



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년07월05일
(11) 등록번호 10-2272169
(24) 등록일자 2021년06월28일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 38/38 (2006.01) C22C 38/34 (2006.01)
C22C 38/60 (2006.01) B23K 101/10 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C22C 38/38 (2013.01)
C22C 38/34 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7027878
- (22) 출원일자(국제) 2018년03월27일
심사청구일자 2019년09월24일
- (85) 번역문제출일자 2019년09월24일
- (65) 공개번호 10-2019-0122735
- (43) 공개일자 2019년10월30일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2018/012598
- (87) 국제공개번호 WO 2018/181401
국제공개일자 2018년10월04일
- (30) 우선권주장
JP-P-2017-069284 2017년03월30일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2008190003 A
JP2016169418 A
JP2015206078 A
JP2010234406 A

- (73) 특허권자
닛테츠 스테인레스 가부시카이가이사
일본국 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1초메 8방 2고
- (72) 발명자
아베 마사토시
일본 1000005 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1초메 8방 2고 닛뽀 스틸 앤드 스미킨 스테인레스 스틸 코포레이션 내
하마다 준이치
일본 1000005 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1초메 8방 2고 닛뽀 스틸 앤드 스미킨 스테인레스 스틸 코포레이션 내
히라이데 노부히코
일본 1000005 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1초메 8방 2고 닛뽀 스틸 앤드 스미킨 스테인레스 스틸 코포레이션 내
- (74) 대리인
양영준, 최인호, 성재동

전체 청구항 수 : 총 7 항

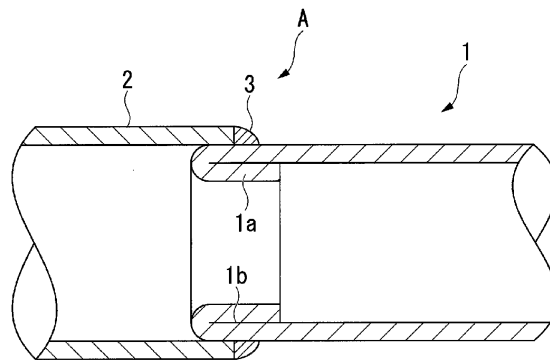
심사관 : 이상훈

(54) 발명의 명칭 **간극부의 내염해성이 우수한 페라이트계 스테인리스 강관, 관 단부 두께 증가 구조체, 용접 조인트, 및 용접 구조체**

(57) 요약

이 페라이트계 스테인리스 강관은, 질량%로 C: 0.001 내지 0.100%, Si: 0.01 내지 2.00%, Mn: 0.01 내지 2.00%, P: 0.001 내지 0.05%, S: 0.0001 내지 0.005%, Cr: 10.5 내지 20.0%, Sn: 0.001 내지 0.600%, Ti: 0.001 내지 1.000%, Al: 0.001 내지 0.100%, N: 0.001 내지 0.02%를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물이고, 관 단부에 관 단부 두께 증가부를 구비하고, 상기 관 단부에 형성되는 간극 간격 d(μm)는, $d \geq Cr^2 / (1000Sn)$ (식 중 Cr 및 Sn은 각각의 원소의 함유량(질량%)을 나타냄)의 관계를 만족시킨다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C22C 38/60 (2013.01)

B23K 2101/10 (2018.08)

명세서

청구범위

청구항 1

질량%로

C: 0.001 내지 0.100%,

Si: 0.01 내지 2.00%,

Mn: 0.01 내지 2.00%,

P: 0.001 내지 0.05%,

S: 0.0001 내지 0.005%,

Cr: 10.5 내지 20.0%,

Sn: 0.001 내지 0.600%,

Ti: 0.001 내지 1.000%,

Al: 0.001 내지 0.100%,

N: 0.001 내지 0.02%를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물이고,

관 단부에 관 단부 두께 증가부를 구비하고, 상기 관 단부에 형성되는 간극 간격 $d(\mu\text{m})$ 는, $d \geq \text{Cr}^2 / (1000\text{Sn})$ (식 중 Cr 및 Sn은 각각의 원소의 함유량(질량%)을 나타냄)의 관계를 만족시키는 것을 특징으로 하는 간극부의 내열해성이 우수한 페라이트계 스테인리스 강관.

청구항 2

제1항에 있어서, 질량%로

Ni: 0.1 내지 1.0%,

Mo: 0.1 내지 3.0%,

Cu: 0.10 내지 3.00%,

B: 0.0001 내지 0.0050%,

Nb: 0.001 내지 0.300%,

W: 0.001 내지 1.00%,

V: 0.001 내지 0.50%,

Sb: 0.001 내지 0.100%,

Co: 0.001 내지 0.500%,

Ca: 0.0001 내지 0.0050%,

Mg: 0.0001 내지 0.0050%,

Zr: 0.0001 내지 0.0300%,

Ga: 0.0001 내지 0.0100%,

Ta: 0.001 내지 0.050%,

REM: 0.001 내지 0.100%,

중 어느 1종 또는 2종 이상을 더 함유하는 것을 특징으로 하는 간극부의 내염해성이 우수한 페라이트계 스테인리스 강관.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 관 단부 두께 증가 구조체에 사용되는 것을 특징으로 하는 간극부의 내염해성이 우수한 페라이트계 스테인리스 강관.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 기재된 페라이트계 스테인리스 강관으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 관 단부 두께 증가 구조체.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 기재된 페라이트계 스테인리스 강관으로 이루어지는 관 단부 두께 증가부를 갖는 것으로 하는 용접 조인트.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 관 단부 두께 증가부에 용접으로 접합된 구조체를 더 갖고, 상기 페라이트계 스테인리스 강관의 단관부의 관 두께를 t 라고 하면, 용접부 중, 상기 페라이트계 스테인리스 강관측의 최대 용입 깊이가 0.3t 내지 2.0t인 것을 특징으로 하는 용접 조인트.

청구항 8

제7항에 기재된 용접 조인트를 갖는 것을 특징으로 하는 용접 구조체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 간극 구조부에서의 내식성이 요구되는 페라이트계 스테인리스 강관, 관 단부 두께 증가 구조체, 및 용접 조인트에 관한 것이다.

[0002] 본원은 2017년 3월 30일에, 일본에 출원된 일본 특허 출원 제2017-069284호에 기초하여 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

배경 기술

[0003] 페라이트계 스테인리스강은 가전 제품이나 전자 기기, 자동차 등의 폭넓은 분야에서 사용되고 있다. 특히 자동차 분야에서는, 배기 매니폴드부터 머플러까지 다양한 부품에서 사용되기 때문에, 사용되는 스테인리스강에는 내열성과 내식성 등이 요구된다. 또한, 이들 부품에서는 용접이 실시되는 경우가 대부분이기 때문에, 용접부의 강도, 강성이나 내식성도 요구된다.

[0004] 근년, 자동차의 경량화를 목적으로 하여, 각 부품에 사용되는 재료의 박육화를 검토하는 경우가 증가하고 있다. 그러나, 용접부의 강도, 강성 및 용접성을 확보하기 위해서는 일정한 두께가 필요해지는 경우가 있고, 비용접부에 있어서도 후속으로 되어 배기 시스템 전체의 박육화의 방해가 된다. 이에 비해, 배기관을 구성하고 타부품과 용접으로 접합되는 강관 단부를 두께 증가시킴으로써, 용접 개소를 두껍게 하여 강도를 증가시켜, 강성 및 용접성을 확보하는 기술이 알려져 있다. 이것을 관 단부 두께 증가(강관의 관 단부를 두께 증가시키는 것)라고 칭한다. 이 경우, 비용접부는 박육화할 수 있어, 배기 시스템 전체의 박육·경량화가 가능해진다.

[0005] 상기와 같은 관 단부 두께 증가에 관한 기술은 몇 가지 개시되어 있다. 특허문헌 1에는, 파이프 단부의 강도를 확보하고, 또한 파이프의 경량화를 도모할 목적으로, 파이프를 회전시키면서 단부에 롤러를 밀어붙여 직경 방향 내측으로 절곡하고, 이어서 롤러에 의해 밀착시키는 가공 방법이 개시되어 있다. 특허문헌 2에는, 관단을 이중

관형으로 성형하여 두께를 배로 함으로써 용접 시의 녹아 떨어짐을 방지하기 위한 공법이 개시되어 있다. 특허 문헌 3에는, 판단을 접어서 두께를 증가시키기 위해 소관에 관한 특허가 개시되어 있고, 용접부의 내면 비드부가 판 내면에 돌출되어 있고, 그 돌출량이 판 두께의 4 내지 15%로 규정되어 있다.

[0006] 특허문헌 1 내지 3에 기재되어 있는 판 단부 두께 증가된 파이프는, 절곡된 개소에 높이 수 μm 내지 수백 μm 의 간극 구조를 갖게 된다. 이 간극부에 관하여, 특허문헌 1, 2와 같이 내측으로 절곡된 경우는 배기계 부품 내부에서 발생하는 배기 가스 응축수가 간극부에 체류하기 쉬워진다. 특허문헌 3과 같이 외측으로 절곡된 경우는 배기계 부품 외부로부터 부착되는 염수가 간극부에 체류하기 쉬워진다.

[0007] 이 환경에서 일어나는 부식은 간극 부식은 아니고, 간극 환경에서 염수나 배기 가스 응축수가 체류하기 쉬워짐으로써 촉진되는 염해 부식이다. 이와 같이 간극부에서의 부식이 촉진될 우려가 있기 때문에, 사용되는 스테인리스강으로서, 간극부에서의 내염해성이 우수한 강종이 요구된다. 특히 배기계 부품에서는, 부식에 의한 천공은 배기 가스의 누설로 연결되기 때문에, 내천공성이 높은 재료를 적용하는 것이 중요해진다.

[0008] 특허문헌 4에는, 질량%로, C: 0.001 내지 0.02%, N: 0.001 내지 0.02%, Si: 0.01 내지 0.5%, Mn: 0.05 내지 1%, P: 0.04% 이하, 및 S: 0.01% 이하, Cr: 12 내지 25%를 함유하고, 또한 Ti: 0.02 내지 0.5% 및 Nb: 0.02 내지 1% 중 어느 한쪽 또는 양쪽을 포함하고, 또한 Sn: 0.005 내지 2%를 포함하고, 잔부가 Fe 및 불가피 불순물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 내간극 부식성이 우수한 페라이트계 스테인리스강이 개시되어 있다. 특허문헌 4에 기재된 기술에서는, Sn을 첨가함으로써 내간극 부식성을 향상시키고 있지만, 간극 간격과의 관계에 대하여 설명되어 있지 않다.

[0009] 특허문헌 5에는, 질량%로, C: $\leq 0.015\%$, Si: 0.10 내지 0.50%, Mn: 0.05 내지 0.50%, $P \leq 0.050\%$, S: $\leq 0.0100\%$, N: $\leq 0.015\%$, Al: 0.020 내지 0.100%, Cr: 10.5 내지 13.05%를 함유하고, 또한, Ti: 0.03 내지 0.30% 및 Nb: 0.03 내지 0.30% 중 어느 한쪽 또는 양쪽, Sn: 0.03 내지 0.50% 및 Sb: 0.03 내지 0.50% 중 어느 한쪽 또는 양쪽을 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지고, 식 (2)로 정의되는 A값이 15.23 이상인 것을 특징으로 하는 가열 후의 내식성이 우수한 자동차 배기계 부재용 합금 절약형 페라이트계 스테인리스강이 개시되어 있다.

[0010] $A = [\text{Cr}] + [\text{Si}] + 0.5[\text{Mn}] + 10[\text{Al}] + 15([\text{Sn}] + [\text{Sb}]) \dots$ 식 (2)

[0011] 특허문헌 5에 기재된 기술에서는, Sn, Sb를 첨가함으로써 가열 후의 내식성을 향상시키고 있지만, 간극이 존재할 때의 내식성에 대하여 설명되어 있지 않다.

[0012] 특허문헌 6에는, 질량%로, C: $\leq 0.015\%$, Si: 0.01 내지 0.50%, Mn: 0.01 내지 0.50%, $P \leq 0.050\%$, S: $\leq 0.010\%$, N: $\leq 0.015\%$, Al: 0.010 내지 0.100%, Cr: 16.5 내지 22.5%를 함유하고, 또한, Ti: 0.03 내지 0.30% 및 Nb: 0.03 내지 0.30% 중 어느 한쪽 또는 양쪽을 함유하고, 또한, Sn: 0.05 내지 1.00%를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 가열 후 내식성이 우수한 자동차 배기계 부재용 Mo 절약형 페라이트계 스테인리스강이 개시되어 있다. 특허문헌 6에 기재된 기술에서는 Sn을 첨가함으로써 가열 후의 내식성을 향상시키고 있지만, 간극이 존재할 때의 내식성에 대하여 설명되어 있지 않다.

[0013] 특허문헌 7에는, 질량%로, C: $\leq 0.015\%$, Si: 0.01 내지 0.50%, Mn: 0.01 내지 0.50%, $P \leq 0.050\%$, S: $\leq 0.010\%$, N: $\leq 0.015\%$, Al: 0.010 내지 0.100%, Cr: 16.5 내지 22.5%, Ni: 0.5 내지 2.0%, Sn: 0.01 내지 0.50%를 함유하고, 또한, Ti: 0.03 내지 0.30% 및 Nb: 0.03 내지 0.30% 중 어느 한쪽 또는 양쪽을 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 자동차 배기계 부재용 페라이트계 스테인리스강이 개시되어 있다. 특허문헌 7에 기재된 기술에서는, 배기계 부품의 가열 후의 내식성에 대하여 개시하고 있지만, 간극 환경에서의 내식성에 대하여 설명되어 있지 않다.

[0014] 특허문헌 8에는, 질량%로, C: 0.0150% 이하, Si: 1.0 내지 1.5%, Mn: 0.15 내지 1.0%, P: 0.050% 이하, S: 0.0100% 이하, N: 0.0150% 이하, Al: 0.010 내지 0.200%, Cr: 13.0 내지 16.0%, 및 Sn: 0.002 내지 0.050%를 함유하고, 또한 Ti: 0.03 내지 0.30% 및 Nb: 0.03 내지 0.50% 중 어느 한쪽 또는 양쪽을 함유하고, 또한 (1)식에서 정의하는 A값이 0.024 이상인 것을 만족시키고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 내산화성 및 내식성이 우수한 자동차 배기계 부재용 페라이트계 스테인리스강이 개시되어 있다.

[0015] $A = [\text{Si}] \times [\text{Sn}] + 0.014[\text{Si}] \dots$ (1)

[0016] 여기서 [Si], [Sn]은, 각각 Si, Sn의 질량%로서의 함유량이다.

[0017] 특허문헌 8에 기재된 기술에서는, 배기계 부품의 가열 후의 내식성에 대하여 개시하고 있지만, 간극 환경에서의

내식성에 대하여 설명되어 있지 않다.

- [0018] 특허문헌 9에는 질량%로, C: 0.0150% 이하, Si: 0.2 내지 0.7%, Mn: 0.2 내지 0.6%, P: 0.050% 이하, S: 0.0100% 이하, N: 0.0150% 이하, Al: 0.010 내지 0.20%, Cr: 10.5 내지 11.5%, Mo: 0.02 내지 0.20% 및 Sn: 0.005 내지 0.050%를 함유하고, 또한 Ti: 0.03 내지 0.30% 및 Nb: 0.03 내지 0.50% 중 어느 한쪽 또는 양쪽을 함유하고, 또한 이하의 (1)식에서 정의하는 A값이 0.00065%² 이상인 것을 만족시키고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 것을 특징으로 하는 내식성이 우수한 배기계 부재용 페라이트계 스테인리스강이 개시되어 있다.
- [0019] $A = [Mo] \times [Sn] \dots(1)$
- [0020] 특허문헌 9에 기재된 기술에서는, 배기계 부품의 가열 후의 내식성에 대하여 개시하고 있지만, 간극 환경에서의 내식성에 대하여 설명되어 있지 않다.
- [0021] 상기와 같이 종래 기술에 있어서는, 관 단부 두께 증가된 파이프의 관 단부에 형성되는 간극 환경에서 내식성을 개선하는 방법은 아직 제안되어 있지 않다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0022] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2010-234406호 공보
- (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2013-103250호 공보
- (특허문헌 0003) 일본 특허 공개 제2004-255414호 공보
- (특허문헌 0004) 일본 특허 제4727601호 공보
- (특허문헌 0005) 일본 특허 제5297713호 공보
- (특허문헌 0006) 일본 특허 제5320034호 공보
- (특허문헌 0007) 일본 특허 제5586279호 공보
- (특허문헌 0008) 일본 특허 제6006660호 공보
- (특허문헌 0009) 일본 특허 공개 제2014-169491호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0023] 본 발명은, 관 단부 두께 증가된 파이프의 관 단부에 형성되는 간극 환경의 내식성을 개선하는 해결 수단을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0024] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명자들은 페라이트계 스테인리스 강관 간극부의 내식성에 관하여 예의 검토를 행하였다. 그 결과, 간극 환경에서는 고Cr양의 스테인리스강일수록 공식(孔食) 깊이가 증가하는 것을 지견했다. 그리고 Cr양, Sn양과, 공식이 깊게 성장하는 임계 간극 간격 사이에 어떠한 관계가 있음을 알아냈다.
- [0025] 상기 과제를 해결하는 위한 수단은 이하의 구성을 갖는다.
- [0026] [1] 본 발명의 일 형태에 관한 간극부의 내염해성이 우수한 페라이트계 스테인리스 강관은, C: 0.001 내지 0.100%,
- [0027] Si: 0.01 내지 2.00%,
- [0028] Mn: 0.01 내지 2.00%,

- [0029] P: 0.001 내지 0.05%,
- [0030] S: 0.0001 내지 0.005%,
- [0031] Cr: 10.5 내지 20.0%,
- [0032] Sn: 0.001 내지 0.600%,
- [0033] Ti: 0.001 내지 1.000%,
- [0034] Al: 0.001 내지 0.100%,
- [0035] N: 0.001 내지 0.02%를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물이고, 관 단부에 관 단부 두께 증가부를 구비하고, 상기 관 단부에 형성되는 간극 간격 $d(\mu\text{m})$ 는, $d \geq \text{Cr}^2 / (1000\text{Sn})$ (식 중 Cr 및 Sn은 각각의 원소의 함유량(질량%)을 나타냄)의 관계를 만족시키는 것을 특징으로 한다.
- [0036] [2] 또한 질량%로
- [0037] Ni: 0.1 내지 1.0%,
- [0038] Mo: 0.1 내지 3.0%,
- [0039] Cu: 0.10 내지 3.00%,
- [0040] B: 0.0001 내지 0.0050%,
- [0041] Nb: 0.001 내지 0.300%,
- [0042] W: 0.001 내지 1.00%,
- [0043] V: 0.001 내지 0.50%,
- [0044] Sb: 0.001 내지 0.100%,
- [0045] Co: 0.001 내지 0.500%
- [0046] 중 어느 1종 또는 2종 이상을 함유하는 것을 특징으로 하는 상기 [1] 에 기재된 간극부의 내염해성이 우수한 페라이트계 스테인리스 강관.
- [0047] [3] 질량%로
- [0048] Ca: 0.0001 내지 0.0050%,
- [0049] Mg: 0.0001 내지 0.0050%,
- [0050] Zr: 0.0001 내지 0.0300%,
- [0051] Ga: 0.0001 내지 0.0100%,
- [0052] Ta: 0.001 내지 0.050%,
- [0053] REM: 0.001 내지 0.100%
- [0054] 중 어느 1종 또는 2종 이상을 더 함유하는 것을 특징으로 하는 상기 [1] 또는 [2] 에 기재된 간극부의 내염해성이 우수한 페라이트계 스테인리스 강관.
- [0055] [4] 관 단부 두께 증가 구조체에 사용되는 것을 특징으로 하는 상기 [1] 내지 [3] 중 어느 한 항에 기재된 간극부의 내염해성이 우수한 페라이트계 스테인리스 강관.
- [0056] [5] 본 발명의 일 형태에 관한 관 단부 두께 증가 구조체는, 상기 [1] 내지 [4] 중 어느 한 항에 기재된 페라이트계 스테인리스 강관으로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0057] [6] 본 발명의 일 형태에 관한 용접 조인트는, 상기 [1] 내지 [4] 중 어느 한 항에 기재된 페라이트계 스테인리스 강관으로 이루어지는 관 단부 두께 증가부를 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0058] [7] 상기 관 단부 두께 증가부에 용접으로 접합된 구조체를 더 갖고, 상기 페라이트계 스테인리스 강관의 단관부의 관 두께를 t 라고 하면, 용접부 중, 상기 페라이트계 스테인리스 강관측의 최대 용입 깊이가 0.3t 내지

2.0t인 것을 특징으로 하는 상기 [6] 에 기재된 용접 조인트.

[0059] [8] 본 발명의 일 형태에 관한 용접 구조체는, 상기 [7] 에 기재된 용접 조인트를 갖는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0060] 본 발명의 일 형태에 의하면, 내간극부 염해성(간극부의 내염해성)이 우수한 페라이트계 스테인리스 강관, 그것을 구비한 관 단부 두께 증가 구조체, 관 단부 두께 증가부를 갖는 용접 조인트, 및 용접 조인트를 갖는 용접 구조체를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0061] 도 1은 스테인리스 강관으로 이루어지는 관 단부 두께 증가관과 다른 강관의 조인트 구조를 도시하는 단면도이다.

도 2는 도 1의 용접부(3) 주변의 확대도이고, 페라이트계 스테인리스 강관의 단관부의 판 두께를 t라고 하면, (a)는 최대 용입 깊이가 0.3t인 경우를 도시하고, (b)는 최대 용입 깊이가 1.0t인 경우를 도시하고, (c)는 최대 용입 깊이가 2.0t인 경우를 도시하고, (d)는 최대 용입 깊이가 2.0t 초과인 경우를 도시한다.

도 3은 실시예에 있어서 제조한 관 단부 두께 증가관의 Cr양 및 Sn양과 임계 간극 간격의 관계를 도시하는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0062] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대하여, 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0063] 관 단부 두께 증가 파이프(페라이트계 스테인리스 강관)의 간극 환경을 모의하여 내식성을 평가하기 위해, 본 발명자들은 다양한 조성의 강관을 제작했다. 그리고, 이들 강관으로부터 스폿 용접에 의해 관 단부 두께 증가 파이프의 간극부를 모의한 다양한 간극 간격을 갖는 시험편을 제작했다. JASO-M610-92의 자동차 부품 외관의 부식 시험 방법에 따라 부식 시험을 100사이클 실시하여 간극부의 염해 부식성을 평가했다. 평가에는 최대 공식 깊이를 사용하여, 최대 공식 깊이가 500 μ m 미만인 시료를 "○"(good)라고 평가하고, 최대 공식 깊이가 500 μ m 이상인 시료를 "×"(poor)라고 평가했다.

[0064] 도 3은 상술한 시험 결과에 기초하여, 다양한 모재 중의 Sn양에 있어서의 모재 중의 Cr양과, 간극부에서의 부식이 억제되는 임계 간극 간격의 관계를 도시한다. 모재 중의 Cr은 일반 환경에서의 내식성을 향상시키지만, 도 3으로부터, 모재 중의 Cr양이 증가할수록, 간극 환경에서의 공식 깊이는 증가함을 알 수 있다. 그리고, 강관에 대한 Sn의 첨가량을 증가시킴으로써(모재 중의 Sn양이 증가할수록), 임계 간극 간격이 작아짐을 알 수 있었다.

[0065] 고Cr양의 강종의 간극부의 부식 형태를 관찰하면, 소수의 공식이 깊게 성장하고 있음을 알 수 있었다. 한편, 저Cr양의 강종의 간극부의 부식 형태는, 다수의 공식이 발생하고 있지만, 하나하나의 공식의 깊이는 고Cr양의 강종에 비해 얇음을 알 수 있었다.

[0066] 고Cr양의 강종에서는, 부동태 피막 중의 Cr 농도가 높아 내식성이 높기 때문에, 공식의 발생수가 감소했다고 생각된다. 그 때문에, 캐소드 반응인 산소 환원 반응이 소수의 공식의 성장에 대해서만 기여하고, 하나하나의 공식이 깊게 성장했다고 생각된다. 한편, 저Cr양의 강종에서는, 캐소드 반응이 다수의 공식의 발생에 기여하기 때문에, 하나하나의 공식 깊이가 크게 성장하지 않았다고 생각된다.

[0067] 또한, 상술한 시험에 의해, Sn은 간극 환경에서의 공식의 발생에 대하여 효과가 있음이 지견되었다. Sn이 스테인리스강의 활성 용해를 억제하는 것이나 내간극 부식성을 개선하는 것은 알려져 있었다. 그러나, Sn이 간극 환경에서의 공식의 발생을 억제하여, 임계 간극 간격을 작게 하는 것은 금회의 시험 결과에 의한 새로운 지견이다.

[0068] (페라이트계 스테인리스 강관)

[0069] 이하에 본 실시 형태에서 규정되는 강의 화학 조성에 대하여 더욱 상세하게 설명한다. 또한, %는 질량%를 의미한다.

[0070] C: C는, 강의 내입계 부식성, 가공성을 저하시키기 때문에, 그 함유량을 낮게 억제할 필요가 있다. 그 때문에, C 함유량을 0.100% 이하로 한다. 그러나, 과도하게 낮추는 것은 정련 비용을 상승시키기 때문에, C 함유량을 0.001% 이상으로 하는 것이 바람직하다. C 함유량은, 보다 바람직하게는 0.003 내지 0.050%, 더욱 바람직하

게는 0.005 내지 0.020%이다.

- [0071] Si: Si는 탈산 원소로서 유용하지만, 과잉으로 첨가하면 재료를 경화시키기 때문에, 그 함유량을 0.01 내지 2.00%로 한다. Si 함유량은, 보다 바람직하게는 0.02 내지 0.80%, 더욱 바람직하게는 0.03 내지 0.70%이다.
- [0072] Mn: Mn은 탈산 원소로서 유용하지만, 과잉으로 함유시키면 내식성을 열화시키므로, 그 함유량을 0.01 내지 2.00%로 한다. Mn 함유량은, 보다 바람직하게는 0.02 내지 0.80%, 더욱 바람직하게는 0.03 내지 0.70%이다.
- [0073] P: P는 가공성·용접성·내식성을 열화시키는 원소이고, 그 함유량을 제한할 필요가 있다. 그 때문에 P 함유량을 0.05% 이하로 한다. 단, 과잉으로 P양을 저감시키는 것은 정련 비용을 증가시키기 때문에, 그 하한값을 0.001%로 한다. P 함유량은, 보다 바람직하게는 0.003 내지 0.04%, 더욱 바람직하게는 0.005 내지 0.03%이다.
- [0074] S: S는 내식성을 열화시키는 원소이기 때문에, 그 함유량을 제한할 필요가 있다. 그 때문에 S 함유량을 0.005% 이하로 한다. 단, 과잉으로 S양을 저감시키는 것은, 정련 비용을 증가시키기 때문에, 그 하한값을 0.0001%로 한다. S 함유량은, 보다 바람직하게는 0.0003 내지 0.003%, 더욱 바람직하게는 0.0005 내지 0.001%이다.
- [0075] Cr: Cr은 내염해 부식성 및 내배기 가스 응축수 부식성을 확보하기 위해, 적어도 10.5% 이상의 양이 필요하다. Cr 함유량을 증가시킬수록, 내식성은 향상되지만, 가공성, 제조성을 저하시키고, 또한 비용을 증가시키기 때문에, 상한을 20.0% 이하로 한다. Cr 함유량은, 보다 바람직하게는 11.0 내지 19.0%, 더욱 바람직하게는 13.0 내지 17.5%이다.
- [0076] Sn: Sn은 내식성을 향상시키는 원소이고, 적어도 0.001% 이상의 양이 필요하다. 0.001 내지 0.009%의 Sn 함유량으로 효과가 있지만, Sn 함유량을 증가시키면 더욱 효과가 있다. 단, 과잉의 첨가는 가공성이나 제조성을 저하시키기 때문에, 상한을 0.600% 이하로 한다. Sn 함유량은, 보다 바람직하게는 0.002 내지 0.500%, 더욱 바람직하게는 0.030 내지 0.300%이다. 비용을 고려하면, 0.030 내지 0.100%가 바람직하다.
- [0077] Ti: Ti는 내식성을 향상시키는 데 유용한 원소이고, 0.001% 이상의 양으로 함유시킬 수 있다. 단, 과잉으로 첨가하면 비용을 증가시키기 때문에, 상한을 1.000%로 한다. Ti 함유량은, 보다 바람직하게는 0.002 내지 0.500%, 더욱 바람직하게는 0.003 내지 0.200%이다.
- [0078] Al: Al은 탈산 효과 등의 정련상 유용한 원소이고, 적어도 0.001% 이상의 양이 필요하다. 그러나, 과잉으로 첨가하면 조대한 개재물을 형성하여 내식성을 저하시키기 때문에, 상한을 0.100% 이하로 한다. Al 함유량은, 보다 바람직하게는 0.005 내지 0.080%, 더욱 바람직하게는 0.010 내지 0.070%이다.
- [0079] N: N은 성형성과 내식성을 열화시키기 때문에, N 함유량을 0.02% 이하로 한다. 단 과도한 저감은 정련 비용의 증가로 연결되기 때문에, 하한을 0.001%로 한다. N 함유량은, 보다 바람직하게는 0.002 내지 0.015%, 더욱 바람직하게는 0.003 내지 0.010%이다.
- [0080] 이상이 본 실시 형태의 페라이트계 스테인리스강의 기본이 되는 화학 조성이지만, 본 실시 형태에서는, 또한, 다음과 같은 원소를 필요에 따라 함유시킬 수 있다.
- [0081] Ni: Ni는 내식성을 향상시키는 데 유용한 원소이고, 0.1% 이상의 양으로 함유시킬 수 있다. 단, 과잉의 첨가는 비용을 증대시키기 때문에, 그 상한을 1.0%로 한다. Ni 함유량은, 보다 바람직하게는 0.2 내지 0.8%, 더욱 바람직하게는 0.3 내지 0.5%이다.
- [0082] Mo: Mo는 내식성을 향상시키는 데 유용한 원소이고, 0.1% 이상의 양으로 함유시킬 수 있다. 단, 과잉의 첨가는 비용을 증대시키기 때문에, 그 상한을 3.0%로 한다. Mo 함유량은, 보다 바람직하게는 0.2 내지 2.0%, 더욱 바람직하게는 0.3 내지 1.5%이다.
- [0083] Cu: Cu는 내식성을 향상시키는 데 유용한 원소이고, 0.10% 이상의 양으로 함유시킬 수 있다. 단, 과잉의 첨가는 비용을 증대시키기 때문에, 상한을 3.00%로 한다. Cu 함유량은, 보다 바람직하게는 0.20 내지 2.00%, 더욱 바람직하게는 0.30 내지 1.50%이다.
- [0084] B: B는 열간 가공성을 향상시키는 데 유용한 원소이고, 0.0001% 이상의 양으로 함유시킬 수 있다. 단, 과잉의 첨가는 내식성을 저하시키기 때문에, 상한을 0.0050% 이하로 한다. B 함유량은, 보다 바람직하게는 0.0005 내지 0.0030%, 더욱 바람직하게는 0.0010 내지 0.0010%이다.
- [0085] Nb: Nb는 내식성의 향상에 유용한 원소이고, 0.001% 이상의 양으로 함유시키는 것이 바람직하다. 단, 과잉의

첨가는 가공성이나 제조성을 저하시키기 때문에, 상한을 0.300% 이하로 한다. Nb 함유량은, 보다 바람직하게는 0.005 내지 0.200%, 더욱 바람직하게는 0.010 내지 0.100%이다.

- [0086] W: W는 내식성의 향상에 유용한 원소이고, 0.001% 이상의 양으로 함유시키는 것이 바람직하다. 단, 과잉의 첨가는 가공성이나 제조성을 저하시키기 때문에, 상한을 1.00% 이하로 한다. W 함유량은, 보다 바람직하게는 0.005 내지 0.70%, 더욱 바람직하게는 0.010 내지 0.50%이다.
- [0087] V: V는 내식성의 향상에 유용한 원소이고, 0.001% 이상의 양으로 함유시키는 것이 바람직하다. 단, 과잉의 첨가는 가공성이나 제조성을 저하시키기 때문에, 상한을 0.50% 이하로 한다. V 함유량은, 보다 바람직하게는 0.005 내지 0.40%, 더욱 바람직하게는 0.010 내지 0.30%이다.
- [0088] Sb: Sb는 내식성의 향상에 유용한 원소이고, 0.001% 이상의 양으로 함유시키는 것이 바람직하다. 단, 과잉의 첨가는 가공성이나 제조성을 저하시키기 때문에, 상한을 0.100% 이하로 한다. Sb 함유량은, 보다 바람직하게는 0.005 내지 0.080%, 더욱 바람직하게는 0.010 내지 0.050%이다.
- [0089] Co: Co는 2차 가공성과 인성을 향상시키는 데 있어서, 0.001% 이상의 양으로 함유시키는 것이 바람직하다. 단, 과잉의 첨가는 가공성이나 제조성을 저하시키기 때문에, 상한을 0.500% 이하로 한다. Co 함유량은, 보다 바람직하게는 0.002 내지 0.400%, 더욱 바람직하게는 0.003 내지 0.300%이다.
- [0090] 또한, Ni, Mo, Cu, B, Nb, W, V, Sb, Co의 1종 또는 2종 이상의 합계 함유량은, 비용 상승 등의 점에서 6% 이하가 바람직하다.
- [0091] Ca: Ca는 탈황이나 열간 가공성을 향상시키는 데 있어서, 0.0001% 이상의 양으로 함유시키는 것이 바람직하다. 단, 과잉으로 첨가하면 수용성의 개재물 CaS가 생성되어 내식성을 저하시키기 때문에, 상한을 0.0050%로 한다. Ca 함유량은, 보다 바람직하게는 0.0002 내지 0.0045%, 더욱 바람직하게는 0.0003 내지 0.0040%이다.
- [0092] Mg: Mg는 조직을 미세화하여, 가공성, 인성을 향상시키는 데 있어서, 0.0001% 이상의 양으로 함유시키는 것이 바람직하다. 단, 과잉으로 첨가하면 열간 가공성을 저하시키기 때문에, 상한을 0.0050%로 한다. Mg 함유량은, 보다 바람직하게는 0.0003 내지 0.0040%, 더욱 바람직하게는 0.0005 내지 0.0030%이다.
- [0093] Zr: Zr은 내식성을 향상시키는 데 있어서, 0.0001% 이상의 양으로 함유시키는 것이 바람직하다. 단, 과잉의 첨가는 가공성이나 제조성을 저하시키기 때문에, 상한을 0.0300%로 한다. Zr 함유량은, 보다 바람직하게는 0.0005 내지 0.0200%, 더욱 바람직하게는 0.0010 내지 0.0100%이다.
- [0094] Ga: Ga는 내식성과 내수소 취화성을 향상시키는 데 있어서, 0.0001% 이상의 양으로 함유시키는 것이 바람직하다. 단, 과잉의 첨가는 가공성이나 제조성을 저하시키기 때문에, 상한을 0.0100%로 한다. Ga 함유량은, 보다 바람직하게는 0.0005 내지 0.0080%, 더욱 바람직하게는 0.0010 내지 0.0050%이다.
- [0095] Ta: Ta는 내식성을 향상시키는 데 있어서, 0.001% 이상의 양으로 함유시키는 것이 바람직하다. 단, 과잉의 첨가는 가공성이나 제조성을 저하시키기 때문에, 상한을 0.050%로 한다. Ta 함유량은, 보다 바람직하게는 0.005 내지 0.040%, 더욱 바람직하게는 0.010 내지 0.030%이다.
- [0096] REM: REM은 탈산 효과 등을 가지므로 정련상 유용한 원소이고, 0.001% 이상의 양으로 함유시키는 것이 바람직하다. 단, 과잉의 첨가는 가공성이나 제조성을 저하시키기 때문에, 상한을 0.100%로 한다. REM 함유량은, 보다 바람직하게는 0.005 내지 0.080%, 더욱 바람직하게는 0.010 내지 0.050%이다.
- [0097] 또한, REM이란 Ce, La, Pr, Nd 등의 희토류 금속이다. 「REM의 함유량」이란, 이들의 전체 REM 원소의 함유량의 합계값을 의미한다. 전체 함유량이 상기 범위 내이면, REM 원소의 종류가 1종류이든 2종류 이상이든, 동일한 효과가 얻어진다.
- [0098] 본 실시 형태의 페라이트계 스테인리스 강관은, 도 1에 도시된 바와 같이 관 단부에 관 단부 두께 증가부(1a)를 구비한다. 관 단부 두께 증가부(1a)란, 강관의 관 단부에 있어서 두께를 증가시킨 부위를 말한다. 관 단부 두께 증가부(1a)는, 예를 들어 강관의 단부를 내측 또는 외측으로 180° 접어 형성된다. 이 때문에, 관 단부 두께 증가부(1a)는 내측 또는 외측으로 접혀진 단부를 갖는다. 관 단부 두께 증가부(1a)에 있어서, 스테인리스 강관의 외측 부분(외주 부분)과 내측 부분(내주 부분) 사이에 간극부(1b)가 존재한다. 즉, 강관의 관 단부에 있어서, 강관과 강관의 접혀진 부분 사이에 간극부(1b)가 존재한다. 강관과 강관의 접혀진 부분 사이의 간극 간격의 최댓값을 간극 간격 $d(\mu\text{m})$ 라고 한다.
- [0099] 관 단부에 존재하는 간극 간격 $d(\mu\text{m})$ 는, $d \geq \text{Cr}^2 / (1000\text{Sn})$ (식 중 Cr 및 Sn은 각각의 원소의 함유량(질량%)을 나

타냄)의 관계를 만족시킨다.

- [0100] 본 실시 형태의 관 단부 두께 증가 파이프(페라이트계 스테인리스 강관)는, 본 실시 형태에서 규정되는 강 성분을 갖는 스테인리스 강관을 소재로 하지만, 스테인리스 강관의 제조 방법은, 제강-열간 압연-어닐링·산세-냉간 압연-어닐링의 각 공정으로 이루어지고, 각 공정의 제조 조건에 대해서는, 특별히 규정하는 것은 아니다.
- [0101] 제강에 있어서는, 상기 필수 성분 및 필요에 따라 첨가되는 성분을 함유하는 강을, 전로 용제하고, 이어서 2차 정련을 행하는 방법이 적합하다. 용제한 용강은, 공지의 주조 방법(연속 주조)에 따라 슬래브로 한다. 슬래브는, 소정의 온도로 가열되어, 소정의 관 두께에 연속 압연으로 열간 압연된다. 열간 압연 후의 어닐링 공정은 생략해도 되고, 산세 후의 냉간 압연에서는, 통상의 센지미어 밀, 탠덤 밀의 어느 것으로 압연해도 되지만, 강관의 굽힘성을 고려하면 탠덤 밀 압연의 쪽이 바람직하다.
- [0102] 냉간 압연에 있어서는, 롤 조도, 롤 직경, 압연유, 압연 패스 횟수, 압연 속도, 압연 온도 등은 일반적인 범위 내에서 적절히 선택하면 된다. 냉간 압연의 도중에 중간 어닐링을 넣어도 되고, 중간 및 최종 어닐링은 배치식 어닐링이어도 되고 연속식 어닐링이어도 상관없다. 또한, 어닐링의 분위기에 관해서는, 필요하다면 수소 가스 혹은 질소 가스 등의 무산화 분위기에서 어닐링하는 광휘 어닐링이어도 되고 대기 중에서 어닐링해도 상관없다. 또한, 본 제품관에 윤활 도장을 실시하고, 또한 프레스 성형을 향상시켜도 되고, 윤활막의 종류는 적절히 선택하면 된다. 최종 어닐링 후에 형상 교정을 위해 조질 압연이나 레벨러를 부여해도 상관없지만, 가공 경화능의 저하를 초래하는 점에서, 이것들은 부여하지 않는 것이 바람직하다.
- [0103] 강관의 제조 방법에 대해서는, 적절히 선택하면 되고, 용접 방법에 한정되지 않고, ERW(저항 용접), 레이저 용접, TIG 용접(텅스텐 불활성 가스 용접) 등 적절히 선택하면 된다. 또한, 강관의 사이즈에 대해서도 용도에 따라 결정하면 된다. 강관으로부터 관 단부 두께를 증가시키는 프로세스는, 관 단부의 스피닝 가공 혹은 단조 처리가 바람직하지만, 이들 공법에 대해서도 특별히 규정하는 것은 아니다.
- [0104] 또한, 관 외측에 두께를 형성하는 경우와, 관 내측에 두께를 형성하는 경우가 생각되지만, 관 외측에 두께를 형성하는 경우는, 두께 형성 개소의 내경은 소관과 동일해진다. 한편, 관 내측에 두께가 형성되는 경우는, 두께 형성 개소의 외경은 소관과 동일해진다. 작업 능률이나 치수 정밀도를 고려하면, 스피닝 가공의 쪽이 바람직하고, 관 단부를 일단 절곡하고, 다음 공정에서 밀착시키는 공법을 채용하는 것이 바람직하다.
- [0105] 관 단부에 형성되는 간극 간격 d 가 상기한 관계식을 만족시킴으로써, 내간극부 염해성이 우수한 관 단부 두께 증가 구조체를 제공할 수 있는 페라이트계 스테인리스 강관을 실현할 수 있다.
- [0106] 상술한 조성과 관계식을 만족시키는 페라이트계 스테인리스 강관을, 특히 자동차 부품, 이륜용 부품으로서 사용함으로써, 박육화가 가능해지고, 효율적인 부품의 제조 및 적용한 자동차, 이륜차의 연비의 향상이 가능해진다.
- [0107] 또한, 상술한 조성과 관계식을 만족시키는 페라이트계 스테인리스 강관에 의하면, 내간극부 염해성이 우수한 관 단부 두께 증가부를 갖는 용접 조인트나 용접 구조체를 제공할 수 있다.
- [0108] (관 단부 두께 증가 구조체, 용접 조인트, 용접 구조체)
- [0109] 상술한 바와 같이 본 실시 형태의 페라이트계 스테인리스 강관은, C, Si, Mn, P, S, Cr, Sn, Ti, Al, N을 규정의 범위 내의 양으로 함유하는 조성을 갖고, 관 외측에 두께가 형성되거나, 관 내측에 두께가 형성되는 관 단부 두께 증가 구조체용 스테인리스 강관이다.
- [0110] 본 실시 형태의 관 단부 두께 증가 구조체는, 본 실시 형태의 페라이트계 스테인리스 강관을 갖는다. 관 단부 두께 증가 구조체란, 강관을 갖고, 이 강관에 관 단부 두께 증가부가 마련된 구조체를 말한다. 본 실시 형태에서는, 관 단부에 형성되는 간극 간격 $d(\mu\text{m})$ 가, $d \geq \text{Cr}^2 / (1000\text{Sn})$ (식 중 Cr 및 Sn은 각각의 원소의 함유량(질량%)를 나타냄)의 관계를 갖는 관 단부 두께 증가 구조체를 제공할 수 있다.
- [0111] 이 관 단부 두께 증가 구조체라면, 내간극부 염해성이 우수한 특징을 갖는다.
- [0112] 본 실시 형태의 용접 조인트는, 본 실시 형태의 페라이트계 스테인리스 강관으로 이루어지는 관 단부 두께 증가부를 갖는다. 즉, 이 용접 조인트는 본 실시 형태의 페라이트계 스테인리스 강관의 관 단부 두께 증가부를 갖는다. 바꾸어 말하면, 본 실시 형태의 용접 조인트는 본 실시 형태의 페라이트계 스테인리스 강관을 갖고, 이 강관에 관 단부 두께 증가부가 마련되어 있다.
- [0113] 본 실시 형태의 용접 조인트는 내간극부 염해성이 우수한 관 단부 두께 증가부를 갖는다.

- [0114] 본 실시 형태의 용접 조인트를, 특히 자동차 부품, 이륜용 부품으로서 사용함으로써, 부품의 박육화가 가능해져, 효율적인 부품의 제조 및 적용한 자동차, 이륜차의 연비의 향상이 가능해진다.
- [0115] 도 1은 상술한 페라이트계 스테인리스 강관으로 이루어지는 관 단부 두께 증가 구조체(1)에 대하여 다른 강관(2)을 용접에 의해 접합한 조인트 A를 도시한다.
- [0116] 관 단부 두께 증가 구조체(1)의 관 단부 부분에 내측으로 접은 부분이 마련되어 관 단부 두께 증가부(1a)가 형성되어 있다. 즉, 도 1의 관 단부 두께 증가부(1a)는, 강관의 단부를 내측으로 180° 접어 형성되어 있다. 이 관 단부 두께 증가부(1a)의 외측에 강관(2)이 용접부(3)에 의해 접합되어 있다.
- [0117] 관 단부 두께 증가부(1a)에 있어서의 스테인리스 강관의 외측 부분과 내측 부분 사이에 간극부(1b)가 형성되어 있다.
- [0118] 도 1의 구조의 조인트 A에 있어서, 페라이트계 스테인리스 강관의 상술한 조성에 따라 상술한 관계식을 만족시키는 간극 간격 d를 갖는 간극부(1b)가 형성되어 있다. 이에 의해, 우수한 내간극부 염해성을 얻을 수 있다.
- [0119] 관 단부 두께 증가 파이프(페라이트계 스테인리스 강관)를 구조체와 용접할 때, 상기와 마찬가지로, 어떤 용접 방법을 채용해도 된다. 구조체로서는, 강관 등을 들 수 있다.
- [0120] 페라이트계 스테인리스 강관의 관 단부 두께 증가부에 구조체를 용접으로 접합하는 경우(용접 조인트가, 관 단부 두께 증가부에 용접으로 접합된 구조체를 더 갖는 경우), 페라이트계 스테인리스 강관의 단관부의 관 두께를 t라고 하면, 용접부 중, 페라이트계 스테인리스 강관측의 최대 용입 깊이가 0.3t 내지 2.0t인 것이 바람직하다.
- [0121] 최대 용입 깊이는 이하의 방법에 의해 측정된다. 용접부의 단면을 관찰하여, 용접부에 있어서, 가장 깊이까지 용해한 개소를 최대 용입부라고 하고, 그 깊이를 최대 용입 깊이라고 한다.
- [0122] 도 2는 도 1의 용접부(3) 주변의 확대도를 도시한다. 페라이트계 스테인리스 강관의 단관부의 관 두께를 t라고 하면, 도 2의 (a)는 최대 용입 깊이가 0.3t인 경우를 도시하고, 도 2의 (b)는 최대 용입 깊이가 1.0t인 경우를 도시하고, 도 2의 (c)는 최대 용입 깊이가 2.0t인 경우를 도시하고, (d)는 최대 용입 깊이가 2.0t 초과인 경우를 도시한다.
- [0123] 도 1, 도 2는 관 단부 두께 증가부의 외주면측에 전극/아크를 가깝게 하여 용접을 행하여 용접부(3)가 형성된 경우를 도시한다. 이 때문에, 관 단부 두께 증가부의 외주면이, 전극/아크측의 면으로 되고, 관 단부 두께 증가부의 내주면이, 전극/아크측의 면의 반대측의 면(이면)으로 된다. 관 단부 두께 증가부의 외주면으로부터 최대 용입부까지의 거리(깊이)가 최대 용입 깊이이다.
- [0124] 도 2에 도시된 바와 같이, 최대 용입부가, 관 단부 두께 증가부의 내주면에 도달하지 않은 경우, 최대 용입 깊이는 2.0t 미만이다. 최대 용입부가, 관 단부 두께 증가부의 내주면에 정확히 도달한 경우, 최대 용입 깊이는 2.0t이다. 최대 용입부가, 관 단부 두께 증가부의 내주면에 도달하여, 내주면에도 용융부가 존재하는 경우, 최대 용입 깊이는 2.0t 초과이다. 즉, 최대 용입 깊이가 2.0t를 초과하는 경우란, 용접 시의 전극/아크측의 면의 반대측의 면(이면)에 용융부가 존재하는 경우이다.
- [0125] 최대 용입 깊이를 0.3t 이상으로 함으로써, 용접부의 강도가 담보됨(확보됨)과 함께, 내간극부 염해성이 우수한 관 단부 두께 증가부를 갖는 용접 조인트나 후술하는 용접 구조체가 얻어진다. 최대 용입 깊이가 2.0t를 초과하면, 용접부의 형상이 불균일해져, 강도의 저하나 내식성의 열화, 배기 가스의 누설 등의 다양한 문제로 연결될 우려가 있다.
- [0126] 내간극부 염해성이 우수한 관 단부 두께 증가부를 갖는 용접 조인트로 할 수 있는 이유를 이하에 나타낸다.
- [0127] 최대 용입 깊이를 0.3t 이상으로 함으로써, 관 단부 두께 증가 파이프(페라이트계 스테인리스 강관)의 외측의 용접부의 형상이 안정화되어, 부식 기점으로 될 수 있는 간극 구조가 형성되지 않게 된다. 최대 용입 깊이는, 바람직하게는 1.0t 초과이고, 이 경우, 관 단부 두께 증가 파이프(페라이트계 스테인리스 강관)의 내측의 간극도 막혀, 부식 기점으로 될 수 있는 간극 구조가 더욱 감소한다. 이것에 더하여, 페라이트계 스테인리스 강관은, 강 중에 0.001 내지 0.600%의 양의 Sn을 함유하고 있다. 이 때문에, 만일 부식이 발생한 경우에도, 용출된 Sn²⁺ 이온이 용해 표면에 흡착하고, 강 모재의 가일층의 용출을 억제하여, 용접부의 내식성의 열화를 회피하는 것이 가능하다.
- [0128] 이와 같은 용접부를 달성하기 위해서는, 특히 실드 가스가 필요한 용접에 있어서는, 선택된 실드 가스가 필요해

진다. 특히 관 단부 두께 증가부는 간극 구조가 많다. 즉, 관 단부 두께 증가부는 많은 간극이 존재하는 구조를 갖는다. 이 때문에, 불활성 가스에 의해 적정한 실드를 행하는 것이 바람직하다. 구체적으로는 실드 가스로서는, Ar이 가장 바람직하다. 실드 가스에 CO₂나 O₂를 혼합하는 경우는, CO₂나 O₂의 양을 5체적% 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0129] 즉, 본 실시 형태의 용접 조인트의 제조 방법은, 본 실시 형태의 페라이트계 스테인리스 강관의 관 단부 두께 증가부와, 구조체를 용접에 의해 접합하는 공정을 갖는다. 용접에 의한 접합 공정에서는, 용접부에 실드 가스를 공급하면서 용접을 행하는 것이 바람직하다. 실드 가스로서는, Ar 등의 불활성 가스나, CO₂와 O₂의 어느 한 쪽 또는 양쪽과 불활성 가스의 혼합 가스 등을 들 수 있다. 혼합 가스 중의 CO₂와 O₂의 양은 5체적% 이하가 바람직하다.

[0130] 특히 용접 방법이, TIG 용접, 미그 용접, 또는 마그 용접인 경우, 용접부에 실드 가스를 공급하면서 용접을 행하는 것이 바람직하다. 용접 방법이 레이저 용접인 경우, 실드 가스를 공급하지 않아도 된다.

[0131] 본 실시 형태의 용접 구조체는, 본 실시 형태의 용접 조인트를 갖고, 이 용접 조인트는, 관 단부 두께 증가부에 용접으로 접합된 구조체를 더 갖고, 페라이트계 스테인리스 강관의 단관부의 관 두께를 t라 하면, 용접부 중, 페라이트계 스테인리스 강관측의 최대 용입 깊이가 0.3t 내지 2.0t이다.

[0132] 상술한 조성과 관계식을 만족시키는 페라이트계 스테인리스 강관에 의하면, 내간극부 염해성이 우수한 관 단부 두께 증가부를 갖는 용접 조인트나 용접 구조체를 제공할 수 있다.

[0133] 그리고, 이 용접 조인트나 용접 구조체를, 특히 자동차 부품, 이륜용 부품으로서 사용함으로써, 부품의 박육화가 가능해져, 효율적인 부품의 제조 및 적용한 자동차, 이륜차의 연비의 향상이 가능해진다.

[0134] 후술하는 실시예에 있어서는, 도 1의 구조의 조인트 A 등의 이러한 종류의 조인트의 내간극부 염해성에 대하여 파악하기 위한 시험을 행하고, 페라이트계 스테인리스 강관을 구성하는 원소의 영향과 임계 간극 간격에 대하여 시험했다.

[0135] [실시예]

[0136] 이하, 실시예에 기초하여, 본 발명을 더 상세하게 설명한다.

[0137] (실시예 1)

[0138] 표 1, 표 2에 나타내는 조성의 강을 용제했다. 특히 Sn은 그 효과를 조사하기 위해 0.005, 0.01, 0.03, 0.10% 및 0.30%의 5수준으로 했다. 용제한 강에 관 두께 4mm까지 열간 압연을 실시하고, 1050℃에서 1분간 어닐링을 행하여, 산세를 실시했다. 그 후, 관 두께 0.8mm까지 냉간 압연을 실시했다.

1 表

강종 No.	화학 조성 (mass%)													기타
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Sn	Ti	Al	N				
A1	0.010	0.41	0.28	0.030	0.0006	10.91	0.010	0.20	0.053	0.009				
A2	0.005	0.04	0.06	0.032	0.0009	13.68	0.030	0.16	0.081	0.008	Nb:0.01			
A3	0.004	0.05	0.07	0.026	0.0006	17.01	0.010	0.22	0.090	0.001	Ni:0.10, Mo:0.11			
A4	0.005	0.09	0.11	0.025	0.0010	14.07	0.100	0.08	0.043	0.008	Nb:0.12			
A5	0.011	0.25	0.26	0.022	0.0003	11.24	0.005	0.15	0.019	0.011	REM:0.051			
A6	0.009	0.16	0.26	0.036	0.0007	19.67	0.100	0.19	0.016	0.007	V:0.11			
A7	0.016	0.28	0.84	0.010	0.0008	12.64	0.030	0.34	0.049	0.003	Cu:0.36			
A8	0.003	0.29	0.35	0.021	0.0004	14.35	0.005	0.16	0.026	0.013				
A9	0.034	0.68	0.63	0.005	0.0013	16.89	0.030	0.26	0.087	0.004	W:0.21			
A10	0.007	0.93	0.52	0.046	0.0009	15.22	0.100	0.21	0.036	0.007	B:0.0032			
A11	0.002	0.14	0.47	0.015	0.0010	17.34	0.005	0.17	0.035	0.002	Co:0.046			
A12	0.009	0.03	0.77	0.023	0.0032	18.04	0.030	0.35	0.047	0.006	Sb:0.007			
A13	0.014	0.05	0.43	0.020	0.0027	14.53	0.010	0.21	0.059	0.004				
A14	0.010	0.34	0.29	0.026	0.0008	14.06	0.300	0.15	0.044	0.011				

표 2

강종 No.	화학 조성 (mass%)											기타
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Sn	Ti	Al	N		
B1	0.027	0.57	0.09	0.013	0.0008	10.78	0.010	0.14	0.028	0.005		
B2	0.006	0.64	0.19	0.019	0.0003	13.56	0.010	0.19	0.017	0.004		
B3	0.005	0.43	0.64	0.048	0.0001	15.39	0.030	0.13	0.032	0.010	Co:0.129	
B4	0.013	0.35	0.29	0.036	0.0002	12.69	0.005	0.36	0.017	0.004		
B5	0.039	0.29	0.58	0.032	0.0007	17.22	0.100	0.25	0.028	0.003		
B6	0.003	0.03	1.03	0.040	0.0021	19.43	0.030	0.38	0.019	0.003	W:0.12	
B7	0.008	1.25	0.73	0.029	0.0036	12.94	0.100	0.13	0.016	0.006		
B8	0.003	0.67	0.42	0.027	0.0007	16.35	0.030	0.06	0.009	0.003	B:0.0029	
B9	0.015	0.27	0.36	0.015	0.0003	15.68	0.005	0.34	0.032	0.003		
B10	0.004	0.59	0.23	0.036	0.0014	18.25	0.100	0.47	0.003	0.005	REM:0.039	
B11	0.011	0.42	0.29	0.031	0.0007	18.60	0.010	0.21	0.054	0.010		
B12	0.002	0.36	0.14	0.022	0.0005	18.63	0.005	0.28	0.044	0.017		
B13	0.001	0.05	0.07	0.033	0.0010	13.69	0.030	0.17	0.083	0.009	Nb:0.01	
B14	0.005	0.06	0.08	0.027	0.0007	17.09	0.030	0.23	0.098	0.016	Ni:0.10, Mo:0.04	
A1'	0.010	0.41	0.28	0.030	0.0006	10.91	0.010	0.20	0.053	0.009		
A2'	0.005	0.04	0.06	0.032	0.0009	13.68	0.030	0.16	0.081	0.008	Nb:0.01	
A3'	0.004	0.05	0.07	0.026	0.0006	17.01	0.010	0.22	0.090	0.012	Ni:0.10, Mo:0.04	
A4'	0.005	0.09	0.11	0.025	0.0010	14.07	0.100	0.08	0.043	0.008	Nb:0.12	
A5'	0.011	0.25	0.26	0.022	0.0003	11.24	0.005	0.15	0.019	0.011	REM:0.051	
A6'	0.009	0.16	0.26	0.036	0.0007	19.67	0.100	0.19	0.016	0.007	V:0.11	

[0140]

[0141]

그리고, 표 1, 표 2에 나타내는 각 조성의 강판으로부터 70mm×70mm 및 40mm×40mm의 시험편을 잘라내고, 동일한 성분 조성을 갖는 시험편을 겹쳐서 스폿 용접함으로써, 관 단부 두께 증가 파이프의 간극부를 모의한 CCT 시험편을 제작했다. 스폿 용접 조건을 조정함으로써 다양한 간극 간격의 CCT 시험편을 제작했다.

[0142]

이 CCT 시험편을 JASO-M610-92의 자동차 부품의 외관의 부식 시험 방법으로 평가했다. 사이클 수를 100사이클로 하고, 시험 후에 스폿 용접부를 도려내어 2매의 판을 나누고, 간극 내의 최대 공식 깊이를 평가할 수 있도록 했다. 녹 제거 후에 간극 상하의 시험편의 공식 깊이를 각각 10점 측정하여, 가장 깊은 공식의 값을, 그 강종의 최대 공식 깊이라고 했다. 최대 공식 깊이가 500 μ m 미만인 시료를 "○"(good)라고 평가하고, 최대 공식 깊이가 500 μ m 이상인 시료를 "×"(poor)라고 평가했다.

[0143]

이하의 표 3에, 표 1, 표 2에 나타내는 각 조성의 스테인리스강($Cr^2/(1000Sn)$)의 값(Cr 및 Sn은 각각의 원소의 함유량(질량%)을 나타냄)의 계산 결과와, 간극 간격 d의 값(μ m)과, 자동차 부품의 외관의 부식 시험 방법(JASO-M610-92)에 의한 최대 공식 깊이(μ m)와, 그 판정 결과를 함께 나타낸다.

표 3

	강종 No.	Cr ² /(1000Sn)의 값	간극 간격 (μm)	최대 공식 깊이 (μm)	판정
본 발명에	A1	11.9	12.5	395	○
	A2	6.2	8.9	298	○
	A3	28.9	30.6	196	○
	A4	2.0	4.6	487	○
	A5	25.3	29.6	298	○
	A6	3.9	6.3	209	○
	A7	5.3	8.2	198	○
	A8	41.2	45.3	308	○
	A9	9.5	10.6	387	○
	A10	2.3	3.6	344	○
	A11	60.1	65.3	410	○
	A12	10.8	16.3	206	○
	A13	21.1	25.5	472	○
	A14	0.7	3.5	248	○
비교예	B1	11.6	<u>10.6</u>	<u>510</u>	<u>×</u>
	B2	18.4	<u>14.6</u>	<u>623</u>	<u>×</u>
	B3	7.9	<u>5.5</u>	<u>509</u>	<u>×</u>
	B4	32.2	<u>30.6</u>	<u>526</u>	<u>×</u>
	B5	3.0	<u>2.3</u>	<u>820</u>	<u>×</u>
	B6	12.6	<u>10.6</u>	<u>507</u>	<u>×</u>
	B7	1.7	<u>1.1</u>	<u>562</u>	<u>×</u>
	B8	8.9	<u>7.9</u>	<u>559</u>	<u>×</u>
	B9	49.2	<u>45.6</u>	<u>602</u>	<u>×</u>
	B10	3.3	<u>2.4</u>	<u>609</u>	<u>×</u>
	B11	34.6	<u>30.6</u>	<u>812</u>	<u>×</u>
	B12	69.4	<u>63.5</u>	<u>533</u>	<u>×</u>
	B13	6.2	<u>5.2</u>	<u>732</u>	<u>×</u>
	B14	9.7	<u>8.6</u>	<u>636</u>	<u>×</u>
	A1'	11.9	12.5	395	○
	A2'	6.2	8.9	298	○
	A3'	28.9	30.6	196	○
	A4'	2.0	4.6	487	○
	A5'	25.3	29.6	298	○
	A6'	3.9	6.3	209	○

[0144]

[0145] 도 3의 그래프에 도시한 바와 같이, 횡축을 각 시료의 Cr양(질량%)이라고 하고, 종축을 각 시료의 간극 간격(d:μm)이라고 하여, 표 1 내지 표 3에 나타내는 결과를 플롯했다. 또한, 각각의 시료의 Sn양을 표시했다.

[0146] 도 3에 있어서, 간격이 작은 쇠선은 Sn양이 0.10%인 경우의 $d=Cr^2/(1000Sn)$ 으로 표현되는 곡선을 나타낸다. Sn양이 0.10%인 시료 No.A4, A6, A10, B5, B7, B10에 관하여, 시료 No.A4, A10, A6의 간극 간격 d의 값은 이 간격이 작은 쇠선보다 위의 값으로 되고, 시료 No.B7, B5, B10의 간극 간격 d의 값은 이 간격이 작은 쇠선보다 아래의 값으로 되었다.

[0147] 도 3에 있어서, 실선은 Sn양이 0.030%인 경우의 $d=Cr^2/(1000Sn)$ 으로 표현되는 곡선을 나타낸다. Sn양이 0.030%인 시료 No.A2, A7, A9, A12, B3, B6, B8, B13, B14에 관하여, 시료 No.A7, A2, A9, A12의 간극 간격 d의 값은 이 실선보다 위의 값으로 되고, 시료 No.B13, B3, B8, B14, B6의 간극 간격 d의 값은 이 실선보다 아래의 값으로 되었다.

[0148] 도 3에 있어서, 간격이 큰 쇠선은 Sn양이 0.010%인 경우의 $d=Cr^2/(1000Sn)$ 으로 표현되는 곡선을 나타낸다.

Sn양이 0.010%인 시료 No.A1, A3, A13, B1, B2, B11에 관하여, 시료 No.A1, A13, A3의 간극 간격 d의 값은 이 간격이 큰 쇠선보다 위의 값으로 되고, 시료 No.B1, B2, B11의 간극 간격 d의 값은 이 간격이 큰 쇠선보다 아래의 값으로 되었다.

- [0149] 도 3에 있어서, 굵은 실선은 Sn양이 0.005%인 경우의 $d = Cr^2 / (1000Sn)$ 으로 표현되는 곡선을 나타낸다. Sn양이 0.005%인 시료 No.A5, A8, A11, B4, B9, B12에 관하여, 시료 No.A5, A8, A11의 간극 간격 d의 값은 이 굵은 실선보다 위의 값으로 되고, 시료 No.B4, B9, B12의 간극 간격 d의 값은 이 굵은 실선보다 아래의 값으로 되었다.
- [0150] 본 발명예의 시료 No.A1 내지 A14에서는, 최대 공식 깊이가 500 μ m 미만이었지만, 비교예의 시료 No.B1 내지 B14에서는, 최대 공식 깊이가 500 μ m 이상이었다.
- [0151] 따라서, 도 3에 도시하는 결과로부터, 본 실시 형태의 페라이트계 스테인리스 강관으로 이루어지는 관 단부 두께 증가 구조체에서는, 간극 간격 d(μ m)가, $d \geq Cr^2 / (1000Sn)$ (식 중 Cr 및 Sn은 각각의 원소의 함유량(질량%)을 나타냄)의 관계를 만족시킴으로써, 최대 공식 깊이가 작은 관 단부 두께 증가 구조체를 제공할 수 있음을 알 수 있다.
- [0152] 또한, 도 3에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태에 관한 페라이트계 스테인리스 강관에서는, 모재 Cr양이 증가할수록, 간극 환경에서의 공식 깊이는 증가함을 알 수 있다. 그리고, 본 실시 형태에 관한 페라이트계 스테인리스 강관에서는, Sn을 첨가함으로써 임계 간극 간격이 작아짐을 알 수 있다.
- [0153] (실시예 2)
- [0154] 표 1, 표 2에 나타내는 조성의 강관을 사용하여, TIG 용접에 의해 직경 60mm의 강관(파이프)을 제작했다. 스피닝 가공에 의해, 강관의 단부를 내측으로 180° 접어서 길이 50mm의 관 단부 두께 증가부를 제작했다. 이상에 의해, 직경이 60mm, 내측으로 접은 단부(관 단부 두께 증가부)의 길이가 50mm인 관 단부 두께 증가 파이프를 제작했다. 그리고, 접음부로부터 60mm의 길이로 관 단부 두께 증가 파이프를 절단했다.
- [0155] 또한, 관 단부 두께 증가부에 있어서의 간극부의 간극 간격은, 스피닝 가공의 조건을 조정함으로써 다양한 값으로 했다.
- [0156] 동일한 강관을 사용하여 직경 62mm의 단관 파이프를 제작했다. 관 단부 두께 증가 파이프의 관 단부 두께 증가부의 외측에, 동일한 강관으로 제조된 단관 파이프를 겹쳐서, 관 단부 두께 증가 파이프의 내측으로 접은 단부(관 단부 두께 증가부)가 용접부로 되도록 다양한 방법(TIG 용접, 미그 용접, 마그 용접, 또는 레이저 용접)으로 용접을 행하였다. 이상에 의해, 전체 길이가 100mm이고, 단관부(단관 파이프)와 관 단부 두께 증가부의 용접부가 중앙에 위치하는 CCT 시험편을 제작했다.
- [0157] 각종 용접 시, 전류량을 조절하고 용접부의 용입 깊이를 조정하여, 용입 깊이의 내식성에 대한 영향을 조사했다. 또한 실드 가스를 사용하는 용접의 경우, 다양한 실드 가스를 사용하여 용접을 행하여, 실드 가스의 내식성에 대한 영향도 조사했다.
- [0158] 또한, 최대 용입 깊이는 이하의 방법에 의해 측정했다. 동일한 조건에서 용접을 실시하여, CCT 시험편을 별도 제작했다. 용접부의 단면을 관찰하여, 용접부에 있어서, 가장 깊게 용해된 개소를 최대 용입부라고 하고, 그 깊이를 최대 용입 깊이라고 했다. 상세하게는, 관 단부 두께 증가 파이프의 단부(관 단부 두께 증가부)의 외주면과 단관 파이프를 겹쳐서, 관 단부 두께 증가 파이프의 단부(관 단부 두께 증가부)의 외주면측에 전극/아크를 가깝게 하여 용접을 행하였다. 이 때문에, 관 단부 두께 증가 파이프의 단부(관 단부 두께 증가부)의 외주면이, 전극/아크측의 면의 반대측의 면(이면)으로 된다. 관 단부 두께 증가 파이프의 단부(관 단부 두께 증가부)의 외주면으로부터 최대 용입부까지의 거리(깊이)가 최대 용입 깊이이다.
- [0159] 이 CCT 시험편을 JASO-M610-92의 자동차 부품의 외관의 부식 시험 방법으로 평가했다. 사이클 수를 100사이클로 하고, 시험 후에 용접부를 절단하여 관 단부 두께 증가부의 2매의 판을 나누고, 간극 내의 최대 공식 깊이를 평가할 수 있도록 했다. 녹 제거 후에 간극 상하의 시험편의 공식 깊이를 각각 10점 측정하여, 가장 깊은 공식의 값을, 그 강종의 최대 공식 깊이라고 했다. 최대 공식 깊이가 500 μ m 미만인 시료를 "○"(good)라고 평가하고, 최대 공식 깊이가 500 μ m 이상인 시료를 "×"(poor)라고 평가했다.
- [0160] 표 4에, 표 1, 표 2에 나타내는 각 조성의 스테인리스강을 사용하여 제작한 시험편의 용접부의 용입 깊이와, 용

접 실드 가스, 자동차 부품의 외관의 부식 시험 방법(JASO-M610-92)에 의한 최대 공식 깊이(μm)와, 그 판정 결과를 함께 나타낸다.

표 4

	강종 No.	용접부의 용입 깊이	용접 방법	용접 실드 가스	최대 공식 깊이 (μm)	판정
본 발명에	A1	0.5t	TIG	Ar	388	○
	A2	0.6t	TIG	Ar	301	○
	A3	0.7t	TIG	Ar	193	○
	A4	0.4t	TIG	Ar	444	○
	A5	1.2t	미그	Ar	218	○
	A6	1.3t	레이저	-	189	○
	A7	0.3t	미그	Ar+2%O ₂	176	○
	A8	1.9t	미그	Ar	311	○
	A9	2.0t	마그	Ar+2%CO ₂	305	○
	A10	1.5t	TIG	Ar	387	○
	A11	1.0t	미그	Ar	430	○
	A12	1.1t	레이저	-	219	○
	A13	1.8t	TIG	Ar+1%O ₂	409	○
	A14	0.8t	TIG	Ar	250	○
비교예	B1	0.9t	미그	Ar	<u>521</u>	×
	B2	1.6t	TIG	Ar	<u>697</u>	×
	B3	0.4t	마그	Ar+4%O ₂	<u>515</u>	×
	B4	0.5t	미그	Ar	<u>568</u>	×
	B5	0.8t	TIG	Ar	<u>750</u>	×
	B6	1.0t	TIG	Ar	<u>533</u>	×
	B7	2.0t	미그	Ar+3%O ₂	<u>582</u>	×
	B8	1.1t	TIG	Ar	<u>590</u>	×
	B9	1.1t	TIG	Ar+4%CO ₂	<u>573</u>	×
	B10	1.7t	TIG	Ar	<u>592</u>	×
	B11	1.9t	레이저	-	<u>766</u>	×
	B12	0.5t	TIG	Ar	<u>536</u>	×
	B13	0.6t	마그	Ar+3%CO ₂	<u>698</u>	×
	B14	0.8t	TIG	Ar	<u>668</u>	×
	A1'	0.2t	TIG	Ar	<u>542</u>	×
	A2'	2.0t초과	TIG	Ar	<u>692</u>	×
	A3'	2.0t초과	TIG	Ar	<u>555</u>	×
	A4'	0.4t	TIG	Ar+6%O ₂	<u>549</u>	×
	A5'	1.2t	미그	Ar+6%CO ₂	<u>597</u>	×
	A6'	1.3t	마그	Ar+7%O ₂	<u>612</u>	×

[0161]

[0162]

관 단부 두께 증가 파이프의 단관부의 판 두께를 t라고 하면, 표 4의 결과로부터, 용접부의 용입 깊이가 0.3t 미만 또는 2.0t 초과로 된 경우, 최대 공식 깊이가 500 μm 이상으로 됨을 알 수 있다. 또한 용접 시의 실드 가스에 CO₂ 또는 O₂가 5체적% 초과로 함유되어 있는 경우, 최대 공식 깊이가 500 μm 이상으로 됨을 알 수 있다.

산업상 이용가능성

[0163]

본 실시 형태에 따르면, 내간극부 염해성이 우수한 페라이트계 스테인리스 강관을 제공하는 것이 가능하다. 또한, 본 실시 형태를 적용한 강관을, 특히 자동차, 이륜용 부품으로서 사용함으로써 박육화가 가능해져, 효율적인 부품 제조 및 연비 향상이 가능해진다.

[0164]

즉, 본 실시 형태는 산업상 매우 유익하다.

부호의 설명

[0165]

A : 조인트

1 : 관 단부 두께 증가 구조체

1a : 관 단부 두께 증가부

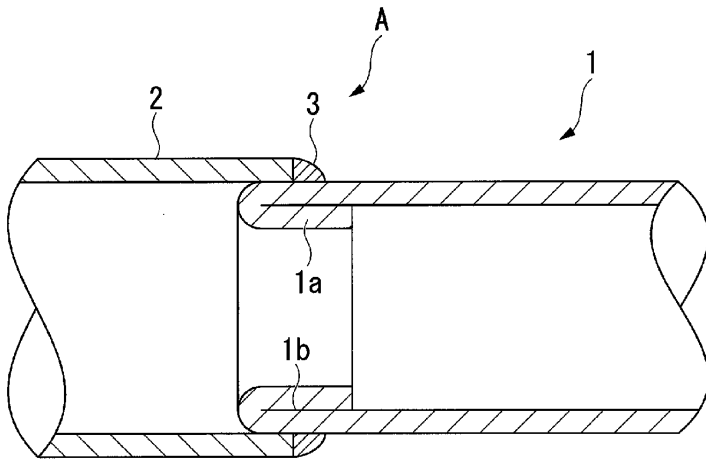
1b : 간극부

2 : 강관

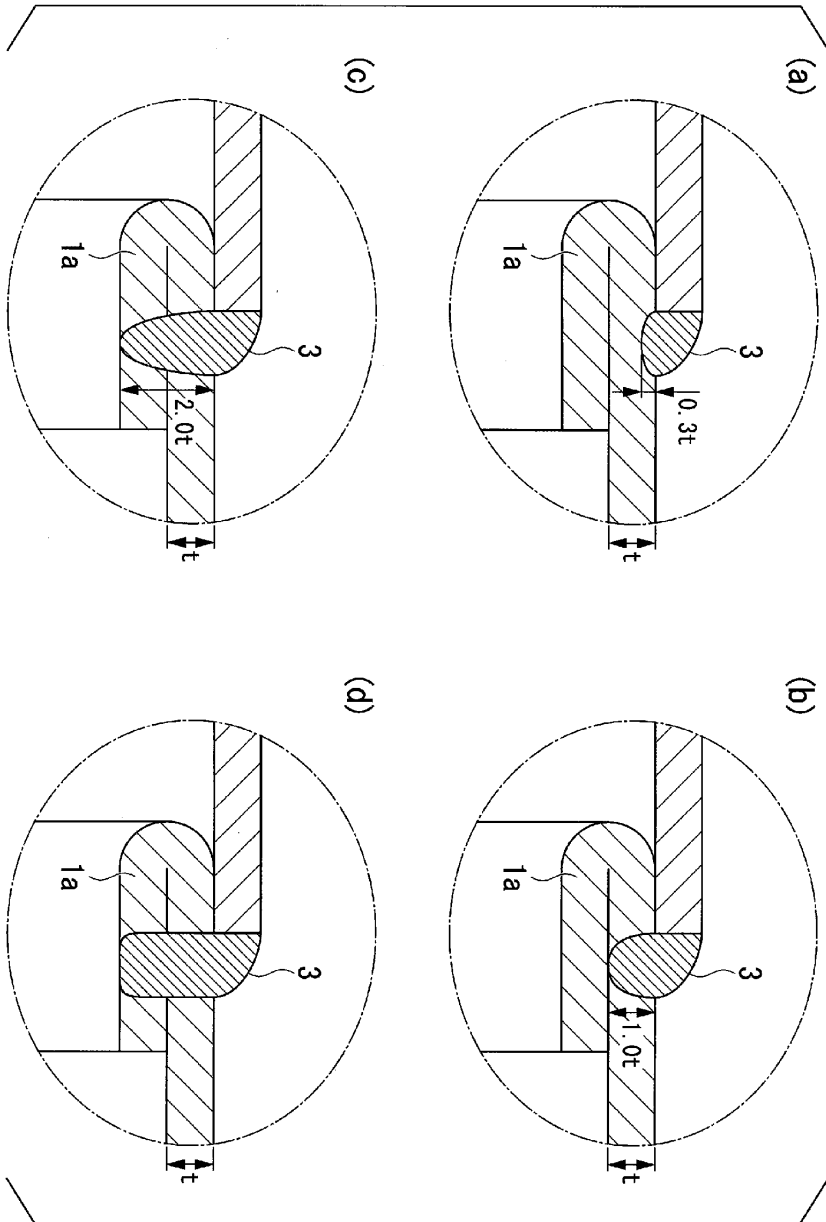
3 : 용접부

도면

도면1



도면2



도면3

