



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

(45) 공고일자 2021년06월18일  
(11) 등록번호 10-2267129  
(24) 등록일자 2021년06월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C22C 38/26 (2006.01) C21D 8/02 (2006.01)  
C22C 38/00 (2006.01) C22C 38/02 (2006.01)  
C22C 38/04 (2006.01) C22C 38/34 (2006.01)  
C22C 38/38 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
C22C 38/26 (2013.01)  
C21D 8/0226 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-7018664  
(22) 출원일자(국제) 2017년01월31일  
심사청구일자 2019년07월03일  
(85) 번역문제출일자 2018년06월29일  
(65) 공개번호 10-2018-0109865  
(43) 공개일자 2018년10월08일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2017/003379  
(87) 국제공개번호 WO 2017/135240  
국제공개일자 2017년08월10일

(30) 우선권주장  
JP-P-2016-017883 2016년02월02일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌  
JP2005325377 A\*  
Microstructural and Texture Development during Multi-Pass Hot Deformation of a Stabilized High-Chromium Ferritic Stainless Steel(ISIJ international Vol. 54(2014), No. 6, pp 1406 ~ 1415). 1부.\*

Effect of Nb precipitate coarsening on the high temperature strength in Nb containing ferritic stainless steels(Materials Science Engineering A 396(2005) 159 ~ 165). 1부\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
닛테츠 스테인레스 가부시카이가이샤  
일본국 1000005 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1쵸 메 8방 2고  
(72) 발명자  
야쿠시진 유타카  
일본국 1008366 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3쵸 메 4반 1고 닛신 세이코 가부시카이가이샤내  
히로나카 아키라  
일본국 1008366 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3쵸 메 4반 1고 닛신 세이코 가부시카이가이샤내  
이마카와 가즈나리  
일본국 1008366 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3쵸 메 4반 1고 닛신 세이코 가부시카이가이샤내  
(74) 대리인  
특허법인 아이퍼스

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 이상훈

(54) 발명의 명칭 **Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판 및 그 제조 방법과, Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판 및 그 제조 방법**

**(57) 요약**

본 발명의 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판은 C:0.030질량%이하, Si:2.00질량%이하, Mn:2.00질량%이하, P:0.050질량%이하, S:0.040질량%이하, Cr:10.00질량%~25.00질량%, N:0.030질량%이하, Nb:0.01질량%~0.80질량%를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피한 불순물로 이루어지는 조성을 갖는다. 이 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판에 있어서, Nb 탄질화물의 석출량은 0.2질량%이상이고, 또한 입경 0.1 $\mu$ m이하의 라베스상이 면적 10 $\mu$ m<sup>2</sup>당 10개 이하이다.

(52) CPC특허분류

*C21D 8/0236* (2013.01)

*C22C 38/001* (2013.01)

*C22C 38/02* (2013.01)

*C22C 38/04* (2013.01)

*C22C 38/34* (2013.01)

*C22C 38/38* (2013.01)

*C21D 2211/005* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

C:0.030질량%이하, Si:2.00질량%이하, Mn:2.00질량%이하, P:0.050질량%이하, S:0.040질량%이하, Cr:10.00질량%~25.00질량%, N:0.030질량%이하, Nb:0.01질량%~0.80질량%를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피한 불순물로 이루어지는 조성을 갖는 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판으로서,

U노치 시험편에서의 샤루피 충격시험에 의한 연성-취성 천이 온도(DBTT)가 20℃이하이고, Nb 탄질화물의 석출량이 0.2질량%이상이고, 또한 입경 0.1 $\mu\text{m}$ 이하의 라베스상이 면적 10 $\mu\text{m}^2$ 당 10개 이하이며,

상기 Nb 탄질화물의 석출량은, 10질량%의 아세틸아세톤+1질량%의 테트라메틸암모늄 클로라이드+89질량%의 메틸알코올의 혼합액을 이용하며, 포화 감홍 기준전극에 대해 -100mV~400mV의 SCE 전위에서 석출물의 잔사를 전해 추출한 후, 추출한 잔사를 0.2 $\mu\text{m}$ 의 마이크로포어 필터로 여과하고, 그 중량과 전체 용해 중량의 비로부터 산출한 것을 특징으로 하는 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

Ni:2.00질량%이하, Mo:2.50질량%이하, Cu:1.80질량%이하, Co:0.50질량%이하, Al:0.50질량%이하, W:1.80질량%이하, V:0.30질량%이하, Ti:0.50질량%이하, Zr:0.20질량%이하, B:0.0050질량%이하, 희토류 원소:0.100질량%이하, Ca:0.0050질량%이하의 1종 이상을 더 함유하는 조성을 갖는 것을 특징으로 하는 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

배기관 플랜지 부품의 제조에 이용되는 것을 특징으로 하는 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판.

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

제 1 항에 기재된 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판을 950℃~1150℃의 온도로 소둔한 후, 70%이상의 압하율에서 냉연하고 1000℃~1100℃의 온도로 소둔하는 것에 의해 제조되는 Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판으로서,

Nb 탄질화물의 석출량이 0.2질량%이상이고, 입경 0.1 $\mu\text{m}$ 이하의 라베스상이 면적 10 $\mu\text{m}^2$ 당 10개 이하이고, 또한 r 값이 1.2이상이며,

상기 Nb 탄질화물의 석출량은, 10질량%의 아세틸아세톤+1질량%의 테트라메틸암모늄 클로라이드+89질량%의 메틸알코올의 혼합액을 이용하며, 포화 감홍 기준전극에 대해 -100mV~400mV의 SCE 전위에서 석출물의 잔사를 전해 추출한 후, 추출한 잔사를 0.2 $\mu\text{m}$ 의 마이크로포어 필터로 여과하고, 그 중량과 전체 용해 중량의 비로부터 산출한 것을 특징으로 하는 Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

Ni:2.00질량%이하, Mo:2.50질량%이하, Cu:1.80질량%이하, Co:0.50질량%이하, Al:0.50질량%이하, W:1.80질량%이하, V:0.30질량%이하, Ti:0.50질량%이하, Zr:0.20질량%이하, B:0.0050질량%이하, 희토류 원소:0.100질량%이하, Ca:0.0050질량%이하의 1종 이상을 더 함유하는 조성을 갖는 것을 특징으로 하는 Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판.

**청구항 8**

제 6 항 또는 제 7 항에 있어서,

배기관 부품의 제조에 이용되는 것을 특징으로 하는 Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판.

**청구항 9**

제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판을 950℃~1150℃의 온도로 소둔한 후, 70%이상의 압하율에서 냉연하고 1000℃~1100℃의 온도로 소둔하는 것을 특징으로 하는 Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판의 제조 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판 및 그 제조 방법과, Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판 및 그 제조 방법에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 배기관 플랜지 부품 및 배기관 부품을 제조하기 위해 이용되는 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판 및 그 제조 방법과, Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 배기관 플랜지 부품 및 배기관 부품에는 내식성, 내열성 및 강도 등의 특성이 요구되기 때문에, 이러한 특성이 우수한 스테인리스 강판이 소재로서 이용되고 있다. 여기서, 배기관 부품은 내부를 배기가스가 유통 가능한 부품을 의미하며, 특히, 자동차에 있어서의 배기 매니폴드, 프런트 파이프, 센터 파이프, 촉매 컨버터 외부통 등의 부품을 의미한다. 또, 배기관 플랜지 부품은 배기관 부품의 단부에 용접 접합되고, 해당 배기관 부품과 다른 부품의 체결 기능을 담당하는 플랜지부를 구성하는 부품을 의미한다.

[0003] 종래, 스테인리스 강판으로서는 제조성이 양호한 오스테나이트계 스테인리스 강판이 일반적으로 이용되어 왔지만, 열팽창 계수 및 코스트의 면에서 유리한 페라이트계 스테인리스 강판으로의 전환이 진행되고 있다. 이러한 페라이트계 스테인리스 강판으로서는 Nb함유 페라이트계 스테인리스 강판을 들 수 있다.

[0004] 배기관 플랜지 부품은 열연 강판을 냉간 단조하는 것에 의해서 제조된다. 또, 배기관 플랜지 부품은 배기관 부품의 단부에 대응하는 구멍, 보틀 체결용의 구멍을 가지며, 절삭 가공도 실시되어 있는 것이 일반적이다. 그 때문에, 배기관 플랜지 부품의 제조에 이용되는 열연 강판에는 가공성이 요구된다.

[0005] 또, 배기관 부품은 일반적으로, 냉연 강판을 프레스 가공하거나, 냉연 강판을 파이프 가공한 후에 각종 가공을 실행하는 것에 의해서 제조된다. 그 때문에, 배기관 부품의 제조에 이용되는 냉연 강판에도 가공성이 요구된다. 특히, 근래의 배기관 부품(특히, 배기 매니폴드)의 소형화에 수반하여, 냉연 강판의 가공성의 가일층의 향상이 요망되고 있다. 냉연 강판의 가공성은 랭크포드값(이하, 「r값」이라 함)을 지표로서 나타낼 수 있으며, r값을 향상시키기 위해서는 냉연 압하율을 크게 하는 것이 유효하다.

[0006] 그러나, Nb함유 페라이트계 스테인리스 강판은 열연시에 라베스상(Fe<sub>3</sub>Nb를 주체로 하는 금속간 화합물)이 생성되어 인성 저하를 일으키기 쉽다. 또, 본래 페라이트계 스테인리스 강판은 475℃ 취화가 일어나기 쉽다. 그 때문에, 두꺼운 게이지(5mm~10mm)의 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판을 제조하고, 이것을 냉연하면, 깨짐이 발생하기 쉽고, 냉연 압하율을 크게 하는 것이 어렵다.

[0007] Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판의 인성을 향상시키는 방법으로서는 예를 들면, C 및 N의 함계량을 특정의 범위로 제어하는 것에 의해, 라베스상의 생성을 억제하는 방법이 특허문헌 1에 제안되어 있다.

[0008] 또, Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판의 가공성을 향상시키는 방법으로서는 예를 들면, 열연 마무리 개

시 온도, 종료 온도 및 열연판 소둔 온도 등을 제어하는 방법이 특허문헌 2에 제안되어 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0009] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 일본국 특허공개공보 평성10-237602호
- (특허문헌 0002) 특허문헌 2: 일본국 특허공개공보 제2002-30346호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0010] 그러나, 특허문헌 1의 방법은 판 두께가 4.5mm 정도의 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판을 대상으로 하고 있으며, 두꺼운 게이지의 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판에 대해서는 라베스상의 생성을 충분히 억제할 수 없다.
- [0011] 또, 특허문헌 2의 방법을 이용했다고 해도, Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판의 가공성이 충분히 확보되지 않는다는 문제가 있다.
- [0012] 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위해 이루어진 것이며, 인성 및 가공성이 우수한 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0013] 또, 본 발명은 가공성이 우수한 Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

- [0014] 본 발명자는 상기의 문제를 해결하기 위해 예의 연구를 계속한 결과, 특정의 조성을 갖는 스테인리스강 슬래브를 열연할 때에, 1100℃~1000℃의 온도에서 60초 이상 유지하는 동시에 마무리 열연 온도를 850℃이상으로 하고, 열연 후에 550℃이하의 권취 온도에서 권취하는 것에 의해서 Nb 탄질화물 및 라베스상의 양을 적정 범위로 제어할 수 있고, 그 결과로서 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판의 인성이 향상하는 것을 발견하고, 본 발명을 완성하기에 이르렀다.
- [0015] 또, 본 발명자들은 이 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판을 소둔한 후, 70%이상의 압하율로 냉연하고 소둔하는 것에 의해서 r값을 1.2이상으로 높일 수 있고, 그 결과로서 Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판의 가공성이 향상하는 것을 발견하고, 본 발명을 완성하기에 이르렀다.
- [0016] 즉, 본 발명은 C:0.030질량%이하, Si:2.00질량%이하, Mn:2.00질량%이하, P:0.050질량%이하, S:0.040질량%이하, Cr:10.00질량%~25.00질량%, N:0.030질량%이하, Nb:0.01질량%~0.80질량%를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피한 불순물로 이루어지는 조성을 갖는 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판으로서, Nb 탄질화물의 석출량이 0.2 질량%이상이고, 또한 입경 0.1 $\mu$ m이하의 라베스상이 면적 10 $\mu$ m<sup>2</sup>당 10개 이하인 것을 특징으로 하는 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판이다.
- [0017] 또, 본 발명은 C:0.030질량%이하, Si:2.00질량%이하, Mn:2.00질량%이하, P:0.050질량%이하, S:0.040질량%이하, Cr:10.00질량%~25.00질량%, N:0.030질량%이하, Nb:0.01질량%~0.80질량%를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피한 불순물로 이루어지는 조성을 갖는 스테인리스강 슬래브를 열연할 때에, 1000℃~1100℃의 온도에서 60초 이상 유지하는 동시에 마무리 열연 온도를 850℃이상으로 하고, 열연 후에 550℃이하의 권취 온도에서 권취하는 것을 특징으로 하는 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판의 제조 방법이다.
- [0018] 또, 본 발명은 C:0.030질량%이하, Si:2.00질량%이하, Mn:2.00질량%이하, P:0.050질량%이하, S:0.040질량%이하, Cr:10.00질량%~25.00질량%, N:0.030질량%이하, Nb:0.01질량%~0.80질량%를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피한 불순물로 이루어지는 조성을 갖는 Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판으로서, Nb 탄질화물의 석출량이 0.2 질량%이상이고, 입경 0.1 $\mu$ m이하의 라베스상이 면적 10 $\mu$ m<sup>2</sup>당 10개 이하이고, 또한 r값이 1.2이상인 것을 특징으로 하는 Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판이다.

[0019] 또한, 본 발명은 상기의 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강관을 소둔한 후, 70%이상의 압하율에서 냉연하고 소둔하는 것을 특징으로 하는 Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강관의 제조 방법이다.

**발명의 효과**

[0020] 본 발명에 따르면, 인성 및 가공성이 우수한 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강관 및 그 제조 방법을 제공할 수 있다.

[0021] 또, 본 발명에 따르면, 가공성이 우수한 Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강관 및 그 제조 방법을 제공할 수 있다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0022] <Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강관>

[0023] 본 발명의 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강관(이하, 「열연 강관」으로 생략하기도 함)은 C, Si, Mn, P, S, Cr, N, Nb를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피한 불순물로 이루어지는 조성을 갖는다. 또, 본 발명의 열연 강관은 Ni, Mo, Cu, Co, Al, W, V, Ti, Zr, B, 희토류 원소, Ca의 1종 이상을 더 함유하는 조성을 갖고 있어도 좋다.

[0024] 이하, 본 발명의 열연 강관에 대해 상세하게 설명한다.

[0025] <C:0.030질량%이하>

[0026] C는 강을 경질화시키고, 열연 강관의 인성을 저하시키는 요인으로 된다. 그 때문에, C의 함유량은 0.030질량%이하로 제한된다. 단, C의 함유량을 극도로 저하시킬 필요는 없으며, 일반적으로 0.001질량%~0.030질량%, 바람직하게는 0.003질량%~0.025질량%, 더욱 바람직하게는 0.005질량%~0.020질량%의 C함유량으로 하면 좋다.

[0027] <Si:2.00질량%이하, Mn:2.00질량%이하>

[0028] Si 및 Mn은 탈산제로서 유효한 것 이외에, 내고온 산화성을 향상시키는 작용을 갖는다. 특히, 내고온 산화성을 중시하는 경우에는 Si에 대해서는 0.05질량%이상, Mn에 대해서도 0.05질량%이상의 함유량을 확보하는 것이 효과적이다. 단, 이들 원소를 다량으로 함유시키면 강의 취화를 초래하는 요인으로 된다. 각종 검토의 결과, Si 및 Mn 모두 2.00질량%이하의 함유량으로 제한된다. Si 및 Mn의 함유량은 모두 1.00질량%이하, 또는 0.50질량%이하로 관리해도 좋다. 또, Si 및 Mn의 함유량의 하한은 특히 한정되지 않지만, 일반적으로 0.05질량%, 바람직하게는 0.1질량%, 더욱 바람직하게는 0.15질량%이다.

[0029] <P:0.050질량%이하, S:0.040질량%이하>

[0030] P 및 S는 다량으로 함유하면 내식성 저하 등의 요인으로 될 수 있다. 그 때문에, P의 함유량은 0.050질량%이하, S의 함유량은 0.040질량%이하로 제한된다. 통상, P의 함유량은 0.010질량%~0.050질량%, S의 함유량은 0.0005질량%~0.040질량%의 범위로 하면 좋다. 또, P의 바람직한 함유량은 0.020질량%~0.040질량%, S의 바람직한 함유량은 0.001질량%~0.010질량%이다. 특히, 내식성을 중시하는 경우에는 S의 함유량을 0.005질량%이하로 제한하는 것이 효과적이다.

[0031] <Cr:10.00질량%~25.00질량%>

[0032] Cr은 스테인리스강으로서의 내식성을 확보하기 위해 중요한 원소인 동시에, 내고온 산화성의 향상에도 유효하다. 이들 작용을 발휘시키기 위해서는 10.00질량%이상의 Cr함유량이 필요하게 된다. Cr의 함유량은 바람직하게는 13.50질량%이상, 더욱 바람직하게는 17.00질량%이상으로 하는 것이, 상기의 작용을 발휘시키는 점에서 효과적이다. 한편, 다량으로 Cr을 함유시키면, 강의 경질화 및 인성 저하에 의해서 두꺼운 게이지 열연 강관의 제조성이 곤란하게 된다. 각종 검토의 결과, Cr의 함유량은 25.00질량%이하, 바람직하게는 22.00질량%이하, 더욱 바람직하게는 20.00질량%이하로 제한된다.

[0033] <N:0.030질량%이하>

[0034] N은 인성을 저하시키는 요인으로 된다. 그 때문에, N의 함유량은 0.030질량%이하로 제한된다. 단, N의 함유량을 극도로 저하시킬 필요는 없으며, 일반적으로 0.001질량%~0.030질량%, 바람직하게는 0.005질량%~0.025질량%의 N함유량으로 하면 좋다.

- [0035] <Nb:0.01질량%~0.80질량%>
- [0036] Nb는 C 및 N을 고정시키는 것에 의해서 Cr 탄질화물(탄화물·질화물)의 입계 편석을 억제하고, 강의 내식성 및 내고온 산화성을 높게 유지함에 있어서 극히 유효한 원소이다. 그 때문에, Nb의 함유량은 0.01질량%이상으로 할 필요가 있다. Nb의 함유량은 0.05질량%이상인 것이 효과적이며, 0.20질량%이상으로 하는 것이 더욱 효과적이다. 단, Nb의 함유량이 너무 높으면, 열연 강판의 인성 저하를 조장하므로 바람직하지 않다. 각종 검토의 결과, Nb의 함유량은 0.80질량%이하, 바람직하게는 0.60질량%이하로 제한된다.
- [0037] <Ni:2.00질량%이하>
- [0038] Ni는 부식의 진행을 억제하는 작용이 있으며, 필요에 따라 첨가할 수 있다. 그 경우, 0.01질량%이상의 Ni함유량을 확보하는 것이 효과적이다. 단, 다량의 Ni를 함유시키면 가공성에 악영향을 미칠 수 있으므로, Ni를 첨가하는 경우에는 2.00질량%이하, 바람직하게는 1.00질량%이하의 범위에서 실행할 필요가 있다.
- [0039] <Mo:2.50질량%이하>
- [0040] Mo는 내식성의 향상에 유효한 원소이며, 필요에 따라 첨가할 수 있다. 그 경우, 0.02질량%이상의 Mo함유량을 확보하는 것이 효과적이며, 0.50질량%이상으로 하는 것이 더욱 효과적이다. 단, 다량의 Mo를 함유시키면 인성에 악영향을 미치므로, Mo를 첨가하는 경우에는 2.50질량%이하, 바람직하게는 1.50질량%이하의 범위에서 실행할 필요가 있다.
- [0041] <Cu:1.80질량%이하>
- [0042] Cu는 저온 인성의 향상에 유효한 동시에, 고온 강도의 향상에도 유효한 원소이다. 그 때문에, 필요에 따라 Cu를 첨가할 수 있다. 그 경우, 0.02질량%이상의 Cu함유량을 확보하는 것이 효과적이다. 단, 다량으로 Cu를 첨가하면 가공성이 오히려 저하하게 된다. Cu를 첨가하는 경우에는 1.80질량%이하, 바람직하게는 0.80질량%이하의 범위에서 실행할 필요가 있다.
- [0043] <Co:0.50질량%이하>
- [0044] Co는 저온 인성에 기여하는 원소이며, 필요에 따라 첨가할 수 있다. 그 경우, 0.010질량%이상의 Co함유량을 확보하는 것이 효과적이다. 단, Co의 과잉 첨가는 연성 저하의 요인으로 되므로, Co를 첨가하는 경우에는 0.50질량%이하의 범위에서 실행할 필요가 있다.
- [0045] <Al:0.50질량%이하>
- [0046] Al은 탈산제로서 유효한 원소이며, 필요에 따라 첨가할 수 있다. 그 경우, 0.005질량%이상의 Al함유량으로 하는 것이 효과적이다. 단, 다량의 Al을 함유시키면 인성 저하의 요인으로 된다. 그 때문에, Al을 함유시키는 경우, Al함유량은 0.50질량%이하, 바람직하게는 0.20질량%이하로 제한된다.
- [0047] <W:1.80질량%이하, V:0.30질량%이하>
- [0048] W 및 V는 고온 강도의 향상에 유효한 원소이며, 필요에 따라 이들한 1종 이상을 첨가할 수 있다. 그 경우, W에 대해서는 0.10질량%이상, V에 대해서도 0.10질량%이상의 함유량을 확보하는 것이 효과적이다. 단, 이들 원소를 다량으로 첨가하면 강이 경질로 되고, 냉연시에 깨짐을 초래하는 요인으로 된다. W를 첨가하는 경우에는 1.80질량%이하, 바람직하게는 0.50질량%이하의 범위에서 실행할 필요가 있다. V를 첨가하는 경우에는 0.30질량%이하, 바람직하게는 0.15질량%이하의 범위에서 실행할 필요가 있다.
- [0049] <Ti:0.50질량%이하, Zr:0.20질량%이하>
- [0050] Ti 및 Zr은 C 및 N을 고정시키는 작용이 있으며, 강의 내식성 및 내고온 산화성을 높게 유지함에 있어서 유효한 원소이다. 그 때문에, 필요에 따라 Ti, Zr의 1종 이상을 첨가할 수 있다. 그 경우, Ti에 대해서는 0.01질량%이상, Zr에 대해서는 0.02질량%이상의 함유량을 확보하는 것이 효과적이다. 단, 과잉의 Ti를 함유시키면 열연 코일의 인성 저하를 조장하므로, Ti를 첨가하는 경우에는 0.50질량%이하의 범위에서 실행할 필요가 있다. 또, 다량의 Zr을 함유시키면 가공성을 저해하는 요인으로 되므로, Zr을 첨가하는 경우에는 0.20질량%이하의 범위에서 실행할 필요가 있다.
- [0051] <B:0.0050질량%이하>
- [0052] B는 소량의 첨가에 의해서 내식성 및 가공성을 개선하는 원소이며, 필요에 따라 이들 1종 이상을 첨가할 수 있

다. 그 경우, 0.0001질량%이상의 B함유량을 확보하는 것이 효과적이다. 단, 과잉의 B를 함유시키면 열간 가공성에 악영향을 미치므로, B를 첨가하는 경우에는 0.0050질량%이하의 범위에서 실행할 필요가 있다.

[0053]

<희토류 원소:0.100질량%이하, Ca:0.0050질량%이하>

[0054]

희토류 원소 및 Ca는 내고온 산화성의 향상에 유효한 원소이며, 필요에 따라 이들 1종 이상을 첨가할 수 있다. 그 경우, 희토류 원소는 0.001질량%이상, Ca는 0.0005질량%이상의 함유량을 확보하는 것이 효과적이다. 단, 이들 원소를 다량으로 첨가하면 인성이 저하하므로, 희토류 원소를 첨가하는 경우에는 0.100질량%이하, Ca를 첨가하는 경우에는 0.0050질량%이하의 함유량의 범위에서 실행할 필요가 있다.

[0055]

<잔부:Fe 및 불가피한 불순물>

[0056]

상기 이외의 성분인 잔부는 Fe 및 불가피한 불순물로 이루어진다. 여기서, 불가피한 불순물은 제조 공정 중에 재료 중으로의 혼입을 피할 수 없는 불순물 원소의 것을 의미한다. 불가피한 불순물로서는 특히 한정되지 않는다.

[0057]

<Nb 탄질화물의 석출량이 0.2질량%이상, 입경 0.1 $\mu$ m이하의 라베스상이 면적 10 $\mu$ m<sup>2</sup>당 10개 이하>

[0058]

Nb 탄질화물(탄화물·질화물) 및 라베스상은 열연 처리에 의해서 생성되는 석출물이다. C 및 N이 강 중에 고용된 상태에서 존재하면, 열연 강관의 인성이 저하하기 때문에, C 및 N은 Nb 탄질화물로서 석출시키는 것이 유효하다. 또, Nb 탄질화물을 석출시키는 것에 의해, 강 중에 고용되어 있는 Nb가 저감되고, 열연 강관의 인성을 저하시키는 라베스상의 석출량을 저감시킬 수 있다. 강 중에 고용되는 C 및 N을 저감하여 열연 강관의 인성을 향상시키기 위해서는 Nb 탄질화물의 석출량을 0.2질량%이상으로 할 필요가 있다. 또, 입경 0.1 $\mu$ m이하의 라베스상을 면적 10 $\mu$ m<sup>2</sup>당 10개 이하로 할 필요가 있다.

[0059]

여기서, Nb 탄질화물의 석출량(질량%)은 10질량%의 아세틸아세톤+1질량%의 테트라메틸암모늄 클로라이드+89질량%의 메틸 알코올의 혼합액을 이용하며, 포화 감홍 기준전극에 대해 -100mV~400mV의 SCE 전위에서 석출물의 잔사를 전해 추출한 후, 추출한 잔사를 0.2 $\mu$ m의 마이크로포어 필터로 여과하고, 그 중량과 전체 용해 중량의 비로부터 산출하였다.

[0060]

또, 라베스상에 대해서는 주사형 전자 현미경(SEM)을 이용하여 표면의 사진을 촬영하고, 라베스상의 사이즈를 측정하는 동시에, 면적 10 $\mu$ m<sup>2</sup>당 입경 0.1 $\mu$ m이하의 라베스상의 개수를 계측하였다. 라베스상의 개수는 적어도 5개의 포인트에서 계측하고, 그 평균값을 취하였다.

[0061]

<두께>

[0062]

본 발명의 열연 강관의 두께는 용도에 따라 적절히 설정하면 좋으며 특히 한정되지 않는다. 예를 들면, 본 발명의 열연 강관을 자동차의 배기관 플랜지 부품의 제조에 이용하는 경우, 열연 강관의 두께는 일반적으로 5.0mm~11.0mm, 바람직하게는 5.5mm~9.0mm이다. 또, 본 발명의 열연 강관을 자동차의 배기관 부품의 제조에 이용하는 경우, Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강관(이하, 「냉연 강관」으로 생략하기도 함)의 가공성의 지표인 r값을 향상시키기 위해, 본 발명의 열연 강관을 냉연할 때에 압하율을 크게 할 필요가 있다. 따라서, 자동차의 배기관 부품을 제조하기 위해 이용되는 냉연 강관의 두께 및 냉연 압하율을 고려하면, 열연 강관의 두께는 통상, 4.5mm초과 10.00mm이하이다. 또, 열연 강관의 두께는 바람직하게는 5.0mm~9.0mm, 더욱 바람직하게는 5.5mm~8.0mm이다.

[0063]

<Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강관의 제조 방법>

[0064]

상기와 같은 특징을 갖는 본 발명의 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강관은 상기의 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강관과 동일한 조성을 갖는 스테인리스강 슬래브를 열연할 때에, 1000℃~1100℃의 온도에서 60초 이상 유지하는 동시에 마무리 열연 온도를 850℃이상으로 하고, 열연 후에 550℃이하의 권취 온도에서 권취하는 것에 의해서 제조할 수 있다.

[0065]

열연에 앞서, 통상, 스테인리스강 슬래브는 가열된다. 스테인리스강 슬래브의 가열 온도는 특히 한정되지 않지만, 바람직하게는 1200℃~1300℃이다. 스테인리스강 슬래브의 가열 온도가 1200℃미만이면, 열연에 의한 왜곡이 과도하게 도입되고, 그 후의 조직 제어가 곤란하게 되는 것 이외에, 표면 손상이 문제가 되는 경우가 있다. 한편, 스테인리스강 슬래브의 가열 온도가 1300℃를 넘으면, 조직이 조립화되어 버려, 원하는 특성을 갖는 열연 강관이 얻어지지 않는 경우가 있다.

- [0066] 상기와 같이 해서 스테인리스강 슬래브를 가열한 후, 열연이 실행된다. 열연은 통상, 복수 패스의 거친 열연 및 복수 패스의 마무리 열연을 포함한다. 열연시, Nb 탄질화물의 석출을 효율적으로 촉진하면서 라베스상의 석출을 저감하기 위해, 1000℃~1100℃의 온도에서 60초 이상 유지하는 동시에, 마무리 열연 온도를 850℃이상으로 할 필요가 있다. 여기서, 유지 온도를 1000℃~1100℃로 하는 이유는 Nb 탄질화물의 석출 온도가 1100℃이하이고, 특히 해당 유지 온도로 하는 것에 의해서 Nb 탄질화물의 석출을 효율적으로 촉진시킬 수 있기 때문이다. 유지 시간 및 유지 시간이 상기 범위 밖이면, Nb 탄질화물이 충분히 석출되지 않는다. 또, 마무리 열연 온도가 850℃ 미만이면, 라베스상의 석출 온도가 800℃ 부근이기 때문에, 라베스상의 석출을 충분히 저감시킬 수 없다.
- [0067] 1000℃~1100℃의 온도에서 60초 이상 유지하는 방법으로는 특히 한정되지 않으며, 통관 속도를 저하시키거나, 마무리 압연 전에 딜레이를 도입하면 좋다.
- [0068] 또, 1000℃~1100℃의 온도에서 60초 이상 유지하는 타이밍은 열연 공정의 동안이면 특히 한정되지 않지만, 거친 열연의 종기부터 마무리 열연의 초기에 걸쳐 실행하는 것이 바람직하다.
- [0069] 마무리 열연 시간은 특히 한정되지 않으며, 해당 기술 분야에 있어서 공지의 열연 방법에 준하여 설정할 수 있다. 일반적으로, 마무리 열연 시간은 열연 공정의 토탈 시간과의 밸런스를 고려하여 결정되지만, 마무리 열연 시간이 길수록 Nb 탄질화물의 석출량이 증대한다.
- [0070] 열연 후, 550℃이하의 권취 온도에서 권취하여 코일로 한다. 권취 온도가 550℃를 넘으면, 라베스상이 석출되며, 인성이 저하해 버리는 경우가 있다.
- [0071] 또, 상기와 같이 해서 얻어진 열연 강관은 열연 공정에 있어서 Nb 탄질화물의 석출량을 충분히 증대시키고 있기 때문에, 라베스상의 석출 온도(800℃ 부근)로 되어도 라베스상이 석출하기 어렵다. 그 때문에, 열연 강관을 권취하기 전에 수냉 등에 의해서 급랭하고, 라베스상의 석출 온도의 통과 시간을 짧게 하는 방법을 이용할 필요성은 적다.
- [0072] <Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강관 및 그 제조 방법>
- [0073] 본 발명의 냉연 강관은 상기의 열연 강관의 특징에 부가하여, r값이 1.2이상이라는 특징을 갖는다. 그 때문에, 본 발명의 냉연 강관은 가공성이 우수하며, 각종 가공을 실행하는 것에 의해, 배기 매니폴드, 프런트 파이프, 센터 파이프, 촉매 컨버터 외부통 등의 자동차의 배기관 부품을 제조할 수 있다.
- [0074] 상기와 같은 특징을 갖는 본 발명의 냉연 강관은 상기의 열연 강관을 소둔한 후, 70%이상의 압하율에서 냉연하고 소둔하는 것에 의해서 제조할 수 있다.
- [0075] 냉연에 앞서, 열연 강관의 소둔이 실행된다. 소둔은 재결정 조직이 얻어지는 온도에서 실행된다. 소둔 온도는 열연 강관의 조성에 따라 적절히 설정하면 좋으며 특히 한정되지 않지만, 통상 950℃~1150℃이다. 소둔 온도가 950℃미만이면, 재결정 조직이 얻어지지 않는 경우가 있다. 한편, 소둔 온도가 1150℃를 넘으면, 결정립이 조대화되는 경우가 있다.
- [0076] 냉연은 냉연 강관의 r값을 1.2이상으로 높이기 위해, 70%이상의 압하율에서 실행된다. 압하율이 70%미만이면, 냉연 강관의 r값이 1.2미만으로 된다.
- [0077] 냉연 후, 냉연 강관의 소둔이 실행된다. 소둔은 재결정 조직이 얻어지는 온도에서 실행된다. 소둔 온도는 냉연 강관의 조성에 따라 적절히 설정하면 좋고, 특히 한정되지 않지만, 통상 1000℃~1100℃이다. 소둔 온도가 1000℃미만이면, 재결정 조직이 얻어지지 않는 경우가 있다. 소둔 온도가 1100℃를 넘으면, 결정립이 조대화되고, 가공시에 거친 표면이 생겨 깨짐의 원인으로 되는 경우가 있다.
- [0078] [실시예]
- [0079] 이하, 실시예에 의해서 본 발명을 또한 설명하겠지만, 본 발명은 이들 실시예에 의해서 한정되는 것은 아니다.
- [0080] 표 1에 나타내는 성분 조성의 강을 용제하여 스테인리스강 슬래브로 하고, 표 1에 나타내는 조건으로 열압하는 것에 의해서 소정의 두께를 갖는 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강관을 얻었다.

[0081] [표 1]

No.	화학조성(질량%)											열연조건				구분		
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cu	Or	Mo	N	Nb	Ti	Al	슬래브 가열온도 (°C)	유지 시간 (초)		다부리 열연온도 (°C)	권취 온도 (°C)
1	0.012	0.24	0.27	0.027	0.002	---	---	18.4	1.24	0.02	0.39	---	0.02	1205	61	860	440	5.0
2	0.010	0.78	0.30	0.025	0.006	0.12	---	14.2	0.04	0.01	0.43	---	0.01	1253	63	870	400	6.0
3	0.013	0.41	0.31	0.029	0.003	---	---	19.8	---	0.01	0.41	---	---	1240	64	862	540	5.0
4	0.015	0.54	0.28	0.028	0.004	0.32	---	22.5	---	0.01	0.52	---	---	1234	70	856	500	5.1
5	0.014	0.56	0.21	0.030	0.001	---	---	18.5	0.05	0.01	0.42	---	---	1221	63	900	490	5.6
6	0.014	0.56	0.21	0.030	0.001	---	---	18.5	0.05	0.01	0.42	---	---	1213	61	897	480	4.3
7	0.019	0.79	0.43	0.290	0.003	0.24	0.49	18.9	0.06	0.01	0.46	---	---	1225	62	887	485	5.2
8	0.007	0.09	0.25	0.330	0.001	0.11	---	16.5	0.01	0.01	0.25	0.19	0.03	1201	71	901	450	6.1
9	0.007	0.54	0.26	0.020	0.005	---	---	18.2	0.54	0.02	0.42	---	---	1260	49	960	530	5.0
10	0.023	0.38	0.34	0.034	0.007	---	0.21	18	0.06	0.01	0.42	---	0.03	1243	40	860	460	5.0
11	0.016	0.57	0.37	0.032	0.005	---	---	13.9	---	0.01	0.44	---	0.04	1246	51	855	480	5.0
12	0.015	0.28	0.32	0.027	0.004	0.11	---	18.6	0.04	0.01	0.38	0.11	0.03	1231	49	865	500	5.0

(비고)  
 \*1) 1000°C~1100°C에서의 온도에서의 유지시간이다.  
 또한, 상기에서 나타낸 화학조성 이외의 성분은 Fe 및 불가피한 불순물이다. 또, 밑줄은 본 발명의 조건의 범위 외인 것을 나타낸다.

[0082]

[0083]

다음에, 얻어진 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판으로부터 시험편을 채취하고, Nb 탄질화물의 석출량, 라베스상의 사이즈, 면적 10 $\mu\text{m}^2$ 당 입경 0.1 $\mu\text{m}$ 이하의 라베스상의 양 및 인성에 대해 평가를 실행하였다.

[0084]

Nb 탄질화물의 석출량과, 라베스상의 사이즈 및 개수는 상기한 방법에 의해서 측정하였다. 또한, Nb 탄질화물의 석출량의 측정에 있어서 SCE 전위는 400mV로 하였다. 또, 인성은 U노치 시험편에서의 샤르피 충격시험에 의해서 평가를 실행하였다. 인성의 합격 여부는 연성-취성 천이 온도(DBTT)가 20°C이하에서 인성이 있음(○)으로 평가하였다.

[0085]

상기의 각 평가의 결과를 표 2에 나타낸다.

[0086] [표 2]

No.	Nb 탄질화물의 석출량 (질량%)	라베스상의 사이즈 (μm)	라베스상의 개수*1 (개)	인성	구분
1	0.21	0.08	9	O	발명예
2	0.22	0.09	7	O	
3	0.22	0.08	6	O	
4	0.26	0.06	4	O	
5	0.21	0.05	7	O	
6	0.21	0.05	7	O	
7	0.23	0.09	8	O	
8	0.21	0.03	5	O	
9	0.12	0.09	14	×	비교예
10	0.05	0.06	14	×	
11	0.12	0.12	8	×	
12	0.09	0.11	11	×	

(비고)  
 \*1) 면적 10 μm<sup>2</sup>당 입경 0.1 μm 이하의 라베스상의 개수이다.  
 또한, 밑줄은 본 발명의 조건의 범위 외인 것을 나타낸다.

[0087]

[0088]

표 2에 나타내는 바와 같이, 스테인리스강 슬래브를 열연할 때에, 1000℃~1100℃의 온도에서 60초 이상 유지하는 동시에 마무리 열연 온도를 850℃ 이상으로 하고, 열연 후에 550℃ 이하의 권취 온도에서 권취하는 것에 의해서 제조한 No.1~8의 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판은 Nb 탄질화물의 석출량이 0.2질량% 이상, 입경 0.1μm 이하의 라베스상이 면적 10μm<sup>2</sup>당 10개 이하이며, 인성이 우수한 것이 확인되었다.

[0089]

이에 대해, 스테인리스강 슬래브를 열연할 때에 1000℃~1100℃의 온도에서의 유지 시간이 너무 짧은 No.9~12의 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판은 Nb 탄질화물의 석출량이 적고, 라베스상의 양도 많아지며, 인성이 충분하지 않은 것을 알 수 있었다.

[0090]

또, 상기에서 얻어진 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판을 이용하고, 배기관 플랜지 부품으로의 가공을 모의한 냉간 단조 시험, 프레스 천공 시험, 절삭 시험을 실행하였다. 그 결과, No.1~8의 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판에서는 원하는 형상으로의 가공성이 양호하고, 인성 부족 등에 기인하는 깨짐 등도 발생하지 않았다. 이에 대해, No. 9~12의 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판에서는 인성 부족에 기인한 깨짐이 발생하였다.

[0091]

다음에, 상기에서 얻어진 No.1~7의 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판을 소둔한 후, 냉연하고, 또한 소둔하여 Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판을 얻었다. 이 때의 제조 조건에 대해서는 표 3에 나타낸다. 또한, No.9~12의 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판은 인성이 낮고, 냉연을 실행할 수 없었다.

[0092]

다음에, 얻어진 Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판에 대해 r값을 구하였다. r값은 Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판으로부터 JIS13호 B 인장 시험편을 채취하고, 14.4% 왜곡을 부여한 후에, 하기 (1)식 및 하기 (2)식을 이용하여 평균 r값을 산출하였다.

[0093]

$$r = \ln(W_0/W) / \ln(t_0/t) \quad (1)$$

[0094]

여기서, W<sub>0</sub>은 인장 전의 판 폭, W는 인장 후의 판 폭, t<sub>0</sub>은 인장 전의 판 두께, t는 인장 후의 판 두께이다.

[0095]

$$\text{평균 } r \text{ 값} = (r_0 + 2r_{45} + r_{90}) / 4 \quad (2)$$

[0096]

여기서, r<sub>0</sub>은 압연 방향의 r값, r<sub>45</sub>는 압연 방향과 45° 방향의 r값, r<sub>90</sub>은 압연 방향과 직각 방향의 r값이다.

[0097]

또한, 복잡한 형상이 요구되는 자동차의 배기관 부품에서는 평균 r값이 1.2이상이면 충분히 가공할 수 있는 특성이기 때문에, 평균 r값이 1.2이상이면 가공성이 우수하다고 판단할 수 있다.

[0098]

상기의 평가 결과를 표 3에 나타낸다.

[0099] [표 3]

No.	열연후 소둔온도 (°C)	냉연 압하율 (%)	냉연후 소둔온도 (°C)	r값	구분
1	1002	70	1003	1.4	발명에
2	985	75	1010	1.5	
3	1050	70	1043	1.4	
4	1103	71	1085	1.3	
5	1030	73	1045	1.4	
6	1024	65	1053	1.1	비교예
7	1028	71	1048	1.3	발명에
(비교) 밑줄은 본 발명의 조건의 범위 외인 것을 나타낸다.					

[0100]

[0101] 표 3에 나타내는 바와 같이, 70%이상의 압하율에서 냉연한 No.1~5 및 7의 Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판은 r값이 1.2이상이며, 가공성이 우수한 것이 확인되었다.

[0102] 이에 대해, 70%미만의 압하율에서 냉연한 No.6의 Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판은 r값이 1.2미만이며, 가공성이 충분하지 않은 것을 알 수 있었다.

[0103] 이상의 결과로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명에 의하면, 인성 및 가공성이 우수한 Nb함유 페라이트계 스테인리스 열연 강판 및 그 제조 방법을 제공할 수 있다. 또, 본 발명에 의하면, 가공성이 우수한 Nb함유 페라이트계 스테인리스 냉연 강판 및 그 제조 방법을 제공할 수 있다.

[0104] 또한, 본 출원은 2016년 2월 2일에 출원한 일본국 특허 출원 제2016-017883호에 의거하는 우선권을 주장하는 것이며, 이 일본국 특허 출원의 전체 내용을 본 출원에 원용한다.