



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년03월22일  
 (11) 등록번호 10-1718757  
 (24) 등록일자 2017년03월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*C22C 38/54* (2006.01) *C21D 9/46* (2006.01)  
*C22C 38/00* (2006.01) *C22C 38/18* (2006.01)  
*C22C 38/46* (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
*C22C 38/54* (2013.01)  
*C21D 9/46* (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2015-7005725  
 (22) 출원일자(국제) 2013년09월06일  
 심사청구일자 2015년03월04일  
 (85) 번역문제출일자 2015년03월04일  
 (65) 공개번호 10-2015-0038601  
 (43) 공개일자 2015년04월08일  
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2013/005305  
 (87) 국제공개번호 WO 2014/045542  
 국제공개일자 2014년03월27일  
 (30) 우선권주장  
 JP-P-2012-209100 2012년09월24일 일본(JP)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2006299374 A\*  
 JP평성03094043 A  
 JP평성09176801 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**제이에프이 스틸 가부시킴가이샤**  
 일본 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2  
 반 3고  
 (72) 발명자  
**사무카와 타카시**  
 일본국 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2  
 반 3고 제이에프이 스틸 가부시킴가이샤 치테키자  
 이산부 나이  
**오타 히로키**  
 일본국 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2  
 반 3고 제이에프이 스틸 가부시킴가이샤 치테키자  
 이산부 나이  
 (74) 대리인  
**이철**

전체 청구항 수 : 총 3 항

심사관 : 이상훈

(54) 발명의 명칭 **성형 가공성이 우수한 페라이트계 스테인리스 강판**

**(57) 요약**

딥 드로잉성과 내(耐)리징성(ridging resistance)을 만족하는 성형 가공성이 우수한 페라이트계 스테인리스 강판을 제공한다. 질량%로, C: 0.010~0.070%, Si: 1.00% 이하, Mn: 1.00% 이하, P: 0.040% 이하, S: 0.010% 이하, Al: 0.150% 이하, Cr: 14.00~20.00%, Ni: 1.00% 이하, N: 0.010~0.060%를 함유하고, 추가로 V: 0.005~0.100%, B: 0.0001~0.0050%이고, 또한 V/B≥10을 만족하여 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피 불순물로 이루어지는 페라이트계 스테인리스 강판.

(52) CPC특허분류

*C22C 38/001* (2013.01)

*C22C 38/18* (2013.01)

*C22C 38/46* (2013.01)

---

명세서

청구범위

청구항 1

질량%로, C: 0.010~0.070%, Si: 0% 초과 1.00% 이하, Mn: 0% 초과 1.00% 이하, P: 0.040% 이하, S: 0.010% 이하, Al: 0% 초과 0.150% 이하, Cr: 14.00~20.00%, Ni: 0% 초과 1.00% 이하, N: 0.010~0.060% 를 함유하고, 추가로 V: 0.005~0.029%, B: 0.0001~0.0050%이고, 또한  $V/B \geq 10$ 을 만족하여 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피 불순물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 페라이트계 스테인리스 강판.

청구항 2

제1항에 있어서,

Si: 0.05~0.28%, Mn: 0.05~0.92%인 것을 특징으로 하는 페라이트계 스테인리스 강판.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

$V/B \geq 20$ 을 만족하여 함유하는 것을 특징으로 하는 페라이트계 스테인리스 강판.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은, 건축물의 주방 기구, 가정용품, 전화 제품(electrical appliances), 자동차 부품 등의 용도에 적합한 페라이트계 스테인리스 강판에 관한 것으로, 특히 딥 드로잉성(deep drawability)과 내(耐)리징성(ridging resistance)을 만족하는 성형 가공성이 우수한 페라이트계 스테인리스 강판에 관한 것이다. 또한, 본 발명에 있어서의 강판이란, 강대(steel strip), 강판, 박재(steel foil)를 포함하는 것으로 한다.

배경기술

[0002] 페라이트계 스테인리스강은, 내식성이 우수한 재료로서, 가정용품, 자동차 부품을 비롯한 여러 가지의 산업 분야에 있어서, 널리 이용되고 있다. 이 페라이트계 스테인리스강은, Ni를 다량으로 포함하는 오스테나이트계 스테인리스강에 비해 염가이기는 하다. 그러나, 일반적으로 가공성이 뒤떨어져 있어, 예를 들면, 성형 가공을 행한 경우, 리징(ridging)이라고 불리는 표면 결함이 발생하기 쉬워, 딥 드로잉 가공 등의 강가공(severe forming)이 행해지는 용도에는 적합하지 않다. 또한, 페라이트계 스테인리스강은, 소성 변형비(r값)의 면내 이방성( $\Delta r$ )도 크고, 딥 드로잉 가공시에 불균일한 변형을 일으키기 쉽다는 문제도 있다. 이 때문에, 페라이트계 스테인리스 강판의 더 한층의 적용 확대를 위해서는, 딥 드로잉성의 지표인 r값의 향상, 소성 변형비의 면내 이방성( $\Delta r$ )의 저감, 나아가서는 내리징성의 개선이 요구되고 있다.

[0003] 이러한 요구에 대하여, 예를 들면, 특허문헌 1에는, C: 0.03~0.08%, Si: 0.4% 이하, Mn: 0.5% 이하, P: 0.03% 이하, S: 0.008 이하, Ni: 0.3% 이하, Cr: 15~20%, Al:  $N \times 2 \sim 0.2\%$  이하, N: 0.01% 이하를 함유하고, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물로 이루어지는 가공성이 우수한 페라이트계 스테인리스강이 개시되어 있다. 특허문헌 2에는, Cr: 11.0~20.0%, Si: 1.5% 이하, Mn: 1.5% 이하,  $C+N\%$ : 0.02~0.06%, Zr: 0.2~0.6% 이고, 또한  $Zr\% = 10(C\%N\%) \pm 0.15\%$ 의 범위 내의 Zr을 포함하고, 잔부가 실질적으로 Fe로 이루어지는 프레스 성형성이 우수한 내열 페라이트계 스테인리스강이 개시되어 있다. 또한, 특허문헌 3에는, mass%로, C: 0.02~0.06%, Si: 1.0% 이하, Mn: 1.0% 이하, P: 0.05% 이하, S: 0.01% 이하, Al: 0.005% 이하, Ti: 0.005% 이하, Cr: 11~30% 이하, Ni: 0.7% 이하를 포함하고, 또한 N을, C 함유량과의 관계에서,  $0.06 \leq (C+N) \leq 0.12$  및  $1 \leq N/C$ 를 만족하도록 함유하고, 추가로 V를, N 함유량과의 관계에서  $1.5 \times 10^{-3} \leq (V \times N) \leq 1.5 \times 10^{-2}$ 를 만족하도록 함유하고, 잔부 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 성형성이 우수한 페라이트계 스테인리스 강판이 개시되어 있다. 또한, 특허문헌 4에는, 중량%로, C: 0.02% 이하, Si: 1.0% 이하, Mn: 2.0% 이하, Cr: 11~35%, Ni: 0.5%, N: 0.03% 이하, V: 0.5~5.0%, 잔부, 철 및 부수 불순물(accompanying impurities)로 이루어지는, 내식성이 우수한 페라이트계 스테인리스강이 개시되어 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0004] (특허문헌 0001) 일본공개특허공보 소52-24913호
- (특허문헌 0002) 일본공개특허공보 소54-112319호
- (특허문헌 0003) 일본특허공보 제3584881호
- (특허문헌 0004) 일본공개특허공보 소59-193250호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0005] 그러나, 특허문헌 1에 기재된 기술에서는, 저(低)N을 전제로 하고 있기 때문에, 제강 공정에서의 비용 상승을 피할 수 없다는 문제가 있다.
- [0006] 또한, 특허문헌 2에 기재된 기술에서는, 다량의 Zr을 첨가하기 때문에, 강 중의 개재물(inclusions)량이 증가하고, 이에 기인한 표면 결함의 발생을 피할 수 없다는 문제가 있다.
- [0007] 또한, 특허문헌 3에 기재된 기술에서는, 성형성의 지표로서, 신장(elongation), r값의 향상과 내리징성의 개선을 목적으로 하고 있다. 그러나, 면내 이방성( $\Delta r$ )의 저감에 대한 배려는 전혀 되어 있지 않아, 성형 가공성에 문제를 남기고 있다.
- [0008] 또한, 특허문헌 4에 기재된 기술에서는, V 첨가에 의해 내식성, 특히 내응력 부식 균열성(resistance to stress corrosion cracking)이 현저하게 향상한다고 되어 있다. 그러나, 성형 가공성에 대한 배려는 전혀 되어 있지 않아, 성형 가공성에 문제를 남기고 있다.
- [0009] 이와 같이, 상기의 종래 기술에서는, 모두 엄격한 딥 드로잉 가공을 행했을 때에, 리징이 발생하여 연마 부하(polishing load)의 증대를 초래하거나, 불균일한 변형을 일으키기 쉽다는 문제점을 해결하기까지는 이르고 있지 않았다.
- [0010] 본 발명은, 이러한 사정을 감안하여, 딥 드로잉성과 내리징성을 만족하는 성형 가공성이 우수한 페라이트계 스테인리스 강관을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

- [0011] 본 발명자들은, 상기한 과제를 달성하기 위해, 여러 가지 검토를 거듭한 결과, V/B를 10 이상으로 하고, V, B의 함유량을 최적인 범위로 하여, 강 중의 탄화물이나 질화물 등의 석출물을 제어함으로써, 결정 입경을 미세화하여 딥 드로잉성의 개선을 실현할 수 있음과 함께 리징을 억제하여, 성형 가공성이 우수한 페라이트계 스테인리스 강관이 얻어지는 점, 또한 V/B를 20 이상으로 함으로써, 실조업에서 마무리 어닐링 온도가 변동한 경우에 있어서도 강관 표면의 예민화(sensitization)를 억제할 수 있는 것을 발견하여, 본 발명을 완성하기에 이르렀다. 본 발명의 요지는, 하기와 같다.
- [0012] (1) 질량%로, C: 0.010~0.070%, Si: 1.00% 이하, Mn: 1.00% 이하, P: 0.040% 이하, S: 0.010% 이하, Al: 0.150% 이하, Cr: 14.00~20.00%, Ni: 1.00% 이하, N: 0.010~0.060%를 함유하고, 추가로 V: 0.005~0.100%, B: 0.0001~0.0050%이고, 또한,  $V/B \geq 10$ 을 만족하여 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피 불순물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 페라이트계 스테인리스 강관.
- [0013] (2) Si: 0.05~0.28%, Mn: 0.05~0.92%인 것을 특징으로 하는 (1)에 기재된 페라이트계 스테인리스 강관.
- [0014] (3)  $V/B \geq 20$ 을 만족하여 함유하는 것을 특징으로 하는 (1) 또는 (2)에 기재된 페라이트계 스테인리스 강관.
- [0015] 또한, 본 발명에 있어서, 성형 가공성이 우수한 페라이트계 스테인리스 강관이란, 신장(E1) 30% 이상, r값 1.3 이상,  $\Delta r$  0.3 이하를 충족하는 페라이트계 스테인리스 강관을 말한다.

**발명의 효과**

[0016] 본 발명에 의하면, 딥 드로잉성과 내리징성을 만족하는 성형 가공성이 우수한 페라이트계 스테인리스 강관을 얻을 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0017] 도 1은 냉연 어닐링관의 기계적 성질과 V/B의 관계를 나타내는 그래프로서, 도 1(a)는 신장(E1)과 V/B와의 관계를 나타내는 그래프, 도 1(b)는 r값과 V/B와의 관계를 나타내는 그래프, 도 1(c)는  $\Delta r$ 과 V/B와의 관계를 나타내는 그래프, 도 1(d)는 리징 높이와 V/B와의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 2는 냉연 어닐링관의 예민화 특성을 확보하기 위한, V, B의 함유량의 관계를 나타내는 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0018] (발명을 실시하기 위한 형태)

[0019] 이하, 본 발명을 실시하기 위한 형태에 대해서, 상세하게 설명한다. 또한, 성분의 양을 나타내는 %는, 특별히 언급하지 않는 한 질량%를 의미한다.

[0020] 우선, 본 발명의 페라이트계 스테인리스 강관의 성분 한정 이유를 설명한다.

[0021] C: 0.010~0.070%

[0022] C는, 강 중에 고용(solid solution)하여 열간 압연 중의 오스테나이트상(相) 안정화에 기여함과 함께, Cr과 결합하여 Cr 탄화물, 혹은 Cr 탄질화물로서 결정립 내나 결정립계(crystal grain boundary) 등에 석출된다. 그러나, C가 0.010% 미만에서는, V(C, N), VC,  $V_4C_3$ 과 같은 탄질화물이나 탄화물의 미세 석출에 의한 결정립의 미세화 효과가 얻어지지 않는다. 또한, 열간 압연 중의 오스테나이트상 분율이 저하되고, 그 때문에 제품관인 냉연강관에 있어서 리징의 발생이 현저해져, 성형 가공성이 열화(deterioration)된다. 한편, C가 0.070%를 초과하면, Cr 탄화물량, 혹은 Cr 탄질화물량이 지나치게 증가하여, 강관이 경질화(increase in hardness)되어 성형 가공성이 저하되기 때문에, 발청(rust)의 기점이 되는 탈Cr층(Cr depletion layer)이나 조대한 석출물, 개재물이 증가한다. 따라서, C는 0.010%~0.070%로 한다. 보다 바람직하게는, 0.020~0.040%이다.

[0023] Si: 1.00% 이하

[0024] Si는, 강의 탈산제로서 유용한 원소이다. 이 효과를 얻기 위해서는, 0.05% 이상이 바람직하다. 그러나, 1.00%를 초과하면 연성이 저하되어 성형 가공성이 저하된다. 따라서, Si는 1.00% 이하로 한다. 보다 바람직하게는, 0.05~0.50% 이하이다. Si를 0.28% 이하로 하면 산세정성(pickling performance)이 양호해지기 때문에, 산세정성이 필요한 경우에는, 0.05%~0.28%로 한다.

[0025] Mn: 1.00% 이하

[0026] Mn은, 강 중에 존재하는 S와 결합하여, MnS를 형성하고, 내식성을 저하시킨다. 따라서, Mn은 1.00% 이하로 한다. 보다 바람직하게는, 0.80% 이하이다. 한편, 필요 이상으로 저Mn화하려면 정련 비용(refining cost)이 증대하는 점에서, 0.05% 이상이 바람직하다. 또한, 특히 높은 내식성이 요구되는 경우와 정련 비용과의 관점에서, 보다 바람직하게는, 0.05~0.60%이다. Mn을 0.92% 이하로 하면 산세정성이 양호해지기 때문에, 산세정성이 필요한 경우에는, 0.05%~0.92%로 한다.

[0027] P: 0.040% 이하

[0028] P는, 내식성에 유해한 원소이기 때문에 가능한 한 저감하는 것이 바람직하다. 또한, 0.040%를 초과하면 고용강화에 의해 가공성이 저하된다. 따라서, P는 0.040% 이하로 한다. 보다 바람직하게는, 0.030% 이하이다.

[0029] S: 0.010% 이하

[0030] S는, 강 중에서는 황화물을 형성한다. Mn을 함유하는 경우에는 Mn과 결합하여 MnS를 형성한다. MnS는 열간 압연 등에 의해 전신되고(elongated), 페라이트 입계(grain boundary) 등에 석출물(개재물)로서 존재한다. 이러한 황화물계 석출물(개재물)은 신장을 저하시키고, 특히 휜 가공(bend forming)시의 균열 발생에 크게 영향을 주기 때문에, S는 가능한 한 저감하는 것이 바람직하며, 0.010%까지는 허용할 수 있다. 또한, 바람직하게는

0.005% 이하이다.

- [0031] Cr: 14.00~20.00%
- [0032] Cr은 강을 고용 강화함과 함께, 내식성 향상에 기여하는 원소로서, 스테인리스 강관으로서 필수인 원소이다. 그러나, Cr이 14.00% 미만에서는, 스테인리스강으로서의 내식성이 불충분하다. 한편, Cr이 20.00%를 초과하면, 인성이 저하되는 것에 더하여, 강이 지나치게 경질화되어 신장도 현저하게 저하된다. 따라서, Cr은 14.00~20.00%로 한다. 또한, 내식성과 제조성의 관점에서, 바람직하게는 16.00~18.00%이다.
- [0033] Al: 0.150% 이하
- [0034] Al은, 강의 탈산제로서 유용한 원소이다. 이 효과를 얻기 위해서는, 0.001% 이상이 바람직하다. 그러나, 과잉한 첨가는 Al계 개재물의 증가에 의해, 표면 흠집(surface defect)을 초래하는 원인이 되기 때문에, 0.150% 이하로 한다. 보다 바람직하게는, 0.100% 이하이다. 또한 바람직하게는 0.010% 이하이다.
- [0035] Ni: 1.00% 이하
- [0036] Ni는, 극간 부식(crevice corrosion)을 저감시키는 효과를 갖는다. 이 효과를 얻기 위해서는, 0.05% 이상이 바람직하다. 그러나, 고가의 원소인 점에 더하여, 1.00%를 초과하여 함유해도, 그들의 효과는 포화되어, 오히려 열간 가공성(hot workability)을 저하시킨다. 따라서, Ni는 1.00% 이하로 한다. 보다 바람직하게는 0.05~0.40%이다.
- [0037] N: 0.010~0.060%
- [0038] N은, C와 동일하게, 강 중에 고용하여 열간 압연 중의 오스테나이트상의 안정화에 기여함과 함께, Cr과 결합하여 Cr 질화물, 혹은 Cr 탄질화물로서 결정립 내나 결정립계 등에 석출된다. 또한, 본 발명에 있어서 중요시되는 V와 결합하여 질화물이나 탄질화물을 형성하고, 최종적인 제품의 결정립을 미세화하여 r값의 향상에 기여한다. N이 0.010% 미만에서는, 열간 압연 중의 오스테나이트상 분율이 저하되고, 그 때문에 최종적인 제품인 냉연 강관에 있어서 리징의 발생이 현저해져, 성형 가공성이 열화된다. 한편, 0.060%를 초과하여 함유하면, Cr 질화물량, 혹은 Cr 탄질화물량이 지나치게 증가하여, 강관이 경질화되고 신장이 저하된다. 따라서, N은 0.010~0.060%로 한다. 보다 바람직하게는, 0.020~0.050%이다.
- [0039] V: 0.005~0.100%, B: 0.0001~0.0050%이고, 또한 V/B $\geq$ 10 이상
- [0040] V 및 B는, 본 발명에 있어서 매우 중요한 원소이다. V는, N과 결합하여, VN이나 V(C, N)와 같은 질화물이나 탄질화물을 형성하여, 열연 어닐링판의 결정립의 조대화를 억제하는 효과가 있다. 또한, B는 페라이트 입계에 농화(concentration)되어, 입계 이동(grain boundary migration)을 늦춤으로써, 입성장(grain growth)의 억제를 보조하는 효과가 있다. 이들 V와 B의 복합 효과에 의해, 열연 어닐링판의 결정립이 미세화된다. 그 결과, 냉연 어닐링 후의 {111} 재결정립(recrystallized grain)의 우선 핵생성 사이트(preferential nucleation sites of the recrystallized grains)인 입계의 면적이 증가하고, {111} 방위(orientation)의 재결정립이 증가함으로써, r값이 향상되는 것이라고 생각된다. 또한, V량과 B량의 비율은, 페라이트 결정 입경과 페라이트 입계 면적에 영향을 주는 것이라고 생각되는 점에서, r값 향상 효과를 최대한으로 인출하기 위해, 본 발명자들은 V와 B의 함유량의 최적화에 대해서 검토를 행했다.
- [0041] 성분 조성으로서, C: 0.04%, Si: 0.40%, Mn: 0.80%, P: 0.030%, S: 0.004%, Al: 0.002%, Cr: 16.20%, Ni: 0.10%, N: 0.060%를 함유하고, V량, B량을 변화시켜 첨가한 강을 용제(smelting)하고, 강 슬래브(slab)를 1170℃로 가열한 후, 마무리 온도가 830℃가 되는 열간 압연을 행하여, 열연판으로 했다. 이들 열연판에, 860℃ $\times$ 8hr의 열연판 어닐링을 행한 후, 산세정하고, 이어서 총압하율(total rolling reduction) 86%의 냉간 압연을 행하여 냉연판으로 했다. 이어서 이들 냉연판에, 대기 중에서 820℃ $\times$ 30sec의 마무리 어닐링을 행한 후 산세정하고, 판두께 0.7mm의 냉연 어닐링판으로 했다. 얻어진 냉연 어닐링에 대해서, 신장, r값,  $\Delta r$ , 리징 높이(ridging height)를 구했다. 도 1에, V/B와 냉연 어닐링판의 기계적 성질(신장, r값,  $\Delta r$ , 리징 높이)의 관계를 나타낸다. 도 1로부터, V량이 0.005% 이상, B량이 0.0001% 이상, 또한 V/B $\geq$ 10을 충족시킴으로써, E1, r값,  $\Delta r$ , 리징 높이 모두를 만족하는 것을 알 수 있었다.
- [0042] 본 발명에 있어서, V는 0.005~0.1%, B는 0.0001~0.0050%, 또한 V/B $\geq$ 10으로 한다. V 및 B를 각각 0.1%, 0.0050%를 초과하여 과잉으로 첨가하면, 어닐링 중의 결정립의 미세화 및 성장 억제, 성형 가공성의 개선의 효과가 포화될뿐만 아니라, 반대로 재질이 경화되고 연성이 저하되어, 성형 가공성이 열화된다. 또한, 높은 연성을 확보하는 점에서, 보다 바람직하게는, V는 0.005~0.03% 이하, B는 0.0001~0.0020%로 한다. 또한, V/B비

가 10 미만인 경우는, B가 N과 결합하여 질화물로서 석출됨으로써, B가 입계에 농화되어 입성장을 억제하는 효과가 적어지기 때문에, r값의 향상이 불충분해진다고 생각된다.

[0043] 실조업에 있어서는, 마무리 어닐링 온도는 반드시 일정하지 않아, 가열 시간이나 도달 온도의 변동을 피할 수 없다. C, N을 고정하는 Ti나 Nb 등의 안정화 원소를 첨가하지 않은 페라이트계 스테인리스 강판에서는, 고온으로 어닐링을 행하면, 냉각 도중에 예민화가 발생하고, 그 후의 산세정시에 입계가 침식됨(corroded)으로써 표면 품질이 열화되는 경우가 있다. 이 때문에, 넓은 온도 범위에서 예민화가 발생하지 않도록 하는 것은, 실조업에 있어서 안정된 품질을 얻는 데에 있어서 매우 중요해진다.

[0044] 그래서 본 발명자들은, 예민화 특성과 V/B와의 관계를 조사했다. 성분 조성으로서, C: 0.04%, Si: 0.40%, Mn: 0.80%, P: 0.030%, S: 0.004%, Al: 0.002%, Cr: 16.20%, Ni: 0.10%, N: 0.060%를 함유하고, V량, B량을 변화시켜 첨가한 강을 용제하고, 강 슬래브를 1170℃로 가열한 후, 마무리 온도가 830℃가 되는 열간 압연을 행하여 열연판으로 했다. 이들 열연판에, 860℃×8hr의 열연판 어닐링을 행한 후, 산세정하고, 이어서 총압하율 86%의 냉간 압연을 행하여 냉연판으로 했다. 이어서 이들 냉연판에, 대기 중에서 900℃×30sec의 마무리 어닐링을 행한 후 산세정하고, 판두께 0.7mm의 냉연 어닐링 산세정판으로 했다. 얻어진 냉연 어닐링 산세정판의 표면을, 주사형 전자 현미경(scanning electron microscope)을 이용하여, 500μm×500μm의 영역의 입계를 관찰하고, 입계 침식(intergranular corrosion)의 유무를 조사하여, 표면 품질을 평가했다. 얻어진 결과를 도 2에 나타낸다. 침식이 발생하고 있지 않을 때는 ○, 침식이 발생하고 있을 때는 ×로 했다.

[0045] 도 2로부터, V 및 B를, 첨가량이 V/B≥20을 충족하도록 첨가함으로써, 900℃에서의 어닐링에 의해서도 입계의 예민화를 억제하는 것이 가능해지는 것을 알 수 있다. 이는, V가 강 중의 C, N을 고정함으로써, 마무리 어닐링 온도가 900℃까지 고온이 된 경우에 있어서도, 마무리 어닐링 후의 냉각 중에 발생하는 결정 입계에서의 Cr 탄질화물의 석출을 억제한 것에 의한 것이라고 생각된다. 한편, V/B가 20 미만에서는, B가 N과 결합하여 질화물로서 석출됨으로써, V의 탄질화물의 석출량이 감소한 결과, Cr 탄질화물의 석출량이 증가하여 입계의 예민화가 진행된 것이라고 생각된다. 또한, 높은 연성을 확보하는 점에서, 보다 바람직하게는, V는 0.005~0.03% 이하, B는 0.0001~0.0020%로 한다.

[0046] 상기한 화학 성분 이외의 잔부는, Fe 및 불가피 불순물이다. 또한 불가피 불순물로서는, 예를 들면, Nb: 0.05% 이하, Ti: 0.05% 이하, Co: 0.5% 이하, W: 0.01% 이하, Zr: 0.01% 이하, Ta: 0.01% 이하, Mg: 0.0050% 이하, Ca: 0.0020% 이하 등을 허용할 수 있다.

[0047] 다음으로, 본 발명의 페라이트계 스테인리스강의 제조 방법에 대해서 설명한다. 상기한 조성의 용강(molten steel)을, 통상 공지의 전로(converter) 또는 전기로(electric furnace)에서 용제하고, 진공 탈가스(RH), VOD(Vacuum Oxygen Decarburization), AOD(Argon Oxygen Decarburization) 등으로 추가로 정련한 후, 바람직하게는 연속 주조법(continuous casting method)으로 주조하여, 압연 소재(슬래브 등)로 한다. 이어서, 압연 소재를, 가열하여 열간 압연함으로써, 열연판으로 한다. 열간 압연의 슬래브 가열 온도는, 1050℃~1250℃의 온도 범위로 하는 것이 바람직하고, 또한, 열간 압연의 마무리 온도는, 제조성의 관점에서 800~900℃로 하는 것이 바람직하다. 열연판은, 후공정에 있어서의 가공성을 개선하는 목적으로, 필요에 따라서, 열연판 어닐링을 행할 수 있다. 열연판 어닐링을 행하는 경우는, 700℃~900℃에서 2시간 이상의 상자 어닐링(box annealing, batch annealing)을 하거나, 900~1100℃의 온도 범위에서의 단시간의 연속 어닐링을 하는 것이 적합하다. 또한, 열연판은, 탈스케일 처리(descaling)를 행하여, 그대로 제품으로 하는 것도, 또한, 냉간 압연용 소재로 할 수도 있다. 냉간 압연용 소재의 열연판은, 냉연 압하율: 30% 이상의 냉간 압연이 행해져, 냉연판이 된다. 냉연 압하율은, 50~95%가 적합하다. 또한, 냉연판의 새로운 가공성의 부여를 위해, 600℃ 이상, 바람직하게는 700~900℃의 마무리 어닐링을 행할 수 있다. 또한, 냉연-어닐링을 2회 이상 반복하여 행해도 좋다. 또한, 광택성(glossiness)이 요구되는 경우에는, 스킨 패스 등을 행해도 좋다. 냉연판의 마무리 처리는, Japanese industrial Standard(JIS) G4305로 규정된 2D, 2B, BA 및 각종 연마가 가능하다.

[0048] 실시예 1

[0049] 표 1에 나타내는 조성의 용강을 전로 및 VOD에 의한 2차 정련으로 용제하고, 연속 주조법에 의해 슬래브로 했다. 이들 슬래브를 1170℃로 가열한 후, 마무리 온도가 830℃가 되는 열간 압연을 행하여 열연판으로 했다. 이들 열연판에, 860℃×8hr의 열연판 어닐링을 행한 후, 산세정하고, 이어서 총압하율 86%의 냉간 압연을 행하여 냉연판으로 했다. 이어서, 강 No. 1~18 및 강 No. 24~32의 냉연판에, 공기비(air ratio) 1.3으로 코크스로 가스(coke oven gas)를 연소시키고, 이 연소 분위기 중에서 820℃×30sec의 마무리 어닐링을 행했다. 그 후, 산세정하고, 판두께 0.7mm의 냉연 어닐링 산세정판으로 했다. 또한, 산세정은, 온도 80℃, 20질량% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

중에서 5A/dm<sup>2</sup>×10초의 전해를 3회 행한 후, 온도 60도의 5질량% 질산 중에서, 10A/dm<sup>2</sup>×5초의 전해 (electrolytic treatment)를 2회 행했다. 각 시료는, 산세정에 의해 산화 피막이 완전하게 제거되어 있었다.

표 1

강 No.	화합 성분 (질량%)													비고
	C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	Ni	N	V	B	V/B		
1	0.020	0.16	0.80	0.030	0.004	0.003	16.15	0.12	0.037	0.003	0.0009	3.3	비교예	
2	0.019	0.15	0.81	0.029	0.005	0.002	16.17	0.10	0.034	0.181	0.0010	181.0	비교예	
3	0.021	0.15	0.79	0.028	0.004	0.002	16.16	0.09	0.034	0.021	0.0059	3.6	비교예	
4	0.020	0.15	0.81	0.029	0.005	0.003	16.15	0.11	0.035	0.020	0.0008	25.0	비교예	
5	0.021	0.16	0.80	0.030	0.004	0.002	16.14	0.10	0.036	0.010	0.0008	12.5	발명예	
6	0.020	0.15	0.79	0.031	0.006	0.003	16.16	0.09	0.035	0.012	0.0007	17.1	발명예	
7	0.019	0.14	0.81	0.029	0.005	0.003	16.15	0.12	0.035	0.022	0.0010	22.0	발명예	
8	0.022	0.15	0.80	0.031	0.004	0.002	16.17	0.11	0.034	0.027	0.0007	38.6	발명예	
9	0.021	0.15	0.79	0.029	0.003	0.003	16.15	0.15	0.036	0.028	0.0004	70.0	발명예	
10	0.022	0.16	0.82	0.030	0.004	0.002	16.15	0.13	0.035	0.029	0.0003	96.7	발명예	
11	0.020	0.34	0.59	0.031	0.006	0.002	16.17	0.08	0.036	0.030	0.0002	150.0	발명예	
12	0.008	0.25	0.65	0.030	0.006	0.002	16.17	0.31	0.046	0.025	0.0009	27.8	비교예	
13	0.078	0.24	0.68	0.031	0.005	0.003	16.16	0.28	0.045	0.021	0.0008	26.3	비교예	
14	0.040	0.25	0.65	0.029	0.006	0.002	16.15	0.29	0.008	0.029	0.0009	32.2	비교예	
15	0.042	0.24	0.68	0.030	0.006	0.003	16.14	0.31	0.070	0.022	0.0010	22.0	비교예	
16	0.041	0.26	0.64	0.029	0.005	0.003	16.15	0.30	0.044	0.010	0.0065	1.5	비교예	
17	0.040	0.25	0.68	0.030	0.006	0.002	16.16	0.30	0.046	0.200	0.0015	133.3	비교예	
18	0.040	0.25	0.65	0.030	0.005	0.002	16.14	0.31	0.045	0.002	0.0011	1.8	비교예	
19	0.039	0.26	0.68	0.031	0.007	0.002	16.16	0.29	0.046	0.016	0.0013	12.3	발명예	
20	0.040	0.25	0.65	0.028	0.005	0.003	16.14	0.31	0.045	0.018	0.0010	18.0	발명예	
21	0.041	0.26	0.64	0.029	0.006	0.003	16.15	0.30	0.046	0.028	0.0012	23.3	발명예	
22	0.042	0.25	0.66	0.028	0.006	0.002	16.16	0.29	0.044	0.029	0.0005	58.0	발명예	
23	0.040	0.25	0.65	0.029	0.006	0.003	16.18	0.30	0.045	0.095	0.0005	190.0	발명예	
24	0.046	0.24	0.66	0.028	0.003	0.002	16.16	0.47	0.045	0.020	0.0014	14.3	발명예	
25	0.053	0.25	0.64	0.030	0.006	0.003	16.15	0.10	0.049	0.028	0.0006	46.7	발명예	
26	0.040	0.25	0.41	0.031	0.008	0.005	16.20	0.29	0.044	0.027	0.0016	16.9	발명예	
27	0.059	0.50	0.65	0.031	0.002	0.002	16.17	0.11	0.038	0.027	0.0001	270.0	발명예	
28	0.067	0.33	0.64	0.029	0.003	0.005	16.15	0.10	0.016	0.029	0.0003	96.7	발명예	
29	0.058	0.56	0.28	0.030	0.003	0.006	16.14	0.11	0.016	0.025	0.0001	250.0	발명예	
30	0.060	0.25	0.66	0.031	0.006	0.003	16.16	0.32	0.047	0.029	0.0004	72.5	발명예	
31	0.020	0.16	0.78	0.029	0.003	0.003	14.40	0.10	0.036	0.028	0.0003	93.3	발명예	
32	0.040	0.15	0.79	0.028	0.004	0.002	17.88	0.50	0.045	0.026	0.0005	52.0	발명예	
33	0.019	0.28	0.78	0.028	0.004	0.003	16.11	0.15	0.036	0.028	0.0008	35.0	발명예	
34	0.021	0.16	0.92	0.030	0.004	0.002	16.19	0.18	0.033	0.025	0.0006	41.7	발명예	
35	0.020	0.32	0.80	0.028	0.005	0.002	16.15	0.19	0.039	0.022	0.0007	31.4	발명예	
36	0.021	0.17	0.94	0.028	0.004	0.004	16.16	0.16	0.035	0.030	0.0008	37.5	발명예	

[0050]

[0051] 얻어진 냉연 어닐링 산세정판에 대해서, 신장, r값, Δr을 구하여, 성형 가공성을 평가했다. 또한, 리징 높이를 구하여, 내리징성을 평가했다.

[0052] 또한, 강 No. 19~23 및 33~36의 냉연판에 대해서는, 공기비 1.3으로 코크스로 가스를 연소시키고, 이 연소 분위기 중에서 900℃×30sec의 마무리 어닐링을 행한 후, 전술과 동일한 조건으로 산세정하고, 관두께 0.7mm의 냉연 어닐링 산세정판으로 했다. 각 시료는, 산세정에 의해 산화 피막이 완전하게 제거되어 있었다. 얻어진 냉연 어닐링 산세정판에 대해서, 성형 가공성과 내리징성의 평가를 행했다. 신장, r값, Δr, 리징 높이의 측정 방법은 다음과 같다.

[0053] (1) 신장

[0054] 냉연 어닐링 산세정판의 각 방향 [압연 방향(L 방향), 압연 직각 방향(C 방향) 및 압연 방향으로부터 45° 방향(D 방향)] 으로부터 JIS13호 B시험편을 채취했다. 이들 인장 시험편을 이용하여 인장 시험을 실시하고, 각 방향의 신장을 측정했다. 각 방향 신장값을 이용하여 차식(equation below)으로부터 신장의 평균값을 구했다. E1이 30% 이상을 합격으로 했다.

[0055]  $E1 = (E1L + 2 \times E1D + E1C) / 4$



[0056] 여기에서, E1L, E1D, E1C는, 각각 L 방향, D 방향, C 방향의 신장을 나타낸다.

[0057] (2) r값

[0058] 냉연 어닐링 산세정판의 각 방향 [압연 방향(L 방향), 압연 직각 방향(C 방향) 및 압연 방향으로부터 45° 방향(D 방향)] 으로부터 JIS13호 B시험편을 채취했다. 이들 시험편에, 15%의 단축 인장 예변형(prestrain of uniaxialstretching)을 부여했을 때의 폭 변형(width strain)과 관두께 변형(thickness strain)의 비로부터, 각 방향의 r값(랭크 포드값(Lankford Value))을 측정하고, 차식에 의해 r값, Δr을 구했다. r값이 1.3 이상, Δr이 0.3 이하를 합격으로 했다.

[0059]  $r = (rL + 2 \times rD + rC) / 4$

[0060]  $\Delta r = (rL - 2 \times rD + rC) / 2$

[0061] 여기에서, rL, rD, rC는, 각각 L 방향, D 방향, C 방향의 r값을 나타낸다.

[0062] (3) 리징 높이

[0063] 냉연 어닐링 산세정판의 압연 방향으로부터 JIS5호 인장 시험편을 채취했다. 이들 시험편의 편면을 #600으로 마무리 연마하고, 이들 시험편에 20%의 단축 인장의 예변형(prestrain of uniaxialstretching)을 부여한 후, 조도계(roughness gauge)를 이용하여, 시험편 중앙부의 표면의 파형 높이를 측정했다. 이 파형 높이(height of the waviness)는 리징의 발생에 의한 요철이다. 파형의 높이로부터, A: 5μm 이하, B: 5μm 초과~10μm 이하, C: 10μm 초과~20μm 이하, D: 20μm 초과 4단계로 내리징성을 평가했다. 파형의 높이가 낮을수록 성형 가공 후의 미관이 좋다. 파형의 높이가 5.0μm 이하인 A평가를 합격으로 했다.

[0064] 얻어진 결과를 표 2에 나타낸다.

표 2

강 No.	성형 가공성			내리징성		비고
	신장 (%)	r값	Δr	파형 높이(μm)	평가	
1	30.8	1.13	0.49	6.5	B	비교예
2	27.0	1.15	0.45	4.9	A	비교예
3	28.7	1.10	0.42	5.7	B	비교예
4	26.9	1.08	0.62	5.0	A	비교예
5	30.9	1.34	0.27	4.8	A	발명예
6	30.9	1.34	0.27	4.8	A	발명예
7	31.2	1.36	0.25	4.6	A	발명예
8	31.1	1.37	0.24	4.5	A	발명예
9	31.3	1.38	0.23	4.4	A	발명예
10	30.8	1.39	0.21	4.2	A	발명예
11	30.8	1.38	0.22	4.3	A	발명예
12	30.3	1.31	0.40	11.3	C	비교예
13	27.8	1.22	0.36	5.3	B	비교예
14	30.2	1.32	0.41	12.8	C	비교예
15	27.7	1.23	0.34	5.5	B	비교예
16	28.0	1.04	0.70	6.3	B	비교예
17	26.9	1.09	0.53	5.2	B	비교예
18	30.1	1.02	0.60	6.2	B	비교예
19	30.4	1.31	0.29	4.8	A	발명예
20	30.6	1.33	0.27	4.5	A	발명예
21	30.6	1.33	0.27	4.5	A	발명예
22	30.8	1.36	0.24	4.3	A	발명예
23	30.1	1.33	0.27	4.7	A	발명예
24	30.6	1.35	0.26	4.4	A	발명예
25	30.2	1.34	0.25	4.5	A	발명예
26	30.3	1.34	0.26	4.5	A	발명예
27	30.4	1.33	0.24	4.4	A	발명예
28	30.3	1.34	0.26	4.6	A	발명예
29	30.4	1.35	0.25	4.5	A	발명예
30	30.4	1.34	0.26	4.7	A	발명예
31	31.2	1.42	0.24	4.6	A	발명예
32	31.0	1.38	0.23	4.5	A	발명예
33	31.6	1.38	0.24	4.3	A	발명예
34	31.8	1.36	0.27	4.4	A	발명예
35	31.4	1.33	0.22	4.8	A	발명예
36	31.7	1.34	0.25	4.2	A	발명예

[0065]

- [0066] 어느 발명예도, 신장이 30% 이상, r값이 1.3 이상, Δr이 0.3 이하, 과형의 높이가 5.0μm 이하인 A평가이며, 양호한 성형 가공성과 내리징성을 갖고 있다. 이에 대하여, 비교예에서는, 신장, r값, Δr, 리징 높이 중 어느 것을 만족하지 않았다.
- [0067] 실시예 2
- [0068] 양호한 성형성과 내리징성을 갖고 있는 실시예 1의 발명예 No. 5~11 및 No. 19~36에 대해서, 실시예 1의 산세 정법보다 산세정력은 약하기는 하지만, 고생산성의 질염산(mixed acid of nitric acid and hydrochloric acid) 전해법(electrolytic method)에서의 산세정성을 평가했다. 실시예 1에서 제작한 강 No. 5~11 및 19~36의 판 두께 0.7mm 냉연판에, 약환원성 분위기(H<sub>2</sub>: 5vol%, N<sub>2</sub>: 95vol%, 노점(dew point) -40도)에서 820℃×30sec의 어닐링을 행하여, 냉연 어닐링판을 얻었다. 이 냉연 어닐링판을, 온도 50℃, 10질량% 질산 및 1.0질량% 염산으로 이루어지는 용액 중에서 전해를 행하고, 산화 피막 나머지(residual oxide film)의 유무를 육안으로 관찰하여 산세정성의 평가를 행했다.
- [0069] 10A/dm<sup>2</sup>×2초를 2회 행하는 전해에서 산화 피막이 완전하게 제거된 것을 ◎(우수함), 10A/dm<sup>2</sup>×2초를 2회 행하는 전해에서는 산화 피막을 완전하게는 제거할 수 없기는 했지만, 10A/dm<sup>2</sup>×4초의 전해를 2회 행하면 산화 피막이 완전하게 제거된 것을 ○(양호), 10A/dm<sup>2</sup>×4초의 전해를 2회 행해도 산화 피막을 완전하게는 제거할 수 없었던 것을 ×(불량)로 평가했다. ◎(우수함)과 ○(양호)가 합격이다.
- [0070] 결과를 표 3에 나타낸다.

표 3

강 No.	질염산 전해 산세정에서의 산세정성	비고
5	◎	발명예
6	◎	발명예
7	◎	발명예
8	◎	발명예
9	◎	발명예
10	◎	발명예
11	○	발명예
19	◎	발명예
20	◎	발명예
21	◎	발명예
22	◎	발명예
23	◎	발명예
24	◎	발명예
25	◎	발명예
26	◎	발명예
27	○	발명예
28	○	발명예
29	○	발명예
30	◎	발명예
31	◎	발명예
32	◎	발명예
33	◎	발명예
34	◎	발명예
35	○	발명예
36	○	발명예

- [0071]
- [0072] Si가 0.28% 이하 또한 Mn이 0.92% 이하의 강 No. 5~10, 19~26 및 30~34는, 양호한 성형 가공성과 내리징성에 더하여, 산세정성이 특히 우수하다. 일반적인 산세정법뿐만 아니라, 고생산성의 질염산 전해법에서도 생산이 가능하다.
- [0073] 실시예 3
- [0074] 실시예 1의 강 No. 19~23 및 33~36에 대해서, 마무리 어닐링 온도의 범위가 실조업에서 변동한 경우를 고려한 예민화 평가를 행했다.
- [0075] 예민화 평가 방법은, 실시예 1에서 제작한 판두께 0.7mm의 냉연판을, 900℃×30sec로 어닐링하고, 실시예 1과 동일 조건에서 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 전해 후에 질산 산세정했다. 냉연 어닐링 산세정판의 표면을 주사형 전자 현미경을 이용하여, 500μm×500μm의 영역의 입계를 관찰하여 입계 침식의 유무를 조사하여, 표면 품질을 평가했다. 입계에

침식이 발생하고 있지 않을 때는 예민화 없음, 침식이 발생하고 있을 때는 예민화 있음으로 평가했다. 결과를 표 4에 나타낸다.

표 4

강 No.	예민화 평가	비고
19	예민화 있음	발명예
20	예민화 있음	발명예
21	예민화 없음	발명예
22	예민화 없음	발명예
23	예민화 없음	발명예
33	예민화 없음	발명예
34	예민화 없음	발명예
35	예민화 없음	발명예
36	예민화 없음	발명예

[0076]

[0077]

표 4의 결과로부터, V/B가 20 이상의 강 No. 21~23 및 33~36은, 양호한 성형 가공성과 내리징성에 더하여, 입계 침식의 발생이 인정되지 않고, 내예민화 특성도 양호했다.

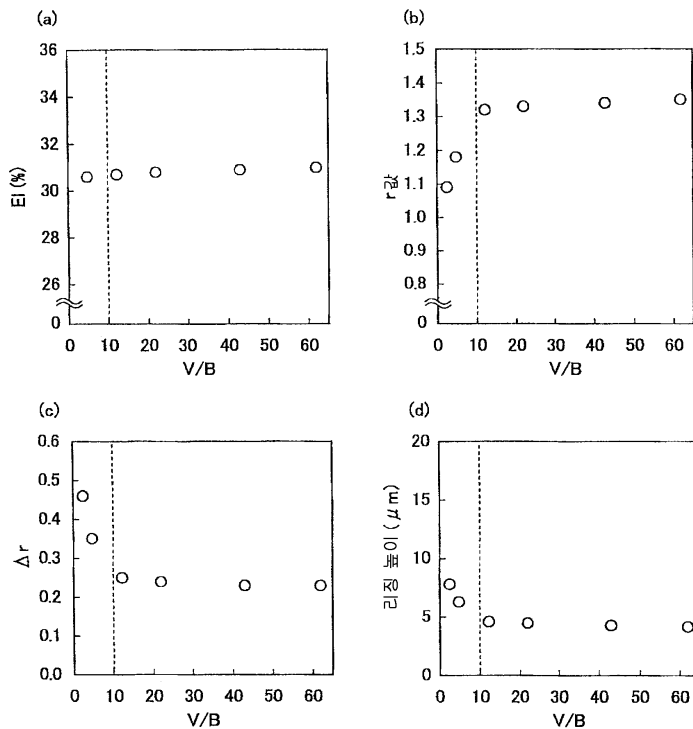
산업상 이용가능성

[0078]

본 발명에 의하면, 성분 조성, 특히 V, B 함유량을 적정화함으로써, 딥 드로잉성 및 내리징성을 만족하고, 성형 가공성이 우수한 페라이트계 스테인리스 강관을 제조할 수 있어, 산업상 각별한 효과를 나타낸다. 또한, V, B의 함유량을 최적 범위로 함으로써, 내예민화 특성이 향상되고, 성형 가공성에 더하여, 표면 품질도 우수한 페라이트계 스테인리스 강관을 안정적으로 생산하는 것이 가능해진다.

도면

도면1



도면2

