



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0110840  
(43) 공개일자 2014년09월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F27B 3/08 (2006.01) C21C 5/52 (2014.01)  
(21) 출원번호 10-2014-7011693  
(22) 출원일자(국제) 2012년10월25일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2014년04월29일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2012/071107  
(87) 국제공개번호 WO 2013/064413  
국제공개일자 2013년05월10일  
(30) 우선권주장  
11187639.7 2011년11월03일  
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인  
지멘스 악티엔게젤샤프트  
독일 뮌헨 80333 비텔스파허프라췌 2  
(72) 발명자  
크뤼거 클라우스  
독일 22179 함부르크 술라봄 12  
맛솔랏 토마스  
독일 90542 엑켄탈 페터-헨라인-슈트라췌 15  
뵘펠러 아르노  
독일 91074 헤어초겐아우라흐 오리온슈트라췌 4  
(74) 대리인  
양영준, 안국찬

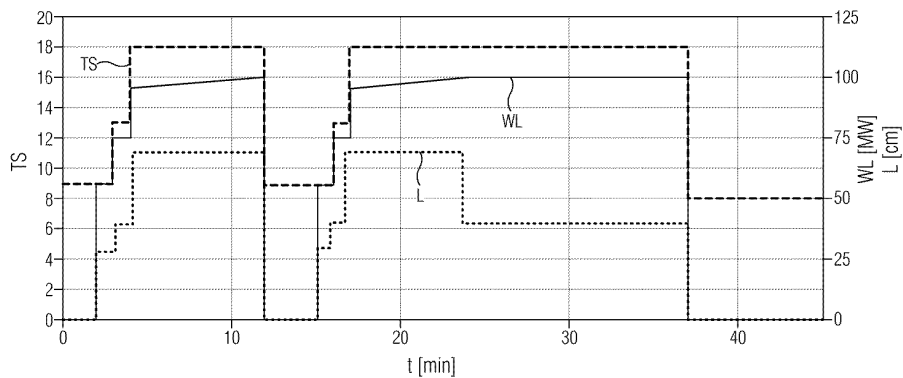
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 아크로 작동 방법

(57) 요약

본 발명은 하나 이상의 전극을 구비한 아크로의 작동 방법이며, 이러한 방법에서는 아크로 내의 용융될 물질이, 하나 이상의 전극에 의해 형성되는 플라즈마 아크(2)에 의해 용융된다. 아크로의 효율 상승 및 출력 상승과 관련하여, 플라즈마 아크(2)는 플라즈마 조성물에 영향을 미치는 하나 또는 복수의 첨가 재료(ZS<sub>1</sub>, ZS<sub>2</sub>)가 플라즈마에 제공됨으로써 조절된다.

대표도



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

하나 이상의 전극을 구비한 아크로의 작동 방법이며, 이때 아크로 내의 용융될 물질이, 하나 이상의 전극에 의해 형성되는 플라즈마 아크(2)에 의해 용융되는, 아크로의 작동 방법에 있어서,

플라즈마 아크(2)는 플라즈마 조성물에 영향을 미치는 하나 또는 복수의 첨가 재료( $ZS_1$ ,  $ZS_2$ )가 플라즈마에 제공됨으로써 조절되고, 플라즈마 아크(2)의 자체 강도를 감소시키기 위해 낮은 이온화 에너지를 갖는 하나 이상의 첨가 재료( $ZS_1$ ), 특히 금속 또는 금속염이 플라즈마 내에 제공되고, 플라즈마 아크(2)의 자체 강도를 증가시키기 위해 높은 이온화 에너지를 갖는 하나 이상의 첨가 재료( $ZS_2$ ), 특히 비활성 기체가 플라즈마 내에 제공되는, 아크로의 작동 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 용융 프로세스의 프로세스 상태가 결정되고, 플라즈마 아크의 자체 강도는 프로세스 상태에 따라 조절되는, 아크로의 작동 방법.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 제공된 첨가 재료( $ZS_1$ ,  $ZS_2$ )의 양은 MW 아크 출력 당 0.1 내지  $50 \text{ m}^3/\text{h}$ 의 범위, 특히 MW 아크 출력 당 5 내지  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ 의 범위에서 계량 공급되는, 아크로의 작동 방법.

### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 제공된 첨가 재료의 양은 허용 압력( $P_{abs}$ )을 통해 폐회로 제어되는, 아크로의 작동 방법.

### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 첨가 재료( $ZS_1$ ,  $ZS_2$ )는 기체 형태이거나 에어로졸로서 존재하여 기체 압력의 폐회로 제어를 통해 계량 공급되는, 아크로의 작동 방법.

### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 하나 이상의 전극은 중공형 전극으로 형성되고, 첨가 재료( $ZS_1$ ,  $ZS_2$ )는 상기 전극을 통해 공급되는, 아크로의 작동 방법.

### 청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 첨가 재료( $ZS_1$ ,  $ZS_2$ )는 인젝터를 통해 노벽 또는 노의 덮개를 거쳐 아크로 내에 주입되는, 아크로의 작동 방법.

### 청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 첨가 재료( $ZS_1$ ,  $ZS_2$ )는 포러스 플러그를 통해 아크로의 바닥에서 주입되는, 아크로의 작동 방법.

### 청구항 9

아크로를 위한 신호 처리 장치(8)이며, 신호 처리 장치(8)로 하여금 제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 따른 방법을 실행하도록 하는 개회로 제어 명령을 포함하는 기계 판독 가능한 프로그램 코드를 갖는, 아크로를 위한 신호 처리 장치.

#### 청구항 10

아크로용 신호 처리 장치(8)를 위한 기계 판독 가능한 프로그램 코드이며, 상기 프로그램 코드는 신호 처리 장치로 하여금 제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 따른 방법을 실행하도록 하는 개회로 제어 명령을 포함하는, 기계 판독 가능한 프로그램 코드.

#### 청구항 11

제10항에 따른 기계 판독 가능한 프로그램 코드가 저장된 저장 매체.

#### 청구항 12

하나 이상의 전극에 의해 형성되는 플라즈마 아크(2)에 의한 용융될 물질의 용융을 위한 하나 이상의 전극과, 제9항에 따른 신호 처리 장치(8)를 구비한 아크로.

#### 청구항 13

제12항에 있어서, 상기 전극은 첨가 재료( $ZS_1$ ,  $ZS_2$ )의 공급을 위한 중공형 전극으로서 형성되는, 아크로.

#### 청구항 14

제12항 또는 제13항에 있어서, 첨가 재료( $ZS_1$ ,  $ZS_2$ )를 위한 인젝터가 노벽 또는 노의 덮개에 제공되는, 아크로.

#### 청구항 15

제12항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 첨가 재료( $ZS_1$ ,  $ZS_2$ )의 주입을 위한 포러스 플러그가 아크로의 바닥에 제공되는, 아크로.

### 명세서

#### 기술분야

[0001] 본 발명은 하나 이상의 전극을 구비한 아크로, 특히 전기 아크로의 작동 방법에 관한 것이며, 이러한 방법에서는 아크로 내의 용융될 물질이, 하나 이상의 전극에 의해 형성되는 플라즈마 아크에 의해 용융된다. 이 경우, 용융될 물질은 용융될 고체, 액체 금속, 및/또는 슬래그도 의미한다. 또한 본원은 아크로용 신호 처리 장치와, 아크로용 신호 처리 장치를 위한 기계 판독 가능한 프로그램 코드와, 상기 유형의 기계 판독 가능한 프로그램 코드가 저장된 저장 매체에 관한 것이다. 마지막으로 본원은 상기 유형의 신호 처리 장치를 구비한 아크로, 특히 전기 아크로에 관한 것이다.

#### 배경기술

[0002] 아크로는 액체 금속, 대개 강철의 제조를 위해 사용된다. 액체 금속은 추가의 골재와 함께, 고체의 용융될 물질, 예를 들어 스크랩 또는 환원철로부터 제조된다. 이를 위해, 프로세스 시작에서 아크로는 스크랩 및/또는 환원철로 충전되고, 이후 아크로의 전극과 용융될 물질 사이에서 플라즈마 아크가 발화된다. 플라즈마 아크를 통해 아크로 내에 제공되는 에너지는 나머지 용융될 물질의 용융을 유도한다. 상기 유형의 아크로는 예를 들어 DE 0 122 910 A1호, DE 41 30 397 A1호, 및 EP 0 292 469 A1호에 공지되어 있다.

[0003] 아크로의 전기 접속 출력은 계속해서 상승한다. 1980년 대에는 아직 100MVA가 피크값으로 여겨졌던 반면, 오늘날 새로운 노설비의 전형적인 출력은 150MVA의 크기를 갖는다. 드물게 아크로가 200MVA를 초과하는 접속 출력으로 작동하기도 한다. 기본적으로는 높은 접속 출력이 특정 인건비 및 투자 비용을 낮추면서 높은 생산성을 가능하게 하므로 매력적이다.

[0004] 높은 용융력은 높은 아크 전류와, 특히 높은 아크 전압을 수반한다. 길면서 출력이 강한 관련 아크의 경우 프로세스 제어를 위해 만만치 않은 도전을 받는다. 아크는 효율적인 에너지 제공을 가능하게 하고 노 용기의 손상을 방지하기 위해 모든 시점에 스크랩 또는 발포 슬래그로 충분히 감싸져야 한다. 이에 상응하게, 아크 길이의 현저한 감소와 이에 따라 용융력의 현저한 감소에 의해 스크랩의 멜트 다운 또는 발포 슬래그의 분해에 신속하게 반응하는 것이 요구된다. 특히, 예를 들어 스테인레스 강의 제조시에는, 배쓰가 액체 상태일 때 발포 슬

래그가 존재하지 않기 때문에 감소된 아크 출력으로만 처리될 수 있다.

- [0005] 전압의 상승을 통한 삼상 교류 및 직류 아크의 추가적인 출력 상승은 긴 아크가 얻어짐으로써 거의 불가능한 것으로 나타난다. 얻어지는 높은 공급 라인 손실, 예를 들어 전극과 같은 작동 부재에서의 제한은 전류를 통한 출력 상승과는 반대된다.
- [0006] 스크랩 물질의 용융 동안, 스크랩 운동 및 아크 내 변화하는 플라스마 조건을 통해, 상당한 전류 변동이 야기된다. 이러한 전류 변동은 소위 플리커값을 통해 기술되는 공급 네트워크 내 장애를 야기한다. 네트워크 단락 출력이 제공될 때, 플리커값은 노 출력과 비례하여 증가한다.
- [0007] 지금까지, 상술한 도전은 여러 가지 방식으로 대응되어 왔다. 용융력은 예를 들어 자동으로 실제 프로세스 조건에 매칭되고, 매우 간단하게는 이는 Dorndorf, M., Wichert, W., Schubert, M., Kempken, J., Krueger, K.의 "Holistic Control of EAF's Energy and Material Flows. 3rd International Steel Conference on New Developments in Metallurgical Process Technologies", 513 내지 520 페이지(뒤셀도르프, 2007년 6월 11-15일)에 설명된 바와 같이 열에 기초한 출력 폐회로 제어를 통해 실행된다.
- [0008] 최근에는 고체 음파에 기초한 출력 폐회로 제어를 통해서도 실제 프로세스 조건에의 용융력의 매칭이 실행된다 [Dittmer, B., Krueger, K., Rieger, D., Matschullat, T., Doebbler, A.의 "Asymmetrical Power Control of AC-EAFs by Structure-Borne Sound Evaluation, Iron & Steel Technology Conference 2010", 937 내지 946 페이지(피츠버그, 2010년 5월 3-6일) 참조].
- [0009] 기본적으로 이러한 폐회로 제어에 의해 노 용기의 과도한 마모는 방지되지만, 이를 위해 부분적으로 확연히 감소된 용융력을 갖는 생산 단계를 감수해야 한다. 또한, 분탄의 주입과 이에 따른 발포 슬래그 형성은 자동으로 폐회로 제어된다[Homeyer, K.의 공학 박사 학위 논문 "Automation of the Addition of Coal for the Formation of Foaming Slag in Arc Furnaces, University of the Federal Armed Forces Hamburg"(2000), "VDI-Research Reports"(Series 8, no. 862, VDI 출판사, 뒤셀도르프 2001), Matschullat, T., Wichert, W., Rieger, D.의 "Foaming Slag in More Dimensions - A New Detection Method with Carbon Control, AISTech 2007"(인디애나 폴리스, 2007년 5월 7-10일) 참조].
- [0010] 마지막으로, 스테인레스 강의 제조시에도 발포 슬래그와 같은 것들을 형성하는 노력들이 언급된다[Reichel, J., Rose, L., Cotchen, J.K., Damazio, M.A., Loss, H.B., Pinto E.M.의 "EAF Foamy Slag in Stainless Steel Production: Industrial Experiences and Further Development, Iron & Steel Technology Conference 2010", 793 내지 799 페이지(피츠버그, 2010년 5월 3-6일) 참조].
- [0011] 그 자체로는 보장되지 않는 성공적인 발포 슬래그 형성에 의해, 액체 배쓰 단계 동안에도 기본적으로 고출력의 용융 작동이 가능하다. 플리커값의 제한을 위해, 고출력의 아크로에서 또는 약한 네트워크에서 다이내믹 무효 전력 보상 시스템의 설치가 필요하다. 그러나, 상기 유형의 시스템에 의해서도 최대 5배의 플리커값 감소가 가능하다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0012] 본 발명의 목적은 아크로의 효율 상승 및 출력 상승을 구현하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0013] 상기 목적은 하나 이상의 전극을 구비한 아크로의 작동 방법에 의해 해결되며, 이러한 방법에서는 아크로 내의 용융될 물질이, 하나 이상의 전극에 의해 형성되는 플라스마 아크에 의해 용융되고, 플라스마 아크는 플라스마 조성물에 영향을 미치는 첨가 재료가 플라스마에 제공됨으로써 조절된다. 이 경우, 플라스마 아크의 자체 강도를 감소시키기 위해 낮은 이온화 에너지를 갖는 하나 이상의 첨가 재료, 특히 금속 또는 금속염이 플라스마 내에 제공되고, 플라스마 아크의 자체 강도를 증가시키기 위해 높은 이온화 에너지를 갖는 하나 이상의 첨가 재료, 특히 비활성 기체가 플라스마 내에 제공된다.
- [0014] 이때, 플라스마 조성물이란 특히 플라스마 분위기를 의미한다. 이 경우, 플라스마 특성은 플라스마 조성물에 좌우된다.
- [0015] 지금까지는 아크 플라스마의 조성물이 프로세스를 통해 사전 설정되는 것으로 여겨졌다. 이 경우, 현재 플라스

마 조성물은 아크의 가연성 및 안정성을 결정한다. 이와 같이, 현재 플라스마 조성물은 용융 중에 플리커 상태에 큰 영향을 미친다.

[0016] 본 발명은 플라스마 아크의 특성을 달성하고, 다이내믹에 의해 현재 프로세스 요건에 매칭하기 위해 여러 가지 첨가 재료들, 특히 기체들과 고체 에어로졸 또는 더스트도 폐회로 제어하여 아크 플라스마에 제공하는 개념에 기초한다. 이 경우, 첨가 재료는 특히 플라스마에 직접 공급되고, 플라스마에 직접 영향을 미치고, 예를 들어 자신의 이온화력, 재결합 시간, 전도율 및/또는 자계 강도와 같은 물리적 특성 및/또는 화학적 특성을 변화시킨다. 플라스마의 상태는 플라스마에 제공되는 첨가 재료 또는 첨가 재료들의 종류뿐만 아니라 분량에 의해서도 원하는 대로 설정 가능하다. 플라스마 조성물의 영향과 이에 따라 플라스마 아크의 특성은 직류 아크에서뿐만 아니라 삼상 교류 아크에서도 사용될 수 있다. 마찬가지로 플라스마 아크의 전도율의 폐회로 제어는 철강(Ladle Furnace)에 대해서도 사용 가능하다. 전기식 환원로(Submerged Arc Furnace)와 같은 특수 용융 시스템을 위해서도, 플라스마 아크의 전도율 또는 자계 강도의 원하는 설정이 전달 가능하다.

[0017] 시작점은 상응하는 폐회로 제어를 통해 설정되는 일정한 아크 전류이다. 이 경우, 아크 출력은 아크 길이, 아크의 자계 강도, 및 아크 전류의 곱에 정비례한다. 아크 전류가 일정하다면, 원하는 출력을 달성하기 위해 자계 강도 또는 아크 길이는 변화할 수 있다. 플라스마 분위기의 변화를 통해 자계 강도는 규정되어 설정된다.

[0018] 플라스마의 원하는 변화를 통한 플라스마 아크의 용융력 상승은 현재 플라스마 조건에 대한 플라스마 특성의 단계 없는 매칭과 같은 것을 의미하며, 이로 인해 높고 효율적인 출력 제공이 이루어지는 조용한 아크 작동이 구현된다.

[0019] 플라스마 아크의 자계 강도를 감소시키기 위해(또는 전도율의 상승을 위해), 낮은 이온화 에너지를 갖는 첨가 재료, 특히 금속 또는 금속염이 플라스마 내에 제공된다. 아크의 플라스마 내 전하 캐리어의 재결합 시간의 연장과 전도율의 상승에는 금속 또는 상응하는 염류로서 예를 들어 리튬, 나트륨, 칼륨, 및 알루미늄이 적합하다. 운전 개시 및 스크랩 용융을 위해 또는 일반적으로 일정하지 않은 용융 작동시에 플라스마는, 쉽게 이온화 가능하고, 천천히 재결합되고, 높은 전도율 또는 낮은 자계 강도를 갖도록 변화한다. 높은 전도율 또는 낮은 자계 강도를 갖는 플라스마는 특히 스크랩 용융시에, 즉 아크로 내의 고체 분량이 높을 때 장점이 있다. 첨가 재료를 통해, 아크는 안정화되고 플리커값은 감소한다. 이 경우, 큰 체적의 스크랩 용융이 일어난다.

[0020] 또한 플라스마 아크의 자계 강도를 증가시키기 위해(또는 전도율의 감소를 위해), 높은 이온화 에너지를 갖는 첨가 재료, 특히 비활성 기체가 플라스마 내에 제공된다. 특히 액체 배스에서 작동하는 플라스마는 낮은 전도율 또는 높은 자계 강도를 갖도록 변화한다. 이는 예를 들어 헬륨 또는 아르곤의 주입을 통해 실행된다. 대안적으로, 수소 또는 수소를 함유한 기체, 예를 들어 프로판, 질소, 산소 또는 일산화탄소 또는 이산화탄소도 이러한 사용을 위해 적합하다. 이와 같이 얻어지는 짧은 아크는 노벽에 대해 더 낮은 방사 부하를 의미한다. 이 경우, 슬래그 높이가 낮을 때에도 높은 출력이 달성된다. 트랜스포머 단계들의 빈번한 전환도 방지된다.

[0021] 이 경우, 높은 이온화 에너지를 갖는 첨가 재료는 10eV, 특히 15eV를 초과하는 이온화 에너지를 갖는 첨가 재료를 의미한다. 예를 들어 프로판과 같이 수소를 함유한 기체와 영속 기체가 이에 속한다. 낮은 이온화 에너지를 갖는 첨가 재료는 10eV, 특히 8eV 미만의 이온화 에너지를 갖는 첨가 재료를 의미한다. 낮은 이온화 에너지를 갖는 첨가 재료는 예를 들어 알칼리 금속 및 알루미늄과, 이들의 금속염이다.

[0022] 바람직하게, 용융 프로세스의 프로세스 상태, 특히 실제의 프로세스 상태가 결정되고, 프로세스 상태에 따라 플라스마 아크의 자계 강도(또는 전도율)가 조절된다. 이 경우, 프로세스 상태는 용융 과정의 실제 프로세스 상태를 의미한다. 용융 과정은 여러 가지 발달 단계들을 갖고, 이러한 발달 단계들에서는 아크로 내의 액체 배스와 고체 사이의 비율이 상이하므로, 아크에 대한 요건이 마찬가지로 상이하다. 따라서, 용융 과정의 실제 프로세스 상태의 결정은 아크 특성의 최적화된 폐회로 제어를 위한 전제 조건이며, 이에 따라 아크로의 출력 및/또는 효율의 상승을 위한 전제 조건이다. 현재 프로세스 상태의 검출은 예를 들어 제공된 에너지를 통해 실행된다. 용융 과정을 정확하게 설명하기 위해, 특히 아크로의 열적 상태와, 전류 및 전압의 시간 곡선과, 음향 신호 또는 고체 음파 신호가 사용될 수 있다.

[0023] 제공된 첨가 재료의 유형과 더불어, 마찬가지로 하나 이상의 첨가 재료의 양을 통한 플라스마 조건 또는 플라스마 특성의 설정도 제공된다. 제공된 하나 이상의 첨가 재료의 필요한 양은 실질적으로 아크 체적으로부터 얻어지고, 따라서 이러한 양은 아크 출력에 비례한다. 따라서, 바람직하게, 제공된 첨가 재료의 양은 MW 아크 출력 당 0.1 내지 50 m<sup>3</sup>/h의 범위, 특히 MW 아크 출력 당 5 내지 10 m<sup>3</sup>/h의 범위에서 계량 공급된다. 편의상, 시스템의 허용 압력(P<sub>abs</sub>)을 통한 간접적인 개회로 제어가 실행된다.



- [0024] 바람직한 일 실시예에 따라, 첨가 재료는 기체 형태이거나 에어로졸로서 존재하여 기체 압력의 폐회로 제어를 통해 계량 공급된다. 이 경우, 기체 흐름의 폐회로 제어는 특히 프로세스 상태의 검출에 기초하고, 예를 들어 노 용기의 온도 부하가 너무 높을 때, 플라스마 아크의 폐회로 제어를 위한 상응하는 조치가 취해진다. 보충적으로 또는 대안적으로, 기체 흐름의 폐회로 제어를 위해서는 경험값에 기초한 아크로의 조업 선도가 제공된다.
- [0025] 바람직하게, 하나 이상의 전극은 중공형 전극으로 형성되고, 하나 이상의 첨가 재료는 이러한 전극을 통해 공급된다. 기체 공급부가 흑연 전극에 일체되는 경우, 이는 분사된 기체가 전극을 냉각시키고 경우에 따라서는 심지어 감싸는 긍정적인 부가 작용을 유도하는데, 이는 전극의 작동중 전극 연소를 감소시킨다. 흑연 전극의 경우, 공급된 첨가 재료에 따라서 재결합이 일어날 수도 있는데, 이러한 재결합은 자신의 에너지 소비에 의해 마찬가지로 전극의 냉각을 유도한다.
- [0026] 중공형 전극에 대안적으로 또는 보충적으로, 첨가 재료는 바람직하게는 인젝터를 통해 노벽 또는 노의 덮개를 거쳐 아크로 내에 공급되고 또는 첨가 재료는 포러스 플러그를 통해 아크로의 바닥에서 주입된다. 노벽, 노의 덮개, 또는 노의 바닥의 별도의 공급 장치 또는 인젝터는 특히 전극과 이에 따라 플라스마에 최대한 가까이 이어지므로, 첨가 재료는 특히 플라스마 내로 바로 주입된다.
- [0027] 또한, 본 발명의 과제는 본 발명에 따라 아크로를 위한 신호 처리 장치를 통해 해결되며, 이러한 신호 처리 장치는 신호 처리 장치로 하여금 상술한 실시예들 중 하나에 따른 방법을 실행하도록 하는 개회로 제어 명령을 포함하는 기계 판독 가능한 프로그램 코드를 갖는다. 또한, 이러한 과제는 본 발명에 따라 아크로용 신호 처리 장치를 위한 기계 판독 가능한 프로그램 코드를 통해 해결되며, 이러한 프로그램 코드는 신호 처리 장치로 하여금 상술한 실시예들 중 하나에 따른 방법을 실행하도록 하는 개회로 제어 명령을 포함한다. 본 발명의 과제는 마찬가지로 본 발명에 따라, 상기 유형의 기계 판독 가능한 프로그램 코드가 저장된 저장 매체를 통해 해결된다.
- [0028] 마지막으로 본 발명의 과제는 본 발명에 따라, 하나 이상의 전극에 의해 형성되는 플라스마 아크에 의한 용융될 물질의 용융을 위한 하나 이상의 전극과, 상술한 신호 처리 장치를 구비한 아크로, 특히 전기 아크로에 의해 해결된다. 이 경우, 전극은 바람직하게는 첨가 재료의 공급을 위한 중공형 전극으로서 형성된다. 또한, 편의상 첨가 재료를 위한 인젝터가 노벽 또는 노의 덮개에 제공되고, 또는 첨가 재료의 주입을 위한 포러스 플러그가 아크로의 바닥에 제공된다.
- [0029] 스크랩 용융시 재결합의 지연과 플라스마 전도율의 상승은 훨씬 적은 전류 변동과 플리커값을 갖는 훨씬 더 안정적인 아크 작동을 유도하고, 사인과 형태의 전류 곡선을 유도한다. 마찬가지로 안정적인 아크는 전극 연소에 긍정적으로 작용한다.
- [0030] 본 발명의 실시예는 도면에 의해 더 상세히 설명된다.

### 도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 종래의 아크로의 운영 방식을 도시한 도면이다.
- 도 2는 플라스마 분위기의 조절에 의한 아크로의 최적화된 운영 방식을 도시한 도면이다.
- 도 3은 플라스마 조성물에 영향을 미치는 첨가 재료의 주입 폐회로 제어를 도시한 블록 회로도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 도 1 및 도 2에는 종래의 아크로의 작동시(도 1) 그리고 첨가 재료를 통한 플라스마 폐회로 제어가 되는 아크로의 작동시(도 2)에 트랜스포머 단계들의 곡선(TS), 작용력의 곡선(WL)(MW), 및 아크 길이의 곡선(L)(cm)이 시간(t)(min)에 걸쳐 도시되어 있다.
- [0033] 양 작동 방식에서, 여기에 더 상세히 도시되어 있지 않은 각각의 아크로는 고체의 용융될 물질의 바스켓으로 채워지고 운전 개시된다. 아크의 발화는 약 3분간 이루어진다. 뒤이은 사용 물질의 용융시, 아크는 사용 물질의 다이내믹과 바닥점의 이동에 의해 비교적 불안정하게 연소된다. 따라서, 도 2에 따라 아크의 플라스마에는 플라스마의 전도율이 상승하거나 플라스마의 자체가 감소되도록, 예를 들어 비활성 기체, 수소, 또는 메탄과 같이 높은 이온화 에너지를 갖는 첨가 재료가 첨가된다. 이 경우, 아크의 길이는 특히 약 70cm에 달하고, 즉 도 1에 따른 종래 방식으로 작동하는 아크로 내의 아크의 길이보다 약 20cm 더 길다. 연장된 플라스마 아크는 도 1에 따른 아크보다 더 큰 체적으로 고체 스크랩을 용융시킨다. 이 경우, 더 적은 에너지 요구량을 수반하는 더 효

울적인 용융 작동이 제공된다. 또한, 아크의 전도율의 매칭은 전류 변동 및 특히 플리커값이 확실히 감소된다는 장점이 있다. 또한, 적합한 플라즈마 분위기의 사전 설정을 통해 아크 전류 및 아크 전압의 사인과 곡선이 달성될 수 있다. 따라서, 전류 왜곡률 또는 전류 조파는 훨씬 감소한다. 이에 상응하게 필터 회로가 생략될 수 있거나, 공급 네트워크가 더 적은 부하를 받는다.

[0034] 용융 과정 시작 이후 약 15분 경에 각각의 아크로에는 스크랩의 제2 바스켓이 공급된다. 제2 바스켓의 용융을 위해, 마찬가지로 아크는 연장된다.

[0035] 약 24분부터는 제2 바스켓으로부터의 고체도 이미 용융되어 있다. 노벽에 너무 많은 방사가 이루어지지 않도록, 쉽게 이온화 가능한 금속 또는 금속염, 예를 들어 알루미늄, 칼슘 또는 칼륨이 플라즈마 아크 내에 제공됨으로써, 도 2에 따라 전도율은 더 낮아지고 아크 길이(L)는 더 짧게 설정된다. 이 경우, 방사 부하가 2/3로 감소될 수 있고, 또는 방사 부하가 동일할 때 50% 더 높은 용융력이 달성된다. 또한 플라즈마의 매칭을 통해, 도 1과 도 2의 비교로부터 24분과 37분 사이에 제시된 바와 같이 트랜스포머 단계들(TS)의 여러 번의 전환이 방지된다. 또한, 두 도면들의 비교로부터, 플라즈마 전도율의 매칭에 의한 최적화된 작동 방식에서의 용융 과정이, 종래 방식으로 작동되는 아크로에서보다 더 짧은 것을 볼 수 있다.

[0036] 도 3에는 더 상세히 도시되지 않은 아크로의 최적화된 작동으로 플라즈마 조성물을 연속적으로 폐회로 제어하기 위한 블록 회로도도 가 도시되어 있다. 이러한 폐회로 제어는 아크로 내 프로세스 상태의 결정에 기초하며, 이러한 프로세스 상태에 따라, 플라즈마의 특성들, 특히 플라즈마의 자체 강도들이 매칭된다.

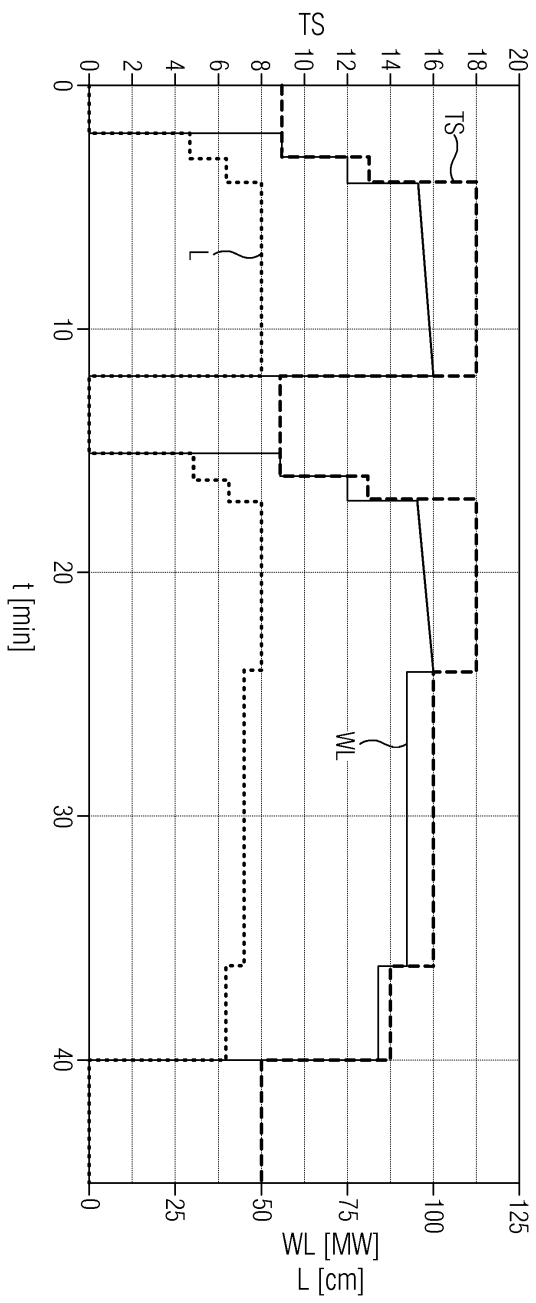
[0037] 아크로 내에서 생성된 플라즈마 아크(2)의 입력 변수로서, 아크로의 출력 폐회로 제어를 통해 사전 설정되는 전기 작동점(4)이 사용된다. 또한, 아크 길이(L)의 어느 정도 량( $\Delta$ )이 발포 슬래그를 통해 또는 스크랩 파일을 통해 차단되지 않는지가 중요하다. 이 경우, "H"로 발포 슬래그 높이가 표시된다. 이 정도의 량( $\Delta$ )이 열적 부하의 상승을 야기하므로, 이를 위한 척도로서 노 용기의 냉각수 온도(T)가 사용될 수 있다. 검출된 온도(T)는 사용 물질 내에 형성되는 특유의 에너지( $E_{sp}$ )와 함께 신호 처리 장치(8)에 공급된다.

[0038] 아크로의 열적 상태의 검출과 동시에, 아크가 어느 정도나 감싸지고 얼마나 안정적으로 연소 되는지에 대한 정보를 직접 전달하는 고체 음파 측정 및 전류 측정이 실행된다. 이러한 측정의 측정 신호(10, 12)는 마찬가지로 개회로 제어 또는 폐회로 제어 유닛(8)에 공급된다. 입력 정보에 따라, 아크(2) 내에 제공된 첨가 재료( $ZS_1$ ,  $ZS_2$ )의 양과 종류가 신호 처리 장치(8)에 의해 연산된다. 이 경우, 첨가 재료( $ZS_1$ ,  $ZS_2$ )의 양은 아크로의 출력에 비례한다. 첨가 재료( $ZS_1$ ,  $ZS_2$ )가 기체 상태일 때, 이러한 첨가 재료는 특히 첨가 재료( $ZS_1$ ,  $ZS_2$ )를 위한 라인 내 기체압을 통해 계량 공급된다. 첨가 재료( $ZS_1$ ,  $ZS_2$ )는 특히 아크로의 중공형 전극을 통해 제공되고, 대안적으로 공급 장치 또는 인젝터가 아크로의 벽부, 덮개, 및 바닥에 제공될 수 있다.

[0039] 첨가 재료( $ZS_1$ ,  $ZS_2$ )를 통한 플라즈마 조성물의 폐회로 제어 시에는 일반적으로 스크랩 용융시, 특히 용융 과정의 시작에서 높은 전도율을 갖는 플라즈마가 필요하다는 점이 중요하므로, 플라즈마에는 낮은 이온화 에너지를 갖는 첨가 재료( $ZS_1$ )가 공급되고, 아크로 내의 배쓰가 대체로 액체 상태일 때, 특히 용융 과정의 종료시에, 높은 이온화 에너지를 갖는 첨가 재료( $ZS_2$ )가 아크에 제공됨으로써 플라즈마의 전도율은 더 낮게 설정된다.

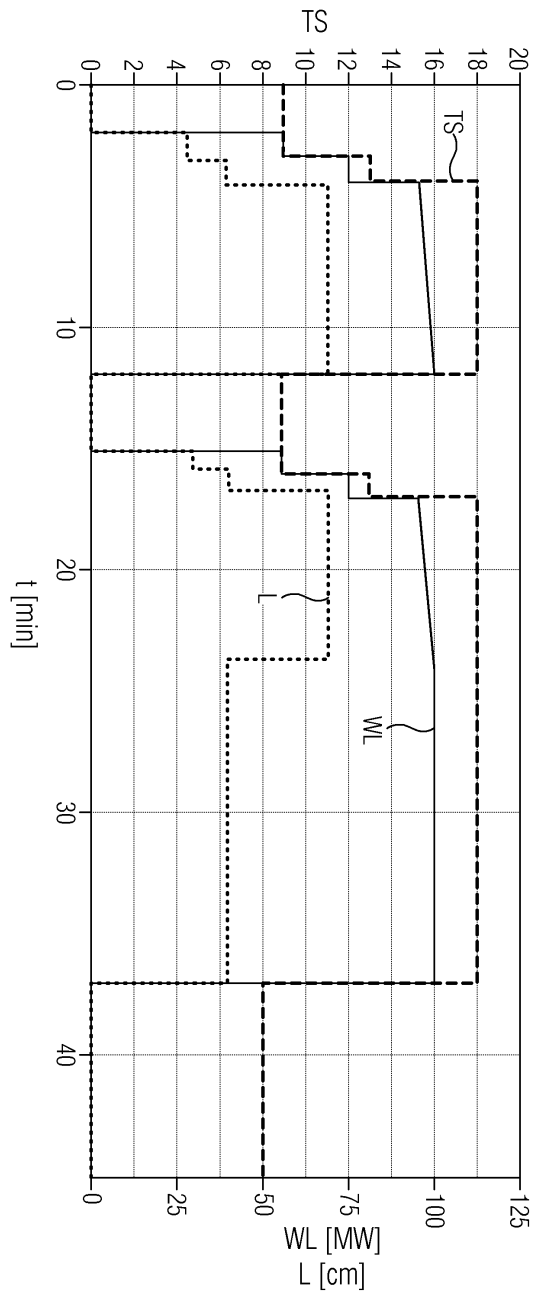
도면

도면1





도면2



도면3

