



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년01월17일

(11) 등록번호 10-2351192

(24) 등록일자 2022년01월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C22C 38/34 (2006.01) C21D 6/00 (2006.01)

C22C 38/58 (2006.01) F16J 15/08 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C22C 38/34 (2013.01)

C21D 6/004 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-7030621

(22) 출원일자(국제) 2015년03월16일

심사청구일자 2020년02월21일

(85) 번역문제출일자 2016년11월01일

(65) 공개번호 10-2016-0140897

(43) 공개일자 2016년12월07일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2015/057623

(87) 국제공개번호 WO 2015/151771

국제공개일자 2015년10월08일

(30) 우선권주장

JP-P-2014-076264 2014년04월02일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2011252208 A

JP2003082441 A

JP04019630 B1

JP2001059141 A

(73) 특허권자

닛테츠 스테인레스 가부시기가이샤

일본국 1000005 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1초
메 8방 2고

(72) 발명자

구마노 나오히토

일본 7468666 야마구치켄 수난시 노무라미나미마
치 4976 닛신 세이코 가부시기가이샤 내

이마카와 가즈나리

일본 7468666 야마구치켄 수난시 노무라미나미마
치 4976 닛신 세이코 가부시기가이샤 내

오쿠 마나부

일본 7468666 야마구치켄 수난시 노무라미나미마
치 4976 닛신 세이코 가부시기가이샤 내

(74) 대리인

장훈

전체 청구항 수 : 총 23 항

심사관 : 이상훈

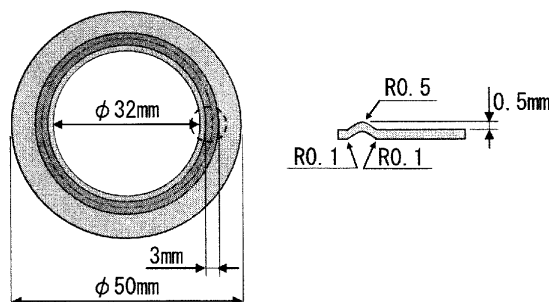
(54) 발명의 명칭 가스켓용 오스테나이트계 스테인리스 강판 및 가스켓

(57) 요약

[과제] 가공하기 쉬운 강도 레벨(상온 경도)로 조정되어 있고, 또한 우수한 내가스누출성을 갖는 내열 금속 가스켓을 제공한다.

[해결수단] 질량%로, C: 0.015 내지 0.200%, Si: 1.50 내지 5.00%, Mn: 0.30 내지 2.50%, Ni: 7.0 내지 17.0%, Cr: 13.0 내지 23.0%, N: 0.005 내지 0.250%를 함유하고, 필요에 따라 Mo, Cu, Nb, Ti, V, Zr, W, Co, B, Al, REM(Y를 제외한 희토류 원소), Y, Ca, Mg의 1종 이상을 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어진 화학 조성을 갖고, 상온 경도가 430HV 이하, 판 두께 방향에 수직인 단면의 X선 회절 패턴에서의 오스테나이트 결정(311) 면 피크의 반값폭이 0.10 내지 1.60°, 표면 거칠기 Ra가 0.30 μ m 이하인 금속 가스켓용 오스테나이트계 스테인리스 강판.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C22C 38/58 (2013.01)

F16J 15/08 (2013.01)

C21D 2201/01 (2013.01)

C21D 2201/04 (2013.01)

C21D 2211/001 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

질량%로, C: 0.015 내지 0.200%, Si: 1.50 내지 5.00%, Mn: 0.30 내지 2.50%, Ni: 7.0 내지 17.0%, Cr: 13.0 내지 23.0%, N: 0.005 내지 0.250%를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어진 화학 조성을 갖고, 상온 경도가 430HV 이하, 판 두께 방향에 수직인 단면의 X선 회절 패턴에서의 오스테나이트 결정(311) 면 피크의 반값폭이 0.10 내지 1.60°, 표면 거칠기(Ra)가 0.30 μ m 이하인, 금속 가스켓용 오스테나이트계 스테인리스 강판.

청구항 2

제1항에 있어서, 질량%로, Mo: 2.00% 이하, Cu: 4.00% 이하, Nb: 0.80% 이하, Ti: 0.50% 이하, V: 1.00% 이하, Zr: 1.00% 이하, W: 3.00% 이하, Co: 3.00% 이하, B: 0.020% 이하의 1종 이상을 추가로 함유하는 화학 조성을 갖는, 금속 가스켓용 오스테나이트계 스테인리스 강판.

청구항 3

제1항에 있어서, 질량%로, Al: 0.20% 이하, REM(Y를 제외한 희토류 원소): 0.20% 이하, Y: 0.20% 이하, Ca: 0.10% 이하, Mg: 0.10% 이하의 1종 이상을 추가로 함유하는 화학 조성을 갖는, 금속 가스켓용 오스테나이트계 스테인리스 강판.

청구항 4

제2항에 있어서, 질량%로, Al: 0.20% 이하, REM(Y를 제외한 희토류 원소): 0.20% 이하, Y: 0.20% 이하, Ca: 0.10% 이하, Mg: 0.10% 이하의 1종 이상을 추가로 함유하는 화학 조성을 갖는, 금속 가스켓용 오스테나이트계 스테인리스 강판.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상온 경도와 700℃에서의 고온 경도의 차 Δ HV가 300HV 이하인, 금속 가스켓용 오스테나이트계 스테인리스 강판.

청구항 6

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 판 두께가 0.10 내지 0.40mm인, 금속 가스켓용 오스테나이트계 스테인리스 강판.

청구항 7

제5항에 있어서, 판 두께가 0.10 내지 0.40mm인, 금속 가스켓용 오스테나이트계 스테인리스 강판.

청구항 8

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 기재된 강판을 성형한 금속 가스켓으로서, 프레스 성형에 의한 비드를 갖고, 비드 두정부를 접촉 상대재에 바짝 대어 사용하는 금속 가스켓.

청구항 9

제5항에 기재된 강판을 성형한 금속 가스켓으로서, 프레스 성형에 의한 비드를 갖고, 비드 두정부를 접촉 상대재에 바짝 대어 사용하는 금속 가스켓.

청구항 10

제6항에 기재된 강판을 성형한 금속 가스켓으로서, 프레스 성형에 의한 비드를 갖고, 비드 두정부를 접촉 상대재에 바짝 대어 사용하는 금속 가스켓.

청구항 11

제7항에 기재된 강판을 성형한 금속 가스켓으로서, 프레스 성형에 의한 비드를 갖고, 비드 두정부를 접촉 상대재에 바짝 대어 사용하는 금속 가스켓.

청구항 12

제8항에 있어서, 600 내지 800℃의 온도에서 사용하는, 금속 가스켓.

청구항 13

제9항에 있어서, 600 내지 800℃의 온도에서 사용하는, 금속 가스켓.

청구항 14

제10항에 있어서, 600 내지 800℃의 온도에서 사용하는, 금속 가스켓.

청구항 15

제11항에 있어서, 600 내지 800℃의 온도에서 사용하는, 금속 가스켓.

청구항 16

제8항에 있어서, 내연 기관의 연소 가스의 썰에 사용하는, 금속 가스켓.

청구항 17

제9항에 있어서, 내연 기관의 연소 가스의 썰에 사용하는, 금속 가스켓.

청구항 18

제10항에 있어서, 내연 기관의 연소 가스의 썰에 사용하는, 금속 가스켓.

청구항 19

제11항에 있어서, 내연 기관의 연소 가스의 썰에 사용하는, 금속 가스켓.

청구항 20

제12항에 있어서, 내연 기관의 연소 가스의 썰에 사용하는, 금속 가스켓.

청구항 21

제13항에 있어서, 내연 기관의 연소 가스의 썰에 사용하는, 금속 가스켓.

청구항 22

제14항에 있어서, 내연 기관의 연소 가스의 썰에 사용하는, 금속 가스켓.

청구항 23

제15항에 있어서, 내연 기관의 연소 가스의 썰에 사용하는, 금속 가스켓.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 내연 기관의 엔진, 배기 가스 경로 부재(배기 매니폴드, 촉매 컨버터), 인젝터, EGR 쿨러, 터보 차저 등, 고온에 노출되는 부재의 가스 썰에 적합한 내열 금속 가스켓용 오스테나이트계 스테인리스 강판 및 그것을 소재에 사용한 금속 가스켓에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 600 내지 800℃의 온도에 노출되는 가스켓의 요구가 증가하고 있는데, 이하와 같은 문제를 안고 있다. 특허문헌 1, 2, 3의 개시로 대표되는 SUS301이나 SUS431계의 재료는, 가열되는 온도가 마르텐사이트 상의 분해 온도에 상당하기 때문에 연화가 현저하여, 복원성이 떨어진다. JIS G4902(내식 내열 초합금판)에 규정되는 NCF625, NCF718이나, JIS G4312(내열 강판)에 규정되는 SUH660 등의 석출 강화형의 재료는, 600 내지 800℃의 석출 강화에는 유효하지만, 고가의 Ni를 다량으로 함유하기 때문에 고비용이 된다. 특허문헌 4, 5, 6, 7에는 N에 의해 강화된 Fe-Cr-Mn-Ni 오스테나이트계 스테인리스강이 개시되어 있고, 일부의 내열용 가스켓에 적용되고 있다.

[0003] 상기의 각 강 종에 대해서는, 고온역에서의 사용을 상정하여 추가적인 고강도화를 도모하는 방향으로 검토가 진행되고 있다. 하지만, 마르텐사이트 상을 많이 포함하는 경우나, N 함유량이 높은 경우에는, 항복 응력(0.2% 내력)이 매우 높아진다. 또한, 가스켓에는 일반적으로 냉간 압연 마무리로 강도를 높인 재료(이하 「HT」라고 함)가 적용되므로, 가스켓으로 성형할 때에 표면의 거칠음을 발생시키고, 연성이 부족한 경우에는 굽힘 R부에서 넥킹(necking)을 발생시킨다. 이러한 표면 성상이나 가공 형상의 불량은 가스 씰성을 현저히 열화시키는 요인이 된다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0004] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 일본 공개특허공보 특개평7-3406호
(특허문헌 0002) 특허문헌 2: 일본 공개특허공보 특개2008-111192호
(특허문헌 0003) 특허문헌 3: 일본 공개특허공보 특개평7-278758호
(특허문헌 0004) 특허문헌 4: 일본 공개특허공보 특개2003-82441호
(특허문헌 0005) 특허문헌 5: 일본 공개특허공보 특개평7-3407호
(특허문헌 0006) 특허문헌 6: 일본 공개특허공보 특개평9-279315호
(특허문헌 0007) 특허문헌 7: 일본 공개특허공보 특개평11-241145호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 상술한 개시예에서는, 성형에 기인한 가스 누출의 방지나, 사용 중의 내열성, 내식성의 유지에 대해서까지를 반드시 충분히 고려한 성분 설계로는 되어 있지 않다.

[0006] 본 발명은, 가공하기 쉬운 강도 레벨(상온 경도)로 조정되어 있고, 또한 우수한 내가스 누출성을 갖는 내열 금속 가스켓을 제공하려고 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에서는, 질량%로, C: 0.015 내지 0.200%, Si: 1.50 내지 5.00%, Mn: 0.30 내지 2.50%, Ni: 7.0 내지 17.0%, Cr: 13.0 내지 23.0%, N: 0.005 내지 0.250%를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어진 화학 조성을 갖고, 상온 경도가 430HV 이하, 판 두께 방향으로 수직인 단면의 X선 회절 패턴에서의 오스테나이트 결정(311) 면 피크의 반값폭이 0.10 내지 1.60°, 표면 거칠기 Ra가 0.30 μ m 이하인, 금속 가스켓용 오스테나이트계 스테인리스 강판이 제공된다.

[0008] 상기 강판의 화학 조성에 있어서, 임의 첨가 원소로서, 또한 질량%로, Mo: 2.00% 이하, Cu: 4.00% 이하, Nb: 0.80% 이하, Ti: 0.50% 이하, V: 1.00% 이하, Zr: 1.00% 이하, W: 3.00% 이하, Co: 3.00% 이하, B: 0.020% 이하의 1종 이상을 함유할 수 있다. 또한, 임의 첨가 원소로서, 또한 질량%로, Al: 0.20% 이하, REM(Y를 제외한 희토류 원소): 0.20% 이하, Y: 0.20% 이하, Ca: 0.10% 이하, Mg: 0.10% 이하의 1종 이상을 함유할 수 있다.

[0009] 상기 강판의 판두께는 예를 들어 0.10 내지 0.40mm로 할 수 있고, 0.15 내지 0.30mm의 범위로 해도 좋다. 상온 경도와 700℃에서의 고온 경도의 차 Δ HV가 300HV 이하인 것이 보다 적합한 대상이 된다.

[0010] 또한, 본 발명에서는, 상기의 강관을 성형한 금속 가스켓으로서, 프레스 성형에 의한 비드를 갖고, 비드 두정부를 접촉 상대재에 바짝 대어 사용하는 금속 가스켓이 제공된다. 사용 온도는 예를 들어 600 내지 800℃이다. 이 가스켓은 내연 기관의 연소 가스의 씬에 사용할 수 있다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따르면, 금속 가스켓용 소재로서는 연질이기 때문에 가공이 쉽고, 또한 우수한 내가스누출성을 갖는 내열 금속 가스켓을 실현할 수 있었다. 소재 비용도 비교적 저렴하다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 가스켓 시험편의 치수 형상을 모식적으로 도시한 도면.

도 2는 구속 지그(jig)로의 가스켓 시험편의 세트 상태를 모식적으로 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 비드 성형부를 갖는 금속 가스켓의 일반적인 평가 방법으로서 복원성의 측정 시험이 있다. 이것은, 금속 가스켓 시험편을 쌍방의 접촉 상대재 사이에 끼워 소정 하중으로 눌러서, 그 상태에서 소정 환경으로 유지하는 시험을 수행하고, 시험 전후로의 비드 높이의 변화량을 조사하는 것이다. 그 변화량이 작을수록 재료가 변형되기 어렵고, 고강도재라고 평가된다. 본 발명자들은, 다양한 스테인리스 강관 소재를 사용하여 비드 성형부를 갖는 가스켓 시험편을 제작하고, 실제로 평판 지그(쌍방의 접촉 상대재가 평판인 것)에 내장하고, 600 내지 800℃ 온도에 노출한 후의 가스 누출량을 측정함으로써, 종래의 복원성 시험에 의한 평가 방법의 타당성을 검증하였다. 그 결과, 복원성 시험에서 양호한 평가를 받는 고강도재가, 반드시 내가스누출성이 우수한 것은 아닌 것을 알 수 있었다. 내가스누출성을 향상시키기 위해서는, 재료 강도 이외의 인자에 대한 고려도 중요하게 된다.

[0014] [표면 거칠기]

[0015] 가스켓으로 성형하기 위한 소재 강관에 있어서, 표면 거칠기가 작은 것이 중요하다. 소재의 표면 거칠기가 크면, 비드 성형했을 때, 접촉 상대재와 접촉하는 비드 볼록부의 정상부(이하 「두정부(頭頂部)」라고 함) 부근의 휨 가공부에서 표면 거칠음이 커지고, 우수한 씬성(밀봉성)을 확보하는 것이 어려워진다. 여러가지로 검토한 결과, 판 두께 0.4mm 이하 또는 0.3mm 이하의 오스테나이트계 스테인리스 강관에서는 표면 거칠기(Ra)를 0.30 μ m 이하로 할 필요가 있고, 0.20 μ m 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. 소재의 표면 거칠기는, 주로 냉간 압연에 사용하는 워크 롤의 재질 및 표면 조도의 관리에 의해 컨트롤할 수 있다.

[0016] [상온 경도]

[0017] 종래 일반적인 가스켓재는 HT 가공이기 때문에 가스켓으로 성형했을 때의 강도(탄성 응력)가 높으므로, 이것을 쌍방의 접촉 상대재 사이에 끼워서 단단히 쥘 때, 재료에 가해지는 응력(이하 「면압(面壓)」이라고 함)이 높아진다. 상온 부근에서 사용되는 가스켓이면, 이 면압이 클수록 씬성은 양호하다고 생각된다. 하지만, 내열 가스켓에서는 재료 온도가 상승했을 때에 상기의 높은 면압에 의해 반대로 재료가 크게 변형되고, 현저한 경우에는 두정부가 함몰되어 가스 유출하는 것을 알 수 있었다. 즉, 상온 경도가 너무 단단하지 않는 소재를 사용하는 것이 오히려 내가스유출성의 향상에는 유효한 것이 밝혀졌다. 또한, 연질인 것에 의해, 가스켓에 대한 가공도 하기 쉬워진다. 상세히 검토한 결과, 본 발명에서는 상온의 비커스 경도가 430HV 이하로 조정된 판재를 대상으로 한다. 425HV 이하인 것이 보다 바람직하다. 예를 들어 190HV 내지 430HV 또는 190HV 내지 425HV의 범위에서 조정하면 좋다. 250HV 내지 400HV의 범위로 관리해도 좋다. 상온 경도는 주로 합금의 성분 조성 및 냉간 압연율에 의해 컨트롤할 수 있다.

[0018] [X선 회절에 의한 변형 지표]

[0019] 오스테나이트 결정에 축적되어 있는 가공 변형이 작은 것도, 면압을 저감하는 데 유리해진다. 여기에서는, 오스테나이트 결정의 가공 변형을, X선 회절 패턴에서의 오스테나이트 결정의 (311) 면 피크 반값폭에 의해 평가한다. 이 반값폭이 1.60°를 초과하면 내가스유출성이 급격히 저하하는 것을 알 수 있었다. 1.57° 이하인 것이 보다 바람직하다. 가공 변형이 없는 소둔재에서는 이 반값폭은 작아 지지만, 통상 0.10° 이상의 반값폭을 갖는다. 오스테나이트 결정의 변형량은 화학 조성에 의존한 오스테나이트 안정도도 영향을 주지만, 주로 냉간 압연율에 의해 컨트롤할 수 있다. X선은 Co-K α 선을 사용한다.

- [0020] [고온 경도]
- [0021] 상술한 바와 같이 상온 경도를 낮게 제한하는 것이 내가스누출성을 향상시키는데 극히 유효하다. 단, 고온에서의 경도의 저하가 크면, 고온으로 승온했을 때의 면압이 저하되기 쉽다. 과도한 면압 저하는 내가스유출성의 저하 요인이 된다. 여러가지로 검토한 결과, 상온 경도와 700℃의 고온 경도의 차 ΔHV 가 300HV 이하인 것이 바람직하고, 250HV 이하인 것이 보다 바람직하다. ΔHV 의 측정은 상온(예를 들어 20℃) 및 700℃에서의 단면 경도의 측정에 의해 구할 수 있다. 소둔재에서는 일반적으로 ΔHV 는 작아지지만, 통상, 상온 경도와 700℃의 경도의 차인 당해 ΔHV 는 50HV 이상의 값이 된다.
- [0022] [화학 조성]
- [0023] 이하에 있어서, 화학 조성에 관한 「%」는 특별히 언급하지 않는 한 「질량%」를 의미한다.
- [0024] C는, 고온 강도의 향상에 유효한 합금 성분이며, 고용 강화나 석출 강화에 의해 스테인리스강을 강화한다. C 함유량은 0.015% 이상으로 할 필요가 있고, 0.020% 이상으로 하는 것이 보다 효과적이다. C 함유량이 너무 많으면 고온 유지 중에 거대한 입계 탄화물이 석출되기 쉬워져서, 재료를 취화시키는 요인이 된다. C 함유량은 0.200% 이하로 제한된다.
- [0025] Si는 페라이트 형성 원소이며, 오스테나이트 상 중에서 큰 고용(固溶) 강화능을 나타내고, 고온 유지 중에 변형 시효에 의해 시효 경화를 촉진시킨다. 이들 작용은 1.50% 이상의 Si 함유량을 확보함으로써 현저해진다. 2.00%를 초과하는 Si 함유량으로 하는 것이 보다 효과적이며, 3.00%를 초과하는 함유량으로 관리해도 좋다. 과잉의 Si 함유는 고온 균열을 유발하는 요인이 된다. Si 함유량은 5.00% 이하로 제한된다.
- [0026] Mn은 오스테나이트 형성 원소이며, 고가의 Ni의 일부를 대체할 수 있다. 또한, S를 고정하여 열간 가공성을 개선하는 작용을 갖는다. Mn 함유량은 0.30% 이상으로 하는 것이 효과적이며, 0.50% 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다. 다량의 Mn 함유는 고온 강도나 기계적 성질을 저하시키는 요인이 되므로, 본 발명에서는 Mn 함유량을 2.50% 이하로 제한한다. 2.00% 미만, 또는 1.50% 이하로 관리해도 좋다.
- [0027] Ni는 안정한 오스테나이트 조직을 얻기 위해 필수적인 원소이며, 본 발명에서는 7.0% 이상의 Ni 함유량을 확보한다. 11.0% 이상의 Ni 함유량으로 하는 것이 보다 바람직하다. 과잉의 Ni 함유는 비경제적이 된다. 본 발명에서는 Ni를 17.0% 이하의 범위로 함유시킨다. 15.0% 이하의 범위로 관리해도 좋다.
- [0028] Cr은 내식성, 내산화성의 향상에 필요한 원소이며, 가혹한 고온 부식 환경에 노출되는 금속 가스켓의 용도를 고려하면 13.0% 이상의 Cr 함유량이 필요하다. 15.0%를 초과하는 Cr 함유량으로 하는 것이 보다 바람직하다. 과잉의 Cr 함유는 δ 페라이트의 생성을 촉진하고, 안정된 오스테나이트 상 조직을 유지하는데 불리하다. Cr 함유량은 23.0% 이하로 제한되며, 20.0% 이하로 관리해도 좋다.
- [0029] N은, 오스테나이트계 스테인리스강의 고온 강도의 상승에 유효한 원소이다. 0.005% 이상의 N 함유량을 확보하는 것이 바람직하다. 단 과잉으로 첨가된 N은 $M_{23}X_6$ 계(M은 Cr 등, X는 C, N 등) 석출물의 생성에 소비되고, 고온 강도의 향상에 유효한 고용 N의 증대로 이어지지 않는다. 여러 가지로 검토한 결과, N 함유량은 0.250% 이하로 제한되며, 0.200% 이하로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [0030] Mo는 임의 첨가 원소이며, 내식성의 향상에 유효한 동시에, 고온 유지 중에 탄질화물이 되어 미세 분산하여 고온 강도의 향상에 기여한다. Mo를 첨가하는 경우는 0.01% 이상의 함유량으로 하는 것이 보다 효과적이며, 0.10% 이상으로 하는 것이 한층 효과적이다. 단, 다량의 Mo 함유는 δ 페라이트의 형성을 초래하므로, Mo 함유량은 2.00% 이하로 제한된다.
- [0031] Cu는 임의 첨가 원소이며, 금속 가스켓으로서 사용할 때의 승온에 따라 MX 계나 M_2X 계와는 이종(異種)의 Cu계 석출물을 형성하여, 고온 강도 및 내산화성의 개선에 기여한다. Cu를 첨가하는 것은 0.01% 이상의 함유량으로 하는 것이 효과적이며, 0.10% 이상으로 하는 것이 한층 효과적이다. 다량의 Cu 함유는 열간 가공성을 저하시키는 요인이 된다. Cu 함유량은 4.00% 이하로 제한되며, 2.00% 이하의 범위로 관리해도 좋다.
- [0032] Nb는 임의 첨가 원소이며, 금속 가스켓이 노출되는 고온 분위기 하에서 석출물을 형성하고, 또는 오스테나이트 매트릭스 중에 고용하고, 경도 상승 및 내산화성 향상에 기여한다. Nb를 첨가하는 경우에는 0.01% 이상의 함유량으로 하는 것이 보다 효과적이며, 0.05% 이상으로 하는 것이 한층 효과적이다. 과잉의 Nb 함유는 고온 연성 저하에 기인하여 열간 가공성을 저하시킨다. Nb 함유량은 0.80% 이하로 제한되며, 0.50% 이하의 범위로 관리해도 좋다.

- [0033] Ti는 임의 첨가 원소이며, 경도 상승, 복원성 개선에 유효한 석출물을 형성한다. Ti를 첨가하는 경우에는 0.01% 이상의 함유량으로 하는 것이 보다 효과적이며, 0.05% 이상으로 하는 것이 한층 효과적이다. 과잉의 Ti 함유는 표면 결점을 발생시키는 요인이 된다. Ti 함유량은 0.50% 이하로 제한된다.
- [0034] V는 임의 첨가 원소이며, 경도 상승, 복원성 개선에 유효한 석출물을 형성한다. V를 첨가하는 경우에는 0.01% 이상의 함유량으로 하는 것이 보다 효과적이며, 0.05% 이상으로 하는 것이 한층 효과적이다. 과잉의 V 함유는 가공성, 인성의 저하 요인이 된다. V 함유량은 1.00% 이하로 제한된다.
- [0035] Zr은 임의 첨가 원소이며, 고온 강도의 향상에 유효한 동시에, 미량의 첨가로 내고온산화성을 향상시키는 작용을 갖는다. Zr을 첨가하는 경우에는 0.01% 이상의 함유량으로 하는 것이 보다 효과적이며, 0.05% 이상으로 하는 것이 한층 효과적이다. 과잉의 Zr 함유는 σ 취화를 초래하며, 강의 인성을 손상시킨다. Zr 함유량은 1.00% 이하로 제한된다.
- [0036] W는 임의 첨가 원소이며, 고온 강도의 향상에 유효하다. W를 첨가하는 경우에는 0.01% 이상의 함유량으로 하는 것이 보다 효과적이며, 1.00% 이상으로 하는 것이 한층 효과적이다. 과잉으로 W를 함유시키면 강이 과도하게 경질(硬質)이 되고, 원료 비용도 높아진다. W 함유량은 3.00% 이하로 제한되며, 2.00% 이하의 범위로 관리해도 좋다.
- [0037] Co는 임의 첨가 원소이며, 고온 강도의 향상에 유효하다. Co를 첨가하는 경우에는 0.01% 이상의 함유량으로 하는 것이 보다 효과적이며, 1.00% 이상으로 하는 것이 한층 효과적이다. 과잉으로 W를 함유시키면 강이 과도하게 경질이 되고, 원료 비용도 높아진다. W 함유량은 3.00% 이하로 제한된다.
- [0038] B는 임의 첨가 원소이며, 고온 강도의 상승에 유효한 탄질화물의 미세 석출을 촉진시키고, 열간 압연 온도역에서는 S 등의 입계 편석을 억제하여 엿지 크랙의 발생을 방지하는 작용을 나타낸다. B를 첨가하는 경우에는 0.001% 이상의 함유량으로 하는 것이 보다 효과적이며, 0.005% 이상으로 하는 것이 한층 효과적이다. 과잉량의 B를 첨가하면 저융점 봉화물이 생성되기 쉬워지고, 오히려 열간 가공성을 열화시키는 요인이 된다. B 함유량은 0.020% 이하로 제한된다.
- [0039] Al은 임의 첨가 원소이며, 제강에서의 탈산제로서 작용하는 동시에, 강판을 가스켓 형상으로 편칭할 때의 편칭성에 악영향을 미치는 A2계 개재물을 저감시키는 효과가 크다. Al을 첨가하는 경우에는 0.001% 이상의 함유량이 되도록 첨가량을 조정하는 것이 보다 효과적이며, 0.005% 이상으로 하는 것이 한층 효과적이다. Al을 과잉으로 첨가해도 상기 효과는 포화되고, 또한, 표면 결함의 증대를 초래하는 요인이 된다. Al 함유량은 0.20% 이하로 제한된다.
- [0040] REM(Y를 제외한 희토류 원소), Y, Ca, Mg는 임의 첨가 원소이며, 모두 열간 가공성이나 내산화성의 개선에 유효하다. 이것들의 1종 이상을 첨가하는 경우, 모두 각각 0.001% 이상의 함유량으로 하는 것이 보다 효과적이다. 과잉으로 첨가해도 상기의 효과는 포화된다. REM(Y를 제외한 희토류 원소)은 0.20% 이하, Y는 0.20% 이하, Ca는 0.10% 이하, Mg는 0.10% 이하의 함유량 범위에서 각각 첨가하면 좋다.
- [0041] 실시예
- [0042] 표 1에 기재한 화학 조성의 강을 300kg 진공 용해로에서 용제하고, 열간 단조, 열간 압연, 소둔, 산세, 냉간 압연, 소둔, 산세의 공정으로 소둔 강판으로 하고, 일부의 예를 제외하고 냉간 압연을 더 실시하여, 판 두께 0.15 내지 0.30mm의 공시(供試) 강판을 얻었다. 최종 냉간 압연의 압연율은 표 2에 기재하였다.

표 1

구분	No.	화학 조성 (질량 %)															기타
		C	Si	Mn	Ni	Cr	N	Mo	Cu	Nb	Ti	V	Zr	W	Co	B	
발명에	1	0.038	4.67	0.80	15.22	18.68	0.049	-	1.47	-	-	-	-	-	-	-	Y:0.11
	2	0.022	1.62	0.78	12.50	18.46	0.021	1.75	-	-	-	-	-	-	-	-	Al:0.09
	3	0.037	2.48	0.77	12.59	19.13	0.033	-	-	0.77	-	-	-	-	-	-	Mg:0.03, Ca:0.03
	4	0.039	2.89	1.18	10.39	18.48	0.024	-	-	0.20	0.09	-	-	-	-	-	Al:0.13
	5	0.021	2.55	1.50	9.48	17.74	0.191	-	-	-	-	-	0.51	-	-	-	REM:0.04
	6	0.029	2.13	0.82	12.97	19.21	0.016	-	-	-	0.40	-	-	-	-	-	Al:0.09, REM:0.03
	7	0.020	3.06	0.79	13.15	18.87	0.020	0.51	-	-	-	0.25	-	-	-	-	Al:0.03
	8	0.029	2.61	1.09	16.43	22.48	0.012	-	-	-	-	-	-	1.55	-	-	Al:0.02
	9	0.028	3.27	2.33	14.45	20.63	0.065	-	-	-	-	0.76	-	-	2.06	-	REM:0.07
	10	0.036	3.62	0.75	7.52	13.91	0.009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Y:0.03
	11	0.035	3.15	0.71	13.03	18.97	0.133	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12	0.061	1.68	1.07	10.89	19.95	0.145	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	REM:0.04, Ca:0.005
비교예	21	0.061	1.68	1.07	10.89	19.95	0.145	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	REM:0.04, Ca:0.005
	22	0.061	1.68	1.07	10.89	19.95	0.145	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	REM:0.04, Ca:0.005
	23	0.047	3.27	0.80	13.15	19.02	0.021	-	-	0.10	-	-	-	-	-	-	Al:0.01
	24	0.062	0.55	0.31	2.02	16.25	0.108	0.07	0.23	-	-	-	-	-	-	0.010	Al:0.02
	25	0.023	0.53	1.20	7.21	17.53	0.103	0.10	0.21	-	-	-	-	-	-	-	Al:0.03
	26	0.021	0.17	5.98	10.04	23.43	0.480	2.03	-	-	-	-	-	-	-	-	Al:0.02
	27	0.061	0.43	14.62	1.22	17.19	0.420	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Al:0.02
	28	0.108	0.44	0.36	0.13	12.37	0.015	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-

단위 : 본 발명 규정 범위 외

[0043]

[0044]

각 공시 강관에 대하여, 판 두께 방향으로 수직인 면의 X선 회절 패턴을, Co 관구(管球), 40kV, 200mA의 조건으로 측정하고, 오스테나이트 결정(311) 면 피크의 반값폭을 구하였다. 또한, 표면 거칠기 및 상온에서의 경도를 측정하였다. 공시 강관의 단면에 대해 상온 경도와 700℃의 경도를 측정하고, 그 비커스 경도의 차 ΔHV를 구하였다.

[0045]

[내가스누출성 시험]

[0046]

각 공시 강관으로부터 φ50mm의 원형 시험편을 채취하고, 그 중앙에 내경 32mm의 원형의 개구를 형성하고, 그 개구부의 주변에 폭 3mm, 높이 0.5mm의 비드를 프레스 성형에 의해 형성하여 금속 가스켓 시험편을 얻었다. 도 1에 그 시험편의 형상을 모식적으로 나타낸다. 도 1 중의 우측 도면은 원형의 가스켓 시험편의 원 중심을 포함한 판 두께 방향에 평행한 단면에서의 시험편의 단면 형상(원 중심에 대하여 한쪽만)을 나타낸 것이다. 이 금속 가스켓 시험편을 강재의 구속 지그에 셋팅하였다. 도 2에, 구속 지그로 가스켓 시험편을 셋팅한 상태의 단면을 모식적으로 도시한다. 금속 가스켓의 접촉 상대재인 구속 지그의 접촉 표면은 평면이다. 또한, 도 2 중의 체결 볼트 및 너트는 편의적으로 외관 형상을 표시하고 있다. 이 구속 지그를 시험편이 구속되어 있는 상태인 채로 800℃에서 100h 유지한 후, 실온까지 서서히 냉각하였다. 서서히 냉각 후, 구속 지그의 한쪽의 접촉 상대재에만 부착되어 있는 가스 도입관으로부터 질소 가스를 0.1MPa의 압력으로, 가스켓과 구속 지그(상하의 접촉 상대재)에 둘러싸인 공간에 도입하고, 그 공간으로부터 외부로 누출되는 가스의 유량을 측정하였다. 이 시

험에서 누출되는 가스의 유량이 100cm³/min 이하이면, 내열 가스켓으로서 우수한 셀 성능을 갖고 있다고 판단할 수 있다.

[0047] [내산화성 시험]

[0048] 공시 강판으로부터 25mm×35mm의 시험편을 채취하고, 에머리(emery) 연마지로 최종 번수 #400으로 건식 연마를 실시한 후, 전기로에서의 600 내지 800℃×5min 가열과 대기 중에서의 5min 냉각을 반복하는 내산화성 시험을 2000사이클 실시하였다. 시험 개시전과 2000사이클 종료 후의 시험편의 중량을 비교하여, 중량 변화가 10mg/cm² 이하의 것을 ○(내산화성; 양호), 10mg/cm²를 초과하는 것을 ×(내산화성; 불량)라고 평가하였다. 이 시험 방법으로 ○ 평가의 것은, 600 내지 800℃에서 사용되는 금속 가스켓으로서 실용적인 내산화성을 갖고 있다고 판단된다.

[0049] [내식성 시험]

[0050] 배기 가스의 응축수에 대한 내식성 즉 예민화 특성을 평가하기 위해, JIS G0575 「스테인리스강의 황산·황산구리 부식 시험 방법」으로 내식성 시험을 실시하여, 가공 균열이 없는 것을 ○(내식성; 양호), 가공 균열이 있는 것을 ×(내식성; 불량)라고 평가하였다.

[0051] 이들 결과를 표 2에 기재한다.

표 2

구분	No.	냉간 압연율 (%)	γ (311) 반값폭 (°)	표면 거칠기 Ra (μ m)	상온 경도 (HV)	Δ HV (HV)	내가스 누출성 (cm ³ /min)	내산화성 평가	내식성 평가
발명에	1	50	1.25	0.08	375	200	50	○	○
	2	0	0.60	0.18	200	60	20	○	○
	3	20	1.12	0.10	330	180	40	○	○
	4	45	1.37	0.11	395	225	80	○	○
	5	50	1.25	0.09	375	185	45	○	○
	6	40	1.55	0.17	420	255	95	○	○
	7	45	1.35	0.07	390	230	90	○	○
	8	40	1.48	0.16	410	225	85	○	○
	9	50	1.30	0.13	385	215	75	○	○
	10	50	1.27	0.13	380	220	75	○	○
	11	50	1.28	0.11	380	200	50	○	○
	12	40	1.32	0.18	390	205	70	○	○
비교예	21	60	1.64	0.07	435	235	910	○	○
	22	40	1.32	0.32	390	205	530	○	○
	23	60	1.69	0.06	390	215	1420	○	○
	24	15	-	0.28	375	330	790	×	×
	25	50	1.75	0.08	460	340	550	×	×
	26	60	1.71	0.07	480	280	180	○	○
	27	40	1.65	0.12	450	245	360	×	○
	28	0	-	0.19	445	380	1070	○	×

밑줄: 본 발명 규정 범위 외

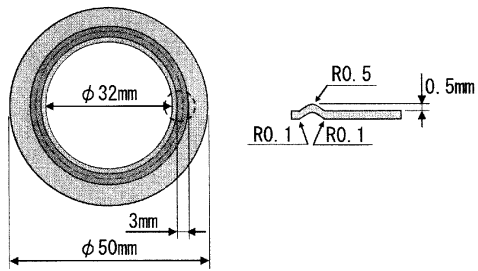
[0052]

[0053] 본 발명에의 것은 모두 내가스누출성이 우수하고, 내산화성, 내식성도 양호하였다.

[0054] 이에 대하여, 비교예 No. 21은, 본 발명에 No. 12와 같은 강이지만, 냉간 압연율이 높으므로 오스테나이트 결정의 변형량이 크고, 또한 상온 경도가 높아지고, 내가스누출성이 떨어졌다. No. 22도 본 발명에 No. 12와 같은 강이지만, 표면 거칠기가 거칠었으므로 내가스누출성이 떨어졌다. No. 23은 본 발명에서 규정하는 화학 조성을 갖지만, 냉간 압연율이 높았으므로 오스테나이트 결정의 변형량이 커져, 내가스누출성이 떨어졌다. No. 24 내지 28은 본 발명의 규정을 벗어나는 화학 조성을 갖는 것이며, 양호한 내가스누출성은 얻을 수 없었다.

도면

도면1



도면2

