



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년11월04일
(11) 등록번호 10-2174279
(24) 등록일자 2020년10월29일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 9/09 (2006.01) B23K 9/095 (2006.01)
B23K 9/10 (2006.01) B23K 9/173 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B23K 9/091 (2013.01)
B23K 9/0953 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7036683
- (22) 출원일자(국제) 2014년06월06일
심사청구일자 2019년05월08일
- (85) 번역문제출일자 2015년12월24일
- (65) 공개번호 10-2016-0019467
- (43) 공개일자 2016년02월19일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2014/041201
- (87) 국제공개번호 WO 2014/200825
국제공개일자 2014년12월18일
- (30) 우선권주장
61/834,738 2013년06월13일 미국(US)
14/291,972 2014년05월30일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
JP57019166 X2*
US20080264917 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
일리노이즈 툴 워크스 인코포레이티드
미국 일리노이즈주 60025 글렌뷰 할렘 애비뉴 155
- (72) 발명자
허치슨 리차드 마틴
미국 일리노이즈주 60025 글렌뷰 할렘 애비뉴 155
일리노이즈 툴 워크스 인코포레이티드 내
헤이븐 칼럼
미국 일리노이즈주 60025 글렌뷰 할렘 애비뉴 155
일리노이즈 툴 워크스 인코포레이티드 내
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 19 항

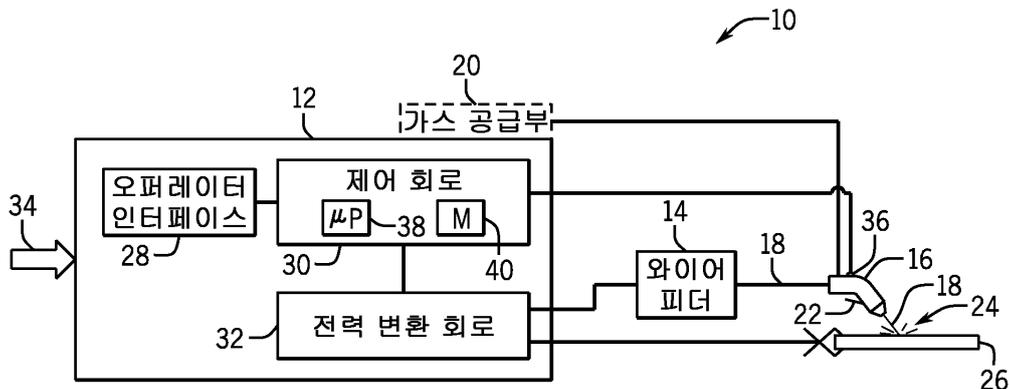
심사관 : 박성용

(54) 발명의 명칭 **상태 검출된 전압에 따른 용접 전류의 제어에 의한 이상 캐소드 이벤트 제어를 위한 시스템 및 방법**

(57) 요약

용접 시스템(10)을 동작하는 방법은, 복수의 펄스 주기들을 통해 전극(18)에 용접 전류 및 용접 전압을 공급하는 단계를 포함하고, 복수의 펄스 주기들 중의 각각의 펄스 주기는 배경 페이즈 및 피크 페이즈를 포함한다. 그 방법은 또한, 용접 전압의 전압 값이 검출 전압보다 더 클 때에 적어도 부분적으로 기초하여 복수의 펄스 주기들 중의 제 1 펄스 주기의 배경 페이즈 동안 이상 캐소드 이벤트의 발생을 검출하는 단계를 포함한다. 그 방법은 또한, 이상 캐소드 이벤트의 일 부분 동안 원하는 전류로 용접 전류를 제어하는 단계를 포함한다. 그 부분은 제 1 펄스 주기의 배경 페이즈의 인터벌을 포함하고, 용접 전류는 이상 캐소드 이벤트의 부분 동안 용접 전압에 관계 없이 제어된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B23K 9/1043 (2013.01)

B23K 9/1062 (2013.01)

B23K 9/173 (2013.01)

(72) 발명자

마스치케 브라이언 더스틴

미국 일리노이즈주 60025 글렌뷰 할렘 애비뉴 155
일리노이즈 툴 위크스 인코포레이티드 내

메혼 피터 도널드

미국 일리노이즈주 60025 글렌뷰 할렘 애비뉴 155
일리노이즈 툴 위크스 인코포레이티드 내

명세서

청구범위

청구항 1

용접 시스템에 있어서,

복수의 펄스 주기들에서 토치(torch)에 용접 전력을 공급하도록 구성된 전력 소스로서, 상기 복수의 펄스 주기들의 각각의 펄스 주기는 피크 페이즈(peak phase) 및 배경 페이즈(background phase)를 포함하고, 상기 용접 전력은 용접 전류 및 용접 전압을 포함하는 것인, 상기 전력 소스; 및

상기 전력 소스에 연결된 제어 회로로서, 상기 제어 회로는 상기 용접 전압의 전압 값이 상기 배경 페이즈 동안 배경 전압으로부터 검출 전압 값보다 큰 전압 값으로 증가할 때 상기 전력 소스가 상기 용접 전류를 배경 전류 값으로 공급하게 제어하도록 구성되는 것인, 상기 제어 회로

를 포함하는 것인, 용접 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제어 회로에 연결된 센서를 포함하고, 상기 전압 값은 상기 센서로부터의 피드백에 적어도 부분적으로 기초하는 것인, 용접 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 전력 소스는 상기 배경 페이즈 동안 복수의 제어 모드들에서 동작하도록 구성되고, 상기 복수의 제어 모드들은,

상기 용접 전압을 배경 전압으로 제어하고 상기 용접 전압에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 용접 전류를 제어하도록 구성된 정전압 모드; 및

상기 용접 전압에 관계 없이 상기 용접 전류를 제어하도록 구성된 전류 제어 모드

를 포함하고,

상기 제어 회로는, 상기 전압 값이 상기 배경 페이즈에서 상기 검출 전압보다 더 클 때 상기 전류 제어 모드로 상기 전력 소스의 동작을 변경시키도록 구성되며, 상기 제어 회로는 상기 피크 페이즈에서 상기 정전압 모드로 상기 전력 소스의 동작을 변화시키도록 구성되는 것인, 용접 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제어 회로는, 상기 전류 제어 모드로 상기 전력 소스의 동작을 변경시킬 때 상기 전력 소스의 메모리로부터 저장된 데이터를 소거(clear)하도록 구성되고, 상기 저장된 데이터는 상기 정전압 모드에서 동작 동안 상기 용접 전압의 제어에 대응하는 것인, 용접 시스템.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 제어 회로는, 상기 전압 값이 상기 배경 페이즈에서 종료 전압보다 더 작을 때 상기 정전압 모드로 상기 전력 소스의 동작을 변경시키도록 구성되는 것인, 용접 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

각각의 펄스 주기의 상기 배경 페이지의 배경 지속 시간은 상기 복수의 펄스 주기들 중의 각각의 펄스 주기에 대해 균일하고, 상기 각각의 펄스 주기의 상기 피크 페이지의 피크 지속 시간은 상기 복수의 펄스 주기들 중의 각각의 펄스 주기에 대해 균일한 것인, 용접 시스템.

청구항 7

용접 시스템의 동작 방법에 있어서,

복수의 펄스 주기들을 통해 전극에 용접 전류 및 용접 전압을 공급하는 단계로서, 상기 복수의 펄스 주기들 중의 각각의 펄스 주기는 배경 페이지 및 피크 페이지를 포함하는 것인, 상기 공급하는 단계;

상기 용접 전압의 전압 값이 배경 전압으로부터 검출 전압 값보다 큰 전압 값으로 증가할 때 상기 복수의 펄스 주기들 중의 제 1 펄스 주기의 상기 배경 페이지 동안 이상(anomalous) 캐소드 이벤트의 발생을 검출하는 단계; 및

상기 이상 캐소드 이벤트의 부분 동안 원하는 전류로 상기 용접 전류를 제어하는 단계로서, 상기 부분은 상기 제 1 펄스 주기의 상기 배경 페이지의 인터벌(interval)을 포함하고, 상기 용접 전류는 상기 이상 캐소드 이벤트의 상기 부분 동안 상기 용접 전압에 관계 없이 제어되는 것인, 상기 제어하는 단계

를 포함하는 것인, 용접 시스템의 동작 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 이상 캐소드 이벤트의 발생을 검출하는 단계는 상기 용접 시스템의 메모리에 저장된 상기 검출 전압과 상기 용접 전압의 상기 전압 값을 비교하는 단계를 포함하는 것인, 용접 시스템의 동작 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 용접 전류의 전류 값 및 상기 용접 전압의 상기 전압 값을 감지하는 단계; 및

감지된 상기 전류 값, 감지된 상기 전압 값, 또는 이들의 임의의 조합에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 검출 전압을 결정하는 단계

를 포함하는 것인, 용접 시스템의 동작 방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 복수의 펄스 주기들 중의 각각의 펄스 주기 동안 정전압 조절 방법에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 용접 전류를 제어하는 단계;

상기 제 1 펄스 주기의 상기 배경 페이지에서 상기 이상 캐소드 이벤트의 검출시에 상기 정전압 조절 방법을 중단하는 단계; 및

상기 용접 전압의 전압 값이 상기 제 1 펄스 주기의 배경 페이지 동안의 종료 전압보다 작을 때, 상기 제 1 펄스 주기의 배경 페이지에 후속하는 피크 페이지가 시작될 때, 또는 이들의 임의의 조합에서 상기 정전압 조절 방법을 재개하는 단계

를 포함하는 것인, 용접 시스템의 동작 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 펄스 주기의 배경 페이지에서 상기 이상 캐소드 이벤트의 검출시에 메모리에 저장된 데이터를 소거하는 단계를 포함하고, 상기 소거된 데이터는 상기 이상 캐소드 이벤트 전에 상기 정전압 조절 방법에 기초하여

상기 용접 전류의 제어 동안 상기 용접 시스템에 의해 획득되는 피드백에 대응하는 것인, 용접 시스템의 동작 방법.

청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 검출 전압은, 상기 전극의 전극 돌출(extension), 아크 길이 또는 이들의 임의의 조합에 적어도 부분적으로 기초하여 시뮬레이션된 전압을 포함하는 것인, 용접 시스템의 동작 방법.

청구항 13

제 7 항에 있어서,

전력 소스의 제어 회로, 상기 전력 소스의 전력 변환 회로, 및 상기 전력 소스에 연결된 하나 이상의 센서들 중 적어도 하나에 연결된 상태 관측기로부터의 피드백에 적어도 부분적으로 기초하여 실시간으로 상기 검출 전압을 결정하는 단계를 포함하는 것인, 용접 시스템의 동작 방법.

청구항 14

제 7 항에 있어서,

상기 원하는 전류는 배경 전류를 포함하고, 상기 이상 캐소드 이벤트 전에 상기 제 1 펄스 주기의 상기 배경 펄스 동안 공급된 상기 용접 전류의 전류 값은 상기 배경 전류를 포함하는 것인, 용접 시스템의 동작 방법.

청구항 15

제 7 항에 있어서,

상기 용접 전류는 상기 전극의 재료에 적어도 부분적으로 기초하여 램프 레이트(ramp rate)에서 상기 원하는 전류로 제어되는 것인, 용접 시스템의 동작 방법.

청구항 16

방법에 있어서,

제 1 펄스 주기의 제 1 피크 페이즈에서 용접 와이어에 피크 전류 값의 용접 전류 및 피크 전압 값의 용접 전압을 공급하는 단계로서, 상기 용접 전류는 상기 제 1 피크 페이즈 동안 상기 용접 전압에 적어도 부분적으로 기초하여 간접적으로 제어되는 것인, 상기 공급하는 단계;

배경 전류 값의 상기 용접 전류 및 배경 전압 값의 상기 용접 전압을 상기 제 1 펄스 주기의 배경 페이즈의 제 1 부분에서 상기 용접 와이어에 공급하는 단계; 및

상기 제 1 펄스 주기의 상기 배경 페이즈의 제 2 부분 동안 상기 용접 전압에 관계 없이 상기 배경 전류 값으로 상기 용접 전류를 제어하는 단계로서, 상기 배경 페이즈의 제 2 부분은 이상 캐소드 이벤트를 포함하고, 상기 용접 전압의 전압 값은 상기 이상 캐소드 이벤트 동안 배경 전압으로부터 검출 전압 값보다 큰 전압 값으로 증가하는 것인, 상기 제어하는 단계

를 포함하는 것인, 방법.

청구항 17

삭제

청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 검출 전압은, 상기 용접 와이어의 특성, 보호 가스(shielding gas), 시뮬레이션된 전압, 또는 상기 배경 전압 값, 또는 이들의 임의의 조합에 적어도 부분적으로 기초하는 것인, 방법.

청구항 19

제 16 항에 있어서,

상기 제 1 펄스 주기의 상기 배경 페이즈의 제 3 부분 동안 상기 용접 전압에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 용접 전류를 제어하는 단계를 포함하고, 상기 제 3 부분은 상기 이상 캐소드 이벤트에 후속되고, 상기 용접 전압은 상기 배경 페이즈의 제 3 부분 동안 종료 전압보다 작은 것인, 방법.

청구항 20

제 16 항에 있어서,

상기 제 1 펄스 주기의 배경 페이즈에 후속되는 제 2 펄스 주기의 제 2 피크 페이즈에서 상기 피크 전압 값으로 상기 용접 전압을 제어하는 단계를 포함하고, 상기 용접 전류는, 상기 제 2 피크 페이즈 동안 상기 용접 전압에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 피크 전류 값으로 간접적으로 제어되는 것인, 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 관련 출원에 대한 상호 참조
- [0002] 본 출원은, 2013년 6월 13일자로 출원된 발명의 명칭이 "ANOMALOUS CATHODE EVENT CONTROL"인 U.S. 가출원 번호 제61/834,738호로부터 우선권 및 그의 혜택을 주장하고, 이 가출원은 이로써 참조에 의해 모든 목적을 위해 전부 인용된다.
- [0003] 본 발명은 일반적으로 용접 시스템에 관한 것이고, 구체적으로는 가스-금속 아크 용접(gas-metal arc welding; GMAW)을 위한 용접 시스템들의 제어에 관한 것이다.

배경 기술

- [0004] 아크 용접 시스템들은 일반적으로, 전극과 작업편 사이에 아크를 통하게 함으로써, 전극 및 작업편을 가열하여 용접을 일으키도록 전극에 전류를 인가하는 전력 소스를 포함한다. 많은 시스템들에서, 전극은 용접 토치를 통해 진행되는 와이어로 이루어진다. 용접 프로세스 동안, 용융 와이어의 부분들은 아크를 통해 작업편 상에 퇴적(deposit)된다. 불행하게도, 아크의 불안정성은 용접에 전극을 적용하는 것에 영향을 미친다.

발명의 내용

- [0005] 최초 청구된 본 발명과 범위가 동등한 소정 양태들이 아래에 제시된다. 이들 양태들은 단지 독자에게, 본 발명이 취할 수도 있는 소정 형태들의 간략한 요약에 제공하기 위하여 제시되고 이들 양태들은 본 발명의 범위를 제한하도록 의도되지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 사실, 본 발명은 아래에 제시되지 않을 수도 있는 다양한 양태들을 망라할 수도 있다.
- [0006] 일 실시형태에서, 용접 시스템은 전력 소스 및 그 전력 소스에 연결된 제어 회로를 포함한다. 전력 소스는, 복수의 펄스 주기들에서 토치에 용접 전력을 공급하도록 구성되고, 각각의 펄스 주기는 피크 페이즈(peak phase) 및 배경 페이즈(background phase)를 포함한다. 용접 전력은 용접 전류 및 용접 전압을 포함한다. 제어 회로는, 배경 페이즈에서 용접 전압의 전압 값이 검출 전압보다 더 클 때 용접 전류를 배경 전류로 제어하도록 구성된다.
- [0007] 또 다른 실시형태에서, 용접 시스템을 동작하는 방법은, 복수의 펄스 주기들을 통해 전극에 용접 전류 및 용접 전압을 공급하는 단계를 포함하고, 복수의 펄스 주기들 중의 각각의 펄스 주기는 배경 페이즈 및 피크 페이즈를 포함한다. 그 방법은 또한, 용접 전압의 전압 값이 검출 전압보다 더 클 때에 적어도 부분적으로 기초하여 복수의 펄스 주기들 중의 제 1 펄스 주기의 배경 페이즈 동안 이상 캐소드 이벤트의 발생을 검출하는 단계를 포함한다. 그 방법은 또한, 이상 캐소드 이벤트의 일 부분 동안 원하는 전류로 용접 전류를 제어하는 단계를 포함한다. 그 부분은 제 1 펄스 주기의 배경 페이즈의 인터벌을 포함하고, 용접 전류는 이상 캐소드 이벤트의 부분 동안 용접 전압에 관계 없이 제어된다.
- [0008] 또 다른 실시형태에서, 용접 시스템을 동작하는 방법은 제 1 펄스 주기의 제 1 피크 페이즈에서 피크 전류 값의 용접 전류 및 피크 전압 값의 용접 전압을 용접 와이어에 공급하는 단계를 포함한다. 제 1 피크 페이즈 동안 용접 전류는 용접 전압에 적어도 부분적으로 기초하여 간접적으로 제어된다. 그 방법은 또한, 제 1 펄스 주기

의 배경 페이지의 제 1 부분에서 배경 전류 값의 용접 전류 및 배경 전압 값의 용접 전압을 용접 와이어에 공급하는 단계를 포함한다. 그 방법은 또한, 제 1 펄스 주기의 배경 페이지의 제 2 부분 동안 용접 전압에 관계 없이 배경 전류 값으로 용접 전류를 제어하는 단계를 포함하고, 배경 페이지의 제 2 부분은 이상 캐소드 이벤트를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0009] 본 발명의 이들 및 다른 특징들, 양태들 및 이점들은, 첨부 도면들을 참조하여 다음의 상세한 설명을 읽을 때 더 잘 이해될 것이고, 첨부 도면들에서 같은 부호들은 도면들 전체에 걸쳐 같은 부분들을 나타내고, 도면들 중에서는:

도 1은 전력 소스 및 와이어 피더를 갖는 MIG 용접 시스템의 일 실시형태이다;

도 2는 이상 캐소드 이벤트들 동안 펄스 전압 및 전류 파형들을 예시하는 차트이다;

도 3은 이상 캐소드 이벤트들 동안 제어 전류 파형을 갖는 펄스 전압 및 전류 파형들을 예시하는 차트이다; 그리고

도 4는 이상 캐소드 이벤트 동안 전류를 제어하기 위한 단계들을 예시하는 플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 본 발명의 하나 이상의 특정 실시형태들이 이하에서 설명될 것이다. 이들 실시형태들의 간결한 설명을 제공하기 위한 노력에서, 실제 구현의 모든 특징들이 명세서에서 설명되지 않을 수도 있다. 임의의 그러한 실제 구현의 개발에서, 임의의 엔지니어링 또는 설계 프로젝트에서처럼, 수많은 구현-특정 판단들이, 하나의 구현에서 또 다른 구현으로 상이할 수도 있는 시스템 관련 및 비즈니스 관련 제약들의 준수와 같은 개발자의 특정 목적들을 달성하기 위하여 내려져야 한다는 것이 인식되어야 한다. 더욱이, 그러한 개발 노력은 복잡하고 시간 소모적일 수도 있지만, 그럼에도 불구하고, 본 개시의 혜택을 갖는 당업자에 대해서는 설계, 제작 및 제조의 일상적인 일일 것이다.

[0011] 이제 도면들로 돌아가서 먼저 도 1을 참조하면, 예시적인 용접 시스템(10)이, 와이어 피더(14)에 연결된 전력 소스(12)를 포함하는 것으로 예시되어 있다. 예시된 실시형태에서, 전력 소스(12)는, 와이어 피더(14)가 용접 위치 근처의 전력 소스(12)로부터 어느 정도 거리에 배치될 수도 있도록 와이어 피더(14)와는 분리된다. 하지만, 일부 구현들에서, 와이어 피더(14)는 전력 소스(12)와 통합될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 전력 소스(12)는 와이어 피더(14)를 통하여 토치(16)에 용접 전력을 공급할 수도 있거나 또는 전력 소스(12)은 토치(16)에 직접 용접 전력을 공급할 수도 있다. 와이어 피더(14)는 토치(16)에 와이어 전극(18)(예를 들어, 솔리드 와이어, 코어드 와이어(cored wire), 피복 와이어)를 공급한다. 전력 소스(12)와 통합되거나 또는 분리될 수도 있는 가스 공급부(20)는 가스(예를 들어, CO₂, 아르곤)을 토치(16)에 공급된다. 오퍼레이터는 전극(18)과 작업편(26) 사이에 아크(24)를 개시하기 위하여 토치(16)의 트리거(trigger; 22)를 작동(engage) 시킬 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 용접 시스템(10)은, 프로그램가능 로직 제어기(PLC) 또는 로봇 제어기를 포함하지만 이에 한정되지는 않는 자동화 인터페이스(automation interface)에 의해 트리거될 수도 있다. 용접 시스템(10)은 용접 와이어(예를 들어, 전극(18)), 용접 전력, 및 보호 가스를 용접 토치(16)에 제공하도록 설계된다. 당업자에 의해 인식될 바처럼, 용접 토치(16)는 많은 상이한 타입일 수도 있고, 전극들(18) 및 가스들의 다양한 조합들의 이용을 가능하게 할 수도 있다.

[0012] 용접 시스템(10)은, 전력 소스(12) 상에 제공된 오퍼레이터 인터페이스(28)를 통해 오퍼레이터로부터 데이터 설정들을 수신할 수도 있다. 오퍼레이터 인터페이스(28)는 전력 소스(12)의 면판(faceplate)에 포함될 수도 있고, 용접 프로세스(예를 들어, 스틱, TIG, MIG), 사용될 와이어의 타입, 전압 및 전류 설정, 이행 모드(transfer mode)(예를 들어, 단락, 펄스, 스프레이, 펄스) 등과 같은 설정들의 선택을 허용할 수도 있다. 특히, 용접 시스템(10)은 토치(16)를 통해 보내질, 강 또는 알루미늄과 같은 다양한 재료들의 전극들(18)(예를 들어, 용접 와이어들)에 의해 MIG 용접(예를 들어, 펄스 MIG, 스프레이, 단락, 조절 금속 퇴적(Regulated Metal Deposition)(즉, RMD ®))을 허용한다. 용접 설정은 전력 소스(12)내의 제어 회로(30)로 전해진다. 추가적으로 또는 대안적으로, 제어 회로(30)는 와이어 피더(14), 토치(16), 가스 공급부(20) 또는 용접 시스템(10)의 또 다른 컴포넌트 내에 있다.

[0013] 아래에서 더 자세히 설명되는 제어 회로(30)는, 원하는 용접 동작을 수행하기 위하여 전력 변환 회로(32)에 의

해 전극(18)에 인가된 용접 전력 출력의 생성을 제어하도록 동작된다. 일부 실시형태들에서, 제어 회로(30)는, 용접 와이어로부터 진행되는 용접의 용융 용접 풀(molten weld pool)로 용융 금속의 스프레이 이행 및/또는 단락 이행의 양태들을 가질 수도 있는 펄스 MIG 용접 체제를 조절하도록 맞춰질 수도 있다. 아래에서 보다 완전하게 설명되는 바처럼, 그러한 이행 모드들은, 전극(18)과 작업편(26) 사이에 전개되는 아크(24)를 위한 전류 및 전압 펄스들의 동작 파라미터들을 조정하는 것에 의해 동작 동안 제어될 수도 있다. "펄스 용접" 또는 "펄스 MIG 용접" 은, 이를테면 진행되는 용접 풀로의 금속 액적들의 퇴적을 제어하기 위하여, 펄스 전력 파형이 생성되는 기법들을 지칭한다. 본 발명의 특정 실시형태에서, 아크의 용접 전류가 용접 전압에 영향을 미치는 이상 캐소드 이벤트들 동안 원하는 전류로 제어되는 펄스 용접 체제가 구현될 수도 있다. 즉, 용접 전류는 이상 캐소드 이벤트 동안 용접 전압에 상관 없이 제어될 수도 있다.

[0014] 제어 회로(30)는, 토치(16)에서 전극(18)에 인가되는 용접 전력(예를 들어, 펄스 파형)을 공급하는 전력 변환 회로(32)에 연결된다. 전력 변환 회로(32)는 화살표(34)에 의해 표시된 바처럼 전기 전력의 소스에 연결된다. 전력 변환 회로(32)에 인가된 전력은 전력 그리드에서 비롯할 수도 있지만, 엔진 구동 발전기, 배터리, 연료셀, 또는 다른 대안의 소스들에 의해 발생하는 전력과 같은 다른 전력의 소스들이 또한 사용될 수도 있다. 전력 변환 회로(32)의 컴포넌트들은, 초퍼(chopper), 부스트 컨버터, 벅 컨버터, 인버터 등을 포함할 수도 있다.

[0015] 제어 회로(30)는, 토치(16)에 공급된 용접 전력의 전류 및/또는 전압을 제어한다. 제어 회로(30)는, 와이어 피더(14) 또는 토치(16) 내의 하나 이상의 센서들(36)에 적어도 부분적으로 기초하여 아크(24)의 전류 및/또는 전압을 모니터링할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 제어 회로(30)의 프로세서(38)는, 센서들(36)로부터의 피드백에 적어도 부분적으로 기초하여 아크 길이 또는 전극 돌출을 결정 및/또는 제어한다. 아크 길이는 여기서 전극(18)과 작업편(26) 사이의 아크의 길이로서 정의된다. 프로세서(38)는 메모리(40)에 저장된 데이터(예를 들어, 알고리즘, 명령들, 동작점들)를 이용하는 아크 길이 또는 전극 돌출을 결정 및/또는 제어한다. 메모리(40)에 저장된 데이터는, 오퍼레이터 인터페이스(28), 네트워크 접속을 통하여 수신될 수도 있거나, 또는 제어 회로(30)의 조립 전에 프리로딩될 수도 있다. 전력 소스(12)의 동작은, 제어 회로(30)가 용접 동작 동안 용접 전류를 변화시키면서 용접 전압을 실질적으로 일정하게 제어하는 정전압(CV) 조절 모드와 같은 하나 이상의 모드들에서 제어될 수도 있다. 즉, 용접 전류는 용접 전압에 적어도 부분적으로 기초할 수도 있다. 추가적으로, 또는 대안적으로, 전력 소스(12)는, 용접 전류가 용접 전압에 관계 없이 제어되는 전류 제어 모드에서 제어될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 전력 소스(12)는, 제어 회로(30)가 용접 동작 동안 용접 전압을 변화시키면서 용접 전류를 실질적으로 일정하게 제어하는 정전류(CC) 모드에서 동작하도록 제어될 수도 있다.

[0016] 도 2는 펄스 용접 프로세스의 용접 전압(50) 및 용접 전류(52) 파형들의 일 실시형태이다. 펄스 주기들 A, B, 및 C 상의 용접 전압(50) 파형 및 용접 전류(52) 파형이 나타나 있다. 각 펄스 주기의 피크 페이즈(54) 동안, 제어 회로는 전극에 공급된 용접 전압(50)을 증가시키며, 작업편 또는 용접 풀 상에 퇴적될 전극의 팁으로부터의 용융 볼을 형성 및/또는 분리시킨다. 용접 전압(50)은 배경 전압 레벨(60)로부터 대략 피크 전압(62)으로 증가하며, 이로써 배경 전류 레벨(56)로부터 대략 피크 전류(58)로 용접 전류(52)를 증가시킨다. 용접 전압(50) 및 용접 전류(52)는 피크 레벨들로부터 배경 페이즈(64)로 감소될 수도 있다. 즉, 용접 전류(52)는, 용접 전압(50)에 적어도 부분적으로 기초하여 피크 페이즈(54) 동안 간헐적으로 제어된다. 일부 실시형태들에서, 배경 페이즈(64) 동안, 용융 볼은, 용접 전압(50)을 감소시키는 단락 이벤트(66)에서 전극을 용접 풀로 간단히 잇는다. 일부 실시형태들에서, 용융 볼은, 단락 회로 이벤트(66) 없이 전극으로부터 용융 풀로 퇴적된다. 배경 페이즈(64)에서, 제어 회로는 일반적으로 배경 전압(60)에서 용접 전압(50)을 유지시킬 수도 있고, 용접 전류(52)는 전극과 작업편 사이에 아크를 유지하기 위하여 대략 배경 전류(56)에서 남아 있을 수도 있다. 용접 전류(52) 및 용접 전압(50)을 통한 용접 전력은 배경 페이즈(64) 동안 전극의 팁에서 또 다른 용융 볼을 형성하는 것을 시작할 수도 있다. 따라서, 각각의 펄스 주기는 일반적으로, 용접 전압(50)이 증가되는 피크 페이즈(54) 및 용접 전류(52)가 실질적으로 일정한 전류 값에 있는 것이 요망되는 배경 페이즈(64)에 의해 설명될 수도 있다.

[0017] 여기서 논의된 바처럼, 용어 펄스 주기는, 오직 펄스 MIG 용접 체제를 위한 용접 전압(50) 및 용접 전류(52) 파형들의 사이클(예를 들어, 피크 페이즈(54), 배경 페이즈(64))에 한정되도록 의도되지 않지 않는다. 인식될 수도 있는 바처럼, 다양한 MIG 용접 프로세스들(예를 들어, 펄스 MIG, 단락, 스프레이, 및 RMD)의 용접 전압(50) 및 용접 전류(52)는 순환적이다. 즉, MIG 프로세스의 각각의 사이클은, 상승된 용접 전압(50)을 갖는 하나 이상의 피크 페이즈들(54) 및 바람직한 실질적으로 일정 용접 전류(52)를 갖는 하나 이상의 배경 페이즈(64)를 포함한다. 예를 들어, 피크 페이즈(54)는 RMD 프로세스의 핀치, 소거(clear) 및/또는 볼 스테이지들을 포함할 수도 있고, 배경 페이즈(64)는 RMD 프로세스의 블링크(blink), 배경, 프리-쇼트(pre-short) 및/또는 웨트(wet)

스태이지들을 포함할 수도 있다. 여기서 이용된 용어 펄스 주기는, 펄스 MIG 용접 체제, 단락 프로세스, 스프레이 프로세스, 또는 RMD 프로세스, 또는 이들의 임의의 조합의 사이클(예를 들어, 피크 페이즈(54) 및 배경 페이즈(64)의 하나 이상의 시퀀스들)을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되지 않는다.

[0018] 인식될 수도 있는 바처럼, 제어 회로(30)의 프로세서(38)는, 오퍼레이터 인터페이스를 통해 입력된 바람직한 용접 파라미터들, 전극, 전극의 피드 레이트, 가스, 작업편, 또는 이들의 임의의 조합에 적어도 부분적으로 기초한 상이한 범위들 내의 용접 전압(50) 및 용접 전류(52)를 제어할 수도 있다. 예를 들어, 배경 전류 레벨(56)은 대략 25 내지 250 암페어 사이일 수도 있다. 피크 전류(58)는 대략 300 내지 700 암페어 사이일 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 배경 전압 레벨(60)은 대략 15 내지 25 볼트 사이일 수도 있고, 피크 전압(62)은 대략 25 내지 40 볼트 사이일 수도 있다.

[0019] 펄스 프로세스의 용접 전압(50) 및 용접 전류(52) 파형들은 일반적으로 펄스 주기 A 와 비슷할 수도 있다. 하지만, 이상 캐소드 이벤트(68)들은, 일부 펄스 주기들의 배경 페이즈(64)에서 시작될 수도 있고 다양한 지속 시간들 동안 지속될 수도 있다. 일부 이상 캐소드 이벤트들(68)은, 배경 페이즈(64)의 일 부분 동안에만 지속될 수도 있고, 다른 이상 캐소드 이벤트들(68)은 배경 페이즈(64)를 통해 그리고 피크 페이즈(54)의 일 부분으로 지속될 수도 있다. 이상 캐소드 이벤트들(68)은, 펄스 주기 B 및 C 에 도시된 바처럼 용접 전압(50) 및 용접 전류(52)에 영향을 미칠 수도 있다. 펄스 주기들 B 및 C 의 이상 캐소드 이벤트들(68)은, 아래에 설명된 바처럼 제어 회로에 의해 제어 알고리즘의 적용 없는 용접 전압(50) 및 용접 전류(52) 파형들을 예시한다. 피크 페이즈(54) 후에, 용접 전압(50)은 이상 캐소드 이벤트(68)에서 상승할 수도 있다. 완화되지 않은 이상 캐소드 이벤트(68)는, 아크를 제한 또는 좁히는 것에 의해 전극과 작업편 사이의 아크에 영향을 미친다. 즉, 펄스 주기 B 의 이상 캐소드 이벤트(68) 동안 아크는 펄스 주기 A 의 배경 페이즈(64) 동안 상대적으로 넓거나 및/또는 벨 형상의 아크와 비교하여 상대적으로 좁을 수도 있다. 아래에 설명된 제어 알고리즘 없이, 용접 전압(50)에 기초하여 제어되는 용접 전류(52)는, 낮은 전류 레벨(70)로 감소될 수도 있는 한편, 제어 회로는 원하는 배경 전압(60)에서 용접 전압(50)을 유지하려고 시도한다. 용접 프로세스에서 완화되지 않은 이상 캐소드 이벤트(68)의 효과는, 스패터(splatter)의 발생 증가, 일관성 없는 불 이행, 불규칙한 용접 외관, 감소된 아크 안정성, 또는 후속 이상 캐소드 이벤트들(68)의 확률 증가, 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되지는 않는다.

[0020] 제어 회로(30)의 프로세서(38)는, 이상 캐소드 이벤트들의 발생을 결정할 수도 있고 용접 프로세스에 대한 효과를 감소시키기 위해 제어 알고리즘으로 용접 전류(52)를 제어할 수도 있다. 도 3 은 용접 프로세스의 펄스 주기들 D, E, 및 F 에 대한 펄스 프로세스의 용접 전압(50) 및 용접 전류(52) 파형들의 일 실시형태를 예시한다. 펄스 주기들 E, F, 및 G 은 실질적으로 균일한 펄스 지속 시간들을 가질 수도 있다. 제어 회로는 이상 캐소드 이벤트(80)의 시작(예를 들어, 상승 용접 전압(50))을 검출하기 위하여 용접 전압(50)을 모니터링한다. 일부 실시형태들에서, 제어 회로는, 피크 페이즈(54) 동안이 아니라 및/또는 배경 페이즈(64) 동안에만 이상 캐소드 이벤트(80)의 시작에 대하여 용접 전압(50)을 모니터링한다. 제어 회로(30)의 프로세서(38)는, 이상 캐소드 이벤트(80) 초기 그리고 동안에 초과될 수도 있는 검출 전압(예를 들어, V_{detect})과 용접 전압(50)을 비교할 수도 있다. 용접 전압(50)이 대략 검출 전압 보다 더 클 때(예를 들어, 이상 캐소드 이벤트(80) 동안), 제어 회로(30)의 프로세서(38)는, 용접 전압(50)에 기초하여 용접 전류(52)를 제어하기 보다는 메모리(40)에 저장된 제어 알고리즘에 적어도 부분적으로 기초하여 용접 전류(52)를 제어할 수도 있다. 예를 들어, 제어 알고리즘은 배경 전압(60)으로부터 용접 전압(50)의 벗어남에도 불구하고 이상 캐소드 이벤트(80) 동안 대략 배경 전류(56) 또는 다른 원하는 전류 값으로 용접 전류(52)를 제어하도록 제어 회로에 지시할 수도 있다. 이상 캐소드 이벤트(80)의 지속 시간은, 배경 페이즈(64)의 대략 10, 25, 50, 또는 75 퍼센트 이상보다 작은 배경 페이즈(64)의 인터벌(예를 들어, 부분)을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되지는 않는다. 제어 알고리즘은, 펄스 주기 D 동안처럼 배경 페이즈(64) 동안 대략 동일한 값으로 펄스 주기들 E 및 F 에서의 이상 캐소드 이벤트들(80) 동안 용접 전류(52)를 제어하여, 이로써 이상 캐소드 이벤트(80) 동안 상승 용접 전압(50)에 의해 실질적으로 영향을 받지 않도록 용접 전류(52)를 제어하도록 제어 회로(30)의 프로세서(38)에 지시할 수도 있다. 메모리(40)에 저장된 제어 알고리즘은, 이상 캐소드 이벤트(80)의 적어도 일부 동안 용접 전압(50)에 관계 없도록 용접 전류(52)를 제어하도록 제어 회로(30)의 프로세서(38)에 지시할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 제어 알고리즘은, 용접 전압(50)이 배경 전압(60) 근처에 있지 않을 때 이상 캐소드 이벤트(80) 동안 배경 전류(56)에서 용접 전류(52)를 실질적으로 유지하도록 제어 회로(30)의 프로세서(38)에 지시한다.

[0021] 이상 캐소드 이벤트(80)는, 용접 전압(50)이 대략 종료 전압(예를 들어, V_{end}) 아래로 떨어질 때 종료될 수도 있다. 이상 캐소드 이벤트(80)가 배경 페이즈(64) 동안 종료되면, 제어 알고리즘은, 배경 페이즈(64)의 나머지에

대해 전극의 동작점에 기초하여 배경 전류(56) 또는 또 다른 미리결정된 동적 전류 값에서 용접 전류(52)를 유지하도록 제어 회로(30)의 프로세서(38)에 지시할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 제어 알고리즘은 이상 캐소드 이벤트(80) 전에 적절한 전압 조절 방법(예를 들어, 정전압)을 재개하도록 제어 회로(30)의 프로세서(38)에 지시할 수도 있다. 이상 캐소드 이벤트(80)가 또 다른 페이즈(예를 들어, 피크 페이즈(54)) 동안 종료되면, 제어 알고리즘은, 적절한 전류 레벨로 용접 전류(52)를 조절하도록 제어 회로(30)의 프로세서(38)에 지시할 수도 있다. 예를 들어, 이상 캐소드 이벤트(80)가 피크 페이즈(54)에서 종료되면, 제어 알고리즘은, 배경 전류(56)와 피크 전류 레벨(58) 사이의 적절한 전류 레벨로 용접 전류(52)를 제어하도록 제어 회로(30)의 프로세서(38)에 지시함으로써, 용접 전류 파형(52)이 펄스 주기들 중에서 현재 파형의 균일성을 실질적으로 유지하는 것을 가능하게 한다. 예를 들어, 배경 페이즈(64)는 각각의 펄스 주기에 대해 동일한 배경 지속 시간(예를 들어, 대략 1 내지 20, 2 내지 15, 또는 3 내지 10 밀리초)을 가질 수도 있고, 피크 페이즈(54)는 동일한 피크 지속 시간(예를 들어, 대략 0.5 내지 5, 0.75 내지 4, 또는 1 내지 3 밀리초)를 가질 수도 있다. 제어 알고리즘은, 제어 회로(30)의 프로세서(38)로 하여금 통상적인 조절 모드(예를 들어, 정전압 조절) 밖의 이상 캐소드 이벤트(80) 동안 용접 전류(52)를 제어함으로써, 스패터의 발생을 감소시키거나, 용접 풀로의 불 이행의 일관성을 증가시키거나, 용접의 외관을 향상시키거나, 아크 안정성을 증가시키거나, 또는 후속 이상 캐소드 이벤트들(80)의 확률을 감소시키거나, 또는 이들의 조합을 가능하게 한다.

[0022] 검출 전압(V_{detect}) 및 종료 전압(V_{end})은, 전극 특성, 용접 동작 동안 이용된 가스, 전극의 동작점, 및/또는 보호 가스의 동작점에 적어도 부분적으로 기초할 수도 있다. 전극의 동작점 및 보호 가스의 동작점은 경험적으로 결정되고 제어 회로(30)의 메모리(40)에 저장될 수도 있다. 예를 들어, 동작점들은 제어 알고리즘에 의해 메모리(40)에 저장될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, V_{detect} 및/또는 V_{end} 는 배경 전압(60)보다 더 크고, 피크 전압(62)보다 더 작을 수도 있다. 예를 들어, V_{detect} 는 대략 25 내지 35 V 사이일 수도 있고, V_{end} 는 대략 15 내지 25 V 사이일 수도 있다. V_{detect} 를 위한 전압 값들은 배경 전압(60)보다 대략 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 또는 10 V 이상일 수도 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, V_{detect} 는 배경 전압(60)보다 대략 1, 2, 3, 5, 10, 또는 20 퍼센트 더 클 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 전극들 및 가스들의 다양한 조합들을 위한 V_{detect} 및/또는 V_{end} 를 위한 값들은 용접 프로세스 전에 또는 동안에 메모리로부터 제어 회로로 로딩될 수도 있다. V_{detect} 및/또는 V_{end} 를 위한 값들은, 전류 피드백, 전극 돌출, 또는 아크 길이, 또는 이들의 임의의 조합에 적어도 부분적으로 기초하여 시뮬레이션된 전압들일 수도 있다. 비이상 캐소드 펄스 주기들(예를 들어, 펄스 주기 D) 동안 용접 전압(50)은 전극(예를 들어, V_{EE}), 아크(예를 들어, V_{arc} , V_{anode} , $V_{cathode}$), 및 작업편에 걸친 전압 성분들을 가질 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 시뮬레이션된 전압은 하나 이상의 비이상 캐소드 펄스 주기들 동안 용접 전압(50)의 따로 계산된 전압 성분들의 합계에 적어도 부분적으로 기초할 수도 있다. 예를 들어, 시뮬레이션된 전압은, 제어 회로, 전력 전환 회로 및 센서 중의 적어도 하나로부터 실시간 피드백을 수신하는 상태 관측기(예를 들어, Kalman 필터)로부터의 피드백에 적어도 부분적으로 기초할 수도 있다. 제어 회로(30)의 프로세서(38)는, 토치에서 센서들로부터의 피드백에 적어도 부분적으로 기초하여 전극 돌출 및/또는 아크 길이를 결정할 수도 있다.

[0023] 도 4는 용접 시스템을 동작하고 위에서 설명된 제어 알고리즘을 개시하기 위한 방법(100)의 일 실시형태를 예시한다. 오퍼레이터는 전력 소스에 컴포넌트들(예를 들어, 와이어 피더, 토치, 가스 공급부)을 연결시키는 것을 통해 및/또는 오퍼레이터 인터페이스를 통해 용접 동작을 위한 용접 파라미터들을 설정할 수도 있다(블록 102). 용접 파라미터들은, 전류 전압, 이행 모드, 펄스 지속 시간, 펄스 주파수, 작업편 재료, 전극, 및 공급, 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수도 있지만, 이에 한정되지는 않는다. 전력 소스는 전력을 토치에 공급하고(블록 104), 오퍼레이터는 작업편과 토치의 전극 사이에 아크를 개시하도록 트리거를 작동시킬 수도 있다(블록 106). 배경 페이즈(블록 108) 동안, 토치를 통해 전극에 공급된 용접 전력은 불을 형성하고(블록 110), 전극과 작업편 사이의 아크를 유지한다. 일부 실시형태들에서, 제어 회로(30)의 프로세서(38)는 배경 페이즈 동안 실질적으로 일정한 값들로 용접 전류 및 용접 전압을 제어할 수도 있다. 제어 회로(30)의 프로세서(38)는, 배경 페이즈가 끝났다고(예를 들어, 배경 페이즈에서 시간 t 가 펄스 주기의 배경 인터벌을 초과했다고) 결정한(노드 112) 후에, 제어 회로(30)는 피크 페이즈로 천이할 수도 있다(블록 114). 피크 페이즈(블록 114) 동안, 용융 불은 용접 풀에 퇴적을 위해 전극으로부터 분리될 수도 있다(블록 116). 제어 회로(30)는 피크 페이즈 동안 증가하도록 용접 전류 및 용접 전압을 제어할 수도 있다. 배경 페이즈(블록 108) 및 피크 페이즈(블록 114)은, 오퍼레이터가 트리거를 작동시키거나(블록 106) 또는 자동화 인터페이스가 용접 시스템을 맞물리게 하는 동안 용접 프로세스의 지속 시간에 대하여 반복될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 제어 회로(30)의 프로세서(38)

는, 반복되는 배경 및 피크 페이즈들 사이의 추가적인 페이즈들로 용접 전류 및 용접 전압을 제어할 수도 있다.

[0024] 배경 페이즈(블록 108) 동안, 제어 회로(30)의 프로세서(38)는 용접 전압을 모니터링한다. 노드(118)에서, 제어 회로(30)의 프로세서(38)는, 이상 캐소드 이벤트가 일어나는지를 결정하기 위하여 용접 전압과 전압 검출 값(V_{detect})을 비교한다. V_{detect} 는 동적으로 결정되거나 및/또는 제어 회로의 메모리로부터 로딩될 수도 있다. 용접 전압이 전압 검출 값보다 더 크면, 제어 회로(30)의 프로세서(38)는 용접 프로세스에 대한 이상 캐소드 이벤트의 효과들을 완화시키기 위하여 제어 알고리즘(120)을 이용한다. 제어 알고리즘(120)에서, 제어 회로(30)의 프로세서(38)는 액티브 전압 조절 방법(active voltage regulation method)을 정지(블록 122) 또는 중단한다. 예를 들어, 제어 회로(30)의 프로세서(38)는 원하는 아크 길이 또는 전극 확장을 유지하도록 용접 전압 및/또는 용접 전류를 제어하기 위하여 전압 조절 방법(예를 들어, 정전압 방법)을 이용할 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 제어 회로(30)의 프로세서(38)는 메모리(40)로부터 저장된 데이터(예를 들어, 운행 평균, 센서 피드백)을 소거하는 것과 같이 액티브 전압 조절 방법을 리셋할 수도 있다(블록 124). 액티브 전압 조절 방법을 리셋하는 것은 전압 조절 방법의 정확성 및/또는 신뢰성을 증가시킴으로써, 아크의 안정성을 증가시킬 수도 있다. 예를 들어, 액티브 전압 조절 방법은, 메모리(40)에 저장된 이전의 측정된 전류 및/또는 전압 측정들을 이용할 수도 있다. 이상 캐소드 이벤트 동안 아크의 조건들(예를 들어, 측정된 전류 및/또는 전압)은 비이상 캐소드 이벤트(예를 들어, 펄스 주기 D)의 배경 페이즈 동안과는 상이하다. 따라서, 액티브 전압 조절 방법에 이용되는 메모리(40)에 저장된 이전에 측정된 전류 및/또는 전압 측정들은, 액티브 전압 조절 방법을 위해 이상 캐소드 이벤트로부터 측정 전류 및/또는 전압 측정들을 이용하지 않고서 액티브 전압 조절 방법이 블록(132)에서 재개되는 것을 가능하게 하도록 리셋된다(블록 124).

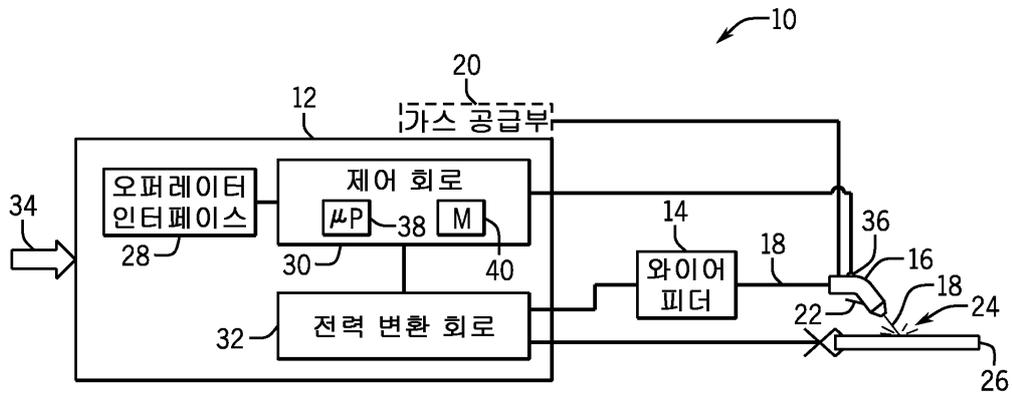
[0025] 제어 알고리즘(120)은, 원하는 배경 전류, 미리결정된 전류 값, 또는 동적으로 결정된 전류 값으로 용접 전류를 조정(블록 126)하도록 제어 회로(30)의 프로세서(38)에 지시한다. 일부 실시형태들에서, 원하는 배경 전류는 이전 펄스 주기로부터의 이전 배경 페이즈 동안의 배경 전류와 대략 같을 수도 있다. 제어 회로(30)의 프로세서(38)는, 전극, 와이어, 또는 이들의 임의의 조합에 적어도 부분적으로 기초하여 램프 레이트(ramp rate)(예를 들어, 선형)에서 원하는 배경 전류로 용접 전류를 증가 또는 감소시킬 수도 있다. 램프 레이트는, 메모리(40)에 저장될 수도 있거나 또는 그렇지 않으면 배경 페이즈 동안 제어 회로(30) 내에서 결정될 수도 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 램프 레이트는 경험적으로 결정되고 알고리즘으로 메모리(40)에 저장될 수도 있다.

[0026] 제어 회로(30)의 프로세서(38)는 배경 페이즈가 끝나지 않았다고(예를 들어, 배경 페이즈에서의 시간 t 가 배경 인터벌을 초과하지 않았다고) 결정하면(노드 128), 제어 회로(30)의 프로세서(38)는, 용접 전압이 종료 전압 V_{end} 보다 작은지 여부를 결정한다(노드 130). 용접 전압이 V_{end} 보다 작으면, 제어 알고리즘은 이상 캐소드 이벤트가 종료되었다고 결정할 수도 있고, 제어 알고리즘은 액티브 전압 조절 방법을 재개하고(블록 132), 블록 110 으로 복귀하도록 제어 회로(30)의 프로세서(38)에 지시한다. 용접 전압이 V_{end} 보다 더 크면, 제어 알고리즘은 배경 전류로 용접 전류를 조정할 수도 있고(블록 126), 배경 페이즈가 종료되거나 또는 용접 전압이 V_{end} 보다 작아질 때까지(예를 들어, 이상 캐소드 이벤트가 종료될 때까지) 노드 128 및 130 를 통해 순환할 수도 있다. 용접 전압이 V_{end} 보다 더 큰 동안 배경 페이즈가 종료되면, 제어 알고리즘은 다음 페이즈(예를 들어, 피크 페이즈(114))를 위한 용접 전류를 조정(블록 134)하고 액티브 전압 조절 방법을 재개(블록 136)하도록 제어 회로에 지시한다. 예를 들어, 이상 캐소드 이벤트가 피크 페이즈(114)로 지속되면, 제어 알고리즘은, 이전 피크 용접 전류 파형들과 실질적으로 대응하기 위한 적절한 용접 전류로 용접 전류를 증가시키도록 제어 회로(30)의 프로세서(38)에 지시함으로써, 용접 전류의 피크 페이즈에 대한 이상 캐소드 이벤트의 효과를 감소시킨다.

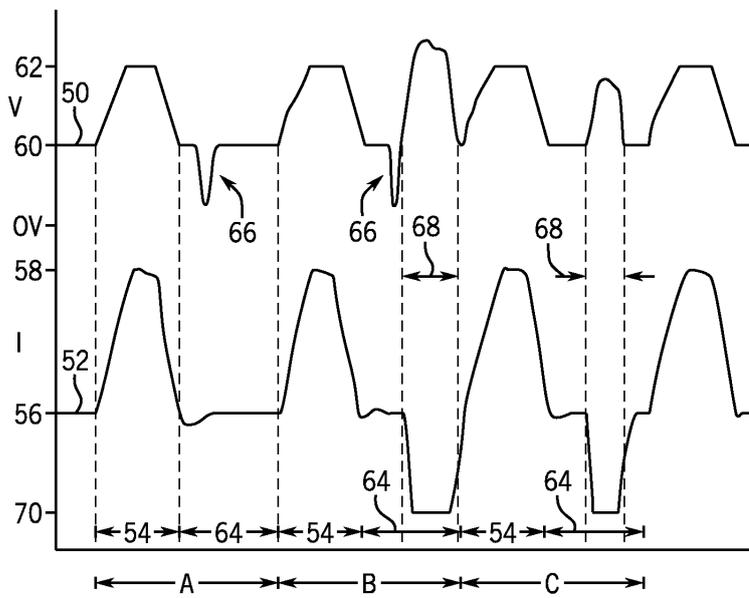
[0027] 본 발명의 소정 특징들만이 여기서 예시되었고 설명되었지만, 많은 수정 및 변경들이 당업자 머리에 떠오를 것이다. 그러므로, 첨부된 청구항들은 본 발명의 진정한 사상 내에 속하는 모든 그러한 수정 및 변경들을 커버하도록 의도되었음이 이해되어야 한다.

도면

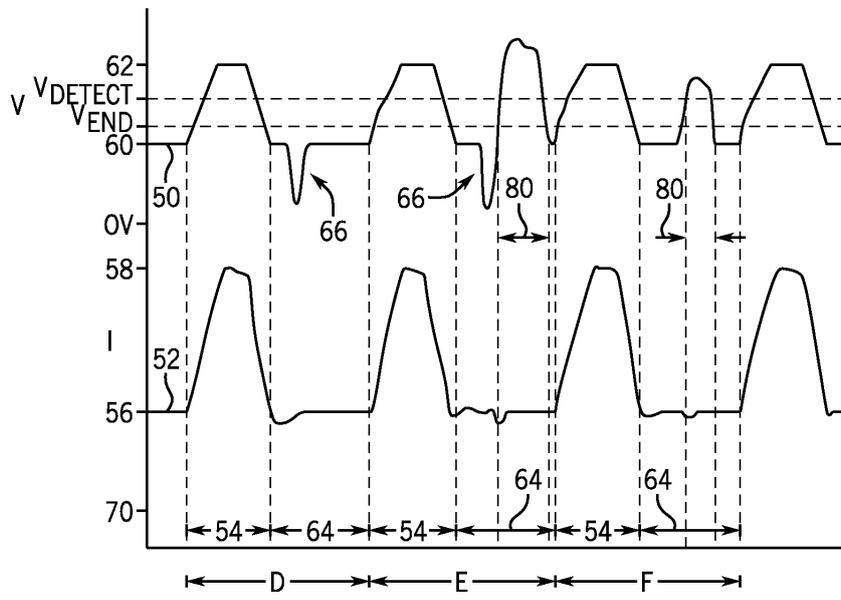
도면1



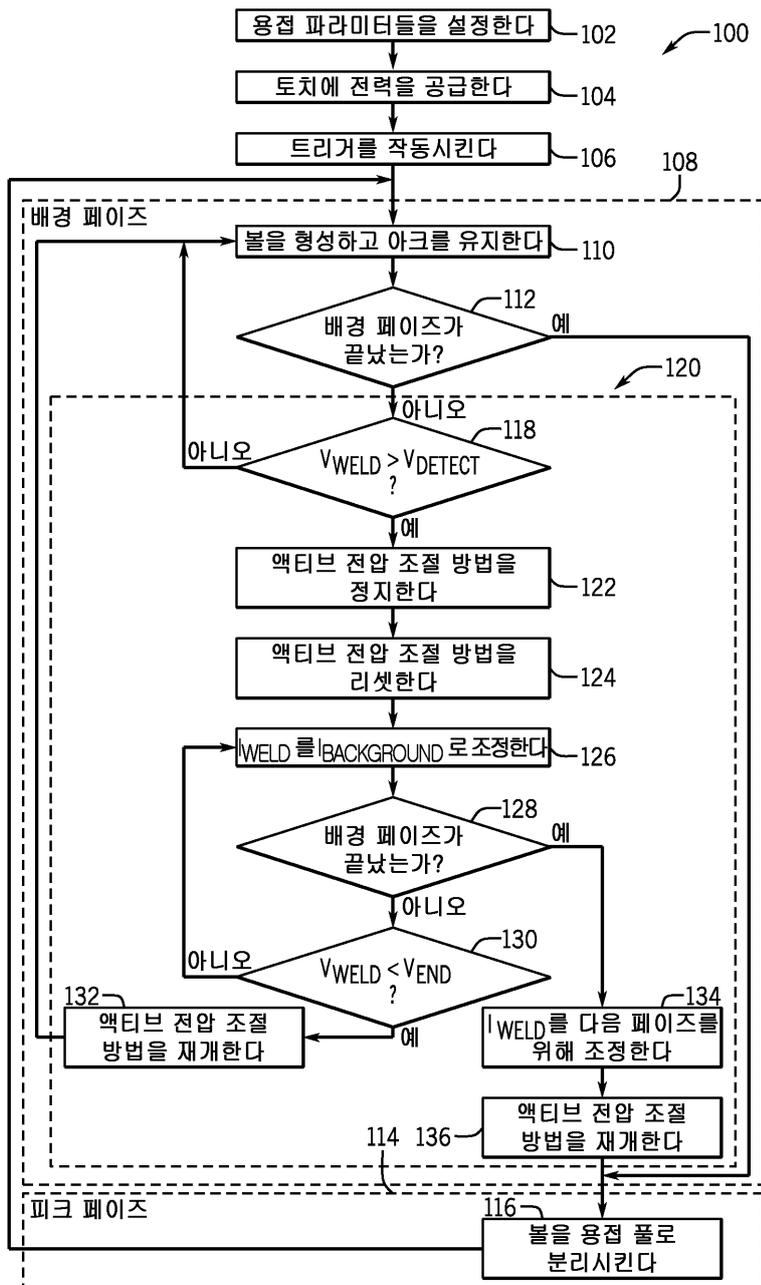
도면2



도면3



도면4



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 6

【변경전】

제 1 항에 있어서,

각각의 펄스 주기의 상기 배경 페이즈의 배경 지속 시간은 상기 복수의 펄스 주기들 중의 각각의 펄스 주기에 대해 균일하고, 상기 각각의 펄스 주기의 상기 피크 페이즈의 피크 지속 시간은 상기 복수의 펄스 주기들 중의 각각의 펄스 주기에 대해 대략 균일한 것인, 용접 시스템.

【변경후】

제 1 항에 있어서,

각각의 펄스 주기의 상기 배경 페이즈의 배경 지속 시간은 상기 복수의 펄스 주기들 중의 각각의 펄스 주기에 대해 균일하고, 상기 각각의 펄스 주기의 상기 피크 페이즈의 피크 지속 시간은 상기 복수의 펄스 주

기들 중의 각각의 펄스 주기에 대해 균일한 것인, 용접 시스템.