



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

(45) 공고일자 2016년11월16일  
 (11) 등록번호 10-1676911  
 (24) 등록일자 2016년11월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 B23K 9/073 (2006.01) B23K 9/10 (2006.01)  
 B23K 9/12 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2014-0067325  
 (22) 출원일자 2014년06월03일  
 심사청구일자 2014년06월03일  
 (65) 공개번호 10-2014-0143706  
 (43) 공개일자 2014년12월17일  
 (30) 우선권주장  
 JP-P-2013-120734 2013년06월07일 일본(JP)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2012166249 A\*  
 JP2004298924 A\*  
 JP2013094840 A\*  
 JP2010221226 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 가부시키가이샤 야스카와덴키  
 일본국 후쿠오카현 기타큐슈시 야하타니시쿠 구로사키시로이시 2반 1고  
 (72) 발명자  
 무라카미 마사후미  
 일본 후쿠오카현 기타큐슈시 야하타니시쿠 구로사키시로이시 2반 1고 가부시키가이샤 야스카와덴키 내  
 사카모토 다이치  
 일본 후쿠오카현 기타큐슈시 야하타니시쿠 구로사키시로이시 2반 1고 가부시키가이샤 야스카와덴키 내  
 (74) 대리인  
 제일특허법인

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 홍성의

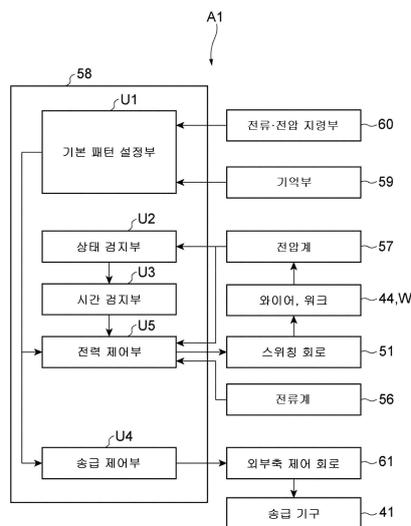
(54) 발명의 명칭 **아크 용접 장치, 아크 용접 시스템 및 아크 용접 방법**

**(57) 요약**

본 발명은 스파터를 저감시킬 수 있는 아크 용접 장치를 제공한다.

아크 용접 장치 A1는, 워크 W에 대해 용접 와이어(44)를 전진 및 후퇴시키는 송급 기구(41)와, 워크 W와 용접 와이어(44) 사이의 전압에 기초해서 단락 상태 및 아크 상태의 개시를 검지하는 상태 검지부 U2와, 단락 상태의 계속 예측 시간보다 짧은 시간을 기준 시간으로 해서, 단락 상태의 개시시로부터의 경과 시간이 기준 시간에 이른 것을 검지하는 시간 검지부 U3와, 경과 시간이 기준 시간에 이른 것에 따라서 워크 W와 용접 와이어(44) 사이의 전류를 저하시키고, 아크 상태의 개시후에 전류를 상승시키는 전력 제어부 U5를 구비한다.

**대표도 - 도3**



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

단락 상태 및 아크 상태를 반복해서 발생시키면서 용접을 행하는 아크 용접 장치로서,

워크에 대해 용접재를 전진 및 후퇴시키는 구동부와,

상기 워크와 상기 용접재 사이의 전압에 기초해서 상기 단락 상태 및 상기 아크 상태의 개시를 검지하는 상태 검지부와,

상기 단락 상태의 계속 예측 시간보다 짧은 시간을 기준 시간으로 해서, 상기 단락 상태의 개시시로부터의 경과 시간이, 상기 기준 시간에 이른 것을 검지하는 시간 검지부와,

상기 경과 시간이 상기 기준 시간에 이른 것에 따라서 상기 워크와 상기 용접재 사이의 전류를 저하시키고, 상기 아크 상태의 개시후에 상기 전류를 상승시키는 전력 제어부와,

상기 워크와 상기 용접재 사이의 전압 상승율을 산출하는 상승율 산출부와,

상기 아크 상태의 개시전에 있어서, 상기 용접재에 잘록해짐이 발생할 때의 상기 전압 상승율을 제 1 기준 상승율로 하고, 상기 제 1 기준 상승율보다 작은 상승율을 제 2 기준 상승율로 해서, 상기 전압 상승율이 상기 제 2 기준 상승율에 이른 것을 검지하는 상승 검지부

를 구비하되,

상기 전력 제어부는, 상기 경과 시간이 상기 기준 시간에 이른 것에 따라서 상기 전류를 제 1 전류값으로 저하시킨 후에, 상기 전압 상승율이 상기 제 2 기준 상승율에 이른 것에 따라서 상기 전류를 상기 제 1 전류값보다 작은 제 2 전류값으로 저하시키고, 상기 아크 상태의 개시후에 상승시키고,

상기 전력 제어부는, 상기 전압 상승율이 상기 제 2 기준 상승율에 이른 후에, 상기 전류를 경과 시간에 따라 서서히 저하시키는

아크 용접 장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전력 제어부는 상기 단락 상태의 개시후에 상기 전류를 상기 경과 시간에 따라 서서히 상승시키고,

상기 시간 검지부는, 상기 기준 시간에 대응하는 기준 전류값에 상기 전류가 이른 것에 의해, 상기 경과 시간이 상기 기준 시간에 이른 것을 검지하는 아크 용접 장치.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 전력 제어부는 상기 경과 시간이 상기 기준 시간에 이른 후에, 상기 전류를 상기 경과 시간에 따라 서서히 저하시키는 아크 용접 장치.

#### 청구항 4

삭제

**청구항 5**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 전력 제어부는, 상기 경과 시간이 상기 기준 시간에 이르기 전에 상기 전압 상승율이 상기 제 2 기준 상승율에 이르렀을 때에도, 상기 전류를 상기 제 2 전류값으로 저하시키고, 상기 아크 상태의 개시후에 상승시키는 아크 용접 장치.

**청구항 6**

제 5 항에 있어서,

상기 시간 검지부는, 상기 기준 시간보다 짧은 시간을 예비 시간으로 해서, 상기 경과 시간이 상기 예비 시간에 이른 것도 검지하고,

상기 전력 제어부는, 상기 경과 시간이 상기 예비 시간에 이를 때까지는, 상기 전압 상승율이 상기 제 2 기준 상승율에 이른 것을 무시하는

아크 용접 장치.

**청구항 7**

제 6 항에 있어서,

상기 전력 제어부는 상기 단락 상태의 개시후에 상기 전류를 상기 경과 시간에 따라 서서히 상승시키고,

상기 시간 검지부는, 상기 예비 시간에 대응하는 예비 전류값에 상기 전류가 이른 것에 의해, 상기 경과 시간이 상기 예비 시간에 이른 것을 검지하는

아크 용접 장치.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 상승 검지부는 상기 전압 상승율이 상기 제 1 기준 상승율에 이른 것도 검지하고,

상기 전력 제어부는, 상기 전류를 상기 제 2 전류값으로 저하시키는 도중에 상기 전압 상승율이 상기 제 1 기준 상승율에 이르면, 상기 전류의 하강율을 높이는

아크 용접 장치.

**청구항 10**

청구항 1 또는 청구항 2에 기재된 아크 용접 장치와, 상기 구동부를 유지해서 이동시키는 용접 로봇을 구비하는 아크 용접 시스템.

**청구항 11**

단락 상태 및 아크 상태를 반복해서 발생시키면서 용접을 행하는 아크 용접 장치에 의해 실행되는 아크 용접 방

법으로서,

워크에 대해 용접재를 전진 및 후퇴시키고,

상기 워크와 상기 용접재 사이의 전압에 기초해서 상기 단락 상태 및 상기 아크 상태의 개시를 검지하며,

상기 단락 상태의 계속 예측 시간보다 짧은 시간을 기준 시간으로 해서, 상기 단락 상태의 개시시로부터의 경과 시간이 상기 기준 시간에 이른 것을 검지하고,

상기 경과 시간이 상기 기준 시간에 이른 것에 따라서 상기 워크와 상기 용접재 사이의 전류를 저하시키고, 상기 아크 상태의 개시후에 상기 전류를 상승시키고,

상기 워크와 상기 용접재 사이의 전압 상승율을 산출하고,

상기 아크 상태의 개시전에 있어서, 상기 용접재에 잘록해짐이 발생할 때의 상기 전압 상승율을 제 1 기준 상승율로 하고, 상기 제 1 기준 상승율보다 작은 상승율을 제 2 기준 상승율로 해서, 상기 전압 상승율이 상기 제 2 기준 상승율에 이른 것을 검지하고,

상기 경과 시간이 상기 기준 시간에 이른 것에 따라서 상기 전류를 제 1 전류값으로 저하시킨 후에, 상기 전압 상승율이 상기 제 2 기준 상승율에 이른 것에 따라서 상기 전류를 상기 제 1 전류값보다 작은 제 2 전류값으로 저하시키고, 상기 아크 상태의 개시후에 상승시키고,

상기 전압 상승율이 상기 제 2 기준 상승율에 이른 후에, 상기 전류를 경과 시간에 따라 서서히 저하시키는

아크 용접 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 아크 용접 장치, 아크 용접 시스템 및 아크 용접 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 다양한 제품의 생산에 있어서, 단락 상태 및 아크 상태를 반복해서 발생시키면서 용접을 행하는 아크 용접 장치가 이용되고 있다. 생산성 향상을 위해서, 아크 용접 공정에서는 스파터(splatter)의 저감이 요구된다. 스파터를 저감시키기 위해서는, 아크 상태로의 이행시에 워크와 용접재 사이의 전류를 저하시키는 것이 유효하다. 예를 들면 특허문헌 1에는, 아크 상태의 개시 직전에 발생하는 용접재의 잘록해짐을, 워크와 용접재 사이의 전압 상승에 기초해서 검출하고, 이에 따라서 전류를 저하시키는 아크 용접 장치가 개시되어 있다.

#### 선행기술문헌

##### 특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 특허문헌 1 : 일본 특허 공개 제 2011-98375호 공보

#### 발명의 내용

##### 해결하려는 과제

[0004] 상술한 아크 용접 장치에 의하면, 잘록해짐 검출에 따라 전류를 저하시킴으로써 아크 상태의 개시에 앞서서 전류를 저하시켜서, 스파터를 저감시키는 것이 기대된다. 그러나 전압 변화의 불규칙성 등에 기인해서, 잘록해짐 검출의 정밀도에는 편차가 발생한다. 이 때문에, 잘록해짐 검출 후에 전류를 저하시켰다고 해도, 전류의 저하가 아크 상태의 개시까지는 충분하지 않을 우려가 있다. 이러한 경우, 스파터를 기대하는 만큼 저감시킬 수 없다.

[0005] 그래서 본 발명은, 스패터를 저감시킬 수 있는 아크 용접 장치, 아크 용접 시스템 및 아크 용접 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 본 발명에 따른 아크 용접 장치는 단락 상태 및 아크 상태를 반복해서 발생시키면서 용접을 행하는 장치로서, 워크에 대해 용접재를 전진 및 후퇴시키는 구동부와, 워크와 용접재 사이의 전압에 기초해서 단락 상태 및 아크 상태의 개시를 검지하는 상태 검지부와, 단락 상태의 계속 예측 시간보다 짧은 시간을 기준 시간으로 해서, 단락 상태의 개시시로부터의 경과 시간이 기준 시간에 이른 것을 검지하는 시간 검지부와, 경과 시간이 기준 시간에 이른 것에 따라서, 워크와 용접재 사이의 전류를 저하시키고, 아크 상태의 개시후에 전류를 상승시키는 전력 제어부를 구비한다.

[0007] 본 발명에 따른 아크 용접 시스템은 상기 아크 용접 장치와, 구동부를 유지하여 이동시키는 용접 로봇을 구비한다.

[0008] 본 발명에 따른 아크 용접 방법은 단락 상태 및 아크 상태를 반복해서 발생시키면서 용접을 행하는 아크 용접 장치에 의해 실행되는 방법으로서, 워크에 대해 용접재를 전진 및 후퇴시키고, 워크와 용접재 사이의 전압에 기초해서 단락 상태 및 아크 상태의 개시를 검지하며, 단락 상태의 계속 예측 시간보다 짧은 시간을 기준 시간으로 해서, 단락 상태의 개시시로부터의 경과 시간이 기준 시간에 이른 것을 검지하고, 경과 시간이 기준 시간에 이른 것에 따라서, 워크와 용접재 사이의 전류를 저하시키고, 아크 상태의 개시후에 전류를 상승시킨다.

**발명의 효과**

[0009] 본 발명에 의하면 스패터를 저감시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0010] 도 1은 제 1 실시 형태에 따른 아크 용접 장치를 구비하는 아크 용접 시스템의 개략도이다.
- 도 2는 아크 용접 장치의 구성을 나타내는 모식도이다.
- 도 3은 아크 용접 장치의 기능적인 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 4는 용접중의 전류, 전압 및 와이어 송급 속도를 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 제 2 실시 형태에 따른 아크 용접 장치의 기능적인 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 6은 용접중의 전류, 전압, 전압 상승율 및 와이어 송급 속도를 나타내는 그래프이다.
- 도 7은, 도 6에 있어서, 단락 상태의 계속 기간이 짧아진 경우를 나타내는 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0011] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 형태에 대해 도면을 참조하면서 상세하게 설명한다. 설명에 있어서, 동일 요소 또는 동일 기능을 가지는 요소에는 동일한 부호를 부여하고, 중복되는 설명을 생략한다.

[0012] <제 1 실시 형태>

[0013] 도 1에 나타내는 바와 같이, 아크 용접 시스템(1)은 로봇 장치 A0와, 아크 용접 장치 A1을 구비한다. 로봇 장치 A0은 로봇(2)과, 로봇 컨트롤러(3)를 가진다. 로봇(2)은, 예를 들면 시리얼 링크형의 로봇 암(arm)으로, 선단부에 툴 장착부(2a)를 가진다. 로봇(2)의 툴 장착부(2a)에는, 후술하는 용접 토치(4)가 장착된다. 로봇 컨트롤러(3)는 용접 토치(4)를 용접 대상 부분을 따라 이동시키도록 로봇(2)의 액츄에이터를 제어한다.

[0014] 아크 용접 장치 A1는 워크 W에 대해 용접 와이어(용접재)(44)를 반복해서 전진 및 후퇴시키면서 용접 와이어

(44)와 워크 W 사이에 전력을 공급하는 것에 의해, 단락 상태 및 아크 상태를 반복해서 발생시킨다. 아크 용접 장치 A1은 용접 토치(4)와, 외부 컨트롤러(6)와, 용접 전원(5)을 가진다.

- [0015] 용접 토치(4)는 상술한 바와 같이 로봇(2)의 툴 장착부(2a)에 장착된다. 용접 토치(4)에는, 콘duit 케이블(conduit cable)(46)을 거쳐서 패일 팩(pail pack)(42)이 접속됨과 아울러, 가스 호스(45)를 거쳐서 가스 붐베(43)가 접속된다. 패일 팩(42)은, 코일 형상으로 감겨진 용접 와이어(44)를 수용하고, 콘duit 케이블(46)을 통해 용접 토치(4)에 공급한다. 용접 와이어(44)는 용접 토치(4)의 선단으로부터 송출된다. 가스 붐베(43)는 실드 가스를 수용하고, 가스 호스(45)를 거쳐서 용접 토치(4)에 공급한다. 실드 가스로서는, 이산화탄소, 아르곤 또는 이들의 혼합 가스를 들 수 있다.
- [0016] 용접 토치(4)는 송급 기구(41)를 가진다. 송급 기구(41)는 예를 들면 서보 모터 등의 액츄에이터를 동력원으로 하여, 용접 와이어(44)의 정송(正送) 및 역송(逆送)을 행한다. 정송이란, 용접 와이어(44)의 선단이 워크 W에 가까워지도록 용접 와이어(44)를 전진시키는 것을 의미한다. 역송이란, 용접 와이어(44)의 선단이 워크 W로부터 멀어지도록 용접 와이어(44)를 후퇴시키는 것을 의미한다. 즉, 송급 기구(41)는 워크 W에 대해 용접 와이어(44)를 전진 및 후퇴시키는 구동부에 상당한다. 또한, 용접 토치(4)가 장착된 로봇(2)은 구동부를 유지하여 이동시키는 용접 로봇에 상당한다.
- [0017] 외부 컨트롤러(6)는 로봇 컨트롤러(3)에 내장되어 있다. 도 2에 나타내는 바와 같이, 외부 컨트롤러(6)는 전류·전압 지령부(60)와, 외부축 제어 회로(61)를 가진다. 전류·전압 지령부(60)는, 키보드 또는 터치 패널 등의 입력부(도시하지 않음)로부터 전류 및 전압의 설정값을 취득하고, 그 설정값을 아날로그 또는 디지털 신호로서 출력한다. 외부축 제어 회로(61)는, 예를 들면 툴 장착부(2a)에 장착되는 툴의 액츄에이터 등, 로봇(2)의 액츄에이터 이외의 액츄에이터를 제어하기 위해 로봇 컨트롤러(3)에 마련된 회로이며, 본 실시 형태에서는 송급 기구(41)의 액츄에이터를 제어한다.
- [0018] 용접 전원(5)은 1차 정류 회로(50)와, 스위칭 회로(51)와, 변압기(52)와, 2차 정류 회로(53)와, 차단 회로(54)와, 리액터(reactor)(55)와, 전류계(56)와, 전압계(57)와, 용접 제어부(58)와, 기억부(59)를 구비하며, 용접 토치(4) 및 워크 W에 용접용의 전력을 공급한다.
- [0019] 1차 정류 회로(50)는, 상용의 교류 전원 PS에 접속되고, 교류를 정류한다. 스위칭 회로(51)는 PWM에 의해 용접 토치(4)로의 공급 전력을 조절한다. 변압기(52)는 스위칭 회로(51)로부터의 출력의 변압을 행함과 아울러, 입력측과 출력측을 절연한다. 2차 정류 회로(53)는 변압기(52)로부터의 출력을 더 정류한다. 차단 회로(54)는, 예를 들면 반도체에 의해 구성되고, 차단 지령에 따라 용접 토치(4)로의 공급 전력을 차단한다. 리액터(55)는 용접 토치(4)로의 공급 전력을 평활화한다. 전류계(56)는 용접 토치(4)와 워크 W 사이의 전류(이하, 「출력 전류」라고 함)를 계측한다. 전압계(57)는 용접 토치(4)와 워크 W 사이의 전압(이하, 「출력 전압」이라고 함)을 계측한다.
- [0020] 용접 제어부(58)는 송급 기구(41) 및 스위칭 회로(51)를 제어하여 본 실시 형태에 따른 아크 용접 방법을 실행하는 컴퓨터이다. 기억부(59)는, 예를 들면 비휘발성 메모리이며, 용접 와이어(44)의 송급, 출력 전류 및 출력 전압의 제어 패턴이나 후술하는 각종의 값 등을 기억한다.
- [0021] 도 3에 나타내는 바와 같이, 용접 제어부(58)는 기본 패턴 설정부 U1와, 상태 검지부 U2와, 시간 검지부 U3와, 송급 제어부 U4와, 전력 제어부 U5를 가진다. 도시는 생략하지만, 용접 제어부(58)의 각부는 기억부(59)에 기억된 각종 값 등을 참조 가능하게 구성되어 있다. 기본 패턴 설정부 U1는 전류·전압 지령부(60)로부터 전류 및 전압의 설정값을 취득하고, 그 설정값에 적합한 제어 패턴(이하, 이 제어 패턴을 「기본 패턴」이라고 함)을 설정한다. 구체적으로는, 기억부(59)에 기억된 제어 패턴 중에서, 전류 및 전압의 설정값에 적합한 것을 기본 패턴으로서 선택한다.
- [0022] 상태 검지부 U2는, 출력 전압의 상승에 기초해서 아크 상태의 개시를 검지하고, 출력 전압의 하강에 기초해서 단락 상태의 개시를 검지한다. 시간 검지부 U3는, 단락 상태마다 단락 상태의 개시시를 기준으로 한 경과 시간을 계측하고, 그 경과 시간이 소정의 기준 시간에 이른 것을 검지한다. 기준 시간은 단락 상태의 계속 예측 시간보다 짧은 시간이다. 단락 상태의 계속 시간은, 예를 들면 미리 실험 등으로 구해져서, 기억부(59)에 기억된 값이다. 단락 시간의 계속 시간은, 용접 와이어(44)의 송급 속도 등에 기초해서 예측되어, 기억부(59)에 기억된 값이어도 된다.
- [0023] 송급 제어부 U4는, 송급 속도의 목표값을 외부축 제어 회로(61)에 출력해서 송급 기구(41)를 제어한다. 전력 제어부 U5는 출력 전류 및 출력 전압이 목표값에 가까워지도록 스위칭 회로(51)를 구동한다. 도 4를 참조해서

송급 제어부 U4 및 전력 제어부 U5가 행하는 제어의 구체예에 대해 설명한다.

- [0024] 도 4(a)는 출력 전류의 파형을 나타내는 그래프이다. 도 4(a)의 가로축은 시간을 나타내고, 세로축은 출력 전류값을 나타낸다. 도 4(b)는 출력 전압의 파형을 나타내는 그래프이다. 도 4(b)의 가로축은 시간을 나타내고, 세로축은 출력 전압값을 나타낸다. 도 4(c)는 송급 속도의 파형을 나타내는 그래프이다. 도 4(c)의 가로축은 시간을 나타낸다. 도 4(c)의 세로축은, 정속축을 양으로 하고, 역속축을 음으로 한 송급 속도를 나타낸다. 한편, 도 4(c)는 사다리꼴과 형상의 송급 속도를 나타내고 있지만, 이것에 한정되지 않는다. 송급 속도는 정현파 형상, 구형파 형상 또는 삼각파 형상이어도 좋다. 후술하는 도 6(d) 및 도 7(d)에 대해서도 마찬가지이다.
- [0025] 송급 제어부 U4는, 기본 패턴 설정부 U1로부터 송급 속도의 기본 패턴을 취득하고, 기본 패턴에 따라 용접 와이어(44)의 정송 및 역송을 반복하도록 송급 기구(41)를 제어한다. 송급 속도의 기본 패턴은 정송 및 역송을 주기 T0로 반복하도록 설정되어 있다(도 4(c) 참조). 한편, 본 실시 형태에서는, 송급 기구(41)에 의한 용접 와이어(44)의 정송 및 역송은 로봇(2)에 의한 용접 토치(4)의 이송에 병행해서 행해진다.
- [0026] 용접 와이어(44)가 정송되면, 그 도중에 용접 와이어(44)의 용융부와 워크 W가 접촉하여, 단락 상태가 개시된다. 용접 와이어(44)가 역송되면, 그 도중에 용접 와이어(44)와 워크 W가 이격되어, 아크 상태가 개시된다. 이와 같이, 단락 상태와 아크 상태는, 용접 와이어(44)의 정송 및 역송에 따라 반복된다. 이 때문에, 단락 상태의 계속 시간(이하, 「단락 기간」이라고 함) Ts와, 아크 상태의 계속 시간(이하, 「아크 기간」이라고 함) Ta의 합은 주기 T0에 대략 일치한다.
- [0027] 전력 제어부 U5는, 기본 패턴 설정부 U1로부터 출력 전류 및 출력 전압의 기본 패턴을 취득하고, 전류계(56) 및 전압계(57)로부터 출력 전류값 및 출력 전압값을 각각 취득한다. 전력 제어부 U5는 출력 전류 및 출력 전압이 기본 패턴에 따라서 추이(推移)하도록, 스위칭 회로(51)를 구동한다. 출력 전류 및 출력 전압의 기본 패턴은 단락 기간 Ts 및 아크 기간 Ta마다 동일 파형을 반복하도록 설정되어 있다.
- [0028] 출력 전압은 단락 상태에서부터 아크 상태로 이행할 때에 급상승한다(도 4(b) 참조). 이 급상승에 기초해서, 상태 검지부 U2에 의해 아크 상태의 개시가 검지된다. 출력 전압은 아크 상태에서부터 단락 상태로 이행할 때에 급강하한다. 이 급강하에 기초해서, 상태 검지부 U2에 의해 단락 상태의 개시가 검지된다.
- [0029] 단락 기간 Ts에서의 출력 전류의 파형은, 저(低)전류 상태(이하, 이 상태를 「차단 상태」라고 함)를 유지한 후, 경과 시간에 따라 서서히 커지도록 설정되어 있다(도 4(a) 참조). 경과 시간에 대한 출력 전류의 상승율은 시간 t1을 경계로 하여 전환된다. 시간 t1 이후에서의 출력 전류의 상승율은, 시간 t1 이전에서의 출력 전류의 상승율에 비해 완만하다. 아크 기간 Ta에서의 출력 전류의 기본 패턴은, 대략 일정값을 유지한 후, 경과 시간에 따라 서서히 작아지도록 설정되어 있다.
- [0030] 전력 제어부 U5는, 기본 패턴에 따른 제어에 추가하여, 단락 상태에서부터 아크 상태로 이행하기 앞서서 출력 전류를 저하시키는 제어를 행한다. 상세하게는, 단락 기간 Ts에 있어서, 경과 시간이 기준 시간 t2에 이른 것이 시간 검지부 U3에 의해 검지되면, 전력 제어부 U5는 경과 시간에 따라 출력 전류를 서서히 저하시키도록 스위칭 회로(51)를 구동하여, 단락 기간 Ts 이내에 차단 상태로 한다. 그 후, 아크 상태가 시작되면, 전력 제어부 U5는 출력 전류를 상승시키도록 스위칭 회로(51)를 구동한다.
- [0031] 이와 같이, 아크 용접 장치 A1에 의하면, 경과 시간이 기준 시간에 이른 것에 따라 전류가 저하되게 된다. 이것에 의해, 전압 변화의 불규칙성의 영향을 받는 없이 아크 상태의 개시에 앞서서 전류를 저하시킬 수 있다. 따라서, 스파터를 저감시킬 수 있다. 한편, 단락 상태 및 아크 상태는 용접 와이어(44)의 정송 및 역송에 의해 강제적으로 전환된다. 이 때문에, 단락 상태 및 아크 상태가 랜덤하게 전환되는 것에 비해서, 단락 상태의 계속 시간을 고정밀도로 예측할 수 있다. 이런 점이, 전류를 저하시키는 타이밍을 경과 시간에 기초해서 판단하는 것을 가능하게 하고 있다.
- [0032] 전력 제어부 U5는, 경과 시간이 기준 시간 t2에 이른 후에, 출력 전류를 경과 시간에 따라 서서히 저하시킨다. 이 때문에, 기준 시간 t2의 경과 후에도, 전류를 저하시키면서 전력의 공급을 계속할 수 있다. 또한, 단락 기간 Ts의 편차에 의해 출력 전류의 저하 도중에 단락 상태가 종료되는 경우에도, 그 때까지의 전류저하에 의해 단락 종료시의 전류는 억제된다. 따라서, 보다 충분한 전력을 공급하면서 스파터를 저감시킬 수 있다.
- [0033] 한편, 전력 제어부 U5는, 단락 기간 Ts에 있어서 경과 시간에 따라 서서히 출력 전류를 상승시키고 있다. 이것을 이용해서, 시간 검지부 U3는 기준 시간 t2에 대응하는 기준 전류값 c2에 출력 전류가 이른 것에 의해, 경과 시간이 기준 시간 t2에 이른 것을 검지해도 된다.

- [0034] <제 2 실시 형태>
- [0035] 제 2 실시 형태에 따른 아크 용접 장치 A2는, 아크 용접 장치 A1에 비해 용접 제어부(58)의 기능적인 구성이 다르다. 도 5에 나타낸 바와 같이, 아크 용접 장치 A2의 용접 제어부(58)는, 기본 패턴 설정부 U1, 상태 검지부 U2, 시간 검지부 U3, 송급 제어부 U4 및 전력 제어부 U5에 부가하여, 상승율 산출부 U6 및 상승 검지부 U7를 더 구비한다.
- [0036] 상승율 산출부 U6은 전압계(57)로부터 출력 전압값을 취득하고, 경과 시간에 대한 출력 전압의 상승율(이하, 「전압 상승율」이라고 함)을 산출한다. 상승 검지부 U7는, 전압 상승율이 제 1 기준 상승율에 이른 것 및 전압 상승율이 제 2 기준 상승율에 이른 것을 검지한다. 여기서, 단락 상태로부터 아크 상태로 이행하기 직전에는, 용접 와이어(44)의 용융부에 잘록해짐이 발생하고, 이에 따라 전압 상승율이 커진다. 제 1 기준 상승율은 잘록해짐이 발생할 때의 전압 상승율이고, 제 2 기준 상승율은 제 1 기준 상승율보다 작은 상승율이다.
- [0037] 아크 용접 장치 A2에 있어서의 시간 검지부 U3는, 경과 시간이 기준 시간에 이른 것을 검지하는 데 부가하여, 기준 시간보다 짧은 시간을 예비 시간으로 해서 경과 시간이 예비 시간에 이른 것도 검지한다.
- [0038] 아크 용접 장치 A2에 있어서도, 송급 제어부 U4는 송급 속도의 목표값을 외부측 제어 회로(61)에 출력해서 송급 기구(41)를 제어한다. 전력 제어부 U5는 출력 전류 및 출력 전압이 목표값에 가까워지도록 스위칭 회로(51)를 구동한다. 도 6 및 도 7을 참조해서, 아크 용접 장치 A2에 있어서 송급 제어부 U4 및 전력 제어부 U5가 행하는 제어의 구체예에 대해서 설명한다.
- [0039] 도 6(a) 및 도 7(a)은 출력 전류의 파형을 나타내는 그래프이다. 도 6(a) 및 도 7(a)의 가로축은 시간을 나타내고, 세로축은 출력 전류값을 나타낸다. 도 6(b) 및 도 7(b)은 출력 전압의 파형을 나타내는 그래프이다. 도 6(b) 및 도 7(b)의 가로축은 시간을 나타내고, 세로축은 출력 전압값을 나타낸다. 도 6(c) 및 도 7(c)는 전압 상승율의 파형을 나타내는 그래프이다. 도 6(c) 및 도 7(c)의 가로축은 시간을 나타내고, 세로축은 전압 상승율을 나타낸다. 도 6(d) 및 도 7(d)은 송급 속도의 파형을 나타내는 그래프이다. 도 6(d) 및 도 7(d)의 가로축은 시간을 나타내고, 세로축은 정속축을 정으로 하고, 역속축을 음으로 한 송급 속도를 나타낸다.
- [0040] 송급 제어부 U4는, 아크 용접 장치 A1의 송급 제어부 U4와 마찬가지로, 용접 와이어(44)의 정송 및 역송을 주기 T0로 반복하도록 송급 기구(41)를 제어한다(도 6(d) 참조).
- [0041] 전력 제어부 U5는 기본 패턴 설정부 U1로부터 출력 전류 및 출력 전압의 기본 패턴을 취득하고, 전류계(56) 및 전압계(57)로부터 출력 전류값 및 출력 전압값을 각각 취득한다. 전력 제어부 U5는 출력 전류 및 출력 전압이 기본 패턴에 따라서 추이하도록 스위칭 회로(51)를 구동한다. 출력 전류 및 출력 전압의 기본 패턴은, 단락 기간 Ts 및 아크 기간 Ta마다 동일 파형을 반복하도록 설정되어 있다.
- [0042] 출력 전압은 단락 상태로부터 아크 상태로 이행할 때에 급상승한다(도 6(b) 참조). 이 급상승에 기초해서 상태 검지부 U2에 의해 아크 상태의 개시가 검지된다. 출력 전압은 아크 상태로부터 단락 상태로 이행할 때에 급강하한다. 이 급강하에 기초해서 상태 검지부 U2에 의해 단락 상태의 개시가 검지된다.
- [0043] 단락 기간 Ts에서의 출력 전류의 파형은 차단 상태를 유지한 후, 경과 시간에 따라 서서히 커지도록 설정되어 있다(도 6(a) 참조). 경과 시간에 대한 출력 전류의 상승율은 시간 t1을 경계로 하여 전환된다. 시간 t1 이후에서의 출력 전류의 상승율은 시간 t1 이전에서의 출력 전류의 상승율에 비해 완만하다. 아크 기간 Ta에서의 출력 전류의 기본 패턴은, 대략 일정값을 유지한 후, 경과 시간에 따라 서서히 작아지도록 설정되어 있다.
- [0044] 전력 제어부 U5는, 기본 패턴에 따른 제어에 부가하여, 단락 상태로부터 아크 상태로 이행하기에 앞서서 출력 전류를 저하시키는 제어를 행한다. 상세하게는, 단락 기간 Ts에서, 경과 시간이 기준 시간 t3에 이른 것이 시간 검지부 U3에 의해 검지되면, 전력 제어부 U5는 경과 시간에 따라 출력 전류를 서서히 저하시키도록 스위칭 회로(51)를 구동하여, 출력 전류를 제 1 전류값 c3로 저하시킨다. 기준 시간 t3은 아크 용접 장치 A1에 있어서의 기준 시간 t2에 비해 작게 설정되어 있다.
- [0045] 그 후, 전압 상승율이 제 2 기준 상승율 r2에 이른 것이 상승 검지부 U7에 의해 검지되면, 전력 제어부 U5는 경과 시간에 따라 출력 전류를 서서히 저하시키도록 스위칭 회로(51)를 구동하여, 출력 전류를 제 2 전류값 c4로 저하시킨다. 제 2 전류값 c4는 제 1 전류값 c3보다 작은 값이다. 일례로, 제 2 전류값 c4는 상술한 저전류의 상태의 값으로, 출력 전류가 제 2 전류값 c4가 되는 것은 차단 상태가 되는 것에 상당한다.

- [0046] 출력 전류를 제 2 전류값  $c_4$ 로 저하시키는 도중에, 전압 상승율이 제 1 기준 상승율  $r_1$ 에 이른 것이 상승 검지부 U7에 의해 검지되면, 전력 제어부 U5는 차단 회로(54)에 의해 출력 전류를 차단한다. 이것에 의해, 전압 상승율이 제 1 기준 상승율  $r_1$ 에 이르기 전에 비해서, 출력 전류는 급강하한다. 즉, 전력 제어부 U5는, 전압 상승율이 제 1 기준 상승율  $r_1$ 에 이르면 출력 전류의 하강율을 높인다.
- [0047] 한편, 단락 상태와 아크 상태 사이의 이행의 불규칙성에 의해, 경과 시간이 기준 시간  $t_3$ 에 이르기 앞서서, 전압 상승율이 제 2 기준 상승율  $r_2$ 에 이를 가능성이 있다. 도 7의 우측 부분은, 기준 시간  $t_3$ 에 앞선 시간  $t_4$ 에 있어서, 전압 상승율이 제 2 기준 상승율  $r_2$ 에 이른 경우를 예시하고 있다. 이러한 경우, 전력 제어부 U5는 경과 시간이 기준 시간  $t_3$ 에 이르는 것을 기다리지 않고, 경과 시간에 따라 출력 전류를 서서히 저하시키도록 스위칭 회로(51)를 구동하여, 출력 전류를 제 2 전류값  $c_4$ 로 저하시킨다.
- [0048] 단, 전력 제어부 U5는, 경과 시간이 예비 시간에 이른 것이 시간 검지부 U3에 의해 검지될 때까지는, 전압 상승율이 제 2 기준 상승율에 이른 것을 무시한다. 예비 시간은, 예를 들면 출력 전류의 상승율이 전환되는  $t_1$ 이어도 된다.
- [0049] 출력 전류를 제 2 전류값  $c_4$ 로 저하시키는 도중에, 전압 상승율이 제 1 기준 상승율  $r_1$ 에 이른 것이 상승 검지부 U7에 의해 검지되면, 전력 제어부 U5는 차단 회로(54)에 의해 출력 전류를 차단한다.
- [0050] 전력 제어부 U5가 출력 전류를 저하시킨 후에, 아크 상태의 개시가 상태 검지부 U2에 의해 검지되면, 전력 제어부 U5는 출력 전류를 상승시키도록 스위칭 회로(51)를 구동한다.
- [0051] 이와 같이, 아크 용접 장치 A2에 있어서의 전력 제어부 U5는, 경과 시간이 기준 시간  $t_3$ 에 이른 것에 따라서 출력 전류를 제 1 전류값  $c_3$ 로 저하시킨 후에, 전압 상승율이 제 2 기준 상승율  $r_2$ 에 이른 것에 따라서 출력 전류를 제 1 전류값  $c_3$ 보다 작은 제 2 전류값  $c_4$ 로 저하시킨다. 기준 시간  $t_3$  경과시에 전류가 제 1 전류값  $c_3$ 로 저하되었기 때문에, 전압 변화의 불규칙성의 영향을 받는 일없이, 아크 상태의 개시에 앞서서 출력 전류를 저하시킬 수 있다. 한편, 기준 시간  $t_3$ 의 경과후에도, 전압 상승율이 제 2 기준 상승율  $r_2$ 에 이를 때까지는 제 1 전류값  $c_3$ 에서의 전력 공급을 계속할 수 있다. 따라서, 보다 충분한 전력을 공급하면서, 스파터를 저감시킬 수 있다.
- [0052] 전력 제어부 U5는, 전압 상승율이 제 2 기준 상승율  $r_2$ 에 이른 후에, 출력 전류를 경과 시간에 따라서 서서히 저하시킨다. 이 때문에, 전압 상승율이 제 2 기준 상승율에 이른 후에도, 전류를 저하시키면서 전력의 공급을 계속할 수 있다. 또한, 단락 기간  $T_s$ 의 편차에 의해 출력 전류의 저하 도중에 단락 상태가 종료되는 경우에도, 그 때까지의 전류 저하에 의해 단락 종료시의 전류는 억제된다. 따라서, 보다 충분한 전력을 공급하면서 스파터를 저감시킬 수 있다.
- [0053] 전력 제어부 U5는, 출력 전류를 제 2 전류값  $c_4$ 로 저하시키는 도중에 전압 상승율이 제 1 기준 상승율  $r_1$ 에 이르면, 출력 전류의 하강율을 높인다. 이것에 의해, 단락 종료시의 전류를 보다 확실하게 억제할 수 있기 때문에, 보다 확실하게 스파터를 저감시킬 수 있다.
- [0054] 전력 제어부 U5는, 경과 시간이 기준 시간  $t_3$ 에 이르기 전에 전압 상승율이 제 2 기준 상승율  $r_2$ 에 이르렀을 때에도, 출력 전류를 제 2 전류값  $c_4$ 로 저하시킨다. 이 때문에, 단락 기간  $T_s$ 가 편차에 의해 기준 시간  $t_3$ 보다 짧게 된 경우에도, 전압 상승율이 제 2 기준 상승율  $r_2$ 에 이른 것에 따라서 전류를 저하시킬 수 있다. 따라서, 보다 확실하게, 아크 상태의 개시에 앞서서 전류를 저하시켜서 스파터를 저감시킬 수 있다.
- [0055] 전력 제어부 U5는, 경과 시간이 예비 시간에 이를 때까지는, 전압 상승율이 제 2 기준 상승율  $r_2$ 에 이른 것을 무시한다. 전압 상승율은 전압 변화의 불규칙성 등에 기인하여, 아크 상태로의 이행시 이외에도 제 2 기준 상승율  $r_2$ 에 이를 가능성이 있다. 이러한 경우에도 출력 전류를 저하시켜 버리면, 불필요한 전력 저하를 발생시키게 된다. 경과 시간이 예비 시간에 이를 때까지, 전압 상승율이 제 2 기준 상승율  $r_2$ 에 이른 것을 무시함으로써 불필요한 전력 저하를 억제할 수 있다.
- [0056] 한편, 전력 제어부 U5는, 단락 기간  $T_s$ 에 있어서, 출력 전류를 경과 시간에 따라서 서서히 상승시키고 있다. 이것을 이용해서, 시간 검지부는, 예비 시간에 대응하는 예비 전류값에 출력 전류가 이른 것에 의해, 경과 시간이 예비 시간에 이른 것을 검지해도 된다. 예컨대, 도 6 및 도 7에 있어서 예비 시간을  $t_1$ 로 하는 경우, 예비 전류값은  $c_1$ 이다.
- [0057] 이상, 본 발명의 실시 형태에 대해서 설명했지만, 본 발명은 반드시 상술한 실시 형태에 한정되는 것이 아니며, 그 요지를 일탈하지 않는 범위에서 다양한 변경이 가능하다. 예컨대, 외부 컨트롤러(6)는 반드시 로봇 컨트롤

러(3)에 내장되어 있지 않아도 좋다. 외부 컨트롤러(6)는 독립된 1 유닛이어도 좋고, 용접 전원(5)과 일체화되어 있어도 좋다.

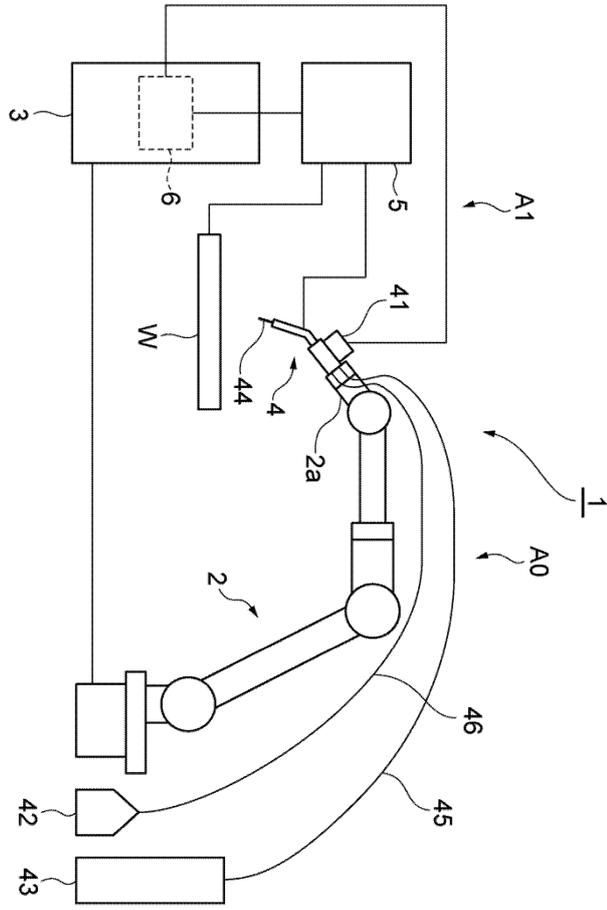
**부호의 설명**

[0058]

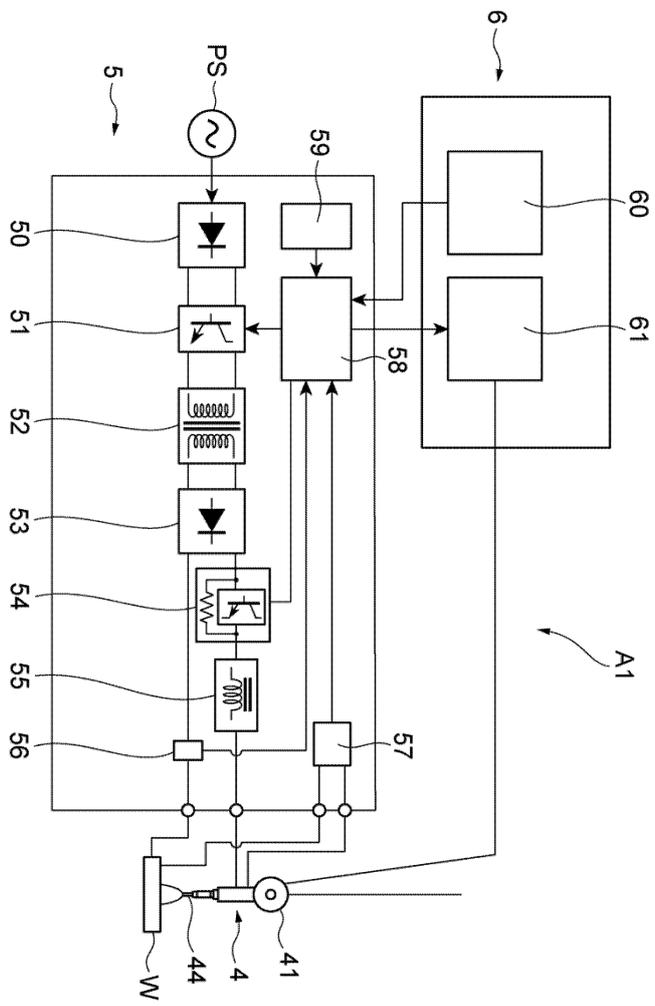
- 1 : 아크 용접 시스템
- 2 : 로봇(용접 로봇)
- 41 : 송급 기구(구동부)
- 44 : 용접 와이어(용접재)
- A1, A2 : 아크 용접 장치
- c2 : 기준 전류값
- c3 : 제 1 전류값
- c4 : 제 2 전류값
- r1 : 제 1 기준 상승율
- r2 : 제 2 기준 상승율
- t2, t3 : 기준 시간
- U2 : 상태 검지부
- U3 : 시간 검지부
- U5 : 전력 제어부
- U6 : 상승율 산출부
- U7 : 상승 검지부
- W : 워크

도면

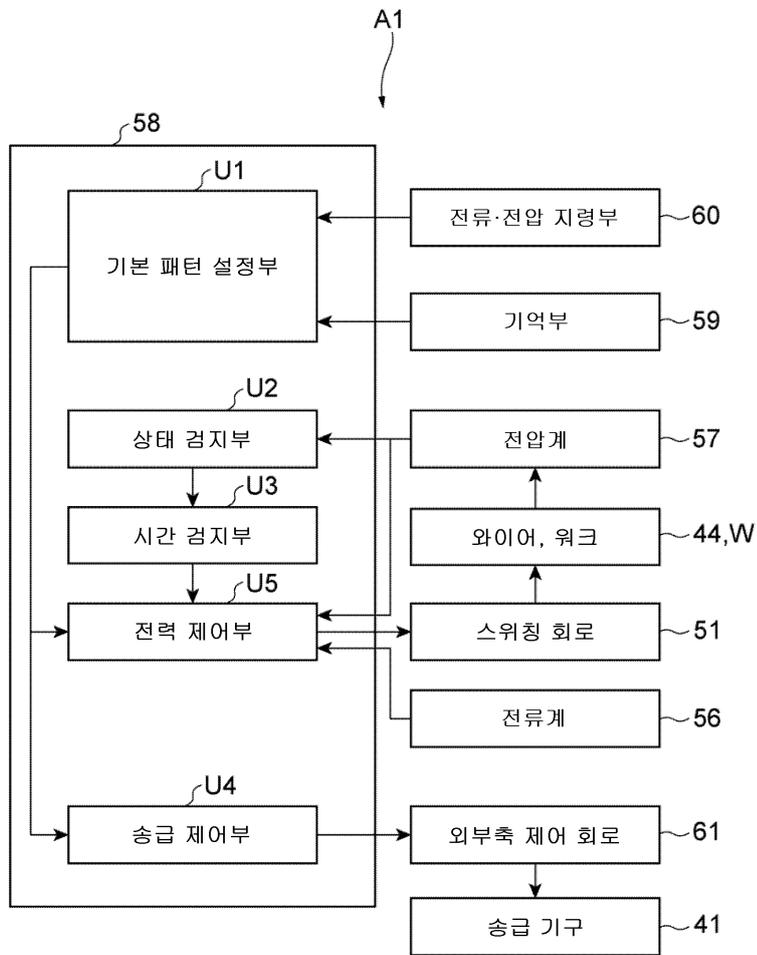
도면1



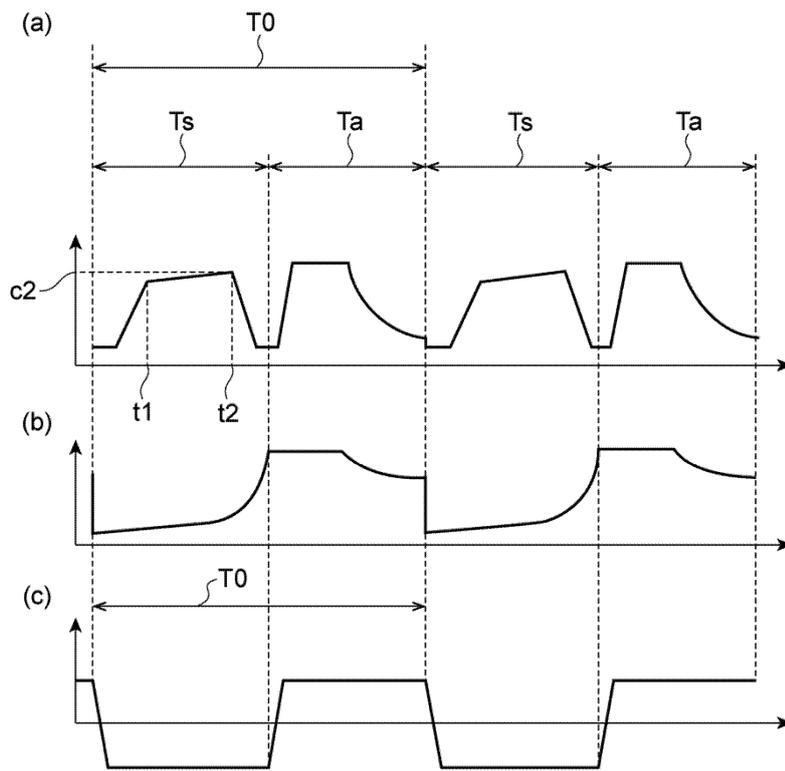
도면2



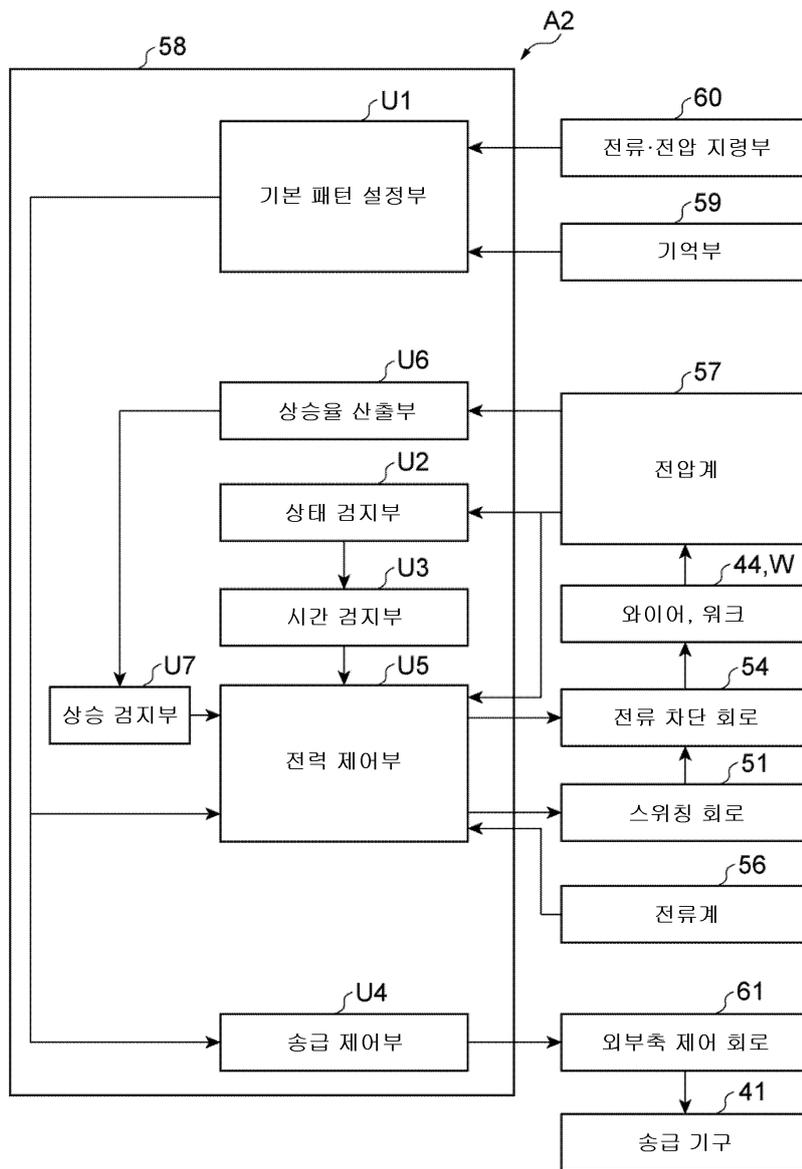
도면3



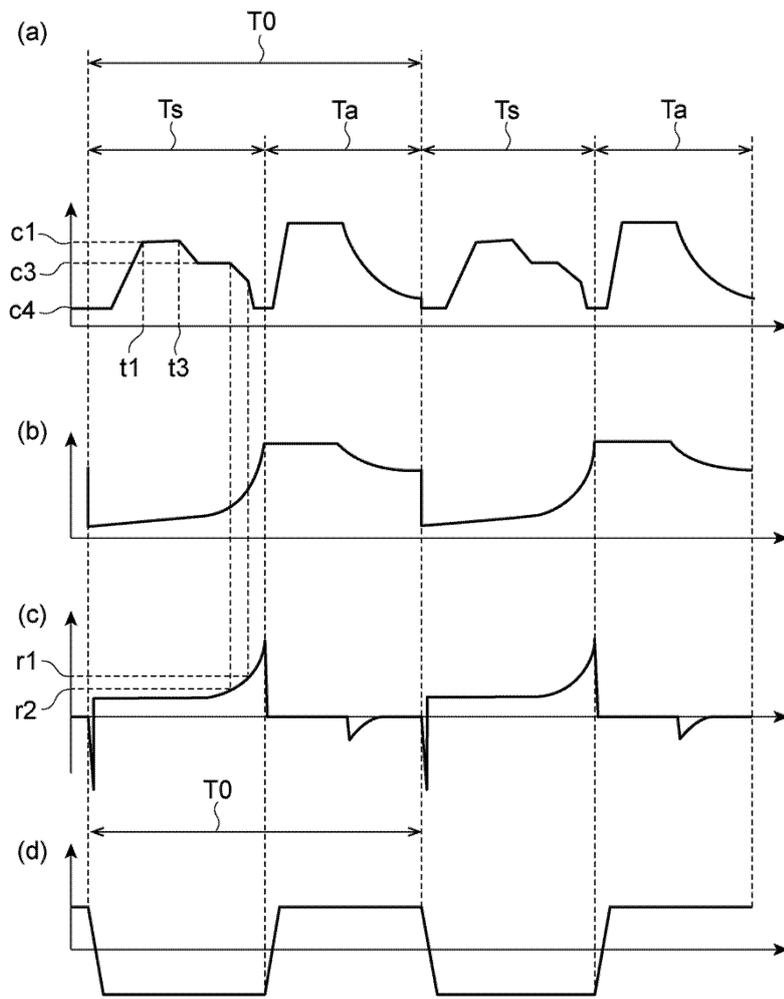
도면4



도면5



도면6



도면7

