



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년03월08일  
 (11) 등록번호 10-1714293  
 (24) 등록일자 2017년03월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 B23K 11/11 (2006.01) B23K 11/24 (2006.01)  
 B23K 11/25 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
 B23K 11/11 (2013.01)  
 B23K 11/24 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7026076
- (22) 출원일자(국제) 2014년01월24일  
 심사청구일자 2015년09월22일
- (85) 번역문제출일자 2015년09월22일
- (65) 공개번호 10-2015-0119945
- (43) 공개일자 2015년10월26일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2014/052180
- (87) 국제공개번호 WO 2014/136507  
 국제공개일자 2014년09월12일
- (30) 우선권주장  
 JP-P-2013-047180 2013년03월08일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌  
 JP11033743 A\*  
 JP2001138064 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤  
 일본 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2방  
 3고 히비야 고꾸사이 비루
- (72) 발명자  
 오키타 야스아키  
 일본국 1000011 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸  
 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤  
 지적재산부내  
 사와니시 치카우미  
 일본국 1000011 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸  
 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤  
 지적재산부내  
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
 특허법인 아이퍼스

전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 홍성의

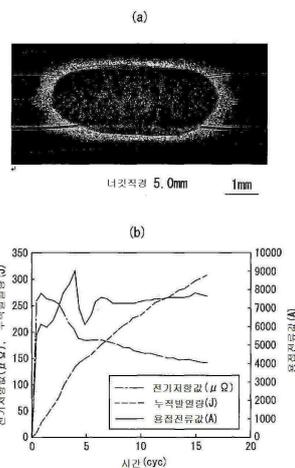
**(54) 발명의 명칭 저항 스폿 용접 방법**

**(57) 요약**

복수개의 금속판을 중첩한 피용접재를 접합하는 저항 스폿 용접 방법에 있어서, 통전 패턴을 2단 이상의 다단 스텝으로 분할하여 용접을 실시하는 것으로 하고, 우선, 본 용접에 앞서, 각 스텝마다 정전류 제어에 의해 통전해서 적정한 너깃을 형성하는 경우의 전극간의 전기 특성으로부터 산출되는 단위 체적당 순시 발열량의 시간 변화

(뒷면에 계속)

**대표도** - 도2



및 단위 체적당 누적 발열량을 목표값으로서 기억시키는 테스트 용접을 실행하고, 다음에, 본 용접으로서, 해당 테스트 용접에서 얻어진 단위 체적당 순시 발열량의 시간 변화 곡선을 기준으로 해서 용접을 개시하고, 어느 하나의 스텝에 있어서, 순시 발열량의 시간 변화량이 기준인 시간 변화 곡선으로부터 어긋난 경우에, 그 차를 해당 스텝의 나머지의 통전 시간내에서 보상하도록, 본 용접의 누적 발열량이 테스트 용접에서 미리 구한 누적 발열량과 일치하도록 통전량을 제어하는 적응 제어 용접을 실행하는 것에 의해, 전극 선단의 마모나 외란의 존재에도 유효하게 대응하여, 양호한 너질을 얻을 수 있는 저항 스폿 용접 방법을 제안한다.

(52) CPC특허분류

**B23K 11/245** (2013.01)

**B23K 11/25** (2013.01)

(72) 발명자

**이케다 린세이**

일본국 1000011 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸  
2쵸메 2반 3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤 지  
적재산부내

**오이 겐지**

일본국 1000011 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸  
2쵸메 2반 3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤 지  
적재산부내

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

복수개의 금속판을 중첩한 피용접재를, 한쌍의 전극에 의해서 사이에 두고, 가압하면서 통전하여 접합하는 저항 스폿 용접 방법에 있어서,

통전 패턴을 2단 이상의 다단 스텝으로 분할하여, 용접을 실시하는 것으로 하고,

우선, 본 용접에 앞서, 각 스텝마다 정전류 제어에 의해 통전해서 적정한 너깃을 형성하는 경우의 전극간의 전기 특성으로부터 산출되는 단위 체적당 순시 발열량의 시간 변화 및 단위 체적당 누적 발열량을 목표값으로서 기억시키는 테스트 용접을 실행하고,

다음에, 본 용접으로서, 해당 테스트 용접에서 얻어진 단위 체적당 순시 발열량의 시간 변화 곡선을 기준으로 해서 용접을 개시하고, 어느 하나의 스텝에 있어서, 순시 발열량의 시간 변화량이 기준인 시간 변화 곡선으로부터 어긋난 경우에, 그 차를 해당 스텝의 나머지의 통전 시간내에서 보상하도록, 본 용접의 해당 스텝에서의 누적 발열량이 테스트 용접에서 미리 구한 해당 스텝에서의 누적 발열량과 일치하도록 통전량을 제어하는 적응 제어 용접을 실행하는 것을 특징으로 하는 저항 스폿 용접 방법.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 다단 스텝에 있어서의 스텝 분류의 타이밍은 상기 피용접재간에 용융부가 형성되는 시점인 것을 특징으로 하는 저항 스폿 용접 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 통전 패턴이 2단 이상의 다단 스텝 통전에 의한 저항 스폿 용접 방법에 관한 것으로서, 특히 각 스텝에 있어서 적응 제어 용접을 활용하는 것에 의해 적절한 너깃(nugget)의 형성을 가능하도록 하는 것이다.

**배경 기술**

[0002] 중첩한 강판끼리의 접합에는 일반적으로 중첩 저항 용접법의 일종인 저항 스폿 용접법이 이용되고 있다.

[0003] 이 용접법은 중첩한 2개 이상의 강판을 사이에 두고, 그 상하로부터 한쌍의 전극으로 가압하면서 상하 전극간에 고전류의 용접 전류를 단시간 통전하여 접합하는 방법이며, 고전류의 용접 전류를 흘림으로써 발생하는 저항 발열을 이용해서, 점형상의 용접부가 얻어진다. 이 점형상의 용접부는 너깃이라 불리며, 중첩한 강판에 전류를 흘렸을 때에 강판의 접촉 개소에서 양 강판이 용융하고, 응고된 부분이며, 이것에 의해 강판끼리가 점형상으로 접합된다.

[0004] 양호한 용접부 품질을 얻기 위해서는 너깃 직경이 적절한 범위에서 형성되는 것이 중요하다. 너깃 직경은 용접 전류, 통전 시간, 전극 형상 및 가압력 등의 용접 조건에 따라 정해진다. 따라서, 적절한 너깃 직경을 형성하기 위해서는 피용접재의 재질, 판 두께 및 중첩 개수 등의 피용접재 조건에 따라, 상기의 용접 조건을 적절하게 설정할 필요가 있다.

[0005] 예를 들면, 자동차의 제조시에는 1대당 수 천점이나 되는 스폿 용접이 실시되고 있으며, 또 차례차례로 흘러 오는 피처리재(워크)를 용접할 필요가 있다. 이 때, 각 용접 개소에 있어서의 피용접재의 재질, 판 두께 및 중첩 개수 등의 피용접재 상태가 동일하면, 용접 전류, 통전 시간 및 가압력 등의 용접 조건도 동일한 조건에서 동일한 너깃 직경을 얻을 수 있다. 그러나, 연속된 용접에서는 전극의 피용접재 접촉면이 점차 마모되어 접촉 면적이 초기 상태보다 점차 넓어진다. 이와 같이 접촉 면적이 넓어진 상태에서, 초기 상태와 동일한 값의 용접 전류를 흘리면, 피용접재 중의 전류 밀도가 저하되고, 용접부의 온도 상승이 낮아지기 때문에, 너깃 직경은 작아진다. 이 때문에, 수백~수천점의 용접마다 전극의 연마 또는 교환을 실행하며, 전극의 선단 직경이 너무 확대되

지 않도록 하고 있다.

- [0006] 그 밖에, 미리 정한 회수의 용접을 실행하면 용접 전류값을 증가시켜, 전극의 마모에 수반하는 전류 밀도의 저하를 보상하는 기능(스테퍼 기능)을 구비한 저항 용접 장치가 종래부터 사용되고 있다. 이 스텝 기능을 사용하기 위해서는 상술한 용접 전류 변화 패턴을 미리 적정하게 설정해 둘 필요가 있다. 그러나, 이 때문에, 수많은 용접 조건 및 피용접재 조건에 대응한 용접 전류 변화 패턴을 시험 등에 의해서 도출하기 위해서는 많은 시간과 코스트가 필요하게 된다.
- [0007] 또, 실제의 시공에 있어서는 전극 마모의 진행 상태에는 편차가 있기 때문에, 미리 정한 용접 전류 변화 패턴이 항상 적정하다고는 할 수 없다.
- [0008] 또한, 용접시에 외란이 존재하는 경우, 예를 들면, 용접하는 점의 근방에 이미 용접한 점(기 용접점)이 있거나, 피용접재의 표면 요철이 크고 용접하는 점의 근방에 피용접재의 접촉점이 존재하는 경우에는 용접시에 기 용접점이나 접촉점으로 전류가 분류한다. 이러한 상태에서는 소정의 조건으로 용접해도, 전극 바로 아래의 용접하고자 하는 위치에 있어서의 전류 밀도는 저하하기 때문에, 역시 필요한 직경의 너깃은 얻어지지 않게 된다.
- [0009] 이 발열량 부족을 보상하고, 필요한 직경의 너깃을 얻기 위해서는 미리 높은 용접 전류를 설정하는 것이 필요하게 된다.
- [0010] 상기의 문제를 해결하는 것으로서, 이하에 기재하는 바와 같은 기술이 제안되어 있다.
- [0011] 예를 들면, 특허문헌 1에는 추산한 용접부의 온도 분포와 목표 너깃을 비교하여 용접기의 출력을 제어하는 것에 의해서, 설정된 너깃이 얻어지도록 한 저항용접기의 제어 장치가 기재되어 있다.
- [0012] 또, 특허문헌 2에는 용접 전류와 칩간 전압을 검출하고, 열전도 계산에 의해 용접부의 시뮬레이션을 실행하고, 너깃의 형성 상태를 추정하는 것에 의해서, 양호한 용접을 실행하도록 한 저항 용접기의 용접 조건 제어 방법이 기재되어 있다.
- [0013] 또한, 특허문헌 3에는 피용접물의 판 두께와 통전 시간으로부터, 그 피용접물을 양호하게 용접할 수 있는 단위 체적당 누적 발열량을 계산하고, 계산된 단위 체적·단위 시간당 발열량을 발생시키는 용접 전류 또는 전압으로 조정하는 처리를 실행하는 용접 시스템을 이용하는 것에 의해, 피용접물의 종류나 전극의 마모 상태에 관계없이 양호한 용접을 할 수 있는 것이 기재되어 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0014] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 일본국 특허공개공보 평성9-216071호  
 (특허문헌 0002) 특허문헌 2: 일본국 특허공개공보 평성10-94883호  
 (특허문헌 0003) 특허문헌 3: 일본국 특허공개공보 평성11-33743호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0015] 그러나, 특허문헌 1 및 2에 기재된 저항 스폿 용접 방법에서는 열전도 모델(열전도 시뮬레이션) 등에 의거하여 너깃의 온도를 추정하기 때문에, 복잡한 계산 처리가 필요하고, 용접 제어 장치의 구성이 복잡하게 될 뿐만 아니라, 용접 제어 장치 자체가 고가로 된다고 하는 문제가 있었다.
- [0016] 또, 특허문헌 3에 기재된 저항 스폿 용접 방법에서는 누적 발열량을 목표값으로 제어함으로써, 전극의 마모 상태의 여하에 관계없이 항상 양호한 용접이 가능하게 된다. 그러나, 설정한 피용접재 조건과 실제의 피용접재 조건이 크게 다른 경우, 예를 들면 근방에 전술한 기 용접점 등의 외란이 존재하는 경우나, 발열량의 시간 변화 패턴이 단시간에 크게 변화하는 경우, 더 나아가서는 평량이 많은 용융아연도금 강판의 용접의 경우 등에는 적용 제어를 추종할 수 없고, 필요로 하는 너깃 직경이 얻어지지 않거나, 과잉의 입열에 의해 흠여짐이 발생하는 경우가 있었다.

[0017] 또한, 특허문헌 1~3의 기술은 모두, 전극 선단이 마모된 경우의 변화에 대해서는 유효하기는 하지만, 기 용접 점과의 거리가 짧은 경우 등, 분류의 영향이 큰 경우에는 어떠한 검토가 이루어지고 있지 않으며, 실제로 적응 제어가 작용하지 않는 경우가 있다.

[0018] 본 발명은 상기의 현상을 감안해서 개발된 것으로써, 다단 통전의 저항 스폿 용접에 적용할 수 있고, 또한 전극 선단의 마모나 외란의 존재에도 유효하게 대응하여, 양호한 너깃을 얻을 수 있는 저항 스폿 용접 방법을 제안하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0019] 즉, 본 발명의 요지 구성은 다음과 같다.

[0020] 1. 복수개의 금속판을 중첩한 피용접체를, 한쌍의 전극에 의해서 사이에 두고, 가압하면서 통전하여 접합하는 저항 스폿 용접 방법에 있어서, 통전 패턴을 2단 이상의 다단 스텝으로 분할하여, 용접을 실시하는 것으로 하고, 우선, 본 용접에 앞서, 각 스텝마다, 정전류 제어에 의해 통전해서 적정한 너깃을 형성하는 경우의 전극간의 전기 특성으로부터 산출되는 단위 체적당 순시 발열량의 시간 변화 및 단위 체적당 누적 발열량을 목표값으로서 기억시키는 테스트 용접을 실행하고, 다음에, 본 용접으로서, 해당 테스트 용접에서 얻어진 단위 체적당 순시 발열량의 시간 변화 곡선을 기준으로 해서 용접을 개시하고, 어느 하나의 스텝에 있어서, 순시 발열량의 시간 변화량이 기준인 시간 변화 곡선으로부터 어긋난 경우에, 그 차를 해당 스텝의 나머지의 통전 시간내에서 보상하도록, 본 용접의 해당 스텝에서의 누적 발열량이 테스트 용접에서 미리 구한 해당 스텝에서의 누적 발열량과 일치하도록 통전량을 제어하는 적응 제어 용접을 실행하는 저항 스폿 용접 방법.

[0021] 2. 상기 다단 스텝에 있어서의 스텝 분류의 타이밍은 상기 피용접체간에 용융부가 형성되는 시점인 상기 1에 기재된 저항 스폿 용접 방법.

**발명의 효과**

[0022] 본 발명에 따르면, 본 용접에 앞서, 정전류 제어에 의한 용접 전류를 통전하여 적정한 너깃을 형성하는 테스트 용접을 실행함에 있어서, 통전 패턴을 2단 이상의 다단 스텝으로 분할하고, 각각의 스텝에 있어서, 단위 체적당 순시 발열량의 시간 변화 및 단위 체적당 누적 발열량을 목표값으로서 기억시킴으로써, 본 용접에 있어서, 각 스텝마다의 적응 제어 용접을 가능하게 했기 때문에, 전극 선단의 마모나 외란의 존재에도 유효하게 대응하여 양호한 너깃을 얻을 수 있고, 또 다단 통전이 필요하게 되는 다단 저항 스폿 용접으로서의 적응 제어 용접의 적용이 가능하게 된다.

**도면의 간단한 설명**

[0023] 도 1의 (a)는 테스트 용접을 실행했을 때의 용접부 단면이고, (b)는 그 때의 용접 전류값, 전기 저항값 및 누적 발열량의 추이를 나타낸 도면이다.

도 2의 (a)는 본 발명에 따르는 2단 적응 제어 용접을 실행했을 때의 용접부 단면이고, (b)는 그 때의 용접 전류값, 전기 저항값 및 누적 발열량의 추이를 나타낸 도면이다.

도 3의 (a)는 종래의 정전류 제어 용접을 실행했을 때의 용접부 단면이고, (b)는 그 때의 용접 전류값, 전기 저항값 및 누적 발열량의 추이를 나타낸 도면이다.

도 4의 (a)는 종래의 1단 적응 제어 용접을 실행했을 때의 용접부 단면이고, (b)는 그 때의 용접 전류값, 전기 저항값 및 누적 발열량의 추이를 나타낸 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0024] 이하, 본 발명을 구체적으로 설명한다.

[0025] 본 발명은 저항 스폿 용접을, 통전 패턴을 2단 이상의 다단 스텝으로 분할한 다단 통전에 의해 실행하는 것, 및 본 용접에 앞서 테스트 용접을 실시하여, 각 스텝마다 적정한 너깃을 형성하는 경우의 전극간의 전기 특성으로부터 산출되는 단위 체적당 순시 발열량의 시간 변화 및 단위 체적당 누적 발열량을 목표값으로서 기억시켜 두고, 어느 하나의 스텝에 있어서, 순시 발열량의 시간 변화량이 기준인 시간 변화 곡선으로부터 어긋났다고 해도, 적응 제어 용접을 활용하여, 그 차를 해당 스텝의 나머지의 통전 시간내에서 보상하고, 본 용접의 누적 발열량을 테스트 용접에서 미리 구한 누적 발열량과 일치시키는 점에 특징이 있다.

- [0026] 그래서, 우선, 본 발명에 따르는 테스트 용접에 대해 설명한다. 또한, 이 예에서는 용접 전류의 통전을 2단 스텝으로 실행하는 경우에 대해 설명한다.
- [0027] 피용접재와 동일한 강종, 두께의 시험을, 갭이나 기 용접점으로서의 분류가 없는 상태에서 정전류 제어로 각종 조건에서 용접을 실행하고, 필요로 하는 너깃 직경이 얻어지는 용접 조건, 즉 적절한 가압력 F, 통전 시간 T 및 용접 전류 I를 찾아낸다.
- [0028] 또한, 용접기로서는 인버터 직류 저항 스폿 용접기가 바람직하며, 또 전극으로서는 DR형 선단의 크롬 동 전극이 유리하며 적합하다. 또한, 너깃 직경은 필(peel) 시험이나 너깃 중앙의 단면 관찰(피크르산 포화 수용액으로 예칭)에 의해 구할 수 있다.
- [0029] 다음에, 통전 패턴을 2단 스텝으로 분할하는 경우의 스텝 분류를 실행하는 타이밍으로서, 피용접재인 강판간에 용융부가 형성된 시점을 채용한 경우에는 이 타이밍을 결정하기 위해, 상기와 동일한 가압력 F 및 용접 전류 I 하에서 통전 시간을 변화시키면서 용접하고, 용융부가 형성되는 시점을 찾아낸다.
- [0030] 또한, 용융부의 형성은 필 시험에 의해 확인할 수 있다.
- [0031] 그리고, 통전 시간 T1에서 용융부가 형성되었다고 한다.
- [0032] 이상의 실험 결과로부터, 테스트 용접의 조건을 다음과 같이 결정한다.
- [0033] · 1단계 용접 조건 가압력 F, 통전 시간 T<sub>1</sub>, 용접 전류 I
- [0034] · 2단계 용접 조건 가압력 F, 통전 시간 T<sub>2</sub>(=T-T<sub>1</sub>), 용접 전류 I
- [0035] 그리고, 상기의 조건에서 용접을 실행했을 때의 용접중에 있어서의 전극간의 전기 특성으로부터 산출되는 단위 체적당 순시 발열량의 시간 변화 및 단위 체적당 누적 발열량을 목표값으로서 각 스텝마다 기억시키고, 테스트 용접으로 한다.
- [0036] 또한, 본 발명에 있어서 전극간의 전기 특성은 전극간 저항 혹은 전극간 전압을 의미한다.
- [0037] 또, 1단계 용접 조건과 2단계 용접 조건의 사이에 냉각 시간은 넣어도 좋고, 넣지 않아도 좋다.
- [0038] 다음에, 본 용접을 실행한다.
- [0039] 본 용접은 상기의 테스트 용접에서 얻어진 단위 체적당 순시 발열량의 시간 변화 곡선을 기준으로 해서 용접을 개시하고, 어느 스텝에 있어서도, 순시 발열량의 시간 변화량이 기준인 시간 변화 곡선을 따르고 있는 경우에는 그대로 용접을 실행하고 용접을 종료한다.
- [0040] 단, 어느 하나의 스텝에 있어서, 순시 발열량의 시간 변화량이 기준인 시간 변화 곡선으로부터 어긋난 경우에는 그 차에 따라 통전량을 제어하는 적응 제어 용접을 실행하여, 본 용접에 있어서의 누적 발열량이 테스트 용접에서 미리 구한 누적 발열량과 일치하도록, 해당 스텝의 나머지의 통전 시간내에서 보상하는 것이다.
- [0041] 이것에 의해, 전극 선단이 마모되거나, 외란의 존재하에 있어서도 필요한 누적 발열량을 확보하여, 적절한 너깃 직경을 얻을 수 있다.
- [0042] 본 발명에 있어서, 단위 체적당 발열량의 산출 방법에 대해서는 특히 제한은 없지만, 특허문헌 3에 그 일예가 개시되어 있으며, 본 발명에서도 이 방법을 채용할 수 있다.
- [0043] 이 방법에 의한 단위 체적당 누적 발열량 Q의 산출 요령은 다음과 같다.
- [0044] 2개의 피용접재의 합계 두께를 t, 피용접재의 전기 저항률을 r, 전극간 전압을 V, 용접 전류를 I로 하고, 전극과 피용접재가 접촉하는 면적을 S로 한다. 이 경우, 용접 전류는 횡단면적이 S이고, 두께 t의 기동형상 부분을 통과하여 저항 발열을 발생시킨다. 이 기동형상 부분에 있어서의 단위 체적·단위 시간당 발열량 q는 다음 식(1)에서 구할 수 있다.
- [0045]  $q=(V \cdot I)/(S \cdot t) \cdots (1)$
- [0046] 또, 이 기동형상 부분의 전기 저항 R은 다음 식(2)에서 구할 수 있다.
- [0047]  $R=(r \cdot t)/S \cdots (2)$
- [0048] (2)식을 S에 대해 풀고 이것을 (1)식에 대입하면, 발열량 q는 다음 식(3)

- [0049]  $q=(V \cdot I \cdot R)/(r \cdot t^2)$
- [0050]  $=(V^2)/(r \cdot t^2) \dots (3)$
- [0051] 으로 된다.
- [0052] 상기 식(3)으로부터 명백한 바와 같이, 단위 체적·단위 시간당 발열량  $q$ 는 전극간 전압  $V$ 와 피용접물의 합계 두께  $t$ 와 피용접물의 전기 저항률  $r$ 로부터 산출할 수 있으며, 전극과 피용접물이 접촉하는 면적  $S$ 에 의한 영향을 받지 않는다.
- [0053] 또한, (3)식은 전극간 전압  $V$ 로부터 발열량을 계산하고 있지만, 전극간 전류  $I$ 로부터 발열량  $q$ 를 계산할 수도 있으며, 이 때에도 전극과 피용접물이 접촉하는 면적  $S$ 를 이용할 필요가 없다.
- [0054] 그리고, 단위 체적·단위 시간당 발열량  $q$ 를 통전 시간에 걸쳐서 누적하면, 용접에 가해지는 단위 체적당 누적 발열량  $Q$ 가 얻어진다. (3)식으로부터 명백한 바와 같이, 이 단위 체적당 누적 발열량  $Q$ 도 또 전극과 피용접재가 접촉하는 면적  $S$ 를 이용하지 않고 산출할 수 있다.
- [0055] 이상, 특허문헌 3에 기재된 방법에 의해서, 누적 발열량  $Q$ 를 산출하는 경우에 대해 설명했지만, 그 밖의 산출식을 이용해도 좋은 것은 물론이다.
- [0056] 본 발명에서는 통전 패턴을 2단 이상의 다단 스텝으로 분할하지만, 스텝 분류의 타이밍으로서는 다음의 시점을 고려할 수 있다.
- [0057] · 2단 분할의 경우
- [0058] 강판간에 용융부가 형성되기 시작할 때까지와, 그 이후의 너깃 성장 과정의 분기점인 강판간에 용융부가 형성되는 시점으로 하는 것이 바람직하다.
- [0059] 그 이유는 기 용접점으로서의 분류는 전극 바로 아래에 안정된 통전 경로(용융부)가 형성될 때까지가 그 영향이 크기 때문에, 용융부가 형성될 때까지 단위 체적당 누적 발열량을 보증하도록 적응 제어 용접을 실행함으로써, 근방에 기 용접점이 존재해도 안정하게 통전 경로가 형성되고, 그 후의 제 2 스텝에서 안정된 너깃의 성장이 가능하게 되기 때문이다.
- [0060] 또한, 강판간에 용융부가 형성되기 시작하는 타이밍은 통전 시간을 변화시킨 용접을 실행하고, 그 필 시험에 의한 관찰이나 용융부의 단면 관찰에 의해 판단할 수 있다.
- [0061] · 3단 분할의 경우
- [0062] 또, 피용접재가 도금 강판의 경우, 도금의 용융을 고려한 3단 분할로 하는 것이 더욱 바람직하다. 그 이유는 도금이 존재하는 경우, 분류의 영향이 큰 전극 바로 아래에 안정된 통전 경로가 형성될 때까지의 현상이 크게 변화하기 때문이다. 도금의 용점은 강판보다 낮기 때문에, 통전을 개시하면 비로서 강판간의 도금이 용융에 이르고, 용융된 도금은 가압력에 의해 강판 사이로부터 일부가 토출된다. 이 때, 토출된 도금이 통전 면적을 넓히게 되기 때문에, 용접 중의 전극간 저항이 크게 감소한다. 한편, 피용접재의 고유 저항은 온도 상승과 함께 증가하기 때문에, 통전 시간과 함께 고유 저항값도 상승하며, 통전 면적 확대에 의한 전극간 저항의 감소로부터, 피용접재의 온도의 상승에 의한 전극간 저항의 상승이 생기게 되고, 그 후, 용융부가 형성되게 된다. 따라서, 도금이 용융하여 급격하게 통전 면적이 확대되는 단계와, 그 후의 통전에 의해 전극간에 안정된 통전 경로(용융부)가 형성될 때까지의 단계 및, 그 후의 너깃 성장 과정의 3단으로 용접 프로세스를 분해하여, 각각의 단계에서, 단위 체적당 누적 발열량을 보증하도록 적응 제어 용접을 실행함으로써, 도금 강판의 저항 스폿 용접으로 근방에 기 용접점이 존재해도 안정하게 통전 경로가 형성되며, 그 후의 제 3 스텝에서 안정된 너깃의 성장이 가능하게 되기 때문이다.
- [0063] 또한, 본 발명에 있어서 외란은 진술한 용접점의 근방에 기 용접점이 있는 경우나 피용접재의 접촉점이 존재하는 경우 이외에, 전극의 손모 등을 들 수 있다.
- [0064] 또, 본 발명에 있어서의 테스트 용접에 관해서는 기 용접점 등의 외란이 없는 상태에서 실행하는 경우에 대해 설명했지만, 기 용접점이 있는 상태에서 실행해도, 테스트 용접과 본 용접의 상태의 차가 작아지고 적응 제어가 효과적으로 작용하기 쉬워질 뿐, 어떠한 문제는 없다.
- [0065] <실시예>

- [0066] <실시예 1>
- [0067] 피용접재로서, 연강(두께 : 1.6mm)을 준비하였다. 또, 용접 전류는 2단 통전 방식으로 실행하는 것으로 하였다.
- [0068] 이 피용접재를 2개 중첩으로 하고, 갭이나 기 용접점으로서의 분류가 없는 상태에서 정전류 제어 용접을 실행하고, 적절한 너깃 직경이 얻어지는 용접 조건을 구하였다. 용접기에는 인버터 직류 저항 스폿 용접기를 이용하고, 전극에는 DR형 선단 직경 6mm의 크롬 동 전극을 이용하였다. 또한, 용접 조건은 가압력은 3.43kN(350kgf), 통전 시간은 16cyc(50Hz(이후, 시간의 단위는 모두 50Hz에 있어서의 cycle 수로 함))의 일정으로 하고, 용접 전류를 각종 변경하여, 너깃 직경 :  $4\sqrt{t}$  (t : 판 두께)가 얻어지는 전류값을 구하였다. 이 예에서 적절한 너깃 직경은  $4\sqrt{t}=5.1\text{mm}$ 로 된다.
- [0069] 그 결과, 6.2kA의 용접 전류에서 약 5.1mm의 너깃 직경이 얻어지는 것이 판명되었다.
- [0070] 그래서, 다음에 용접 프로세스를 2단으로 나누는 타이밍을 결정하기 위해, 가압력 : 3.43kN(350kgf), 용접 전류 : 6.2kA의 조건에서 통전 시간을 변화시키면서 용접을 실행하고(2, 3, 4, 5...cyc), 필 시험에서 2개의 강판의 사이에 용융부가 형성되는 타이밍을 확인하였다. 본 조건하에 있어서는 4cyc에서 용융부가 형성되는 것이 확인되었다.
- [0071] 이상의 실험 결과로부터, 테스트 용접의 조건을 다음과 같이 결정하였다.
- [0072] · 1단계 용접 조건 가압력 : 3.43kN(350kgf), 통전 시간 : 4cyc,
- [0073] 용접 전류 : 6.2kA
- [0074] · 2단계 용접 조건 가압력 : 3.43kN(350kgf), 통전 시간 : 12cyc,
- [0075] 용접 전류 : 6.2kA
- [0076] 또한, 1단계 용접 조건과 2단계 용접 조건의 사이에 냉각 시간은 넣지 않았다.
- [0077] 그리고, 상기의 조건에서 용접을 실행하고, 용접 중에 있어서의 전압의 변화나 전기 저항으로부터 산출되는 단위 체적당 순시 발열량의 시간 변화 및 단위 체적당 누적 발열량을 목표값으로서 각 스텝마다 기억시키고, 테스트 용접으로 하였다.
- [0078] 이 테스트 용접을 실행했을 때의 용접부 단면을 도 1의 (a)에, 그 때의 용접 전류값, 전기 저항값 및 누적 발열량의 추이를 도 1의 (b)에 나타낸다.
- [0079] 도 1의 (a)에 나타낸 바와 같이, 이 테스트 용접에서는 목표대로 직경이 5.1mm의 너깃이 얻어지고 있다.
- [0080] 또, 이 테스트 용접에서 얻어진 제 1 스텝에서의 목표 누적 발열량은 138J, 제 2 스텝에서의 목표 누적 발열량은 167J이었다. 따라서, 최종적인 목표 누적 발열량은 305J로 된다.
- [0081] 다음에, 이하의 조건에서 본 용접을 실시하였다.
- [0082] 용접점의 근방에 미리 기 용접점(용접점 중앙 간격 : 7.5mm)이 존재하고, 분류의 영향이 큰 조건에서, 상기한 테스트 용접을 기준으로 해서 본 발명에 따르는 다단 적응 제어 저항 스폿 용접을 실행하였다. 즉, 테스트 용접에서 얻어진 단위 체적당 순시 발열량의 시간 변화 곡선을 기준으로 해서 저항 스폿 용접을 실행하였다.
- [0083] 도 2의 (a)에 그 때의 용접부 단면을, 또 도 2의 (b)에 용접 전류값, 전기 저항값 및 누적 발열량의 추이를 나타낸다.
- [0084] 또, 비교를 위해, 용접점의 근방에 미리 기 용접점(용접점 중앙 간격 : 7.5mm)이 존재하는 동일한 조건에서, 정전류 제어의 저항 스폿 용접(비교예 1) 및 종래의 1단 통전에 의한 적응 제어 용접을 실행하였다. 정전류 제어 용접은 가압력 : 3.43kN(350kgf), 통전 시간 : 16cyc, 용접 전류 : 6.2kA의 조건에서 실행하고, 또 종래의 1단 통전에 의한 적응 제어 용접은 가압력 : 3.43kN(350kgf), 통전 시간 : 16cyc, 용접 전류 : 6.2kA의 조건으로 기 용접점이 없는 상태에서 실행한 1단 통전에 의한 테스트 용접을 기준으로 하고, 기 용접점이 있는 상태에서 1단 통전에 의한 적응 제어 용접을 실행하였다.
- [0085] 도 3의 (a)에 정전류 제어 용접을 실행했을 때의 용접부 단면을, 또 도 3의 (b)에 그 때의 용접 전류값, 전기 저항값 및 누적 발열량의 추이를 나타낸다.
- [0086] 또, 도 4의 (a)에 종래의 1단 통전에 의한 적응 제어 용접을 실행했을 때의 용접부 단면을, 또 도 4의 (b)에 그

때의 용접 전류값, 전기 저항값 및 누적 발열량의 추이를 나타낸다.

[0087] 도 2의 (a)로부터 명백한 바와 같이, 본 발명예의 경우에는 누적 발열량이 테스트 용접의 경우와 동등하게 되도록 전류가 크게 변화해 있고, 그 결과, 너짓 직경도 5.0mm로 대략 목표와 같은 너짓을 얻을 수 있었다.

[0088] 본 발명예에서는 특히 제 1 스텝의 전단에 있어서, 기 용접점에 기인한 분류의 영향을 받아 발열량의 부족이 보였지만, 제 1 스텝의 후단에서는 이 부족분을 보충하도록 용접 전류를 증가시켜 목표로 하는 발열량을 확보하고 있는 것을 알 수 있다.

[0089] 여기에, 본 용접에 있어서의 제 1 스텝에서의 누적 발열량은 135J, 제 2 스텝에서의 누적 발열량은 172J이며, 테스트 용접과 대략 마찬가지로의 누적 발열량 307J가 얻어지고 있다.

[0090] 한편, 비교예 1의 정전류 제어 용접에서는 분류에 의해 총 입열이 부족하고, 4.0mm라고 하는 직경이 작은 너짓 밖에 얻을 수 없었다.

[0091] 또, 종래의 1단 통전에 의한 적응 제어 용접에서는 전류의 제어가 용접 현상의 변화에 대응할 수 없어, 누적 발열량이 테스트 용접보다 많아지고, 5.6mm로 너짓 직경이 과대하게 되어 있으며, 흠어짐이 발생하기 쉬운 상태로 되어 있었다.

[0092] 다음에, 표 1에, 테스트 용접, 본 발명예에 따르는 2단 적응 제어 용접, 종래의 정전류 제어 용접 및 종래의 1단 적응 제어 용접을 실시했을 때의 제 1 스텝(4cyc째까지)의 누적 발열량을 각각 비교해서 나타낸다.

[0093] [표 1]

표 1

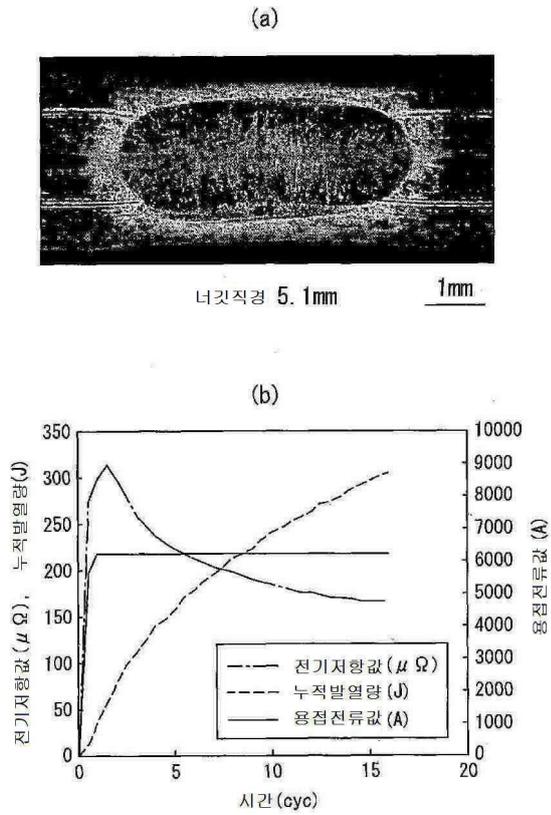
	테스트 용접	본 발명예 (2단 적응 제어)	비교예1 (정전류 제어)	비교예2 (1단 적응 제어)
4cyc까지의 누적 발열량	138 J	135 J	113 J	113 J

[0094]

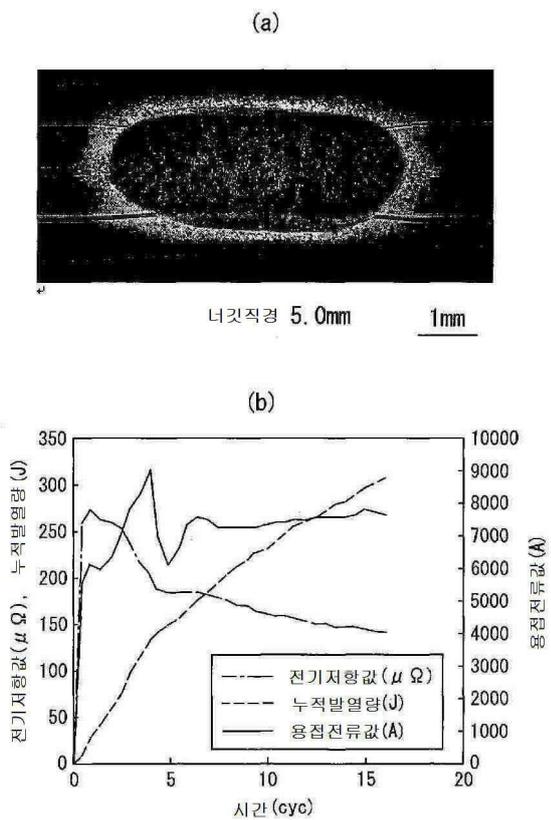
[0095] 표 1에 나타낸 바와 같이, 본 발명예에서는 4cyc째까지 테스트 용접의 누적 발열량과 동등한 누적 발열량을 부여하는 것이 가능하지만, 비교예 1의 정전류 제어 용접에서는 분류에 의한 발열량의 저하가 보였다. 또, 종래의 1단 적응 제어 용접에서는 적응 제어를 가하고 있음에도 불구하고, 정전류 제어 용접과 동등한 발열량밖에 주어지고 있지 않은 것을 알 수 있다.

도면

도면1

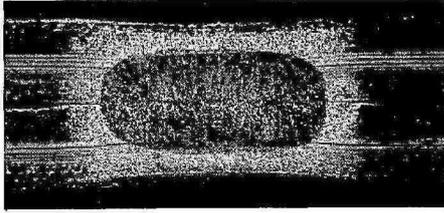


도면2



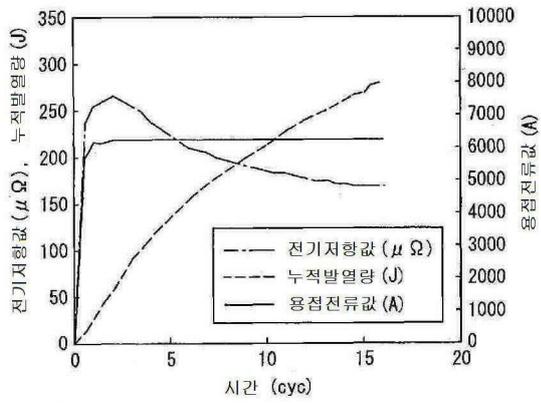
도면3

(a)



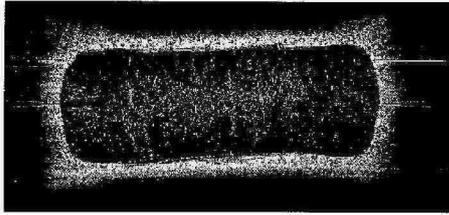
너깃직경 4.0mm 1mm

(b)



도면4

(a)



너짓직경 5.6nm      1mm

(b)

