강재.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 전자 스테인리스 봉상 강재, 특히 연자기 특성이 우수한 스테인리스 봉상 강재 및 그것을 사용한 전자 부품에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 전자 밸브 등으로 대표되는, 전자 스테인리스 제품은, SUS430, SUS410L 등을 대표로 하는 페라이트계 스테인리스강 선재, 강선을 소재로 하여 가공·성형·열처리되어 제조되어 왔다. 그러나, 상기와 같은 페라이트계 스테인리스강 선재로부터 가공, 제조된 스테인리스 제품의 연자기 특성은 고정밀도·고출력의 부품에 충분히 대응할 수 없어, 용도의 제한을 받는 결점이 있었다. 상기 과제에 대하여 연자기 특성의 향상으로서, Cr이나 Si, Al 등의 합금 원소의 최적화에 의한 기술이 검토되고 있지만(예를 들어, 특허문헌 1 내지 3), 성분과 프로세스의 조합에 의한 집합 조직 제어를 활용한 페라이트계 스테인리스 봉선의 연자기 특성 향상에 착안한 발명은 없다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0003] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 평6-49606호 공보
- (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 평6-49605호 공보
- (특허문헌 0003) 일본 특허 공개 제2004-307979호 공보
- (특허문헌 0004) 일본 특허 공개 평05-329510호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 이상을 근거로 하여, 본 발명은 상기 과제를 해결하고, 연자기 특성이 우수한 스테인리스 봉상 강재 및 그것을 사용한 전자 부품을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명은, 상기의 과제를 해결하기 위해 이루어진 것이며, 하기의 스테인리스 봉상 강재 및 전자 부품을 요지

로 한다.

- [0006] [1] 화학 조성이, 질량%로,
- [0007] C: 0.001 내지 0.030%,
- [0008] Si: 0.01 내지 4.00%,
- [0009] Mn: 0.01 내지 2.00%,
- [0010] Ni: 0.01 내지 4.00%,
- [0011] Cr: 6.0 내지 35.0%,
- [0012] Mo: 0.01 내지 5.00%,
- [0013] Cu: 0.01 내지 2.00%,
- [0014] N: 0.001 내지 0.050%,
- [0015] Ti: 0 내지 2.00%,
- [0016] Nb: 0 내지 2.00%,
- [0017] V: 0 내지 2.0%,
- [0018] B: 0 내지 0.1%,
- [0019] Al: 0 내지 7.000%,
- [0020] W: 0 내지 3.0%,
- [0021] Ga: 0 내지 0.05%,
- [0022] Co: 0 내지 2.5%,
- [0023] Sn: 0 내지 2.5%,
- [0024] Sb: 0 내지 2.5%,
- [0025] Ta: 0 내지 2.5%,
- [0026] Ca: 0 내지 0.05%,
- [0027] Mg: 0 내지 0.012%,
- [0028] Zr: 0 내지 0.012%,
- [0029] REM: 0 내지 0.05%,
- [0030] Pb: 0 내지 0.30%,
- [0031] Se: 0 내지 0.80%,
- [0032] Te: 0 내지 0.30%,
- [0033] Bi: 0 내지 0.50%,
- [0034] S: 0 내지 0.50%,
- [0035] P: 0 내지 0.30%,
- [0036] 잔부: Fe 및 불순물이며, (a)식으로 나타내는 F값이 20.0 이하이고,
- [0037] 압연 방향의 결정 방위 RD//<100> 분율이 0.05 이상인 스테인리스 봉상 강재.
- [0038] 단, 압연 방향의 결정 방위 RD//<100> 분율이란, <100> 방위와 압연 방향의 각도차가 25° 이하인 결정의 면적 비율을 의미한다.
- [0039] $F\text{값} = 700C + 800N + 20Ni + 10Cu + 10Mn - 6.2Cr - 9.2Si - 9.3Mo - 74.4Ti - 37.2Al - 3.1Nb + 63.2 \dots (a)$

- [0040] 단, 식 중의 각 원소 기호는, 각각의 원소의 강 중에 있어서의 함유량(질량%)을 의미한다.
- [0041] [2] 표면으로부터 직경의 1/8 깊이 위치부의 압연 방향의 결정 방위 RD//<334> 분율이 0.2 이하인 [1]에 기재된 스테인리스 봉상 강재.
- [0042] 단, 결정 방위 RD//<334> 분율이란, <334> 방위와 압연 방향의 각도차가 10° 이하인 결정의 면적 비율을 의미한다.
- [0043] [3] 상기 화학 조성이, 질량%로,
- [0044] Ti: 0.001 내지 2.00%,
- [0045] Nb: 0.001 내지 2.00%,
- [0046] V: 0.001 내지 2.0%,
- [0047] B: 0.0001 내지 0.1%,
- [0048] Al: 0.001 내지 7.000%,
- [0049] W: 0.05 내지 3.0%,
- [0050] Ga: 0.0004 내지 0.05%,
- [0051] Co: 0.05 내지 2.5%,
- [0052] Sn: 0.01 내지 2.5%,
- [0053] Sb: 0.01 내지 2.5%, 및
- [0054] Ta: 0.01 내지 2.5%
- [0055] 로부터 선택되는 1종 이상을 더 함유하는,
- [0056] [1] 또는 [2]에 기재된 스테인리스 봉상 강재.
- [0057] [4] 상기 화학 조성이, 질량%로,
- [0058] Ca: 0.0002 내지 0.05%,
- [0059] Mg: 0.0002 내지 0.012%,
- [0060] Zr: 0.0002 내지 0.012%, 및
- [0061] REM: 0.0002 내지 0.05%
- [0062] 로부터 선택되는 1종 이상을 더 함유하는,
- [0063] [1] 내지 [3] 중 어느 한 항에 기재된 스테인리스 봉상 강재.
- [0064] [5] 상기 화학 조성이, 질량%로,
- [0065] Pb: 0.0001 내지 0.30%,
- [0066] Se: 0.0001 내지 0.80%,
- [0067] Te: 0.0001 내지 0.30%,
- [0068] Bi: 0.0001 내지 0.50%,
- [0069] S: 0.0001 내지 0.50%,
- [0070] P: 0.0001 내지 0.30%
- [0071] 로부터 선택되는 1종 이상을 더 함유하는,
- [0072] [1] 내지 [4] 중 어느 한 항에 기재된 스테인리스 봉상 강재.
- [0073] [6] 50e에 있어서의 자속 밀도가 각각 0.10T 이상인, [1] 내지 [5] 중 어느 한 항에 기재된 스테인리스 봉상 강

재.

- [0074] [7] 2kHz의 교류 주파수에서 100e에 있어서의 최대 자속 밀도가 0.05T 이상인, [1] 내지 [6] 중 어느 한 항에 기재된 스테인리스 봉상 강재.
- [0075] [8] [1] 내지 [7] 중 어느 한 항에 기재된 스테인리스 봉상 강재를 사용한 전자 부품.
- [0076] 본 발명에 따르면, 연자기 특성이 우수한 스테인리스 봉상 강재 및 전자 부품을 얻을 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0077] 본 발명자들은 연자기 특성이 우수한 스테인리스 봉상 강재 및 전자 부품을 얻기 위해, 다양한 검토를 행하였다. 그 결과, 이하의 (a) 내지 (c)의 지건을 얻었다.
- [0078] (a) 페라이트계 스테인리스강과 열연 프로세스(경사 압연 시간)의 조합으로, 선재 압연 방향의 결정 방위 RD//<100> 분율을 높일 수 있다. 아울러, 표면으로부터 직경의 1/4 깊이 위치의 사이의 선재 압연 방향의 결정 방위 RD//<334> 분율을 저감할 수 있다.
- [0079] (b) 상기 선재와 2차 가공 프로세스(선재 열처리 온도, 신선 가공률, 강선 열처리 온도)의 조합으로, 강선 압연 방향의 결정 방위 RD//<100> 분율을 높일 수 있다. 아울러, 표면으로부터 직경의 1/4 위치 깊이의 사이의 강선 압연 방향의 결정 방위 RD//<334> 분율을 저감할 수 있다.
- [0080] (c) 그 결과, 50e에 있어서의 자속 밀도가 0.10T 이상이며, 2kHz에서 100e에 있어서의 최대 자속 밀도가 0.05T 이상이 되어, 연자기 특성의 향상을 발견하였다.
- [0081] 본 발명은 상기의 지건에 기초하여 이루어진 것이다. 또한, 본 발명의 바람직한 일 실시 형태를 상세하게 설명한다. 이후의 설명에서는, 본 발명의 바람직한 일 실시 형태를 본 발명으로서 기재한다. 이하, 본 발명의 각 요건에 대해서 상세하게 설명한다. 본 발명의 봉상의 강재에 있어서, 열간 가공 상태의 재료를 「봉선」, 신선 가공 등의 냉간 가공을 행한 재료를 「강선」, 그들을 총칭해서 「봉상 강재」라고 칭한다.
- [0082] 1. 압연 방향의 결정 방위 RD//<100> 분율
- [0083] 본 발명에 관한 봉상 강재에서는, 압연 방향(RD)의 결정 방위를 제어한다. 구체적으로는, 압연 방향의 결정 방위 RD//<100> 분율(면적 비율)(이하 단순히 「RD//<100> 분율」이라고 함)을 0.05 이상으로 한다. RD//<100> 분율이 0.05 미만이면, 연자기 특성이 저하되기 때문이다. RD//<100> 분율은 0.10 이상으로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.20 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하고, 0.40 이상으로 하는 것이 한층 바람직하다.
- [0084] 또한, RD//<100> 분율은, 이하의 수순을 사용하여, 산출한다. 구체적으로는, RD//<100> 분율은, 봉상 강재의 L 단면(강재의 길이 방향에 평행한 단면)에 있어서, 표층부, 중심부, 및 표층부와 중심부 사이에 존재하는 1/4 깊이 위치부에 있어서, 200배의 시야에서, 각 1시야 이상 측정을 행한다. 그리고, 관찰 시야에 있어서의 각 결정립의 결정 방위를, FE-SEM/EBSD를 사용해서 해석한다. 압연 방향을 RD로 하고, RD 방향에 있어서의 결정면의 해석을 행하고, <100>의 방위 성분을 클리어런스 25° 이내의 부분만 표시시키고, RD//<100> 분율을 측정한다. 또한, 상기 표층부란 표면으로부터 중심축 방향으로 1mm 깊이 위치를 가리킨다. 즉, 압연 방향의 결정 방위 RD//<100> 분율이란, <100> 방위와 압연 방향의 각도차가 25° 이하인 결정의 면적 비율(표층부, 중심부, 1/4 깊이 위치부의 평균)을 의미한다.
- [0085] 2. 압연 방향의 결정 방위 RD//<334> 분율
- [0086] 본 발명에 관한 봉상 강재에서 바람직하게는, 압연 방향(RD)의 연자기 특성을 열화시키는 결정 방위를 제어한다. 표면으로부터 직경의 1/8 깊이 위치부의 봉선 압연 방향의 결정 방위 RD//<334> 분율을 바람직하게는 0.20 이하로 한다.
- [0087] 압연 방향의 결정 방위 RD//<334> 분율(면적 비율)(이하 단순히 「RD//<334> 분율」이라고 함)을 0.20 이하로 한다. RD//<334> 분율이 0.2 초과가 되면, 연자기 특성이 저하되기 때문이다. RD//<334> 분율은 0.10 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.05 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다.
- [0088] 또한, RD//<334> 분율은, 이하의 수순을 사용하여 산출한다. 구체적으로는, RD//<334> 분율은, 봉상 강재의 L 단면(강재의 길이 방향에 평행한 단면)에 있어서, 표면으로부터 직경의 1/4 깊이 위치의 사이의 1/8 깊이 위치부에 있어서, 200배의 시야에서, 1시야 이상 측정을 행한다. 그리고, 관찰 시야에 있어서의 각 결정립의 결정 방위를, FE-SEM/EBSD를 사용해서 해석한다. 압연 방향을 RD로 하고, RD 방향에 있어서의 결정면의 해석을 행하

고, <334>의 방위 성분을 클리어런스 10° 이내의 부분만 표시시키고, RD//<334> 분율을 측정한다. 즉, 압연 방향의 결정 방위 RD//<334> 분율이란, <334> 방위와 압연 방향의 각도차가 10° 이하인 결정의 면적 비율(표면으로부터 직경의 1/8 깊이 위치부)을 의미한다.

- [0089] 3. 화학 조성
- [0090] 각 원소의 한정 이유는 하기와 같다. 또한, 이하의 설명에 있어서 함유량에 대한 「%」는, 「질량%」를 의미한다.
- [0091] C: 0.001 내지 0.030%
- [0092] C는, 강재의 강도를 높인다. 이 때문에, C 함유량은, 0.001% 이상으로 한다. 그러나, C를 과잉으로 함유시키면, 연자기 특성이 열화된다. 이 때문에, C 함유량은 0.030% 이하로 한다. C 함유량은 0.020% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.015% 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.010% 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다.
- [0093] Si: 0.01 내지 4.00%
- [0094] Si는, 탈산 원소로서 함유시키고, 고온 산화 특성이나 교류 자기 특성을 향상시킨다. 이 때문에, Si 함유량은 0.01% 이상으로 하고, 0.10% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 그러나, Si를 과잉으로 함유시키면, 연자기 특성이 열화된다. 이 때문에, Si 함유량은 4.00% 이하로 한다. Si 함유량은 3.00% 이하로 하는 것이 바람직하고, 1.50% 이하로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [0095] Mn: 0.01 내지 2.00%
- [0096] Mn은, 강재의 강도와 교류 자기 특성을 향상시킨다. 이 때문에, Mn 함유량은, 0.01% 이상으로 하고, 0.05% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 그러나, Mn을 과잉으로 함유시키면, 연자기 특성이 저하된다. 또한, 내식성이 저하되는 경우도 있다. 이 때문에, Mn 함유량은 2.00% 이하로 한다. Mn 함유량은 1.00% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.50% 이하로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [0097] Ni: 0.01 내지 4.00%
- [0098] Ni는, 강재의 인성을 향상시킨다. 이 때문에, Ni 함유량은 0.01% 이상으로 하고, 0.05% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 그러나, Ni를 과잉으로 함유시키면, 연자기 특성이 저하된다. 이 때문에, Ni 함유량은 4.00% 이하로 한다. Ni 함유량은 3.00% 이하로 하는 것이 바람직하고, 1.00% 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.50% 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다.
- [0099] Cr: 6.0 내지 35.0%
- [0100] Cr은, 내식성과 교류 자기 특성을 향상시킨다. 이 때문에, Cr 함유량은, 6.0% 이상으로 한다. Cr 함유량은 7.0% 이상으로 하는 것이 바람직하고, 10.0% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다. 그러나, Cr을 과잉으로 함유시키면, 연자기 특성이 저하된다. Cr 함유량은 35.0% 이하로 한다. Cr 함유량은 21.0% 이하로 하는 것이 바람직하고, 20.0% 이하로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [0101] Mo: 0.01 내지 5.00%
- [0102] Mo는, 내식성과 교류 자기 특성을 향상시킨다. 이 때문에, Mo 함유량은 0.01% 이상으로 한다. 그러나, Mo를 과잉으로 함유시키면, 연자기 특성이 저하된다. 이 때문에, Mo 함유량은 5.00% 이하로 한다. Mo 함유량은 3.00% 이하로 하는 것이 바람직하고, 2.00% 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 1.50% 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다.
- [0103] Cu: 0.01 내지 2.00%
- [0104] Cu는, 내식성과 교류 자기 특성을 향상시킨다. 이 때문에, Cu 함유량은 0.01% 이상으로 하고, 0.05% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 그러나, Cu를 과잉으로 함유시키면, 연자기 특성이 저하된다. 이 때문에, Cu 함유량은 2.00% 이하로 한다. Cu 함유량은 1.00% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.80% 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.40% 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다.
- [0105] N: 0.001 내지 0.050%
- [0106] N은, 강재의 강도를 향상시킨다. 이 때문에, N 함유량은 0.001% 이상으로 하고, 0.002% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 그러나, N을 과잉으로 함유시키면, 연자기 특성이 저하된다. 이 때문에, N 함유량은 0.050% 이

하로 한다. N 함유량은 0.040% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.020% 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.010% 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다.

[0107] 본 발명에 관한 봉상 강제는, 상기 원소 외에도, 필요에 따라서, Ti, Nb, V, B, Al, W, Ga, Co, Sn, Sb 및 Ta로부터 선택되는 1종 이상의 원소를 함유시켜도 된다.

[0108] Ti: 0 내지 2.00%

[0109] Ti는, 강제의 강도를 높이는 효과를 갖는다. 또한, Ti는 탄질화물을 형성하므로, Cr 탄화물의 생성을 억제하고, Cr 결핍층의 생성을 억제한다. 이 결과, 입계 부식을 방지하는 효과를 갖는다. 즉, Ti는, 내식성을 향상시키는 효과를 가지므로, 필요에 따라서 함유시켜도 된다. 또한, Ti 탄질화물의 형성에 의해 C, N을 고정함으로써 연자기 특성을 높이는 원소이다.

[0110] 그러나, Ti를 과잉으로 함유시키면, 연자기 특성이 저하된다. 또한, 조대 탄질화물에 의해 인성이 저하된다. 이 때문에, Ti 함유량은 2.00% 이하로 한다. Ti 함유량은 1.00% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.50% 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.50% 이하로 하는 것이 더욱 바람직하고, 0.25% 이하로 하면 한층 바람직하다. 한편, 상기 효과를 얻기 위해서는, Ti 함유량은 0.001% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0111] Nb: 0 내지 2.00%

[0112] Nb는, 강제의 강도를 높이는 효과를 갖는다. 또한, Nb는 탄질화물을 형성하므로, Cr 탄화물의 생성을 억제하고, Cr 결핍층의 생성을 억제한다. 이 결과, Nb는 입계 부식을 방지하는 효과를 갖는다. 즉, Nb는, 내식성의 향상에 유효한 원소이므로, 필요에 따라서 함유시켜도 된다. 또한, Nb 탄질화물의 형성에 의해 C, N을 고정함으로써 연자기 특성을 높이는 원소이다. 그러나, Nb를 과잉으로 함유시키면, 연자기 특성이 저하된다. 또한, 조대 탄질화물에 의해 인성이 저하된다. 이 때문에, Nb 함유량은 2.00% 이하로 한다. Nb 함유량은 1.00% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.80% 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.60% 이하가 한층 바람직하다. 한편, 상기 효과를 얻기 위해서는, Nb 함유량은 0.001% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0113] V: 0 내지 2.0%

[0114] V는, 내식성을 향상시키는 효과를 가지므로, 필요에 따라서 함유시켜도 된다. 그러나, V를 과잉으로 함유시키면, 연자기 특성이 저하된다. 또한, 조대 탄질화물에 의해 인성이 저하된다. 이 때문에, V 함유량은 2.0% 이하로 한다. V 함유량은 1.0% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.5% 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.1% 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다. 한편, 상기 효과를 얻기 위해서는, V 함유량은 0.001% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0115] B: 0 내지 0.1%

[0116] B는, 열간 가공성 및 내식성을 향상시키는 효과를 갖는다. 이 때문에, 필요에 따라서 함유시켜도 된다. 그러나, B를 과잉으로 함유시키면, 연자기 특성이 저하된다. 이 때문에, B 함유량은 0.1% 이하로 한다. B 함유량은 0.02% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.01% 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. 한편, 상기 효과를 얻기 위해서는, B 함유량은 0.0001% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0117] Al: 0 내지 7.000%

[0118] Al은, 탈산을 촉진시켜, 개재물 청정도 레벨을 향상시키는 효과를 가지므로, 필요에 따라서 함유시켜도 된다. 또한, Al의 첨가는 교류 자기 특성을 높인다. 그러나, Al을 과잉으로 함유시키면, 그 효과는 포화되고, 연자기 특성이 저하된다. 또한, 조대 개재물에 의해 인성이 저하된다. 이 때문에, Al 함유량은 7.000% 이하로 한다. Al 함유량은 3.000% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.100% 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.020% 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다. 한편, 상기 효과를 얻기 위해서는, Al 함유량은 0.001% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0119] W: 0 내지 3.0%

[0120] W는, 내식성을 향상시키는 효과를 가지므로, 필요에 따라서 함유시켜도 된다. 그러나, W를 과잉으로 함유시키면, 연자기 특성이 저하된다. 또한, 조대 탄질화물에 의해 인성이 저하된다. 이 때문에, W 함유량은 3.0% 이하로 한다. W 함유량은 2.0% 이하로 하는 것이 바람직하고, 1.5% 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. 한편, 상기 효과를 얻기 위해서는, W 함유량은 0.05% 이상으로 하는 것이 바람직하고, 0.10% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다.

- [0121] Ga: 0 내지 0.05%
- [0122] Ga는, 내식성을 향상시키는 효과를 가지므로, 필요에 따라서 함유시켜도 된다. 그러나, Ga를 과잉으로 함유시키면, 열간 가공성이 저하된다. 이 때문에, Ga 함유량은 0.05% 이하로 한다. 한편, 상기 효과를 얻기 위해서는, Ga 함유량은 0.0004% 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- [0123] Co: 0 내지 2.50%
- [0124] Co는, 강재의 강도를 향상시키는 효과를 가지므로, 필요에 따라서 함유시켜도 된다. 또한, 적량의 Co 첨가는 포화 자속 밀도를 높이므로, 연자기 특성을 높인다. 그러나, Co를 과잉으로 함유시키면, 연자기 특성이 저하된다. 이 때문에, Co 함유량은 2.50% 이하로 한다. Co 함유량은 1.00% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.80% 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. 한편, 상기 효과를 얻기 위해서는, Co 함유량은 0.05% 이상으로 하는 것이 바람직하고, 0.10% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [0125] Sn: 0 내지 2.50%
- [0126] Sn은, 연자기 특성이나 내식성, 절삭성을 향상시키는 효과를 가지므로, 필요에 따라서 함유시켜도 된다. 그러나, Sn을 과잉으로 함유시키면, 연자기 특성이 저하된다. 또한, Sn의 입계 편석에 의해 인성이 저하된다. 이 때문에, Sn 함유량은 2.50% 이하로 한다. Sn 함유량은 1.00% 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.20% 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다. 한편, 상기 효과를 얻기 위해서는, Sn 함유량은 0.01% 이상으로 하는 것이 바람직하고, 0.05% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [0127] Sb: 0 내지 2.5%
- [0128] Sb는, 내식성을 향상시키는 효과를 가지므로, 필요에 따라서 함유시켜도 된다. 그러나, Sb를 과잉으로 함유시키면, 연자기 특성이 저하된다. 이 때문에, Sb 함유량은 2.5% 이하로 한다. Sb 함유량은 1.0% 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.2% 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다. 한편, 상기 효과를 얻기 위해서는, Sb 함유량은 0.01% 이상으로 하는 것이 바람직하고, 0.05% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [0129] Ta: 0 내지 2.5%
- [0130] Ta는, 내식성을 향상시키는 효과를 가지므로, 필요에 따라서 함유시켜도 된다. 그러나, Ta를 과잉으로 함유시키면, 연자기 특성이 저하된다. 이 때문에, Ta 함유량은 2.5% 이하로 한다. Ta 함유량은 1.5% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.9% 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. 한편, 상기 효과를 얻기 위해서는, Ta 함유량은 0.01% 이상으로 하는 것이 바람직하고, 0.04% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.08% 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하다.
- [0131] 본 발명에 관한 봉상 강재는, 상기 원소 외에도, 필요에 따라서, Ca, Mg, Zr 및 REM으로부터 선택되는 1종 이상의 원소를 함유시켜도 된다.
- [0132] Ca: 0 내지 0.05%
- [0133] Mg: 0 내지 0.012%
- [0134] Zr: 0 내지 0.012%
- [0135] REM: 0 내지 0.05%
- [0136] Ca, Mg, Zr 및 REM은, 탈산을 위해, 필요에 따라서, 함유시켜도 된다. 그러나, 이들 각 원소를 과잉으로 함유시키면, 연자기 특성이 저하된다. 또한, 조대 개재물에 의해 인성이 저하된다. 이 때문에, Ca: 0.05% 이하, Mg: 0.012% 이하, Zr: 0.012% 이하, REM: 0.05% 이하로 한다. Ca 함유량은, 0.010% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.005% 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. Mg는, 0.010% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.005% 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. Zr은, 0.010% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.005% 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. REM은, 0.010% 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0137] 한편, 상기 효과를 얻기 위해서는, Ca: 0.0002% 이상, Mg: 0.0002% 이상, Zr: 0.0002% 이상, REM: 0.0002% 이상으로 하는 것이 바람직하다. Ca 함유량은, 0.0004% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.001% 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하다. Mg 함유량은, 0.0004% 이상으로 하는 것이 바람직하고, 0.001% 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하다. Zr 함유량은, 0.0004% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.001% 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하다. REM 함유량은, 0.0004% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.001% 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하다.

는 것이 더욱 바람직하다.

- [0138] 또한, REM이란, 란타노이드의 15원소에 Y 및 Sc를 합친 17원소의 총칭이다. 이들 17원소 중 1종 이상을 강에 함유시킬 수 있고, REM 함유량은, 이들 원소의 합계 함유량을 의미한다.
- [0139] 본 발명에 관한 봉상 강재는, 상기 원소 외에도, 필요에 따라서, Pb, Se, Te, Bi, S 및 P로부터 선택되는 1종 이상의 원소를 함유시켜도 된다.
- [0140] Pb: 0 내지 0.30%,
- [0141] Se: 0 내지 0.80%,
- [0142] Te: 0 내지 0.30%,
- [0143] Bi: 0 내지 0.50%,
- [0144] S: 0 내지 0.50%,
- [0145] P: 0 내지 0.30%,
- [0146] Pb, Se, Te, Bi, S 및 P는, 절삭성을 위해, 필요에 따라서, 함유시켜도 된다. 그러나, 이들 각 원소를 과잉으로 함유시키면, 연자기 특성이 저하된다. 또한, 인성이 저하된다. 이 때문에, Pb: 0.30% 이하, Se: 0.80% 이하, Te: 0.30% 이하, Bi: 0.50% 이하, S: 0.50% 이하, P: 0.30% 이하로 한다. Pb 함유량은, 0.1% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.05% 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. Se 함유량은, 0.1% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.05% 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. Te 함유량은, 0.1% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.05% 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. Bi 함유량은, 0.1% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.05% 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. S 함유량은, 0.1% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.05% 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. P 함유량은, 0.1% 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.05% 이하로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [0147] 한편, 상기 효과를 얻기 위해서는, Pb: 0.0001% 이상, Se: 0.0001% 이상, Te: 0.0001% 이상, Bi: 0.0001% 이상, S: 0.0001% 이상, P: 0.0001% 이상으로 하는 것이 바람직하다. Pb 함유량은, 0.0004% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.001% 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하다. Se 함유량은, 0.0004% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.001% 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하다. Te 함유량은, 0.0004% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.001% 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하다. Bi 함유량은, 0.0004% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.001% 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하다. S 함유량은, 0.0001% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.0002% 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하다. P 함유량은, 0.0004% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.001% 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하다.
- [0148] (F값)
- [0149] F값: 20.0 이하
- [0150] F값은 하기 식 (a)에 의해 구해진다. F값은, 응고나 고용 가열 처리 시에 페라이트 단상에 가까워지는지 여부의 지표이며, 페라이트 단상에 가까우면 주상의 주상정이 증가하고 후술하는 경사 열간 압연 중에 RD//<100> 분율을 높여, 연자기 특성을 높인다. F값이 20.0을 초과하면, 페라이트 외에도 오스테나이트나 마르텐사이트를 함유하므로, RD//<100> 분율이 감소한다. 이 결과, 연자기 특성이 저하된다. 그 때문에, F값은 20.0 이하로 한다. F값은, 10.0 이하인 것이 바람직하고, 0.0 이하인 것이 바람직하고, -10.0 이하인 것이 보다 바람직하다.
- [0151] $F\text{값} = 700C + 800N + 20Ni + 10Cu + 10Mn - 6.2Cr - 9.2Si - 9.3Mo - 74.4Ti - 37.2Al - 3.1Nb + 63.2 \dots (a)$
- [0152] 단, 식 중의 각 원소 기호는, 각각의 원소의 강 중에 있어서의 함유량(질량%)을 의미한다.
- [0153] 본 발명의 강재의 화학 조성에 있어서, 잔부는 Fe 및 불순물이다. 여기서 「불순물」이란, 강재를 공업적으로 제조할 때, 광석, 스크랩 등의 원료, 제조 공정의 다양한 요인에 의해 혼입되는 성분이며, 본 발명에 악영향을 주지 않는 범위에서 허용되는 것을 의미한다.
- [0154] 또한, 불순물로서는, 예를 들어, O, Zn, H 등이 예시된다. 불순물은 저감되는 것이 바람직하지만, 함유되는 경우는, O, Zn 및 H는 0.01% 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0155] 4. 제조 방법

- [0156] 본 발명에 관한 스테인리스 봉상 강재의 바람직한 제조 방법을 설명한다. 본 발명에 관한 스테인리스 봉상 강재는, 예를 들어, 이하와 같은 제조 방법에 의해, 본 발명에 관한 스테인리스 봉상 강재를 안정적으로 얻을 수 있다.
- [0157] 본 발명에 관한 스테인리스 봉상 강재에서는, 상기 화학 조성을 갖는 강을 용제하고, 소정의 직경을 갖는 주편을 주조한 후, 열간 또는 온간의 경사 압연과 선재 압연을 행한다. 그 후, 필요에 따라서, 적절히, 용제화 처리, 산세, 2차 가공, 열처리를 행한다.
- [0158] 4-1. 경사 압연 공정
- [0159] 가열된 주편은, 경사 압연을 사용하여, 열간 가공되는 것이 바람직하다. 또한, 열간 가공은 경사 압연에 한정되지 않고, 마찬가지로의 열 가공 이력을 거치는 방법이면 되고, 예를 들어, 분괴 압연(브레이크다운)이라도, 마찬가지로의 열 가공 이력을 취하면 사용할 수 있다.
- [0160] 경사 압연은, 예를 들어, 특허문헌 4에 개시되어 있는 바와 같이, 3개의 워크롤을 피압연재를 중심으로 하여 동일 방향으로 비틀어 경사진 롤 축에 배치하고, 각 워크롤이 피압연재의 주위를 자전하면서 공전함으로써, 피압연재는 전진하면서 스파이럴상으로 압연된다. 페라이트계 스테인리스강의 주상정은 강재 반경 방향에 대해 <100>으로 배향하고 있지만, 경사 압연을 실시함으로써 주상정의 <100>을 강재 반경 방향으로부터 압연 방향으로 배향할 수 있다. 그러나, 경사 압연의 압연 시간(강재가 3개의 워크롤에 접촉하는 시간)이 짧아지면 고속 가공에 의해 압연 방향으로 배향한 <100>이 <100> 이외의 랜덤한 방위의 재결정립을 형성해 버린다.
- [0161] 따라서, 경사 압연의 압연 시간은, RD//<100> 분율을 변화시킨다. 아울러, 표면으로부터 직경의 1/4 깊이 위치의 사이의 RD//<334> 분율을 변화시킨다. 이 때문에, 경사 압연의 압연 시간은 연자기 특성에 영향을 준다. 경사 압연의 압연 시간을 0.10s 미만으로 하면, RD//<100> 분율이 감소한다. 아울러, 표면으로부터 직경의 1/4 깊이 위치의 사이의 RD//<334> 분율이 증가한다. 이 결과, 연자기 특성이 저하된다. 이 때문에, 경사 압연의 압연 시간은 0.10s 이상으로 하고, 1s 이상이 바람직하고, 10s 이상으로 하는 것이 보다 바람직하고, 50s 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하다. 한편 경사 압연의 압연 시간이 너무 길면 생산성을 떨어뜨리므로, 200s 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0162] 4-2. 봉선 열처리 온도
- [0163] 열간 압연된 봉선은 열처리되는 것이 바람직하다. 봉선의 열처리 온도는, RD//<100> 분율을 변화시킨다. 이 때문에, 봉선 열처리 온도는 연자기 특성에 영향을 준다. 봉선 열처리 온도를 1400℃ 초과로 하면, RD//<100>의 핵이 성장하지 않아, RD//<100> 분율이 감소한다. 이 결과, 연자기 특성이 저하된다. 이 때문에, 봉선 열처리 온도는 1400℃ 이하로 하고, 1300℃ 이하가 바람직하다. 한편 봉선 열처리 온도가 500℃ 미만이 되면, RD//<100>의 핵이 성장하지 않으므로, 500℃ 이상으로 한다. 봉선 열처리 온도는 600℃ 이상에서 바람직하고, 700℃에서 더욱 바람직하고, 800℃ 이상이 한층 바람직하다. RD//<334> 분율도 봉선 열처리 온도의 영향을 받아, 다른 제조 조건과 함께 봉선 열처리 온도 500 내지 1400℃의 범위 내에서 조건을 조정함으로써, 적합한 RD//<334> 분율 범위로 할 수 있다.
- [0164] 4-3. 신선 가공률
- [0165] 열간 압연 후에 열처리된 봉선은 신선 가공하여 강선으로 하는 것이 바람직하다. 신선 가공률은, RD//<100> 분율을 변화시킨다. 이 때문에, 신선 가공률은 연자기 특성에 영향을 준다. 신선 가공률을 50% 초과로 하면, 후공정의 열처리에서 재결정이 촉진되어, RD//<100> 분율이 감소한다. 이 결과, 연자기 특성이 저하된다. 이 때문에, 신선 가공률은 50% 이하로 하고, 30% 이하가 바람직하고, 15% 이하가 더욱 바람직하고, 5% 이하가 한층 바람직하다. 한편 신선 가공률이 0.01% 미만이 되면, 후공정의 열처리에서 RD//<100>의 핵이 성장할 수 없으므로, 0.01% 이상으로 한다. 또한, 신선 가공률(%)은 신선 전후의 강재의 단면적 변화량을 신선 전 단면적으로 나눈 값의 백분율 표시이다. RD//<334> 분율도 신선 가공률의 영향을 받아, 다른 제조 조건과 함께 신선 가공률 0.01 내지 50%의 범위 내에서 조건을 조정함으로써, 적합한 RD//<334> 분율 범위로 할 수 있다.
- [0166] 4-4. 강선 열처리 온도
- [0167] 신선 가공된 강선은 열처리되는 것이 바람직하다. 강선의 열처리 온도는, RD//<100> 분율을 변화시킨다. 이 때문에, 강선 열처리 온도는 연자기 특성에 영향을 준다. 강선 열처리 온도를 1400℃ 초과로 하면, RD//<100>의 핵이 성장하지 않아, RD//<100> 분율이 감소한다. 이 결과, 연자기 특성이 저하된다. 이 때문에, 강선 열처리 온도는 1400℃ 이하로 하고, 1300℃ 이하가 바람직하다. 한편 강선 열처리 온도가 500℃ 미만이 되면,

RD//<100>의 핵이 성장하지 않으므로, 500℃ 이상으로 한다. 강선 열처리 온도는 600℃ 이상에서 바람직하고, 700℃에서 더욱 바람직하고, 800℃ 이상이 한층 바람직하다. RD//<334> 분율도 강선 열처리 온도의 영향을 받아, 다른 제조 조건과 함께 강선 열처리 온도 500 내지 1400℃의 범위 내에서 조건을 조정함으로써, 적합한 RD//<334> 분율 범위로 할 수 있다.

[0168] 5. 전자 부품

[0169] 본 발명의 스테인리스 봉상 강재를 사용한 전자 부품은, 예를 들어, 인젝터나 전자 밸브 등의 코어나 커넥터 등이며, 소재로 하는 봉상 강재가 우수한 연자기 특성을 갖는다는 점에서, “자기 흡인력의 향상”이나 “부품의 세경화”, “응답성의 향상” 등이라고 하는 효과를 발휘할 수 있다.

[0170] 이하, 실시예에 의해 본 발명을 보다 구체적으로 설명하지만, 본 발명은 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0171] **실시예 1**

[0172] 표 1, 2에 기재된 화학 조성을 갖는 강을 용제하였다. 강의 용제 시에는, 스테인리스강의 저렴한 용제 프로세스인 AOD 용제를 상정하고, 100kg의 진공 용해로에서 용해하고, 직경 180mm의 주편으로 주조하였다. 그 후, 하기의 제조 조건에 의해 직경 20.0mm의 스테인리스 봉선으로 하였다.

[0173] 표 2, 표 4 내지 6에 있어서, 성분 조성 또는 RD//<100> 분율이 본 발명 범위로부터 벗어나는 수치에 하선을 부여하고 있다. 표 4 내지 6에 있어서, 자기 특성이 본 발명의 적합 범위로부터 벗어나는 수치, 및 표 5, 6에 있어서, 제조 조건이 본 발명의 적합 범위로부터 벗어나는 수치에, 각각 하선을 부여하고 있다.

[0174] 이하에 조건을 기재한다. 구체적으로는, 주조한 주편을 가열하고, 경사 압연을 3s의 압연 시간으로 실시하고, 계속해서 연속으로 어닐링, 압연을 실시하여, 직경 20.0mm의 봉선(봉상 강재)을 제작하고, 900℃에서 봉선 열처리를 행하였다.

표 1

구분	강종	화학 성분(질량%)																	비고
		C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	N	Al	Nb	Ti	기타	F값					
A	0.030	0.24	0.15	0.09	1.50	1.19	0.12	0.006	0.002	0.20	0.10						-20.5		
B	0.001	0.74	0.18	0.09	11.5	0.31	0.14	0.009	0.013	0.47	0.18						-20.0		
C	0.010	4.00	0.23	0.03	11.3	1.43	0.18	0.003	0.018	0.06	0.22						-60.2		
D	0.007	0.28	2.00	0.06	19.9	0.10	0.24	0.008	0.007	0.37	0.21						-46.1		
E	0.002	1.40	0.10	4.00	19.5	1.40	0.32	0.003	0.010	0.40	0.20						-12.1		
F	0.007	0.47	0.13	0.08	35.0	1.34	0.36	0.003	0.015	0.31	0.01						-159.5		
G	0.009	2.00	0.42	0.19	6.0	0.14	0.10	0.001	0.006	0.29	0.04						18.3		
H	0.006	0.15	0.03	0.07	14.8	5.00	0.25	0.009	0.017	0.30	0.13						-71.8		
I	0.002	0.68	0.34	0.05	14.9	1.43	2.00	0.007	0.009	0.11	0.21						-33.5		
J	0.007	0.85	0.24	0.42	19.0	0.77	0.38	0.050	0.004	0.23	0.02						-12.5		
K	0.008	0.20	0.33	0.40	10.8	0.10	0.30	0.007	7.000	0.00	0.00						-241.7		
L	0.008	0.22	0.38	0.50	14.0	0.65	0.25	0.008	0.010	2.00	0.11						-18.0		
M	0.010	0.30	0.49	0.14	11.0	0.86	0.36	0.003	0.008	0.08	2.00						-145.0		
N	0.003	0.24	0.43	0.37	11.8	1.33	0.29	0.002	0.013	0.07	0.19						-20.6		
O	0.003	0.24	0.45	0.12	16.0	0.58	0.08	0.005	0.015	0.32	0.00						-31.5		
P	0.008	0.48	0.05	0.17	10.7	1.14	0.34	0.002	0.018	0.04	0.09						-11.7		
Q	0.018	0.09	1.90	0.90	21.0	1.00	0.81	0.029	0.100	0.82	0.00						-2.2		
R	0.028	0.30	1.80	3.80	6.5	3.76	1.90	0.042	1.000	0.10	1.37						11.8		
S	0.029	1.00	1.90	3.90	6.0	2.30	1.90	0.044	0.200	0.20	1.94						14.3		
T	0.008	0.38	0.29	0.36	15.0	1.05	0.18	0.004	0.002	0.12	0.14						-33.5		
U	0.007	0.39	0.19	0.22	17.2	1.18	0.28	0.005	0.010	0.10	0.16						-43.1		
V	0.006	1.41	0.11	0.22	16.1	1.31	0.23	0.002	0.016	0.19	0.16						-60.5		
W	0.006	1.12	0.12	0.31	16.0	0.94	0.02	0.009	0.016	0.36	0.06						-41.9		
X	0.004	1.49	0.06	0.08	13.9	0.91	0.36	0.008	0.005	0.49	0.20						-46.2		
Y	0.004	0.84	0.15	0.20	19.5	0.51	0.24	0.006	0.017	0.31	0.01						-56.7		
Z	0.001	1.30	0.15	0.49	16.9	0.84	0.29	0.002	0.019	0.39	0.08						-52.8		

단위: %

표 2

구분	강종	화합 성분(질량%)																	F값	비고
		C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	N	Al	Nb	Ti	기타							
본 발 명	AA	0.005	1.39	0.50	0.17	18.2	1.10	0.24	0.002	0.011	0.01	0.22	Co:0.06	-73.5						
	AB	0.008	1.26	0.13	0.07	13.5	0.16	0.33	0.002	0.010	0.06	0.20	Te:0.01	-36.0						
	AC	0.002	0.34	0.47	0.15	13.5	0.87	0.33	0.008	0.004	0.53	0.09	P:0.10	-21.4						
	AD	0.004	0.35	0.01	0.09	19.9	0.17	0.14	0.008	0.019	0.05	0.04	Se:0.001	-56.4						
	AE	0.001	0.22	0.06	0.12	12.8	0.16	0.22	0.009	0.006	0.28	0.19	Bi:0.001	-22.3						
	AF	0.008	0.56	0.21	0.42	18.9	0.24	0.08	0.008	0.004	0.01	0.23	Sn:0.03	-55.7						
	AG	0.002	1.22	0.03	0.27	19.6	0.06	0.08	0.009	0.004	0.45	0.14	W:0.08	-67.6						
	AH	0.006	0.47	0.10	0.29	11.3	0.91	0.28	0.008	0.005	0.34	0.14	Ta:0.07	-11.7						
	AI	0.001	0.34	0.17	0.33	13.0	0.67	0.17	0.010	0.019	0.49	0.08	Zr:0.007	-16.3						
	AJ	0.008	1.05	0.22	0.46	18.9	0.09	0.38	0.009	0.015	0.12	0.21	Me:0.008	-52.7						
	AK	0.009	0.58	0.27	0.22	16.1	0.86	0.34	0.009	0.020	0.21	0.13	REM:0.002	-36.3						
	AL	0.005	0.76	0.04	0.16	12.9	0.83	0.28	0.006	0.016	0.37	0.13	Ga:0.01	-28.3						
	AM	0.007	1.42	0.42	0.21	18.6	1.49	0.29	0.010	0.002	0.58	0.05	S:0.20	-60.5						
	AN	0.050	2.10	0.31	0.70	17.6	1.71	0.76	0.015	0.052	0.55	0.47		-48.1						
	AO	0.0001	1.90	0.28	0.70	18.8	1.60	0.65	0.020	0.098	0.68	0.29		-74.3						
	AP	0.014	5.00	0.14	0.64	19.0	1.64	0.78	0.018	0.098	0.63	0.35		-101.4						
	AQ	0.012	1.88	3.00	0.57	11.3	1.97	0.76	0.014	0.027	0.80	0.36		-4.4						
AR	0.015	1.77	0.01	5.00	20.0	1.75	0.64	0.017	0.074	0.65	0.25		13.0							
AS	0.013	2.67	0.35	0.61	40.0	1.97	0.73	0.019	0.065	0.77	0.41		-215.6							
AT	0.015	3.00	0.32	0.98	3.0	1.88	0.77	0.011	0.200	0.64	0.34		14.1							
AU	0.011	1.79	0.16	0.93	19.1	6.00	0.61	0.014	0.087	0.74	0.25		-106.2							
AV	0.012	1.79	0.36	0.85	13.7	1.51	3.00	0.014	0.099	0.62	0.26		-7.0							
AW	0.011	2.86	0.02	0.81	15.0	1.96	0.41	0.100	0.024	0.63	0.27		10.9							
AX	0.014	2.18	0.49	0.58	19.9	1.97	0.54	0.0001	0.082	0.61	0.38		-100.0							
AY	0.014	2.74	0.28	0.63	17.7	1.61	0.62	0.013	8.000	0.67	0.44		-376.9							
AZ	0.011	2.40	0.45	0.71	15.5	1.84	0.56	0.012	0.038	3.00	0.39		-70.4							
BA	0.011	2.20	0.37	0.93	17.7	1.78	0.50	0.012	0.076	0.63	3.00		-267.1							
BB	0.010	1.00	0.35	2.00	10.0	1.60	0.65	0.020	0.010	0.30	0.25		30.2							
비 교 계																				

[0176]

[0177] 얻어진 봉선(봉상 강재)에 대해서, RD//<100> 분율, RD//<334> 분율, 및 연자기 특성을 측정하였다. 이하, 표 3, 표 4에 통합하여 결과를 나타낸다. 또한, 이들의 측정은 이하의 수순에 따라, 측정을 행하였다.

표 3

구분	No	강종	RD//<100> 분율 -	RD//<334> 분율 -	직류 자기 특성 @50e T	교류 자기 특성 @100e-2kHz T
압력 단	1	A	0.28	0.06	0.73	0.27
	2	B	0.27	0.08	0.79	0.21
	3	C	0.25	0.09	0.71	0.22
	4	D	0.27	0.08	0.58	0.21
	5	E	0.40	0.09	0.61	0.29
	6	F	0.33	0.10	0.58	0.26
	7	G	0.27	0.08	0.66	0.30
	8	H	0.37	0.07	0.64	0.27
	9	I	0.27	0.09	0.66	0.24
	10	J	0.24	0.05	0.67	0.23
	11	K	0.25	0.06	0.73	0.24
	12	L	0.35	0.07	0.67	0.21
	13	M	0.38	0.08	0.75	0.30
	14	N	0.57	0.02	1.21	0.74
	15	O	0.62	0.02	1.05	0.46
	16	P	0.70	0.05	1.20	0.80
	17	Q	0.15	0.07	0.41	0.15
	18	R	0.08	0.14	0.16	0.08
	19	S	0.07	0.19	0.15	0.07
	20	T	0.53	0.04	1.01	0.60
	21	U	0.43	0.02	0.85	0.40
	22	V	0.80	0.05	1.35	1.00
	23	W	0.38	0.03	0.65	0.28
	24	X	0.21	0.04	0.62	0.25
	25	Y	0.30	0.04	0.60	0.25
	26	Z	0.22	0.04	0.62	0.25

[0178]

표 4

구분	No	강종	RD//<100> 분율 -	RD//<334> 분율 -	직류 자기 특성 @50e T	교류 자기 특성 @100e-2kHz T
본 발 명	27	A A	0.22	0.05	0.69	0.28
	28	A B	0.28	0.02	0.61	0.29
	29	A C	0.30	0.04	0.54	0.26
	30	A D	0.28	0.04	0.54	0.24
	31	A E	0.20	0.01	0.58	0.25
	32	A F	0.25	0.05	0.59	0.24
	33	A G	0.26	0.03	0.77	0.29
	34	A H	0.32	0.05	0.79	0.24
	35	A I	0.25	0.02	0.53	0.25
	36	A J	0.37	0.03	0.67	0.28
	37	A K	0.21	0.02	0.60	0.22
	38	A L	0.24	0.01	0.68	0.25
	39	A M	0.36	0.03	0.77	0.23
비 교 제	40	A N	<u>0.01</u>	0.20	<u>0.05</u>	<u>0.03</u>
	41	A O	<u>0.02</u>	0.22	<u>0.08</u>	<u>0.04</u>
	42	A P	<u>0.02</u>	0.23	<u>0.00</u>	<u>0.03</u>
	43	A Q	<u>0.02</u>	0.24	<u>0.01</u>	<u>0.03</u>
	44	A R	<u>0.03</u>	0.28	<u>0.08</u>	<u>0.01</u>
	45	A S	<u>0.03</u>	0.20	<u>0.08</u>	<u>0.03</u>
	46	A T	<u>0.04</u>	0.26	<u>0.07</u>	<u>0.03</u>
	47	A U	<u>0.02</u>	0.22	<u>0.09</u>	<u>0.02</u>
	48	A V	<u>0.02</u>	0.29	<u>0.09</u>	<u>0.04</u>
	49	A W	<u>0.03</u>	0.28	<u>0.02</u>	<u>0.03</u>
	50	A X	<u>0.01</u>	0.26	<u>0.04</u>	<u>0.02</u>
	51	A Y	<u>0.03</u>	0.23	<u>0.01</u>	<u>0.02</u>
	52	A Z	<u>0.02</u>	0.25	<u>0.06</u>	<u>0.04</u>
	53	B A	<u>0.02</u>	0.25	<u>0.05</u>	<u>0.01</u>
	54	B B	<u>0.03</u>	0.26	<u>0.01</u>	<u>0.03</u>

[0179]

[0180]

RD//<100> 분율은, 선재의 L 단면에 있어서, 표층부, 중심부, 및 표층부와 중심부 사이에 존재하는 1/4 깊이 위치부에 있어서, 200배의 시야에서, 각 1시야 이상 측정을 행하였다. 그리고, 관찰 시야에 있어서의 각 결정립의 결정 방위를, FE-SEM/EBSD를 사용해서 해석하였다. 압연 방향을 RD로 하고, RD 방향에 있어서의 결정면의 해석을 행하고, <001>의 방위 성분을 클리어런스 25° 이내의 부분(<100> 방위와 압연 방향의 각도차가 25° 이하인 결정)만 표시시키고, RD//<100> 분율(면적률(-))(표층부, 중심부, 1/4 깊이 위치부의 평균)을 측정하였다.

[0181]

RD//<334> 분율은, 선재의 L 단면에 있어서, 표면으로부터 직경의 1/4 깊이 위치의 사이, 구체적으로는 표면으로부터 직경의 1/8 깊이 위치부에 있어서, 200배의 시야에서, 1시야 이상 측정을 행하였다. 그리고, 관찰 시야에 있어서의 각 결정립의 결정 방위를, FE-SEM/EBSD를 사용해서 해석하였다. 압연 방향을 RD로 하고, RD 방향에 있어서의 결정면의 해석을 행하고, <334>의 방위 성분을 클리어런스 10° 이내의 부분만 표시시키고, RD//<334> 분율(면적 비율(-))(표면으로부터 직경의 1/8 깊이 위치부)을 측정하였다.

[0182]

직류 자기 특성은, 50e에 있어서의 자속 밀도(T)를 측정하였다. 두께 3mm×외경 10mm×내경 8mm의 링상 시험편을 제작하고, 900℃×2hr의 열처리를 실시한 후에 50e에 있어서의 자속 밀도를 측정하였다. 또한, 압연 방향과 링상 시험편의 직경 방향이 평행해지도록 시험편 가공을 행함으로써, RD//<100>과 자기 특성의 관계를 평가하고, 이하도 마찬가지로 샘플링을 행하였다. 자속 밀도: 0.1T 이상을 양호라고 하였다.

[0183]

교류 자기 특성은, 상기 링상 시험편에 900℃×2hr의 열처리를 실시하고, 2kHz에서 100e에 있어서의 최대 자속

밀도(T)를 측정하였다. 최대 자속 밀도: 0.05T 이상을 양호라고 하였다.

[0184] No.1 내지 39는, 본 발명의 규정을 충족하고, 연자기 특성이 양호하였다. 한편, 본 발명의 규정을 충족하지 않는 No.40 내지 55는 연자기 특성이 불량하였다.

[0185] 실시예 2

[0186] 계속해서 표 1에 나타내는 강종 Q를 사용하여, 표 5에 기재된 조건에 의해, 직경 15mm의 봉상 강재를 제작하였다. 또한, 경사 압연의 압연 시간 이외의 이력은 상기 실시예 1과 마찬가지로 하였다. 제작한 봉선(봉상 강재)에 대해서, RD//<100> 분율, RD//<334> 분율 및 연자기 특성을, 상술한 방법으로 측정하였다. 이하, 결과를 통합하여, 표 5에 나타낸다.

표 5

구분	No	강종	경사 압연의 압연 시간 s	RD//<100> 분율 -	RD//<334> 분율 -	직류 자기 특성 @50e T	교류 자기 특성 @100e-2kHz T
본 발명	109	Q	200.0	0.88	0.03	1.30	0.90
	110		0.10	0.06	0.11	0.12	0.08
	111		140	0.66	0.04	1.18	0.79
	112		178	0.93	0.01	1.18	0.31
	113		53	0.48	0.01	1.20	0.94
	114		30	0.32	0.07	0.65	0.29
	115		22	0.24	0.06	0.65	0.22
	116		18	0.34	0.07	0.61	0.23
	117		9	0.14	0.17	0.48	0.14
	118		5	0.17	0.11	0.47	0.12
	119		0.4	0.09	0.17	0.18	0.09
	120		0.2	0.06	0.22	0.28	0.06
비교 예	121	Q	0.08	0.01	0.24	0.03	0.01
	122		0.09	0.03	0.25	0.09	0.03
	123		0.03	0.03	0.22	0.06	0.02

[0187]

[0188] No.109 내지 120에 대해서는, 본 발명의 적합한 조건을 충족하므로, 연자기 특성이 양호하였다. 한편, 본 발명의 적합한 조건을 충족하지 않는 No.121 내지 123은 연자기 특성이 불량하였다.

[0189] 실시예 3

[0190] 계속해서 표 1에 나타내는 강종 P를 사용하여, 주조한 주편을 가열하고, 경사 압연의 시간은 50s로 하고, 계속해서 연속으로 어닐링, 압연을 실시하여, 다양한 직경의 봉선을 제작하였다. 계속해서, 표 6에 기재된 조건에 의해, 봉선 열처리 및 신선 가공, 강선 열처리를 행하여, 직경 20mm의 강선(봉상 강재)을 제작하였다. 제작한 강선(봉상 강재)에 대해서, RD//<100> 분율, RD//<334> 분율 및 연자기 특성을, 상술한 방법으로 측정하였다. 이하, 결과를 통합하여, 표 6에 나타낸다.

표 6

구분	No	강종	봉선 열처리 온도 °C	신선 가공률 %	강선 열처리 온도 °C	RD//<100> 분율	RD//<334> 분율	직류 자기 특성 @50e T	교류 자기 특성 @100e-2kHz T
본 발명	124	P	1400	9	785	0.39	0.10	0.56	0.26
	125		500	15	738	0.23	0.06	0.70	0.27
	126		713	50	789	0.40	0.09	0.66	0.22
	127		700	0.01	794	0.34	0.06	0.53	0.25
	128		763	11	1400	0.28	0.05	0.52	0.23
	129		763	6	500	0.31	0.06	0.59	0.25
	130		1275	0.3	1281	0.50	0.05	1.06	0.94
	131		1136	1	1088	0.58	0.04	0.86	0.98
	132		805	3	924	0.78	0.01	1.04	0.94
	133		796	5	719	0.39	0.05	0.79	0.26
	134		722	10	796	0.20	0.09	0.69	0.21
	135		621	28	644	0.17	0.14	0.48	0.14
	136		627	25	639	0.20	0.16	0.43	0.19
137	589	45	580	0.10	0.15	0.11	0.10		
138	515	47	525	0.08	0.23	0.14	0.05		
비교예	139	P	1500	4	1052	0.02	0.25	0.05	0.03
	140		400	0	1251	0.02	0.21	0.07	0.03
	141		932	60	1274	0.02	0.25	0.06	0.03
	142		820	0.001	1080	0.01	0.29	0.05	0.04
	143		961	5	1500	0.01	0.26	0.08	0.02
	144		1155	5	400	0.02	0.24	0.06	0.02

[0191]

[0192] No.124 내지 138에 대해서는, 본 발명의 적합한 조건을 충족하므로, 연자기 특성이 양호하였다. 한편, 본 발명의 적합한 조건을 충족하지 않는 No.139 내지 144는 연자기 특성이 불량하였다.

[0193] 본 발명에 따르면, 연자기 특성이 우수한 봉상 강재를 얻을 수 있어, 산업상 매우 유용하다.