



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0040053
(43) 공개일자 2025년03월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 11/11 (2006.01) B23K 11/16 (2006.01)
B23K 11/36 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B23K 11/115 (2013.01)
B23K 11/166 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2025-7005539
(22) 출원일자(국제) 2023년08월30일
심사청구일자 2025년02월20일
(85) 번역문제출일자 2025년02월20일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/031609
(87) 국제공개번호 WO 2024/070459
국제공개일자 2024년04월04일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-157121 2022년09월29일 일본(JP)

(71) 출원인
제이에프이 스틸 가부시카이가이사
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방
3고
(72) 발명자
엔도 가즈키
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방
3고 제이에프이 스틸 가부시카이가이사 지테크자이
산부 나이
마에다 사토시
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방
3고 제이에프이 스틸 가부시카이가이사 지테크자이
산부 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

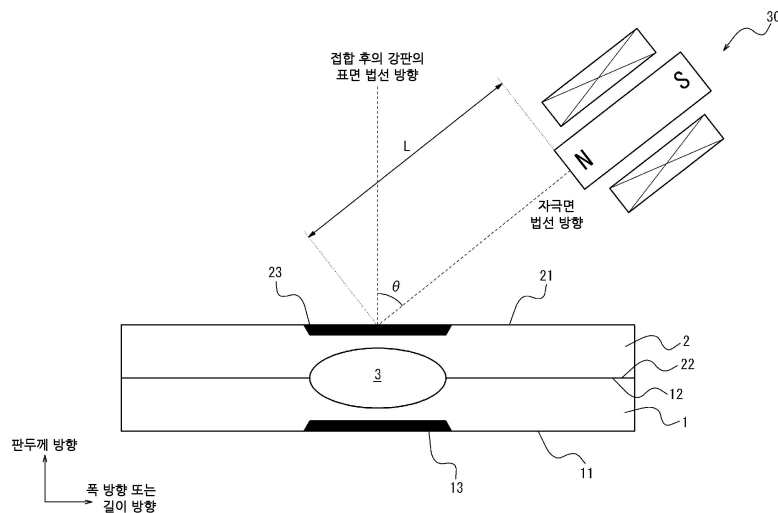
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 저항 스폿 용접 방법 및 용접 이음매의 제조 방법

(57) 요약

우수한 내지연 파괴 특성을 발휘하는 용접 이음매의 제조에 적합한 저항 스폿 용접 방법을 제공한다. 2 장 이상 중첩한 강판을 1 쌍의 용접 전극으로 협지하고, 상기 강판을 가압하면서 통전하고, 상기 강판 상호의 중첩면에 너깃을 형성하여, 상기 강판끼리를 접합하는, 저항 스폿 용접 방법에 있어서, 상기 접합 후에, 접합 후의 강판의 표면 법선 방향과 정상 자장의 인가 방향이 이루는 각도 θ 가 0° 초과의 각도이고, 자속 밀도가 $0.1 \sim 15 \text{ T}$ 가 되도록 정상 자장을, 상기 접합에 의해 상기 접합 후의 강판의 표면에 생긴 용접흔에 인가하는 것을 특징으로 하는, 저항 스폿 용접 방법이다.

대표도



(52) CPC특허분류

B23K 11/36 (2013.01)

(72) 발명자

도지 유키

일본 도쿄도 지요다쑈 우찌사이와이쑈 2쑈메 2방
3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 지테크자이산
부 나이

가와베 나옴

일본 도쿄도 지요다쑈 우찌사이와이쑈 2쑈메 2방
3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 지테크자이산
부 나이

명세서

청구범위

청구항 1

2 장 이상 중첩한 강판을 1 쌍의 용접 전극으로 협지하고, 상기 강판을 가압하면서 통전하고, 상기 강판 상호의 중첩면에 너깃을 형성하여, 상기 강판끼리를 접합하는, 저항 스폿 용접 방법에 있어서,

상기 접합 후에, 접합 후의 강판의 표면 법선 방향과 정상 자장의 인가 방향이 이루는 각도 θ 가 0° 초과각도이고, 자속 밀도가 $0.1 \sim 15 \text{ T}$ 가 되도록 정상 자장을, 상기 접합에 의해 상기 접합 후의 강판의 표면에 생긴 용접흔에 인가하는 것을 포함하는, 저항 스폿 용접 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 정상 자장을 인가하는 시간이 1 초 이상인, 저항 스폿 용접 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 강판 중 적어도 한 장이, 780 MPa 이상의 인장 강도를 갖는, 저항 스폿 용접 방법.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 강판 중 적어도 한 장이, 적어도 일방의 표면에 도금 피막을 갖는, 저항 스폿 용접 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 도금 피막이 용융 아연 도금 피막 또는 합금화 용융 아연 도금 피막인, 저항 스폿 용접 방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 기재된 저항 스폿 용접 방법을 사용하여 강판끼리를 접합하여 용접 이음매를 얻는 것을 포함하는, 용접 이음매의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 저항 스폿 용접 방법 및 당해 저항 스폿 용접 방법을 사용한 용접 이음매의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자동차 등의 차량의 외관의 가공에는, 나무리의 외관의 양호함으로부터, 저항 스폿 용접이 널리 사용되고 있다. 저항 스폿 용접이란, 금속에 압력을 가하여 금속끼리를 접합시키는 기술의 하나이다. 구체적으로는, 저항 스폿 용접이란, 접합하고자 하는 2 개 이상의 금속(예를 들어, 강판)의 양측에서 전극을 대고, 적당한 압력을 가하면서 통전함으로써 서서히 금속을 용융시키고, 그 후, 금속을 냉각시켜 용융부를 응고시킴으로써, 금속끼리를 접합시키는 기술이다. 금속끼리가 접합된 부위 및 그 주변에 형성되는, 접합에 의해 용융을 거친 열 영향부는 너깃이라고 불린다. 또, 너깃을 통하여 접합된 부위는 용접 이음매라고 불린다.

[0003] 여기서, 저항 스폿 용접에서는, 금속의 용융·응고 과정에 있어서, 너깃 부분에 높은 인장 응력이 잔존한다. 게다가, 용접시의 상기 용융·응고 과정에 있어서, 강판 표면에 존재하고 있던 방청유, 수분, 도금 피막, 표

면 처리제 등이 금속 내에 도입되어 수소가 발생 또는 침입한다. 이 수소는 인장 응력부에 집적되기 쉽기 때문에, 결과적으로, 용접 및 냉각 후의 금속에서는, 너깃 내의 잔류 응력 및 수소에서 기인하여, 용접 이음매에 지연 파괴가 발생하는 것이 문제가 되고 있다.

[0004] 지연 파괴란, 금속에 가해지는 응력이 항복 강도 이하의 상태임에도 불구하고, 용접 등의 가공 완료로부터 일정한 시간이 경과한 후에, 금속이 돌연 파단되어 버리는 현상이다.

[0005] 한편, 차체의 고강도화에 의한 내충돌 성능의 향상을 목적으로, 자동차 등의 차량용 강판으로서 고강도 강판이 사용되는 경우가 있다. 일반적으로, 고강도 강판은, 다량의 C 뿐만 아니라 여러 가지 합금 원소를 첨가하여 강도를 높인 강판이지만, 수소 취화 감수성이 크다. 따라서, 상기 서술한 지연 파괴는, 고강도 강판의 저항 스폿 용접에 있어서 특히 큰 문제가 된다.

[0006] 이와 같은 지연 파괴의 문제에 대해, 특허문헌 1 에서는, 어느 가압력으로 용접 통전을 실시한 후, 이 가압력보다 높은 가압력으로 후통전, 나아가서는 전극 유지를 실시함으로써, 용접부에 있어서의 인장 잔류 응력을 저감시켜, 내지연 파괴 특성을 향상시키고 있다. 또, 특허문헌 1 에는, 상기 전극 유지 후, 추가로 「용접 후의 열처리」를 120 ~ 220 ℃ 에서 100 ~ 6000 s 실시하는 것이, 용접부에 침입한 수소량을 저하시켜, 지연 파괴의 방지에 대해 유리해지는 것도 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 일본 특허 제6194765호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 그러나, 특허문헌 1 은, 지연 파괴에 대해, 오로지 가압력이나 통전 패턴의 적정화에 의해 인장 잔류 응력을 저감시키는 것에 주안을 둔 기술이고, 강판의 수소 취성에 대해서는 추가적인 개선의 여지가 있었다. 또한, 특허문헌 1 의 기술에서는, 이 수소 취성에 관한 것으로, 용접 통전과 후통전 사이에 형성된 무통전의 냉각 시간에 의해 용접부가 급속하게 냉각되므로, 많은 수소가 너깃의 외부로 확산되지 않고 잔존하여 너깃 내의 잔존 수소량이 높아지기 때문에, 잔존 수소에서 기인한 지연 파괴를 억제하기 어렵다는 염려가 있다. 또, 잔존 수소에 대해, 특허문헌 1 에 개시된 「용접 후의 열처리」를 실시한다고 해도, 열처리 설비를 위한 비용 상승을 피할 수 없는 것, 및 열처리에서 기인하여 강판의 조직이 변화함으로써, 재료 특성이 변화되어 버리는 것이 더욱 염려된다.

[0009] 따라서, 보다 우수한 내지연 파괴 특성을 발휘하는 용접 이음매를 얻기 위하여, 저항 스폿 용접에 있어서 너깃 내에 잔존하는 수소를 보다 양호하게 제어할 수 있는 수법을 검토할 필요가 있었다.

[0010] 본 발명은, 상기 과제를 감안하여, 수소 취성을 개선함으로써, 우수한 내지연 파괴 특성을 발휘하는 용접 이음매를 얻는 것이 가능한, 저항 스폿 용접 방법 및 용접 이음매의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명자들은, 저항 스폿 용접시에 너깃 내에 발생 또는 침입한 수소를 강판의 외부로 내보냄으로써, 얻어지는 용접 이음매의 내지연 파괴 특성을 향상시키는 방도에 대해 예의 검토하였다. 그 결과, 본 발명자들은, 접합 후의 강판(접합체)에 정상 자장을 인가하는 것이, 열처리에 의한 조직 변화에서 기인하는 재질의 변화를 수반하지 않고, 용접 이음매의 내지연 파괴 특성을 향상시키기 위해서 유효하다는 새로운 지견을 얻었다.

[0012] 그리고, 본 발명자들은, 저항 스폿 용접에 있어서, 너깃이 형성된 접합 후의 강판에 대해 소정의 조건하에서 정상 자장을 인가하면, 우수한 내지연 파괴 특성을 발휘하는 용접 이음매를 간편하게 얻을 수 있는 것을 알아내었다.

[0013] 본 발명은 상기의 지견에 기초하여 이루어진 것으로, 그 요지는 이하와 같다.

- [0014] [1] 2 장 이상 중첩한 강판을 1 쌍의 용접 전극으로 협지하고, 상기 강판을 가압하면서 통전하고, 상기 강판 상호의 중첩면에 너깃을 형성하여, 상기 강판끼리를 접합하는, 저항 스폿 용접 방법에 있어서,
- [0015] 상기 접합 후에, 접합 후의 강판의 표면 법선 방향과 정상 자장의 인가 방향이 이루는 각도 θ 가 0° 초과와 각도이고, 자속 밀도가 $0.1 \sim 15 \text{ T}$ 가 되도록 정상 자장을, 상기 접합에 의해 상기 접합 후의 강판 표면에 생긴 용접흔에 인가하는 것을 포함하는, 저항 스폿 용접 방법.
- [0016] 여기서, 본 명세서에 있어서, 「너깃」 은, 통상적으로, 강판 상호의 중첩면 (도 1, 3 의 부호 12, 22 를 참조) 측에 형성되고, 저항 스폿 용접 후의 강판의 표면 (도 1, 3 의 부호 11, 21 을 참조) 으로부터는 직접 시인할 수 없지만, 이 용접시에, 중첩한 강판의 표면에 발생하는 저항 스폿 용접점인 용접흔 (도 2 의 부호 6, 도 3 의 부호 13, 23 을 참조) 을 가지고 「너깃」 이 형성되어 있는 것을 확인할 수 있다.
- [0017] 그리고, 본 명세서에 있어서, 「자속 밀도」 는, 예를 들어, 후술하는 방법에 따라서 측정할 수 있다.
- [0018] [2] 상기 정상 자장을 인가하는 시간이 1 초 이상인, 상기 1 에 기재된 저항 스폿 용접 방법.
- [0019] [3] 상기 강판 중 적어도 한 장이, 780 MPa 이상의 인장 강도를 갖는, 상기 1 또는 2 에 기재된 저항 스폿 용접 방법.
- [0020] [4] 상기 강판 중 적어도 한 장이, 적어도 일방의 표면에 도금 피막을 갖는, 상기 1 ~ 3 중 어느 하나에 기재된 저항 스폿 용접 방법.
- [0021] [5] 상기 도금 피막이 용융 아연 도금 피막 또는 합금화 용융 아연 도금 피막인, 상기 4 에 기재된 저항 스폿 용접 방법.
- [0022] [6] [1] ~ [5] 중 어느 하나의 저항 스폿 용접 방법을 사용하여 강판끼리를 접합하여 용접 이음매를 얻는 것을 포함하는, 용접 이음매의 제조 방법.

발명의 효과

- [0023] 본 발명의 저항 스폿 용접 방법에 의하면, 강판끼리를 접합해도, 열처리에 의한 조직 변화에서 기인한 강판의 재질의 변화없이, 지연 파괴의 문제를 양호하게 회피할 수 있다. 또, 본 발명의 용접 이음매의 제조 방법에 의하면, 우수한 내지연 파괴 특성을 발휘하는 용접 이음매를 간편하게 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1 은, 본 발명의 일 실시형태에 따른, 너깃을 형성하여 강판끼리를 접합하는 모습을 나타내는 모식도이다.
- 도 2 는, 본 발명의 일 실시형태에 따른, 접합 후의 강판을 일 표면측에서 본 평면도이다.
- 도 3 은, 본 발명의 일 실시형태에 따른, 강판끼리를 접합한 후에, 접합 후의 강판 표면의 용접흔에 대해 정상 자장을 조사하는 모습을 나타내는 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하, 도면을 참조하면서 본 발명의 실시형태를 설명한다.
- [0026] 본 발명의 저항 스폿 용접 방법에서는, 2 장 이상 중첩한, 예를 들어 강판 (1, 2) 을, 1 쌍의 용접 전극 (4, 5) 으로 협지하고, 가압하면서 통전하고, 강판 상호의 중첩면 (중첩부) (12, 22) 측에 너깃 (3) 을 형성하고, 강판끼리를 접합한 후에, 접합시에, 중첩한 강판의 표면에 발생하는 용접흔 (13, 23) 중의 적어도 일방에 대해, 소정의 이루는 각 θ 와 소정의 자속 밀도로 정상 자장을 인가한다.
- [0027] 그리고, 본 발명의 저항 스폿 용접 방법에 따르면, 주로 너깃에 집적되는 수소를 효율적으로 강판 외부로 내보냄으로써, 열처리에 의한 조직 변화에서 기인하는 재질의 변화를 수반하지 않고, 스폿 용접부의 지연 파괴의 문제를 양호하게 또한 간편하게 회피할 수 있다.
- [0028] 또, 본 발명의 용접 이음매의 제조 방법은, 상기 서술한 본 발명의 저항 스폿 용접 방법과 동일한 특징을 갖는다. 그리고, 본 발명의 용접 이음매의 제조 방법에 따르면, 우수한 내지연 파괴 특성을 갖는 용접 이음매가 간편하게 얻어진다.
- [0029] 여기서, 접합 후의 강판에 정상 자장을 인가함으로써 강판의 내지연 파괴 특성을 개선할 수 있는 이유는 분명하

지 않지만, 본 발명자들은 이하와 같이 추찰한다.

[0030] 즉, 접합시에, 중첩한 강관의 표면에 발생하는 용접흔에 대해, 소정의 조건에서 정상 자장을 인가함으로써, 자왜 효과에 의해, 강관 형상이 변화한다. 그 형상 변화는, 격자 간격이 확장되는 것에서 기인하여, 확산을 위한 포텐셜 에너지가 감소하기 때문에, 강관 중의 수소의 확산 속도가 증가하여, 당해 표면으로부터 탈리된다.

이와 같이, 강관에 대해 소정의 조건에서 인가한 자장이, 강 중의 확산성 수소를 충분히 또한 효율적으로 저감시키고, 나아가서는, 강 중, 특히 인장 잔류 응력부인 너깃에 집적되는 수소를 충분히 또한 효율적으로 저감시키므로, 용접 이음매의 내지연 파괴 특성을 개선할 수 있는 것으로 추찰된다.

[0031] 이하, 본 발명의 저항 스폿 용접 방법에 대해 몇 개의 실시형태에 따라서 상세히 서술하지만, 본 발명의 저항 스폿 용접 방법은 이것에 한정되는 것은 아니다. 또, 본 발명의 용접 이음매의 제조 방법은, 본 발명의 저항 스폿 용접 방법에 대해 상세히 서술되는 특징과 동일한 특징을 갖고, 본 발명의 용접 이음매의 제조 방법도 후술되는 실시형태에 한정되지 않는다.

[0032] <강관끼리의 접합>

[0033] 본 발명의 저항 스폿 용접 방법에서는, 강관의 접합 후에 너깃으로부터 수소를 효율적으로 내보낼 수 있다. 따라서, 복수의 강관끼리를 접합하여 용접체를 얻을 때까지의 공정에 대해서는 특별히 제한되지 않고, 일반적인 저항 스폿 용접의 조건에 따르면 된다. 일반적인 저항 스폿 용접의 통전 조건으로서 예를 들어, 전류는 1 kA ~ 15 kA, 통전 시간은 100 ms ~ 2000 ms, 가압력은 0.5 kN ~ 10 kN 의 범위로 할 수 있다.

[0034] 도 1, 2 에 나타내는 본 발명의 일 실시형태에서는, 2 장 중첩한 강관 (1, 2) 의 표면 (11, 21) 에 1 쌍의 용접 전극 (4, 5) 을 대고 눌러 통전한다. 이 때, 강관 상호의 중첩면 (12, 22) 의 통전된 부위가, 저항 발열에 의해 일단 용융되고, 그 후 응고되어 너깃 (3) 을 형성한다. 이와 같이, 저항 스폿 용접 방법에서는, 강관 (1, 2) 이 고체 상태의 너깃 (3) 을 통하여 접합된다. 이 너깃 (3) 은, 통상적으로, 접합 후의 강관의 표면 (11, 21) 에는 직접 나타나지 않는다. 그러나, 접합 후의 강관의 표면 (11, 21) 에는, 용접 전극 (4, 5) 을 대고 누른 지점에 소흔 및/또는 오목부의 용접흔 (6) 이 발생하고 있다. 따라서, 이 저항 스폿의 용접흔 (6) 의 판두께 방향 내부에 너깃 (3) 이 존재하는 것을 확인할 수 있고, 이 용접흔 (6) 을, 후술하는 정상 자장을 인가하는 공정에 있어서 「너깃 상당 표면」 이라고도 한다.

[0035] <<강관의 특성>>

[0036] 본 발명의 저항 스폿 용접 방법에서 사용하는 강관은, 특별히 제한되지 않지만, 고강도 강관인 것이 바람직하다. 구체적으로는, 접합하는 복수의 강관 중 적어도 한 장의 인장 강도가 780 MPa 이상인 것이 바람직하고, 1000 MPa 이상인 것이 보다 바람직하고, 1300 MPa 이상인 것이 더욱 바람직하다. 또, 접합하는 복수의 강관 모두가 상기 인장 강도를 갖는 것이 한층 바람직하다. 접합하는 강관의 인장 강도가 780 MPa 미만인 경우, 저항 스폿 용접에 의해 너깃에 발생하는 인장 잔류 응력의 정도가 작기 때문에, 원래, 얻어지는 용접 이음매에 지연 파괴가 발생하기 어렵다. 한편, 접합하는 강관이 상기와 같이 고강도일수록, 저항 스폿 용접에 의해 너깃에 수소가 발생 또는 침입하기 쉽고, 용접 이음매에 지연 파괴가 발생하기 쉽기 때문에, 정상 자장을 인가하는 것에 의한 용접 이음매의 내지연 파괴 특성의 개선 효과가 높아진다. 또한, 강관의 인장 강도는 특별히 한정되지 않지만, 3000 MPa 이하로 할 수 있다.

[0037] 강관의 성분 조성은, 특별히 제한되지 않지만, 상기 서술한 고강도 강관으로 할 수 있는 성분 조성인 것이 바람직하다. 고강도 강관의 성분 조성으로는, 예를 들어, C 량이 0.05 질량% 이상 0.50 질량% 이하인 강관을 바람직하게 사용할 수 있다.

[0038] <<강관에 대한 표면 처리>>

[0039] 본 발명의 저항 스폿 용접 방법은, 정상 자장의 인가를 비접촉으로 실시하여, 강관의 표면 상태에 영향을 받지 않는 용접 방법이기 때문에, 접합하는 강관에 원하는 특성을 부여할 목적으로, 도금 등의 임의의 표면 처리를 실시할 수 있다. 접합하는 복수의 강관의 적어도 한 장이, 적어도 일방의 표면에 표면 처리가 실시되어 있는 것이 바람직하다. 적어도 일방의 표면은, 접합 후의 강관의 표면에 대응하는 면이어도 되고, 중첩면에 대응하는 면이어도 된다.

[0040] 표면 처리에 의한 도금 피막은, 유기 도금, 무기 도금, 금속 도금 중 어느 것에 의한 것이어도 되고, 이미 알려진 수법에 따라서 도금을 실시하면 된다. 그 중에서도, 녹 및 부식을 방지할 수 있는 관점에서는, 도금 피막이 용융 아연 도금 (GI) 피막 또는 합금화 용융 아연 도금 (GA) 피막인 것이 바람직하다.

- [0041] <정상 자장의 인가>
- [0042] 다음으로, 본 발명의 저항 스폿 용접 방법에서는, 상기 서술한 강판끼리의 접합 후에, 용접흔 (너깃 상당 표면) 의 적어도 일방에, 정상 자장을 의도적으로 인가한다. 여기서, 정상 자장을 인가할 때에는, 0.1 T 이상 15 T 이하의 자속 밀도를 갖는 정상 자장을, 접합 후의 강판의 표면 법선 방향과 정상 자장의 인가 방향이 이루는 각도 θ 가 0° 초과를 만족하도록 하는 것이 매우 중요하다. 각도 θ 를 상기와 같이 제어함으로써, 너깃으로부터 수소를 효율적으로 내보내어, 열처리에 의한 조직 변화에서 기인하는 재질의 변화를 수반하지 않고, 수소 취화에 의한 용접 이음매의 지연 파괴를 양호하고 또한 간편하게 저감시킬 수 있다.
- [0043] 또한, 본 발명에 있어서의 정상 자장의 인가는, 강판에 비접촉으로 실시된다.
- [0044] <<자속 밀도>>
- [0045] 수소의 확산을 촉진하여, 강판 중에 함유된 수소를 충분히 탈리하는 관점에서, 접합 후의 강판의 표면의 용접흔에 대한 자속 밀도는 0.1 T 이상인 것이 바람직하고, 0.2 T 이상인 것이 보다 바람직하고, 0.5 T 이상인 것이 더욱 바람직하다. 한편으로, 일반적인 자장 인가 장치의 성능을 고려하여, 접합 후의 강판 표면의 용접흔에 대한 자속 밀도는, 15 T 이하인 것이 바람직하고, 14 T 이하인 것이 보다 바람직하다. 「자속 밀도」는, 테슬라미터를 사용하여 용접흔 근방에서 측정할 수 있고, 예를 들어 용접흔 바로 위에서 비접촉의 위치에 테슬라미터의 프로브를 배치하여 실시할 수 있다.
- [0046] 용접흔 (너깃 상당 표면) 이 받는 자속 밀도는, 예를 들어, 자장 인가 장치의 코일의 권수 (卷數) 나 전류값을 조정함으로써, 조정할 수 있다.
- [0047] <<접합 후의 강판의 표면 법선 방향과 자극면 법선 방향이 이루는 각도 θ >>
- [0048] 접합 후의 강판의 표면 법선 방향과 정상 자장의 인가 방향이 이루는 각도 θ 가 0° 초과인 것도, 본 발명에 있어서 중요한 구성 조건이다. 각도 θ 가 0° 에서 정상 자장을 인가해도, 격자 간격이 넓어지는 방향은 판 표면에 대해 평행하기 때문에, 강판 밖으로의 수소의 확산이 촉진되지 않아, 너깃 중의 수소량이 충분히 감소하지 않는다. 각도 θ 가 클수록, 격자 간격이 넓어지는 방향이 판 표면에 대해 수직에 가까워지기 때문에, 강 중, 특히 너깃 중으로부터 잔존 수소를 보다 방출함으로써 지연 파괴를 보다 억제할 수 있다. 각도 θ 가 15° 이상이 바람직하고, 30° 이상이 보다 바람직하다. 각도 θ 의 상한은 90° 이고, 이 경우, 정상 자장은 강판 표면에 평행하게 인가된다.
- [0049] <<자장 인가 시간>>
- [0050] 용접흔 (너깃 상당 표면) 에 자장을 인가하는 시간이 짧으면, 너깃 중에 잔존하는 수소를 강판 밖으로 탈리시키는 데에 충분하지 않아, 강 중 수소량을 양호하게 저감시킬 수 없는 경우가 있다. 따라서, 정상 자장을 인가하는 시간은 1 초 이상인 것이 바람직하고, 5 초 이상인 것이 보다 바람직하고, 10 초 이상인 것이 더욱 바람직하다.
- [0051] 한편, 용접흔에 정상 자장을 3600 초 이상 인가하는 것은 생산성을 저하시킨다. 따라서, 정상 자장을 인가하는 시간은 3600 초 미만인 것이 바람직하고, 1800 초 이하가 보다 바람직하고, 1500 초 이하가 더욱 바람직하다.
- [0052] <<통전 개시로부터 정상 자장을 인가 개시할 때까지의 시간>>
- [0053] 용접 전극을 사용한 저항 스폿 용접에서 기인한 지연 파괴는, 통전 개시시를 0 초로 하여, 180 분 ~ 720 분 사이에 발생하는 경우가 있다. 이와 같은 지연 파괴가 발생하기 전에 정상 자장을 인가하여, 접합 후의 강판의 인장 응력부인 너깃에 대한 수소 집적을 억제, 해소하는 것이 바람직하다. 이 관점에서, 용접흔 (너깃 상당 표면) 에 대한 정상 자장의 인가는, 강판에 대한 통전 개시로부터 360 분 이내에 실시하는 것이 바람직하고, 180 분 미만으로 실시하는 것이 보다 바람직하고, 60 분 이내에 실시하는 것이 더욱 바람직하다. 지연 파괴가 발생하는 리스크를 조금이라도 회피하는 관점에서는, 통전 개시로부터 정상 자장을 인가 개시할 때까지의 시간은 짧을수록 유리하다. 따라서, 통전 개시로부터 정상 자장을 인가 개시할 때까지의 시간의 하한은 특별히 제한되지 않지만, 통전 자체에 필요로 하는 시간을 고려하면, 상기 시간의 하한은 통상적으로 10 초이다.
- [0054] <<너깃 중의 잔존 수소량>>
- [0055] 그리고, 본 발명에 따라서 저항 스폿 용접을 실시한 후의 너깃 내에서는, 잔존 수소량이, 질량 분율로 0.5 ppm 이하인 것이 바람직하고, 0.3 ppm 이하인 것이 보다 바람직하고, 물론, 0 ppm 으로 해도 된다. 너깃 중에

잔존하는 수소는 용접 이음매에 있어서의 수소 취화의 원인이 되기 때문에, 잔존 수소량은 적을수록 바람직하다. 일반적으로, 고강도 강판에 대한 저항 스폿 용접일수록 지연 파괴가 발생하기 쉬우므로, 본원에서는 소정 조건에서 정상 자장을 인가하므로, 고강도 강판의 경우에도 양호하게 잔존 수소량을 저감시킬 수 있다.

[0056] <<자장 인가 장치>>

[0057] 정상 자장의 인가에는, 일반적인, 자장을 발생시켜 대상물에 인가하는 장치 (자장 인가 장치) 를 사용할 수 있다. 자장 인가 장치로는, 예를 들어, 전자석 등을 들 수 있다. 일례에 있어서, 자장 인가 장치는, 상강 판측과 하강판측에 각각 위치하는 1 쌍의 전자석일 수 있다. 각 전자석은, 각각, 철심과, 철심을 권회하는 코일과, 코일에 전류를 흐르게 하기 위한 구동 전원을 가질 수 있다. 구동 전원을 ON 으로 하고, 코일에 직류의 연속 전류를 흐르게 함으로써, 각 전자석을 자화시킬 수 있어, 정상 자장을 발생시킬 수 있다. 각 전자석은, 각각, 소정의 간격을 두고 용접흔 (너깃 상당 표면) 을 향하여 위치하는 자극면을 갖고, 코일에 흐르게 하는 전류의 방향을 제어함으로써, 편방의 전자석의 자극면을 N 극으로 하고, 타방의 전자석의 자극면을 S 극으로 할 수 있다. 이 1 쌍의 자극면을, 중첩한 강판의 상하 표면의 용접흔 (너깃 상당 표면) 을 사이에 두고 대향시킬 수 있다. 그와 같이 하여, 1 쌍의 전자석에 의해 발생하는 정상 자장을, 그 주된 자속이, 편방의 전자석의 자극면 (N 극) 으로부터 타방의 전자석의 자극면 (S 극) 을 향하도록 할 수 있고, 그 방향을 정상 자장의 인가 방향으로 할 수 있다. 이 경우, 정상 자장의 방향은, 자극면의 법선 방향과 일치하게 된다. 이로써, 접합 후의 강판의 표면 법선 방향에 대해, 소정의 각도 θ 를 이루어 균일하게 정상 자장을 인가할 수 있다. 이 경우, 각도 θ 는, 자극면의 법선 방향과 자극면의 법선 방향이 이루는 각도라고 할 수 있고, 자극면의 법선 방향은, 자극면과 용접흔을 연결하는 직선이라고 할 수 있다. 또한, 본 명세서에 있어서, 「직류의 연속 전류」란, 전류값이 펄스적이 아니라 연속적으로 (바람직하게는 일정하게) 유지되는 직류 전류를 의미한다. 또, 본 명세서에 있어서 「정상 자장」이란, 펄스적이 아니라 연속적으로 유지되는 자장을 의미하고, 정지한 자석이 형성하는 자장과, 직류의 연속 전류가 공급된 전자석이 형성하는 자장을 포함한다.

[0058] 용접흔 (너깃 상당 표면) 에 상기 서술한 소정의 정상 자장이 인가되는 한, 자장 인가 장치의 설치 방법은 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어, 정상 자장의 인가 방향이, 용접흔 (도 3 의 부호 13 및 23) 의 적어도 일 방측에 정상 자장이 각도 θ 를 가지고 최단 직선 거리 (도 3 의 L) 로 인가되도록 자장 인가 장치 (30) 를 설치해도 된다.

[0059] 접합 후의 강판의 일 표면 상에 용접흔이 복수 존재하는 경우, 각 용접흔 (13 또는 23) 에 대해 자장 인가 장치를 1 대씩 형성해도 되고, 일 표면 상의 복수의 너깃 상당 표면에 걸쳐 정상 자장을 인가할 수 있는 자장 인가 장치를 단수 또는 복수 형성해도 된다. 또, 자장 인가 장치는, 접합 후의 강판의 양 표면 (11, 21) 측에 대향하여 형성해도 된다.

[0060] 또, 일 표면 상에 용접흔이 복수 존재하는 경우, 그 중의 하나의 용접흔만에 대해 정상 자장을 인가해도 되고, 임의의 복수의 용접흔에 대해 정상 자장을 인가해도 되고, 모든 용접흔에 대해 정상 자장을 인가해도 되고, 접합 후의 강판의 일 표면 전체에 걸쳐 정상 자장을 인가해도 된다. 특히 너깃 중에 수소가 잔존하기 쉬운 것을 고려하면, 일 표면 상에 용접흔이 복수 존재하는 경우, 복수의 용접흔에 정상 자장을 인가하는 것이 바람직하고, 모든 용접흔에 정상 자장을 인가하는 것이 보다 바람직하다.

[0061] 또, 상기 소정의 주파수에 의한 내지연 파괴 특성에 대한 효과를 높이는 관점에서는, 강판의 표면과 자장 인가 장치의 최단 직선 거리를 15 m 이내로 하는 것이 바람직하고, 5 m 이내로 하는 것이 보다 바람직하다.

[0062] 본 발명에서는, 가열 처리를 실시하지 않고 너깃 중의 잔존 수소를 저감시킬 수 있다. 따라서, 본 발명에 따르면, 용접 후에 열처리를 실시하는 종래의 기술에 비해, 강판의 성분 조성 및/또는 미세 조직이 열에 의해 원하는 상태로 바뀌는 리스크를 회피하면서 우수한 내지연 파괴 특성을 발휘하는 용접 이음매를 얻을 수 있다. 또, 본 발명은, 수소 취성에 대처하기 위한 가열 장치를 필요로 하지 않아, 작업 시간 및 작업 비용의 면에서도 유리하다.

[0063] 나아가서는, 강판과 접촉하지 않고 정상 자장을 인가한다는 간편한 수법을 채용하고 있는 본 발명은, 예를 들어, 다수의 세밀한 용접 시공을 필요로 하는 자동차 제조에 있어서의 저항 스폿 용접에, 특히 유리하게 사용할 수 있다.

[0064] 실시예

[0065] 실시예에 기초하여 본 발명을 더욱 구체적으로 설명한다. 이하의 실시예는, 본 발명의 바람직한 일례를 나

타내는 것이고, 본 발명은, 그 실시예에 의해 전혀 한정되는 것은 아니다.

- [0066] 길이 방향 : 150 mm × 폭 방향 : 50 mm × 판두께 : 1.4 mm 의 2 장의 강판을, 연직 방향 하측에 배치한 하강관 (1), 및 그 하강관 (1) 보다 연직 방향 상측에 배치한 상강관 (2) 으로서 사용하였다. 하강관 (1) 및 상강관 (2) 의 인장 강도, 강판의 표면 및 중첩면에 있어서의 도금 피막의 유무는 표 1 과 같고, 도금 처리를 실시하지 않았던 경우 (CR), 또는 도금 처리를 실시한 경우 (용융 아연 도금 (GI), 합금화 용융 아연 도금 (GA), 부착량은 편면당 50 g/m²) 중 어느 것이었다.
- [0067] 또한, 인장 강도는, 각 강판으로부터, 압연 방향에 대해 수직 방향을 따라 JIS5 호 인장 시험편을 제조하고, JIS Z 2241 (2011) 의 규정에 준거하여 인장 시험을 실시하여 구한 인장 강도이다.
- [0068] 도 1 및 도 2 에 나타내는 바와 같이, 2 장의 강판 (하강관 (1) 및 상강관 (2)) 이 중첩된 판 세트를, 1 쌍의 용접 전극 (하전극 (4) 및 상전극 (5)) 으로 협지하고, 표 1 에 기재하는 접합 (통전) 조건에서 접합함으로써, 용접 이음매를 얻었다. 이 접합에 의해 접합 후의 강판 (용접 이음매) 의 표면에 용접흔 (6) (모식적으로 타원으로 나타내 있다) 이 생겼다.
- [0069] 상기 서술한 공정은, 하전극 (4) 및 상전극 (5) 을 항상 수행한 상태로 하고, 강판을 상온 (20 ℃) 의 상태로 하여 실시하였다.
- [0070] 하전극 (4) 및 상전극 (5) 으로는, 모두 선단의 직경 (선단경) 이 6 mm, 곡률 반경이 40 mm 인, 크롬 구리체의 DR 형 전극을 사용하였다. 또, 접합시의 가압력은, 하전극 (4) 과 상전극 (5) 을 서보 모터로 구동시킴으로써 제어하고, 통전시에는 주파수 50 Hz 의 단상 교류를 공급하였다.
- [0071] 이와 같이, 접합 후의 하강관 (1) 및 상강관 (2) 의 표면 (11, 21) 에서는, 도 2 에 나타내는 바와 같이, 용접흔 (6) 이 관찰되었다. 그리고, 이 용접흔 (6) 으로부터 판두께 방향을 따른, 하강관 (1) 및 상강관 (2) 의 중첩면 (12, 22) 측에는, 도 1 에 모식적으로 나타나는 너깃 (3) 이 형성되어 있다. 또한, 용접 이음매는, 정상 자장 인가 전후의 너깃 내의 잔존 수소량을 각각 측정하기 위해, 각 통전 조건으로 2 개씩 제조하였다.
- [0072] 상기 서술한 바와 같이 통전하여 강판끼리를 접합한 후, 각 통전 조건에서 얻어진 용접 이음매 중 1 개에 대해, 표 1 에 기재된 「통전 개시로부터 정상 자장을 인가 개시할 때까지의 시간」 이 경과한 후에, 표 1 에 기재된 조건으로, 접합 후의 강판 (용접 이음매) 의 표면의 일방측으로부터, 용접흔 (6) (너깃 상당 표면) 을 향하여 정상 자장을 인가하였다. 정상 자장의 인가는, 용접흔 (6) 과 자극면을 연결하는 직선의 길이 (최단 직선 거리, 도 3 의 L) 가 0.5 m 의 위치에 설치한 전자석을 사용하여 실시하고, 자속 밀도는 전류값으로 제어하였다. 자속 밀도의 측정은, 용접흔의 바로 위에서 표면으로부터 5 cm 의 높이의 위치에, 테슬라미터 (레이크 쇼어사 제조 F41 형) 의 프로브 선단을 강판 표면에 대해 평행하게 배치하여 실시하였다. 각도 θ 는, 접합 후의 강판 (용접 이음매) 의 표면 법선 방향과, 용접흔 (6) 과 자극면을 연결하는 직선이 이루는 각도이다.
- [0073] 얻어진 용접 이음매를 상온 (20 ℃) 에서 대기 중에 24 시간 정치시키고, 정치 후에 지연 파괴가 발생하는지의 여부에 대해 육안으로 관찰하였다. 또한, 표면으로부터 육안으로 너깃의 박리 및 균열이 관찰되지 않은 경우, 너깃 중앙부를 포함하는 판두께 방향의 단면을 광학 현미경 ($\times 50$ 배) 으로 관찰하고, 단면에 있어서의 균열의 유무를 확인하였다. 너깃의 박리 (접합 계면에서 너깃이 2 개로 박리되는 현상) 가 관찰된 경우를 D, 표면으로부터 균열이 육안으로 관찰된 경우를 C, 너깃 중앙부를 포함하는 판두께 방향의 단면 관찰을 실시하여, 표면에 도달하지 않는 균열이 단면에 관찰된 경우를 B, 단면으로부터도 균열이 확인되지 않았던 경우를 A 로서 평가하였다. 결과를 표 1 에 나타낸다. 단면으로부터도 균열이 확인되지 않았던 경우 (A) 및 표면에 도달하지 않는 균열이 단면에 관찰된 경우 (B) 를, 용접 이음매의 내지연 파괴 특성이 우수하다고 판정하였다.
- [0074] 너깃 내의 잔존 수소량은, 승온 탈리 분석에 의해 측정하였다. 정상 자장 인가 전의 잔존 수소량에 대해서는, 각 통전 조건에서 얻어진 용접 이음매 중 정상 자장 인가를 실시하지 않은 용접 이음매로부터, 저항 스폿 용접점을 중앙에 포함하도록 1 cm $\times$ 1 cm $\times$ 판두께가 되도록 절단하여 샘플을 얻고, 에탄올로 탈지 후, 승온 탈리 분석을 실시하였다. 또, 정상 자장 인가 후의 잔존 수소량에 대해서는, 상기 용접 이음매 중 정상 자장 인가를 실시한 용접 이음매로부터, 저항 스폿 용접점을 중앙에 포함하도록 1 cm $\times$ 1 cm $\times$ 판두께가 되도록 절단하여 샘플을 얻고, 에탄올로 탈지 후, 승온 탈리 분석을 실시하였다. 200 ℃/시간의 조건에서 샘플을 승온시키고, 5 분마다 샘플로부터 방출된 수소량을 가스 크로마토그래프로 정량하고, 각 온도에서의 수소 방출 속도 (wt/min) 를 구하였다. 구한 수소 방출 속도를 적산함으로써, 수소 방출량을 계산에 의해 구하였다. 그리고, 210 ℃ 까지 방출되는 수소량의 적산값을 샘플의 질량으로 나눈 값의 백만 분율을, 질량 분율에서

의, 너짓 내의 잔존 수소량 (wt.ppm) 으로 하고, 표 1 에 아울러 기재하였다.

표 1

No.	강판		검사 (통전) 조건				경상 자강의 인가 조건				평가			구분	
	상강판		전류 (kA)	통전 시간 (ms)	가압력 (kN)	통전 개시로부터 인가 개시할 때까지의 시간 (분)	전합 후의 강판의 표면 박선과 자극면 박선 발생에 이르는 각 (°)	자속 밀도 (T)	인가 시간 (초)	용접 이음매의 지압 파괴 특성	경상 자강 인가 후의 너짓 내의 잔존 수소량 (wt.ppm)	경상 자강 인가 전의 너짓 내의 잔존 수소량 (wt.ppm)	수소 저감 비율 (%)		
	인장 강도 (MPa)	도금 피막													인장 강도 (MPa)
1	1510	CR	1510	CR	5	200	5	-	-	D	0.82	0.82	0	비교예	
2	1510	CR	1510	CR	5	200	5	0	7.5	600	D	0.69	0.87	21	비교예
3	1510	CR	1510	CR	5	200	5	20	7.5	600	B	0.29	0.85	65	실시예
4	1510	CR	1510	CR	5	200	5	40	7.5	600	A	0.13	0.80	84	실시예
5	1510	CR	1510	CR	5	200	5	75	7.5	600	A	0.02	0.80	97	실시예
6	1510	CR	1510	CR	5	200	5	90	7.5	600	A	0.01	0.82	99	실시예
11	1510	CR	1510	CR	5	200	5	1	7.5	600	A	0.01	0.77	98	실시예
12	1510	CR	1510	CR	5	200	5	30	7.5	600	A	0.02	0.77	97	실시예
13	1510	CR	1510	CR	5	200	5	60	7.5	600	A	0.03	0.84	96	실시예
14	1510	CR	1510	CR	5	200	5	120	7.5	600	A	0.02	0.84	98	실시예
15	1510	CR	1510	CR	5	200	5	360	7.5	600	A	0.01	0.79	99	실시예
16	1510	CR	1510	CR	5	200	5	5	7.5	600	D	0.74	0.82	10	비교예
17	1510	CR	1510	CR	5	200	5	5	7.5	600	C	0.51	0.79	35	비교예

하선은 본 발명의 범위 외인 것을 나타낸다.

CR : 도금 처리 없음

GI : 용융 아연 도금

GA : 합금화 용 아연 도금

표 1 (계속)

No.	강판			접합 (통전) 조건			정상 자장의 인가 조건				평가			구분		
	상강판	하강판		전류 (kA)	통전 시간 (ms)	가압력 (kN)	통전 개시로부터 인가 개시할 때까지의 시간 (분)	집합 후의 강판의 표면 변형과 자크로믹 방형에 이르는 각 (°)	지속 밀도 (T)	인가 시간 (초)	용접 이음매의 지면 파괴 특성	정상 자장 인가 후의 너깃 내의 잔존 수소량 (wt.ppm)	정상 자장 인가 전의 너깃 내의 잔존 수소량 (wt.ppm)		수소 잔량 비율 (%)	
	인장 강도 (MPa)	인장 강도 (MPa)	도금 피막													
18	1510	OR	1510	CR	5	200	5	5	75	0.1	600	A	0.09	0.82	89	실시예
19	1510	CR	1510	CR	5	200	5	5	75	0.5	600	A	0.01	0.79	89	실시예
20	1510	CR	1510	CR	5	200	5	5	75	15	600	A	0.01	0.80	98	실시예
21	1510	CR	1510	CR	5	200	5	5	75	7.5	2	B	0.34	0.84	60	실시예
22	1510	CR	1510	CR	5	200	5	5	75	7.5	8	A	0.17	0.79	79	실시예
23	1510	CR	1510	CR	5	200	5	5	75	7.5	15	A	0.11	0.81	86	실시예
24	1510	CR	1510	CR	5	200	5	5	75	7.5	1200	A	0.02	0.84	97	실시예
25	1510	CR	1510	CR	5	200	5	5	75	7.5	1800	A	0.01	0.79	98	실시예
26	1510	CR	1510	CR	5	200	5	5	75	7.5	3500	A	0.02	0.77	97	실시예
27	1522	GA	1510	CR	5	200	5	5	75	7.5	600	A	0.03	0.80	96	실시예
28	1510	CR	1522	GA	5	200	5	5	75	7.5	600	A	0.01	0.81	99	실시예
29	1522	GA	1522	GA	5	200	5	5	75	7.5	600	A	0.02	0.81	97	실시예
30	1531	GI	1510	CR	5	200	5	5	75	7.5	600	A	0.02	0.84	98	실시예
31	1510	CR	1531	GI	5	200	5	5	75	7.5	600	A	0.01	0.82	98	실시예
32	1531	GI	1531	GI	5	200	5	5	75	7.5	600	A	0.03	0.78	96	실시예
33	815	CR	815	CR	5	200	5	5	75	7.5	600	A	0.00	0.55	99	실시예
34	1220	CR	1220	CR	5	200	5	5	75	7.5	600	A	0.01	0.64	99	실시예
35	1310	CR	1310	CR	5	200	5	5	75	7.5	600	B	0.33	0.72	55	실시예

최선은 본 발명의 범위 외인 것을 나타낸다.

CR: 도금 처리 없음

GI: 용융 아연 도금

GA: 합금화 용융 아연 도금

표 1로부터, 특정한 조건에 따른 정상 자장 인가를 거쳐 얻어진 용접 이음매에서는, 모두, 너깃 내의 잔존 수소량을 충분히 저감시키고 있고, 그 결과, 지연 파괴가 확인되지 않고, 양호한 내지연 파괴 특성을 발휘하고 있는 것을 알 수 있다. 특히, 종래는 지연 파괴가 발생하기 쉬웠던 고강도 강판이어도, 양호한 내지연 파괴 특성을 실현할 수 있었다. 한편, 정상 자장 인가를 실시하지 않거나, 또는 정상 자장의 인가 조건이 특정한 범위로부터 벗어나는 No.1, 2, 10, 16, 17의 용접 이음매에서는, 너깃 내의 잔존 수소량이 높고, 또한, 지연 파괴가 발생하고 있어, 너깃에 있어서의 잔존 수소에서 기인한 지연 파괴는 억제되어 있지 않다.

산업상 이용가능성

산업상 이용가능성

본 발명의 저항 스폿 용접 방법에 의하면, 강판끼리를 접합한 후에 있어서의, 지연 파괴의 문제를 양호하게 회

피하는 것이 가능하다. 또, 본 발명의 용접 이음매의 제조 방법에 의하면, 우수한 내지연 파괴 특성을 발휘하는 용접 이음매를 간편하게 얻는 것이 가능하다. 따라서, 본 발명은, 고강도 강판을 저항 스폿 용접하는 경우에 적합하고, 자동차 등의 차량 부품의 제조 공정 및 차체의 조립 공정에 바람직하게 사용 가능하다.

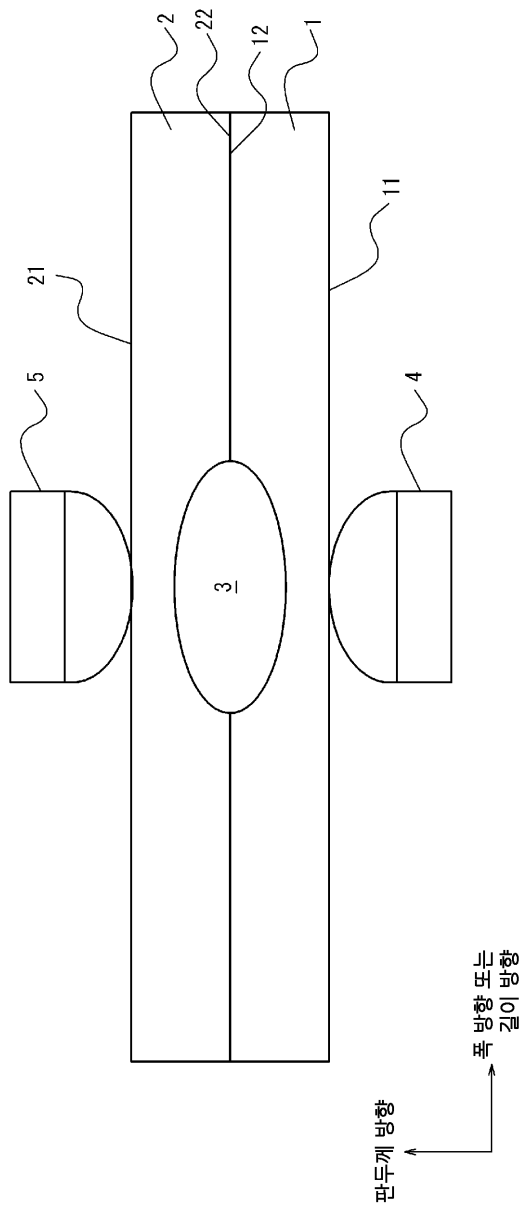
부호의 설명

- 1 : 강판 (하강판)
- 11 : 표면
- 12 : 강판 상호의 중첩면
- 13 : 용접흔
- 2 : 강판 (상강판)
- 21 : 표면
- 22 : 강판 상호의 중첩면
- 23 : 용접흔
- 3 : 너짓
- 4 : 용접 전극 (하전극)
- 5 : 용접 전극 (상전극)
- 6 : 용접흔
- 30 : 자장 인가 장치

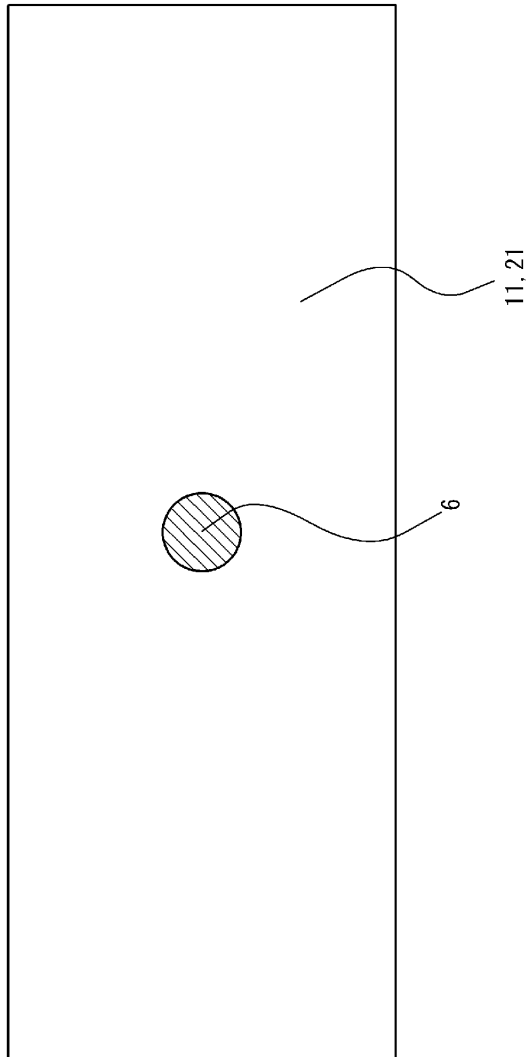
[0080]

도면

도면1



도면2



도면3

