



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0023902
(43) 공개일자 2016년03월03일

- | | |
|--|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>B23K 9/007</i> (2006.01) <i>B23K 9/23</i> (2006.01)
 <i>C22C 38/00</i> (2006.01) <i>B23K 101/18</i> (2006.01)
 <i>B23K 103/02</i> (2006.01) <i>B23K 103/04</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>B23K 9/007</i> (2013.01)
 <i>B23K 9/23</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2016-7002438
 (22) 출원일자(국제) 2014년07월30일
 심사청구일자 2016년01월28일
 (85) 번역문제출일자 2016년01월28일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2014/070137
 (87) 국제공개번호 WO 2015/016287
 국제공개일자 2015년02월05일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2013-159575 2013년07월31일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
 신닛테츠스미킨 카부시카이샤
 일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우찌 2쵸메 6방 1고</p> <p>(72) 발명자
 후루사코 세이지
 일본 1008071 도쿄도 지요다쿠 마루노우찌 2쵸메 6방 1고 신닛테츠스미킨 카부시카이샤 내
 고다마 신지
 일본 1008071 도쿄도 지요다쿠 마루노우찌 2쵸메 6방 1고 신닛테츠스미킨 카부시카이샤 내
 (뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
 장수길, 성재동</p> |
|--|--|

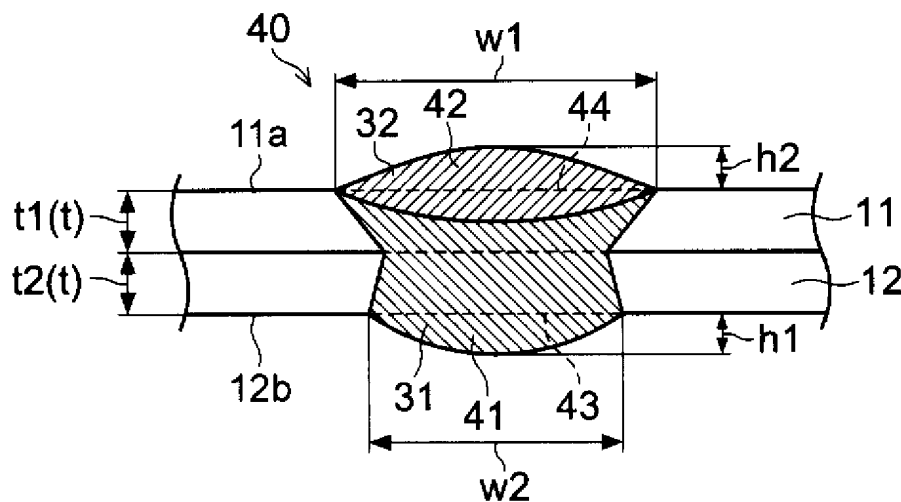
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 아크 스폿 용접 조인트 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 탄소 함유량이 0.3질량% 이상인 고강도강을 사용한 강관과 탄소 함유량이 0.07질량% 이상인 고탄소강을 사용한 강관의 아크 스폿 용접에 있어서, 인장 전단 강도와 십자 인장 강도의 양쪽의 강도가 우수한 아크 스폿 용접 조인트 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 하고, 적어도 겹친 한쪽의 강관 성분 중 탄소량을 0.3질량% 이상으로 하고, 하측의 제2 강관(12)의 이면(12b)측까지 용융시켜, 이면(12b)측으로 돌출된 제1 덧붙임부(41)를 포함하는 제1 용접 금속(31)을 형성하는 제1 용접 패스와, 제1 용접 금속(31) 상에 제1 강관의 표면으로부터 돌출된 제2 덧붙임부(42)를 포함하는 제2 용접 금속(32)을 형성하는 제2 용접 패스를 구비하고, 제1 덧붙임부(41)와 제2 덧붙임부(42)의 높이 h_1 , h_2 에 대한 덧붙임 높이 h 를 강관의 판 두께 t 에 대해 $t/5$ 이상으로 형성함과 함께, 평균 용접 비드 직경을 $3t$ 이상 $10t$ 이하로 형성하는 구성으로 하였다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C22C 38/00 (2013.01)
B23K 2201/18 (2013.01)
B23K 2203/02 (2013.01)
B23K 2203/04 (2013.01)

(72) 발명자

미야자키 야스노부

일본 1008071 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2초메
6반 1고 신닛테츠스미킨 카부시키카이사 내

오이카와 하츠히코

일본 1008071 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2초메
6반 1고 신닛테츠스미킨 카부시키카이사 내

명세서

청구범위

청구항 1

접촉된 제1 강판과 제2 강판 중 한쪽은 강판 성분 중의 탄소량이 0.3질량% 이상인 고강도 강판이고, 상기 제1 강판과 상기 제2 강판 중 다른 쪽은, 강판 성분 중의 탄소량이 0.07질량% 이상인 고강도 강판이고,

상기 제1 강판측으로부터 상기 제2 강판의 이면까지 형성되고, 상기 제2 강판의 이면으로부터 돌출된 제1 덧붙임부를 포함하는 제1 용접 금속과,

상기 제1 용접 금속보다도 상기 제1 강판의 표면측에, 상기 제1 용접 금속 상에 형성되고, 상기 제1 강판의 표면으로부터 돌출되는 제2 덧붙임부를 포함하는 제2 용접 금속을 구비하고, 하기 (1), (2)식을 만족시키는, 아크 스폿 용접 조인트.

$$3 t \leq W \leq 10 t \quad (1)$$

$$h \geq t / 5 \quad (2)$$

단,

W: 상기 제1 용접 금속에 의한 용접 비드의 원 상당 직경과 상기 제2 용접 금속에 의한 용접 비드의 원 상당 직경의 평균값(mm),

t: 상기 제1 강판 또는 상기 제2 강판의 판 두께(mm)(단, 상기 제1 강판의 판 두께와 상기 제2 강판의 판 두께가 다른 경우에는, 얇은 측의 강판의 판 두께(mm)),

h: 상기 제1 강판의 판 두께와 상기 제2 강판의 판 두께가 동등한 경우에는, 상기 제1 덧붙임부의 높이(mm)와 상기 제2 덧붙임부의 높이(mm) 중, 낮은 쪽의 덧붙임부의 높이(단, 상기 제1 강판의 판 두께와 상기 제2 강판의 판 두께가 다른 경우에는, 상기 제2 덧붙임부의 높이(mm)와 상기 제1 강판의 상기 제2 덧붙임부에 인접하는 부분의 판 두께(mm)의 합과 상기 제1 덧붙임부의 높이(mm)와 상기 제2 강판의 상기 제1 덧붙임부에 인접하는 부분의 판 두께(mm)의 합 중, 합이 작은 쪽의 덧붙임부의 높이(mm)).

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2 용접 금속의 하단부는 상기 제1 강판의 이면보다 상기 제1 강판의 상기 표면측에 형성된, 아크 스폿 용접 조인트.

청구항 3

한쪽은 강판 성분 중의 탄소량이 0.3질량% 이상인 고강도 강판이고, 다른 쪽은 강판 성분 중의 탄소량이 0.07 질량% 이상인 고강도 강판인 제1 강판과 제2 강판이 접촉되는 공정과,

1회째의 아크 용접에 의해, 아크 조사측의 상기 제1 강판측으로부터 상기 제2 강판의 이면까지 용융시켜, 상기 제2 강판의 이면으로부터 돌출되는 제1 덧붙임부를 포함하는 제1 용접 금속을 형성하는 공정과,

상기 제1 용접 금속의 표면이 응고된 후, 2회째의 아크 용접에 의해 상기 제1 용접 금속 상에 용융시켜, 상기 제1 강판의 표면으로부터 돌출되는 제2 덧붙임부를 포함하는 제2 용접 금속을 형성하는 공정을 구비하고, 하기 (1), (2)식을 만족시키는, 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법.

$$3 t \leq W \leq 10 t \quad (1)$$

$$h \geq t / 5 \quad (2)$$

단,

W: 상기 제1 용접 금속에 의한 용접 비드의 원 상당 직경과 상기 제2 용접 금속에 의한 용접 비드의 원 상당 직경의 평균값(mm),

t: 상기 제1 강관 또는 상기 제2 강관의 판 두께(mm)(단, 상기 제1 강관의 판 두께와 상기 제2 강관의 판 두께가 다른 경우에는, 얇은 측의 강관의 판 두께(mm)),

h: 상기 제1 강관의 판 두께와 상기 제2 강관의 판 두께가 동등한 경우에는, 상기 제1 덧붙임부의 높이(mm)와 상기 제2 덧붙임부의 높이(mm) 중, 낮은 쪽의 덧붙임부의 높이(단, 상기 제1 강관의 판 두께와 상기 제2 강관의 판 두께가 다른 경우에는, 상기 제2 덧붙임부의 높이(mm)와 상기 제1 강관의 상기 제2 덧붙임부에 인접하는 부분의 판 두께(mm)의 합과 상기 제1 덧붙임부의 높이(mm)와 상기 제2 강관의 상기 제1 덧붙임부에 인접하는 부분의 판 두께(mm)의 합 중, 합이 작은 쪽의 덧붙임부의 높이(mm)).

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 용접 금속의 형성 정지 후, 1초 이상 경과하고 나서 상기 제2 용접 금속의 형성을 개시하는, 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법.

청구항 5

제3항 또는 제4항에 있어서,

상기 1회째의 아크 용접에 의해, 상기 제1 용접 금속의 상면 하단부는 상기 제1 강관의 판 두께 방향에 있어서, 상기 제1 강관의 판 두께 중심 위치보다 상기 표면측에 위치에 형성되는, 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 1회째의 아크 용접에 의해, 상기 제1 용접 금속의 상면 하단부가 상기 제1 강관의 상기 표면 또는 상기 표면보다도 외측의 위치에 형성되는, 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법.

청구항 7

제3항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 2회째의 아크 용접에 의해, 상기 제2 용접 금속의 하단부는 상기 제1 강관의 이면보다도 상기 제1 강관의 표면측에 형성되는, 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법.

청구항 8

제3항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 강관에는, 상기 제1 강관의 판 두께의 1배 이상 10배 이하의 직경의 관통 구멍이 형성되어 있고, 상기 관통 구멍을 포함하는 위치에 상기 제1 용접 금속이 형성되는, 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법.

청구항 9

제3항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 2회째의 아크 용접의 입열량은, 상기 1회째의 아크 용접의 입열량 이하인, 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은, 아크 스폿 용접 조인트 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 최근, 예를 들어 자동차 분야에 있어서는, 차체의 경량화 및 충돌 안전성 향상을 위해 고강도 강관의 사용이 증가하고 있고, 사용되는 고강도 강관의 강도도 점점 상승하고 있다.
- [0003] 이러한 고강도강을 사용한 차체의 조립이나 부품의 장착 등의 공정에 있어서는, 주로 저항 용접에 의한 스폿 용접이 사용되고 있다.
- [0004] 스폿 용접은, 강관의 양면측으로부터 전극을 압접시킬 필요가 있으므로, 폐단면을 갖는 부재 등에는 적용할 수 없다. 따라서, 스폿 용접할 수 없는 개소에는 아크 용접에 의한 아크 스폿 용접(별명, 플러그 용접)이 채용되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 스폿 용접부의 접합 강도는, 전단 방향으로 인장 하중을 부하하여 측정하는 인장 전단 강도(TSS)와, 박리 방향으로 인장 하중을 부하하여 측정하는 십자 인장 강도(CTS)에 의해 평가된다.
- [0006] 이 인장 전단 강도와 십자 인장 강도는, 강관의 인장 강도의 증가와 함께 도 6에 도시하는 바와 같은 관계로 변화되는 것이 알려져 있다.
- [0007] 즉, 인장 전단 강도가 강관의 인장 강도의 상승에 수반하여 향상되는 것에 반해, 십자 인장 강도는, 강관의 인장 강도가 590MPa 전후에서 포화되고, 강관의 인장 강도가 그 이상으로 되는 것에 따라서 저하된다.
- [0008] 인장 강도가 590MPa를 초과하는 고강도 강관을 스폿 용접한 경우, 모재 강관의 켄칭성의 향상에 수반하여 너깃의 인성이나 연성의 저하가 발생한다. 또한, 스폿 용접의 십자 인장 강도와 같은 박리 하중을 부하한 경우, 강관의 강도가 높아질수록 용접 금속(너깃) 단부에 응력이 집중되기 쉬워진다. 또한, 특히 가압력이 높은 경우나 플래시가 발생한 경우에는, 스폿 용접부의 강관 두께가 주위에 비해 얇아져, 하중 부하에 대한 응력 레벨이 한층 상승한다. 이들 원인에 의해, 강관 강도가 높은 경우에는, 스폿 용접에 있어서의 용접부의 십자 인장 강도가 저하되게 된다.
- [0009] 이에 대해, 아크 스폿 용접에서는 강관을 관통시켜 용접하고, 용접 금속으로 덧붙임부를 형성할 수 있으므로, 스폿 용접보다도 높은 조인트 강도를 얻을 수 있다. 그러나, 인장 강도가 980MPa 이상인 고강도 강관의 겹침 용접에서는, 스폿 용접과 마찬가지로 강관의 인장 강도가 상승하는 것에 따라서 십자 인장 강도가 저하되어 높은 조인트 강도가 얻어지기 어렵다고 하는 문제가 있었다.
- [0010] 이 문제에 대해, 본 발명자들은, 우선, 일본 특허 공개 제2013-10139호 공보에서, 겹쳐진 고강도 강관 중 한쪽의 강관의 표면으로부터 다른 쪽의 강관의 이면측까지 용융시키고, 또한 한쪽의 강관의 표면과 다른 쪽의 강관의 이면의 각각으로부터 돌출되도록 형성된 용접 비드의 비드 직경을 강관의 판 두께와의 관계에서 적정 범위로 하고, 또한 모재 경도 Hv와 용접 비드의 경도 Hv의 관계를 적정 범위로 제어한 아크 스폿 용접 조인트를 제안하고 있다. 이에 의해, 강관 강도가 높은 경우라도, 용접부의 인성이나 연성이 저하되는 일 없이, 높은 십자 인장 강도와 인장 전단 강도의 양쪽이 얻어져, 조인트 강도가 우수한 용접 조인트를 실현하고 있다.
- [0011] 본 발명자들은, 일본 특허 공개 제2013-10139호 공보에 기재된 기술을 탄소 함유량이 높은 강관에 적용하기 위해, 더욱 검토한 결과, 탄소 함유량이 0.3질량% 이상인 고탄소강을 사용한 강관과 탄소 함유량이 0.07질량% 이상인 고탄소강을 사용한 강관을 아크 스폿 용접한 경우에는, 소정의 조인트 강도를 얻는 것이 곤란해진다고 하는 문제가 있었다.
- [0012] 따라서, 본 발명은 탄소 함유량이 0.3질량% 이상인 고강도강을 사용한 강관과 탄소 함유량이 0.07질량% 이상인 고탄소강을 사용한 강관의 아크 스폿 용접에 있어서, 인장 전단 강도와 십자 인장 강도의 양쪽의 강도가 우수한 아크 스폿 용접 조인트 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 아크 스폿 용접에서 높은 조인트 강도, 특히 높은 십자 인장 강도를 얻기 위해서는, 겹쳐진 강관의 표리에, 소정의 덧붙임부의 높이를 확보하는 것이 중요해진다.

[0014] 그 관점에서, 탄소 함유량이 0.3질량% 이상인 고탄소강을 사용한 강판과 탄소 함유량이 0.07질량% 이상인 고탄소강을 사용한 강판의 아크 스폿 용접한 경우에 높은 십자 인장 강도를 얻는 것이 곤란한 원인에 대해 검토하였다. 이 결과, 그러한 고탄소강을 사용한 강판을 포함하는 판 조합에서는 용접 금속이 흘러내려지기 쉬워, 일본 특허 공개 제2013-10139호 공보에 기재된 1패스의 용접에서는, 입열량을 억제하여 이면측에 소정의 높이의 덧붙임부를 형성해도, 용접 토치측에 소정의 높이의 덧붙임부의 형성이 곤란해진다고 하는 문제가 있는 것이 판명되었다.

[0015] 따라서, 이 문제를 해결하기 위해, 용접을 2패스로 실시하는 것을 고안하였다. 1패스째의 용접에 의해 접친 강판 중, 아크 조사측과 반대측의 강판의 이면까지 용융하여 이면측에 소정의 높이의 덧붙임부를 형성하고, 2패스째에서 아크 조사측의 강판의 표면측에 소정의 높이의 덧붙임부를 형성하면, 적어도 한쪽의 강판이 탄소 함유량이 0.3질량%를 초과하는 고강도 강판인 아크 스폿 용접에 의해서도 접친 강판의 표리에 충분한 높이의 덧붙임부를 형성할 수 있는 것이 확인되었다. 또한, 높은 강도를 갖는 용접 조인트를 얻기 위해 필요한 조건을 검토하여 본 발명을 완성시켰다.

[0016] 본 발명의 제1 형태에 의하면, 접쳐진 제1 강판과 제2 강판 중 한쪽은 강판 성분 중의 탄소량이 0.3질량% 이상인 고강도 강판이고, 상기 제1 강판과 상기 제2 강판 중 다른 쪽은, 강판 성분 중의 탄소량이 0.07질량% 이상인 고강도 강판이고, 상기 제1 강판측으로부터 상기 제2 강판의 이면까지 형성되고, 상기 제2 강판의 이면으로부터 돌출된 제1 덧붙임부를 포함하는 제1 용접 금속과, 상기 제1 용접 금속보다도 상기 제1 강판의 표면측에, 상기 제1 용접 금속 상에 형성되고, 상기 제1 강판의 표면으로부터 돌출된 제2 덧붙임부를 포함하는 제2 용접 금속을 구비하고, 하기 (1), (2)식을 만족시키는 아크 스폿 용접 조인트가 제공된다.

[0017]
$$3t \leq W \leq 10t \quad (1)$$

[0018]
$$h \geq t / 5 \quad (2)$$

[0019] 단,

[0020] W: 상기 제1 용접 금속에 의한 용접 비드의 원 상당 직경과 상기 제2 용접 금속에 의한 용접 비드의 원 상당 직경의 평균값(mm),

[0021] t: 상기 제1 강판 또는 상기 제2 강판의 판 두께(mm)(단, 상기 제1 강판의 판 두께와 상기 제2 강판의 판 두께가 다른 경우에는, 얇은 측의 강판의 판 두께(mm)),

[0022] h: 상기 제1 강판의 판 두께와 상기 제2 강판의 판 두께가 동등한 경우에는, 상기 제1 덧붙임부의 높이(mm)와 상기 제2 덧붙임부의 높이(mm) 중 낮은 쪽의 덧붙임부의 높이(단, 상기 제1 강판의 판 두께와 상기 제2 강판의 판 두께가 다른 경우에는, 상기 제2 덧붙임부의 높이(mm)와 상기 제1 강판의 상기 제2 덧붙임부에 인접하는 부분의 판 두께(mm)의 합과 상기 제1 덧붙임부의 높이(mm)와 상기 제2 강판의 상기 제1 덧붙임부에 인접하는 부분의 판 두께(mm)의 합 중, 합이 작은 쪽의 덧붙임부의 높이(mm)).

[0023] 본 발명의 제2 형태에 의하면, 한쪽은 강판 성분 중의 탄소량이 0.3질량% 이상인 고강도 강판이고, 다른 쪽은 강판 성분 중의 탄소량이 0.07질량% 이상인 고강도 강판인 제1 강판과 제2 강판이 겹치는 공정과, 1회째의 아크 용접에 의해, 아크 조사측의 상기 제1 강판측으로부터 상기 제2 강판의 이면까지 용융시켜, 상기 제2 강판의 이면으로부터 돌출되는 제1 덧붙임부를 포함하는 제1 용접 금속을 형성하는 공정과, 상기 제1 용접 금속의 표면이 응고된 후, 2회째의 아크 용접에 의해 상기 제1 용접 금속 상에 용융시켜, 상기 제1 강판의 표면으로부터 돌출되는 제2 덧붙임부를 포함하는 제2 용접 금속을 형성하는 공정을 구비하고, 하기 (1), (2)식을 만족시키는 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법이 제공된다.

[0024]
$$3t \leq W \leq 10t \quad (1)$$

[0025]
$$h \geq t / 5 \quad (2)$$

[0026] 단,

[0027] W: 상기 제1 용접 금속에 의한 용접 비드의 원 상당 직경과 상기 제2 용접 금속에 의한 용접 비드의 원 상당 직경의 평균값(mm),

[0028] t: 상기 제1 강판 또는 상기 제2 강판의 판 두께(mm)(단, 상기 제1 강판의 판 두께와 상기 제2 강판의 판 두께

가 다른 경우에는, 얇은 측의 강관의 관 두께(mm)),

[0029] h: 상기 제1 강관의 관 두께와 상기 제2 강관의 관 두께가 동등한 경우에는, 상기 제1 덧붙임부의 높이(mm)와 상기 제2 덧붙임부의 높이(mm) 중 낮은 쪽의 덧붙임부의 높이(단, 상기 제1 강관의 관 두께와 상기 제2 강관의 관 두께가 다른 경우에는, 상기 제2 덧붙임부의 높이(mm)와 상기 제1 강관의 상기 제2 덧붙임부에 인접하는 부분의 관 두께(mm)의 합과 상기 제1 덧붙임부의 높이(mm)와 상기 제2 강관의 상기 제1 덧붙임부에 인접하는 부분의 관 두께(mm)의 합 중, 합이 작은 쪽의 덧붙임부의 높이(mm)).

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1a는 본 발명의 일 실시 형태의 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법에 있어서, 용접 전의 상태를 도시하는 개략도이다.

도 1b는 본 발명의 일 실시 형태의 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법에 있어서, 제1 용접 패스 후의 상태를 도시하는 개략도이다.

도 1c는 본 발명의 일 실시 형태의 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법에 있어서, 제2 용접 패스 후의 상태(용접 조인트)를 도시하는 개략도이다.

도 1d는 본 발명의 일 실시 형태의 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법에 있어서, 제1 용접 패스 후의 다른 상태를 도시하는 개략도이다.

도 2는 도 1c의 치수 관계를 도시하는 개략도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 형태의 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법에 있어서, 관통 구멍이 없는 강관에 대한 용접 전의 상태를 도시하는 개략도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시 형태의, 덧붙임부에 오목부가 있는 아크 스폿 용접 조인트의 개략도이다.

도 5는 비교예의 아크 스폿 용접 조인트를 도시하는 개략도이다.

도 6은 고강도 강관을 사용하여 형성한 스폿 용접 조인트에 있어서, 강관의 인장 강도와, 스폿 용접 조인트의 인장 전단 강도(TSS) 및 십자 인장 강도(CTS)의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 7은 십자 인장 강도를 측정하기 위해 사용하는 시험편의 형상을 도시하는 개략도이다.

도 8은 인장 전단 강도를 측정하기 위해 사용하는 시험편의 형상을 도시하는 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하, 본 발명의 일 실시 형태의 아크 스폿 용접 조인트 및 그 제조 방법에 대해 상세하게 설명한다.

[0032] 우선, 본 실시 형태의 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법에 대해 설명하고, 다음으로, 이 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법으로 제조된 아크 스폿 용접 조인트에 대해 설명하고, 그 후에 아크 스폿 용접 조인트 및 그 제조 방법의 작용 효과에 대해 설명한다.

[0033] 이하, 본 실시 형태의 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법에 대해 설명한다.

[0034] 우선, 용접되는 피용접재인 강관과 용접 토치에 대해 도 1a를 참조하여 설명한다. 도 1a에 도시하는 바와 같이, 피용접재인 강관(11, 12)을 적층하고, 강관(11)에 형성된 관통 구멍(5)에 대해 용접 토치(2)가 대향 배치되고, 용접 토치(2)로부터 용접 와이어(4)를 공급하는 구성이다.

[0035] 또한, 이하의 설명에 있어서, 도 1a에 도시하는 바와 같이, 아크 조사(용접 토치(2))측의 강관(11)을 「제1 강관(11)」, 반대측의 강관(12)을 「제2 강관(12)」이라고 하는 경우가 있다. 또한, 제1 강관(11)의 아크 조사측의 면을 「표면(11a)」, 반대측의 면을 「이면(11b)」이라고 하는 경우가 있다. 또한, 제2 강관(12)의 제1 강관(11)측의 면을 「표면(12a)」, 반대측의 면을 「이면(12b)」이라고 하는 경우가 있다.

[0036] 또한, 겹쳐진 제1 강관(11)과 제2 강관(12)에 있어서, 제1 강관(11)의 표면(11a)측을 상측, 제2 강관(12)의 이면(12b)측을 하측이라고 하는 경우가 있다.

[0037] 단, 본 실시 형태에서는 제1 강관(11)과 제2 강관(12)을 상하로 적층하고 있지만, 제1 강관(11)과 제2 강관(12)의 적층 방향은 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 제1 강관(11)과 제2 강관(12)의 적층 방향을 수평

방향으로 해도 된다.

- [0038] (피용접재)
- [0039] 본 실시 형태의 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법에 있어서, 피용접재인 2매의 강판(제1 강판(11), 제2 강판(12))은, 각각 성분 중의 탄소가 0.07질량% 이상이고, 인장 강도가 980MPa 이상인 고강도강으로 형성된 것이다. 또한, 제1 강판(11), 제2 강판(12) 중 적어도 한쪽은, 성분 중의 탄소가 0.3질량% 이상인 중고탄소강으로 형성된 것이다.
- [0040] 성분 중의 탄소량이 0.3질량% 이상인 중고탄소강으로 이루어지는 고강도 강판은, 예를 들어 경량화가 요구되고 있는 자동차 분야 등에서 사용이 요구되고 있다.
- [0041] 제1 강판(11), 제2 강판(12)에 사용되는 고강도강의 강종이나 성분은, 탄소 함유량을 제외하고 특별히 한정되지 않고, 예를 들어 2상 조직형(예를 들어, 페라이트와 마르텐사이트를 포함하는 조직, 페라이트와 베이나이트를 포함하는 조직), 가공 유기 변태형(페라이트와 잔류 오스테나이트를 포함하는 조직), 미세 결정형(페라이트 주체 조직) 등, 어느 타입의 강판이어도 된다.
- [0042] 본 실시 형태에서 사용되는 제1 강판(11), 제2 강판(12)의 판 두께 t_1 , t_2 (도 1a 참조)는 특별히 한정되는 것은 아니지만, 적어도 겹침 부분의 판 두께 t_1 , t_2 가 0.5~3.0mm의 범위에 있는 것이 바람직하다. 판 두께 t_1 , t_2 중 적어도 한쪽이 0.5mm 미만에서는, 조인트 강도가 판 두께 t_1 , t_2 에 크게 지배되므로, 예를 들어 자동차 분야 등에서는, 용접 조인트를 포함하는 부재의 강도나 강성을 충분히 확보할 수 없다. 한편, 판 두께 t_1 , t_2 중 적어도 한쪽이 3.0mm 초과에서는, 예를 들어 자동차 분야에 있어서, 고강도화와 박판(경량)화의 양립을 달성할 수 없다.
- [0043] 제1 강판(11), 제2 강판(12)은, 동일한 강종이나 동일한 판 두께에 한정되는 것은 아니며, 강판 성분 중의 탄소량이 상기 조건을 만족시켜 아크 스폿 용접이 가능한 것이면 적절하게 조합할 수 있다.
- [0044] 또한, 제1 강판(11), 제2 강판(12)의 형상도, 적어도 겹쳐지는 부분이 판상이면 된다. 따라서, 본 실시 형태의 제1 강판(11), 제2 강판(12)은, 전체가 판이 아닌 것을 포함하고, 예를 들어 강판으로부터 특정 형상으로 성형된 프레스 성형품 등도 포함한다. 또한, 각각의 강판을 겹치는 경우에 한정되지 않고, 1매의 강판을 판상 등의 소정의 형상으로 성형하여, 단부를 겹친 것도 포함한다.
- [0045] (겹침부의 형태)
- [0046] 도 1a에 도시하는 바와 같이, 제1 강판(11)과 제2 강판(12)은, 제1 강판(11)의 이면(11b)과 제2 강판(12)의 표면(12a)을 맞대어 겹쳐져 있다.
- [0047] 본 실시 형태에 있어서, 용접 토치(2)로부터 아크가 조사되는 제1 강판(11)에는, 용접 개소에 표면(11a)으로부터 이면(11b)으로 관통된 관통 구멍(5)이 미리 형성되어 있다.
- [0048] 관통 구멍(5)은, 반드시 필요한 것은 아니지만, 제1 강판(11)의 판 두께 t_1 이 1.2mm 이상일 때에는 용접 개소에 형성해 두는 것이 바람직하다. 제1 강판(11)의 판 두께 t_1 이 1.2mm 이상으로 관통 구멍을 형성하지 않는 경우에는, 제1 강판(11)을 관통시키기 위해 용접 입열량을 크게 할 필요가 있다. 이로 인해, 전류나 전압이 변동된 경우에 용락이 발생할 우려가 있다. 즉, 소정의 비드 직경이나 덧붙임 높이를 확보하고, 또한 용락이 발생하지 않는 적절한 입열 범위가 좁아지는 경우가 있기 때문이다.
- [0049] 제1 강판(11)의 판 두께 t_1 이 1.2mm 미만인 경우에는, 아크에 의한 제1 강판(11)의 관통이 용이하므로, 제1 강판(11)에 관통 구멍은 없어도 된다. 그러나, 용접 입열량을 한층 억제하고자 하는 경우에는, 제1 강판(11)의 판 두께 t_1 이 1.2mm 미만이라도 관통 구멍을 형성해도 된다.
- [0050] (용접 공정)
- [0051] 우선, 본 실시 형태의 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법에서는, 도 1a에 도시하는 바와 같이, 피용접재인 제1 강판(11), 제2 강판(12)을 겹쳐 용접 위치에 세트한다.
- [0052] 용접 위치에 세트된 제1 강판(11)의 표면(11a)에 대향하여 소모 전극식의 가스 메탈 아크 용접의 용접 토치(2)를 배치하여, 제1 강판(11), 제2 강판(12)의 겹침 부분의 용접 개소를 점 형상으로 가스 메탈 아크 용접하여, 제1 강판(11), 제2 강판(12)을 접합한다.
- [0053] 그때, 아크 스폿 용접의 공정을 2개의 용접 패스로 나누어 행한다. 우선, 도 1b에 도시하는 바와 같이, 최초의

용접 패스(제1 용접 패스)에서 제2 강관(12)의 이면(12b)측에 제1 덧붙임부(41)를 형성하고, 도 1c에 도시하는 바와 같이, 다음의 용접 패스(제2 용접 패스)에서 제1 강관(11)의 표면(11a)측에 제2 덧붙임부(42)를 형성한다.

[0054] 구체적으로는, 도 1a에 도시하는 바와 같이, 제1 용접 패스에서는, 제1 강관(11)에 형성된 관통 구멍(5)을 목표 위치로 하여, 용접 토치(2)로부터 관통 구멍(5)을 향해 용접 와이어(4)를 공급하고, 용접 와이어(4)를 송급하면서 그 선단부로부터 아크를 발생시켜, 제2 강관(12)의 이면(12b)까지 용융시킨다. 그 후, 이 용접 금속이 냉각되어 응고됨으로써, 도 1b에 도시하는 바와 같이, 제2 강관(12)의 이면(12b)으로부터 제1 강관(11)의 표면(11a)측까지 도달하는 제1 용접 금속(31)을 형성한다. 이 제1 용접 금속(31)은, 제2 강관(12)의 이면(12b)으로부터 외부로 돌출된 제1 덧붙임부(41)(도 1b, 파선부(43)보다 하측 부분 참조)를 포함한다.

[0055] 제1 용접 금속(31)의 상면 하단부(33)(도 1b, 도 1d 참조)는, 제1 강관(11)의 이면(11b)보다 상방이면, 도 1d와 같이, 제1 강관(11)의 표면(11a)보다 아래여도 특별히 문제는 없다.

[0056] 단, 제1 용접 금속(31)의 상면 하단부(33)는, 계속해서 행하여지는 제2 용접 패스의 용접 입열량이 높은 경우에는, 도 1b와 같이, 제1 강관(11)의 표면(11a) 또는 표면(11a)보다 상측까지 형성되는 것이 바람직하다. 도 1d에 도시하는 바와 같이, 제1 용접 금속(31)의 상면 하단부(33)가 제1 강관(11)의 표면(11a)보다도 하측인 경우에는, 제2 용접 패스에 의해 용융되는 제2 용접 금속(32)의 양이 증가하여, 용접 입열량이 증가한다. 이 결과, 제2 용접 패스의 용접 입열량이 과대해지면, 제2 용접 패스에 의해 제1 용접 금속(31)이 제2 강관(12)의 이면(12b)측까지 재용융되어 흘러 떨어질 우려가 있기 때문이다. 또한, 제1 용접 금속(31)의 상면 하단부(33)가 제1 강관(11)의 표면(11a) 이상 상측까지 형성되어 있으면, 제2 용접 패스의 용접 입열을 억제할 수 있기 때문이다.

[0057] 제1 용접 금속(31)이 응고된 후, 제2 용접 패스를 행한다. 제2 용접 패스에서는, 도 1c에 도시하는 바와 같이, 제1 용접 금속(31) 상에, 제1 강관(11)의 표면(11a)으로부터 외부로 돌출된 제2 덧붙임부(42)(도 1c, 파선부(44)보다 상측 부분 참조)를 포함하는 제2 용접 금속(32)을 형성한다.

[0058] (용접 조건)

[0059] 아크 스폿 용접시의 전류, 전압 조건은, 특별히 한정되는 것은 아니며, 용접하려고 하는 제1 강관(11), 제2 강관(12)의 관 두께 t_1 , t_2 등에 따라서 적합한 조건을 적절하게 채용하면 된다.

[0060] 또한, 제1과 제2 용접 패스시의 실드 가스의 종류도 특별히 한정되는 것은 아니며, 통상의 Ar과 30체적% 이하의 CO₂의 혼합 가스가 예시된다. CO₂ 가스의 혼합량을 2~15체적%로 하는 경우에는, 특히 비드의 흘러 떨어짐을 억제할 수 있으므로, 제1 용접 패스는 이 실드 가스 조건으로 용접하는 것이 바람직하다.

[0061] 아크 스폿 용접에 사용하는 용접 와이어는, 성분이나 직경 등은 특별히 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, JIS Z 3312나 JIS Z 3313 등에서 규정되는 용접 와이어 등, 필요한 조인트 강도에 따른 강도의 용접 금속이 형성되도록, 종래 공지的事物로부터 선택하여 사용하면 된다.

[0062] (용접 조인트)

[0063] 이러한 2패스의 용접이 의해, 도 1c에 도시하는 바와 같이, 2매의 고강도 강관(11, 12)이 겹쳐져 스폿 용접되고, 제1 용접 금속(31) 및 제2 용접 금속(32)으로 접합되어 이루어지는 아크 스폿 용접 조인트(40)가 얻어진다.

[0064] 용접 조인트(40)는, 도 2에 도시하는 바와 같이, 제1 강관(11)의 비드 직경 W1과 제2 강관(12)의 비드 직경 W2의 평균값(이하, 「평균 용접 비드 직경」이라고 하는 경우가 있음) W가, 관 두께 t(mm)에 대해 3t(mm) 이상 10t(mm) 이하의 범위에 형성된다.

[0065] 또한, 제1 강관(11), 제2 강관(12)의 관 두께 t_1 , t_2 가 다른 경우는, 관 두께 t는 얇은 측의 강관의 관 두께로 한다.

[0066] 여기서, 비드 직경 W1, W2라 함은, 각각 제1 용접 금속(31)에 의해 제1 강관(11)의 표면(11a)에 형성되는 용접 비드의 원 상당 직경 및 제2 용접 금속(32)에 의해 제2 강관(12)의 이면(12b)에 형성되는 용접 비드의 원 상당 직경을 말한다. 또한, 용접 비드의 원 상당 직경이라 함은, 제1 강관(11)의 표면(11a) 또는 제2 강관(12)의 이면(12b)의 위치에 형성된 용접 비드의 면적과 동일 면적의 원의 직경을 말한다.

[0067] 또한, 용접 조인트(40)는, 도 2에 도시하는 바와 같이, 제2 강관(12)의 이면(12b)에 형성되는 제1 덧붙임부(41)의 높이 h1, 제1 강관(11)의 표면(11a)에 형성되는 제2 덧붙임부(42)의 높이 h2가, 모두, 강관의 관 두께 t

(mm)에 대해 $t/5(\text{mm})$ 이상으로 형성되어 있는 것이 바람직하다.

- [0068] 또한, 본 실시 형태에서는, 용접 조인트의 강도를 측정하는 지표로서, 덧붙임 높이 h 를 사용한다. 여기서, 덧붙임 높이 h 라 함은, 제1 강관(11), 제2 강관(12)의 판 두께 t_1 , t_2 가 동일한 경우에는 제1 덧붙임부(41), 제2 덧붙임부(42)의 높이 h_1 , h_2 가 낮은 쪽의 값으로 하고, 제1 강관(11), 제2 강관(12)의 판 두께 t_1 , t_2 가 다른 경우에는 판 두께가 다른 경우에는, 제2 덧붙임부(42)의 높이 $h_2(\text{mm})$ 와 제1 강관(11)의 제2 덧붙임부(42)에 인접하는 부분의 판 두께 $t_1(\text{mm})$ 의 합(h_2+t_1)과 제1 덧붙임부(41)의 높이 $h_1(\text{mm})$ 과 제2 강관(12)의 제1 덧붙임부(41)에 인접하는 부분의 판 두께 $t_2(\text{mm})$ 의 합(h_1+t_2) 중, 합이 작은 쪽의 덧붙임부의 높이(mm)로 한다.
- [0069] 왜냐하면, 십자 인장 강도 시험시, 제1 강관(11), 제2 강관(12)의 판 두께 t_1 , t_2 가 동일한 경우에는, 덧붙임부의 높이가 낮은 강관측에서 파단되기 때문이다. 또한, 제1 강관(11), 제2 강관(12)의 판 두께 t_1 , t_2 가 다른 경우에는, 제2 덧붙임부(42)의 높이 $h_2(\text{mm})$ 와 제1 강관(11)의 제2 덧붙임부(42)에 인접하는 부분의 판 두께 $t_1(\text{mm})$ 의 합(h_2+t_1)과 제1 덧붙임부(41)의 높이 $h_1(\text{mm})$ 과 제2 강관(12)의 제1 덧붙임부(41)에 인접하는 부분의 판 두께 $t_2(\text{mm})$ 의 합(h_1+t_2) 중, 합이 작은 강관측에서 대부분의 경우 파단되기(조인트의 십자 인장 강도가 결정됨) 때문이다.
- [0070] 이 덧붙임 높이 $h(\text{mm})$ 가 판 두께 $t(\text{mm})$ 에 대해 $t/5(\text{mm})$ 이상으로 되도록 형성되어 있다. 여기서, 판 두께 t 라 함은, 제1 강관(11)의 판 두께 t_1 과 제2 강관(12)의 판 두께 t_2 가 동등한 경우에는, 그 판 두께를 가리키고, 제1 강관(11)의 판 두께 t_1 과 제2 강관(12)의 판 두께 t_2 가 다른 경우에는, 얇은 측의 강관의 판 두께를 말한다.
- [0071] 또한, 본 실시 형태의 아크 스폿 용접에서는, 겹쳐진 제1 강관(11)의 표면(11a)에 형성된 제2 덧붙임부(42)나 제2 강관(12)의 이면(12b)에 형성된 제1 덧붙임부(41)가, 도 1c에 도시하는 바와 같은 완전한 볼록 형상인 것뿐만 아니라, 도 4에 도시하는 바와 같이, 오목부(35)가 형성되는 경우가 있다. 제1 덧붙임부(41)나 제2 덧붙임부(42)에 오목부(35)가 존재하는 경우라도, 그 오목부(35)의 바닥이 제2 강관(12)의 이면(12b)이나 제1 강관(11)의 표면(11a)보다도 외측에 위치하면 용접 조인트(40)가 필요한 강도를 확보할 수 있다.
- [0072] 그로 인해, 본 실시 형태에서는, 제1 덧붙임부(41)의 높이 h_1 을, 오목부가 없을 때는 제1 덧붙임부(41)의 최대 높이로 하고(도 1c 참조), 오목부(35)가 있을 때에는 오목부(35)의 바닥까지의 높이로 한다(도 4 참조). 제2 덧붙임부(42)의 높이 h_2 도 마찬가지이다.
- [0073] 이와 같이 하여 형성된 아크 스폿 용접 조인트(40)와 그 제조 방법의 작용 효과에 대해, 이하 설명한다.
- [0074] (제조 방법의 작용 효과)
- [0075] 본 실시 형태의 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법에서는, 2개의 용접 패스에 의해 제1 강관(11)의 표면(11a)으로부터 제2 강관(12)의 이면(12b)에 이르는 용접 금속을 형성하고 있으므로, 1개의 용접 패스에서 마찬가지로 용접 금속을 형성하고 있는 경우와 비교하여, 1회의 용접 패스에 있어서의 용접 입열이 억제되고, 제1 용접 금속(31)의 용락이나 과도한 용접 변형이 억제된다.
- [0076] 특히, 제1 용접 패스에서 제2 강관(12)의 이면(12b)의 제1 덧붙임부(41)를 형성하고, 제2 용접 패스에서 제1 강관(11)의 표면(11a)의 제2 덧붙임부(42)를 형성하고 있으므로, 제1 덧붙임부(41)나 제2 덧붙임부(42)를 형성할 때의 용접 입열이 억제되어, 제1 용접 금속(31)의 용락 등을 방지하면서, 덧붙임 높이 $h(\text{mm})$ 가 소정의 높이($t/5(\text{mm})$) 이상으로 되는 제1 덧붙임부(41), 제2 덧붙임부(42)나 평균 용접 비드 직경 W 가 소정 범위로 되는 제1 용접 금속(31)이나 제2 용접 금속(32)을 안정적으로 형성할 수 있다.
- [0077] 또한, 아크 조사측의 제1 강관(11)에 관통 구멍(5)이 형성되어 있으므로, 제1 용접 패스에 있어서의 용접 입열이 억제되고, 제1 용접 패스에 있어서의 제1 용접 금속(31)의 용락이 방지 또는 억제되어, 안정적으로 소정의 높이의 제1 덧붙임부와 소정의 비드 직경으로 되는 제1 용접 금속이 형성된다.
- [0078] 이와 같이, 제1 용접 패스, 제2 용접 패스시의 용접 입열량이 억제됨으로써, 용접 금속이 용락되기 쉬운 성분 중의 탄소량이 0.3질량% 이상인 고강도 강관과 성분 중의 탄소량이 0.07질량% 이상인 고강도 강관이 아크 스폿 용접된 아크 스폿 용접 조인트(40)는, 소정의 범위의 덧붙임 높이 $h(\text{mm})$ 및 평균 용접 비드 직경 $W(\text{mm})$ 를 확보할 수 있어, 인장 전단 강도와 십자 인장 강도가 우수하다.
- [0079] 또한, 제1 강관(11)의 관통 구멍(5)의 직경 $d(\text{mm})$ 는, 제1 강관(11)의 판 두께 t_1 에 대한 비(d/t_1)를 1 이상 10 이하로 하는 것이 바람직하다. 이에 의해, 제2 강관(12)의 이면(12b)까지 비드를 관통시키면서, 안정적으로 아크 스폿 용접을 행하는 것이 가능해진다.

- [0080] 즉, d/t_1 가 10을 초과하면, 관통 구멍(5)의 구멍 단부를 충분히 용융시키기 위해서는, 용접 토치(2)를 큰 요동 폭으로 요동시킬 필요가 발생한다. 이로 인해, 용접시간이 길어지는 것이나, 용접 입열이 증대되어, 용접 변형이 현저해질 우려가 있다. 또한, 용접 토치(2)를 요동시키지 않으면, 구멍 단부를 미용융하여, 용접 조인트(40)의 십자 인장 강도가 저하될 우려가 있다. 또한, d/t_1 의 값을 1 미만으로 하면, 관통 구멍(5)을 형성한 효과(용접 입열의 억제)가 충분하지 않게 된다.
- [0081] 또한, 제1 용접 패스의 종료 후(제1 용접 패스의 아크를 끊은 후), 제2 용접 패스를 개시하기(제2 용접 패스의 아크를 스타트하기)까지의 대기 시간은 1초 이상, 바람직하게는 2초 이상으로 하는 것이 바람직하다. 대기 시간을 짧으로써, 제1 용접 금속(31) 전부가, 혹은 일부가 응고되어, 제1 용접 금속(31)의 용락 없이 제2 용접 금속을 안정적으로 형성할 수 있기 때문이다.
- [0082] 또한, 대기 시간을 조정함으로써, 제1 용접 금속(31)에 대한 제2 용접 패스의 열 영향을 조절할 수 있지만, 이것에 대해서는 후술한다.
- [0083] (용접 조인트의 작용 효과)
- [0084] 용접 조인트(40)는, 평균 용접 비드 직경 W 가 3t 이상 10t 미만이므로, 안정적으로 제조할 수 있음과 함께, 소정의 조인트 강도를 갖는다.
- [0085] 용접 조인트(40)를 구성하는 제1 강관(11)과 제2 강관(12)은, 양쪽의 탄소 함유량이 0.07질량% 이상이고 적어도 한쪽의 탄소 함유량이 0.3질량% 이상인 고강도 강관이다. 따라서, 용접 조인트(40)는, 제1 강관(11)과 제2 강관(12) 중 적어도 한쪽의 인장 강도가 980MPa 이상으로 되면, 인장 강도의 증가에 수반하여 십자 인장 강도가 저하되므로, 비드 직경의 증가에 따라 이것을 보완할 필요가 있다. 따라서, 평균 용접 비드 직경 W 가 3t 미만에서는, 비드가 작아 제1 강관(11), 제2 강관(12)의 강도에 적당한 조인트 강도가 얻어지지 않는다. 또한, 이 평균 용접 비드 직경 W 가 10t를 초과하는 크기에서는, 용접 토치(2)의 요동이 필요해져 용접 시간이 길어지고, 용접 입열량의 증가에 의해 제1 용접 금속(31)이 흘러 떨어지거나, 용접 변형이 현저해질 우려가 있다.
- [0086] 또한, 용접 조인트(40)의 덧붙임 높이 h (mm)가 강관의 판 두께 t (mm)에 대해 $t/5$ (mm) 이상이면, 충분한 조인트 강도를 갖는다. 덧붙임 높이 h (mm)가 $t/5$ 미만에서는, 덧붙임부의 높이가 부족하여 충분한 조인트 강도가 얻어지지 않는다.
- [0087] (제1 용접 금속 조직의 개질)
- [0088] 상기 실시 형태의 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법에서는, 상기 제1 용접 금속(31)을 형성 후, 1초 이상 경과하고 나서 상기 제2 용접 금속(32)의 형성을 개시하지만, 제2 용접 패스의 개시 시기를 조정함으로써, 제1 용접 금속(31)의 조직을 개질할 수 있다.
- [0089] 아크 스폿 용접에 의해 형성된 제1 용접 금속(31)의 제1 강관(11)의 이면(11b)과 접하는 부분 A(도 1c 참조)는, 인장 시험, 특히 십자 인장 강도 시험에서 응력이 집중되어 작용하는 부분이다.
- [0090] 탄소를 0.3질량% 이상 포함하고, 인장 강도가 980MPa 이상인 고강도 강관은, C(탄소) 이외에도 Si(실리콘), Mn(망간) 등의 켈칭성 원소를 많이 함유하므로, 사용하는 용접 와이어도 이들 켈칭성 원소의 성분 비율이 높은 경우에는, 용접 금속이나 열영향부에는 용접 후의 냉각 과정에서 마르텐사이트가 생성되어, 인성이 저하되는 경우가 있다.
- [0091] 이로 인해, 제1 강관(11)의 이면(11b)과 접하는 제1 용접 금속(31)의 부분 A도 인성이 저하되어 있어, 십자 인장 강도 시험에서 깨지기 쉽게 되어 있는 것이라고 생각된다.
- [0092] 용접을 2패스로 행하는 경우는, 제1 용접 패스에서 형성된 제1 용접 금속(31) 및 제1 강관(11)의 이면(11b) 근방의 열영향부는, 제2 용접 패스의 열에 의해 재가열이나 재용융된다. 이 작용을 이용하여 제1 용접 금속(31)의 냉각 속도를 완화하여 마르텐사이트의 생성을 억제하거나, 제1 용접 금속(31)이나 제1 강관(11)의 이면(11b) 근방의 열영향부에 형성된 마르텐사이트를 템퍼링할 수 있다.
- [0093] 제2 용접 패스의 열 작용은, 제1 용접 패스와 제2 용접 패스의 사이의 대기 시간의 길이, 즉, 제2 용접 금속(32)의 형성의 개시 시기에 따라, 제1 용접 금속(31)에 미치는 영향이 다르다.
- [0094] 제1 용접 금속(31)이나 제1 강관(11)의 이면(11b) 근방의 열영향부가 Ms점 이하의 온도까지 냉각되어 마르텐사이트 변태되고 나서 제2 용접 금속(32)의 형성을 개시한 경우에는, 마르텐사이트를 템퍼링하게 된다.

- [0095] 또한, 제1 용접 금속(31)이나 제1 강관(11)의 이면(11b) 근방의 열영향부가 마르텐사이트 변태되기 전의 온도가 높은 상태일 때, 제2 용접 금속(32)의 형성을 개시한 경우에는, 마르텐사이트의 생성을 억제하여, 베이나이트 변태를 진행시킬 수 있다.
- [0096] 제1 강관(11)의 이면(11b)과 제2 강관(12)의 표면(12a)의 겹침 위치에 접하는 제1 용접 금속(31)이나 겹침 위치 근방의 열영향부 부분 A를, 템퍼링 마르텐사이트나 베이나이트를 많이 포함하는 조직으로 함으로써, 인성을 향상시켜, 특히 십자 인장 강도 시험에 있어서 보다 높은 강도를 얻을 수 있게 된다.
- [0097] 이러한 작용을 향수할 수 있도록 하기 위해서는, 도 1c에 도시하는 바와 같이, 제2 용접 금속(32)의 용입 하단부(34)가, 제1 강관(11)의 이면(11b)보다도 상측으로 이격되어 위치하도록 형성되는 것이 필요하다.
- [0098] 그로 인해, 도 1b에 도시하는 바와 같이, 상기 제1 용접 금속(31)의 상면 하단부(33)는 제1 강관(11)의 판 두께 방향에 있어서 이면(11b)으로부터 판 두께의 1/2 위치보다 표면(11a)측의 위치에 형성된다. 또한, 상기 제2 용접 금속의 하단부(34)는, 제1 강관(11)의 이면(11b)보다 상방, 바람직하게는 제1 강관(11)의 판 두께 방향에 있어서 이면(11b)으로부터 판 두께의 1/3 위치보다 표면(11a)측의 위치에 형성된다.
- [0099] 제2 용접 금속(32)의 용입 하단부(34)가, 도 5에 도시하는 바와 같이, 제1 강관(11)의 이면(11b)보다 하측에 있으면, 제1 용접 금속(31)의 제1 강관(11)의 이면(11b)과 제2 강관(12)의 표면(12a)의 겹침 위치 근방 부분이나 겹침 위치 근방의 열영향부는 제2 용접 패스에 오스테나이트 단상 영역 이상으로 가열되어, 경질 조직이 생성되므로, 상기한 효과를 얻을 수 없다.
- [0100] 또한, 본 실시 형태의 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법에서는, 제1 강관(11)에 관통 구멍(5)이 형성된 것을 사용하였지만, 도 3에 도시하는 바와 같이, 관통 구멍(5)이 형성되어 있지 않은 제1 강관(11)과 제2 강관(12)에 대해 아크 스폿 용접 조인트의 제조 방법을 적용할 수 있다.
- [0101] 이 경우라도 기본적인 용접 순서나 각 용접 패스의 조건은, 관통 구멍(5)이 형성되어 있는 경우와 동일하지만, 제1 강관(11)을 용융시키기 위해, 관통 구멍(5)이 형성된 것과 비교하면, 제1 용접 패스의 입열량을 높여 용접할 필요가 있다.
- [0102] 이로 인해, 제1 강관(11) 및 제2 강관(12)이 적층된 두께(t1+t2)가 두꺼워지면, 제2 강관(12)의 이면(12b)까지 용융시키기 위해 필요한 입열량이 증대되고, 충분한 높이의 제1 덧붙임부(41)를 확보하려고 하면 제1 용접 금속(31)의 용락이 발생하는 경우가 있다.
- [0103] 따라서, 제1 강관(11)에 관통 구멍을 형성하지 않는 경우는, 비교적 얇은 제1 강관(11), 제2 강관(12)으로 실시하는 것이 바람직하다. 본 발명자들의 검토에서는, 중첩되는 제1 강관(11)의 판 두께 t1, 제2 강관(12)의 판 두께 t2의 합계가 2.5mm 이하이면 일정한 입열 조건 범위에서 용락 없이 용접할 수 있는 것을 확인하고 있다.
- [0104] (기타)
- [0105] 본 실시 형태에서는, 제1 용접 패스와 제2 용접 패스의 사이에 대기 시간을 두고 용접을 행한다. 이로 인해, 1 패스의 용접보다는 용접 시간은 늘어나게 된다. 그러나, 자동차 차체의 조립 등에서는, 각 용접 부재의 아크 스폿 용접점은 복수 있고, 용접 로봇의 대수를 용접점의 수에 따라서 증가시킴으로써 시간 단축을 도모할 수 있다.
- [0106] 이상과 같이, 본 실시 형태는, 한쪽의 성분 중의 탄소량이 0.3질량% 이상이고, 다른 쪽의 성분 중의 탄소량이 0.07질량% 이상인 고강도강으로 이루어지는 제1 강관(11), 제2 강관(12)을 겹쳐 아크 스폿 용접하여, 고강도의 용접 조인트부를 갖는 부재를 제작하는 것이다. 이러한 본 발명의 실시 가능성이나 효과를 확인하는 실시예를 이하에 나타낸다.
- [0107] 실시예
- [0108] (시험 방법)
- [0109] 표 1에 나타내는 성분 조성을 갖고, 판 두께: 1.0mm 또는 1.8mm, 인장 강도: 1890MPa 또는 2250MPa의 고강도 강관을 준비하고, 그 강관으로부터 시험용 판재를 잘라내고, 그 판재에 대해 아크 스폿 용접을 행하여, 인장 시험용의 시험편을 제작하였다. 실드 가스는, 모두, 15체적% CO₂ 가스, 잔부 Ar 가스의 혼합 가스를 사용하였다.
- [0110] 십자 인장 시험용의 시험편은, 스폿 용접 조인트의 십자 인장 시험 방법(JIS Z3137)에 기초하여, 도 7에 도시하는 바와 같은 십자 형상으로 각 판재를 겹치고, 표 2에 나타내는 조건에서 2패스의 아크 스폿 용접법에 의해 시

험편을 겹쳐 용접하여, 십자 인장 시험편을 제작하였다. 이때, 용접 와이어로서 JIS Z3312에 기재된 YGW17을 사용하였다. 또한, 표 2에 있어서 관통 구멍의 직경이 기재되어 있는 경우에는, 상측의 시험편의 용접 위치에 그 직경값의 관통 구멍이 형성되어 있다.

- [0111] 또한, 인장 전단 시험용의 시험편도, 마찬가지로, 스폿 용접 조인트의 인장 전단 시험 방법(JIS Z3136)에 기초하여, 도 8에 도시하는 바와 같이 평행하게 각 시험편을 겹치고, 표 2에 나타내는 각 조건에서 아크 스폿 용접법에 의해 시험편끼리를 용접하여, 인장 전단 시험편을 제작하였다. 또한, 표 2에 있어서 관통 구멍의 직경이 기재되어 있는 경우에는, 상측의 시험편의 용접 위치에 그 직경값의 관통 구멍이 형성되어 있다.
- [0112] 또한, 마찬가지로 하여 제작한 시험용 판재를 동일 강종의 조합으로 겹치고, 표 2에 나타내는 각 조건에서, 종래 1패스의 스폿 용접법에 의해 각 판재를 용접하여, 십자 인장 시험용과 인장 전단 시험용의 시험편을 제작하였다.
- [0113] 이상과 같이 아크 스폿 용접하여 제작한 시험편에 대해, 먼저, 용접 비드의 형상을 눈으로 확인함과 함께, 용접 비드의 직경 및 덧붙임 높이를 측정하였다.
- [0114] 제1 강관(11)의 표면(11a)측 및 제2 강관(12)의 이면(12b)측에 있어서의 용접 비드의 비드 직경 W1, W2를 측정하고, 이들의 평균값을 평균 용접 비드 직경 W로 하여, 표 2에 나타냈다. 또한, 비드 직경 W1, W2는, 평면에서 보아 용접 비드의 원 상당 직경을 측정하였다.
- [0115] 또한, 덧붙임부의 높이에 대해서는, 평면에서 보아 개략 최대의 비드 직경으로 되는 방향으로 시험편을 절단하고, 도 2, 도 4에 도시하는 바와 같은 단면 사진을 촬영한다. 그 후, 화상 해석 장치에 의해 덧붙임부에 오목부(35)가 있는지 여부를 판정한다. 오목부가 없는 경우는 당해 덧붙임부의 최대 높이를, 오목부(35)가 있는 경우에는, 오목부(35)의 바닥까지의 높이를 덧붙임부의 높이로 하여 구하였다.
- [0116] 여기서, 덧붙임 높이 h(mm)라 함은, 제1 강관(11), 제2 강관(12)의 판 두께 t1, t2가 동일한 경우에는 제1 덧붙임부(41), 제2 덧붙임부(42)의 높이 h1(mm), h2(mm) 중 낮은 쪽의 값을 가리키고, 제1 강관(11), 제2 강관(12)의 판 두께 t1, t2가 다른 경우에는 제2 덧붙임부(42)의 높이 h2(mm)와 제1 강관(11)의 제2 덧붙임부(42)에 인접하는 부분의 판 두께 t1(mm)의 합(h2+t1)과 제1 덧붙임부(41)의 높이 h1(mm)과 제2 강관(12)의 제1 덧붙임부(41)에 인접하는 부분의 판 두께 t2(mm)의 합(h1+t2) 중, 합이 작은 쪽의 덧붙임부의 높이(mm)를 가리킨다.
- [0117] 또한 단면 화상으로부터, 제2 용접 금속(32)의 하단부(34)를 제1 강관(11)의 이면(11b)을 기준으로 측정하였다.
- [0118] 또한, 제1 용접 금속의 상단부는, 제1 용접 패스 종료 후에, 제2 비드가 평면에서 보아 최대의 비드 직경으로 되는 방향으로 시험편을 절단하고, 그 단면 화상으로부터 측정하였다.
- [0119] 또한, 제1 패스, 제2 패스의 용접 입열(J)은, 각각의 용접시에 있어서의 용접 토치에 대해 인가된 전압값, 전류값 및 용접 시간(아크 타임)으로부터 구하였다.
- [0120] 다음으로, 십자 인장 시험편에 대해, JIS Z3137에 기초하여, 십자 인장 시험을 실시하고, 십자 인장 강도(CTS)를 측정하였다. 이때, 박리 방향, 즉, 도 7 중의 화살표(50)로 나타내는 바와 같이, 상측의 시험편을 상방향으로, 하측의 시험편을 하방향으로, 서로 박리되는 방향에서 하중을 부하함으로써 십자 인장 시험을 실시하고, 십자 인장 강도(CTS)를 측정하여, 결과를 표 2에 나타냈다.
- [0121] 또한, 인장 전단 시험편에 대해, JIS Z3136에 기초하여, 인장 전단 시험을 실시하고, 인장 전단 강도(TSS)를 측정하였다. 이때, 전단 방향, 즉, 도 8 중의 화살표(51)로 나타내는 바와 같이, 각각의 시험편을 좌우 방향으로, 서로 전단 방향에서 하중을 부하함으로써 전단 인장 시험을 실시하고, 전단 인장 강도(TSS)를 측정하여, 결과를 하기 표 2에 나타냈다.
- [0122] (시험 결과)
- [0123] 이상의 시험 방법으로 시험을 실시한 결과를 표 2에 나타낸다. 표 2에 나타내는 결과 중, 시험 번호 3, 4, 7, 8, 11, 12는 본 실시예이고, 시험 번호 1, 2, 5, 6, 9, 10은 비교예이다.
- [0124] 표 2에 나타내는 바와 같이, 본 실시예는, 용접을 2패스로 행하고, 용접 금속의 덧붙임 높이 h와 평균 용접 비드 직경 W가 본 실시 형태에서 규정하는 범위를 만족시키도록 아크 스폿 용접을 행하고 있다. 이 결과, 탄소 함유량이 0.3질량% 이상인 고강도 강관을 사용하여, 십자 인장 강도 및 인장 전단 강도의 양쪽이 우수한 용접 조인트가 얻어지는 것을 확인할 수 있었다.

[0125]

한편, 비교예는, 덧붙임 높이 h와 평균 용접 비드 직경 W가 본 실시 형태에서 규정하는 범위를 만족시키지 않는 아크 스폿 용접을 행하고 있다. 이 결과, 시험 번호 2, 6, 8과 같이 2패스로 용접 패스를 행하여도, 충분한 십자 인장 강도 및 인장 전단 강도를 갖는 용접 조인트를 얻을 수 없었다.

표 1

강판 기호	판 두께 t (mm)	강도 (MPa)	화학 성분 조성(질량%)										
			C	Si	Mn	P	S	Al	N	Cr	V	B	Mg
A	1.8	2250	0.43	0.22	1.0	0.013	0.005	0.035	0.0060	-	-	-	-
B	1.0	1890	0.33	0.30	2.5	0.015	0.002	0.030	0.0043	0.3	0.05	0.0015	0.003

[0126]

표 2

시험 번호	제1 강판	제2 강판	판 두께 (mm)	덧붙임 높이 h (mm)	h/t	평균 비드 직경 W(mm)	W/t	관통 구멍 직경 d (mm)	d/t	제1 패스의 용접 입열 (J)	패스간의 아크 정지 시간 (s)	제2 패스의 용접 입열 (J)	제1 용접 강판부의 위치	제2 용접 강판부의 위치	TSS (kN)	CTS (kN)	비고
1	A	A	1.8	0.2	0.11	8.0	4.4	5	2.8	6375	-	-	-	-	19	42	비교예(1패스 용접)
2	A	A	1.8	0.3	0.18	9.5	4.7	5	2.8	6375	2.0	715	상	상	19	45	비교예
3	A	A	1.8	1.3	0.72	9.5	5.3	5	2.8	6375	2.0	3375	상	상	22	82	실시에
4	A	A	1.8	1.8	1.00	10.0	5.6	5	2.8	5625	2.0	4500	상	상	22	95	실시에
5	A	A	1.8	0.3	0.18	4.5	2.5	5	2.8	2250	2.0	1125	상	상	16	36	비교예
6	A	A	1.8	0.3	0.17	9.0	5.0	5	2.8	6375	0.5	6375	상	하	20	44	비교예(용락 발생)
7	A	A	1.8	1.8	1.00	10.0	5.6	5	2.8	6375	2.0	6375	상	하	22	85	실시에
8	A	A	1.8	1.0	0.56	8.4	4.7	5	2.8	6375	2.0	3375	상	상	21	76	실시에
9	A	A	1.8	0.3	0.17	10.5	5.8	20	11.1	6375	2.0	4500	상	상	18	32	비교예(관통 구멍 없음)
10	B	B	1.0	0.1	0.10	7.0	7.0	3	3.0	4050	-	-	-	-	9.5	2.8	비교예(1패스 용접)
11	B	B	1.0	0.3	0.33	8.0	8.0	3	3.0	3375	2.0	715	상	상	11	4.5	실시에
12	B	B	1.0	1.2	1.20	8.5	8.5	3	3.0	3375	2.0	5975	상	하	12	6.3	실시에

제1 용접 금속 강판부의 위치는, 제1 강판의 1/2보다 상측인가 하측인가로 나타낸다. 제2 용접 금속 하단부의 위치는, 제1 강판의 이면보다 상측인가 하측인가로 나타낸다.

[0127]

[0128]

본 실시 형태의 용접 조인트 및 그 제조 방법에 의하면, 한쪽의 성분 중의 탄소량이 0.3질량% 이상이고, 다른 쪽의 성분 중의 탄소량이 0.07질량% 이상인 고강도강으로 이루어지는 자동차용 차체나 부품 등을 아크 스폿 용

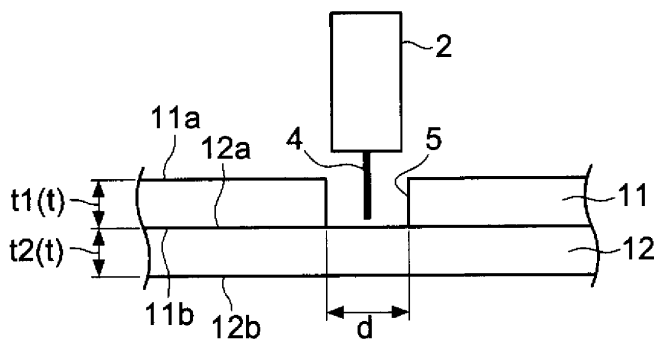
접할 때, 용락을 억제하여 양호한 용접 작업성을 확보하면서, 높은 십자 인장 강도 및 인장 전단 강도의 양쪽을 갖는 용접 구조체의 제조가 가능해진다. 따라서, 자동차 분야 등에서 고강도 강판을 적용하는 것에 의한, 차체 전체의 경량화에 수반되는 저연비화나 탄산 가스(CO₂)의 배출량 삭감, 및 충돌 안전성의 향상 등의 장점을 충분히 향수할 수 있다.

[0129] 2013년 7월 31일에 출원된 일본 특허 출원 제2013-159575호의 개시는, 그 전체가 참조에 의해 본 명세서에 포함된다.

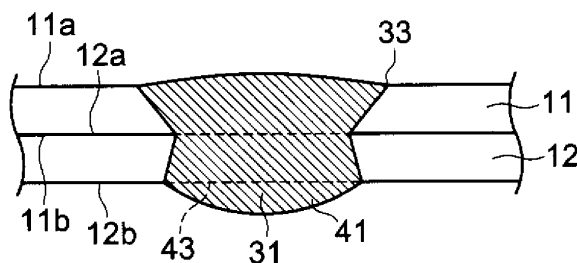
[0130] 본 명세서에 기재된 모든 문헌, 특허 출원 및 기술 규격은, 개개의 문헌, 특허 출원 및 기술 규격이 참조에 의해 포함되는 것이 구체적 또한 개개에 기재된 경우와 동일한 정도로, 본 명세서 중에 참조에 의해 포함된다.

도면

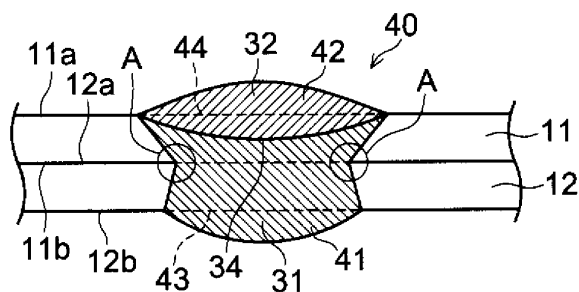
도면1a



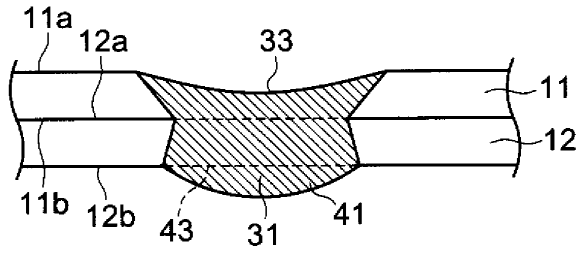
도면1b



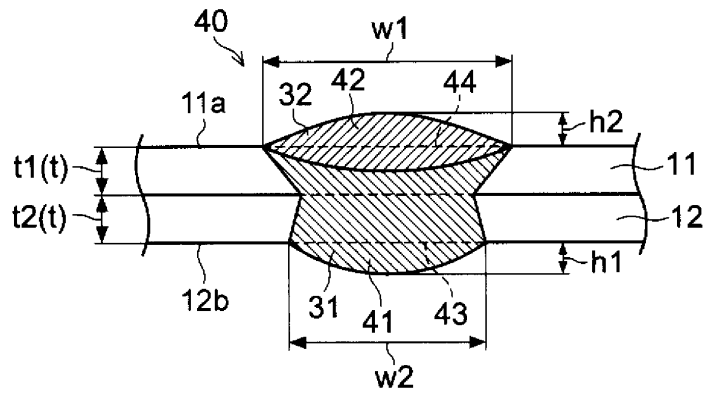
도면1c



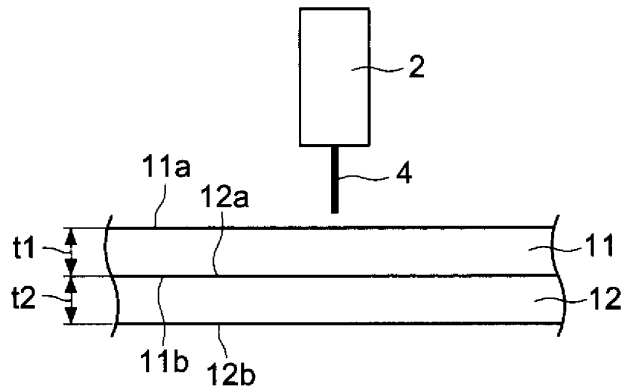
도면1d



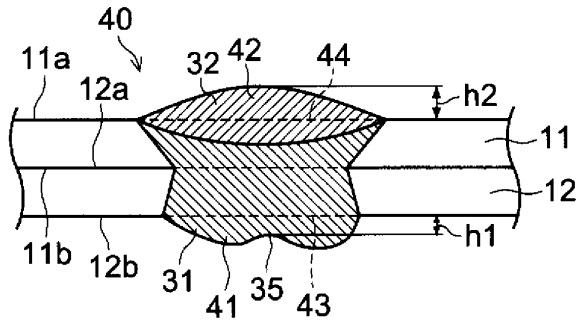
도면2



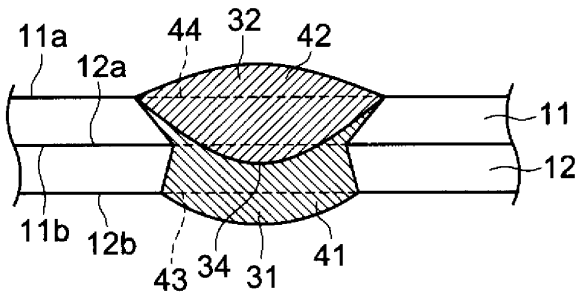
도면3



도면4

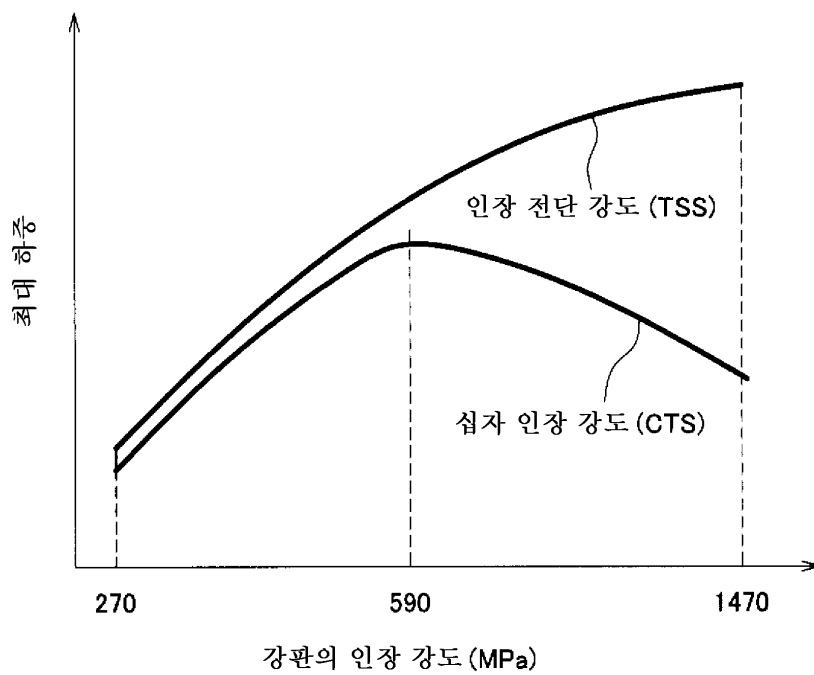


도면5

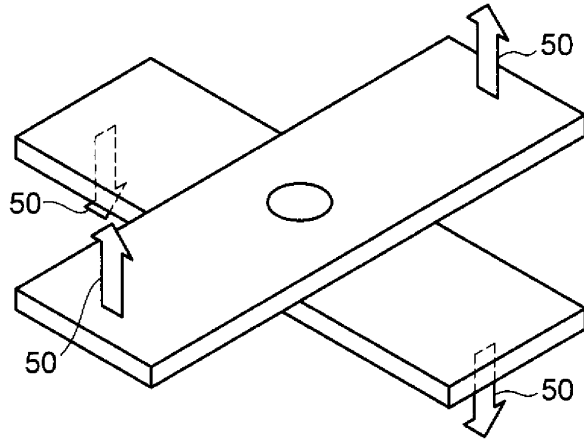


도면6

스폿 용접의 집합 강도



도면7



도면8

