



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0049603
(43) 공개일자 2017년05월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 26/24 (2014.01) B23K 26/046 (2014.01)
B23K 26/08 (2014.01)
- (52) CPC특허분류
B23K 26/24 (2013.01)
B23K 26/046 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7010335
- (22) 출원일자(국제) 2015년06월01일
심사청구일자 2017년04월17일
- (85) 번역문제출일자 2017년04월17일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2015/002761
- (87) 국제공개번호 WO 2016/047008
국제공개일자 2016년03월31일
- (30) 우선권주장
JP-P-2014-197162 2014년09월26일 일본(JP)

- (71) 출원인
닛신 세이코 가부시카이가이샤
일본국 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3-4-1
- (72) 발명자
호소미 카즈야키
일본 오사카 5928332 사카이시 니시쿠 이시주니시
마치 5 닛신 세이코 가부시카이가이샤 스틸 앤 테크
놀로지 디벨롭먼트 라보라토리즈 내
오가와 켄지
일본 오사카 5928332 사카이시 니시쿠 이시주니시
마치 5 닛신 세이코 가부시카이가이샤 스틸 앤 테크
놀로지 디벨롭먼트 라보라토리즈 내
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
장훈

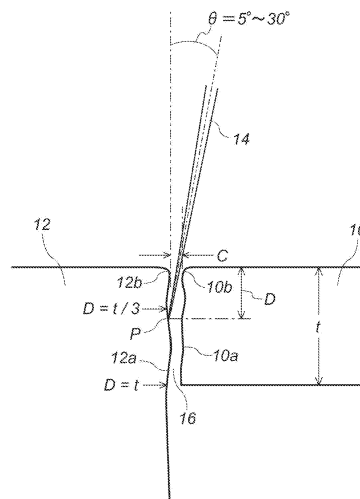
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **상이한 두께의 재료의 레이저 용접 방법**

(57) 요약

두꺼운 판의 두께에 상관없이 우수한 용접 강도를 얻을 수 있는 상이한 두께의 재료의 레이저 용접 방법과 상이한 두께의 용접 부재를 제공한다. 즉, 본 발명은, 두께가 다른 2개의 판재(10)(12)를, 그것들의 한 표면이 편평해지도록 맞댄 후, 그 맞댄 면에 레이저 빔(14)을 조사하여 용접하는 상이한 두께의 재료의 레이저 용접 방법으로서, 상기 레이저 빔(14)을, 얇은 판(10)의 상기 편평하게 한 표면측으로부터 두꺼운 판(12)의 맞댄 단면(12a)을 향해 비스듬히 입사시키고, 상기 레이저 빔(14)의 조준 위치(P)를 상기 두꺼운 판(12)의 맞댄 단면(12a)으로 하는 동시에, 상기 레이저 빔(14) 입사측 판재 표면으로부터의 조준 위치 깊이(D)를 하기 (1)식의 범위로 하는 것을 특징으로 한다. $t/3 \leq D \leq t \dots (1)$ (단, t는 얇은 판(10)의 맞댄 단면(10a)의 면 방향의 두께이고, D, t 둘 다 단위는 mm.)

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

B23K 26/082 (2015.10)

(72) 발명자

나카코 타케푸미

일본 오사카 5928332 사카이시 니시쿠 이시주니시
마치 5 닛신 세이코 가부시키키가이샤 스틸 앤 테크
놀로지 디벨롭먼트 라보라토리즈 내

야마모토 켄지

일본 오사카 5410048 오사카시 주오쿠 카와라-마치
3초메 6-5, 닛신세이코 가부시키키가이샤 오사카 브
랜치 내

명세서

청구범위

청구항 1

두께가 다른 얇은 판(10)과 두꺼운 판(12)을, 그것들의 한 표면이 편평해지도록 맞댄 후, 그 맞댄 면에 레이저 빔(14)을 조사하여 용접하는 상이한 두께의 재료의 레이저 용접 방법으로서,

상기 레이저 빔(14)을, 얇은 판(10)의 상기 편평하게 한 표면측으로부터 두꺼운 판(12)의 맞댄 단면(12a)을 향해 비스듬히 입사시키고, 상기 레이저 빔(14)의 조준 위치(P)를 상기 두꺼운 판(12)의 맞댄 단면(12a)으로 하는 동시에, 상기 레이저 빔(14) 입사측 판재 표면으로부터의 조준 위치 깊이(D)를 하기 (1)식의 범위로 하는 것을 특징으로 하는, 상이한 두께의 재료의 레이저 용접 방법.

$$t/3 \leq D \leq t \dots (1)$$

(단, t는 얇은 판(10)의 맞댄 단면(10a)의 면 방향의 두께이고, D, t 둘다 단위는 mm.)

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 레이저 빔(14)의 입사각(θ)이 상기 두꺼운 판(12)의 맞댄 단면(12a)에 대하여 5° 내지 30° 얇은 판(10)측으로 경사시킨 것인 것을 특징으로 하는, 상이한 두께의 재료의 레이저 용접 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 두꺼운 판(12)과 상기 얇은 판(10)의 맞댄 간격(C)이 1.0mm 이하인 것을 특징으로 하는, 상이한 두께의 재료의 레이저 용접 방법.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 기재된 상이한 두께의 재료의 용접 방법으로 용접한 상이한 두께의 용접 부재로서,

맞댄 면에서의 면적의 50% 이상에서 용입이 생겨 있는 것을 특징으로 하는, 상이한 두께의 용접 부재.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 용접 강도가 우수한 상이한 두께의 재료의 맞대기 레이저 용접 방법과 상이한 두께의 용접 부재에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 레이저는, 고에너지 밀도 열원이어서 다양한 분야에 이용되고 있다. 특히, 용접 분야에서는 고속이고 또한 저입열(低入熱) 용접이라서 피조사물의 열 변형이나 변질이 적다는 특징이 있어, 강재나 각종 금속 재료의 용접에 이용되고 있다.

[0003] 레이저 용접 방법에서는, 아크 용접 방법 등의 다른 용접 방법과 마찬가지로, 겹침 필릿(FILLET) 용접 이음, T자 이음, 맞대기 이음 등의 용접 이음을 얻을 수 있다. 이 중, 레이저 빔을 용접면의 연직 방향에서 조사하는 레이저 용접 방법을 이용하여 맞대기 이음을 얻는 경우, 레이저 빔의 조준 위치나, 서로 용접하는 재료(피용접재)의 맞댄 간격 등을 엄밀하게 관리할 필요가 있다.

[0004] 왜냐하면, 레이저 빔의 빔 직경은, 레이저의 발전 방식이나 렌즈 등에 따라 다른데, 일반적으로 0.5mm 이하로

작다. 이 때문에, 후술하는 바와 같이 레이저 빔의 조준 위치가 어긋난 경우에는, 용접 부분의 용입 불량이 발생하고, 서로 용접하는 재료의 맞댄 간격이 레이저 빔 직경보다도 넓은 경우에는, 연직 방향으로 나아가는 레이저 빔이 상기 간격을 관통하여 용접할 수 없게 되기 때문이다.

[0005] 특히, 피용접재의 두께가 서로 다른 상이한 두께의 재료를 맞대어 레이저 빔으로 용접하는, 이른바 상이한 두께의 용접에서는, 레이저 빔의 조준 위치와 피용접재의 맞댄 간격을 엄밀하게 관리할 필요가 있다. 두께가 극단적으로 다른 재료의 조합으로는, 예를 들어 도 1에 도시한 바와 같이, 레이저 빔(3)의 초점 위치가 얇은 판(1)측으로 어긋나면, 얇은 판(1)은 용융되어 용융부(4)가 생기는데, 두꺼운 판(2)은 입열(入熱) 부족으로 용융되지 않는 등의 용접 불량이 발생한다. 또한, 피용접재를 절단할 때에 사용되는 절단기(shearing machine)나 칩소우(chip saw), 밴드 소우(band saw) 등의 절단 방법으로는, 용접면이 되는 절단면을 인접하는 면에 대하여 직각으로, 더구나 일직선으로 절단하는 것이 곤란하고, 흐름이나 변형도 발생한다. 이러한 경우, 도 2에 도시하는 바와 같이, 맞댄 부분(5)이 레이저 빔(3)의 빔 직경보다도 넓어져, 레이저 빔(3)이 관통해서 용접 불량이 발생한다. 이러한 불량을 방지하기 위해서는, 절단면에 기계 연마 가공을 실시하여 맞댄 간격을 좁게 하거나, 또는 삽입금속(filler metal)을 사용하여 틈새를 메우는 것이 필요해져, 더불어 비용이 상승하게 된다.

[0006] 이상과 같은 상이한 두께의 용접의 문제점을 해결하기 위해, 하기의 특허문헌 1 및 2에는, 레이저 빔을 피용접재의 맞댄 면에 대하여 비스듬히 조사하는 용접 방법이 개시되어 있다. 이것은 도 3에 도시하는 바와 같이, 두께가 다른 2개의 피용접재의 레이저 빔 조사측의 표면과 반대측의 표면(도 3에서의 바닥면)을 편평하게 하고, 레이저 조준 위치를 두꺼운 판(2)의 모서리(6)로부터 내측으로 오프셋하고, 두꺼운 판(2)측으로부터 비스듬하게 레이저 빔(3)을 조사하여 두꺼운 판(2)의 모서리(6)를 얇은 판(1)측에 용입시키는 레이저 용접 방법이다. 이러한 방법에 의하면, 두꺼운 판(2)의 모서리(6) 부분, 즉 얇은 판(1)과의 두께가 다른(상이한 두께의) 두꺼운 판(2)의 부분을 중점적으로 용입시키므로, 레이저 조준 위치의 설정을 엄밀하게 할 필요가 없고, 또한, 피용접재의 맞댄 단면에 기계 가공을 실시하거나, 삽입금속을 사용하거나 하지 않아도 양호한 맞대기 이음을 고효율로 얻을 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 특개평7-132386호
- (특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 특개평9-216078호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 하지만, 상기 종래의 상이한 두께의 용접에서는, 용접 강도를 올리기 위해서는, 두꺼운 판(2)의 모서리(6)의 부분을 단단히 용입하여 두꺼운 판(2)과 얇은 판(1)과의 맞댄 면(계면)에 공급할 필요가 있는데, 그렇게 하면, 그 맞댄 면에 용입된 두꺼운 판(2)의 용해 부분 중 잉여의 부분이 원치않는 뒤틀면 비드(bead)가 되어 이음 표면(도 3에서의 바닥면측)에 나타나, 용접 품질을 저하시켜 버린다는 문제가 생길 수 있다. 여기서, 뒤틀면 비드란, 열원 조사면의 반대측의 면에 노출된 용접 금속(비드)을 말한다.

[0009] 또한, 두꺼운 판(2)측으로부터 레이저 빔(3)을 비스듬히 입사시킨 경우, 열 전도성이 높은 금속 재료로 이루어진 두꺼운 판(2)에 레이저 빔(3)의 열이 흡수되므로, 두꺼운 판(2)의 모서리(6)의 부분은 용융될 수 있었다고 해도, 레이저 빔(3)의 열 손실이 커서 효율적으로 용접이 되어 있다고는 말하기 어렵다.

[0010] 본 발명은, 이러한 상황을 감안하여, 두꺼운 판의 두께에 상관없이, 효율적으로, 우수한 용접 강도와 마무리를 얻을 수 있는 상이한 두께의 재료의 레이저 용접 방법을 제공하는 것을 주된 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 발명자들의 상세한 연구 결과, 두께가 다른 2개의 판재의 용접면을, 상기 용접면에 인접하는 표면이 편평해지도록 맞댄 후, 편평하게 한 표면의 얇은 판측으로부터 상기의 용접면을 향해 비스듬히 레이저 빔을 입사시키는 레이저 용접 방법의 유용성을 발견한 동시에, 레이저 조준 위치, 입사각, 맞댄 간격을 적정 범위 내로 제어함으로써

써, 두꺼운 판의 두께에 상관없이 우수한 용접 강도를 얻을 수 있다는 지견을 얻어 본 발명을 완성한 것이다.

[0012] 또한, 본 발명에서는, 두께가 다른 2개의 피용접재의 한 표면이 편평해지도록 맞댄 맞댄 면을 나중에 용접하여 구성한 용접 이음에 있어서, 그 편평해진 면(도 4에서의 상면)을 「용접 이음의 표면」, 단차가 생기는 면(도 4에서의 하면)을 「용접 이음의 뒷면」이라고 칭하는 경우도 있다.

[0013] 즉 본 발명은, 두께가 다른 얇은 판(10)과 두꺼운 판(12)을, 그것들의 한 표면이 편평해지도록 맞댄 후, 그 맞댄 면에 레이저 빔(14)을 조사하여 용접하는 상이한 두께의 재료의 레이저 용접 방법으로서, 상기 레이저 빔(14)을, 얇은 판(10)의 상기 편평하게 한 표면측으로부터 두꺼운 판(12)의 맞댄 단면(12a)을 향해 비스듬히 입사시키고, 상기 레이저 빔(14)의 조준 위치(P)를 상기 두꺼운 판(12)의 맞댄 단면(12a)으로 하는 동시에, 상기 레이저 빔(14) 입사측 판재 표면으로부터의 조준 위치 깊이(D)를 하기 (1)식의 범위로 하는 것을 특징으로 한다.

[0014] $t/3 \leq D \leq t \dots (1)$

[0015] (단, t는 얇은 판(10)의 맞댄 단면(10a)의 면 방향의 두께이고, D, t 둘다 단위는 mm.)

[0016] 이 발명에서는, 레이저 빔(14)을, 얇은 판(10)의 편평하게 한 표면측으로부터 두꺼운 판(12)의 맞댄 단면(12a)을 향해 비스듬히 입사시키고 있으므로, 용입한 두꺼운 판(12)의 용해 부분 중 잉여의 부분이 원치 않는 뒷면 비드가 되어 용접 이음의 뒷면에 나타났다고 해도, 이 뒷면 비드는 두꺼운 판(12)의 상이한 두께의 부분에 의해 단차가 생긴 용접 이음의 뒷면에 형성되기 때문에, 외관상 위화감을 발생시키지 않고, 용접 품질을 저하시키는 경우는 없다.

[0017] 또한, 본 발명에서는, 상기 레이저 빔(14)의 입사각(θ)이 상기 두꺼운 판(12)의 맞댄 단면(12a)에 대하여 5° 내지 30° 얇은 판(10)측에 경사시킨 것이 바람직하고, 상기 두꺼운 판(12)과 상기 얇은 판(10)과의 맞댄 간격 C가 1.0mm 이하인 것이 바람직하다.

[0018] 또한, 본 발명에서의 또 다른 발명은, 상기 본 발명의 상이한 두께의 재료의 레이저 용접 방법으로 용접한 상이한 두께의 용접 부재로서, 맞댄 면에서의 면적의 50% 이상에서 용입이 발생하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 의하면, 두꺼운 판의 두께에 상관없이, 효율적으로, 우수한 용접 강도와 마무리를 얻을 수 있는 상이한 두께의 재료의 레이저 용접 방법, 및 상기 방법을 이용한 용접 품질이 우수한 상이한 두께의 용접 부재를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은, 종래 기술에서 레이저 조준 위치가 얇은 판측으로 어긋난 경우의 용접부 단면을 나타낸 도면.

도 2는, 종래 기술에서 맞댄 간격이 넓은 경우의 용접부 단면을 나타낸 도면.

도 3은, 종래의 단차 용접부의 단면을 나타낸 도면.

도 4는, 본 발명의 상이한 두께의 재료의 레이저 용접 방법을 모식적으로 나타낸 도면으로서, 레이저 조준 위치, 레이저 조사각, 맞댄 간격을 정의하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 도면을 참조하면서 본 발명을 설명한다. 도 4는, 본 발명의 상이한 두께의 재료의 레이저 용접 방법을 모식적으로 나타낸 도면이다. 또한, 도 4에서는 얇은 판(10)의 단면(10a)의 요철, 두꺼운 판(12)의 단면(12a)의 요철, 및 얇은 판(10)과 두꺼운 판(12)과의 맞댄 간격 C를 과장하여 묘사하고 있다.

[0022] 본 발명에서는, 얇은 판(10)과 두꺼운 판(12)을, 그것들의 한 표면이 편평해지도록 맞댄 후, 그 맞댄 면에 레이저 빔(14)을 조사하여 용접하는 상이한 두께의 재료의 레이저 용접 방법이다. 특히, 상기 레이저 빔(14)을, 얇은 판(10)의 상기 편평하게 한 표면측으로부터 두꺼운 판(12)의 맞댄 단면(12a)을 향해 비스듬히 입사시켜, 당해 레이저 빔(14)의 조준 위치(P)를 상기 두꺼운 판(12)의 맞댄 단면(12a)으로 하는 동시에, 상기 레이저 빔(14) 입사측 판재 표면으로부터의 조준 위치 깊이(D)를 후술하는 소정의 범위로 하는 것을 특징으로 하고 있다.

[0023] 이하에, 본 발명의 맞대기 레이저 용접 조건을 상세히 서술한다.

- [0024] 본 발명에서는, 도 4에 도시한 바와 같이, 얇은 판(10)과 두꺼운 판(12)을, 그것들의 한 표면이 편평해지도록 맞댄 후, 레이저 빔(14)을, 얇은 판(10)의 상기 편평하게 한 표면측으로부터 두꺼운 판(12)의 맞댄 단면(12a)를 향해 비스듬히 조사하므로, 두꺼운 판(12)의 두께의 제약을 받지 않는다.
- [0025] 또한, 본 발명에서는, 레이저 빔(14)의 조준 위치(P)를 두꺼운 판(12)의 맞댄 단면(12a)으로 함으로써, 얇은 판(10)의 맞댄 단면(10a)의 위치가 변동해도 용입에 미치는 영향이 작다. 덧붙여서, 레이저의 조준 위치(P)를 얇은 판(10)의 맞댄 단면(10a) 또는 상기 단면(10a)의 모서리부(10b)로 한 경우, 조준 위치 검출기가 필요해지기 때문에 시설이 고액이 되고, 또한, 맞댄 부분(16)의 간격이 변동하면 용입이 불안정해진다.
- [0026] 조준 위치 깊이(D)는, 레이저 빔(14)의 입사측 판재 표면(즉 얇은 판(10)의 편평 표면)으로부터 두꺼운 판(12)의 맞댄 단면(12a)에서의 레이저 빔(14)의 조준 위치(P)까지의 깊이를 나타내는 것으로, 하기 (1)식의 범위로 하는 것이 바람직하다.
- [0027] $t/3 \leq D \leq t \dots (1)$ (단, t는 얇은 판(10)의 맞댄 단면(10a)의 면 방향의 두께이고, D, t 둘다 단위는 mm.)
- [0028] 조준 위치 깊이(D)가 얇은 판(10)의 두께(t)의 1/3보다도 얇은 경우에는, 피용접재의 용입량이 적어지고, 반대로, 조준 위치 깊이(D)가 t보다도 깊은 경우에는, 얇은 판(10)만이 용융하여 두꺼운 판(12)이 용융 부족이 되기 때문이다.
- [0029] 레이저 빔(14)의 입사각(θ)은, 도 4에 도시한 바와 같이, 두꺼운 판(12) 상면 모서리(12b)의 연직선과 레이저 빔(14) 중심 사이의 각도로 정의되는 것이며, 구체적으로 그 각도는, 두꺼운 판(12)의 맞댄 단면(12a)에 대하여 5° 내지 30° 얇은 판(10)측으로 경사시킨 것으로 하는 것이 바람직하다. 이 레이저 빔(14)의 입사각(θ)이 5° 미만의 경우에는, 맞댄 간격 C가 넓어지면 레이저 빔(14)이 관통하는 양이 늘어나서 입열 부족이 되고, 반대로, 이 입사각(θ)이 30° 를 초과하면 얇은 판(10)에만 레이저 빔(14)이 조사되어 두꺼운 판(12)이 용융 부족이 되기 때문이다.
- [0030] 본 발명에서의 맞댄 간격 C는, 얇은 판(10)의 맞댄 단면(10a)과 두꺼운 판(12)의 맞댄 단면(12a) 사이에 생기는 틈새를 말하며, 용접 개시 위치에서 종료 위치까지의 사이에서의 이 맞댄 간격 C의 최대값을 1.0mm 이하로 제한하는 것이 바람직하다. 맞댄 간격 C가 1.0mm를 초과하면 용접 부분이 얇고 조밀해져서 용접 강도 부족이 되기 때문이다. 또한, 레이저 빔(14)의 입사각(θ)이 작은 경우에는 레이저 빔(14)의 관통이 발생하여 용접이 불가능해질 우려가 있기 때문이다.
- [0031] 본 발명의 상이한 두께의 재료의 레이저 용접 방법에서는, 상기 이외의 레이저 용접 조건, 예를 들어 레이저의 파장, 레이저 출력, 레이저 빔 직경, 용접 속도 등의 조건은 특별히 한정되지 않는다. 후술하는 피용접재의 종류, 두께 등에 따라 적절히 선택된다.
- [0032] 본 발명에서, 피용접재, 즉 상이한 두께의 재료인 얇은 판(10)과 두꺼운 판(12)의 종류는 특별히 한정되지 않는다. 또한, 이 피용접재로서, 저탄소강, 스테인리스강 및 이들 강재에 Zn계 도금, Al계 도금, Zn-Al계 합금 도금, Al-Si계 합금 도금, Zn-Al-Si계 합금 도금, Zn-Al-Mg계 합금 도금, Zn-Al-Mg-Si계 합금 도금 등을 실시한 것을 예시할 수 있다. 또한, 상기의 강재에 한정하지 않고 Al 등의 비철 금속끼리 및 강재와 비철 금속과의 상이한 두께의 용접에도 본 발명은 적용할 수 있다. 또한, 피용접재의 절단 방법도 한정되지 않는다. 전단기나, 칩 소우, 밴드 소우 등의 일반적인 절단 방법을 이용하면 좋다. 또한, 절단 후, 기계연마 가공을 해도 좋다.
- [0033] 본 발명에서는, 상술한 바와 같이 두꺼운 판(12)의 두께는 한정되지 않는다. 덧붙여서 이 두꺼운 판(12)의 형상은 판 형상에 한정되지 않고, 블록 형상이라도 좋다.
- [0034] 한편, 얇은 판(10)은 두께(t)는 6mm 이하가 적합하다. 얇은 판(10)은 두께(t)가 이 6mm보다 두꺼워지면 대출력의 레이저 용접기가 필요해져, 설비가 고액이 되기 때문이다. 또한, 얇은 판(10)이 이렇게 두꺼워지면, 용접 속도가 느려지므로 생산성이 저하되기 때문이다.
- [0035] 이상과 같은 상이한 두께의 재료의 레이저 용접 방법을 이용하여 제조되는 상이한 두께의 용접 부재는, 맞댄 면에서의 면적의 50% 이상에서 용입이 생겨 있는 것이 바람직하다. 용접시에 용입한 부분은 레이저 빔(14)의 고열에 의해 담금질된 상태가 되기 때문에, 경도나 인장 강도가 향상된다. 그 결과, 맞댄 면에서의 면적의 50% 이상에서 용입이 생겨 있으면, 상이한 두께의 용접 부재의 얇은 판(10)과 두꺼운 판(12)을 이간시키는 방향으로 힘을 가한 경우, 얇은 판(10)이 파괴되는 정도의 용접 강도를 얻을 수 있기 때문이다.

- [0036] 실시예
- [0037] 이하에, 실시예를 들어 본 발명을 보다 구체적으로 설명하겠지만, 본 발명은 이 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0038] 우선, 표 1에 기재하는 저탄소강, SUS304, Al(알루미늄) 합금을 공시재로서 준비하였다. 이 중 저탄소강은, 도금 없는 것과, 용융 Zn-6질량% Al-3질량% Mg 도금을 편면당의 부착량이 90g/m²으로 실시한 것을 각각 준비하였다. 그리고, 두께 6mm 이하의 공시재는 전단기, 칩 소우, 밴드 소우로 절단하고, 두께 10mm 이상의 공시재는 밴드 소우로 절단하여 폭 100mm, 길이 100mm의 크기로 잘라내었다. 또한, 일부 공시재에 대해서는 절단 단면을 기계연마 가공을 하였다.
- [0039] 여기서, 표 1 중의 재료종 기호는 표 2-1 내지 표 2-3에서의 얇은 판 및 두꺼운 판 각각의 재료종을 나타내기 위해 사용하는 기호이다.

[0040] [표 1]

구분	종류	두께(mm)	도금	재료종기호
두꺼운 판	저탄소강	2~50	없음	A1
	저탄소강	2~50	있음(용융Zn-6질량% Al-3질량% Mg 도금)	A1M
	SUS304	2~50	없음	A2
	Al 합금	2~50	없음	A3
얇은 판	저탄소강	1~6	없음	U1
	저탄소강	1~6	있음(용융Zn-6질량% Al-3질량% Mg 도금)	U1M
	SUS304	1~6	없음	U2
	Al 합금	1~6	없음	U3

- [0041]
- [0042] 이어서, 레이저 용접 전에 틈 게이지로 맞대기 부분의 폭 100mm의 사이의 최대 맞댄 간격을 측정하였다. 또한, 두께 0.1mm의 틈 게이지가 맞댄 부분에 들어가지 않는 경우에는 최대 맞댄 간격 0.1mm 이하로 하였다. 얻어진 결과는 표 2-1 내지 표 2-3에 기재한다.
- [0043] 그리고, 최대 출력 7kW의 파이버 레이저 용접기를 사용하여, 후술하는 다양한 조건에서 맞대기 레이저 용접을 수행하였다.
- [0044] 맞대기 레이저 용접한 샘플에서 폭 30mm의 인장 시험용 샘플을 채취하여 JIS Z-2241에 준거한 인장 시험을 수행하였다. 또한, 맞대기 레이저 용접한 샘플의 용접 중간부의 단면을 광학 현미경 관찰하여 용입 상태를 관찰하였다. 인장 시험 결과와 용입 상태의 관찰 결과로부터 레이저 용접부의 종합 평가를 수행하였다. 이 종합 평가의 기준을 이하에 기재한다.
- [0045] ◎: 인장 시험에서 얇은 판(1)측에서 모재 파단, 또한 용접부의 용융부의 두께가 얇은 판의 판 두께의 70 내지 100%.
- [0046] ○: 인장 시험에서 얇은 판(1)측에서 모재 파단, 또한 용접부의 용융부의 두께가 얇은 판의 판 두께의 60 내지 69%.
- [0047] △: 인장 시험에서 얇은 판(1)측에서 모재 파단, 또한 용접부의 용융부의 두께가 얇은 판의 두께의 45 내지 59%.
- [0048] ×: 인장 시험에서 용접부가 파단.
- [0049] 이러한 종합 평가의 결과, 용융부가 두꺼워질수록, 인장 강도나 피로 강도가 높고, 또한 용접부가 인장 변형을 받았을 때의 입구 벌어진 정도가 작아지므로 바람직한 것이 밝혀졌다.
- [0050] 표 2-1 내지 표 2-3에 레이저 용접 조건, 최대 맞댄 간격 및 종합 평가 결과를 기재한다. 또한, 레이저 조준 위치 깊이(D)의 란의 t는 얇은 판(10)의 두께이다.

[0051]

[표 2-1] << 실시예 >>

번호	두꺼운 판		얇은 판		레이저 출력 (kW)	용접 속도 (m/min)	레이저 조건 위치 깊이: D (mm)	레이저 입사각 (°)	최대 맞판 간격 (mm)	종합 평가
	재료종 기호	두께 (mm)	재료종 기호	판두께: t (mm)						
1	A1	2	U1	1	4	2.0	t/3	5	0.1이하	◎
2	A1	6	U1	2	4	1.5	t/2	10	0.1이하	◎
3	A1	10	U1	3	5	1.5	t/2	15	0.2	◎
4	A1	30	U1	4	7	1.0	t	25	0.3	◎
5	A1	50	U1	6	7	1.0	t	30	0.2	◎
6	A1	10	U1	1	5	2.0	t/3	10	1.3	○
7	A1	20	U1	2	4	1.5	t/3	5	1.5	○
8	A1	35	U1	3	4	1.5	t/2	15	1.2	○
9	A1	40	U1	4	5	1.5	t	30	1.1	○
10	A1	50	U1	6	7	1.0	t	20	1.1	○
11	A1	6	U1	1	5	2.0	t/3	4	1.2	△
12	A1	15	U1	2	6	1.0	t/2	32	1.1	△
13	A1	20	U1	3	7	1.0	t	33	1.2	△
14	A1	30	U1	4	7	1.0	t	35	1.1	△
15	A1	50	U1	6	7	1.0	t	35	1.2	△
16	A1M	2	U1M	1	4	2.0	t/3	5	0.1이하	◎
17	A1M	6	U1M	2	4	2.0	t/2	10	0.2	◎
18	A1M	15	U1M	3	5	1.0	t	30	0.5	◎
19	A1M	25	U1M	4	6	1.2	t	20	1.0	◎
20	A1M	50	U1M	6	7	1.5	t	25	1.0	◎
21	A1M	6	U1M	1	4	1.0	t/3	5	1.2	○
22	A1M	10	U1M	2	4	1.5	t/2	15	1.1	○

[0052]

[0053]

[표 2-2] << 실시예 >>

번호	두꺼운 판		얇은 판		레이저 출력 (kW)	용접 속도 (m/min.)	레이저 조건 위치 깊이: D (mm)	레이저 입사각 (°)	최대 맞댄 간격 (mm)	종합 평가
	재료종 기호	판 두께 (mm)	재료종 기호	판 두께: t (mm)						
23	A1M	15	U1M	3	5	1.0	t	25	1.3	○
24	A1M	20	U1M	4	7	1.5	t	10	1.1	○
25	A1M	50	U1M	6	7	1.0	t	30	1.5	○
26	A1M	3	U1M	1	4	1.5	t/3	4	1.1	△
27	A1M	6	U1M	2	4	0.7	t/2	4	1.1	△
28	A1M	15	U1M	3	6	1.5	t/2	32	1.1	△
29	A1M	20	U1M	4	5	0.7	t	34	1.3	△
30	A1M	50	U1M	6	6	0.7	t	37	1.1	△
31	A2	2	U2	1	4	1.0	t/3	5	0.8	◎
32	A2	50	U2	6	7	1.5	t	30	1.0	◎
33	A2	10	U1	3	5	1.0	t/2	20	1.2	○
34	A2	35	U1M	5	7	0.7	t/2	10	1.1	○
35	A1	20	U2	3	4	1.2	t	32	1.1	△
36	A1	50	U2	5	7	1.0	t	33	1.2	△
37	A3	2	U3	1	4	2.0	t/3	30	1.0	◎
38	A3	15	U3	3	5	1.5	t/2	5	0.3	◎
39	A3	20	U3	3	5	1.5	t/2	30	1.2	○
40	A3	35	U3	4	5	1.0	t/2	5	1.2	○
41	A3	40	U3	5	6	1.0	t	4	1.1	△
42	A3	50	U3	6	7	1.0	t	31	1.1	△

[0054]

[0055] [표 2-3] << 실시예 >>

번호	두꺼운 판		얇은 판		레이저 출력 (kW)	용접 속도 (m/min)	레이저 조준 위치 깊이: D (mm)	레이저 입사각 (°)	최대 맞댄 간격 (mm)	종합 평가
	재료종 기호	판 두께 (mm)	재료종 기호	판두께:t (mm)						
43	A1	2	U1	1	4	2.0	t/5	25	0.5	×
44	A1	6	U1	3	4	1.5	t/4	20	0.3	×
45	A1	20	U1	6	5	1.0	1.2t	25	0.5	×
46	A1	50	U1	6	7	0.8	1.3t	20	0.3	×
47	A1	15	U1	3	4	1.0	t/4	3	0.7	×
48	A1	20	U1	4	4	0.7	t/5	2	0.4	×
49	A1	30	U1	6	7	0.7	1.1t	35	0.1이하	×
50	A1	50	U1	6	7	1.0	1.2t	40	0.2	×
51	ATM	6	U1M	1	4	1.0	t/6	45	1.1	×
52	ATM	10	U1M	3	4	1.5	t/4	50	1.5	×
53	ATM	20	U1M	4	4	1.0	1.1t	4	1.5	×
54	ATM	50	U1M	6	7	0.7	1.2t	35	1.5	×

[0056]

[0057] 표 2-1의 No. 1 내지 5, 16 내지 20, 표 2-2의 31, 32, 37 및 38에 기재한 바와 같이, 레이저 조준 위치 깊이 (D), 레이저 입사각, 맞댄 간격의 모두가 본 발명의 범위 내의 실시예는 종합 평가가 ◎로 양호한 용접 강도와 용입이 얻어졌다. 또한, 그 밖의 실시예도 용입이 약하지만, 양호한 용접 강도가 얻어졌다.

[0058] 그에 대해, 레이저 조준 위치 깊이(D), 레이저 입사각, 맞댄 간격의 모두가 본 발명의 범위 외인 표 2-3의 No. 43 내지 54에 기재한 비교예에서는, 용입 부족 때문에 인장 시험에서 용접부가 파단되었다.

부호의 설명

[0059] 10 ... 얇은 판

10a ... (얇은 판)의 맞댄 단면

12 ... 두꺼운 판

12a ... (두꺼운 판)의 맞댄 단면

14 ... 레이저 빔

C ... (두꺼운 판과 얇은 판의) 맞댄 간격

D ... 조준 위치 깊이

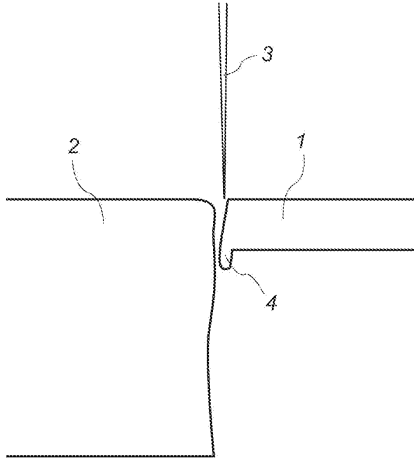
P ... 레이저 빔의 조준 위치

t ... 얇은 판의 맞댄 단면의 면 방향의 두께

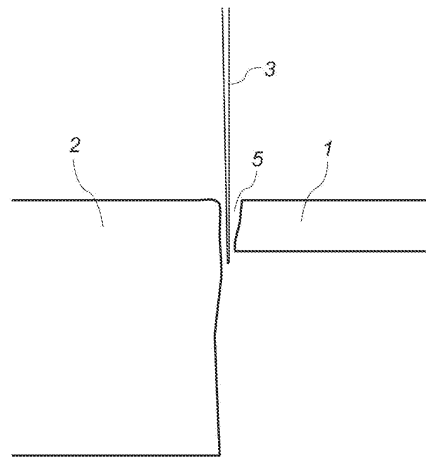
θ ... 레이저 빔의 입사각

도면

도면1



도면2



도면3

