



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년09월12일
 (11) 등록번호 10-1898325
 (24) 등록일자 2018년09월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B23K 9/10 (2006.01) B23K 9/06 (2006.01)
 B23K 9/16 (2006.01) B23K 9/32 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 B23K 9/1006 (2013.01)
 B23K 9/06 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2016-0021735
 (22) 출원일자 2016년02월24일
 심사청구일자 2016년02월24일
 (65) 공개번호 10-2016-0105319
 (43) 공개일자 2016년09월06일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2015-038769 2015년02월27일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020140136378 A*
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자
 가부시키가이샤 고베 세이코쇼
 일본 효고켄 고베시 주오쿠 와키노하마 가이간도
 오리 2초메 2방 4고
 (72) 발명자
 야시마 다카시
 일본 가나가와켄 후지사와시 미야마에 100-1 가부
 시키가이샤 고베 세이코쇼 후지사와 지교쇼 내
 (74) 대리인
 제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 7 항

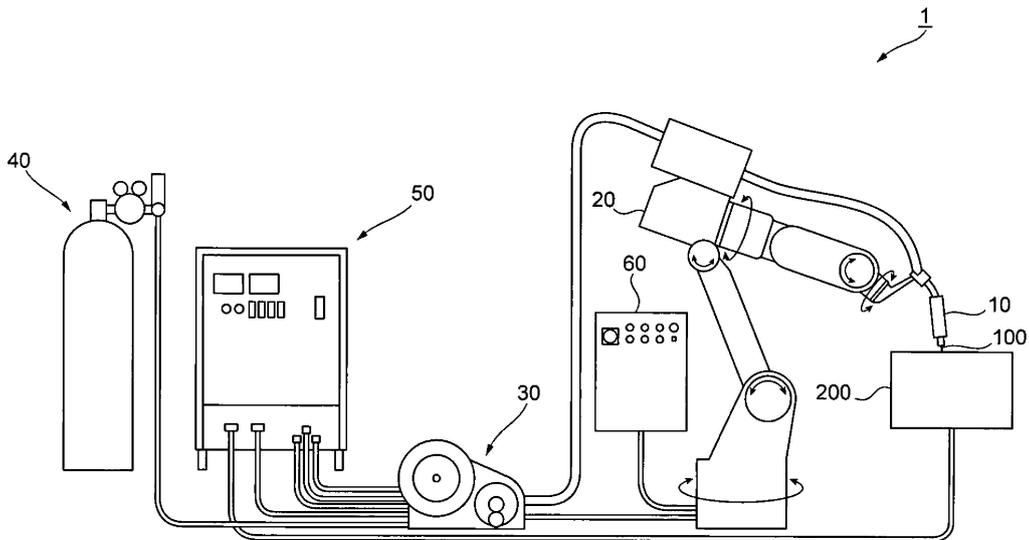
심사관 : 홍성의

(54) 발명의 명칭 **아크 용접 방법, 아크 용접 장치 및 아크 용접용 제어 장치**

(57) 요약

본 발명의 과제는 아크 용접을 종료시킬 때 슬래그가 생긴 경우에도, 아크 스타트를 실행할 때의 아크 스타트 불량을 억제하는 아크 용접 방법 등을 제공하는 것이다. 해결 수단으로서, 실드 가스로서 CO₂ 가스를 이용하여, 용접 와이어(100)를 피용접물(200)을 향하여 송급하면서 용접 와이어(100)와 피용접물(200) 사이에 용접 전류를 흘리고, 용접 전류로 아크를 발생시킴으로써 용접을 실행하는 아크 용접 방법으로서, 용접 전류를 조정하는 제어를 실행하여, 피용접물(200)의 용접을 실행하는 용접 공정과, 피용접물(200)의 용접을 종료할 때에, 용접 전류의 파형이 사다리꼴 형상이 되는 것을 인가하는 제어를 실행하는 용접 종료 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 아크 용접 방법.

대표도



(52) CPC특허분류

B23K 9/1012 (2013.01)

B23K 9/1043 (2013.01)

B23K 9/16 (2013.01)

B23K 9/32 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR101045122 B1*

US08203099 B2*

JP2007313513 A*

JP59085372 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

실드 가스로서 CO₂ 가스를 이용하여, 용접 와이어를 피용접물을 향하여 송급하면서 상기 용접 와이어와 상기 피용접물 사이에 용접 전류를 흘리고, 상기 용접 전류로 아크를 발생시킴으로써 용접을 실행하는 아크 용접 방법에 있어서,

상기 용접 전류를 조정하는 제어를 실행하여, 상기 피용접물의 용접을 실행하는 용접 공정과,

상기 피용접물의 용접을 종료할 때에, 상기 용접 와이어의 송급을 정지하고, 사다리꼴 형상의 펄스 파형을 가지는 용접 전류를 인가하는 제어를 실행하는 용접 종료 공정을 포함하고,

상기 용접 종료 공정에서는, 단락이 발생한 경우에, 단락이 발생하는 단락 기간 후의 아크가 발생하는 아크 기간에 상기 용접 전류의 파형이 사다리꼴 형상이 되는 것을 인가하는 것을 특징으로 하는

아크 용접 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 용접 종료 공정에서는, 상기 아크 기간의 상기 용접 전류를 정전류로 하는 것을 특징으로 하는

아크 용접 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 사다리꼴 형상의 파형은, 상기 용접 전류가 선형적으로 증가하는 제 1 기간과, 상기 용접 전류가 정전류가 되는 제 2 기간과, 상기 용접 전류가 선형적으로 감소하는 제 3 기간으로 구성되며,

상기 제 1 기간은 0.5ms 이상 또한 2.0ms 이하가 되는 범위로부터 선택되며,

상기 제 2 기간은 1.0ms 이상 또한 5.0ms 이하가 되는 범위로부터 선택되며,

상기 제 3 기간은 0.5ms 이상 또한 2.0ms 이하가 되는 범위로부터 선택되는 것을 특징으로 하는

아크 용접 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 2 기간의 상기 용접 전류는 250A 이상 또한 300A 이하가 되는 범위로부터 선택되며,

상기 제 1 기간 전의 상기 용접 전류 및 상기 제 3 기간 후의 상기 용접 전류는 0A보다 크고 또한 50A 이하가 되는 범위로부터 선택되는 것을 특징으로 하는

아크 용접 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 용접 종료 공정에서는, 상기 용접 전류의 파형이 직사각형 형상과 상기 사다리꼴 형상에 의해 구성되는 것을 특징으로 하는

아크 용접 방법.

청구항 6

실드 가스로서 CO₂ 가스를 이용하여, 용접 와이어를 피용접물을 향하여 송급하면서 상기 용접 와이어와 상기 피용접물 사이에 용접 전류를 흘리고, 상기 용접 전류로 아크를 발생시킴으로써 용접을 실행하는 용접 수단과,

상기 용접 와이어를 거쳐서 상기 피용접물에 상기 용접 전류를 공급하는 전원부와,

상기 피용접물의 용접을 실행할 때는, 상기 용접 전류를 조정하는 제어를 실행하고, 상기 피용접물의 용접을 종료할 때에, 상기 용접 와이어의 송급을 정지하고 사다리꼴 형상의 펄스 파형을 갖는 용접 전류를 인가하고, 단락이 발생한 경우에, 단락이 발생하는 단락 기간 후의 아크가 발생하는 아크 기간에 상기 용접 전류의 파형이 사다리꼴 형상이 되는 것을 인가하는 제어를 실행하는 전류 제어부를 구비하는

아크 용접 장치.

청구항 7

실드 가스로서 CO₂ 가스를 이용하여, 용접 와이어를 피용접물을 향하여 송급하면서 상기 용접 와이어와 상기 피용접물 사이에 용접 전류를 흘리고, 상기 용접 전류로 아크를 발생시킴으로써 용접을 실행하는 용접 장치의 상기 용접 전류를 제어하는 아크 용접용 제어 장치에 있어서,

상기 용접 와이어를 거쳐서 상기 피용접물에 상기 용접 전류를 공급하는 전원부와,

상기 피용접물의 용접을 실행할 때는, 상기 용접 전류를 조정하는 제어를 실행하고, 상기 피용접물의 용접을 종료할 때에, 상기 용접 와이어의 송급을 정지하고, 사다리꼴 형상의 펄스 파형을 갖는 용접 전류를 인가하고, 단락이 발생한 경우에, 단락이 발생하는 단락 기간 후의 아크가 발생하는 아크 기간에 상기 용접 전류의 파형이 사다리꼴 형상이 되는 것을 인가하는 제어를 실행하는 전류 제어부를 구비하는

아크 용접용 제어 장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 아크 용접 방법, 아크 용접 장치, 아크 용접용 제어 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 예를 들어 소모 전극식을 채용한 가스 실드 아크 용접에서는, 용접 동작을 개시할 때에, 용접 와이어와 피용접물의 사이에 전압을 인가한 상태에서 양자를 접촉시키는 것에 의해 단락 전류를 흘리고, 이 단락 전류로 용접 와이어를 용단(溶斷)시켜 양자 사이에 아크를 발생시킴으로써, 아크 스타트(arc start)를 실행한다.

[0003] 공보에 기재된 종래 기술로서, 전극 송급 모터의 구동에 의해서 송급되는 소모성 전극과 피용접 모제가 형성되는 용접 부하에, 정전압으로 피드백 제어된 용접 출력을 공급하고, 모제와 전극의 사이에서 단락과 아크 발생을 교대로 반복하는 동시에, 발생된 아크를 가스 실드하여 모제를 용접하는 가스 실드 아크 용접 방법에 있어서, 용접 정지에 근거하여 모터의 구동 및 용접 출력의 정전압 제어가 정지될 때에, 용접 정지로부터 소정의 응고

제어 시간이 경과될 때까지, 용접 출력을 정전류로 피드백 제어하여 슬래그의 부착 위치를 제어하도록 한 것이 존재한다(특허문헌 1 참조).

[0004] 또한, 다른 공보에 기재된 종래 기술로서, 용접 와이어에 임계값 이상의 피크 전류와 임계값 미만의 베이스 전류를 반복하여 통전시켜 용접하는 펄스 아크 용접 방법에 있어서, 용접을 종료할 때에 최종 피크 전류의 통전을 판별하면 임계값 미만의 범위에서 사전결정한 최종 베이스 전류를 사전결정한 최종 베이스 기간만큼 통전시켜 용접을 종료하는 펄스 아크 용접의 종료 제어 방법에서, 최종 베이스 전류는 최종 베이스 기간 중의 시간 경과에 따라서 그 값이 증가하는 전류인 펄스 아크 용접의 종료 제어 방법이 존재한다(특허문헌 2 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제 1990-41776 호 공보
 (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제 2011-189392 호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 아크 용접을 종료시킬 때에는, 용접 와이어의 선단부에 형성되어 있는 용적(溶滴)이 냉각되어, 응고된다. 그 때, 용적 중에 포함되는 슬래그 성분이나, 용액 성분의 일부가 산화되는 것에 의해 절연물인 슬래그(금속산화물)가 형성된다. 그 슬래그는 비중차에 의해 용적 하부에 모이기 쉽고, 많은 경우는 용접 와이어 선단부에 모여서, 절연막을 형성한다. 다시 아크 용접을 개시할 때에, 이 절연막이 단락 전류의 흐름을 저해하기 때문에, 아크 스타트 불량이 일어나는 경우가 있다.

[0007] 본 발명은 아크 용접을 종료시킬 때 슬래그가 생긴 경우에도, 아크 스타트를 실행할 때의 아크 스타트 불량을 억제하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은 실드 가스로서 CO₂ 가스를 이용하여, 용접 와이어를 피용접물을 향하여 송급하면서 용접 와이어와 피용접물 사이에 용접 전류를 흘리고, 용접 전류로 아크를 발생시킴으로써 용접을 실행하는 아크 용접 방법으로서, 용접 전류를 조정하는 제어를 실행하여, 피용접물의 용접을 실행하는 용접 공정과, 피용접물의 용접을 종료할 때에, 직사각형의 펄스 전류를 인가하는 제어를 실행하는 용접 종료 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 아크 용접 방법이다.

[0009] 여기에서 용접 종료 공정에서는, 피용접물의 용접을 종료할 때에, 단락이 발생한 경우는 추가로 펄스 파형의 전류를 인가해도 좋다.

[0010] 또한 용접 종료 공정에서는, 단락이 발생하는 단락 기간 후의 아크가 발생하는 아크 기간에 추가로 펄스 전류를 인가해도 좋다.

[0011] 또한 용접 종료 공정에서는, 아크 기간의 용접 전류를 정전류로 할 수 있다.

[0012] 더욱이 펄스 파형은, 용접 전류가 선형적으로 증가하는 제 1 기간과, 용접 전류가 정전류가 되는 제 2 기간과, 용접 전류가 선형적으로 감소하는 제 3 기간으로 구성되며, 제 1 기간은 0.5ms 이상 또한 2.0ms 이하가 되는 범위로부터 선택되며, 제 2 기간은 1.0ms 이상 또한 5.0ms 이하가 되는 범위로부터 선택되며, 제 3 기간은 0.5ms 이상 또한 2.0ms 이하가 되는 범위로부터 선택되도록 할 수 있다.

[0013] 더욱이 제 2 기간의 용접 전류는, 250A 이상 또한 300A 이하가 되는 범위로부터 선택되며, 제 1 기간 전의 용접 전류 및 제 3 기간 후의 용접 전류는 0A보다 크고 50A 이하가 되는 범위로부터 선택되도록 할 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명은, 실드 가스로서 CO₂ 가스를 이용하여, 용접 와이어를 피용접물을 향하여 송급하면서 용접 와이어와 피용접물 사이에 용접 전류를 흘리고, 용접 전류로 아크를 발생시킴으로써 용접을 실행하는 용접 수단과, 용접 와이어를 거처서 피용접물에 용접 전류를 공급하는 전원부와, 피용접물의 용접을 실행할 때는, 용접 전류

를 조정하는 제어를 실행하고, 피용접물의 용접을 종료할 때에, 직사각형의 펄스 파형이 되는 용접 전류를 인가하는 제어를 실행하는 전류 제어부를 구비하는 아크 용접 장치이다.

[0015] 혹은, 본 발명은, 실드 가스로서 CO₂ 가스를 이용하여, 용접 와이어를 피용접물을 향하여 송급하면서 용접 와이어와 피용접물 사이에 용접 전류를 흘리고, 용접 전류로 아크를 발생시킴으로써 용접을 실행하는 용접 장치의 용접 전류를 제어하는 아크 용접용 제어 장치로서, 용접 와이어를 거쳐서 피용접물에 용접 전류를 공급하는 전원부와, 피용접물의 용접을 실행할 때는, 용접 전류를 조정하는 제어를 실행하고, 피용접물의 용접을 종료할 때에, 직사각형의 펄스 파형이 되는 용접 전류를 인가하는 제어를 실행하는 전류 제어부를 구비하는 아크 용접용 제어 장치이다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 의하면, 아크 용접을 종료시킬 때에 생기는 슬래그를 원인으로 하는 아크 스타트 불량을 억제할 수 있는 아크 용접 방법 등을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 실시형태에 따른 용접 시스템의 개략 구성을 도시하는 도면,
- 도 2의 (a)는 아크 용접을 한창 실행하고 있는 중일 때, 전원 장치로부터 출력되는 용접 전류의 파형을 도시한 도면, 도 2의 (b)는 이 때의 용접 와이어의 선단부 상태를 도시하는 도면,
- 도 3의 (a)는 아크 용접을 종료할 때의 용접 전류의 파형을 도시한 도면, 도 3의 (b)는 이 때의 용접 와이어의 선단부 상태를 도시하는 도면,
- 도 4의 (a) 내지 (b)는 아크 용접을 종료할 때에, 아크 5 기간을 마련한 경우와 마련하지 않은 경우에서, 응고된 용적을 비교한 도면,
- 도 5는 본 실시형태의 아크 용접 방법에 대하여 설명한 흐름도,
- 도 6의 (a)는 아크 용접을 한창 실행하고 있는 중일 때, 전원 장치로부터 출력되는 용접 전류의 파형의 다른 예를 도시한 도면, 도 6의 (b)는 이 때의 용접 와이어의 선단부 상태를 도시하는 도면,
- 도 7의 (a)는 아크 용접을 종료할 때의 용접 전류의 파형을 도시한 도면, 도 7의 (b)는 이 때의 용접 와이어의 선단부 상태를 도시하는 도면,
- 도 8은 본 실시형태의 펄스 파형에 대하여 설명한 도면,
- 도 9는 A, B, C, D, E에 대해 검토한 결과를 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] <용접 시스템의 전체 구성의 설명>
- [0019] 이하, 첨부 도면을 참조하여, 본 발명의 실시형태에 대해 상세하게 설명한다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 실시형태에 따른 용접 시스템(1)의 개략 구성을 도시하는 도면이다.
- [0021] 이 용접 시스템(1)은, 소모 전극식(용극식)의 가스 실드 아크 용접법 중, 탄산 가스(CO₂ 가스)를 실드 가스로서 이용하는 탄산 가스 아크 용접법에 의해서, 피용접물(200)의 용접을 실행하는 것이다.
- [0022] 아크 용접 장치의 일 예로서의 용접 시스템(1)은, 용접 와이어(100)를 이용하여 피용접물(200)을 용접하는 용접 토치(10)와, 용접 토치(10)를 보지하는 동시에 용접 토치(10)의 위치나 자세를 설정하는 로봇 아암(20)과, 용접 토치(10)에 용접 와이어(100)를 송급하는 와이어 송급 장치(30)와, 용접 토치(10)에 실드 가스(여기에서는 탄산 가스)를 공급하는 실드 가스 공급 장치(40)와, 용접 토치(10)를 거쳐서 용접 와이어(100)에 용접 전류를 공급하는 동시에, 용접 전류, 송급 속도 및 용접 속도 등의 제어를 실행하는 전원 장치(50)를 구비한다.
- [0023] 또한, 이러한 용접 시스템(1)은, 용접 토치(10) 및 로봇 아암(20)에 의한 피용접물(200)에 대한 용접 작업을 제어하는 로봇 제어 장치(60)를 구비한다. 로봇 제어 장치(60)에 의해, 로봇 아암(20)을 제어하고, 로봇 아암(20)에 마련된 용접 토치(10)[용접 와이어(100)]의 이동 및 그 속도(용접 속도)가 제어된다. 또한, 로봇 제어

장치(60)와 전원 장치(50)는 데이터나 제어 신호의 송수신이 가능한 구성으로 할 수 있다.

- [0024] 여기에서 용접 토치(10), 와이어 송급 장치(30), 실드 가스 공급 장치(40)는 용접 전류로 아크를 발생시킴으로써 용접을 실행하는 용접 수단으로 파악할 수 있다.
- [0025] <전원 장치의 설명>
- [0026] 작업자가 용접 종료로 지시하면, 와이어 송급을 정지한다. 단, 관성에 의해 와이어가 즉시 정지되는 일은 없기 때문에, 와이어가 완전하게 정지될 때까지의 동안은, 아크 기간 중에 도 3에 나타내는 펄스 전류 파형을 출력한다.
- [0027] 그리고 아크의 발생이 정지되면, 용접 와이어(100)의 선단부에 형성 내지 잔류되어 있는 용적이 냉각되어, 응고된다. 이 때에 용적의 표면에 절연물인 슬래그가 응고되어, 용적 표면에 절연막을 형성한다. 그리고, 이 절연막은 용적의 선단부, 즉 용접 와이어(100)가 피용접물(200)과 가장 접근하는 장소에 생기기 쉽다. 아크 용접을 재개하기 위해, 작업자가 용접 개시(아크 스타트)를 지시했을 때에, 이 절연막은 용접 와이어(100)와 피용접물(200) 사이의 도통을 저해한다. 그 결과, 용접 와이어(100)와 피용접물(200) 사이에 단락 전류가 흐르는 것이 저해된다. 그리고 용접 재개를 실행할 수 없는 사태, 혹은 아크가 순간적으로 발생한 후에 텀과 와이어가 용착되는 사태가 발생한다. 이들을 「아크 스타트 불량」이라 부른다. 이러한 아크 스타트 불량은 아크 용접의 품질의 저하나 생산성의 저하를 일으킨다.
- [0028] 그래서 본 실시형태에서는, 전원 장치(50)로부터 출력되는 전류 파형을 이하와 같이 제어하고, 용접 종료 시에 용접 와이어(100) 선단에 생기는 절연물의 형성 위치를 제어함으로써 아크 스타트 불량 발생을 억제한다.
- [0029] 도 2의 (a)는 아크 용접을 한창 실행하고 있는 중일 때, 전원 장치(50)로부터 출력되는 용접 전류의 파형을 도시한 도면이다. 여기에서 가로축은 시간을 나타내며, 세로축은 용접 전류값을 나타낸다. 또한, 이 예에서는, 정전압하에서 용접 전류를 증감시키고 있다.
- [0030] 또한, 도 2의 (b)는 이 때의 용접 와이어(100)의 선단부 상태를 도시하는 도면이다.
- [0031] 아크 용접에서는, 용접 와이어(100)의 선단부의 용적과 피용접물(200)이 접촉하여 단락 상태가 되고, 이에 의해 단락 전류가 흐르는 단락 기간과, 용적이 용접 와이어(100)로부터 피용접물 상에 형성된 용융지로 이행하며, 용접 와이어(100)와 피용접물(200)의 단락 상태가 해방되어 아크가 발생하는 아크 기간을 교대로 반복한다. 도 2의 (a)에서는, 시간(t1) 내지 시간(t3)의 사이가 단락 기간이며, 시간(t3) 내지 시간(t10)의 사이가 아크 기간이다.
- [0032] 단락 기간에는, 시간(t1)에서 단락 상태가 개시된다. 이것은 용접 와이어(100)의 선단부에 형성된 용적(X)이 피용접물(200)측에 형성된 용융지(Y)에 접한 상태에 대응한다.
- [0033] 그리고 단락이 발생하면 용접 전류를, 시간(t2)에 걸쳐서 저하시킨다. 이에 의해 단락 상태로 이행할 때의 스파터 발생을 억제한다.
- [0034] 시간(t2)의 경과 후, 용접 전류를 시간(t3)에 걸쳐서 상승시킨다. 시간(t3)에서의 피크 전류값(P3)은 예를 들어 350A로 할 수 있다. 용접 전류가 상승함으로써, 용접 와이어(100)의 선단부에 형성된 용적(X)에 잘록부(K)가 생긴다. 그리고 시간(t3)에서, 용적(X)은 용접 와이어(100)로부터 용융지(Y)로 이행한다. 이에 의해 단락 상태가 해제되고, 단락 기간이 종료된다.
- [0035] 시간(t3)에서 용적(X)이 용접 와이어(100)로부터 용융지(Y)로 이행하면, 용접 와이어(100)와 용융지(Y) 사이에서 아크(Z)가 발생하고, 아크 기간이 개시된다. 그리고 용접 전류를 시간(t4)에 걸쳐 급감시킨다. 이에 의해 아크(Z)가 발생했을 때의 용융지(Y)에 작용하는 압력을 저감시켜, 스파터 발생을 억제한다. 여기에서는, 시간(t4)으로부터 시간(t5)까지 용접 전류를 급감시킨 상태를 유지한다(아크 1 기간).
- [0036] 그리고 시간(t5)으로부터 시간(t6)까지 용접 전류를 상승시키고, 또한 시간(t6) 내지 시간(t7)의 기간에서 용접 전류를 거의 유지한다. 이에 의해 다시 용적(X)을 성장시키는 동시에, 안정된 아크(Z)가 발생하도록 한다(아크 2 기간).
- [0037] 시간(t7) 이후는, 시간(t10)에 걸쳐서, 용접 전류를 서서히 저하시킨다(아크 3 기간, 아크 4 기간). 그리고 용접 와이어(100)에 생긴 용적(X)이 용융지(Y)에 접하여, 재차 단락이 발생하는 것을 기다린다. 용접 전류를 저하시키는 목적은 재차 단락이 발생했을 때의 스파터 발생을 억제하는 것이다.

- [0038] 그리고 단락이 다시 발생한 후, 시간(t1)으로 복귀하여, 동일한 전류 파형 제어를 반복한다.
- [0039] 도 3의 (a)는 아크 용접을 종료할 때의 용접 전류의 파형을 도시한 도면이다. 여기에서도 가로축은 시간을 나타내며, 세로축은 용접 전류값을 나타낸다. 또한 도 3의 (a)에서는, 설명을 알기 쉽게 하기 위해, 도 2의 (a)에서 도시한 용접 전류의 파형에 대해서도 점선으로 도시하고 있다.
- [0040] 또한, 도 3의 (b)는 이 때의 용접 와이어(100)의 선단부 상태를 도시하는 도면이다.
- [0041] 도 3의 (a)에 나타난 용접 전류의 파형은, 도 2의 (a)에 나타난 용접 전류의 파형과 비교하여, 단락 기간에 대한 파형은 동일하게 된다.
- [0042] 단, 아크 기간에서는, 시간(t10) 내지 시간(t13)에서, 아크 5 기간을 별도로 마련한 점에서 우선 상이하다. 이러한 아크 5 기간에서는, 용접 전류에 펄스 파형이 들어가도록 제어를 실행한다.
- [0043] 또한 아크 1 기간으로부터 아크 4 기간에서, 용접 전류를 도 2의 (a)에 나타난 경우보다 저전류가 되도록 제어한다. 아크 1 기간으로부터 아크 4 기간에서는, 아크(Z)는 발생하지만, 그 강도는 도 2의 (a)에 나타난 경우보다 낮아지게 된다. 또한 아크 1 기간으로부터 아크 4 기간에서 거의 일정한 전류값(정전류)이 된다. 이러한 경우 전류값은 예를 들어 30A이다.
- [0044] 즉, 본 실시형태에서는, 단락 기간 후의 아크 기간을 없애서, 아크 기간만큼의 시간이 경과한 후에 펄스 파형을 부가하는 것을 특징으로 한다.
- [0045] 본 실시형태에서는, 아크 5 기간에서 용접 전류에 펄스 파형이 되는 것을 마련함으로써, 도 3의 (b)에 도시하는 바와 같이, 용접 와이어(100)의 선단부에 형성된 용적(X)이 솟아오른다. 그리고 이에 수반하여 용적 표면에 형성되어 있던 슬래그(S)가 용적(X)의 측부로 이동한다. 그리고 아크 5 기간 후에는, 용접 전류는 0A가 되고, 용적(X)은 그대로 자연적으로 응고된다. 슬래그(S)가, 용적(X)의 측부로 이동한 채로, 용적(X)의 응고에 따라서 고정화되면, 아크 스타트 시에 용접 와이어(100)와 피용접물(200) 사이에 위치하지 않게 되어, 단락 전류의 통전을 저해하는 것을 방지하는 것이 가능해진다.
- [0046] 도 4의 (a) 내지 (b)는 아크 용접을 종료할 때에, 아크 5 기간을 마련한 경우와 마련하지 않은 경우에서, 응고된 용적(X)을 비교한 도면이다. 이 중 도 4의 (a)는 아크 5 기간을 마련한 경우의 응고된 용적(X) 상태이며, 도 4의 (b)는 아크 5 기간을 마련하지 않은 경우의 응고된 용적(X) 상태이다.
- [0047] 아크 5 기간을 마련한 경우는, 도 4의 (a)에 도시하는 바와 같이 용접 와이어(100)의 선단부에 형성된 용적(X)은 솟아오른 상태에서 응고되어, 연필 형상으로 된다. 그리고 슬래그(S)는 용적(X)의 측부에 형성된다.
- [0048] 한편, 아크 5 기간을 마련하지 않은 경우는, 도 4의 (b)에 도시하는 바와 같이 용접 와이어(100)의 선단부에 형성된 용적(X)은 솟아오르지 않고, 거의 구 형상으로 응고된다. 이러한 경우, 그리고 슬래그(S)는 중력의 작용에 의해 용적(X)의 하방에 형성된다. 즉, 슬래그(S)는 용접 와이어(100)와 피용접물(200) 사이에 형성된다.
- [0049] 본 실시형태에서는, 절연물인 슬래그(S)가, 아크 스타트 시에 용접 와이어(100)와 피용접물(200)의 사이가 되는 위치에 형성되기 어렵기 때문에, 아크 스타트를 실행할 때에, 용접 와이어(100)와 피용접물(200) 사이에 단락 전류가 보다 흐르기 어려워지는 현상이 억제된다. 그 결과, 아크 스타트 불량에 생기기 어려워진다.
- [0050] 또한 와이어 공급 장치(30)로부터 용접 와이어(100)를 공급할 때에는, 관성이 존재하기 때문에, 용접 종료를 지시하여도 용접 와이어(100)의 공급이 바로는 정지되지 않으며, 도 3의 (a)에 나타난 아크 5 기간 후에 재차 단락 상태가 되는 경우가 있다. 이러한 경우, 재차 도 3의 (a)에 나타난 파형의 용접 전류를 다시 인가한다. 즉, 단락 기간 후에 아크 1 기간 내지 아크 5 기간을 재차 반복한다. 그리고 용접 와이어(100)의 공급이 정지되어, 단락이 발생하지 않는 상태가 된 후에, 아크 5 기간의 인가를 갖고서 아크 용접을 종료한다. 이와 같이, 용접 종료를 지시 후에도 단락이 발생한 경우에는 재차 펄스파를 인가하는 제어를 실행하여, 관성력으로 이송되고 있던 용접 와이어(100)가 멈추는 타이밍에 아크 용접을 종료한다. 통상은 용접 종료를 지시 후에 용접 와이어(100)가 정지할 때까지 2 내지 3 파형만큼의 용접 전류 인가가 생기고 있다.
- [0051] <아크 용접 방법의 설명>
- [0052] 다음에 본 실시형태의 아크 용접 방법에 대하여 설명을 실행한다.
- [0053] 도 5는 본 실시형태의 아크 용접 방법에 대하여 설명한 흐름도이다.
- [0054] 이 때 소정의 시퀀스에 따라서, 용접 와이어(100)가 와이어 공급 장치(30)에 의해 공급되며, 용접 와이어(100)

에 용접 전류가 공급된다. 용접 와이어(100) 및 피용접물(200)이 근접 내지 접촉함에 따라 아크 용접이 실행된다.

- [0055] 그리고 한창 아크 용접의 실행 중일 때는, 용접 와이어(100)에 공급되는 용접 전류는 도 2의 (a)에서 나타낸 바와 같은 전류 파형이 되도록 제어되어, 피용접물(200)의 용접을 실행한다[단계(101) : 용접 공정].
- [0056] 용접 종료의 지시에 의해 피용접물(200)의 용접을 종료한다[단계(102)].
- [0057] 와이어 송급 장치(30)로부터의 용접 와이어(100)의 공급이 정지된다[단계(103)]. 아크 종료 직전(방울 제거 제어 기간 중)에는, 용적의 사이즈를 컨트롤하고 있다. 도 3의 (a)에서 나타낸 바와 같은 아크 1 기간으로부터 아크 4 기간이 최저값이 되도록 하는 용접 전류가 설정되어 있으며, 아크 5 기간이 설정된 용접 전류가 공급된다[단계(104)].
- [0058] 전원 장치(50)는 단락 검지에 의해 아크 5 기간 후의 소정 시간 내에 재차 단락 상태가 되었는지의 여부를 판단한다[단계(105)].
- [0059] 그리고 재차 단락 상태가 되지 않은 경우[단계(105)에서 아니오], 아크 용접을 종료한다.
- [0060] 한편, 단락이 검지된 경우[단계(105)에서 예], 단계(104)로 복귀한다. 즉, 재차 도 3의 (a)에서 나타낸 바와 같은 용접 전류가 설정되며, 용접 토치(10) 및 피용접물(200)에 대하여, 아크 5 기간이 설정된 용접 전류가 재차 공급된다.
- [0061] 이상의 단계(103) 내지 단계(105)는, 피용접물(200)의 용접을 종료할 때에, 용접 전류의 파형이 펄스 파형을 인가하는 제어를 실행하는 용접 종료 공정으로 파악할 수 있다.
- [0062] <변형예의 설명>
- [0063] 상술한 예에서는, 도 2의 (a) 및 도 3의 (a)에 도시한 바와 같이, 정전압하에서 용접 전류를 증감시키고 있었지만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0064] 도 6의 (a)는 아크 용접을 한창 실행하고 있는 중일 때, 전원 장치(50)로부터 출력되는 용접 전류의 파형의 다른 예를 도시한 도면이다.
- [0065] 또한 도 6의 (b)는 이 때의 용접 와이어(100)의 선단부 상태를 도시하는 도면이다.
- [0066] 여기에서 예로 든 용접 전류에 의한 아크 용접에서는, 단락 기간이 없는 무단락 시공인 것에 특징점을 갖는다. 또한 스파터 및 흠을 저감할 수 있다. 여기에서 용접 전류는 2개의 펄스의 조합으로 이루어진다. 이러한 2개의 펄스의 파형은 직사각형 파형이며, 서로 펄스 피크 및 펄스 폭이 상이하다. 여기에서는, 2개의 펄스 중의 앞의 펄스를 제 1 펄스, 뒤의 펄스를 제 2 펄스라고 부른다.
- [0067] 예를 들면, 제 1 펄스는 피크 전류(Ip1)가 300A 내지 700A이며, 펄스 폭으로서의 피크 기간(Tp1)이 0.3ms 내지 0.5ms이다. 또한 제 1 펄스와 제 2 펄스 사이의 기간인 베이스 기간에서의 베이스 전류(Ib1)가 30A 내지 200A이며, 베이스 기간(Tb1)이 0.3ms 내지 10ms이다. 또한 제 2 펄스는 피크 전류(Ip2)가 200A 내지 600A이며, 펄스 폭으로서의 피크 기간(Tp2)이 1.0ms 내지 15ms이다. 또한 제 2 펄스 후의 기간인 베이스 기간에서의 베이스 전류(Ib2)가 30A 내지 200A이며, 베이스 기간(Tb2)이 3.0ms 내지 20ms이다. 또한 도 6의 (a)에서는, 베이스 전류(Ib1)와 베이스 전류(Ib2)를 동일한 전류값으로 한 예를 나타내고 있다.
- [0068] 도 6의 (b)에 도시하는 바와 같이, 시간(t21)에서는, 용접 와이어(100)의 선단에는 용적(X)이 형성되고 갈록부(K)가 발생하기 시작한다. 그리고 시간(t22) 내지 시간(t23)에서 제 1 펄스를 인가함으로써 용적(X)의 갈록부(K)가 성장한다.
- [0069] 그리고 시간(t23) 내지 시간(t24)에서 용적(X)은 용접 와이어(100)로부터 용융지(Y)로 이행한다.
- [0070] 다음에 시간(t24) 내지 시간(t25)에서 제 2 펄스를 인가함으로써, 용접 와이어(100)와 용융지(Y) 사이에서 보다 큰 아크(Z)를 발생시킨다.
- [0071] 또한 시간(t25) 이후, 베이스 전류(Ib2)에 의해 다시 용적(X)을 성장시킨다.
- [0072] 이후, 재차 시간(t21)으로 복귀하고, 동일한 동작을 반복한다.
- [0073] 도 7의 (a)는 아크 용접을 종료할 때의 용접 전류의 파형을 도시한 도면이다. 여기에서도 가로축은 시간을 나타내며, 세로축은 용접 전류값을 나타낸다.

- [0074] 또한 도 7의 (b)는 이 때의 용접 와이어(100)의 선단부 상태를 도시하는 도면이다.
- [0075] 도 7의 (a)에 도시한 용접 전류의 파형은, 도 6의 (a)에 나타난 파형과 비교하여, 제 2 펄스로서 상이한 형상의 펄스 파형이 들어간다.
- [0076] 이러한 변형예에서도, 용접 전류의 파형으로서 상술한 펄스 파형을 인가함으로써, 용접 와이어(100)의 선단부에 형성된 용적(X)이 솟아오른다. 그리고 이에 의해 슬래그(S)가 용적(X)의 측부로 이동한다. 그리고 용적(X)은 그대로 자연 냉각에 의해 응고된다. 즉, 이러한 예에서도 슬래그(S)는 용적(X)의 측부로 이동하며, 용적(X)의 응고에 따라서 고정화된다. 그에 의해, 아크 스타트 시에 용접 와이어(100)와 피용접물(200) 사이에 위치하는 것이 방지된다.
- [0077] 또한 펄스 파형이 들어가는 기간은, 시간(t23) 내지 시간(t24)에서 용접 와이어(100)로부터 이탈된 직후이기 때문에, 용적(X)은 그만큼 크게 성장하고 있지 않다. 따라서 도 7의 (a)에 나타난 펄스 파형의 피크 전류(Ip2)는 도 3의 (a)에 나타난 펄스 파형의 피크 전류보다 크고, 또한 도 7의 (a)에 나타난 피크 기간(Tp2)은 도 3의 (a)에 나타난 펄스 파형의 피크 기간보다 길게 설정하는 것이 바람직하다.
- [0078] 또한 여기에서는 제 2 펄스와 펄스 파형은 피크 전류나 피크 기간을 동일하게 했지만 상이하도록 해도 좋다.
- [0079] <아크 5 기간에서의 펄스 파형의 설명>
- [0080] 다음에 펄스 파형에 대하여 더욱 상세하게 설명을 실행한다. 여기에서는 도 3의 (a)에 나타난 펄스 파형을 예로 들어 설명을 실행한다.
- [0081] 여기에서 용접 전류의 파형이 펄스 파형이라는 것은, 용접 전류의 파형이 도 8에서 나타난 바와 같은 직사각형(사다리꼴 형상)이 되는 경우를 말한다. 즉 우선 아크 5 기간 개시 시의 시간(t10)으로부터 시간(t11)에 걸쳐서, 용접 전류를 베이스의 전류값(E)으로부터 피크의 전류값(B)까지, 시간(A)의 사이(제 1 기간 : t11-t10)에 선형적으로 증가한다. 그리고 시간(t11)으로부터 시간(t12)에 걸쳐서 피크의 전류값(B)을 시간(C)의 사이(제 2 기간 : t12-t11), 거의 정전류로서 유지한다. 또한 시간(t12)으로부터 시간(t13)에 걸쳐서, 용접 전류를 피크의 전류값(B)으로부터 베이스의 전류값(E)까지, 시간(D)의 사이(제 3 기간 : t13-t12)에 선형적으로 감소한다.
- [0082] 본 실시형태에서는, 시간(A, C, D), 및 전류값(B, E)을 이하에 나타내는 바와 같이 변화시켜 각각의 바람직한 범위를 정했다. 또한 이들을 이하, 각각 간단히 A, C, D, B, E라 말하는 경우가 있다.
- [0083] 도 9는 A, B, C, D, E에 대하여 검토한 결과이다. 도 9에서는 A, B, C, D, E를 도시하는 바와 같이 변화시킨 경우에 아크 스타트 불량률의 발생률이 어떻게 되는지를 실시예 1 내지 21로서 도시하고 있다. 또한 도 9에서는, 아크 5 기간을 넣지 않은 경우를 비교예로서 도시하고 있다. 또한 실시예 1 내지 21 중에서는, 실시예 7, 10, 11, 19에 대해서는, A, B, C, D, E가 동일한 조건이지만, 설명을 알기 쉽게 하기 위해 중복하여 기재하고 있다.
- [0084] 여기에서 「◎」로 나타난 경우는, 아크 스타트 불량률의 발생률이 0%이며, 「○」로 나타난 경우는 아크 스타트 불량률의 발생률이 0%를 초과하고 또한 2% 미만이었던 것을 의미한다. 또한 「△」는, 아크 스타트 불량률의 발생률이 2% 이상 또한 5% 미만이었던 것을 의미한다. 또한 「×」는 비교예의 경우이며, 아크 스타트 불량률의 발생률이 5%였던 것을 의미한다. 또한 여기에서는 실시예 1 내지 21, 비교예의 각각에 대하여, 300회의 아크 스타트를 실행하고, 이에 의해, 아크 스타트 불량률의 발생률을 산출했다.
- [0085] 여기에서는, 우선 시간(A)에 대하여 검토를 실행했다.
- [0086] 도시하는 바와 같이, 실시예 1 내지 3으로서, B 내지 E를 고정하고, 시간(A)을 1.0ms, 2.0ms, 5.0ms로 변화시켰다. 그리고 아크 스타트 불량률 발생률의 여부를 확인하는 동시에, 응고된 용적(X)에 있어서의 슬래그(S)의 형성 위치를 관찰했다.
- [0087] 실시예 1 내지 3의 경우, 모두 아크 스타트 불량률의 발생률은 5% 미만이 되었다. 실시예 1 내지 3의 경우, 용접 와이어(100)의 선단부는 구형상으로 되어 응고되며, 슬래그(S)는 그 저부에 형성되었다. 또한 실시예 1 내지 3의 경우, 용접 와이어(100)의 선단부의 구형상의 응고물의 직경은, 예를 들어 2.0mm가 되며, 비교예가 1.5mm인 것에 비하여 커졌다. 이 때문에 용접 와이어(100)의 선단부가 구형상이 되고, 슬래그(S)는 그 저부에 형성되어도 아크 스타트 불량률의 발생률이 저하된 것으로 여겨진다.
- [0088] 실시예 1 내지 3의 결과로부터, 시간(A)(제 1 기간)은 0.1ms 이상인 것이 바람직하며, 0.5ms 이상인 것이 더욱 바람직한 것으로 판단했다. 또한 시간(A)은 5.0ms 이하인 것이 바람직하며, 2.0ms 이하인 것이 더욱 바람직한

것으로 판단했다.

- [0089] 다음에 전류값(B)에 대하여 검토를 실행했다.
- [0090] 도시하는 바와 같이, 실시예 4 내지 7로서, A, C, D, E를 고정하고, 전류값(B)을 150A, 200A, 250A, 300A로 변화시켰다. 또한 실시예 1 내지 3의 결과로부터, 보다 바람직한 범위로서, 시간(A)에 대해서는 2.0ms를 설정했다. 그리고 아크 스타트 불량이 생겼는지의 여부를 확인하는 동시에, 응고된 용적(X)에 있어서의 슬래그(S)의 형성 위치를 현미경으로 관찰했다.
- [0091] 실시예 4 내지 7의 경우, 모두 아크 스타트 불량의 발생률은 5% 미만이 되었다. 단, 실시예 4 내지 5보다 실시예 6 내지 7의 경우가, 아크 스타트 불량의 발생률이 감소하여, 0%가 되었다.
- [0092] 실시예 4 내지 5의 경우, 용접 와이어(100)의 선단부는 구형상으로 되어 응고되며, 슬래그(S)는 그 저부에 형성되었다. 이에 반하여 실시예 6 내지 7의 경우, 용접 와이어(100)의 선단부는 위로 솟아오른 연필 형상으로 되어 응고되며, 슬래그(S)는 그 측부에 형성되었다. 즉, 이에 의해 실시예 5 내지 7의 경우, 실시예 4 내지 5보다 아크 스타트 불량이 보다 생기기 어려워진 것으로 여겨진다.
- [0093] 실시예 4 내지 7의 결과로부터, 전류값(B)(제 2 기간의 용접 전류)은 200A 이상인 것이 바람직하며, 250A 이상인 것이 더욱 바람직한 것으로 판단했다. 또한 전류값(B)은 500A 이하인 것이 바람직하고, 300A 이상인 것이 더욱 바람직한 것으로 판단했다.
- [0094] 또한, 시간(C)에 대하여 검토를 실행했다.
- [0095] 도시하는 바와 같이, 실시예 8 내지 10으로서, A, B, D, E를 고정하고, 시간(C)을 0.1ms, 1.0ms, 3.0ms로 변화시켰다. 또한 실시예 1 내지 7의 결과로부터, 보다 바람직한 범위로서, 시간(A)에 대해서는 2.0ms를 설정하고, 전류값(B)에 대해서는 300A를 설정했다. 그리고 아크 스타트 불량이 생겼는지의 여부를 확인하는 동시에, 응고된 용적(X)에 있어서의 슬래그(S)의 형성 위치를 관찰했다.
- [0096] 실시예 8 내지 10의 경우, 모두 아크 스타트 불량의 발생률은 5% 미만이 되었다. 단, 실시예 8보다 실시예 9 내지 10의 경우가 아크 스타트 불량의 발생률이 감소했다.
- [0097] 실시예 8의 경우, 용접 와이어(100)의 선단부는 구형상으로 되어 응고되며, 슬래그(S)는 그 저부에 형성되었다. 이에 반하여 실시예 9 내지 10의 경우, 용접 와이어(100)의 선단부는 위로 솟아오른 연필 형상으로 되어 응고되며, 슬래그(S)는 그 측부에 형성되었다. 즉, 이에 의해 실시예 9 내지 10의 경우, 실시예 8보다 아크 스타트 불량이 보다 생기기 어려워진 것으로 여겨진다.
- [0098] 실시예 8 내지 10의 결과로부터, 시간(C)(제 2 기간)은 1.0ms 이상인 것이 바람직한 것으로 판단했다. 또한 시간(C)은 5.0ms 이하인 것이 바람직한 것으로 판단했다.
- [0099] 또한, 시간(D)에 대하여 검토를 실행했다.
- [0100] 도시하는 바와 같이, 실시예 11 내지 18로서, A, C, E를 고정하고, 전류값(B)을 300A 및 120A의 2가지 방법으로 변화시켰다. 또한, 시간(D)을 0.1ms, 1.0ms, 3.0ms, 10.0ms로 변화시켰다. 또한 실시예 1 내지 10의 결과로부터, 보다 바람직한 범위로서 시간(A)에 대해서는 2.0ms를 설정하고, 전류값(B)에 대해서는 300A를 설정하고, 시간(C)에 대해서는 3.0ms를 설정했다. 그리고, 아크 스타트 불량이 생겼는지의 여부를 확인하는 동시에, 응고된 용적(X)에 있어서의 슬래그(S)의 형성 위치를 관찰했다.
- [0101] 실시예 11 내지 18의 경우, 모두 아크 스타트 불량의 발생률은 5% 미만이 되었다. 여기에서 전류값(B)이 300A인 경우는 시간(D)이 보다 짧은 편이 아크 스타트 불량이 생기기 어려웠다. 한편, 전류값(B)이 120A인 경우는 시간(D)이 3.0A일 때가 가장 아크 스타트 불량이 생기기 어려웠다. 즉, 전류값(B)의 차이에 의해 시간(D)을 변화시켰을 때의 아크 스타트 불량의 생기기 어려움이 변화되었다. 또한 용접 와이어(100)의 선단부는 위로 솟아오른 연필 형상으로 되어 응고되며, 슬래그(S)는 그 측부에 형성되었다.
- [0102] 실시예 11 내지 18의 결과로부터, 시간(D)(제 3 기간)은 전류값(B)에도 의하지만, 0.1ms 이상인 것이 바람직하며, 0.5ms 이상인 것이 더욱 바람직한 것으로 판단했다. 또한 시간(D)은 5.0ms 이하인 것이 바람직하며, 2.0ms 이하인 것이 더욱 바람직한 것으로 판단했다.
- [0103] 또한, 추가로 전류값(E)에 대하여 검토를 실행했다.
- [0104] 도시하는 바와 같이, 실시예 19 내지 21로서, A, B, C, D를 고정하고, 전류값(E)을 1.0A, 20A, 50A로 변화시켰

다. 또한 실시예 1 내지 18의 결과로부터, 보다 바람직한 범위로서, 시간(A)에 대해서는 2.0ms를 설정하고, 전류값(B)에 대해서는 300A를 설정하고, 시간(C)에 대해서는 3.0ms를 설정하고, 시간(D)에 대해서는 0.1ms를 설정했다. 그리고, 아크 스타트 불량이 생겼는지의 여부를 확인하는 동시에, 응고된 용적(X)에 있어서의 슬래그(S)의 형성 위치를 관찰했다.

[0105] 실시예 19 내지 21의 경우, 모두 아크 스타트 불량의 발생률은 5% 미만이 되었다. 여기에서 전류값(E)이 보다 작은편이 아크 스타트 불량의 발생률이 낮았다. 용접 와이어(100)의 선단부는 위로 솟아오른 연필 형상으로 되어 응고되며, 슬래그(S)는 그 측부에 형성되었다.

[0106] 실시예 19 내지 21의 결과로부터, 전류값(E)(제 3 기간의 용접 전류)은 0A 이상인 것이 바람직한 것으로 판단했다. 또한 전류값(E)은 50A 이하인 것이 바람직한 것으로 판단했다.

[0107] 이와 같이 본 실시형태에서는, 펄스 파형을 넣지 않은 경우보다 넣은 경우가 아크 스타트 불량의 발생률은 감소한다.

[0108] 그리고 용접 와이어(100)의 선단부를 위로 솟아오른 연필 형상으로 하여 응고시킨 경우는, 아크 스타트 불량의 발생률은 더욱 감소한다. 그리고 이와 같이 하기 위해서는 피크의 전류값(B)을 250A 이상으로 하고, 또한 피크의 전류값(B)을 유지하는 시간(C)(제 2 기간)을 1.0ms 이상으로 할 필요가 있다. 즉, 이러한 펄스 파형을 인가함으로써 용접 와이어(100)의 선단부에 형성된 용적(X)이 솟아오르게 하는 힘이 생긴다. 이러한 힘은, 피크의 전류값(B)과 그것을 유지하는 시간(C)으로 정해지기 때문에, 소정의 전류값 및 시간 이상일 필요가 있다. 그리고 베이스의 전류값(E)으로부터 피크의 전류값(B)까지 전류값을 증가시키는 시작 시간(A)(제 1 기간)을 마련하여, 이 힘이 급격하게 생기는 것에 의해 용적(X)이 비산하는 것을 억제한다. 또한, 피크의 전류값(B)으로부터 베이스의 전류값(E)으로 하는 종료 시간(D)(제 3 기간)을 마련하여, 이 힘이 급격하게 소실되지 않도록 하여 솟아오른 용적(X) 상태를 변화하기 어렵게 한다. 이에 의해, 용적(X)은 위로 솟아오른 채로 응고되기 쉬워져, 보다 슬래그(S)가 측면에 형성되기 쉬워진다.

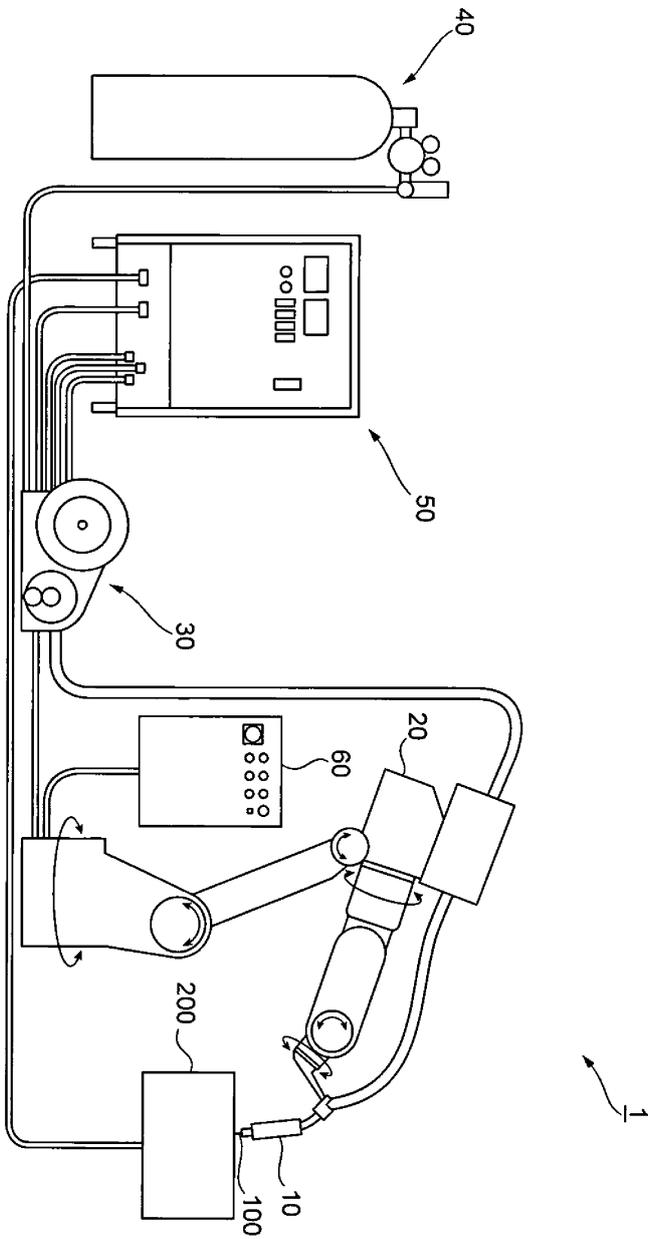
[0109] 그리고 본 실시형태에서는, 응고 시간이 경과될 때까지 용접 전류를 정전류로 피드백할 필요는 없다. 그 때문에 제어 기구가 보다 간이하게 된다.

부호의 설명

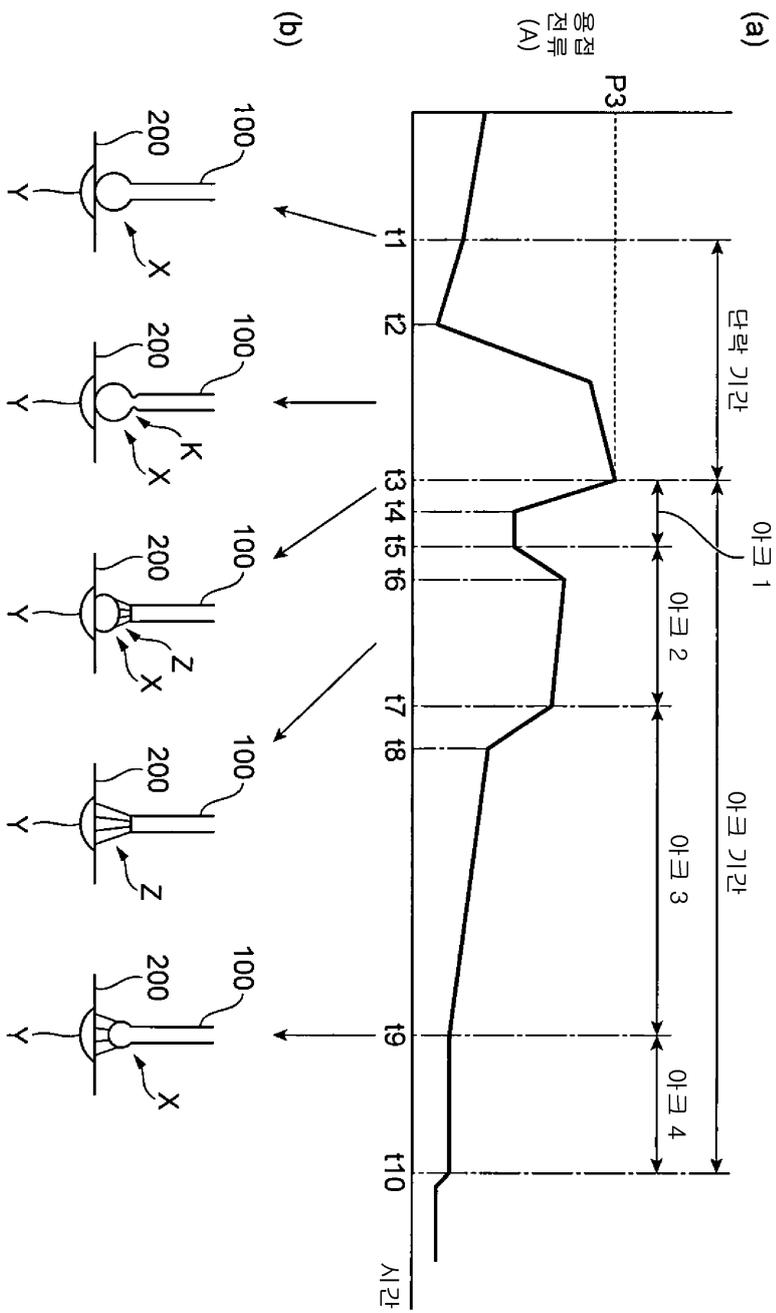
- | | | |
|--------|------------------|----------------|
| [0110] | 1 : 용접 시스템 | 40 : 용접 토치 |
| | 20 : 로봇 아암 | 30 : 와이어 송급 장치 |
| | 40 : 실드 가스 공급 장치 | 50 : 전원 장치 |
| | 60 : 로봇 제어 장치 | 100 : 용접 와이어 |
| | 200 : 피용접물 | |

도면

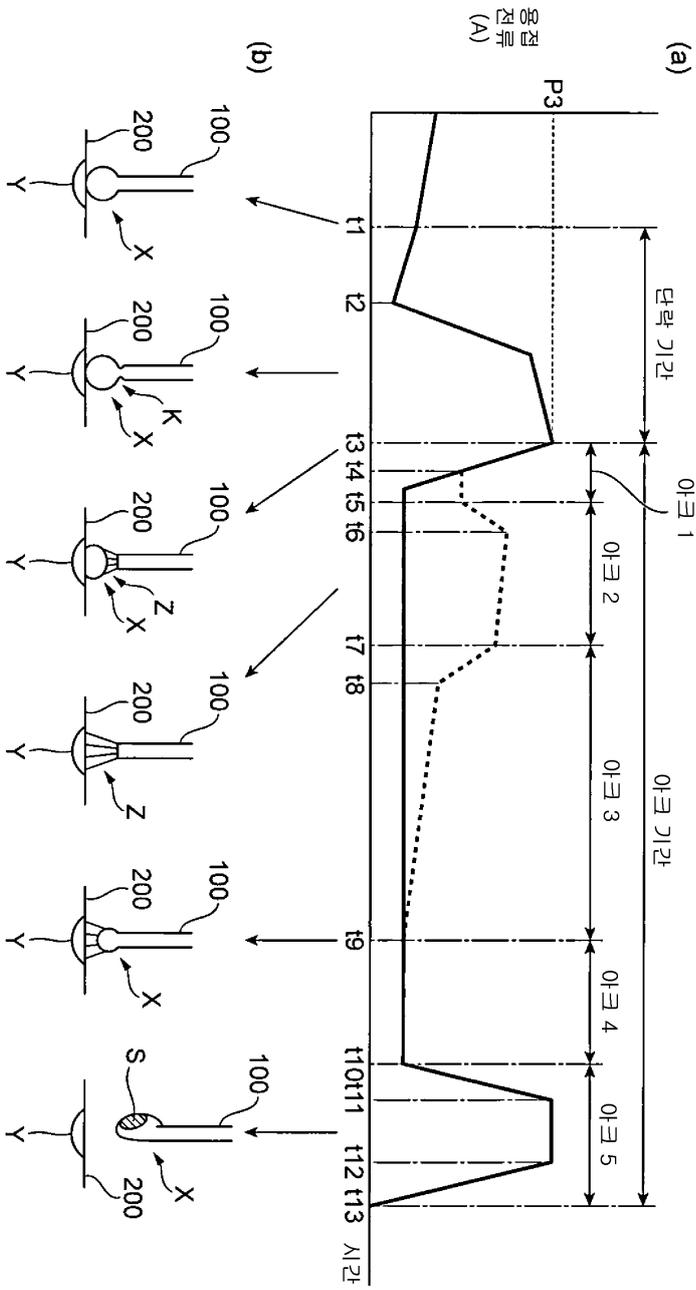
도면1



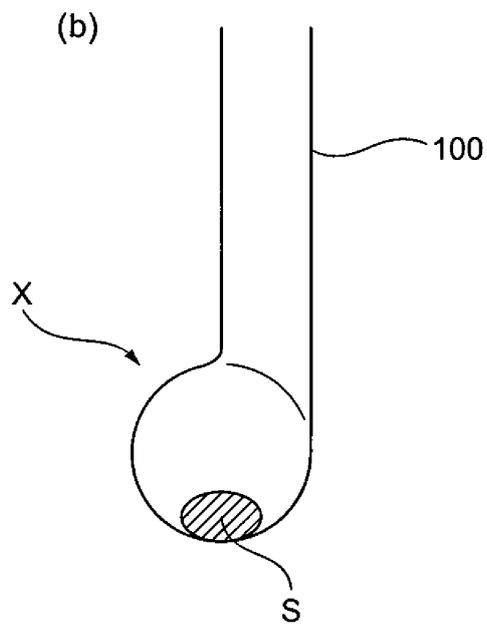
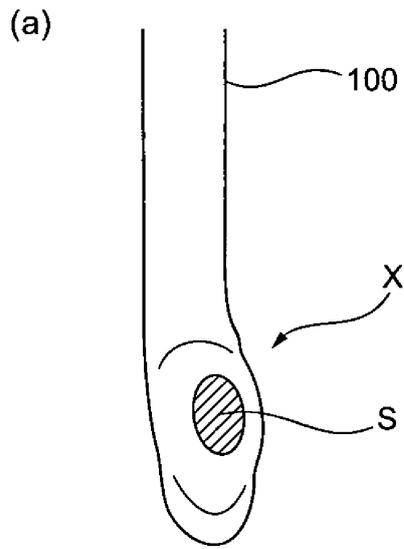
도면2



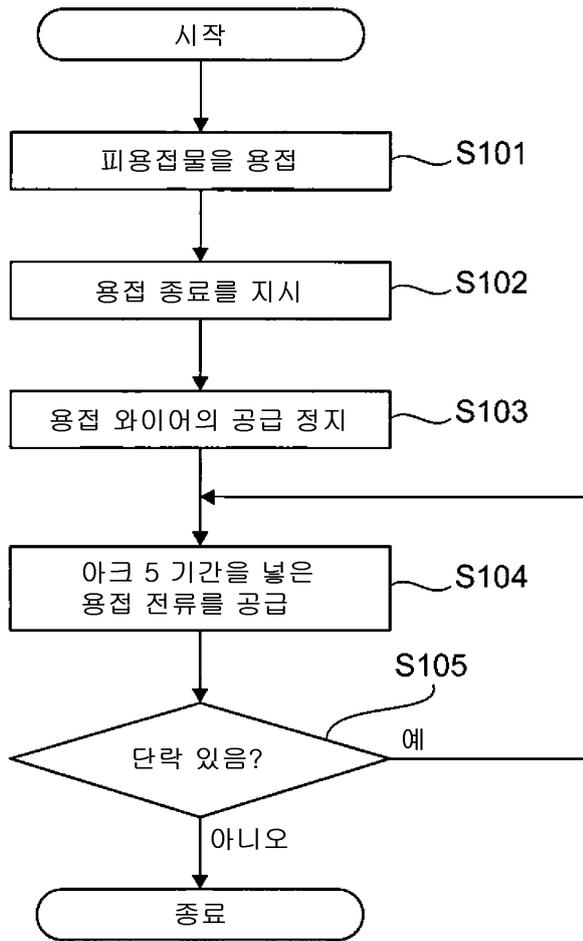
도면3



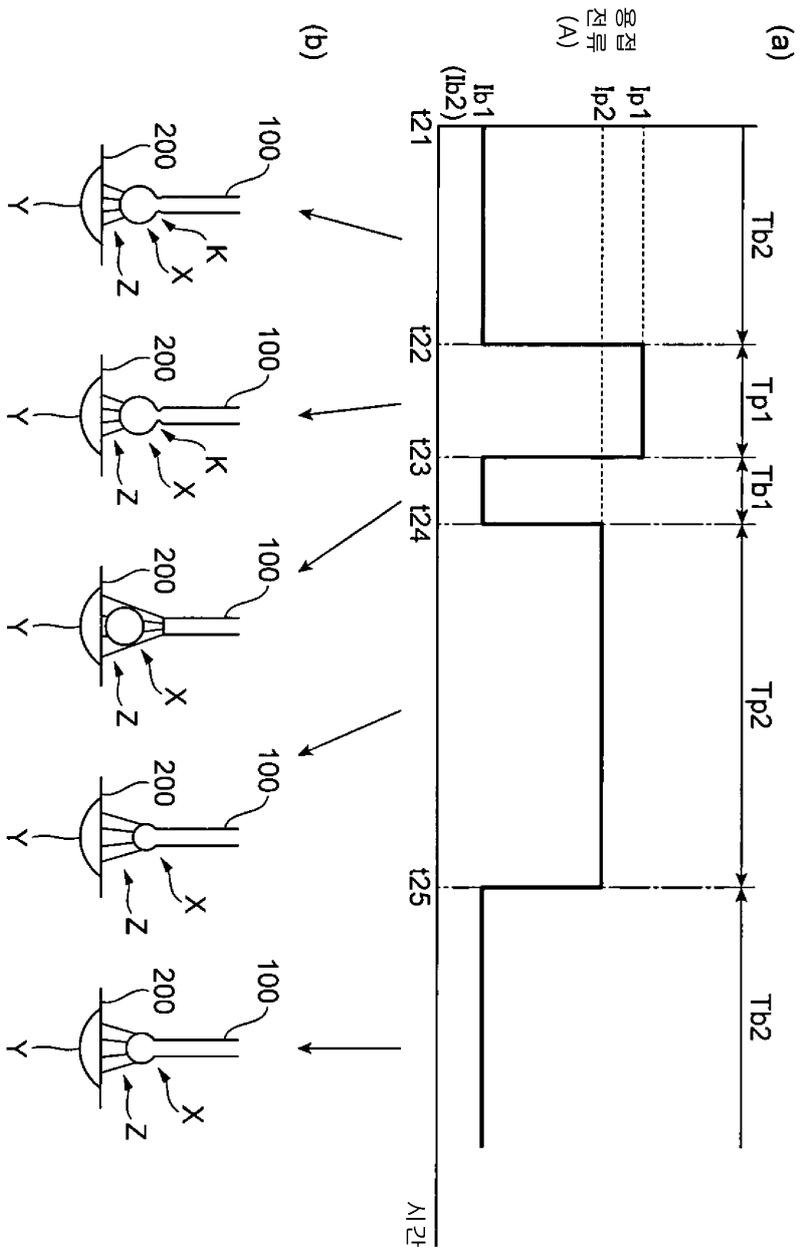
도면4



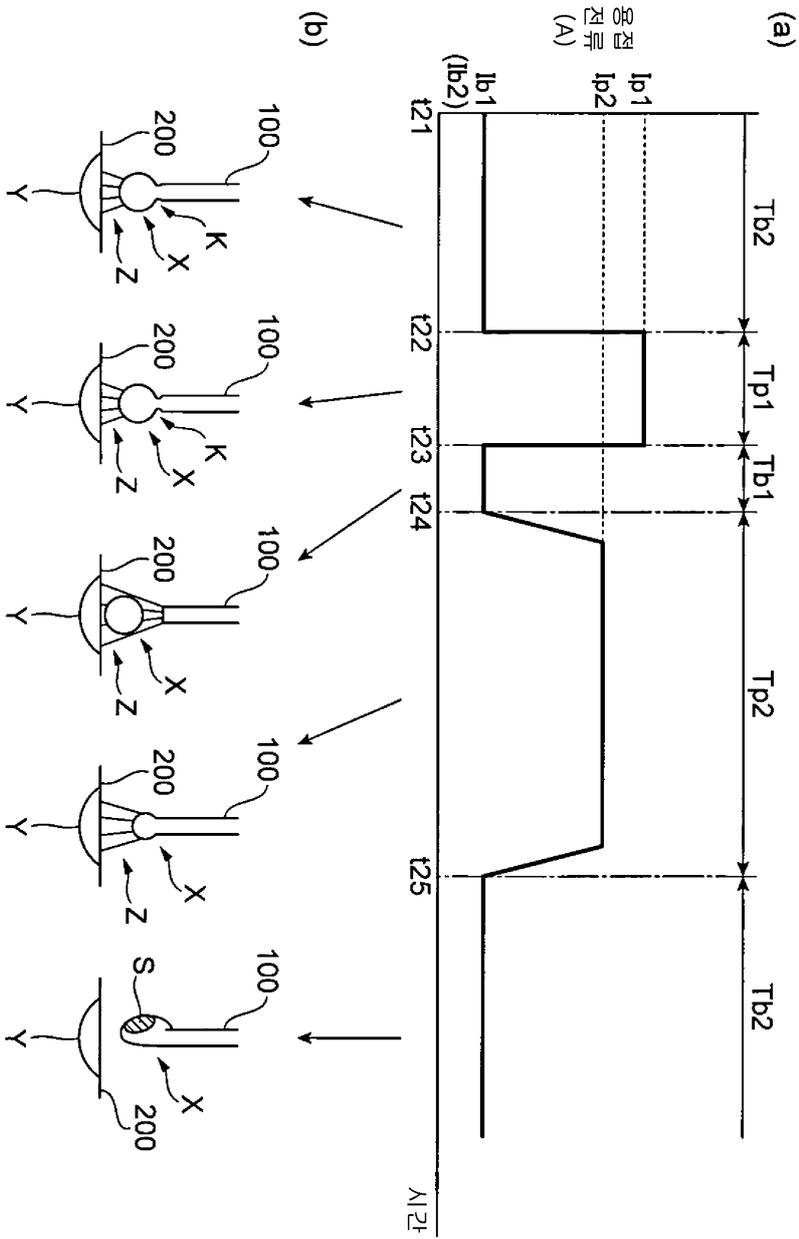
도면5



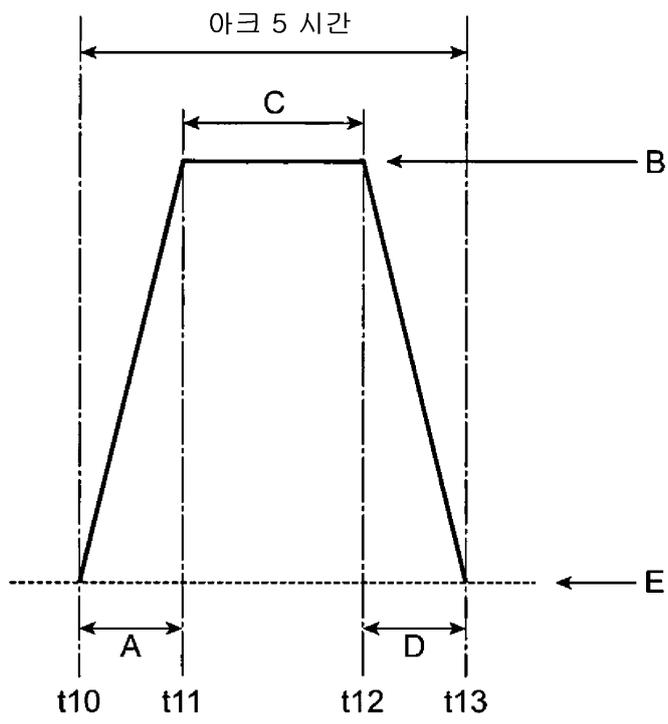
도면6



도면7



도면8



도면9

	시간A (ms)	전류값B (A)	시간C (ms)	시간D (ms)	전류값E (A)	아크 스타트 불량률	슬래그
실시예1	1.0	120	5.0	1.0	20	○	저부
실시예2	2.0	120	5.0	1.0	20	○	저부
실시예3	5.0	120	5.0	1.0	20	△	저부
실시예4	2.0	150	3.0	0.1	1.0	△	저부
실시예5	2.0	200	3.0	0.1	1.0	△	저부
실시예6	2.0	250	3.0	0.1	1.0	◎	측부
실시예7	2.0	300	3.0	0.1	1.0	◎	측부
실시예8	2.0	300	0.1	0.1	1.0	△	저부
실시예9	2.0	300	1.0	0.1	1.0	○	측부
실시예10	2.0	300	3.0	0.1	1.0	◎	측부
실시예11	2.0	300	3.0	0.1	1.0	◎	측부
실시예12	2.0	300	3.0	1.0	1.0	◎	측부
실시예13	2.0	300	3.0	3.0	1.0	○	측부
실시예14	2.0	300	3.0	10.0	1.0	△	측부
실시예15	2.0	120	3.0	0.1	1.0	△	측부
실시예16	2.0	120	3.0	1.0	1.0	○	측부
실시예17	2.0	120	3.0	3.0	1.0	◎	측부
실시예18	2.0	120	3.0	10.0	1.0	△	측부
실시예19	2.0	300	3.0	0.1	1.0	◎	측부
실시예20	2.0	300	3.0	0.1	20	△	측부
실시예21	2.0	300	3.0	0.1	50	△	측부
비교예	—	—	—	—	—	× (5%)	저부