



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년03월18일  
(11) 등록번호 10-2090841  
(24) 등록일자 2020년03월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B23K 9/173 (2006.01) B23K 35/368 (2006.01)  
B23K 9/02 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-7019335  
(22) 출원일자(국제) 2012년12월13일  
심사청구일자 2017년10월20일  
(85) 번역문제출일자 2014년07월11일  
(65) 공개번호 10-2014-0113679  
(43) 공개일자 2014년09월24일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/069378  
(87) 국제공개번호 WO 2013/090504  
국제공개일자 2013년06월20일  
(30) 우선권주장  
13/681,687 2012년11월20일 미국(US)  
61/576,850 2011년12월16일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP05309476 A\*  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
일리노이즈 툴 워크스 인코포레이티드  
미국 일리노이즈주 60025 글렌뷰 할렘 애비뉴 155  
(72) 발명자  
파가노 케빈  
미국 일리노이즈주 60026 그렌뷰 3600 웨스트 레이  
크 애비뉴 일리노이즈 툴 워크스 인코포레이티드  
내  
위커 제임스 리  
미국 일리노이즈주 60026 그렌뷰 3600 웨스트 레이  
크 애비뉴 일리노이즈 툴 워크스 인코포레이티드  
내  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
김진희, 김태홍

전체 청구항 수 : 총 18 항

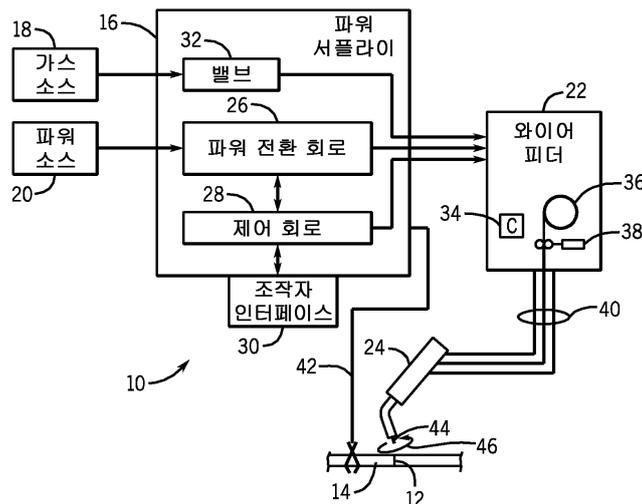
심사관 : 홍성의

(54) 발명의 명칭 직류 정극성의 회전 아크 용접 방법 및 시스템

(57) 요약

용접 토치 내에서 아크를 이동시키거나 회전시키고, 직류 정극성의 용접 공정으로 금속 코어 와이어를 용접 토치를 통하여 이송함으로써 용접 작업을 실행한다. 전극은 하나 이상의 아크 안정화제를 포함할 수 있다. 용접 공정은 펄스식일 수도 있고, 비펄스식일 수도 있다. 또한, 박판, 도금 금속, 도장 금속, 피복 금속 등과 같은, 용접 대상의 다수의 상이한 베이스 금속과 함께 공정을 이용할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**마호스트 스티븐**

미국 일리노이주 60026 그렌뷰 3600 웨스트 레이크  
애비뉴 일리노이즈 툴 워크스 인코포레이티드 내

**마르쉴레 브라이언 더스틴**

미국 일리노이주 60026 그렌뷰 3600 웨스트 레이크  
애비뉴 일리노이즈 툴 워크스 인코포레이티드 내

**아마타 마리오**

미국 일리노이주 60026 그렌뷰 3600 웨스트 레이크  
애비뉴 일리노이즈 툴 워크스 인코포레이티드 내

(56) 선행기술조사문헌

JP2000158132 A\*

JP2006159246 A\*

JP57044496 A\*

US06723954 B2\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

용접 방법으로서,

펄스형 스프레이 트랜스퍼 모드를 이용하여 직류 정극성의 극성 용접으로 금속 코어 용접 전극과 가공물 사이에 아크를 형성하는 단계로서, 상기 금속 코어 용접 전극은 시스와 코어를 포함하는 것인, 아크를 형성하는 단계와,

적어도 시스와 가공물 사이에 아크를 유지하도록, 용접 토치 내의 동작 제어 조립체에 의해 전극을 원형 패턴 또는 타원형 패턴으로 주기적으로 이동시키면서 용접 토치로부터 전극을 공급하는 단계와,

상기 용접 토치 또는 상기 가공물을 전진시켜 용접 비드를 형성하는 단계

를 포함하는 용접 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 용접 전극은 탄소 및 칼륨의 소스로서 작용하는 적어도 하나의 아크 안정화제 (stabilizer)를 포함하는 것인 용접 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 적어도 하나의 아크 안정화제는, 칼륨과, 용접 공정 중에 칼륨에 기여하는 화합물 중 적어도 하나를 포함하며, 이 화합물은 칼륨장석, 티탄산칼륨, 티탄산망간칼륨, 황산칼륨, 탄산칼륨, 인산칼륨, 몰리브덴산칼륨, 질산칼륨, 규불화산칼륨, 칼륨을 함유하는 복합 산화물 화합물, 흑연 및 비흑연 탄소 소스를 포함하는 것인 용접 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서, 적어도 하나의 수소 소스는, 셀룰로오스, 나트륨 카르복시-메틸-셀룰로오스, 메틸-셀룰로오스, 수소를 함유하는 유기 및 무기 화합물 중 적어도 하나를 포함하는 것인 용접 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 용접 전극은 AWS 스탠다드 A5.18EXXC-6에 따르는 것인 용접 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 가공물은 도금된 재료를 포함하는 것인 용접 방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 가공물은 피복 또는 도장된 재료를 포함하는 것인 용접 방법.

#### 청구항 8

삭제

#### 청구항 9

제1항에 있어서, 상기 용접 토치 또는 가공물은 분당 적어도 23 인치의 속도로 전진되는 것인 용접 방법.

#### 청구항 10

제1항에 있어서, 상기 전극은 50 Hz와 120 Hz 사이의 속도로 이동되는 것인 용접 방법.

**청구항 11**

용접 시스템으로서,

펄스형 스프레이 트랜스퍼 모드를 이용하여 직류 정극성의 극성 용접으로 금속 코어 용접 전극과 가공물 사이에 아크를 형성하기 위해 파워를 제공하도록 구성된 파워 서플라이로서, 상기 금속 코어 용접 전극은 시스와 코어를 포함하는 것인, 파워 서플라이와,

상기 파워 서플라이에 결합되고, 용접 토치로부터 전극을 이송하도록 구성된 와이어 피더와,

동작 시에, 상기 용접 토치 내의 동작 제어 조립체에 의해 전극을 원형 패턴 또는 타원형 패턴으로 주기적으로 이동시키면서 와이어 피더로부터 전극을 수용하여, 시스와 가공물 사이에 아크를 유지하는 용접 토치

를 포함하는 용접 시스템.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 상기 용접 전극은 탄소 및 칼륨의 소스로서 작용하는 적어도 하나의 아크 안정화제를 포함하는 것인 용접 시스템.

**청구항 13**

제12항에 있어서, 적어도 하나의 아크 안정화제는, 칼륨과, 용접 공정 중에 칼륨에 기여하는 화합물 중 적어도 하나를 포함하며, 이 화합물은 칼륨장석, 티탄산칼륨, 티탄산망간칼륨, 황산칼륨, 탄산칼륨, 인산칼륨, 몰리브덴산칼륨, 질산칼륨, 규불화산칼륨, 칼륨을 함유하는 복합 산화물 화합물, 흑연 및 비흑연 탄소 소스를 포함하는 것인 용접 시스템.

**청구항 14**

제13항에 있어서, 적어도 하나의 수소 소스는, 셀룰로오스, 나트륨 카르복시-메틸-셀룰로오스, 메틸-셀룰로오스, 수소를 함유하는 유기 및 무기 화합물 중 적어도 하나를 포함하는 것인 용접 시스템.

**청구항 15**

제11항에 있어서, 상기 용접 전극은 AWS 스탠다드 A5.18EXXC-6에 따르는 것인 용접 시스템.

**청구항 16**

용접 방법으로서,

펄스형 스프레이 트랜스퍼 모드를 이용하여 직류 정극성의 극성 용접으로 용접 전극과 가공물 사이에 아크를 형성하도록 용접 파워를 제공하는 단계와,

전극과 가공물 사이에 아크를 유지하도록, 용접 토치 내의 동작 제어 조립체에 의해 전극을 원형 패턴 또는 타원형 패턴으로 주기적으로 이동시키면서 용접 토치로부터 전극을 공급하는 단계와,

상기 용접 토치 또는 가공물을 전진시켜 용접 비드를 형성하는 단계

를 포함하는 용접 방법.

**청구항 17**

제16항에 있어서, 상기 전극은 금속 코어 용접 전극을 포함하고, 이 용접 전극은 시스와 코어를 포함하는 것인 용접 방법.

**청구항 18**

제17항에 있어서, 상기 아크는 적어도 시스와 가공물 사이에서 형성되는 것인 용접 방법.

**청구항 19**

제16항에 있어서, 상기 가공물은, 도금되거나, 피복되거나 또는 도장된 재료를 포함하는 것인 용접 방법.

**청구항 20**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본원은, 2011년 12월 16일자로 출원되고 발명의 명칭이 "DC Electrode Negative Rotating Arc Welding Method and System"인 미국 특허 가출원 번호 61/576,850의 미국 특허 출원이며, 상기 가출원은 본원 명세서에 참고로 인용되고 있다.

[0002] 본 발명은 용접 기술에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 특히 자동 용접 용례에서의 성능 개선을 위하여 금속 코어 용접 와이어 전극을 이용하는 공정의 개선에 관한 것이다. 본원 명세서는, 2011년 7월 1일자로 Summers 등의 명의로 출원되고, 발명의 명칭이 "Metal Cored Welding Method and System"인 이전의 가출원 61/503,955에 관한 것으로, 이 가출원은 본원 명세서에 참고로 인용된다.

**배경 기술**

[0003] 용접 작업에 의해 가공물들을 접합하는 기술의 범위가 개발되고 있다. 이들 기술은 각종의 공정 및 재료를 포함하며, 가장 현대적인 공정에는, 소모성 또는 비소모성 전극과 가공물들 사이에서 생기는 아크가 포함된다. 공정은, 정전류 공정, 정전압 공정, 펄스 공정 등의 카테고리로 분류되는 경우가 있다. 그러나 이들 사이의 분류는, 특히 전극을 소모하여 용접부에 필러 금속을 추가하는 공정에서 일반적이다. 실질적으로 그러한 경우 모두에서, 선택된 공정은 필러 재료 및 그 형태와 상당히 연관되어 있으며, 어떤 공정은 배타적으로 특정 유형의 전극만을 이용한다. 예컨대, 보다 큰 그룹의 일부를 형성하는 어떤 유형의 금속 불활성 가스 (MIG) 용접 공정은 종종 가스 금속 아크 용접(GMAW) 및 플럭스 코어 아크 용접(FCAW)으로 지칭된다.

[0004] GMAW 용접에 있어서는, 진행 중인 용접 풀(weld pool)에 의해 와이어 형태의 전극이 소모되고, 전극과 가공물 사이의 아크의 열에 의해 용융된다. 와이어는, 스폴로부터 용접 건을 통하여 연속해서 이송되고, 용접 건은 와이어에 전하를 부여하여 아크를 발생시킨다. 이들 공정에서 사용되는 전극 구성은, 솔리드 와이어, 플럭스 코어 와이어 또는 금속 코어 와이어로서 지칭되는 경우도 있다. 각각의 유형은 다른 유형에 비하여 특유의 이점 및 단점을 갖는 것으로 고려되며, 각각의 성능을 최적화하기 위하여 용접 공정 및 용접 세팅에 대한 세심한 조정이 요구될 수 있다. 예컨대, 다른 유형들보다 저가의 솔리드 와이어가 통상적으로, 비교적 고가일 수 있는 불활성 실드 가스과 함께 이용된다. 플럭스 코어 와이어는 별도의 실드 가스 공급을 필요로 하지 않을 수도 있지만, 솔리드 와이어보다 고가이다. 금속 코어 와이어는 실드 가스를 필요로 하지만, 솔리드 와이어에 요구되는 것보다 저가의 혼합체로 조정될 수도 있다. 금속 코어 와이어가 다른 전극 유형에 비하여 특유의 이점을 제공하지만, 이들이 솔리드 와이어만큼 널리 채용되고 있지는 않다.

[0005] 이들 3가지 전극 유형 모두는, 금속을 전극 팁으로부터 진행 중인 용접 비드로 이동시키는 기계적 및 전자 기계적 현상을 말하는 트랜스퍼 모드를 상이하게 하여 사용될 수 있다. 단락 트랜스퍼, 구형 트랜스퍼, 스프레이 트랜스퍼 및 펄스형 스프레이 트랜스퍼 등의 다수의 트랜스퍼 모드가 존재한다. 실제로는, 공정 및 전극이 특정의 트랜스퍼 모드를 유지하도록 선택되는 경우가 있지만, 트랜스퍼 물리학은 이들 모드의 혼합으로서 나타날 수 있고, 실제 재료 트랜스퍼는 용접 중에 이들 사이에서 전이될 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 금속 코어 와이어 전극은 여러 가지 이유로 솔리드 및 플럭스 코어 방식에 비하여 유리한 이점을 제공하는 것으로 오랫동안 인식되어 왔지만, 성능 및 적응을 향상시킬 수 있는 공정에 있어서의 개선이 필요하다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 본 개시는, 이들 요구를 수행하도록 구성된 공정 및 금속 코어 와이어 전극의 새로이 개발된 조합으로 요약된다. 포함된 공정은, 통상적으로 전극 팁을 이동시키고 금속 코어 와이어 전극을 활용함으로써, "스핀-아크(spin-arc)"로서도 지칭되는 아크를 선회 또는 왕복 이동시키는 것에 의존한다. 전혀 예기치 않게, 특정의

공정들(예컨대, 직류 정극성(DCEN; direct current, electrode negative)의 극성 용접)과 관련하여 특정 유형의 금속 코어 와이어 및 강제 아크 이동을 이용함으로써, 이전에 알려진 스핀-아크 기술 또는 금속 코어 와이어 용접 기술에 기초해서는 얻을 수 없거나 기대할 수 없는 상당한 개선을 제공하는 것으로 생각된다. 또한, 아크 특성, 용접 풀 특성, 온도 분포, 가공물에 입력되는 열, 및 침투 특성이 강제 아크 이동 및 금속 코어 와이어의 상승효과에 고유한 것으로 생각된다. 공정 파라미터, 금속 코어 와이어의 사이즈 및 타입, 이동의 진동수, 양 및 패턴 등의 인자에 대한 조정을 통하여 추가의 개선이 이루어질 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0008] 도면 전체에 걸쳐 동일 부호가 동일 부품을 지시하고 있는 첨부 도면을 참고로 하여 이하의 상세한 설명을 읽으면, 발명의 이들 및 다른 특징, 양태 및 이점을 보다 잘 이해할 수 있을 것이다.

도 1은 본 발명의 기술의 양태를 이용하는 예시적인 용접 시스템의 개략도이다.

도 2는 도 1의 시스템과 함께 사용되는 금속 코어 전극의 단부 부분의 상세도이다.

도 3은 본 발명의 기술의 양태에 따른 금속 코어 전극의 이동을 나타내는 개략도이다.

도 4는 금속 코어 용접 와이어의 이동을 위한 회로 패턴을 이용하는 진행 중인 용접 비드의 개략도이다.

도 5는 금속 코어 용접 와이어를 위한 타원형 경로를 이용하는 진행 중인 용접 비드의 유사한 도면이다.

도 6은 금속 코어 용접 와이어를 위한 상이하게 배향된 타원형 경로를 이용하는 진행 중인 용접 비드의 다른 도면이다.

도 7은 이동 금속 코어 용접 와이어 전극을 이용하는 진행 중인 용접 비드에 대한 아크 위치 및 트랜스퍼 모드의 예시도이다.

도 8은 예시적인 강제 트랜스퍼 궤적과 함께 금속 코어 용접 와이어의 이동을 나타내는 타이밍도(timing diagram)이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0009] 도 1은, 금속 코어 용접 와이어 전극(44)의 이동을 이용하는 예시적인 용접 시스템(1)을 도시한다. 용접 시스템(10)은 가공물(14)에 용접부(12)를 생성하도록 구성된다. 용접부는, 버트 용접부, 랩 용접부(lap weld), 각진 용접부(angled weld), 위치 어긋남 용접부(out-of-position weld) 등을 포함한 임의의 바람직한 방식으로 배향될 수 있다. 용접 시스템은, 통상적으로 가스 소스(18) 및 파워 그리드 등의 파워 소스(20)에 결합되는 파워 서플라이(16)를 구비한다. 물론, 다른 파워 소스로는, 발생기, 엔진 구동식 파워 팩(power pack) 등이 포함된다. 와이어 피더(22)가 파워 소스(20)에 결합되어 용접 건(24)에 금속 코어 용접 와이어를 공급한다. 이하에서 상세하게 설명하는 바와 같이, 금속 코어 용접 와이어는 용접 비드의 형성 중에 강제 이동되어, 금속 코어 용접 와이어(44)와 가공물(14) 사이에서, 그리고 특히 전극의 피복과 가공물 사이에서의 아크의 이동을 유도한다.

[0010] 예시된 실시형태에 있어서, 파워 서플라이(16)는 제어 회로(28)에 연결된 파워 전환 회로(26)를 구비하며, 이 제어 회로는 파워 전환 회로의 동작을 규제하여 용접 작업에 적합한 파워 출력을 생성한다. 파워 서플라이는, 공정 횟수, 용접 방식(welding regime) 등에 따라 출력 파워를 생성하도록 설계 및 프로그램되어 있다. 용접 방식에는, 정전류 공정, 정전압 공정, 펄스 공정, 단락 트랜스퍼 공정 등이 포함된다. 본 실시형태에 있어서는, 제어 회로(28)는 파워 전환 회로(26)를 제어하여, 금속 코어 용접 와이어의 재료를 진행 중인 용접 풀에 트랜스퍼하는 것을 돕는 DCEN("스트레이트(straight)"로 지칭되는 경우도 있음) 극성 용접 방식을 실행한다. 물론, 다른 용접 방식을 사용할 수도 있다. 조작자 인터페이스(30)에 의해, 용접 조작자가 용접 공정 및 공정 세팅 모두를 변경할 수 있다. 또한, 특히 고려되는 실시형태에 있어서는, 조작자 인터페이스에 의해, 용접 건 및 금속 코어 용접 와이어의 이동과 관련한 특성의 파라미터를 선택 변경할 수도 있다. 마지막으로, 파워 서플라이는 가스 소스(18)로부터의 실드 가스의 흐름을 규제하는 밸브(32)를 구비할 수도 있다.

[0011] 와이어 피더(22)는 통상적으로, 스펀(36)로부터의 용접 와이어의 공급을 규제하는 제어 회로(대략적으로 도면 부호 34로 도시)를 포함한다. 스펀(36)은, 용접 작업 중에 소모되는 소정 길이의 금속 코어 용접 와이어를 갖는다. 용접 와이어는 제어 회로(34)의 제어 하에서 통상적으로 작은 전기 모터를 사용하여 구동 조립체(38)에 의해 전진한다. 용접 와이어, 가스, 그리고 제어 및 피드백 데이터는 용접 케이블(40)을 매개로 용접 와이어

(22)와 용접 건(44) 사이에서 교환될 수 있다. 가공물(14)이 용접 케이블(42)에 의해 파워 서플라이(16)에 또한 결합되어, 전극(44)과 가공물(14) 사이에 전기 아크가 발생한 때에 전극(44)을 대개로 전기 회로를 완성한다. 이하에서 보다 상세하게 설명하는 바와 같이, 용접 건(24)으로부터 전진하는 전극(44)은, 도면 부호 46으로 지시하는 바와 같은 회전 이동과 같이, 강제적으로 이동하게 된다.

[0012] 도 1에 도시된 용접 시스템은 수동 조작을 위해 설계될 수도 있지만, 본 기술의 많은 용례는 자동화된 것이다. 구체적으로, 용접 건(24)은, 용접 토치를 가공물에 대하여 원하는 위치에 위치시키도록 프로그램된 로봇에 고정되어 있다. 이러한 기술은, 고정 자동화 용례 등의 다른 제어 방식과 함께 사용될 수도 있다. 로봇은, 전극과 가공물 사이에서 아크의 발생을 개시하고, 용접 건을 적절하게 정향시키고, 두 구성요소를 접합하도록 용접 비드가 형성되어 있는 미리 정해진 경로를 따라 용접 건을 전진시키도록 작용한다. 이하에서 보다 상세하게 설명하는 바와 같이, 이러한 자동화 용례에서는, 본 발명의 기술에 의해, 이동 속도를 크게 개선할 수 있고, 용접 비드 특성을 크게 향상시킬 수 있다.

[0013] 본 발명의 기술은, 구체적으로 도 2에 도시된 유형의 금속 코어 용접 와이어와 함께 사용하도록 구성되어 있다. 이러한 용접 와이어는 일반적으로, 하나 이상의 금속 코어(50)의 둘레에 감겨진 금속으로 이루어진 시스(48)를 포함한다. 그러한 금속 코어 용접 와이어를 생산하는 다양한 기술이 알려져 있으며, 이러한 기술은 본 발명의 범위를 벗어나는 것이다. 특히 접합 대상의 구성요소의 금속학, 사용되는 실드 가스의 유형, 용접 비드의 예상 충전 용적(fill volume) 등에 따라, 금속 코어 용접 와이어의 특징을 특정의 용례에 대하여 선택할 수도 있다. 예시된 실시형태에 있어서는, 특정 기하형상의 금속 코어 용접 와이어가 전극 이동의 이점을 개선하는 것을 도울 수도 있다. 예컨대, 용접 와이어는 일반적으로 소정의 직경(52)을 갖도록 선택될 수도 있다. 직경은 시스 벽두께(54)와 코어 직경(56)을 포함한다. 이들 파라미터는, 용접 와이어의 성능을 개선하도록, 그리고 개선된 아크 형성, 아크 유지, 재료 트랜스퍼, 결과적인 용접 비드의 금속학, 용접 비드 침투(penetration) 등의 특징을 제공하도록 변경 및 최적화될 수도 있다.

[0014] 현재에 고려되는 실시형태에 있어서는, DCEN 극성 용접 방식과 함께 사용하기 위하여 특정의 와이어를 선택할 수 있다. 이하에서 보다 상세하게 설명하는 바와 같이, 예컨대 DCEN 극성 공정과, 안정화제와, 망간(예컨대, AWS E5.18, 70C-6, 보다 일반적으로 E5.18 XXC-6, 여기서 "XX"는 인장 강도를 나타냄) 등의 다른 성분을 포함하는 와이어와 같은 와이어를 "스핀-아크" 이동과 조합하면, 우수한 결과를 제공하는 것으로 확인되었다. 그러한 와이어의 하나의 예로는, 미국 오하이오주 트로이에 소재하는 "Metalloy X-Celfrom Hobart Brothers"라는 이름으로 시판되는 것이 있다. 또한, 용접 와이어의 어떤 제제(formulations)는, 다른 와이어에 의해 얻을 수 있는 이점을 넘어서는 이점을 제공하는 것으로 생각된다. 이러한 제제는, 2004년 4월 20일자로 출원되고 발명의 명칭이 "Straight Polarity Metal Cored Wire"인 Nikodym 등에게 이슈된 미국 특허 제6,723,954호, 2006년 8월 8일자로 출원되고 발명의 명칭이 "Straight Polarity Metal Cored Wire"인 Nikodym 등에게 이슈된 미국 특허 제7,087,860호, 그리고 2011년 1월 4일자로 출원되고 발명의 명칭이 "Metal-Core Gas Metal Arc Welding of Ferrous Steels with Noble Gas Shielding"인 Barhorst 등에게 이슈된 미국 특허 제7,863,538호에 개시되어 있으며, 이들 특허는 본원 명세서에 참고로 인용되는 것이다. 또한, 이하에 설명하는 바와 같이, 아크의 강제 이동에 의해 와이어가 DCEN 극성 공정의 성능을 개선시키도록 특정 성분을 변경할 수도 있다.

[0015] 도 3은 통상의 용례에서의 용접 와이어의 이동을 도시한다. 도 3에 도시된 바와 같이, 가공물들 사이에 조인트(58)가 형성되고, 전극(44)이 의도한 조인트에 밀착되어 위치되는 용접 토치로부터 연장되어 있다. 그리고 접합 대상의 기부 금속과 전극 사이에 아크가 발생한다. 전극은 발생한 아크와 전극의 동작을 강제하도록 이동할 수 있는 접촉 요소(60)로부터 나온다. 접촉 요소의 이동을 위하여, 동작 제어 조립체(62)가 용접 건에 마련되어 있다. 이러한 동작을 강제하기 위하여 수많은 기술을 사용할 수 있지만, 현재에 고려되는 기구에 있어서는, 자체적으로 제어되고 시스템의 제어 회로에 의해 파워가 제공되는 모터(66)에 의해 캠(64)이 선회된다. 이에 따라, 접촉 요소와 전극은, 동작 제어 조립체(62)의 기하형상 및 제어에 의해 정해지는 소정의 주파수로 미리 정해진 패턴으로 강제 이동하게 된다. 도 3에 도시된 바와 같이, 접촉 요소(60)의 틱과 이에 따라 전극(44)은 접촉 요소(60)의 중심선으로부터 소정 거리 또는 반경(68)에 걸쳐 이동할 수도 있다. 후술하는 바와 같이, 이러한 동작에 대하여 다양한 패턴을 사용할 수도 있다. 이 공정 중에 전극(44)이 전진하여, 원하는 용접 비드를 형성한다. 또한, 전체 조립체가, 참조 부호 70으로 지시하는 바와 같이 원하는 주행 속도로 이동한다. 후술하는 바와 같이, 전극 이동과 금속 코어 용접 와이어의 조합에 의해, 최종 용접 비드의 품질을 크게 향상시킬 수 있고, 전극 이동만을 또는 금속 코어 용접 와이어만을 이용하여 얻을 수 있는 이동 속도보다 훨씬 높은 속도를 얻을 수 있다.

[0016] 도 4는 전극(44)의 특정 패턴의 동작과 함께 진행 중인 용접 비드(72)를 예시적으로 도시한다. 당업자라면 이

해할 수 있듯이, 용접 비드는, 가공물의 주변 베이스 금속과 전극의 가열로부터 생기는 용융 금속으로 이루어지는 용접 풀(pool) 또는 퍼들(74; puddle)의 뒤에서 진행된다. 도 4에 도시된 전극은 도면 부호 76으로 나타내는 바와 같은 대략 원형의 패턴으로 이동한다. 현재에는, 전극이 용접 풀(74)과 가공물의 둘레 영역에 충분히 밀접하여, 아크를 유지하고 아크를 이들 영역 사이에서 이동시켜, 전극과 주변 금속을 가열하면서 용접 풀을 유지하도록 하기 위하여 전문화된 동작을 용접 건의 이동 속도에 따라 조절할 수 있는 것으로 고려되고 있다. 후술하는 바와 같이, 용접 공정을 위한 와이어 공급 속도, 전극 이동 속도 또는 진동수, 펄스 주파수 또는 DC 파라미터(예컨대, 아크를 발생시키기 위하여 인가된 전류 및 전압) 등의 다른 조정 인자를 채용하는 것도 또한 고려된다.

[0017] 도 5는 전극의 이동을 위한 다른 가능한 패턴, 이 경우에는, 대략 타원형 패턴(78)을 도시한다. 이 경우의 타원은 용접부 및 토치의 이동 방향을 따른 장축(80)과 이동 방향을 가로지르는 단축(82)을 갖는다. 또한, 도 6은, 다른 가능한 패턴, 즉 타원형 이동의 장축(80)이 용접부와 토치의 이동 방향을 가로지르고 있는 횡방향 타원형 패턴(84)을 도시하고 있다. 그러나 임의의 원하는 패턴을 활용할 수도 있고, 동작 제어 조립체가 특히 이들 패턴을 실행하기에 적합하게 될 수도 있다는 점에 유의해야 한다. 예컨대, 지그재그, 도 8에 도시된 형태, 가로로 왕복하는 라인을 형성하는 패턴을 사용하여 특정의 용접부에 대하여 최적화할 수도 있다.

[0018] 도 7은 강제적으로 동작하는 금속 코어 용접 와이어를 이용할 때에 조작할 것으로 생각되는 예시적인 퇴적(deposition) 및 침투 방식을 도시한다. 구체적으로, 전극(44)은 접합 대상의 가공물(86, 88) 사이에서 이동한다. 용접 비드가 전진함에 따라 가공물 내에 침투하여 대략 평면면을 형성하는 용접 비드(90)가 형성된다. 도 7에 있어서, 도면 부호 94는 가공물(86)을 향한 용접 와이어의 시스(48)의 최대 접근을 나타내고, 도면 부호 94는 가공물(88)에 대한 시스(48)의 최소 접근을 나타낸다.

[0019] 금속 코어 용접 와이어와 가공물 및/또는 진행 중의 용접 퍼들 사이에 생성된 아크는 시스(48)와 이들 요소들 사이에서만 존재하는 것으로 생각되지만, 다른 위치가 아크와 관련될 수도 있고 아크를 지속시킬 수도 있다. 따라서 재료가 화살표 98로 나타내는 바와 같이 전극으로부터 스핀 아웃(spun out)됨에 따라, 도면 부호 96으로 나타내는 바와 같이 특유의 트랜스퍼 위치가 확립된다. 결과적인 용접부가, 솔리드 와이어 전극을 이용한 전극 동작에 의해 형성될 수 있는 유사한 용접부보다 편평하게 되는 것으로 관찰되었다. 또한, 도면 부호 100으로 나타내는 바와 같이, 기재 내로의 개선된 침투가 얻어지는 것으로 생각된다.

[0020] 금속 코어 용접 와이어의 제어된 패턴형의 이동을 이용함으로써 다수의 이점이 생기는 것으로 생각된다. 예컨대, 어느 하나의 기술만을 이용하여 얻을 수 있는 경우보다 50% 내지 100% 정도 높게, 이동 속도의 상당한 증가에 따라 보다 높은 퇴적율이 가능하게 된다. 또한, 아크의 침투성이 약할수록, 더욱 양호한 갭 브릿징(gap bridging)을 얻을 수 있다. 또한, 용접부는 보다 양호한 습윤, 보다 낮은 튀김(spatter) 및 보다 적은 언더컷을 나타낸다. 전문화된 바와 같이, 용접 비드는, 솔리드 용접 와이어를 이용한 스핀-아크 기술의 경우보다 평평하고 덜 둥글납작하게(bulbous) 보인다.

[0021] 상기 기술에 있어서 변경될 수 있는 파라미터는 전극의 이동 속도, 정상 또는 중앙 위치를 중심으로 하는 전극의 이동 정도 등의 인자를 포함할 수 있다. 특히, 본 발명은 원형 패턴으로 절대 한정되지 않지만, 원형 패턴을 이용하면, 50 Hz보다 높고, 100 Hz 내지 120 Hz 및 그 이상의 회전 속도가 유리할 수 있으며, 이에 따라 용접 비드가 보다 편평하게 되고, 퇴적율이 높아지게 되는 것으로 생각된다. 또한, 회전 반경은 현재 1.5 mm 정도로 생각되고 있지만, 2 mm 정도, 3 mm 내지 4 mm 및 그 이상의 직경이 유리할 수도 있다. 또한, 금속 코어 전극의 이동(예컨대 회전)을 조정하여, 펄스 파형, 와이어 공급 속도 등과 동기화시키는 것이 유리할 수 있다. 가스 흐름과 동기화되거나 가스 흐름에 따라 조정된 전극 이동을 제공하는 것이 또한 유리할 수 있다. 이들 다양한 파라미터는 기재 내로의 침투, 전극 재료의 퇴적, 아크의 유지뿐만 아니라 그 외의 용접 파라미터를 지원한다.

[0022] 또한, 가능하게는, 전극 팁에서 전개되는 용융 볼 또는 스프레이에 부여된 기계적 힘(예컨대, 원심력)에 의하여, 용접 풀이 금속 코어 전극의 이동에 따라 보다 양호하게 이동할 수 있는 것으로 생각된다. 이에 따라, 공정은 이전의 공정보다 차갑게 진행될 수 있다. 또한, 특정 유형의 가공물 및 가공물 금속학, 특히 아연 도금된 가공물에 대하여 개선된 이점이 부여될 수 있다. 또한, 공정에 의해, 현재 이러한 용접 전극과 함께 사용되는 아르곤 혼합물의 경우보다, CO<sub>2</sub> 등의 고가의 실드 가스를 적게 할 수 있다.

[0023] 도 8은 전극 팁으로부터 재료가 강제 트랜스퍼되는 상태의 금속 코어 용접 전극의 이동과 관련한 예시적인 타이밍도(timing diagram)를 도시한다. 도 8의 도시에 있어서, 전극 팁의 이동은 시간에 따른 궤적 102로 표시되어 있으며, 강제 트랜스퍼는 궤적 104에 의해 표시되어 있다. 원형의 이동 패턴에 있어서는, 전진하는 용접 비드,

또는 퍼들 또는 조인트의 임의의 특정 위치에 있어서의 임의의 특정 지점의 시점으로부터 대략 정현파형의 동작이 예상된다. 이러한 동작에서의 점 106에서는, 전극의 시스가 가공물의 기재의 측부(sides)에 가장 밀접하게 접근할 수 있다. 용접 공정은, 펄스 용접 방식의 제어 등에 의해, 일반적으로 도면 부호 108에 의해 지시된 바와 같이, 이들 위치에서 전극으로부터의 재료의 트랜스퍼를 강제하거나 개선하도록 적합하게 될 수 있다. 통상적으로, 이들 시간은, 시간 110으로 나타내는 바와 같이 주기적으로 발생할 수 있다. 전술한 바와 같이, 금속 코어 용접 와이어의 이동에 따라 트랜스퍼 모드를 조정하고, 특히 전극의 시스만을 아크의 형성에 이용하기 위하여 이들 및 많은 다른 제어 방식을 예상할 수 있다.

[0024] 대략 60 Hz로 고려되는 2.0 mm의 진동에서 접촉 팁을 회전시키도록 캠 및 서보 모터를 구비하는 용접 토치를 이용하여 전술한 기술을 테스트하였다. 길이가 45 mm인 접촉 팁을 채용하였다. 직경이 0.045 인치인 용접 전극을 채용하고, 전극 유형은 ER70-S6 솔리드 와이어로 하였다. 90-10 CO2 실드 가스 혼합물을 이용하였다. 미국 위스콘신주의 애플턴에 소재하는 "Miller Electric Mfg."에서 시판하는 Accu-Pulse 공정을 진행시키는 Auto Access 파워 서플라이에 기초한 펄스 용접 방식을 활용하였다. 이 베이스 라인 테스트를 분당 39 인치로 진행하였으며, 이 속도는 12 게이지 재료에 대한 양질의 펠렛 용접부를 위하여 최적화한 것이다. 이들 설정에 기초하여, 이동 속도를 분당 59 인치로, 상기 베이스 라인에 비하여 약 50% 증가시켰다. 용접 결과를 최적화할 목적으로 테스트 조건을 변경하였다. 언더컷이 제한 인자인 것으로 보였다. 용접 파라미터에도 불구하고, 불량률이 많은 비드 및 언더컷이 존재한다.

[0025] 제2 테스트에 있어서는, 동일한 용접 파워 서플라이 및 용접 공정과, 동일한 용접 와이어 및 가스를 이용하였다. 다만, 이 테스트에서는, 전술한 바와 같이, 전극 이동을 활용하였다. 제2 테스트에서의 이동 속도는 분당 59 인치로 설정하였다. 용접 결과를 최적화할 목적으로 테스트 조건을 변경하였다. 타이트한 구동 아크가 베이스 금속 내로 깊이 파고 들어가는 것으로 보이고, 캐비테이션 효과를 생성하였다. 전극 이동 공정은 언더컷의 양을 저감시키고 용접부의 면을 상당히 평평하게 하였다. 그러나 용접 퍼들은 용접부의 토우에 대해 밀리지 않고, 궁극적으로 일부 언더컷이 남겨진다.

[0026] 제3 테스트에 있어서는, (미국 오하이오주 트로이에 소재하는 "Hobart Brothers"로부터 시판되는) 직경 0.045 인치의 E70C-6M Metalloy Vantage and Matrix 금속 코어 용접 와이어를 활용하였다. 용접 가스 혼합물은 이전의 테스트와 동일하게 하였고, 파워 서플라이와 용접 공정도 동일하게 하였다. 금속 코어 용접 와이어를 이용한 이 테스트에 있어서는, 이동 속도를 분당 59 인치로 설정한 상태에서 다시 전극 이동을 이용하였다. 용접 결과를 최적화할 목적으로 테스트 조건을 변경하였다. 금속 코어 와이어에 의해 발생된 아크는, 솔리드 와이어의 경우보다 훨씬 소프트하였다. 캐비테이션의 감소에 의해, 용접 푸들(weld puddle)이 토우를 훨씬 양호하게 채울 수 있고, 이에 따라 모든 언더컷을 분당 59 인치의 속도로 거의 제거할 수 있었다. 용접 레그의 사이즈는 재료의 두께(0.125 인치)와 동일하게 하였다. 재료에 대한 정확한 용접 사이즈가 있는 것으로 생각되지만, 자동차 산업에서는, 부분 핏업(part fit-up)의 편차를 보상하고 시각적 검사를 용이하게 하기 위하여 그러한 재료를 과잉으로 용접하고 있다.

[0027] 제4 테스트에 있어서는, 동일한 금속 코어 용접 와이어를 사용하였지만, 직격은 0.052 인치로 하였다. 동일한 가스 혼합물, 파워 서플라이 및 용접 공정을 사용하고, 다시 전극 이동을 행하였다. 분당 59 인치의 이동 속도로 테스트를 하였다. 여기서, 다시 용접 결과를 최적화할 목적으로 테스트 조건을 변경하였다. 금속 코어 와이어에 의해 발생된 아크는, 솔리드 와이어의 경우보다 훨씬 소프트하였다. 캐비테이션의 감소에 의해, 용접 푸들(weld puddle)이 토우를 훨씬 양호하게 채울 수 있고, 이에 따라 모든 언더컷을 분당 59 인치의 속도로 거의 제거할 수 있었다. 용접 레그의 사이즈가 보다 큰 비드 폭으로 향상되었다. 이 테스트에서는, 와이어를 상하로 약 1.2 mm 만큼 조인트의 밖으로 이동시킴으로써 공정의 견고함(robustness)을 시험하였다. 또한, 용접부를 1.2 mm의 갭으로 시험하였다. 용접의 결과, 분당 59 인치의 이동 속도에서도 매우 견고한 윈도우를 갖는 것을 알 수 있다.

[0028] 이전 테스트에서와 동일한 금속 코어 용접 와이어, 동일한 가스 혼합물, 동일한 파워 서플라이 및 용접 공정으로 추가의 테스트를 하였다. 이 테스트에서는, 수평의 랩 조인트에 대하여 분당 80 인치의 높은 이동 속도를 사용하였다. 다시 용접 결과를 최적화할 목적으로 테스트 조건을 변경하였다. 금속 코어 와이어에 의해 발생된 아크는, 솔리드 와이어의 경우보다 훨씬 소프트하였다. 갭(gap)을 0.1 내지 2로 변경하면서 공정의 견고함을 시험하였다. 용접의 결과, 분당 80 인치의 이동 속도에서도 매우 견고한 윈도우를 갖는 것을 알 수 있다. 모든 금속 코어 전극 테스트에서 발생한 튀김의 양이 통상의 솔리드 와이어 용례 또는 유사한 조인트에서의 양보다 훨씬 작았다.

[0029] 상기의 예에 더하여, 전술한 금속 코어 와이어, 아크의 기계적 이동을 갖는 DCEN 극성을 이용하는 용접 절차가 특히 양호한 결과를 제공하고, 특정 유형의 가공물(또는 베이스플레이트 재료)에 훨씬 유리한 것을 알 수 있었다. 예컨대, 전술한 Metalloy<sup>®</sup> X-Cel<sup>™</sup> 와이어가, 용접 금속의 습윤성을 개선하면서("크라운형(crowned)" 비드를 피하면서) 튀김(spatter)을 줄이는 데에 특히 적합하다. 또한, 아크 이동과 그러한 와이어의 조합을 갖는 DCEN 공정의 사용에 의해, 과열을 줄일 수 있다. 이러한 조합은, 도금된 시트 재료의 용접(예컨대 자동차 용례), 피복 또는 도장된 재료의 용접, 얇은 강판의 용접(예컨대, 가구 제조 분야) 등에 특히 유용할 수 있다.

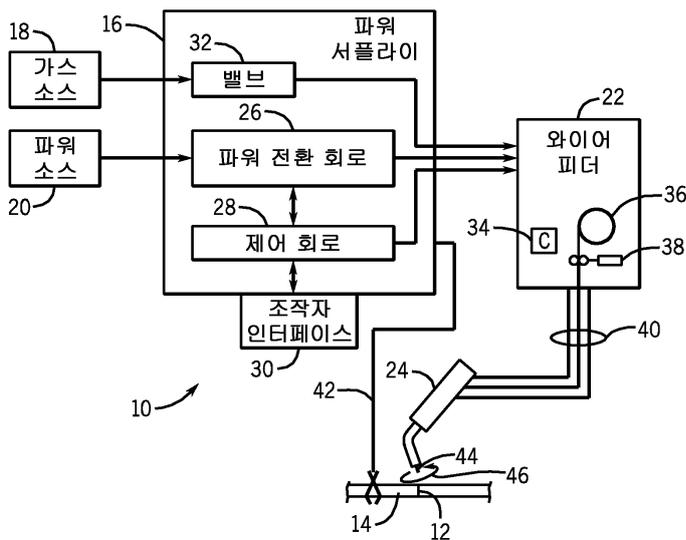
[0030] 현재에는, (일반적으로 전술한 X-Cel<sup>™</sup> 와이어에 대응하는) 이들 용례에 적합한 용접 와이어가 아크를 안정화하는(튀김이 적으면서 안정적인 아크를 발생시키는) 성분을 특징으로 하는 것으로 생각되고 있다. 예컨대, 이러한 안정화제는 칼륨과, (칼륨장석, 티탄산칼륨, 티탄산망간칼륨, 황산칼륨, 탄산칼륨, 인산칼륨, 몰리브덴산칼륨, 질산칼륨, 규불화산칼륨, 그리고 칼륨을 함유하는 복합 산화물 성분 등과 같이) 용접 공정 중에 칼륨에 기여하는 화합물을 포함할 수도 있다. 또한, 흑연 및 비흑연 탄소 소스는, 아크 기둥으로 승화되고 보다 미세한 액적의 금속을 트랜스퍼함으로써 안정성을 부여할 수도 있다. (전술한 바와 같은) 기존의 용접 와이어의 가능한 변형예에는, 어느 하나 이상의 전술한 소스 및, 흑연 또는 탄소 함유 철 및/또는 합금 분말 등의 적절한 탄소 소스로부터의 칼륨을 포함할 수 있다.

[0031] 관련한 특성의 DCEN 공정과 관련하여, 이들 공정은 통상적으로, 전극 직경, 전극 연장(예컨대, 접촉 팁부터 플레이트까지), 용접 위치, 가공물 또는 베이스 플레이트의 유형 및 직경, 이동 속도 및 퇴적율(deposition rate), 와이어 공급 속도 등에 적어도 부분적으로 기초하여 선택된 전류 및 전압에서 실행될 수도 있다. 예컨대, 21 내지 30 볼트의 전압이 적합할 수 있고, 150 내지 450 암페어의 전류가 적합할 수 있다. 또한, 실드 가스와 관련하여, 적절한 가스 혼합물은 아르곤 및 이산화탄소를 포함하는 것으로 생각되며, 최소 75%, 최대 95%의 아르곤을 갖는다(다만, 98%의 아르곤과 2%의 산소와 같은, 다른 양 및 조합이 만족스러울 수도 있다). 또한, 선택된 DCEN 극성이 비펄스 및 펄스 전류를 포함할 수도 있는 것으로 생각된다.

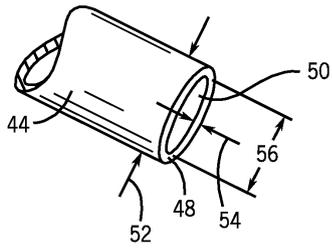
[0032] 본원 명세서에서는 본 발명의 특별한 특징만을 예시하고 설명하였지만, 당업자는 많은 변형 및 수정을 알 수 있을 것이다. 따라서 첨부 청구범위는 본 발명의 범위 내에 있는 그러한 모든 변형 및 수정을 커버하는 것으로 의도된다는 것을 이해해야 한다.

**도면**

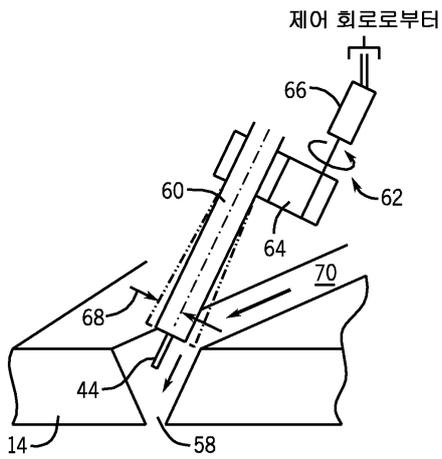
**도면1**



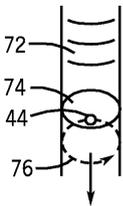
도면2



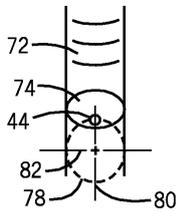
도면3



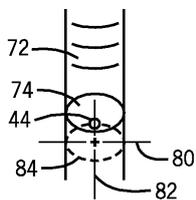
도면4



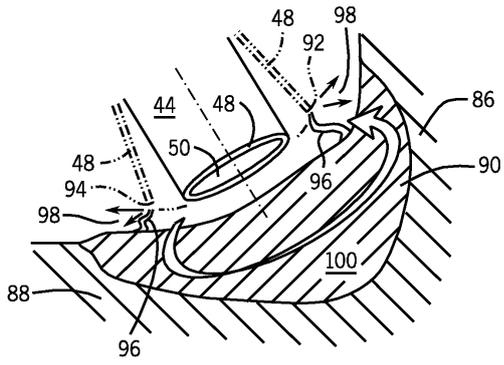
도면5



도면6



도면7



도면8

