



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0024059  
(43) 공개일자 2025년02월18일

- |   |  |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>C21B 11/10 (2006.01) C21B 13/00 (2006.01)<br/>C21B 13/12 (2006.01) C21B 13/14 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>C21B 11/10 (2013.01)<br/>C21B 13/0073 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2025-7001098</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2022년07월29일<br/>심사청구일자 2025년01월13일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2024년01월13일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/IB2022/057048</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2024/023569<br/>국제공개일자 2024년02월01일</p> | <p>(71) 출원인<br/>아르셀러미탈<br/>룩셈부르크 1160 룩셈부르크 불르바르 다브랑슈 24-26</p> <p>(72) 발명자<br/>위베르 장-크리스토퍼<br/>프랑스 57640 브리 끌로 데 비뉴 7</p> <p>상세 마띠유<br/>프랑스 57050 플라프빌 뒤 뒤 오 드 와이퐁 39</p> <p>드플레생 시몽 피에르<br/>벨기에 7700 무스끄롱 뒤 드 레캄 11</p> <p>(74) 대리인<br/>특허법인코리아나</p> |
|---|--|

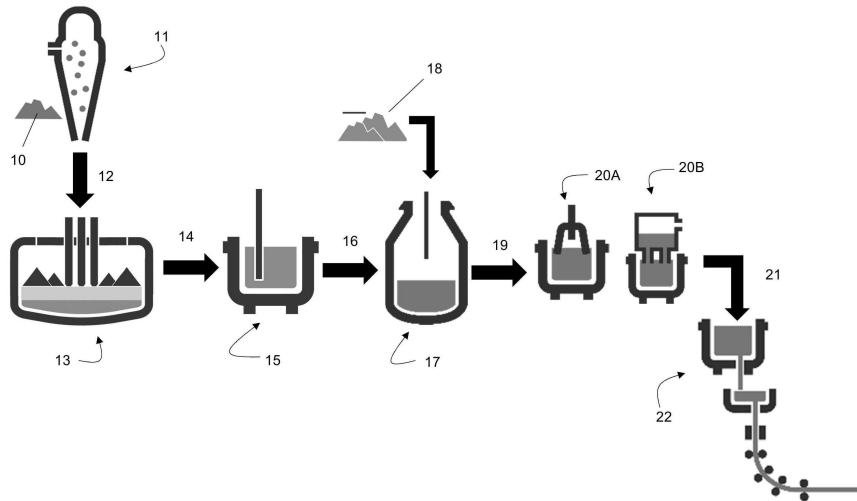
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 전기 제련 유닛에서 용융 선철을 제조하는 방법

(57) 요약

본 발명은 전기 제련 유닛 (13) 에서 용융 선철을 제조하는 방법에 관한 것이다. 방법은 이하의 연속적인 단계들을 포함한다: - 직접환원철 생성물 (12) 을 제공하는 단계, - DRI 생성물 (12) 을 제련 유닛 (13) 내에 공급하는 단계, - 적어도 10 중량%의 슬래그 형성제를 포함하는 적어도 하나의 강 또는 제철 부산물 기반 물질을 상기 DRI 생성물 (12) 과 함께 공급하는 단계, - DRI 생성물 (13) 과 적어도 하나의 강 또는 제철 부산물 기반 물질을 용융시켜 용융 선철을 제조하는 단계. 본 발명은 또한 상기 선철을 이용하는 강 제조 방법에 관한 것이다.

대표도



(52) CPC특허분류

*C21B 13/0086* (2013.01)

*C21B 13/12* (2013.01)

*C21B 13/143* (2013.01)

*C21B 3/04* (2018.08)

*C21B 2200/00* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

전기 제련 유닛 (13) 에서 용융 선철을 제조하는 방법으로서,

i) 직접환원철 (DRI) 생성물 (12) 을 제공하는 단계,

ii) 상기 DRI 생성물 (12) 을 상기 제련 유닛 (13) 내에 공급하는 단계,

iii) 적어도 10 중량% 의 슬래그 형성제를 포함하는 적어도 하나의 강 또는 제철 부산물 기반 물질을 상기 DRI 생성물 (13) 과 함께 공급하는 단계,

iv) 상기 DRI 생성물 (13) 및 상기 적어도 하나의 강 또는 제철 부산물 기반 물질을 용융시켜 용융 선철을 제조하는 단계

를 포함하는, 용융 선철의 제조 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 부산물 기반 물질을 형성하는 강 또는 제철 부산물은 소결 분진, 제강 슬러지 또는 분진, 제련 슬러지 또는 분진, 이차 야금 슬래그, 전기 아크로 슬래그, 순산소 전로 슬래그, 밀 스케일 또는 이들의 임의의 조합 중에서 선택되는, 용융 선철의 제조 방법.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 부산물 기반 물질은 20 중량% 초과 의 철 함량을 포함하고, 상기 철의 적어도 일부는 산화된 형태인, 용융 선철의 제조 방법.

#### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 슬래그 형성제는 CaO, 석회, 알루미늄, 마그네시아, 알루미늄실리케이트 또는 이들의 임의의 조합 중 적어도 하나 중에서 선택되는, 용융 선철의 제조 방법.

#### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 강 또는 제철 부산물 기반 물질은 브리킷 또는 펠릿으로서 공급되는, 용융 선철의 제조 방법.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 브리킷 또는 상기 펠릿은 하기 방법:

a. 강 또는 제철 부산물을 분쇄하고,

b. 분쇄된 강 또는 제철 부산물을 체질하며,

c. 강 또는 제철 부산물 기반 물질의 목표 조성에 도달하도록 체질된 강 또는 제철 부산물을 적절한 양으로 혼합하고,

d. 혼합물을 브리킷화 또는 펠릿화함

에 따라 준비되는, 용융 선철의 제조 방법.

**청구항 7**

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제련 유닛 (13) 에 탄소 함유 물질이 또한 공급되는, 용융 선철의 제조 방법.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,  
상기 탄소 함유 물질은 상기 선철 (14) 에서 4.0 내지 4.5 중량% 의 최종 탄소 함량에 도달하기에 충분한 양으로 첨가되는, 용융 선철의 제조 방법.

**청구항 9**

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,  
제련로 (13) 내에 로딩되기 전에, 상기 DRI 생성물은 적어도 50 부피% 의 수소를 함유하는 환원 가스를 사용하여 제조되는, 용융 선철의 제조 방법.

**청구항 10**

강의 제조 방법으로서,  
제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 따라 제조된 선철을 제련로 (13) 로부터 전로 (17) 로 이송하고, 그 후, 상기 선철의 탄소 함량을 산소 송풍 (oxygen blowing) 에 의해 2.1 중량% 미만의 값으로 낮추어 액체 강을 획득하는, 강 제조 방법.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,  
상기 전로 (17) 에서 상기 선철에 철 스크랩들 (18) 을 첨가하고 용융시키는, 용융 선철의 제조 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 용선 (hot metal) 이라고도 불리는 선철을 제조하는 방법 및 이러한 선철로부터 강을 생성하는 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 강은 현재 2 개의 메인 제조 루트를 통하여 생성될 수 있다. 요즘, "BF-BOF 루트" 라는 이름으로 현재 가장 많이 사용되는 생성 루트는 고로에서 주로 코크스와 같은 환원제의 사용에 의해 용선을 생성하고 전로 (converter) 공정 또는 BOF (Basic Oxygen furnace) 에서 산화철을 환원시킨 다음, 용선을 강으로 변환시키는 것으로 이루어진다. 이 루트는, 코크스화 플랜트 (coking plant) 에서 석탄으로부터 코크스를 생성하는 것과 용선을 생성하는 것 둘 다에서, 상당한 양의 CO<sub>2</sub> 를 방출한다.

[0003] 제 2 메인 루트는 소위 "직접 환원 방식" 을 포함한다. 그 중에서, MIDREX®, FINMET®, ENERGIRON®/HYL, COREX®, FINEX® 등의 브랜드에 따른 방법이 있으며, 산화철 담체를 직접 환원시켜 HDRI (hot direct reduced iron), CDRI (cold direct reduced iron), 또는 HBI (hot briquetted iron) 의 형태로 스폰지 철이 생성된다. HDRI, CDRI 및 HBI 형태의 스폰지 철은 전기로에서 추가 프로세싱을 거쳐 강을 생성한다.

[0004] 따라서, 제강업자가 CO<sub>2</sub> 배출량을 줄이기 위해 선택하는 주요 옵션 중 하나는 BF-BOF 루트에서 DRI 루트로 전환하는 것이다. 그러나, 철 스크랩과 함께 기존 전기로에서 DRI 생성물을 사용하는 데는 몇 가지 제한이 있다. 실제로, 스크랩에는 불순물이 많이 포함되어 있으므로 고품질 강 등급을 생성하기 위해 추가 프로세싱이 필요하다. 따라서 새로운 액체 강 처리 공구에 대한 투자가 필요할 것이다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 따라서 본 발명의 목적은, 큰 투자를 함이 없이, 선철 및 제강 제조로 인한 환경적인 영향을 효율적으로 최소화 하는 새로운 루트를 제공하여 이러한 선철 및 제강 제조 루트의 단점을 개선하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0006] 이는 청구항 1 에 기재된 선철을 제조하는 방법에 의해 해결된다.

[0007] 이러한 방법은 또한 개별적으로 또는 임의의 가능한 기술적 조합으로 고려되는 청구항 2 내지 청구항 9 의 선택적인 특징을 포함할 수 있다.

[0008] 본 발명은 또한 청구항 10 에 따른 강을 제조하는 방법에 관한 것이다.

[0009] 이러한 방법은 또한 청구항 11 의 선택적인 특징을 포함할 수 있다.

[0010] 본 발명의 다른 특징들 및 이점들은 첨부 도면을 참조하여 비제한적으로 일례로서 이하에 주어지는 설명으로부터 더 명백하게 드러날 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0011] 도 1 은 제련/BOF 루트에 따른 선철 및 제강 공정을 도시한다.

도 2 는 제련로를 도시한다.

도면들의 요소들은 예시적이며, 비율대로 도시되지 않을 수도 있다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 도 1 은 슬래브, 빌렛, 블룸 또는 스트립과 같은 반제품으로 철의 환원으로부터 강의 주조에 이르기까지 DRI 루트에 따른 강 생성 루트를 도시한다.

[0013] 철광석 (10) 은 먼저 직접 환원 플랜트 (11) 에서 환원된다. 이러한 직접 환원 플랜트 (11) 는 MIDREX® 기술 또는 Energiron® 과 같은 임의의 종류의 직접 환원 기술을 구현하도록 설계될 수 있다. 직접 환원 공정은, 예를 들어 전통적인 천연 가스 또는 바이오가스 기반 공정일 수 있다.

[0014] 바람직한 실시형태에서, 본 발명에 따른 방법에 사용되는 DRI 생성물은 바이오매스의 연소로부터 유래하는 바이오가스에 기반한 환원 가스를 사용하여 제조된다.

[0015] 바이오매스는 식물 및 동물로부터 유래된 재생가능한 유기 재료이다. 바이오매스 공급원은 특히 목재 및 목재 프로세싱 폐기물들, 예컨대 장작, 목재 펠릿, 및 목재 칩, 잡동사니 및 가구 밀 톱밥 및 폐기물, 및 펄프 및 제지 밀로부터의 흑액 (black liquor), 농작물 및 폐기 재료, 예컨대 옥수수, 콩, 사탕수수, 스위치그래스 (switchgrass), 목초 식물, 및 조류, 및 작물 및 식품 가공 잔여물, 또한 도시 고형 폐기물, 예컨대 종이, 목화, 및 양모 제품 중의 생물 유전자 재료, 및 식품, 마당, 및 목재 폐기물, 동물 분뇨 및 사람 오수를 포함한다. 본 발명의 의미에서, 바이오매스는 또한 고체 재활용 연료 (Solid Refuse Fuels) 또는 SRF 와 같은 재활용된 폐기물 플라스틱과 같은 플라스틱 잔류물을 포함할 수 있다.

[0016] 천연 가스 또는 바이오가스를 환원 가스로서 사용할 때마다, DRI 생성물의 탄소 함량은 최대 3 중량% 및 일반적으로 2 내지 3 중량% 의 범위로 설정될 수 있다.

[0017] 다른 바람직한 실시형태에서, 본 발명에 따른 방법에 사용되는 DRI 생성물은 환원 가스가 50 부피% 초과, 바람직하게는 60, 70, 80 또는 90 부피% 초과인 수소를 포함하거나 심지어 전체적으로 수소로 이루어진 소위 H<sub>2</sub>-DRI 공정을 통해 제조된다. H<sub>2</sub>-DRI 생성물은 천연 가스 또는 바이오가스 DRI 보다 훨씬 낮은 수준의 탄소를 함유할 것이며, 따라서 전형적으로 1 중량% 미만 또는 심지어 더 낮다.

[0018] 바람직한 실시형태에서, DRI 환원 가스에 사용되는 수소는 물의 전기분해로부터 유래하며, 이는 바람직하게는 CO<sub>2</sub> 중성 전기에 의해 부분적으로 또는 전체로 동력을 공급받는다. CO<sub>2</sub> 중성 전기는, 특히 태양광, 바람, 비, 조수, 파도, 지열 등의 공급원을 포함하여 인간 시간대에 자연적으로 보충되는 재생가능한 자원으로부터 수

집되는 에너지로서 규정되는, 재생가능한 공급원으로부터의 전기를 포함한다. 일부 실시형태들에서, 원자력 공급원으로부터 나오는 전기의 사용은 그것이 생성될 CO<sub>2</sub> 를 방출하지 않기 때문에 사용될 수 있다.

- [0019] 사용된 DRI 공정이 무엇이든 간에, 결과적으로 나오는 직접 환원 철 (DRI) 생성물 (12) 은 그 후 산화철의 환원이 완료되는 제련로 (13) 에 장입되고, 이 생성물은 용융되어 선철을 생성한다.
- [0020] DRI 생성물은 다양한 형태로 제련로로 이송될 수 있다. 바람직하게는, 직접 환원된 철 생성물 (DRI 생성물) 은 HDRI 생성물 (소위 Hot DRI) 로서 고온 형태로, 또는 CDRI 생성물 (소위 Cold DRI) 로서 저온 형태로, 또는 HBI 생성물 (소위 Hot Briquetted Iron) 로서 고온 브리켓 (briquette) 형태로, 및/또는 미립자 형태로, 바람직하게는 최대 10.0 mm 의 평균 입자 직경, 보다 바람직하게는 최대 5.0 mm 의 평균 입자 직경을 갖는 제련로에 공급된다.
- [0021] 바람직하게는 500°C 내지 700°C 의 온도를 갖는 고온 생성물로서 직접 환원 플랜트 (11) 의 출구에서 직접 장입된다. 이를 통해 용융에 필요한 에너지의 양을 줄일 수 있다. 고온 장입이 가능하지 않을 때, 예를 들어 직접 환원 플랜트 (11) 와 제련로 (13) 가 동일한 위치에 있지 않거나, 또는 제련로 (13) 가 유지보수를 위해 정지되어 DRI 생성물이 저장되어야 하는 경우, 그러면 DRI 생성물은 저온 장입될 수 있거나, 예열 단계가 수행될 수 있다.
- [0022] 제련로 (13) 는 DRI 생성물 (12) 을 용융시키고 선철 (14) 을 생성하기 위해 여러 개의 전극에 의해 제공되는 전기 에너지를 사용한다. 바람직한 실시형태에서, 필요한 전기의 일부 또는 전부는 CO<sub>2</sub> 중성 전기로부터 나온다. 제련로에 대한 추가의 자세한 설명은 도 2 를 기반으로 하여 후술할 것이다.
- [0023] 선철 (14) 은 선택적으로 탈황 단계를 수행하기 위해 탈황 스테이션 (15) 으로 보내질 수 있다. 이 탈황 단계는 용융 금속 이송 및 연관된 열 손실을 피하기 위해 전용 용기에서 또는 우선적으로 선철 레이블에서 직접 수행될 수 있다. 이러한 탈황 단계는 낮은 황 함량을 필요로 하는 강 등급의 생성에 필요하며, 이는 예를 들어 최대 0.03 중량% 의 황으로 설정된다. 산화 조건에서의 탈황은 효과적이지 않으므로 산소 정련 전에 선철 또는 강 탈산화 후에 강 레이블에서 우선적으로 수행된다. 매우 낮은 황 함량, 예를 들어 0.004 중량% 미만의 황의 경우, 탈산화 및 탈황은 전체적으로 더 높은 성능을 위해 조합된다. 따라서, 낮은 황 등급은 전환 단계 전에 선철 탈황을 수행하는 것이 유리하다.
- [0024] 선철의 탈황은, 특히 탄산나트륨, 석회, 탄화칼슘 및/또는 마그네슘과 같은 칼슘 또는 마그네슘 화합물에 기반한 시약을 선철에 첨가함으로써 수행될 수 있다. 이는 예를 들어 선철 레이블에 이러한 시약을 주입하여 수행할 수 있다. 탈황된 선철 (16) 은 우선적으로 0.03 중량% 미만, 바람직하게는 0.004 중량% 미만의 황 함량을 갖는다.
- [0025] 탈황된 선철 (16) 은 이후 전로 (17) 로 이송될 수 있다. 전로는 기본적으로 용융 금속을 통하여 산소를 송풍하여 이를 탈탄시켜 용융 금속을 액체 강으로 만든다. 일반적으로 순산소 전로 (Basic Oxygen Furnace, BOF) 라고 한다. 강의 재순환으로부터 나오는 철 스크랩 (18) 은, 또한 선철로의 산소 주입으로 인한 발열 반응에 의해 방출되는 열의 이점을 취하기 위해 전로 (17) 로 장입될 수 있다.
- [0026] 이렇게 형성된 액체 강 (19) 은, 필요할 때마다, 하나 이상의 이차 야금 공구 (20A, 20B), 예컨대 레이블 노, RH (Ruhrstahl-Heareus) 진공 용기, 진공 탱크 탈기장치, 합금 및 교반 스테이션 등으로 이송되어, 생성될 강 등급에 따라 필요한 강 조성물에 도달하도록 처리될 수 있다. 필요한 조성물 (21) 을 갖는 액체 강은 그 후 주조 플랜트 (22) 로 이송될 수 있으며, 여기서 고체 생성물, 예컨대 슬래브, 빌렛, 블룸, 또는 스트립으로 전환될 수 있다.
- [0027] 도 2 에 도시된 바와 같이, 제련로 (13) 는 용선을 포함할 수 있는 용기 (20) 로 구성된다. 용기 (20) 는 예를 들어 원형 또는 직사각형 형상을 가질 수 있다. 이 용기 (20) 는 용기 (20) 내로 삽입될 전극 (22) 을 수용하기 위한 일부 구멍 및 용기 (20) 내로 원료의 장입을 허용하기 위한 다른 구멍이 제공된 루프에 의해 폐쇄된다.
- [0028] 용기 (20) 에는 또한 제조된 선철을 출탕할 수 있도록 적어도 하나의 출탕구 (25) 가 제공된다. 이러한 출탕구들 (25) 은 용기 (20) 의 하부에 위치된다. 이들은 용기의 측방향 벽들 또는 그 바닥 벽에 위치될 수 있다.
- [0029] 전극 (22) 은 장입된 원료를 용융하고 선철을 형성하는데 필요한 전기 에너지를 제공한다. 이들은 바람직하

게는 쇠테르베르크형 전극이다.

- [0030] 원료의 용융 동안, 2 개의 층, 즉 가장 밀도가 높고 용기 (20) 의 바닥에 위치하는 선철 (14) 층과 선철 (14) 위에 위치하는 슬래그층 (23) 이 형성된다. 슬래그층 (23) 은 용융을 대기하는 원료 (24) 의 더미에 의해 부분적으로 덮일 수 있다.
- [0031] 제련로 (13) 는 SAF (Submerged-Arc Furnace) 일 수 있으며, 전극은 슬래그층 (23) 또는 OSBF (Open-Slag Bath Furnace) 내로 침지되며, 전극 (22) 은 슬래그층 (23) 위에 위치된다. 이는 우선적으로 도면들에 도시된 바와 같이 OSBF 이다.
- [0032] 본 발명에 따른 방법에서, 슬래그 형성제를 10 중량% 초과로 함유하는 적어도 하나의 강 또는 제철 부산물 기반 재료가 또한 제련로 (13) 에 장입된다.
- [0033] 이는 제련로에서 슬래그 형성 및 화학(chemistry)을 제어할 수 있게 한다. 이러한 슬래그 형성제는 CaO, 석회, 알루미늄, 마그네시아, 알루미늄오실리케이트 중 적어도 하나에서 선택될 수 있다. 이는 우선적으로 시멘트 산업에서 사용하기에 적합한 슬래그 조성을 얻을 수 있게 하는 CaO 또는 알루미늄이다.
- [0034] 부산물 기반 물질을 형성하는데 사용되는 부산물은, 소결 분진 또는 슬러지, 제강 분진 또는 슬러지, 제련 분진 또는 슬러지, 전기로 슬래그, 순산소 전로 슬래그, 이차 야금 슬래그 또는 밀 스케일 중 적어도 하나 중에서 선택할 수 있다. 이는 또한 이러한 상이한 부산물의 혼합물일 수 있다.
- [0035] 소결 또는 제강 분진/슬러지 또는 제련 분진/슬러지는, 순산소 전로, 전기 아크로, 소결 플랜트 및 제련로와 같은 고려된 노에서 배기 가스를 제거함으로써 발생하는 슬러지이다. 이들은, 배기 가스에 적용되는 처리에 따라 슬러지 또는 분진 형태로, 직물 필터의 사용과 같은 건식 처리 또는 물 분무와 같은 습식 처리 중 하나일 것이다. 전기 아크로 슬래그 및 순산소 전로 슬래그 또는 이차 야금 슬래그는 액체 강 생산 동안 형성된 슬래그이다. 스케일 또는 밀 스케일은, 혼합된 산화철 산화철(II)(FeO), 산화철(III)(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 및 산화철(II,III)(Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, 자철광) 으로 구성되는, 열간 압연 강의 플레이키 표면이다. 밀 스케일은 압연 밀에서 강 반제품을 압연하여 생산할 때, 강 플레이트, 시트 또는 프로파일의 외부 표면 상에 형성된다.
- [0036] 일부 부산물의 전형적인 조성은 아래 표 1 에 나와 있다. 모든 백분율은 중량% 로 표시된다. 철 (Fe) 의 경우, 함량은 금속 철 (Fe) 또는 임의의 산화물 (FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) 의 함량을 포함한다.

**표 1**

	Fe	P	S	Mg	SiO <sub>2</sub>	Al	Zn	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO
BOF 슬래그	10-35	0-2.5	<0.15		8-24			1-6	0.4-2	30-55	5-15
EAF 슬래그	20-63	<2	<0.2		9-26			2-16.5		28-64	5-15.5
EAF 슬러지	20-40		0.1-2		5-14		2-30				
BOF 슬러지	48-80				<3					3.0-17	
스케일	33-72									0.4-16	
소결 분진	44-50	0.01-0.25	0.2-4.1	0-1		0.4-2.2					
이차 야금 슬래그	0.1-20				1-40					20-65	2-20

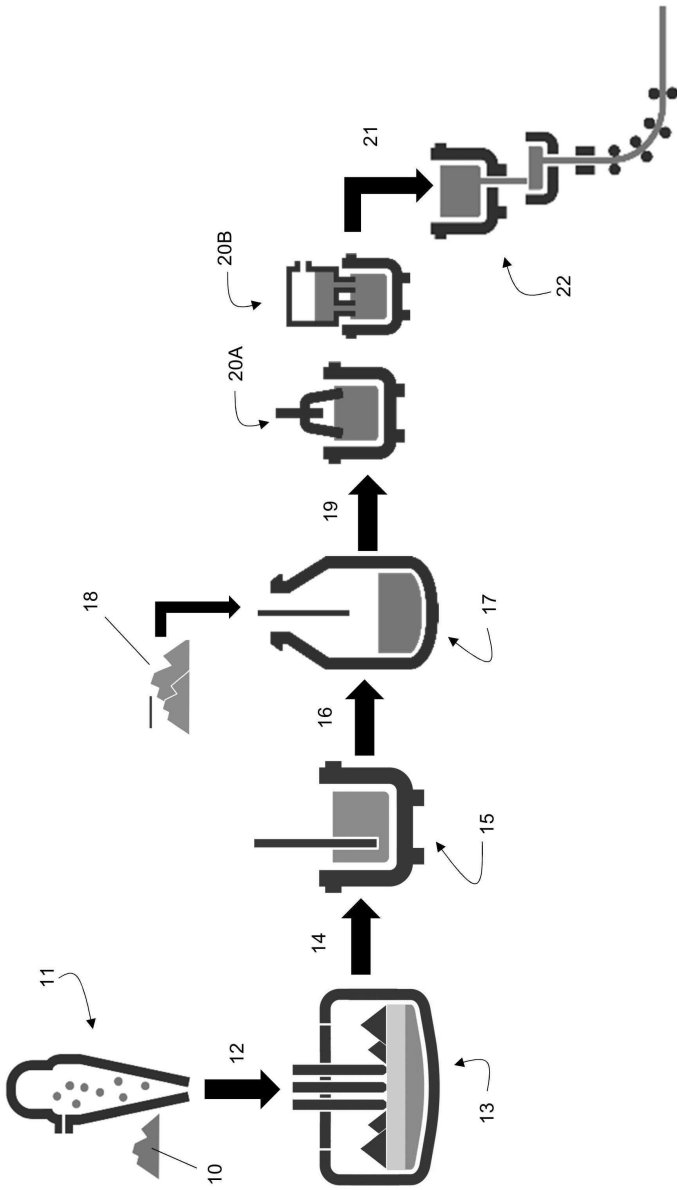
- [0037]
- [0038] 바람직한 실시형태에서, 부산물은 또한 적어도 20 중량% 의 철을 함유하고, 이 철의 일부는 산화된 형태이다.
- [0039] 현재 철 함유 부산물의 재활용은 제강 용기 자체 (BOF/EAF) 에서 수행되거나 다시 소결된다. 이러한 물질에 포함된 철은 산화되고 탄소 연소에 의해 에너지가 제공되는 용기에서 강력한 흡열 환원이 수행되어 이러한 재활용의 환경적 이점을 제한한다. 본 발명에 따른 방법에 의해, 환원은 탄소에 의해 화학적으로 수행되고, 열 충격은 전기로 보상된다.
- [0040] 또 다른 장점은, 발명자들이 발견한 것은 제련 작업에서 철 회수율이 90% 초과로 매우 높다는 것인데, 이는 현재의 재활용 관행에서보다 훨씬 높다. 예를 들어, 현재의 제강 용기에서 재순환은 부분적 또는 낮은 철 환

원을 초래할 수 있고, 따라서 슬래그 질량 및 산화 속도를 증가시킬 수 있으며, 이는 철을 회수하지 않고 가열 및 용융을 위한 에너지의 추가 비용을 의미한다.

- [0041] 바람직한 실시형태에서, 부산물은 브리킷 또는 펠릿 형태로 제련로에 공급된다. 브리킷 또는 펠릿화 전에, 이들은 먼저, 필요한 물질 조성물, 즉 10 중량%의 슬래그 형성제 및 선택적으로 적어도 20 중량%의 철을 획득하기 위해 선택된 부산물의 분쇄 및 체질 후 체질된 부산물의 혼합을 포함하지만 이에 제한되지 않는 제조 단계를 거칠 수 있다. 이는 공급원들의 다양성을 높이고 상이한 언급된 물질을 조합하여 혼합 브리킷 또는 을 형성할 수 있다.
- [0042] 바람직한 실시형태에서, 탄소-함유 물질은 또한 제련로에 첨가된다. 전로에서 산소와 탄소의 반응으로 일산화탄소 가스가 발생되어 용융 금속이 격렬하고 효율적으로 교반되어 강에서 불순물 제거가 향상되기 때문이다. 이러한 반응은 또한 발열성이므로 스크랩 용융을 위한 추가 에너지를 제공한다. 스크랩을 더 많이 사용할수록, 공정의 환경 발자국 (environmental footprint) 은 더 작아진다.
- [0043] DRI 루트를 통해 생성된 선철 (14) 의 탄소 함량은 일반적으로 3 중량% 미만일 것이다. 그러나, 전로에서의 후속 제강 공정의 요건을 충족시키기 위해, 선철은 우선적으로 가능한 포화 수준인 4.5 중량% 에 가까운 탄소 함량을 가져야 한다. 바람직한 실시형태에서, 선철 탄소 함량은 탄소 함유 물질의 첨가를 통해 4.0 내지 4.5 중량% 범위로 설정된다.
- [0044] 탄소 함유 물질은 상이한 공급원들로부터 유래할 수 있다. 이는, 예를 들어, 코크스, 무연탄, 탄화규소, 탄화칼슘, 또는 이들 공급원 중 임의의 것의 혼합물 중에서 선택될 수 있지만, 유리하게는 탄소 부하의 일부 또는 전부를 위해 바이오매스와 같은 재생가능한 공급원으로부터 유래할 수도 있다. 특히, 바이오차가 사용될 수 있다. 칼슘 원자가 탈황 효과를 제공할 수 있기 때문에, 탄화칼슘을 첨가하는 것이 특히 유리하다.

도면

도면1



도면2

