(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[8]
B23K 31/00 (2006.01)

(45) 공고일자 2006년02월03일
(11) 등록번호 10-0549508
(24) 등록일자 2006년01월27일

(21) 출원번호 10-2000-0017188
(22) 출원일자 2000년04월01일

(65) 공개번호 10-2000-0071542
(43) 공개일자 2000년11월25일

(30) 우선권주장 99-97060 1999년04월02일 일본(JP)

(73) 특허권자 다이요 닛산 가부시키가이샤
일본국 도쿄도 시나가와구 고야마 1초메 3반 26고

(72) 발명자 기무라 유타카
일본국 도쿄도 미나토구 니시신바시 1쵸메 16반 7고닛폰산소 가부시키가이샤 내

나카무라 코오지
일본국 도쿄도 미나토구 니시신바시 1쵸메 16반 7고닛폰산소 가부시카기이샤 내

(74) 대리인 한양특허법인

심사관 : 김동국

(54) 스테인레스강(鋼) 배관과 그 접합 방법

요약

본 발명은 공급하는 가스를 오염시키지 않고, 고순도를 유지하면서 공급이 가능하고, 내부식성이 뛰어난 반도체 제조용 가스 공급에 적합한 스테인레스강 배관을 제공하기 위한 것이다. 본 발명에 따르면, 맞대기(butt) 용접으로 접합된 스테인레스강 배관의 접합부(1)가 관의 맞대기 접합부(2)의 외벽면(3)부측의 맞대기 접합부(2a)를 용입(溶入 : penetration) 용접부 W에 형성, 접합하여 이루어지고, 내벽면부측의 접합부(2b)를 미용융 상태의 고체상 접합부 S에 형성, 접합하여 이루어지는 부분 용입 맞대기 용접으로 접합되어 이루어지는 스테인레스강 배관과 그 접합 방법을 제공한다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 스테인레스강 배관의 접합부의 관축 방향에 따라 절단한 확대 부분 단면도,

도 2는 본 발명의 스테인레스강 배관의 접합부의 관의 지름 방향을 따라 절단한 단면 모형도,

도 3은 용입 깊이 t_w의 변화에 대한 인장 강도 T의 변화를 도시한 그래프, 그리고,

도 4는 백실드가스 중의 산소 농도와 인장 강도 T와의 관계를 도시한 그래프이다.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

1: 배관의 접합부 2: 관의 맞대기 접합부

3: 관의 외벽면 2a: 외벽면부측 접합부(용입 맞대기 접합부)

4: 관의 내벽면 2b: 내벽면부측 접합부(미용융 맞대기 접합부)

W: 용입(溶入 : penetration) 용접부

S: 고체상 접합부

t: 관의 두께 t_w: 용입 용접부의 용입 깊이

t_s: 미용융 맞대기 접합부(고체상 접합부)의 치수

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 유통관 내벽과의 접촉에 의해 발생하는 산화물 등의 불순물 혼입을 피하여야 할 반도체 제조 장치나, 가스 공급용 배관 등에 쓰이는 스테인레스강으로 만들어진 배관과 그 접합 방법에 관한 것이다.

반도체의 제조 설비나 그 제조 설비에 반도체 제조용 재료 가스를 공급하기 위한 배관에서 취급되는 가스는 부식성이 강하므로, 이들과 접촉하는 설비나 배관은 내부식성이 높은 스테인레스강이 많이 사용되고 있다. 그리고, 이 스테인레스강 배관을 소정의 길이로 접속하여 배설하는 경우 등의 접합 용접에서는 일반적으로 티그 용접(TIG welding)이 많이 사용되고 있다. 또, 반도체 제조 설비나 그것에 부설하는 가스 등의 공급 배관에서는 이들 가스 등이 유통하는 유로 배관 내에 데드스페이스로 불리는 불필요한 여분인 사각 공간이 가능한 한 존재하지 않는 것이 바람직하다.

즉, 배관 내에 이 데드스페이스가 존재하면, 그 데드스페이스에 파티클 등의 미소한 분진이 퇴적되고, 이 퇴적된 파티클은 어떤 충격에 이끌려 유통하는 가스와 함께 배출된다.

또, 부식성 가스를 공급하는 등의 배관에 데드스페이스가 존재하면 그 데드스페이스에 존재하는 수분을 제거하기 어렵고, 그 수분에 부식성 가스가 용해되어 간극 부식을 유발시키기 쉽게 된다. 간극 부식이 발생하면, 금속 부식 생성물이 내벽에서 박리하게 되고, 이 박리된 부식 생성물은 불순물이 되어 가스를 오염시키게 된다.

그런데, 상기한 데드스페이스는 대부분이 배관이나 설비의 가공 제조시, 특히 접속 용접 가공시에 형성된다. 예컨대, 스테인레스강 배관의 접속 용접부가 용입 부족이 된 경우, 그 관의 용접부 내벽면에는 용접되어 있지 않은 맞대기부가 남아 있게 되어, 그 미소한 간극이 데드스페이스가 된다. 그래서 용접용 용융 금속이 용접부 내벽면까지 도달하도록 완전 용입시켜 용접을 실시하는 것이 요망된다고 되어 있었다.

그러나, 관 용접부의 내벽면까지 용융 금속이 도달하면, 용융 금속으로부터 퓨움(fume)이라 불리는 극도의 미립자인 금속 입자가 관내에 발생하게 되어, 이것이 유통하는 가스를 오염시키는 오염원이 된다는 것이 최근에 밝혀졌다. 이러한 이유로 불순물 함유량이 적은 고가인 스테인레스강 배관을 사용할 것이 요망되고 있으나, 지금까지는 이러한 퓨움의 발생을 방지하지 못하고 있는 것이 실정이다.

또, 완전한 용입 용접이 이루어진 용접부에는 내부식성이 낮은 용융 금속과 열영향부가 존재하므로, 이 부분에서 부식을 발생시킬 염려가 있다는 문제도 가지고 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 사정을 감안하여 이루어진 것으로서, 스테인레스강 배관에서의 관의 용접 접합부의 관내 벽면에 데드스페이스가 발생하지 않으며, 더욱이 용접 접합부의 관내에서 퓨움에 기인한 금속 미립자에 의한 오염이 극히 소량 발생하는 스테인레스강 배관을 제공함으로써, 공급되는 가스가 불순물로 오염되지 않도록 하는 것을 목적으로 한다. 또한 본 발명은, 관의 접합부에서 내부식성이 매우 양호한 스테인레스강 배관을 제공하는 것과, 이러한 스테인레스강 배관을 얻기 위한 접합 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위해, 본 발명은, 맞대기(butt) 용접으로 접합된 스테인레스강 배관으로서, 그 접합부는, 관의 맞대기 접합부의 외벽면부측 접합부를 용입 접합하고, 내벽면부측 접합부를 미용융 상태에서 고체상으로 접합하여 이루어지는, 부분 용입 맞대기 용접으로 접합되는 것을 특징으로 하는 스테인레스강 배관을 제공한다.

또한, 본 발명의 바람직한 측면에 따르면, 스테인레스강 배관의 두께 t가 1㎜ 이상이면, 그 중 미용융 고체상 접합 부분의 치수 t_s를, 접합부의 관내 벽면으로부터 외벽면을 향하며, 관의 두께 t에 대하여 $0 < t_s \leq 0.7$(㎜)로 하는 것을 특징으로 하는 스테인레스강 배관을 제공한다.

또한, 본 발명의 다른 바람직한 측면에 따르면, 스테인레스강 배관의 두께 t가 1㎜ 이하이면, 그 중 미용융 고체상 접합 부분의 치수 t_s를, 접합부의 관내 벽면으로부터 외벽을 향하며, 관의 두께 t에 대하여 $0 < t_s \leq 0.7t$(㎜)로 하는 것을 특징으로 하는 스테인레스강 배관을 제공한다.

또한, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 접합해야 할 스테인레스강 배관의 맞대기 접합부를 맞대고, 관내에서 백실드가스 분위기 하에서, 또는 진공 환경 하에서 용접하는 동시에, 관의 맞대기 접합부의 내벽면부측 접합부를 미용융 부분으로서 남겨 두고, 관외 벽면에서 용입 맞대기 용접하여, 상기 미용융 부분을 고체상 접합부에 형성시키는 것을 특징으로 하는 스테인레스강 배관의 접합 방법을 제공한다.

또한, 본 발명의 바람직한 측면에 따르면, 백실드가스 분위기 하에서, 또는 진공환경 하에서 산화성 가스의 함유량이 10ppm 이하임을 특징으로 하는 스테인레스강 배관의 접합 방법을 제공한다.

이하, 본 발명의 스테인레스강 배관의 실시 형태에 관해서, 도 1 및 도 2를 참조하여 설명한다. 도 1은 본 발명의 스테인레스강 배관의 접합부를 설명하기 위해 접합부의 관축 방향을 따라 절단한 확대 부분 단면도이고, 도 2는 마찬가지로 본 발명의 스테인레스강 배관의 접합부를 설명하기 위해 접합부의 관의 지름 방향을 따라 절단한 단면 모형도이다.

본 발명의 스테인레스강 배관은 맞대기 용접으로 접합된 스테인레스강 배관으로서, 배관 접합부(1)는 관의 맞대기 접합부(2)의 외벽면부측 접합부(용입 맞대기 접합부: 2a)를 용입 깊이(depth of fusion) t_w의 용입 용접부 W로 하고, 맞배기 접합부의 내벽면부측 접합부(미용융 맞대기 접합부: 2b)를 미용융 상태에서 압접시킨 미용융 치수 t_s의 고체상 접합부 S로 하였다. 그리하여 이른바, 부분 맞대기로 용접되어 이루어지는 스테인레스강 배관으로서, 배관의 내벽면(4)에 데드스페이스가 형성되거나 퓨움이 생성되어 있지 않고 밀착 접합된 스테인레스 배관을 얻을 수 있다.

그리고, 특히, 접합하는 배관의 두께 t가 1㎜ 이상인 경우, 외벽면(3)에서 내벽면(4)를 향하여 아크를 조사하여 배관의 맞대기 접합부(2)를 용융시켜 용접함에 있어, 상기 내벽면부측 접합부(미용융 맞대기 접합부: 2b)의 미용융부의 치수 t_s를 맞대기 접합부(2)의 관내 벽면(4)으로부터 외벽면(3)을 향해, $0 < t_s \leq 0{,}7$(㎜)를 남기고, 외벽면부측 접합부(용입 맞대기 접합

부: 2a)를 외벽면(3)로부터 내벽면(4) 쪽으로의 용입 깊이 t_w를, $0.3 \leq t_w < 1$(㎜)로 하도록 용입 용접한다. 그리함으로써, 맞대기 접합부(2)의 내벽면(4)에 데드스페이스가 형성되지 않고, 더욱이 관의 내벽면부측 접합부(2b)에 퓨움의 생성되지 않는 압접된 고체상 접합부 S가 형성된 스테인레스강 배관를 얻을 수 있다.

또한, 접합하는 배관의 두께 t가 1㎜ 이하의 경우에는 상기 내벽면부측 접합부(미용융 맞대기 접합부: 2b)의 미용융부의 치수 t_s를 맞대기 접합부(2)의 관내 벽면(4)으로부터 외벽면(3)을 향해, 관의 두께 t에 대하여, $0 < t_s \leq 0.7 \times t$ (㎜) 를 남기고, 외벽면부측 접합부(용입 맞대기 접합부: 2a)를 외벽면(3)으로부터 내벽면(4) 쪽으로의 용입 깊이 t_w를, $1 \times t > t_w \geq 0.3 \times t$(㎜)로 용입 용접한다. 이렇게 함으로써, 맞대기 접합부(2)의 내벽면부(4)에 데드스페이스가 형성되지 않고, 더욱이 퓨움의 생성이 없는 압접된 고체상 접합부 S가 형성된 스테인레스강 배관의 접합부(1)를 얻을 수 있다.

또한, 상기한 구조의 스테인레스강 배관을 얻기 위한 관의 접합 방법은, 스테인레스강 배관을 맞대기 용접을 함에 있어, 접합해야 할 스테인레스강 배관의 맞대기 접합부(2)를 맞대고, 배관 내에 백실드가스 분위기 하에서, 또는 진공환경 하에서 용접을 행함과 동시에, 관의 맞대기 접합부(2)의 내벽면부측 접합부(2b)를 미용융 맞대기 접합부로서 남기고, 관의 외벽면부측 접합부(2a)를 용입 맞대기 접합부로서 용접을 하고, 상기 미용융 부분(2b)를 밀착한 고체상 접합시키도록 하여 접합하는 것이다. 또, 접합해야 할 스테인레스강 배관의 맞대기 접합부(2)의 표면거칠기를 약30㎛ 이하로 하면 보다 바람직한 접합을 할 수 있다.

즉, 이 고체상 접합부 S는 용접 금속의 용융지(溶融池)가 응고할 때의 수축에 따라 배관 접촉 방향으로 작용하는 응력에 의해, 용융지 내의 미용융 맞대기 접합부(2b) 끼리 압접된다. 그리고, 용접 금속으로부터의 열전도에 따라 미용융 맞대기 접합부(2b)의 온도가 상승하므로, 미용융 맞대기 접합부(2b)는 고체상을 유지하면서 접합되어 배관의 접합부의 내벽면은 데드스페이스가 발생하지 않고 밀착된 상태로 접합된다.

배관의 용접은 아크 용접, 전자 용접, 혹은 레이저 용접으로 맞대기 접합부(2)를 둘레 벽을 따라 1주 또는 그 이상으로 돌려서 용접함으로써 행한다. 그리하여, 용융되는 금속 부분의 용입 맞대기 접합부(2a) W의 깊이 t_w를 일정하게 유지한 채 투입한 총열량을 증가시키고, 미용융에 의한 맞대기 접합부(2b)의 가열 유지 시간을 증가시키게 된다. 그 결과, 미용융 맞대기 접합부(2b)가 보다 더 확실하게 된 고체상 접합부 S를 형성시킬 수 있다.

그리고, 상기 용입 맞대기 용접은 관의 두께에 따라 다르며, 그 용접 속도를 600㎜/min 이하, 바람직하게는 50~300 ㎜/min로 하면 좋다. 용접 속도가 600㎜/min 이상인 빠른 속도에서는 맞대기 접합부(1)의 온도 유지 시간이 짧아지므로, 미용융 접합부(2b)의 가열이 불충분하게 되고, 만족할 만한 고체상 접합부 S 를 얻을 수 없다. 한편, 50㎜/min 이하의 용접 속도에서 소망하는 미용융 고체상 접합부 S를 형성시키는 부분 용입 맞대기 용접을 하기 위해서는 아주 낮은 전류의 용접 조건에서 행할 필요가 있으므로, 안전하게 용접을 하기 곤란하다. 용접 조건의 여하에 따라서는 맞대기 접합부(2)의 용접 용융 금속이 관내 벽면(4)까지 도달하여, 일반적인 맞대기 용접이 되어 소망하는 미용융 고체상 접합부 S를 형성시키는 부분 용입 용접을 달성할 수 없다.

또한, 접합 작업에서, 용접될 스테인레스강 배관은 백실드가스 분위기 중, 또는 진공 환경하에서 용접하는 것이 바람직하다. 배관 내에 산소를 포함한 공기 등의 산화성 가스가 존재하면, 고체상 접합부 S가 형성되는 미용융 맞대기 접합부(2b)에 두꺼운 산화 피막이 형성되어 양호한 고체상 접합부 S를 형성시킬 수 없다. 산화성 가스의 함유량은 10ppm 이하로 하는 것이 바람직하다.

그리고, 상기 백실드가스로서는 아르곤가스, 질소 가스, 헬륨가스 중의 적어도 한 종류의 가스로 이루어지든가, 이들에 수소가스를 첨가해서 이루어지는 가스가 적합하게 사용될 수 있다.

또한, 접합해야 할 스테인레스강 배관의 맞대기 접합부(2)의 표면 거칠기(粗度) Ry를 30㎛ 이하로 하고, 부분 용입 맞대기 용접을 하는 것이 바람직하다. 이 맞대기 접합부(2)의 거칠기 Ry를 30㎛ 이상의 거친 거칠기로 하면, 접합부끼리 밀착되지 않고, 공극, 공동 등이 발생할 원인이 되기도 한다. 또, 맞대기 접합부(2)의 거칠기 Ry를 30㎛ 이하가 되게 하면, 매우 양호한 고체상 접합부 S를 얻을 수 있다.

본 발명은 이상과 같은 조건에서 부분 용입 맞대기 용접을 함으로써, 고온의 용접 용융 금속이 배관의 내벽면(4)에까지 도달하지 않으므로, 배관 내에 퓨움이라 불리는 극도의 미립자인 금속 입자의 발생을 대폭 저감시킬 수 있다.

또, 맞대기 접합부(2)의 내벽면(4)측의 접합부(2b)의 온도가 완전 용입 맞대기 용접보다도 낮게 억제할 수 있기 때문에, 열영향에 의한 내부식성의 열화 범위를 극히 작게 할 수 있다. 또, 내부식성이 뒤지는 용접 용융 금속이 배관의 내벽면(4)에까지 도달되어 있지 않으므로, 내부식성이 뛰어난 스테인레스강 배관이 되게 할 수 있다.

그리고, 입열량이 작으므로 잔류 응력도 낮게 억제할 수 있어, 응력 부식 구열을 야기하는 위험성을 작게할 수 있는데다가 용접으로 발생하는 모서리변형도 낮게 억제할 수 있다.

다음에, 본 발명의 스테인레스강 배관의 특징인 관의 내벽면(4)측의 미용융 맞대기 접합부(2b)가 고체상 접합부 S 상태로 형성되기 위한 용접 조건을 확립하기 위해 아래와 같은 실험을 하였다.

(1) 외벽면3으로부터의 용입 맞대기 접합부(2a)의 용입 깊이 t_w(㎜)의 특정 (실험1).

(2) 용접 속도의 특정(실험2).

(3) 용접 분위기의 특정(실험3) .

(4) 맞대기 접합부(2)의 표면 거칠기 Ry의 특정(실험4).

실험에 사용된 공통 용접 기기, 용접 조건 및 시험용 배관 등의 사양 제원은 다음과 같다.

[용접 기기]

자동 용접기 : 아크머신사 제품 모델 207

용접 헤드 : 아크머신사 제품 모델 750

전원 : 펄스 발진기 부설, 펄스 발생 시간 : 0.1/0.1초

[용접 조건]

아크 길이 (전압 기준) : 0.8 ㎜ (8 V)

용접 속도 : 120㎜/min

용접 출발 위치와 운행 : 시계 3시 위치 출발, 가로방향의 아래쪽을 따라 용접을 함

백실드가스 : 아르곤가스 4L/min

실드가스 : 아르곤가스 10L/min

용접 전후의 퍼지 시간 : 30초 이상

[시험용 배관]

재질 : 스테인레스강 SUS 316 L

외경 : 9. 53㎜ (3/8인치)

두께 : 1㎜

[실험1]

상기한 두께 1㎜, 외경 9,53㎜의 SUS 316 L의 스테인레스강 배관으로 이루어진 시험용 배관으로서 No1~No8의 8개의 시료를 준비하여, 각각 소망하는 용입 깊이 t_w㎜를 얻기 위해 용접 운행의 각 레벨의 용접 전류치를 표 1에 나타낸 값으로 행하였다.

그리고, 이 용입 맞대기 용접에 사용되는 용접 수단으로서는 티그(TIG) 용접 등의 아크 용접, 레이저 용접 및 전자 빔 용접 등의 용접 수단으로부터 적절한 용접 수단을 선택하여 사용할 수 있다.

그리고, 이들 용접 수단에 의한 용접은, 도 2에 도시된 바와 같이, 배관의 용접해야 할 맞대기 접합부(2)의 단면을 구분하여, 그 위치에 따라 용접 전류를 적절히 조절하여 행한다. 즉, 관의 중심을 원점 O로 하고, (X-X')축, (Y-Y')축으로 구획하고, 이에 따라 구분되는 제1상한을 레벨 ①로 하고, 제2상한을 레벨 ②, 제3상한을 레벨 ③, 그리고 제4상한을 레벨 ④로 정하고, (X-X')축이 배관 접합부(1)의 단면의 시계 시각으로 3시를 지시하는 지점을 출발 지점으로 하여 용접을 시작하고, 관외 벽면(3)을 둘레를, 시계 바늘의 운행과 동일 방향으로 레벨 ① - 레벨 ② - 레벨 ③ - 레벨 ④ - 레벨 ①의 순서로 따라가면서 아크 또는 빔 등을 조사한다. 그리고, 그 때, 상기 각 레벨에서 적합한 용접 전류를 적절히 조정하여 용접을 행하였다.

[표 1]

시료	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
레벨 1	17/11	18/11	19/12	21/13	23/14	25/15	25/16	26/16
레벨 2	16/11	17/11	18/12	20/13	22/14	24/15	24/16	25/16
레벨 3	13/11	14/11	16/12	18/13	20/14	22/15	22/16	22/16
레벨 4	12/11	13/11	14/12	16/13	18/14	20/15	20/16	21/16
평균용입깊이 tw(㎜)	0.11	0.20	0.30	0.37	0.49	0.70	0.75	1.00
미용융 고체상 접합부 ts(㎜)	0.89	0.80	0.70	0.63	0.51	0.30	0.25	0

그리고, 이들로부터 얻은 각 용입 깊이 t_w의 차이에 의한 인장 강도T의 변화를 확인하는 시험을 하였다.

인장 시험은 길이 700㎜로 만든 시험편을 맞대기 접합부를 중심으로 해서 파지부 간격 45㎜를 유지하여 양단을 유지하고, 심금(心金)을 20㎜의 간격을 유지하고 삽입하여, 인장 시험기 (주식회사 시마즈 제작소 제품 AG-5000D)로 행하였다. 그리고, 5톤의 로드셀을 사용하여 20㎜/min의 인장 속도로 행하였다.

그 결과를 도 3에 용입 깊이 tw (㎜)의 변화에 대한 인장 강도 T(kgf/㎟)의 변화를 나타낸 그래프로 도시하였다.

도 3의 그래프에서 명백하듯이, 평균 용입 깊이가 0.3 ㎜(사용 배관의 두께의 30%)가 되면, 인장 강도 T는 50kgf/㎟를 넘어 약 54kgf/㎟의 값에 도달하였다. 그리고, 0.3㎜ 이상의 평균 용입 깊이 tw에서는 그 인장 강도 T는 거의 증가되지 않고, 용입 깊이 t_w가 1.0㎜의 완전 용입 접합(사용 배관의 두께의 100%의 용입)과 동등한 인장 강도 T를 나타내었다. 더욱이, 이 인장 강도T의 값은 JIS G3459 「배관용 스테인레스 강관」으로 규정되어 있는 소정의 인장 강도 480 N/㎟ (48.98kgf/㎟)의 값을 초과하고 있다.

이 결과로부터 평균 용입 깊이 t_w가 0.3㎜ (사용 배관의 두께 t의 30%) 이상의 용입 맞대기 접합부(2a)가 형성되어 있으면, 완전 용입 접합과 동등한 인장 강도 T를 갖는 고체상 접합 배관을 얻을 수 있음이 확인되었다. 즉, 맞대기 접합부(2)의 내벽면부측 접합부인 미용융 맞대기 접합부(2b)의 치수 t_s를 0.7㎜(사용배관의 두께 t의 70%) 이하로 형성하도록 부분 용입 용접을 하면 좋다는 것이 확인되었다.

[실험2]

다음에, 충분히 만족할 수 있는 고체상 접합부 S를 얻을 수 있는 적절한 용접 속도를 확인하기 위한 실험을 하였다.

실험은 상기한 공통의 외경 9.53㎜, 두께 1㎜의 시험용 배관을 사용하고, 용접 속도를 15㎜/min, 120㎜/min, 600㎜/min의 3종으로 변화시키고, 각각 용입 깊이 t_w가 0.3㎜가 되도록, 표 2에 표시한 바와 같이 용접 전류를 조정하여, 고순도 아르곤 가스를 백실드가스로서 부분 용입 용접을 하였다. 그리고, 얻어진 접합부의 인장 강도을 시험했다. 그리고, 인장 시험은 실험 1과 마찬가지 방법으로 행하였다.

그 결과를 표 2에 표시한다.

[표 2]

용접속도(㎜/min)	15	120	600
평균용접전류(A)	10	14	50
인장강도(kgf/㎟)	53.7	53.6	52.9

표 2에서 명백하듯이, 어떤 용접 속도에서도 용접 속도에 맞쳐서 용접 전류를 적절히 조절함으로써 만족할 수 있는 적절한 인장 강도 480N/㎟ (48. 98kgf/㎟) 이상의 값을 갖는 용입 깊이 0.3㎜을 갖고, 0.7㎜의 고체상 접합으로 이루어진 맞대기 접합의 배관를 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다. 다만, 용접 속도 600㎜/min의 용접에서는 다른 용접 속도로서 얻어진 인장 강도보다 어느 정도 뒤져 있었다.

이것은, 용접 속도가 빠름에 따라 고체상 접합부의 온도 유지 시간이 짧아지게 되는 현상에 따른 것으로 생각된다.

[실험3]

다음에, 용접에 임해서 분위기 가스인 백실드가스의 영향에 관해 실험하였다. 실험은 상기한 공통의 외경9.53㎜, 두께 1㎜의 시험용 배관을 사용하고, 백실드 가스로서 고순도 아르곤 가스를 사용하고, 이 고순도 아르곤 가스 중에 산소 가스를 첨가하여 산소 농도10%～10ppm으로 변화시켜 각각의 산소 농도의 아르곤 가스 분위기에서 용입 깊이 t_w가 0. 3㎜가 되도록 용접 속도를 120㎜/min로 하여 맞대기 용접을 하였다. 그리고, 얻어진 배관의 인장 강도를 실험 1과 같은 방법으로 시험을 하였다. 그 결과를 도 4에 백실드 가스 중의 산소 농도와 인장 강도 T와의 관계를 그래프로 도시하였다.

도 4에서 명백하듯이, 산소 농도가 10ppm(0.001%) 이상을 함유하고 있으면, 인장 강도 T는 49kgf/㎟ 이하의 값밖에 되지 않고, JIS로 규정되어 있는 값 480 N/㎟ (48.98 kgf/㎟ 이상의 인장 강도 T를 확실히 얻기 위해서는 산소 농도를 10ppm(0.001%) 이하로 억제해야 한다는 것이 확인되었다.

또, 접합부의 단면을 검사한 바, 산소 농도가 1% 이상 포함된 아르곤 가스를 백실드가스로서 용접한 시험용 배관에서는 파면 전체가 산화되어 있고, 그리고, 산소 농도가 10ppm(0.001%)를 초과하여 1% 이하의 아르곤가스의 백실드가스에서의 용접에서는 부분적으로 산화되어 접합되어 있지 않은 부분이 확인되었다.

또, 상기 고순도 아르곤가스 대신에, 환원성 가스인 (아르곤가스 + 7용량% 수소 가스), 또는 불활성 가스인 질소 가스를 백실드가스로 한 경우에 관해서도 이들 가스에 함유하는 산소 농도에 의한 영향을 마찬가지로 시험하였다. 그 결과는 상기 고순도 아르곤가스를 사용한 경우와 같은 결과를 얻었다.

이상으로써, 분위기 가스인 백실드가스는 산소와 같은 산화성 가스를 10ppm 이하의 함유량으로 억제할 필요가 있음이 확인되었다.

[실험4]

그리고, 바람직한 고체상 접합부 S를 얻기 위해, 배관의 접합부(1)에서의 맞대기 접합부(2)의 표면 거칠기의 영향을 확인하였다. 실험은 상기한 공통의 외경 9. 53 ㎜, 두께 1㎜의 시험용 배관를 사용하고, 접합부(2)의 표면 거칠기Ry를 변화시켜 각각 변화시킨 표면 거칠기의 관을 고순도 아르곤가스를 백실드가스로서 사용하고, 용입 깊이 t_w가 0.3㎜가 되도록 용

접 속도를 120㎜/min 로 하여 맞대기 용접을 하였다. 그리고, 이에서 얻어진 각 표면 거칠기로 접합한 시험용 배관의 인장 강도를 실험 1과 같은 방법으로 시험하였다. 그 결과를 표 3에 표면 거칠기Ry의 차이에 의한 인장 강도 T의 변화를 표시하였다.

[표 3]

표면거칠기 Ry	52	38	29	20	3
인장강도(kgf/㎟)	21	43	51	54	52

표 3에서 명백하듯이, 표면 거칠기가 작아짐에 따라 인장 강도가 커지도록 변화되고, JIS에 규정된 소정의 인장 강도의 값 480 N/㎟(48.98kgf/㎟)를 얻기 위해서는 표면 거칠기Ry를 약 30㎛ 이하의 평활면으로 할 필요가 있음이 확인되었다.

다음에, 본 발명의 스테인레스강 배관의 성능을 확인하기 위해, 이상의 실험 1 내지 실험 4에 의해 얻어진 결과에 따라 외경 9.53㎜(3/8 인치의 관), 두께 1㎜의 스테인레스강 배관(SUS 316 L)을 사용하여 맞대기 접합부(2)를 외벽면(3)에서 용입 깊이 t_w를 0.3㎜로 해서 용융한 용입 맞대기 접합부 W를 형성하고, 미용융부의 치수 t_s를 0.7㎜로 한 고체상 접합부(S)를 형성시켰다, 본 발명의 스테인레스강 배관을 실시예로서 작성하였다.

그리고, (가) 용접부 단면의 관찰, (나) 인장 시험, (다) 굽힘 시험, (라) 파티클 발생량의 측정, (마) 부식 시험 등을 하였다.

또, 이들 성능을 보다 명확히 하기 위해 비교예로서, 실시예와 공통되는 스테인레스강 배관을 시험용 배관으로서 사용하고, 종래의 완전 용입 용접 방법에 따라 접합한 스테인레스 배관을 제작하였다. 그리고, 상기한 각 시험과 외관 검사를 행하고, 이들 실시예의 스테인레스 배관과 비교예의 스테인레스강 배관과의 성능 시험 결과를 비교하였다.

[실시예]

본 발명에 따른 스테인레스강 배관을 다음과 같은 용접 조건으로 하여 제작하였다.

(용접 조건)

아크 길이(전압 기준) : 0. 8㎜ (8 V)

용접 속도 : 120㎜/ min

용접 출발 위치와 운행 : 시계 3시 위치 출발, 가로방향의 아래쪽을 따라 용접을 함

백실드가스 : 고순도 아르곤가스 4L/ min

실드가스 : 고순도 아르곤가스 10L/ min

용접 전후의 퍼지 시간 : 30초 이상

맞대기 접합부2의 표면 거칠기 : 평균 거칠기(Ryav) 0.29㎛, 최대 거칠기 (Rymax) 0.31㎛

용접 기기 : 상기 실험에 사용한 기기와 동일한 자동 용접기

전원 : 펄스 발진기 부설, 펄스 발생 시간 : 0.1/0.1초

용접은 도 2에 도시한 맞대기 접합부(2)의 시계 표시 3시 위치를 출발하여 가로방향의 아래쪽으로 진행하며 용접을 행하고, 각 레벨의 용접 전류와 용접 시간을 표 4에 표시하는 값으로 조절하여 행하였다.

[표 4]

실시예	레벨①	레벨②	레벨③	레벨④
본 발명의 용접법	19/12A	18/12A	15/12A	14/12A
용접전류(시간)	(5.5초)	(3.7초)	(3.7초)	(5.0초)

[비교예]

상기 실시예와 공통된 스테인레스강 배관을 시험용 배관으로서 사용하고, 종래부터 행하여지고 있는 완전 용입 용접 방법에 의해 접합된 스테인레스강 배관을 제작하였다. 그 용접 조건은 다음과 같다.

(용접 조건)

용접 조건은 상기 실시예의 용접 조건과 동일하게 하였지만, 완전 용입 용접에 의해 형성하는 내측 비드폭을 2㎜가 되도록 각 레벨의 용접 전류와 용접 시간을 표 5에 나타낸 값으로 조절하여 행하였다.

[표 5]

비교예	레벨①	레벨②	레벨③	레벨④
완전용입 용접법	31/17A	30/17A	25/17A	24/17A
용접전류(시간)	(5.5초)	(3.7초)	(3.7초)	(5.0초)

[성능 시험]

상기한 실시예에서 얻은 본 발명의 부분 용입 맞대기 용접으로 접합된 스테인레스강 배관과, 비교예에서 제작한 종래부터 실시해 온 완전 용입 맞대기 용접 접합된 스테인레스강 배관과의 성능을 각각 하기와 같이 시험하여 비교했다.

(가) 용접부 단면의 관찰

본 발명의 용입 깊이 0.3 ㎜의 부분 용입 용접 방법에 의해 얻어진 스테인레스강 배관을 맞대기 접합부(1)를 관축을 따라 절단하고, 맞대기 접합부(1)의 조직을 관찰하였다. 그 결과, 관내 벽면(4) 측의 미용융 맞대기 접합부(2b: 점선의 내벽면(4) 측)가 결정 입자 내를 관통하고, 미용융 맞대기 접합부(2b)끼리 고체상으로 접합되어 있음을 확인할 수 있었다.

(나) 인장 시험

상기한 실시예인 본 발명의 부분 용입 맞대기 용접에 의해 접합된 스테인레스강 배관과, 비교예의 종래의 완전 용입 맞대기 용접에 의해 접합한 스테인레스강 배관과의 인장 시험을 아래와 같은 인장 시험 요령으로 행하였다.

(인장 시험 요령)

시험편 길이 : 700㎜

파지(把持) 부분 간격 : 45㎜

삽입 심금의 간격 : 20㎜

인장 속도 : 20㎜/ min

로드셀 : 5톤

안장 시험기로서는 시마즈 제작소사제 AC-5000D를 사용하고, 시료는 각각 3시료를 제작하여 시험하였다. 그 결과를 표 6에 모재의 인장 강도과 더불어 병기하여 표시한다.

[표 6]

	모재	본 발명의 용접법 (실시예)	완전용입 용접법 (비교예)
인장강도 평균치	54.3	53.6	53.7
인장강도 최대치	54.4	54.4	54.0
인장강도 최소치	54.1	52.1	53.4

표 6에서 명백하듯이, 실시예에서 제작한 본 발명의 부분 용입 맞대기 용접에 의해 접합시켜 이루어진 스테인레스강 배관의 인장 강도는 52. 1 내지 54. 4kgf /㎟ 이고, 모재의 인장 강도 54. 1 내지 54. 3kgf/㎟보다도 약간 뒤지기는 하나, 비교예인 종래의 완전 용입 맞대기 용접에 의해 접합한 스테인레스강 배관의 인장 강도 53. 4 내지 54. 4 kgf/㎟ 에 필적하는 인장 강도를 나타냈다. 더욱이, 그 값은 JIS에 규정되어 있는 소정의 인장 강도 480N/㎟ (48.98 kgf/㎟) 를 초과하고 있어, 충분히 사용할 수 있는 적격인 값임을 확인할 수 있었다.

또, 상기한 인장 시험에서, 하중을 부과하여 맞대기 접합부(2)를 파탄시키고, 그 파탄면을 주사 전자 현미경(SEM)으로 관찰했다. 잔존 개선면(開先面: 미용융 맞대기 접합부(2a))은 딤플로 피복되어 있고, 용접시의 열전도에 의한 접합부(2)의 온도상승과 이 온도상승에 따른 접합부(2)의 열팽창과, 용융지의 응고시의 수축 응력들이 서로 뒤엉키며, 맞대기 접합부(2)의 미용융 맞대기 접합부(2b)가 압접된 고체상 접합부 S를 형성한 접합 상태임이 확인되었다. 또한, 맞대기 접합부(2)의 미용융 맞대기 접합부(2b)의 관 절단시의 절삭 흔적도 소실되어 있고, 이 미용융 맞대기 접합부(2b)끼리 100% 고체상 접합S되어 있음을 확인할 수 있었다.

또, 비교예의 스테인레스 배관에서는 종래와 같은 방식의 용접이므로, 검사에서는 외관이 적절히 완전 용입 맞대기 용접되어 있음을 확인만 하는 것으로 그쳤다.

(다) 굽힘 시험

그리고, 실시예에서 재작한 본 발명의 부분 용입 맞대기 용접에 의해 접합시켜 이루어진 스테인레스강 배관의 접합부의 관벽을, 관축 방향으로 단책(短冊) 형상으로 절단(약 1/4주)하고, 외벽면(3) 측의 용입 맞대기 접합부(2a)를 지지점으로 하여 외측으로 약 180°를 구부리고, 미용융 맞대기 접합부(2b)를 개구시키도록 외력을 가하였다. 그러나, 이 시험을 시행하였어도 미용융 맞대기 접합부(2b)는 박리되지 않았고, 또, 개구되지도 않았으며 미용융 맞대기 접합부(2b)는 견고한 고체상 접합부를 형성하고 있음이 확인되었다.

(라) 파티클 발생량의 측정

다음에, 실시예에서인 본 발명의 부분 용입 맞대기 용접에 의해 접합되는 용접의 경우와, 비교예인 종래의 완전 용입 맞대기 용접에 의해 접합하는 용접의 경우의 각각에 관하여, 용접 퓨움의 발생량을 각 용접시에 관내로 흘러보내는 백실드가스 중의 파티클을 파티클카운터를 이용하여 표 7에 표시한 시험 요령으로 측정하였다.

[표 7]

파티클 카운터	카노맥스 제품 UCPC-2010
최대측정입경의 사양	3㎚
최대측정개수의 사양	100000개/㎤
측정방법	등속흡인법

확산관 내경	7.53㎜
흡입관 내경	약1.7㎜
백실드 가스 유량	11.7 l/min
흡입량	1.5 l/min

또, 표시한 통상의 조건에서의 맞대기 용접에서는 관의 주벽을 1주 용접한 경우, 파티클이 많이 발생하고, 파티클카운터는 카운트오버가 되었으므로, 용접은 관의 주벽을 1/4주로 종료시켜 측정하고, 그리고 백실드가스의 유량을 27 L/min 로 증량하여 행하고, 측정 후에 환산하여 파티클 개수의 값을 구하였다.

그 결과, 실시예에서의 본 발명의 부분 용입 맞대기 용접에 의해 접합하는 용접의 경우에는, 3회 시험의 파티클 개수 평균치는 8.128개/㎤이었다.

한편, 비교예인 종래의 완전 용입 맞대기 용접에 의해 접합하는 용접의 경우에는, 3회 시험의 파티클 개수 평균치는 208.569개/㎤이었다. 즉, 본 발명의 부분 용입 용접에 의한 접합에서의 파티클의 발생량은 종래의 완전 용입 용접에 의한 접합에서의 파티클 발생량의 약 4%까지 격감시킬 수 있고, 본 발명의 접합법은 이 점에서의 효과는 매우 뛰어남이 확인되었다.

(마) 부식 시험

다음으로, 실시예에서 제작한 본 발명의 스테인레스강 배관의 맞대기 접합부와, 비교예에서의 종래의 방법으로 제작한 스테인레스강 배관의 맞대기 접합부의 부식 시험을 하였다. 그 시험 요령은 각 접합부를 표 8에 표시하는 부식 분위기에서 부식시킨 후, 부식량을 정량 평가하였다.

[표 8]

부식매체	질소가스 + 50%염화수소
수분농도	100ppm
봉입압력	1.5×10^5Pa
봉입시간	168 시간
시험온도	298K

부식량의 정량 평가에서는 표 8에 표시한 부식 분위기에서 행한 후, 부식한 내부에 5%의 초산을 주입하고, 5분간 유지함으로써 부식 생성물을 용출시켜 채취하고, 그리고 이 용출된 금속 성분을 정량 분석하였다.

또한, 백그라운드로서는 부식 시험을 하지 않은 (표 8에 표시한 부식 분위기에 있지 않음) 모재품으로부터 같은 용출 방법으로 용출 성분을 채취하여 동일한 방법으로 정량 분석하였다.

분석한 원소는 스테인레스강의 주성분인 크롬(Cr), 니켈 (Ni), 및 철(Fe)과, 용융 퓨움 성분인 망간(Mn)으로 하였다.

또, 분석 수단으로서 사용한 분석 기기는 분석 성분 원소 Cr, Ni, 및 Mn에 관해서는 유도 결합 플라스마 발광 분석법(ICP-MS)을 사용하여 행하고, 성분 원소 Fe에 관해서는 원자 흡광 분석법(AAS)을 이용하였다.

그 결과를 표 9에 표시한다.

[표 9]

	Mn	Cr	Ni	Fe	합계
모재	0.021	6.13	5.47	22.55	33.67

(실시예) 본 발명의 용접법	0.029	7.12	5.30	29.75	42.20
(비교예) 완전 용입 용접법	1.200	11.17	14.10	63.93	90.40

표 9에 표시된 용출된 금속의 양에 있어서, 모재의 용출량을 백그라운드로 하고, 실시예에서의 본 발명의 부분 용입 용접법에 의한 접합에 의해 얻어진 스테인레스강 배관의 시료편에서 용출된 각 금속 원소의 용출량, 및 비교예의 종래 기술의 완전 용입 용접법에 의한 접합으로 얻어진 스테인레스강 배관의 시료편에서 용출된 각 금속 원소의 용출량의 값이 모재의 값보다 증대하고 있다. 이는 실시예 및 비교예의 시료편이 용접에 의해 표면이 오염된 것이었거나, 퓨움의 발생에 기인되는 것이었다든가, 나아가서는 불안정한 금속 표면의 형성에 기인되는 것이다.

표 9에서 명백하듯이, 실시예에서의 본 발명의 부분 용입 용접법에 의해 접합된 스테인레스강 배관에서는 용접 처리되어 있으므로, 각 금속의 용출량이 모재에서의 각 금속의 용출량보다 많은 것은 당연하나, 각 금속의 용출량에서는 양자에 대해 그리 큰 차이는 확인되지 않았다.

한편, 비교예인 종래의 완전 용입 용접법에 의한 접합으로 얻어진 스테인레스강 배관에서는, 각 금속의 용출량을 모재에서의 각 금속의 용출량과 비교할 때, 매우 많이 증가하는 것으로 인정된다. 특히, 퓨움 발생량에 기인하는 금속 원소Mn의 증대, 및 불안정한 금속 표면의 형성에 기인하는 금속 원소Fe의 증대는 매우 현저하다.

전술한 바와 같이, 본 발명의 부분 용입 용접법에 의해 접합된 스테인레스강 배관은, 모재 그 자체에는 미치지 못하지만, 표면 오염 정도, 퓨움의 발생 정도, 나아가서는 불안정한 금속 표면의 형성 정도 등은 종래의 완전 용입 용접법에 의한 접합으로 얻어진 스테인레스강 배관에 비해 현저히 감소되며, 특히, 퓨움 발생량의 감소가 매우 현저하다. 따라서, 이에 따라, 본 발명의 고체상 접합부 S를 형성시킨 부분 용입 용접에 의해 접합된 스테인레스강 배관은, 종래의 완전 용입 용접법으로 접합한 스테인레스강 배관보다 내식성도 매우 현저하게 향상됨을 확인할 수 있었다.

상기와 같이, 본 발명의 부분 용입 용접 방법으로 접합된 스테인레스강 배관의 성능은, 종래의 완전 용입 용접법으로 접합된 스테인레스강 배관에 비해, 특히 파티클의 발생의 저감 및 내식성의 향상 등의 관점에서 각별히 우수하다. 뿐더러, 본 발명의 부분 용입 용접법으로 접합된 스테인레스강 배관에서는, 종래의 완전 용입 용접법에 의해 접합된 배관과 마찬가지로, 데드스페이스가 존재하지 않으므로, 이에 기인되는 극간 부식이나 공급 유통 가스의 오염 등의 불합리한 문제는 발생하지 않는다.

그리고, 상기한 실시예에서는 관의 외경 9.53㎜ (3/8인치의 관)에서 두께 1㎜의 스테인레스강 배관을 사용한 예를 예시하여 설명하였지만, 본 발명은 이러한 두께가 얇은 관에 한정되지 않고 어떤 치수의 관에도 적용되며, 특히 스테인레스강 배관에 적합하게 사용할 수 있다. 예를 들면, 두께가 두텁고 한 층에서의 용접이 곤란한 배관 호칭 지름이 250A (267.4㎜), 스케줄10S(4㎜)와 같은 관일지라도, V형, U형 또는 L형으로 모따기를 하여, 용접에 임해서 맞대기 접합부 중 미용융인 맞대기 접합부를 내벽면부에서 외벽면을 향해 0.7㎜ 이하가 되게 하여, 본 발명의 부분 용입 용접으로 접합시킴으로써, 고체상 접합부를 가진 본 발명의 스테인레스강 배관을 얻을 수 있음은 물론이다.

참고로, 상기 설명에서는「배관」의 용어를 직관, 엘보 및 T자관을 포함해서 사용했다.

발명의 효과

본 발명의 스테인레스강 배관과 그 접합 방법은, 상기한 형태로 실시되며, 아래와 같은 효과를 나타낸다.

즉, 스테인레스강 배관끼리를 맞대기 용접에 의해 접합함에 있어, 관의 내벽면부까지 용융시키지 않고, 접합시키는 관의 두께가 1㎜ 이상의 경우, 관의 내벽면부에서 외벽면을 향하고, 0㎜ 이상, 0.7㎜ 이하를 미용융 맞대기 접합부로 해서 형성하고, 또, 관의 두께가 1㎜ 이하인 경우에는 관의 내벽면부에서 외벽면을 향하여 관의 두께의 0% 이상, 70% 이하를 미용융 맞대기 접합부로서 형성시키도록 하고, 부분 용입 용접을 함으로써, 상기 미용융 맞대기 접합부는 고체상 접합부가 형성되고, 배관의 내벽면에는 용융부가 존재하지 않음과 동시에, 종래의 완전 용입 용접법에 의한 맞대기 접합부와 마찬가지로, 데드스페이스가 존재하지 않으므로, 종래의 완전 용입 용접법에 의한 접합과 동등 이상의 견고한 맞대기 접합부를 가진 접합 배관을 얻을 수 있다.

또한, 용융부가 관의 내벽면부에 도달되어 있지 않으므로, 배관 내에서의 퓨움의 발생이 억제되며, 배관 내의 불순물에 의한 오염을 방지할 수 있다. 뿐더러, 가열에 의한 직접적인 열영향이 관내의 벽면에 도달하고 있지 않으므로, 배관 내벽면의 내식성이 열화되는 것이 억제되어 장기에 걸쳐 내식성이 유지된다.

이로써, 본 발명으로 얻어진 스테인레스강 배관은, 불순물이 동반된 가스 공급을 극단적으로 기피하며, 상시 불순물이 혼입하지 않는 고순도의 가스 공급이 소망되는 반도체 제조용 가스를 공급하는 배관으로서, 매우 효과적으로 활용할 수 있다. 특히, 날이 갈수록 고집적화하는 반도체 제조 공업에 대한 고순도의 가스 공급에 빼놓을 수 없는 배관으로서 현저한 효과를 발휘한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

맞대기 용접으로 접합된 스테인레스강 배관(1)으로서, 그 접합부는, 관의 맞대기 접합부(2)의 외벽면부측 접합부(2a)를 용입 접합하고, 상기 외벽면부측 접합부(2a)가 응고할 시에 수축함에 따라 배관의 접촉방향으로 작용하는 응축력만에 의해, 내벽면부측 접합부(2b)가 미용융 상태에서 고체상으로 접합되어 이루어지는, 부분 용입 맞대기 용접으로 접합되는 것을 특징으로 하는 스테인레스강 배관.

청구항 2.

제1항에 있어서,

스테인레스강 배관의 두께 t가 1㎜ 이상이면, 그 중 미용융 고체상 접합 부분의 치수 t_s를, 접합부의 관내 벽면으로부터 외벽면을 향하며, 관의 두께 t에 대하여 $0 < t_s \leq 0.7$(㎜)로 하는 것을 특징으로 하는 스테인레스강 배관.

청구항 3.

제1항에 있어서,

스테인레스강 배관의 두께 t가 1㎜ 이하이면, 그 중 미용융 고체상 접합 부분의 치수 t_s를, 접합부의 관내 벽면으로부터 외벽을 향하며, 관의 두께 t에 대하여 $0 < t_s \leq 0.7t$(㎜)로 하는 것을 특징으로 하는 스테인레스강 배관.

청구항 4.

접합해야 할 스테인레스강 배관(1)의 맞대기 접합부(2)를 맞대고, 관내에서 백실드가스 분위기 하에서, 또는 진공 환경 하에서 용접하는 동시에, 관의 맞대기 접합부(2)의 내벽면부측 접합부(2b)를 미용융 부분으로서 남겨 두고, 외벽면부측 접합부(2a)를 부분 용입 맞대기 용접하여, 상기 외벽면부측 접합부(2a)가 응고할 시에 수축함에 따라 배관의 접촉방향으로 작용하는 응축력만에 의해, 상기 내벽면부측 접합부(2b)의 미용융 부분이 고체상 접합부로 형성되는 것을 특징으로 하는 스테인레스강 배관의 접합 방법.

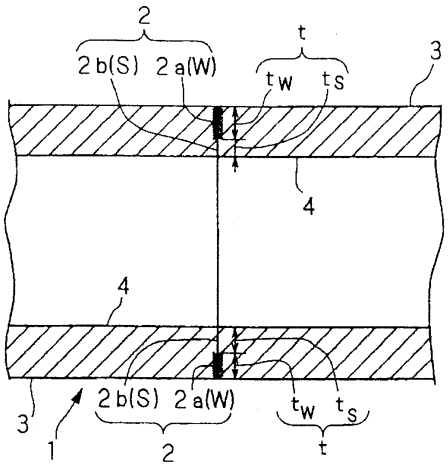
청구항 5.

제4항에 있어서,

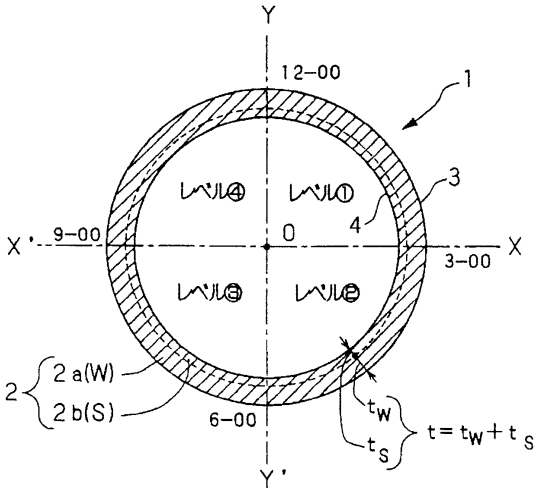
백실드가스의 분위기 하에서, 또는 진공 환경 하에서의 산화성 가스의 함유량이 10ppm 이하 인 것을 특징으로 하는 스테인레스강 배관의 접합 방법.

도면

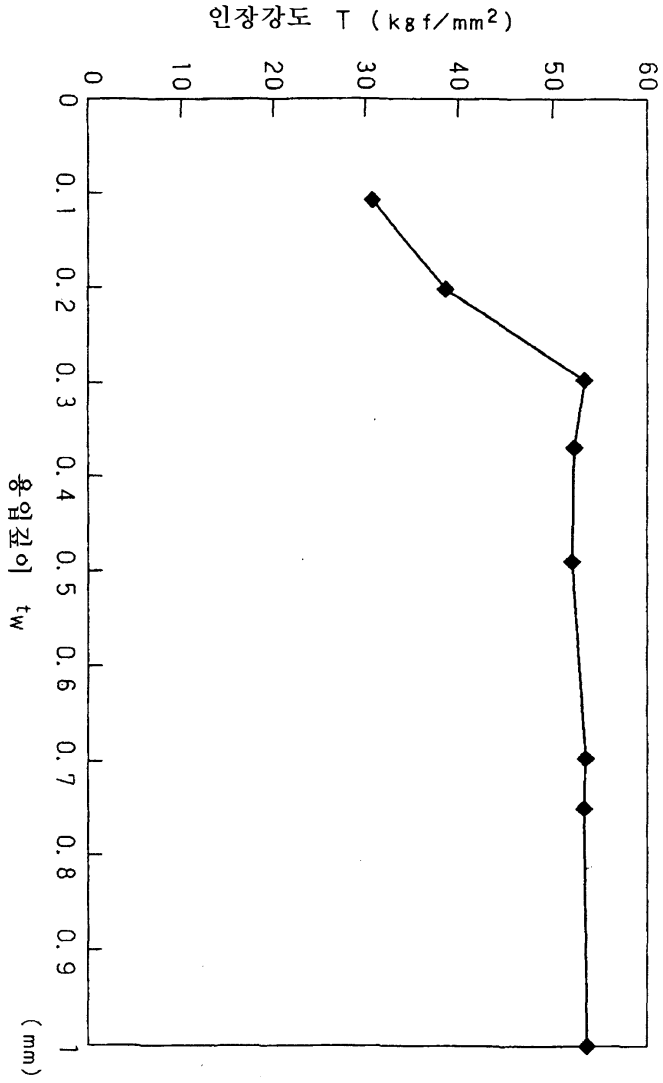
도면1


2
2b(S) 2a(W)
t
tW tS
3
4
4
3
1
2b(S) 2a(W)
tW tS
2
t

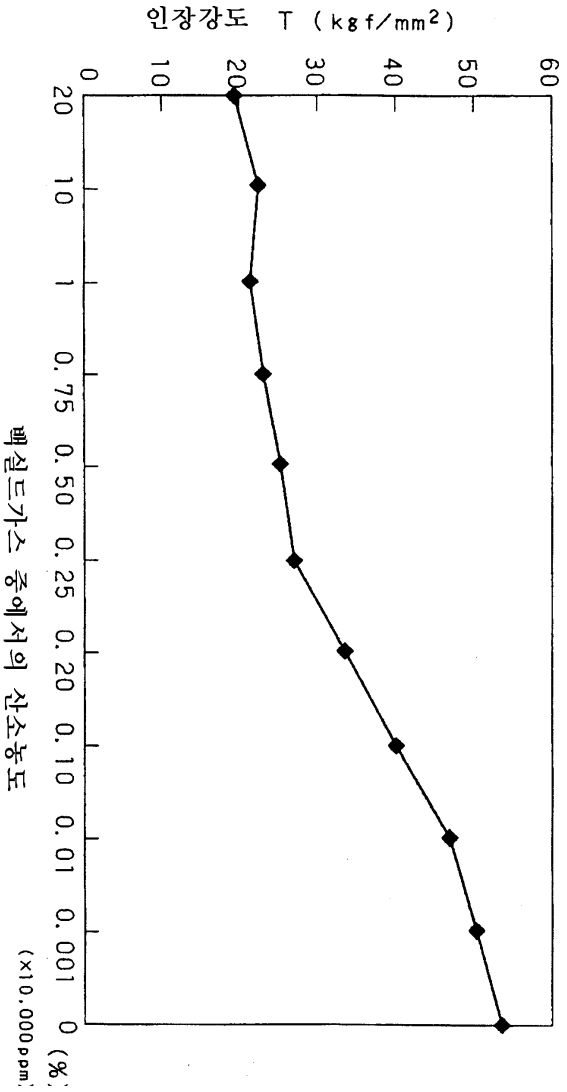
도면2


Y
12-00
1
3
4
X'
9-00
0
3-00
X
2
2a(W)
2b(S)
6-00
tW
tS
t = tW + tS
Y'

도면3


인장강도 T (kgf/mm²)
0
10
20
30
40
50
60
용입깊이 tw
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
(mm)

도면4


인장강도 T (kgf/mm²)
0
10
20
30
40
50
60
20
10
1
0.75
0.50
0.25
0.20
0.10
0.01
0.001
0 (%)
(×10,000ppm)
백설드가스 중에서의 산소농도