



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2019-0027849  
(43) 공개일자 2019년03월15일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C21B 11/10 (2006.01) C22B 4/08 (2006.01)  
F27D 3/00 (2006.01) F27D 7/06 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
C21B 11/10 (2013.01)  
C22B 4/08 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7003401
- (22) 출원일자(국제) 2017년05월15일  
심사청구일자 2019년02월01일
- (85) 번역문제출일자 2019년02월01일
- (86) 국제출원번호 PCT/CN2017/084396
- (87) 국제공개번호 WO 2018/000973  
국제공개일자 2018년01월04일
- (30) 우선권주장  
201610515542.1 2016년07월01일 중국(CN)

- (71) 출원인  
베이징 종카이홍데 테크놀로지 컴퍼니 리미티드  
중국 100088 베이징 시청 디스트릭트 데셴멘 아우터 스트리트 넘버 13 빌딩 1 룸202
- (72) 발명자  
차오, 쑨 퉁  
중국 100088 베이징 시청 디스트릭트 데셴멘 아우터 스트리트 넘버 13 빌딩 1 룸202  
무, 웬헝  
중국 100088 베이징 시청 디스트릭트 데셴멘 아우터 스트리트 넘버 13 빌딩 1 룸202  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
이은철, 이우영, 전병기

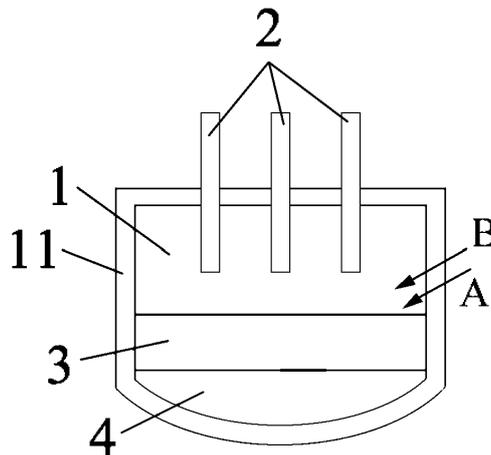
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **야금 전기로 및 제련 방법**

**(57) 요약**

야금 전기로 및 해당 야금 전기로에 사용되는 제련 방법에 있어서, 해당 야금 전기로는 노체, 산소 랜스 및 석탄 랜스를 포함하고, 노체는 노 챔버를 구비하며; 산소 랜스는 노 챔버의 측벽 상에 위치하여, 제련 과정에서 생성되는 용융 슬래그 내부로 산소를 취입하되, 산소 랜스의 출구가 용융 슬래그보다 높게 배치되고; 석탄 랜스는 노 챔버의 측벽 상에 위치하여, 용융 슬래그 내부로 석탄을 분사하되, 석탄 랜스의 출구가 용융 슬래그보다 높게 배치된다.

**대표도** - 도1



(52) CPC특허분류

*F27D 3/0026* (2013.01)

*F27D 7/06* (2013.01)

(72) 발명자

**리우, 지빈**

중국 100088 베이징 시청 디스트릭트 데셴멘 아우터 스트리트 넘버 13 빌딩 1 룸202

**왕, 쿤후**

중국 100088 베이징 시청 디스트릭트 데셴멘 아우터 스트리트 넘버 13 빌딩 1 룸202

**첸, 레이**

중국 100088 베이징 시청 디스트릭트 데셴멘 아우터 스트리트 넘버 13 빌딩 1 룸202

**웬, 한**

중국 100088 베이징 시청 디스트릭트 데셴멘 아우터 스트리트 넘버 13 빌딩 1 룸202

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

노 챔버를 구비하는 노체;

상기 노 챔버의 측벽 상에 위치하여, 제련 과정에서 생성되는 용융 슬래그 내부로 산소를 취입하되, 산소 랜스의 출구가 상기 용융 슬래그보다 높게 배치되는 산소 랜스; 및

상기 노 챔버의 측벽 상에 위치하여, 상기 용융 슬래그 내부로 석탄을 분사하되, 석탄 랜스의 출구가 상기 용융 슬래그보다 높게 배치되는 석탄 랜스;를 포함하는 것을 특징으로 하는 야금 전기로.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 노 챔버의 측벽을 따라 균일하게 분포된 복수의 상기 산소 랜스; 및

상기 노 챔버의 측벽을 따라 균일하게 분포된 복수의 상기 석탄 랜스를 포함하되;

여기서, 상기 산소 랜스가 상기 석탄 랜스의 하방에 위치하거나, 상기 산소 랜스와 상기 석탄 랜스가 상기 노 챔버의 측벽의 동일한 높이 상에 위치하는 것을 특징으로 하는 야금 전기로.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 노 챔버의 측벽 상에 위치하여, 노 프리보드 내부로 탄화수소 화합물을 취입 분사하되, 노즐의 출구가 상기 용융 슬래그보다 높게 배치되는 노즐을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 야금 전기로.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 탄화수소 화합물의 상기 노 프리보드 내부로의 취입 분사 방향과 상기 노 챔버의 측벽이 서로 접하는 것을 특징으로 하는 야금 전기로.

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 따른 야금 전기로에 사용되는 제련 방법에 있어서,

용융 슬래그 내에 산소 가스에 의해 산화될 수 있는 환원 상태 물질을 포함하고, 상기 제련 방법은,

산소 랜스를 통해 상기 용융 슬래그 내부로 산소를 취입하여, 상기 환원 상태 물질을 산화 상태 물질로 산화시키는 단계와;

석탄 랜스를 통해 상기 용융 슬래그 내부로 석탄을 분사하여, 산화된 상기 산화 상태 물질을 환원시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 제련 방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

산소가 상기 용융 슬래그에 취입되는 깊이는 상기 용융 슬래그 두께의 2분의 1을 초과하지 않는 것을 특징으로 하는 제련 방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

산소가 상기 용융 슬래그에 취입되는 깊이는 상기 용융 슬래그 두께의 3분의 1 내지 상기 용융 슬래그 두께의 2분의 1의 범위 내에 위치하는 것을 특징으로 하는 제련 방법.

**청구항 8**

제5항에 있어서,  
상기 석탄은 무연탄 또는 유연탄인 것을 특징으로 하는 제련 방법.

**청구항 9**

제5항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 석탄 랜스를 통해 상기 용융 슬래그 내부로 석탄을 분사한 후,  
노즐을 통해 노 프리보드 내부로 탄화수소 화합물을 취입 분사하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 제련 방법.

**청구항 10**

제9항에 있어서,  
상기 탄화수소 화합물은 천연가스 또는 경유를 포함하는 것을 특징으로 하는 제련 방법.

**청구항 11**

제9항에 있어서,  
노즐을 사용하여 상기 노 프리보드 내부로 탄화수소 화합물을 취입 분사함과 동시에,  
상기 노즐을 통하여 상기 노 프리보드 내부로 액상의 물 및/또는 기체 상태의 물을 취입 분사하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 제련 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 야금 분야에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 야금 전기로 및 해당 야금 전기로에 사용되는 제련 방법에 관한 것이다.

[0002] 본 출원은 2016년 7월 1일에 중국 전리국에 출원된, 출원번호가 2016105155421이고, 발명의 명칭이 "야금 전기로 및 제련 방법"인 중국 특허 출원의 우선권을 청구하며, 그 모든 내용은 인용을 통해 본 출원에 결합된다.

**배경 기술**

[0003] 산소는 야금 공업에서 널리 사용되며 매우 성공적이다. 여기서, 산소는 성공적으로 제강 전로에 응용되고 있을 뿐만 아니라, 또한 성공적으로 전기 아크로 중 폐강의 제련에 응용되어, 분사되는 석탄과 결합하여 거품 슬래그를 생성함으로써, 효율을 향상시킨다. 이들은 모두 매우 성숙되고 널리 응용되고 있는 공정 기술이다. 1970년대 이후로부터 비철금속 야금 공정 (nonferrous metallurgy) 에 성공적으로 응용되고 있다. 여기서, 유명한 것으로는 두 가지가 있는데, 하나는 Ausmelt가 Outotec에 의해 발전되어 성공적으로 납, 아연, 니켈, 구리, 주석 등 광물의 제련에 사용되며, 둘째로는 오스트레일리아의 MIM와 CSIRO가 협력하여 발전한 ISASMELT도 성공적으로 비철금속의 제련에 응용되고 있다. 최근 십여 년 이래, 리오틴토 (RIO TINTO) 도 성공적으로 제철 공정에 응용되는 HISMELT 기술을 발전하여 왔으며, 이미 상업화되었으나, 현재까지 널리 응용되지 않고 있다. 최근, 러시아 회사 Technologiya Metallov는 그 사이트 상에서 그 Project Magma를 발표하였다. 그 산소 취입 석탄 분사 기술은 비철금속에 응용될 수 있을 뿐만 아니라, 철금속 (Ferrous Metallurgy) 에도 사용될 수 있다.

[0004] 기존의 야금 전기로에서 (예컨대, 티탄 슬래그 전기로) , 지금까지 화학 에너지를 산소 취입 석탄 분사 기술을 통해 사용하여 전기 에너지의 소모를 감소시키고, 제련 효율을 향상시키는데 성공하지 못하였다. 본 발명은 이러한 전기로에 이러한 산소 취입 석탄 분사 기술을 보편화시키는 것을 목적으로 한다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 이를 위해, 본 발명의 일 양태에 따르면, 야금 전기로를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 본 발명의 다른 일 양태에 따르면, 상기 야금 전기로에 사용되는 제련 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

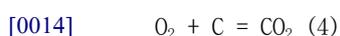
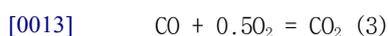
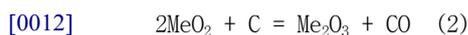
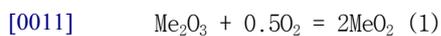
**과제의 해결 수단**

[0007] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 양태에 따른 실시예에서 제공하는 야금 전기로는, 노 챔버를 구비하는 노체; 상기 노 챔버의 측벽 상에 위치하여, 제련 과정에서 생성되는 용융 슬래그 내부로 산소를 취입하되, 산소 랜스의 출구가 상기 용융 슬래그보다 높게 배치되는 산소 랜스; 및 상기 노 챔버의 측벽 상에 위치하여, 상기 용융 슬래그 내부로 석탄을 분사하되, 석탄 랜스의 출구가 상기 용융 슬래그보다 높게 배치되는 석탄 랜스;를 포함한다.

[0008] 본 발명의 상기 실시예에서 제공하는 야금 전기로, 특히 오픈 아아크 조작하는 야금 전기로에서, 산소 랜스의 출구와 석탄 랜스의 출구는 모두 용융 슬래그의 상표면보다 높게 배치되고, O<sub>2</sub>는 산소 랜스에 의해 위로부터 아래로 용융 슬래그 내부로 취입되어, 용융 슬래그 중 저가의 환원 상태 물질을 고가 산화 상태 물질로 산화시키되, 산화 과정에서 대량의 화학 에너지가 방출되어, 용융 슬래그의 온도가 상승하며, 방출되는 화학 에너지는 공급재를 효과적으로 용융시킬 수 있다. 또한, 석탄 랜스를 통해 미분탄을 위로부터 아래로 용융 슬래그 내부로 분사하되, 미분탄 중 탄소는 상기 고가 산화 상태 물질을 저가의 환원 상태로 환원시키고, 고가 산화 상태 물질이 탄소에 의해 환원될 경우, CO가 방출된다. 동시에, 해당 환원반응은 흡열이 필요하므로, 환원 상태 물질이 산화되면서 방출되는 에너지도 해당 환원반응에 공급된다; 용융 슬래그 내부에 O<sub>2</sub>가 존재하므로, O<sub>2</sub>도 CO, C와 연소반응이 발생할 수 있으며, 해당 연소반응의 연소열은 용융 슬래그의 온도를 상승시켜, 공급재의 용융을 위해 열량을 제공할 뿐만 아니라, 환원반응을 위해 에너지를 제공할 수 있으므로, 산화반응에서 방출되는 화학 에너지, 및 연소반응에서 방출되는 에너지는 모두 공급재의 용융에 사용되어, 제련 과정에서 전기 에너지 외에, 화학 에너지도 제련 과정을 위해 대량의 에너지를 제공할 수 있도록 함으로써, 제련의 총 파워를 증가시키고, 생산능력과 효율을 향상시키며, 특히는 용점이 높은 용융 슬래그에 대해 특히 효과적이므로, 전기 에너지의 소모를 감소시킨다.

[0009] 본 방안에서, 산소 랜스와 석탄 랜스는 모두 용융 슬래그 상방에 설치되며, O<sub>2</sub>와 미분탄은 위로부터 아래로 용융 슬래그 내부로 취입되며, 노 라이닝과 멀리 이격되어, 노 라이닝에 대한 손상을 줄이고, 노 라이닝 사용 수명이 저하되는 것을 방지한다. O<sub>2</sub>가 위로부터 아래로 노 챔버 측벽 상 산소 랜스의 장착위치와 멀리 떨어진 방향으로 경사진다. 즉, O<sub>2</sub>의 취입 분사 방향이 노 챔버 측벽 상 산소 랜스의 장착위치의 맞은편으로 향한다. 미분탄도 위로부터 아래로 노 챔버 측벽 상 석탄 랜스의 장착위치와 멀리 떨어진 방향으로 경사진다. 즉, 미분탄의 취입 분사 방향이 노 챔버 측벽 상 석탄 랜스의 장착위치의 맞은편으로 향하여, 용융 슬래그가 노 챔버 측벽 상 산소 랜스와 석탄 랜스의 장착위치의 맞은편으로 흐르도록 한다하지만, 맞은편 노 라이닝과 멀리 떨어져 있어, 인가되는 영향이 작으므로, 노 라이닝의 완전성을 확보할 수 있다.

[0010] 구체적으로, 용융 슬래그 중 환원 상태 물질이 Me<sub>2</sub>O<sub>3</sub>인 경우를 예로 들면, 산소 취입 석탄 분사 과정에서 용융 슬래그 내에서 아래와 같은 화학반응이 발생된다.



[0015] O<sub>2</sub>를 취입한 후, 반응 (1) 이 발생되어, O<sub>2</sub>가 Me<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 MeO<sub>2</sub>로 산화시킨다. 해당 산화반응은 방열반응으로서, 반응 과정에서 대량의 화학 에너지를 방출하여, 공급재를 용융시킨다; 미분탄을 분사한 후, 반응 (2) 가 발생되어, 탄소가 MeO<sub>2</sub>를 Me<sub>2</sub>O<sub>3</sub>로 환원시킴과 동시에 CO가 방출된다. 반응 (2) 는 흡열 반응이다. 반응 (1) 에서 방출된 화학 에너지는 공급재의 용융에 사용되는 것 외에, 반응 (2) 를 위해 에너지를 공급한다; 용융 슬래그 중 O<sub>2</sub>도 CO

및 C와 연소반응 (3) , (4) 가 발생할 수 있다. 연소열의 일부분은 용융 슬래그 내부로 방출되어, 공급재의 용융에 사용되며, 반응 (2) 에 공급된다. 반응 (1) , 반응 (3) 및 반응 (4) 가 모두 방열반응이므로, 반응 시 방출되는 화학 에너지는 제련 총 파워를 향상시키고, 전기 에너지의 소모를 감소시킨다. 동시에, 반응 (2) 에서 대량의 CO가 방출되어, 기포를 형성하여, 용융 슬래그(3)가 거품 슬래그 형태로 부풀어오르도록 한다. 거품 슬래그의 형성은 O<sub>2</sub>의 취입에 유리하다.

- [0016] 본 발명의 전기로는 고정되어 움직이지 않으며, 멈추지 않고 연속적으로 재료를 공급하여, 철수가 일정한 액위에 도달하면, 금속액 출구를 열어 금속액을 방출한다. 이때, 여전히 재료를 공급하며, 여전히 산소와 석탄을 취입 분사한다. 금속액이 일정량만큼 유출된 후, 막음 기기를 사용하여 금속액 출구를 막는다. 일정한 시간 후, 슬래그 위치가 지나치게 높아지면, 슬래그 홀을 열어 슬래그를 배출하며, 여전히 재료를 공급하고, 여전히 산소와 석탄을 취입 분사한다.
- [0017] 한편, 본 발명의 상기 실시예에서 제공하는 야금 전기로는 아래와 같은 부가 기술특징을 더 구비한다.
- [0018] 상기 기술방안에서, 바람직하게, 상기 야금 전기로는 상기 노 챔버의 측벽을 따라 균일하게 분포된 복수의 상기 산소 랜스; 및 상기 노 챔버의 측벽을 따라 균일하게 분포된 복수의 상기 석탄 랜스를 포함하되; 여기서, 상기 산소 랜스가 상기 석탄 랜스의 하방에 위치하거나, 상기 산소 랜스와 상기 석탄 랜스가 상기 노 챔버의 측벽의 동일한 높이 상에 위치한다.
- [0019] 본 발명의 일 구체적인 실시예에서, 산소 랜스가 석탄 랜스의 하방에 위치한다. 바람직하게, 산소 랜스의 수량과 석탄 랜스의 수량이 동일하고, 석탄 랜스는 산소 랜스의 바로 위에 위치하며, 양자는 상하로 배치된다.
- [0020] 본 발명의 다른 일 구체적인 실시예에서, 산소 랜스와 석탄 랜스가 노 챔버(1) 측벽(11)의 동일한 높이 상에 위치하며, 좌우로 배치된다.
- [0021] 바람직하게, 복수의 산소 랜스는 노 챔버의 측벽의 둘레 방향을 따라 균일하게 분포되며, 노 챔버 측벽의 동일한 높이 상에 위치하고; 복수의 석탄 랜스는 노 챔버 측벽의 둘레 방향을 따라 균일하게 분포되며, 노 챔버 측벽의 동일한 높이 상에 위치한다.
- [0022] 바람직하게, 하나의 석탄 랜스와 하나의 산소 랜스는 동일한 냉각자켓 내부에 배치될 수 있으며, 산소 랜스와 석탄 랜스가 용융지에서의 입사점 사이의 거리는 300mm보다 작지 않다.
- [0023] 상기 실시예에서, 산소 랜스와 석탄 랜스는 용융지 상방에 위치한다. O<sub>2</sub>와 미분탄은 위로부터 아래로 노 챔버(1)에 취입되되, O<sub>2</sub>의 유속은 초음속으로 거품 슬래그를 통과하며, 석탄도 용융지 내부로 입사될 수 있다. 노 챔버의 측벽 상에 복수의 산소 랜스가 균일하게 분포되어, 용융 슬래그 내부로 취입되는 O<sub>2</sub>의 균일성을 향상시켜, 환원 상태 물질이 산화되는 과정에서 방출되는 화학 에너지의 용융 슬래그 내에서의 분포 균일성을 향상시키고, 노 챔버 중 각 지점의 공급재의 용융 균일성을 향상시킨다; 노 챔버의 측벽 상에 복수의 석탄 랜스가 균일하게 분포되어, 고가 산화 상태 물질이 저가 환원 상태 물질로 환원되는 전환율을 증가시킨다.
- [0024] 바람직하게, 산소 랜스와 석탄 랜스는 노 챔버의 측벽 상에 장착되며, 내화재료를 통과하여, 노 챔버로 진입한다.
- [0025] 상기 기술방안에서, 바람직하게, 상기 야금 전기로는 노즐을 더 포함하되, 상기 노즐은 상기 노 챔버의 측벽 상에 위치하여, 노 프리보드 내부로 탄화수소 화합물을 취입 분사하고, 상기 노즐의 출구는 용융 슬래그보다 높게 배치된다.
- [0026] 상기 실시예에서, 부분 전기 에너지와 화학 에너지는 반응 (2) 에 사용되고, 반응 (2) 에서 생성된 CO는 노 프리보드로 진입하며, CO는 대량의 에너지를 소지한다. 그리고, 반응 (3) 과 (4) 에서 방출되는 연소열의 일부분은 공급재의 용융과 반응 (2) 에 사용되며, 일부분은 가스 (CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>) 를 승온시킨 후 노 프리보드로 진입시켜, 탄화수소 화합물의 열분해 가스화를 위한 열 소스로서 석탄 가스를 생성한다. 이로써, 본 발명이 제련 총 파워를 증가시킴과 동시에, 석탄 가스를 생성하여, 연기에 포함되는 에너지의 낭비를 방지하도록 한다.
- [0027] 노 프리보드는 프리보드라고도 불리우며, 용융지 상방, 노 커버 하방의 공간을 가리킨다.
- [0028] 구체적으로, 탄화수소 화합물은 노 프리보드에서 아래와 같은 반응이 발생된다.
- [0029]  $C_nH_m = nC + m/2 H_2$  (5)

- [0030]  $2 C_nH_m + CO_2 = 2(n+1) CO + m H_2$  (6)
- [0031]  $C_nH_m + n H_2O = n CO + (n+m/2) H_2$  (7)
- [0032]  $C + CO_2 = 2 CO$  (8)
- [0033]  $C + H_2O = H_2 + CO$  (9)
- [0034] 노 프리보드의 공간이 제한되어 있으므로, 반응 (5), (6), (7), (8), (9)는 화학적 평형을 이루지 못할 수 있다. 최후의 온도와 가스의 조성은 시스템의 동력 평행에 의해 결정된다.
- [0035] 바람직하게, 노 챔버의 측벽 상에 복수의 노즐이 균일하게 분포 설치되어 있다.
- [0036] 상기 기술방안에서, 바람직하게, 상기 탄화수소 화합물의 상기 노 프리보드 내부로의 취입 분사 방향과 상기 노 챔버의 측벽이 서로 접한다. 바람직하게, 탄화수소 화합물이 위로부터 아래로 취입 분사된다.
- [0037] 본 발명의 제2양태에 따른 실시예에서 제공하는 제련 방법은, 상기 어느 하나의 실시예에 따른 야금 전기로에 사용되며, 여기서, 용융 슬래그 내에  $O_2$ 에 의해 산화될 수 있는 환원 상태 물질을 포함하고, 상기 제련 방법은, 산소 랜스를 통해 상기 용융 슬래그 내부로 산소를 취입하여, 상기 환원 상태 물질을 산화 상태 물질로 산화시키는 단계와; 석탄 랜스를 통해 상기 용융 슬래그 내부로 석탄을 분사하여, 산화된 상기 산화 상태 물질을 환원시키는 단계를 포함한다.
- [0038] 본 발명의 상기 실시예에서 제공하는 제련 방법은,  $O_2$ 가 위로부터 아래로 용융 슬래그(3) 내부로 취입되어, 용융 슬래그 중 저가의 환원 상태 물질을 고가 산화 상태 물질로 산화시키되, 산화 과정에서 방출되는 대량의 화학 에너지는 공급재를 효과적으로 용융시킬 수 있으며, 동시에, 미분탄도 위로부터 아래로 용융 슬래그 내부로 분사되어, 상기 고가 산화 상태 물질을 저가의 환원상태로 환원시킴과 동시에, CO를 방출한다. 해당 환원반응은 흡열 반응이므로, 환원 상태 물질이 산화되면서 방출되는 에너지도 환원반응에 공급된다; 용융 슬래그 내에  $O_2$ 가 존재하므로,  $O_2$ 도 CO, C와 연소반응이 발생되며, 해당 연소반응의 연소열은 용융 슬래그의 온도를 상승시켜, 공급재의 용융을 위해 열량을 제공할 수 있으며, 환원반응에 필요한 에너지를 공급할 수도 있으므로, 산화반응에서 방출되는 화학 에너지 및 연소반응에서 방출되는 에너지는 모두 공급재의 용융에 사용될 수 있으며, 제련 과정에서 전기 에너지 외에, 화학 에너지도 제련 과정을 위해 대량의 에너지를 제공하도록 하여, 제련의 총 파워를 향상시키고, 생산능력과 효율을 향상시키며, 특히는 용점이 높은 용융 슬래그의 제련에 특히 효과적이며, 전기 에너지의 소모를 감소시킨다.
- [0039] 상기 기술방안에서, 바람직하게, 산소가 상기 용융 슬래그로 취입되는 깊이는 상기 용융 슬래그 두께의 2분의 1을 초과하지 않는다.
- [0040] 상기 기술방안에서, 바람직하게, 산소가 상기 용융 슬래그로 취입되는 깊이는 상기 용융 슬래그 두께의 3분의 1 내지 상기 용융 슬래그 두께의 2분의 1의 범위 내에 위치한다.
- [0041] 상기 실시예에서, 부동한 용융 슬래그 시스템에 있어서,  $O_2$ 가 용융 슬래그 내부로 취입되는 깊이가 용융 슬래그 총 두께에 대해 차지하는 비율이 다르다. 만약 용융 슬래그 시스템을 극히 낮은 산소 퍼텐셜로 제어하여 회수가 필요한 금속 산화물을 환원하여야 할 경우, 산소가 용융 슬래그 중하층 깊이의 3분의 1 내지 용융 슬래그 중하층 깊이의 2분의 1의 범위로 취입되며, 미분탄은 보다 깊은 위치까지 분사되어 낮은 산소 퍼텐셜을 확보할 수 있다.
- [0042] 상기 기술방안에서, 바람직하게, 상기 석탄은 무연탄 또는 유연탄이다.
- [0043] 전기 아크로에서 제강 시 반드시 무연탄 또는 코크 분말을 사용하여야 하며, 유연탄을 사용하여서는 않된다. 하지만, 본 출원은 무연탄을 사용할 수 있을 뿐만 아니라, 유연탄을 사용할 수도 있다. 물론, 본 출원은 코크 분말을 사용할 수도 있다.
- [0044] 상기 기술방안에서, 바람직하게, 상기 석탄 랜스를 통해 상기 용융 슬래그 내부로 석탄을 분사한 후, 노즐을 통해 상기 노 프리보드 내부로 탄화수소 화합물을 취입 분사하는 단계를 더 포함한다.
- [0045] 상기 실시예에서, 탄화수소 화합물이 위로부터 아래로 노 프리보드 내부로 취입된다. 산화반응에서 방출된 CO가 소지한 에너지, CO와  $O_2$ 의 연소반응에 의해 생성된 화학 에너지, C와  $O_2$ 의 연소반응에 의해 생성된 화학 에너지는 탄화수소 화합물의 열분해 가스화를 위한 열 소스로서 사용될 수 있으므로, 노 프리보드에서 석탄 가스가 생

성된다.

[0046] 상기 기술방안에서, 바람직하게, 상기 탄화수소 화합물은 천연가스 또는 경유를 포함한다. 물론, 노 프리보드로 분사되는 메탄 가스, 고체 유연탄 등은 모두 석탄 가스로 변환될 수 있다. 용융지에서 생성된 가스 (CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) 의 온도가 극히 높으며 (온도가 1700°C보다 크다) , 대량의 열을 포함하여 노 프리보드로 진입한다. 상기 탄화수소 화합물을 노 프리보드 내부로 분사시켜, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O과 발생하는 흡열 화학반응에 의해, 석탄 가스로 열 분해한다.

[0047] 상기 기술방안에서, 바람직하게, 노즐을 통해 상기 노 프리보드 내부로 탄화수소 화합물을 취입 분사함과 동시에, 상기 노즐을 통해 상기 노 프리보드 내부로 액상 물 및/또는 기체 상태의 물을 취입 분사하는 단계를 더 포함한다.

[0048] 상기 실시예에서, 석탄 가스 중 수소 가스의 함량을 증가시키려면, 탄화수소 화합물을 취입 분사함과 동시에, 소량의 물을 더 분사할 수 있다. 물론, 노 챔버의 측벽 상에 별도의 노즐을 설치하여, 물을 취입 분사할 수도 있다.

### 발명의 효과

[0049] 본 발명의 추가적인 양태 및 이점들은 이하의 기재로부터 명확해지거나, 본 발명의 구현에 따라 이해될 수 있을 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0050] 본 발명의 상기 및/또는 부가적인 양태 및 이점은 아래 도면을 결합하여 설명되는 실시예를 통해 보다 명확하고 쉽게 이해될 수 있을 것이다. 여기서,

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 야금 전기로의 구조를 나타내는 도면으로서, A 지점의 화살표는 산소 가스가 용융 슬래그 내부로 취입되는 방향을 나타내고, B 지점의 화살표는 미분탄이 용융 슬래그 내부로 분사되는 방향을 나타낸다;

도 2는 도 1에 도시된 야금 전기로의 탐부 구조를 나타내는 도면으로서, C 지점의 화살표는 산소 가스와 미분탄이 용융 슬래그 내부로 분사되는 방향을 나타낸다;

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 야금 전기로의 부분 탐부 구조를 나타내는 도면으로서, D 지점의 화살표는 탄화수소 화합물이 노 프리보드로 취입되는 방향을 나타낸다.

여기서, 도 1 내지 도 3 중 도면부호와 부재 명칭 사이의 대응관계는 아래와 같다.

1 노 챔버, 11 측벽, 2 전극, 3 용융 슬래그, 4 금속액.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0051] 본 발명의 상기 목적, 특징 및 이점을 보다 명확하게 이해할 수 있도록, 이하 도면 및 구체 실시방식을 결합하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다. 특별히 설명하면, 충돌되지 않는 상황에서 본 발명의 실시예 및 실시예 중 특징은 서로 조합될 수 있다.

[0052] 아래에서 다양한 구체적 실시양태를 설명함으로써 본 발명을 충분히 이해할 수 있도록 한다. 하지만, 본 발명은 여기에서 설명되는 것과 다른 기타 방식을 통해 실시될 수도 있다. 따라서, 본 발명의 보호범위는 아래에 개시되는 구체 실시예에 한정되지 않는다.

[0053] 이하 도면을 결합하여 본 발명의 일부 실시예에 따른 야금 전기로 및 해당 야금 전기로에 사용되는 제련 방법을 설명한다.

[0054] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일부 실시예에서 제공하는 야금 전기로는, 노체, 산소 랜스 및 석탄 랜스를 포함한다. 여기서, 노체는 노 챔버(1)를 구비한다; 산소 랜스는 노 챔버(1)의 측벽(11) 상에 위치하여, 제련 과정에서 생성되는 용융 슬래그(3) 내부로 산소를 취입하며, 산소 랜스의 출구는 용융 슬래그(3)보다 높게 배치된다; 석탄 랜스는 노 챔버(1)의 측벽(11) 상에 위치하여, 용융 슬래그(3) 내부로 석탄을 분사하며, 석탄 랜스의 출구는 용융 슬래그(3)보다 높게 배치된다.

- [0055] 본 발명의 상기 실시예에서 제공하는 야금 전기로, 특히 연속적으로 조작하는 야금 전기로, 특히는 오픈 아아크 조작하는 야금 전기로에서, 산소 랜스의 출구와 석탄 랜스의 출구는 모두 용융 슬래그(3)의 상 표면보다 높게 배치되고, O<sub>2</sub>는 산소 랜스에 의해 위로부터 아래로 (도 1 중 화살표 A의 방향, 도 2 중 화살표 C의 방향을 따라) 용융 슬래그(3) 내부로 취입되어, 용융 슬래그(3) 중 저가의 환원 상태 물질을 고가 산화 상태 물질로 산화시키되, 산화 과정에서 대량의 화학 에너지가 방출되어, 용융 슬래그(3)의 온도가 상승하며, 방출되는 화학 에너지는 공급재를 효과적으로 용융시킬 수 있다. 또한, 석탄 랜스를 통해 미분탄을 위로부터 아래로 (도 1 중 화살표 B의 방향, 도 2 중 화살표 C의 방향을 따라) 용융 슬래그(3) 내부로 분사하되, 미분탄 중 탄소는 상기 고가 산화 상태 물질을 저가의 환원 상태로 환원시키고, 고가 산화 상태 물질이 탄소에 의해 환원될 경우, CO가 방출된다. 동시에, 해당 환원반응은 흡열이 필요하므로, 환원 상태 물질이 산화되면서 방출되는 에너지도 해당 환원반응에 공급된다; 용융 슬래그(3) 내부에 O<sub>2</sub>가 존재하므로, O<sub>2</sub>도 CO, C와 연소반응이 발생할 수 있으며, 해당 연소반응의 연소열은 용융 슬래그(3)의 온도를 상승시켜, 공급재의 용융을 위해 열량을 제공할 뿐만 아니라, 환원반응을 위해 에너지를 제공할 수 있으므로, 산화반응에서 방출되는 화학 에너지, 및 연소반응에서 방출되는 에너지는 모두 공급재의 용융에 사용되어, 제련 과정에서 전기 에너지 외에, 화학 에너지도 제련 과정을 위해 대량의 에너지를 제공할 수 있도록 함으로써, 제련의 총 파워를 증가시키고, 생산능력과 효율을 향상시키며, 특히는 용점이 높은 용융 슬래그(3)에 대해 특히 효과적이므로, 전기 에너지의 소모를 감소시킨다.
- [0056] 본 방안에서, 산소 랜스와 석탄 랜스는 모두 용융 슬래그(3) 상방에 설치되며, O<sub>2</sub>와 미분탄은 위로부터 아래로 용융 슬래그(3) 내부로 취입되며, 노 라이닝과 멀리 이격되어, 노 라이닝에 대한 손상을 줄이고, 노 라이닝 사용 수명이 저하되는 것을 방지한다. 도 1 중 화살표 A가 도시하는 바와 같이, O<sub>2</sub>가 위로부터 아래로 노 챔버(1) 측벽(11) 상 산소 랜스의 장착위치와 멀리 떨어진 방향으로 경사진다. 즉, O<sub>2</sub>의 취입 분사 방향이 노 챔버(1) 측벽(11) 상 산소 랜스의 장착위치의 맞은편으로 향한다. 도 1 중 화살표 B가 도시하는 바와 같이, 미분탄도 위로부터 아래로 노 챔버(1) 측벽(11) 상 석탄 랜스의 장착위치와 멀리 떨어진 방향으로 경사진다. 즉, 미분탄의 취입 분사 방향이 노 챔버(1) 측벽(11) 상 석탄 랜스의 장착위치의 맞은편으로 향하여, 용융 슬래그가 노 챔버(1) 측벽(11) 상 산소 랜스와 석탄 랜스의 장착위치의 맞은편으로 흐르도록 한다. 하지만, 맞은편 노 라이닝과 멀리 떨어져 있어, 인가되는 영향이 작으므로, 노 라이닝의 완전성을 확보할 수 있다.
- [0057] 구체적으로, 용융 슬래그(3) 중 환원 상태 물질이 Me<sub>2</sub>O<sub>3</sub>인 경우를 예로 들면, 산소 취입 석탄 분사 과정에서 용융 슬래그(3) 내에서 아래와 같은 화학반응이 발생된다.
- [0058]  $Me_2O_3 + 0.5O_2 = 2MeO_2$  (1)
- [0059]  $2MeO_2 + C = Me_2O_3 + CO$  (2)
- [0060]  $CO + 0.5O_2 = CO_2$  (3)
- [0061]  $O_2 + C = CO_2$  (4)
- [0062] O<sub>2</sub>를 취입한 후, 반응 (1) 이 발생되어, O<sub>2</sub>가 Me<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 MeO<sub>2</sub>로 산화시킨다. 해당 산화반응은 방열반응으로서, 반응 과정에서 대량의 화학 에너지를 방출하여, 공급재를 용융시킨다; 미분탄을 분사한 후, 반응 (2) 가 발생되어, 탄소가 MeO<sub>2</sub>를 Me<sub>2</sub>O<sub>3</sub>로 환원시킴과 동시에 CO가 방출된다. 반응 (2) 는 흡열 반응이다. 반응 (1) 에서 방출된 화학 에너지는 공급재의 용융에 사용되는 것 외에, 반응 (2) 를 위해 에너지를 공급한다; 용융 슬래그(3) 중 O<sub>2</sub>도 CO 및 C와 연소반응 (3) , (4) 가 발생할 수 있다. 연소열의 일부분은 용융 슬래그(3) 내부로 방출되어, 공급재의 용융에 사용되며, 반응 (2) 에 공급된다. 반응 (1) , 반응 (3) 및 반응 (4) 가 모두 방열반응이므로, 반응 시 방출되는 화학 에너지는 제련 총 파워를 향상시키고, 전기 에너지의 소모를 감소시킨다. 동시에, 반응 (2) ) 에서 대량의 CO가 방출되어, 기포를 형성하여, 용융 슬래그(3)가 거품 슬래그 형태로 부풀어오르도록 한다. 거품 슬래그의 형성은 O<sub>2</sub>의 취입에 유리하다.
- [0063] 전극(2)가 노 챔버 내에서의 분포는 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같다. 바람직하게, 3개의 전극은 "品"자 형태로 분포된다.
- [0064] 본 발명의 전기로는 고정되어 움직이지 않으며, 멈추지 않고 연속적으로 재료를 공급하여, 철수가 일정한 액위에 도달하면, 금속액 출구를 열어 금속액(4)를 방출한다. 이때, 여전히 재료를 공급하며, 여전히 산소와 석탄을

취입 분사한다. 금속액(4)이 일정량만큼 유출된 후, 막음 기기를 사용하여 금속액 출구를 막는다. 일정한 시간 후, 슬래그 위치가 지나치게 높아지면, 슬래그 홀을 열어 슬래그를 배출하며, 여전히 재료를 공급하고, 여전히 산소와 석탄을 취입 분사한다.

- [0065] 바람직하게, 도 1 및 도 3에 도시된 바와 같이, 연속적으로 조작하는 야금 전기로는 복수의 산소 랜스와 복수의 석탄 랜스를 포함하고, 복수의 산소 랜스는 노 챔버(1)의 측벽(11)을 따라 균일하게 분포된다; 복수의 석탄 랜스는 노 챔버(1)의 측벽(11)을 따라 균일하게 분포된다.
- [0066] 본 발명의 일 구체적인 실시예에서, 산소 랜스는 석탄 랜스의 하방에 위치한다. 바람직하게, 산소 랜스의 수량과 석탄 랜스의 수량이 동일하고, 석탄 랜스는 산소 랜스의 바로 위에 위치하며, 양자는 상하로 배치된다.
- [0067] 본 발명의 다른 일 구체적인 실시예에서, 산소 랜스와 석탄 랜스가 노 챔버(1)의 측벽(11)의 동일한 높이 상에 위치하며, 좌우로 배치된다.
- [0068] 바람직하게, 도 2에 도시된 바와 같이, 복수의 산소 랜스는 노 챔버(1)의 측벽(11)의 동일한 높이의 둘레 방향을 따라 균일하게 분포되며, 복수의 석탄 랜스도 노 챔버(1)의 측벽(11)의 동일한 높이의 둘레 방향을 따라 균일하게 분포된다.
- [0069] 바람직하게, 하나의 석탄 랜스와 하나의 산소 랜스는 동일한 냉각자켓 내부에 배치될 수 있으며, 산소 랜스와 석탄 랜스가 용융지에서의 입사점 사이의 거리는 300mm보다 작지 않다.
- [0070] 상기 실시예에서, 산소 랜스와 석탄 랜스는 용융지 상방에 위치한다. O<sub>2</sub>와 미분탄은 위로부터 아래로 노 챔버(1)에 취입되며, O<sub>2</sub>의 유속은 초음속으로 거품 슬래그를 통과하며, 석탄도 용융지 내부로 입사될 수 있다. 노 챔버(1)의 측벽(11) 상에 복수의 산소 랜스가 균일하게 분포되어, 용융 슬래그(3) 내부로 취입되는 O<sub>2</sub>의 균일성을 향상시켜, 환원 상태 물질이 산화되는 과정에서 방출되는 화학 에너지의 용융 슬래그(3) 내에서의 분포 균일성을 향상시키고, 노 챔버(1) 중 각 지점의 공급재의 용융 균일성을 향상시킨다; 노 챔버(1)의 측벽(11) 상에 복수의 석탄 랜스가 균일하게 분포되어, 용융 슬래그(3) 내부로 분사되는 미분탄의 균일성을 향상시켜, 고가 산화 상태 물질이 저가 환원 상태 물질로 환원되는 전환율을 증가시킨다.
- [0071] 바람직하게, 산소 랜스와 석탄 랜스는 노 챔버(1)의 측벽(11) 상에 장착되며, 내화재료를 통과하여, 노 챔버(1)로 진입한다.
- [0072] 바람직하게, 도 3에 도시된 바와 같이, 연속적으로 조작하는 야금 전기로는 노즐을 더 포함하되, 노즐은 노 챔버(1)의 측벽(11) 상에 위치하여, 노 프리보드 내부로 탄화수소 화합물을 취입 분사하고, 노즐의 출구는 용융 슬래그(3)보다 높게 배치된다.
- [0073] 상기 실시예에서, 부분 전기 에너지와 화학 에너지는 반응 (2) 에 사용되고, 반응 (2) 에서 생성된 CO는 노 프리보드로 진입하며, CO는 대량의 에너지를 소지한다. 그리고, 반응 (3) 과 (4) 에서 방출되는 연소열의 일부는 공급재의 용융과 반응 (2) 에 사용되며, 일부는 가스 (CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>) 를 승온시킨 후 노 프리보드로 진입시켜, 탄화수소 화합물의 열분해 가스화를 위한 열 소스로서 석탄 가스를 생성한다. 이로써, 본 발명이 제련 총과위를 증가시킴과 동시에, 석탄 가스를 생성하여, 연기에 포함되는 에너지의 낭비를 방지하도록 한다.
- [0074] 노 프리보드는 프리보드 (freeboard) 라고도 불리며, 용융지 상방, 노 커버 하방의 공간을 가리킨다.
- [0075] 구체적으로, 탄화수소 화합물은 노 프리보드에서 아래와 같은 반응이 발생된다.
- [0076]  $C_nH_m = nC + m/2 H_2$  (5)
- [0077]  $2 C_nH_m + CO_2 = 2(n+1) CO + m H_2$  (6)
- [0078]  $C_nH_m + n H_2O = n CO + (n+m/2) H_2$  (7)
- [0079]  $C + CO_2 = 2 CO$  (8)
- [0080]  $C + H_2O = H_2 + CO$  (9)
- [0081] 노 프리보드의 공간이 제한되어 있으므로, 반응 (5) , (6) , (7) , (8) , (9) 는 화학적 평형을 이루지 못할 수 있다. 최후의 온도와 가스의 조성은 시스템의 동력 평형에 의해 결정된다.

- [0082] 바람직하게, 도 3에 도시된 바와 같이, 탄화수소 화합물의 노 프리보드 내부로의 취입 분사 방향과 노 챔버(1)의 측벽(11)이 서로 접한다. 바람직하게, 탄화수소 화합물이 위로부터 아래로 (도 3 중 화살표 D의 방향을 따라) 취입 분사된다. 취입 분사 방향과 노 챔버(1) 측벽(11)이 서로 접하도록 한 목적은 가스의 순환을 유도하고, 가스가 노 챔버(1) 내부에 머무르는 시간을 늘려, 보다 많은 반응이 발생하도록 하는 것이다. 하지만, 노즐이 차지하는 위치가 지나치게 크면 설계에 영향을 미치므로, 노즐은 노 챔버(1) 측벽(11)과 수직하면 된다. 즉, 탄화수소 화합물의 노 프리보드 내부로의 취입 분사 방향과 노 챔버(1) 측벽(11)이 수직된다.
- [0083] 바람직하게, 노 챔버(1)의 측벽(11) 상에 복수의 노즐이 균일하게 분포 설치된다.
- [0084] 본 발명의 제2양태에 따른 실시예에서 제공하는 제련 방법은, 상기 어느 하나의 실시예에 따른 야금 전기로에 사용되며, 여기서, 용융 슬래그(3) 내부에 O<sub>2</sub>에 의해 산화될 수 있는 환원 상태 물질을 포함하며, 해당 제련 방법은, 산소 렌스를 통해 용융 슬래그(3) 내부로 산소를 취입하여, 환원 상태 물질을 산화 상태 물질로 산화시키는 단계와; 석탄 렌스를 통해 용융 슬래그(3) 내부로 석탄을 분사하여, 산화된 산화 상태 물질을 환원시키는 단계를 포함한다.
- [0085] 본 발명의 상기 실시예에서 제공하는 제련 방법은, O<sub>2</sub>가 위로부터 아래로 (도 1 중 화살표 A의 방향, 도 2 중 화살표 C의 방향을 따라) 용융 슬래그(3) 내부로 취입되어, 용융 슬래그(3) 중 저가의 환원 상태 물질을 고가 산화 상태 물질로 산화시키되, 산화 과정에서 방출되는 대량의 화학 에너지는 공급재를 효과적으로 용융시킬 수 있으며, 동시에, 미분탄도 위로부터 아래로 (도 1 중 화살표 B의 방향, 도 2 중 화살표 C의 방향을 따라) 용융 슬래그(3) 내부로 분사되어, 상기 고가 산화 상태 물질을 저가의 환원상태로 환원시킴과 동시에, CO를 방출한다. 해당 환원반응은 흡열 반응이므로, 환원 상태 물질이 산화되면서 방출되는 에너지도 환원반응에 공급된다; 용융 슬래그(3) 내에서, O<sub>2</sub>는 CO, C와 연소반응이 발생되며, 해당 연소반응의 연소열은 용융 슬래그(3)의 온도를 상승시켜, 공급재의 용융을 위해 열량을 제공할 수 있으며, 환원반응에 필요한 에너지를 공급할 수도 있으므로, 산화반응에서 방출되는 화학 에너지 및 연소반응에서 방출되는 에너지는 모두 공급재의 용융에 사용될 수 있으며, 제련 과정에서 전기 에너지 외에, 화학 에너지도 제련 과정을 위해 대량의 에너지를 제공하도록 하여, 제련의 총 파워를 향상시키고, 생산능력과 효율을 향상시키며, 특히는 용점이 높은 용융 슬래그(3)의 제련에 특히 효과적이며, 전기 에너지의 소모를 감소시킨다.
- [0086] 바람직하게, 산소가 용융 슬래그(3)로 취입되는 깊이는 용융 슬래그(3) 두께의 2분의 1을 초과하지 않는다. 이로써, 용융 슬래그(3)의 상부는 하이 산화영역, 즉 하이 반응영역이고, 하부는 취입 분사 영향을 받지 않으므로, 여전히 하이 환원영역으로서, 금속의 회수가 영향을 받지 않는다.
- [0087] 물론, 먼저 산소를 취입한 후 석탄을 분사할 수 있으며, 산소를 취입함과 동시에 석탄을 분사할 수도 있다.
- [0088] 상기 기술방안에서, 바람직하게, 산소가 용융 슬래그(3)로 취입되는 깊이는 용융 슬래그(3) 두께의 3분의 1 내지 용융 슬래그(3) 두께의 2분의 1의 범위 내에 위치한다.
- [0089] 상기 실시예에서, 부동한 용융 슬래그(3) 시스템에 있어서, O<sub>2</sub>가 용융 슬래그(3) 내부로 취입되는 깊이가 용융 슬래그(3) 총 두께에 대해 차지하는 비율이 다르다. 만약 용융 슬래그(3) 시스템을 극히 낮은 산소 퍼텐셜로 제어하여 회수가 필요한 금속 산화물을 환원하여야 할 경우, 산소가 용융 슬래그(3) 중하중 깊이의 3분의 1 내지 용융 슬래그(3) 중하중 깊이의 2분의 1의 범위로 취입되며, 미분탄은 보다 깊은 위치까지 분사되어 낮은 산소 퍼텐셜을 확보할 수 있다.
- [0090] 바람직하게, 석탄은 무연탄 또는 유연탄이다.
- [0091] 전기 아크로에서 제강 시 반드시 무연탄 또는 코크 분말을 사용하여야 하며, 유연탄을 사용하여서는 않된다. 하지만, 본 출원은 무연탄을 사용할 수 있을 뿐만 아니라, 유연탄을 사용할 수도 있다. 물론, 본 출원은 코크 분말을 사용할 수도 있다. 제강로에서의 목적은 충분한 량의 가스 (CO) 를 생성하여 거품 슬래그를 형성하는 것으로서, 과량의 가스가 생성되어, 산소가 지나치게 소모되는 것을 방지하여야 한다. 또한, 생성된 과량의 가스는 회수할 수 없으므로, 낭비를 초래한다. 따라서, 제강로에서 유연탄을 사용하지 말아야 한다. 하지만, 본 발명에서는 가스 생성량을 향상시켜야 하며, 가스를 전부 회수 사용하므로, 유연탄은 일 바람직한 선택으로서, 생산원가를 절감할 수 있다.
- [0092] 바람직하게, 석탄 렌스를 통해 용융 슬래그(3) 내부로 석탄을 분사한 후, 노즐을 통해 노 프리보드 내부로 탄화수소 화합물을 취입 분사하는 단계를 더 포함한다.

- [0093] 상기 실시예에서, 탄화수소 화합물이 위로부터 아래로 (도 3 중 화살표 D의 방향을 따라) 노 프리보드 내부로 투입된다. 산화반응에서 방출된 CO가 소지한 에너지, CO와 O<sub>2</sub>의 연소반응에 의해 생성된 화학 에너지, C와 O<sub>2</sub>의 연소반응에 의해 생성된 화학 에너지는 탄화수소 화합물의 열분해 가스화를 위한 열 소스로서 사용될 수 있으므로, 노 프리보드에서 석탄 가스가 생성된다.
- [0094] 바람직하게, 탄화수소 화합물은 천연가스 또는 경유를 포함한다. 물론, 노 프리보드로 분사되는 메탄가스, 고체 유연탄 등은 모두 석탄 가스로 변환될 수 있다. 용융지에서 생성된 가스 (CO+CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O)의 온도가 극히 높으며 (온도가 1700℃보다 크다), 대량의 열을 포함하여 노 프리보드로 진입한다. 상기 탄화수소 화합물을 노 프리보드 내부로 분사시켜, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O과 발생하는 흡열 화학반응에 의해, 석탄 가스로 열 분해한다.
- [0095] 물론, 석탄을 분사함과 동시에 탄화수소 화합물을 노 프리보드 내부로 투입할 수도 있다.
- [0096] 바람직하게, 노즐을 통해 노 프리보드 내부로 탄화수소 화합물을 투입 분사함과 동시에, 노즐을 통해 노 프리보드 내부로 액상 물 및/또는 기체 상태의 물을 투입 분사하는 단계를 더 포함한다.
- [0097] 상기 실시예에서, 석탄 가스 중 수소 가스의 함량을 증가시키려면, 탄화수소 화합물을 투입 분사함과 동시에, 소량의 물을 더 분사할 수 있다. 물론, 노 챔버의 측벽 상에 별도의 노즐을 설치하여, 물을 투입 분사할 수도 있다. 액상 물 및/또는 기체 상태의 물과 탄화수소 화합물의 투입 분사 순서에 있어서, 탄화수소 화합물을 투입 분사함과 동시에 물을 투입 분사할 수 있으며, 선후로 투입 분사할 수도 있는 바, 구체적으로, 먼저 탄화수소 화합물을 투입 분사할 수 있으며, 먼저 물을 투입 분사할 수도 있다.
- [0098] 이하에서는 티타늄-바나듐 자철광의 제련을 예로 들어, 하나의 예비 시험 전기로 내부에서 산소 투입 석탄 분사를 수행하되, 원료의 조건이 다름에 따라 부동한 조작 파라미터도 상이하다. 아래 표에 이러한 두가지 부동한 제련 방식의 일부 조작 파라미터 및 획득한 철 획득량, 석탄 가스량과 석탄 가스 성분이 기재되어 있다.

**표 1**

[0099] 실시예	-	실시예 1	실시예 2
원료	-	직접 석탄드 재료 투입	예비환원 핫 재료 투입
금속화율	%	0	85
노 진입 온도	℃	25	650
철 획득량	tph	1.2	2.9
슬래그 획득량	tph	0.8	1.9
전력	MW	2.4	1.9
화학 에너지 파워	MW	4.1	4.6
총 파워	MW	6.5	6.5
산소가스 투입 분사량	Nm <sup>3</sup> /h	1435	1607
천연가스 투입 분사량	Nm <sup>3</sup> /h	323	354
유연탄 투입 분사량	tph	2.0	2.2
무연탄 투입량	tph	0.59	0.35
질소 가스 소모량	Nm <sup>3</sup> /h	198	222
전기로 연기 유량	Nm <sup>3</sup> /h	6302	6394
CO	Vol%	59	57
H <sub>2</sub>	Vol%	29	30
N <sub>2</sub>	Vol%	7	7
CO <sub>2</sub>	Vol%	3	4
H <sub>2</sub> O	Vol%	2	2

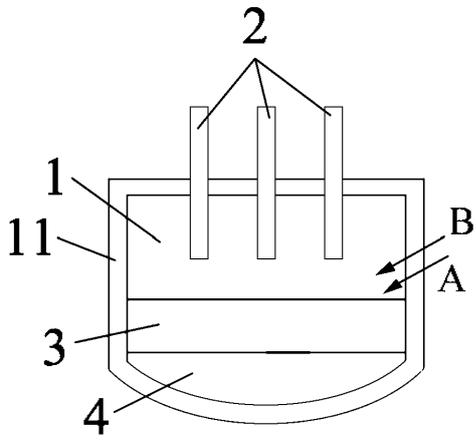
- [0100] 실시예 1 과 실시예 2의 차이점은, 실시예 1에서는 야금 전기로에 석탄드 재료를 직접 추가하며, 실시예 2에서는 티타늄-바나듐 자철광을 고도의 금속화율까지 예비 환원한 후, 야금 전기로에 재료 핫 로딩한다.
- [0101] 실시예 1와 실시예 2의 파라미터로부터 알 수 있는 바와 같이, 야금 전기로 내부에서 산소 투입 석탄 분사 기술을 적용한 후, 실시예 1 중 전력이 총 파워의 37%를 차지하며, 실시예 2에서 전력이 총 파워의 30%를 차지한다.

이로부터 산소 취입 석탄 분사 기술을 적용한 후, 모두 제련 과정에서 전기 에너지의 소모를 감소시킬 수 있음을 알 수 있다.

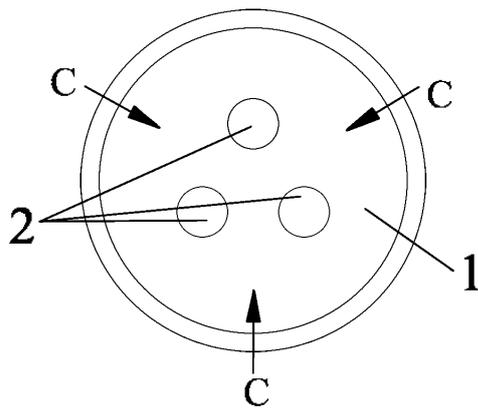
- [0102] 실시예 1와 실시예 2에서, 총 파워가 동일하며, 양자로부터 생성된 석탄 가스량과 성분도 대체적으로 동일하다. 하지만, 실시예 2 중 철 획득량이 실시예 1 중 철 획득량의 2.4배이다. 실시예 1은 예비 환원 없이 석탄드 재료를 직접 투입하며, 설비가 간단하고 투자가 적지만, 완성품 톤당 총 에너지 소모가 크며, 환원제로서의 무연탄의 사용량이 크다. 실시예 2는 재료의 예비 환원을 위해 예비 환원 설비를 투자하여야 하지만, 저가의 유연탄을 연료 및 환원제로서 사용할 수 있으므로, 무연탄의 사용량을 줄이고, 제련 에너지 소모가 작다. 실제 사용 과정에서, 석탄드 재료를 직접 투입할지 또는 핫 재료를 예비 환원할지는 에너지원의 가격에 따라 결정될 수 있다.
- [0103] 특별히 설명하면, 본 방안은 주로 바나듐, 티타늄, 철광의 제련을 대상으로 하며, 이때, 반응 (1) 과 (2) 에서 산화 상태 물질이  $TiO_2$ 이고, 환원 상태 물질이  $Ti_2O_3$ 이지만,  $FeO/Fe_3O_4$  시스템에 존재하는 황화구리, 황화니켈광의 제련에도 적용될 수 있다.
- [0104] 상기와 같이, 본 발명의 실시예에서 제공하는 연속적으로 조작하는 야금 전기로는, 산소 취입 석탄 분사 기술을 사용하여,  $O_2$ 가 용융 슬래그(3) 중 저가의 환원 상태 물질을 고가 산화 상태 물질로 산화하고, 산화 과정에서 방출되는 화학 에너지가 공급재를 효과적으로 용융시킬 수 있으며, 동시에, 미분탄도 위로부터 아래로 용융 슬래그(3) 내부로 분사되어, 상기 고가 산화 상태 물질을 저가의 환원 상태로 환원시킨다; 용융 슬래그(3) 내  $O_2$ 는 CO, C와 연소반응이 발생되어, 추가적으로 공급재의 용융을 위해 열량을 제공하여, 제련 과정에서 전기 에너지 외에, 화학 에너지도 제련 과정을 위해 대량의 에너지를 공급하도록 함으로써, 제련의 총 파워를 증가시키고, 생산능력과 효율을 향상시키며, 특히는 용점이 높은 용융 슬래그(3)의 제련에 특히 효과적이며, 전기 에너지의 소모를 감소시킨다.
- [0105] 본 발명의 기재에서, 기타 명확한 규정 및 한정지 존재하지 않는 한, 용어 "복수"는 둘 또는 둘 이상을 가리킨다; 기타 규정 또는 설명이 없는 한, 용어 "연결", "고정" 등은 모두 넓은 범위로 이해되어야 하며, 예컨대, "연결"은 고정적 연결일 수 있으며, 탈착 가능한 연결, 또는 일체적인 연결이거나 전기적 연결일 수 있다; 직접적 연결이거나 중간 매체를 통한 간접적 연결일 수도 있다. 본 분야의 일반 기술자는 구체적인 상황에 따라 상기 용어가 본 발명에서의 구체적 의미를 이해할 수 있을 것이다.
- [0106] 본 명세서의 기재에서, 용어 "상", "하", "전", "후", "좌", "우" 등이 가리키는 방위 또는 위치 관계는 도면에 도시된 바와 같이 방위 또는 위치관계를 나타낼 뿐, 본 발명의 설명의 편의성 및 기재의 편의성을 위한 것으로서, 가리키는 장치 또는 유닛이 반드시 특정 방향을 구비하여, 특정된 방위로 구성 및 조작되어야 하는 것을 가리키거나 암시하는 것은 아니다. 따라서, 본 발명에 대한 한정으로서 이해되어서는 않된다.
- [0107] 본 명세서의 기재에서, 용어 "일 실시예", "일부 실시예", "구체적인 실시예" 등 기재는 해당 실시예 또는 예시에 기재된 구체적 특징, 구조, 재료 또는 특점이 본 발명의 적어도 하나의 실시예 또는 예시에 포함되는 것을 의미한다. 본 명세서에서, 상기 용어의 시의성 표현은 반드시 동일한 실시예 또는 실예를 가리키는 것은 아니다. 또한, 기재된 구체적 특징, 구조, 재료 또는 특점은 어느 하나 또는 복수의 실시예 또는 예시에서 적절한 방식으로 결합될 수 있다.
- [0108] 상기 내용은 본 발명의 바람직한 실시예일 뿐, 본 발명에 대해 한정하지 않는다. 본 분야의 기술자는, 본 발명에 대해 다양한 변경 및 수정을 진행할 수 있다. 본 발명의 사상과 원칙을 벗어나지 않는 범위 내에서 진행한 모든 수정, 동등한 치환, 개선 등은 모두 본 발명의 보호범위 내에 속하는 것으로 간주되어야 한다.

도면

도면1



도면2



도면3

