



등록특허 10-2028774



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년10월04일

(11) 등록번호 10-2028774

(24) 등록일자 2019년09월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C21B 11/00 (2006.01) **C21C 5/00** (2006.01)
F27B 19/04 (2006.01) **F27B 3/22** (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7018687
(22) 출원일자(국제) 2012년12월06일
심사청구일자 2017년11월27일
(85) 번역문제출일자 2014년07월04일
(65) 공개번호 10-2014-0108257
(43) 공개일자 2014년09월05일
(86) 국제출원번호 PCT/AU2012/001481
(87) 국제공개번호 WO 2013/082653
국제공개일자 2013년06월13일
(30) 우선권주장
2011905072 2011년12월06일 오스트레일리아(AU)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020010015263 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
타타 스틸 리미티드
인도, 뭄바이 400 001, 호미 모다이 스트리트 포
트, 뭄바이 하우스 24
(72) 발명자
필로테, 자크
호주, 웨스턴 오스트레일리아 6018, 더블류, 243
에스티 브리지드 테라스
드라이, 로드니 제임스
호주, 웨스턴 오스트레일리아 6015, 시티 비치,
326 더 볼레바드
마이어, 헨드리쿠스 코엔라드 알베르투스
네덜란드, 엔엘-1911 제이알 우이트게에스트, 데
바터디프 149
(74) 대리인
허용록

전체 청구항 수 : 총 21 항

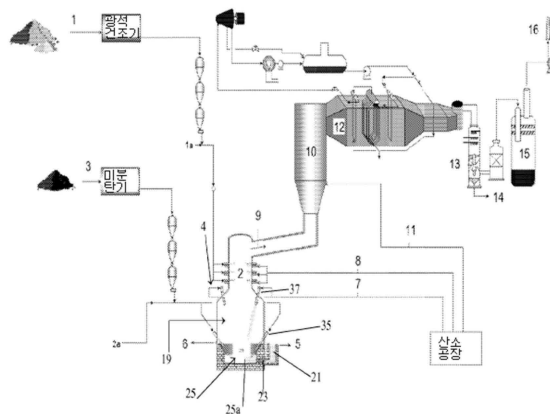
심사관 : 최종운

(54) 발명의 명칭 **제련 공정 시동**

(57) 요약

용융조 기반 제련 공정을 시동하는 방법은, 독립적인 수단, 즉, 저온 산소 및 석탄을 주챔버 내로 공급하는 것과 독립적으로 공급하기 전에, 제련 용기의 주챔버에서 산소 및 석탄의 발화를 위한 충분히 크고 안정한 "고온 구간(hot zone)"을 형성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(56) 선행기술조사문헌
KR1019950008531 B1
US20100011908 A1
US20090031858 A1
KR100146800 B1

명세서

청구범위

청구항 1

용융 금속의 욕조(bath)를 수용하고 있는 주첵버를 포함하는 제련 용기를 포함하는 제련 장비에서 용융 금속을 형성하기 위하여 금속함유 원료물질을 제련하기 위한 용융조 기반 공정을 시동하는 방법으로서,

- (a) 상기 주첵버 내에서 고온 구간(hot zone)을 형성하기 위하여 상기 제련 장비의 상기 주첵버 내로 외부 발화 공급원을 주입하는 단계;
- (b) 상기 주첵버 내로의 저온 산소함유 기체의 공급을 개시하고 상기 주첵버에서 가연성 물질을 발화시키는 단계;
- (c) 상기 주첵버 내로 탄소질 물질의 공급을 개시하고, 상기 주첵버 내의 온도를 증가시키고, 상기 주첵버 내의 동결 물질들을 용융시키는 단계; 및
- (d) 상기 주첵버 내로 금속함유 물질의 공급을 개시하고, 상기 금속함유 물질을 제련하고, 상기 주첵버에서 용융 금속을 생산하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 주첵버 내로 상기 외부 발화 공급원을 주입하는 (a)단계 전에 상기 주첵버로 가연성 물질을 공급하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 가연성 물질을 상기 주첵버 내 개구를 통하여 수동으로 주입함으로써 상기 가연성 물질을 상기 주첵버 내로 공급하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 주첵버 내로 상기 외부 발화 공급원을 주입하는 (a)단계 후 및, 상기 주첵버 내로 상기 저온 산소함유 기체의 공급을 개시하고 상기 주첵버 내에서 상기 가연성 물질을 발화시키는 (b)단계 전에 상기 주첵버로 가연성 물질을 공급하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, (c)단계 후 및 (d)단계 전에, 상기 주첵버 내로 슬래그 또는 슬래그 형성 물질들의 공급을 개시하고 상기 용융 금속 상에 슬래그를 형성하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 6

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 발화 공급원은 적어도 3분 동안 작동하도록 적응되는 것인, 방법.

청구항 7

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 발화 공급원은 발화된 상태를 유지하기 위하여 상기 주첵버 내에서 산소 기체를 필요로 하지 않는다는 근거로 선택되는 것인, 방법.

청구항 8

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, (a)단계에 대한 상기 발화 공급원은 상기 발화 공급원이 공기, 산소, 또는 질소 내에 있는 것과 상관 없이 연소되도록 상기 발화 공급원 자체의 "자체 보유(on-board)" 산소를 가지고 있는 것인, 방법.

청구항 9

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, (a)단계에 대한 상기 발화 공급원은 마그네슘-기반 화염인 것인, 방법.

청구항 10

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, (a)단계에서 상기 외부 발화 공급원을 상기 주챔버 내로 삽입한 후에, 상기 외부 발화 공급원이 상기 주챔버 내에서 발화 상태인 것을 증명하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 발화 공급원이 상기 주챔버 내에서 발화 상태인 것을 증명하는 단계는 직접 관측에 의한 것이거나 상기 제련 용기에서 개구 내에 장착된 카메라에 의한 것인, 방법.

청구항 12

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 저온 산소함유 기체의 공급을 개시하고 상기 주챔버 내에서 가연성 물질을 발화시키는 (b)단계는 상기 주챔버 내로 산소의 공급을 개시하고 상기 주챔버에서 가연성 물질을 발화시키는 단계를 포함하는 것인, 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 저온 산소함유 기체의 공급을 개시하고 상기 주챔버 내에서 가연성 물질을 발화시키는 (b)단계는 상기 주챔버로 800℃ 미만의 공급 온도로 공업용 산소의 공급을 개시하고 상기 주챔버에서 가연성 물질을 발화시키는 단계를 포함하는 방법.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 저온 산소함유 기체의 양은 상기 용융조 기반 제련 공정에 대한 정상 산소 유동의 10% 내지 30%인 것인, 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 주챔버에서 가연성 물질을 발화시키는 (b)단계 후에 가연성 물질의 발화를 증명하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 16

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 주챔버 내에서 물질이 연소되고 있는, 발화를 증명하는 단계는 직접 관측 또는 적합한 카메라에 의한 것인, 방법.

청구항 17

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 탄소질 물질의 공급을 개시하는 (c)단계는 150℃ 미만의 공급 온도로 상기 주챔버 내로 상기 탄소질 물질을 공급하는 단계를 포함하는 것인, 방법.

청구항 18

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, (c)단계는, 상기 주챔버 내에서 이산화탄소 생성이 진행되고 있는지를 온라인 가스 분석 시스템을 통하여 증명하는 단계를 포함하는 것인, 방법.

청구항 19

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, (d)단계는, 상기 방법의 이전 단계들에서 공급된 상기 산소함유 기체 및 상기 탄소질 물질을 공급하는 것을 증가시키거나, 상기 주챔버 내로 다른 산소함유 기체 및 탄소질 물질의 양을 증가시켜 공급하는 단계를 포함하는 것인, 방법.

청구항 20

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, (d)단계는 상기 주챔버 내로 상기 금속함유 물질을 공급하는 것을

증가시키는 단계를 포함하는 것인, 방법.

청구항 21

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 용융조 기반 제련 공정은,

- (a) 상기 용융조 내로 상기 탄소질 물질 및 (고체이거나 용융될 수 있는) 상기 금속함유 물질을 공급하고, 반응 기체를 생성하고 금속함유 물질을 제련하며 상기 욕조 내에서 용융 금속을 생산하는 단계;
- (b) 상기 욕조 내 제련 반응들을 위한 열을 생성하도록 욕조 위에서 반응 기체의 연소를 위하여 상기 주첵버 내로 상기 산소함유 기체를 공급하는 단계; 및
- (c) 상기 주첵버의 상부 공간 내의 연소 영역 내로 투입되는 경우에 가열되고, 그 이후에 상기 욕조 내로 다시 낙하하되, 이에 따라 용적들 및 비산(splash)들은 금속함유 물질의 제련에 사용되는 욕조내로 하방으로 열을 전달하는, 용융 물질의 열-수반 용적들 및 비산들을 생성하기 위하여 기체 분출에 의하여 상기 욕조로부터 용융 물질의 상당한 상방 운동을 생성시키는 단계를 포함하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 금속함유 물질을 제련하기 위한 공정을 시동하는 방법에 관한 것이다.

[0002] "금속함유 물질"이라는 용어는 본원에서 고체 원료물질 및 용융 원료물질을 포함하는 것으로 이해된다. 또한, 그러한 용어는 그러한 용어의 범위 내에 부분 환원된 금속함유 물질을 포함한다.

배경 기술

[0003] 본 발명은 특히, 배타적이지 않지만, 적어도 부분적으로 용융조(molten bath)에서 탄소질 물질의 탈휘발화로 발생하는 용융조 내의 기체 방출에 의하여 생성되는 강력한 욕조(bath)/슬래그(slag) 분출기를 구비하는 제련 용기에서 금속함유 원료물질로부터 용융 금속을 생산하기 위한 용융조 기반 제련 공정을 시동하는 방법에 관한 것이다.

[0004] 특히, 배타적이지 않지만, 본 발명은 철광석과 같은 철-함유 물질을 제련하고, 철을 생산하는 공정을 시동하는 방법에 관한 것이다.

[0005] 특히, 본 발명은, 배타적이지 않지만, 금속함유 물질을 제련하기 위한 주첵버를 포함하는 제련 용기에서 제련 공정을 시동하는 방법에 관한 것이다.

[0006] 일반적으로 HIs melt 공정으로 지칭되는, 공지된 용융조 기반 제련 공정이 출원인의 이름의 상당한 많은 수의 특허들 및 특허 출원들에서 설명된다.

[0007] 이하에서 "HIsarna" 공정으로 지칭되는, 또 다른 용융조 기반 제련 공정이 본 출원인의 이름으로 국제 출원 PCT/AU99/00884(WO 00/022176)에서 설명된다.

[0008] HIs melt 공정 및 HIsarna 공정은 특히 철광석 또는 다른 철-함유 물질로부터 용선(molten iron)을 생산하는 것과 관련된다.

[0009] HIsarna 공정은 (a) 주 제련 챔버 및 고체 원료물질들 및 산소-함유 기체를 주첵버로 주입하기 위한 피침(lance)들을 포함하고, 용융 금속 및 슬래그 욕조를 함유하도록 적응되는 제련 용기, 및 (b) 제련 용기 위에 배치되고 제련 용기와 직접 연통되는 금속 함유 원료물질을 사전-처리하기 위한 제련 선회기(cyclone)을 포함하는 제련 장비에서 수행된다.

[0010] 본원에서 "제련 선회기"이란 용어는, 통상적으로 수직 원통형 챔버를 정의하며, 그리고 챔버로 공급된 원료물질들이 챔버의 수직 중심축 주위의 경로로 이동하고 적어도 금속함유 원료물질들을 부분적으로 용융하기에 충분한 고온 작동 온도를 견딜 수 있도록 제조되는, 용기를 의미하는 것으로 이해된다.

[0011] HIsarna 공정의 일 형태로, 탄소질 원료물질(통상적으로 석탄) 및 선택적으로 용제(통상적으로 하소 석회석)가 제련 용기의 주첵버의 용융조로 주입된다. 탄소질 물질은 환원제 공급원 및 에너지 공급원으로서 제공된다. 선택적으로 용제와 혼합된 철광석과 같은, 금속함유 원료물질이 제련 선회기에서 주입되고, 가열되고, 부분적으로

용융되고, 부분적으로 환원된다. 이러한 용융된, 부분 환원된 금속함유 물질은 제련 선회기로부터 하방으로 제련 용기의 용융조 내로 유동하여 욕조 내에서 용융 금속으로 제련된다. 용융조에서 생산된 고온 반응 기체(통상적으로 CO, CO₂, H₂ 및 H₂O)는 주챔버의 상부에서 산소함유 기체(통상적으로 공업용 산소)에 의하여 부분적으로 연소된다. 후연소에 의하여 생성된 열은 욕조의 온도를 유지하기 위하여 용융조 내로 다시 낙하하는, 상부 구역 내의 용융 용적들로 전이된다. 고온의, 부분 연소된 반응 기체들은 주챔버로부터 상방으로 유동하여 제련 선회기의 하부로 유입된다. 산소함유 기체(통상적으로 공업용 산소)가 수평면에서, 즉, 제련 선회기의 챔버의 수직 중심축에 대하여 선회 와류 형태를 생성하는 것과 같은 그러한 방식으로 배치되는 통풍구(tuyere)에 의하여 제련 선회기 내로 주입된다. 이러한 산소함유 기체의 주입은 제련 용기 기체들을 더 연소시켜, 매우 고온의 (선회하는) 화염들을 발생시킨다. 미세하게 분할된, 유입되는 금속함유 원료물질은 제련 선회기 내의 통풍구들에 의하여 이러한 화염들 내로 기상으로(pneumatically) 주입되어, 신속한 가열 및 부분 환원(대략 10-20% 환원)을 수반하는 부분 용융을 발생시킨다. 환원은 적철광의 열분해 및 주챔버의 반응 기체들에서 CO/H₂의 환원 작용 모두로부터 기인한다. 고온의, 부분 용융된 금속함유 원료물질은 선회기의 선회 동작에 의하여 제련 선회기의 벽들 상으로 외향으로 투척되고, 전술된 바와 같이, 그러한 용기의 주챔버에서 제련을 위하여, 제련 용기 하부로 하방으로 유동한다.

- [0012] HISarna 공정의 전술된 형태의 순효과는 2-단계 반류(countercurrent) 공정이다. 금속함유 원료물질이 제련 용기로부터 (산소함유 기체가 부가된) 배출되는 반응 기체들에 의하여 가열되고 부분적으로 환원되어 제련 용기 내로 하방으로 유동하고 제련 용기 내에서 용선으로 제련된다. 통상적으로, 이러한 반류 배치는 생산성 및 에너지 효율을 증가시킨다.
- [0013] 전술된 설명은 호주 또는 다른 곳에서 일반적인 통상의 지식으로서 인정되는 것으로 간주되지 않아야 한다.
- [0014] 출원인은 HISarna 공정 및 HISmelt 공정의 산소-송풍 버전이 용기의 전로를 통하여 용기의 주챔버 내로 (외부 공급원으로부터) 고온 금속을 공급함으로써, 산소함유 기체(통상적으로 공업용 산소) 및 고체 탄소질 물질(통상적으로 석탄)의 공급을 개시하고 주챔버에서 열을 발생시킴으로써 제련 용기 내에서 시동되는 것을 제안해왔다. 이러한 고온 시동 방법은 주챔버에서 가연성 물질의 자연발화에 의하여 열을 발생시킨다. 출원인은 고온 시동 방법에서 초기 단계 이후에 슬래그 형성체의 첨가가 이루어지고, 나중에, 주챔버 내로 금속함유 원료물질(철광석과 같은 금속함유 물질과 같은)의 첨가가 이루어진다는 것을 제안하였다.
- [0015] 고온 시동 방법이 본 출원에 대한 당해 국제 출원으로서 동일 날짜에 출원인의 이름으로 제출된 제목이 "제련 공정 시동 방법"인 동반 국제출원서에서 설명된다.
- [0016] 산소함유 기체로서 공업용 산소, 고체 탄소질 물질로서 석탄, 및 금속함유 물질로서 분철광석에 기반한 HISarna 공정의 파일럿 공장 시험들에서, 위의 고온 시동 방법이 시험되었다. 본 출원인은, 공정을 시동하는데 필요한 저온 산소 및 석탄을 주챔버 내로 공급하는 것을 안전하게 개시하고, 가연성 물질을 자연 발화시키고, 주챔버 내에서 열을 생성하는 것이 가능한 제련 용기의 주챔버 내로 고온 금속을 주입한 후에, 유한한 시간차가 존재한다는 것을 발견하였다. 이러한 시간차는 통상적으로 파일럿공장 조건들 하에서 약 1 시간 내지 2 시간 동안인 것으로 밝혀졌다. 시간차는 (다른 인자들 중에서도) 제련 용기 기하학적 구조, 충전 금속 온도 및 충전 금속 화학적 성질에 따라 가변적인 것으로 밝혀졌다. 산소 및 석탄을 주챔버 내로 공급하는 것을 개시하는 단계들이 필요한 시간차 내에 구현되지 않았다면, 주챔버 내에서 석탄 및 저온 산소의 자연 발화를 보장하는 것은 불가능하게 되었을 것이라는 것도 밝혀졌다. 이러한 것은 주챔버에서 이탈되는 미연소된 석탄 및 산소의 혼합물을 발생시키고, 하류 장비에서 탄진 폭발(및 관련된 손상)의 가능성을 초래한다.
- [0017] 출원인은 이러한 시간차와 관련된 메커니즘이 용융 금속의 상면에서 슬래그층의 형성과 관계된다는 것을 발견하였다. 일단 이러한 슬래그층이 충분히 잘 형성되고 나면, 제련 용기로, 예를 들면, 주챔버의 상부 공간에서 수냉식 패널들로 방사에 의하여 냉각되고, 크러스트화 되어, 용융 금속 상에 막(blanket)을 효과적으로 생성한다. 막은 막 아래의 용융 금속으로부터 막 위의 주챔버의 상부 공간으로 열 전달을 억제하는 단열체로서 역할을 하며, 그 결과로 상부 공간에서 열적 조건들이 상부 공간에서 가연성 물질의 자연 발화를 지지하기에는 너무 저온이 된다. 본 출원인은, 이하의 설명에 의하여 제한되는 것을 원하지 않으면서, 이러한 슬래그가 파일럿 공장 시험들 중에 (i) 이전 작동들 이후에 잔류된 잔여 슬래그 코팅들, 및 (ii) 용융 금속 내의 구성성분들(특히 반응하여 이산화규소를 형성하는 규소)과 반응하는 산소로부터 주로 형성된다고 생각한다.
- [0018] 또한, 본 출원인은 공장이 정상적으로 작동되고 이후에 상당한 기간 동안(예를 들면, 제련 용기 외부에서 기계적인 수리를 하기 위하여) 유희된다면(주챔버로 고체 원료물질들을 공급 중단하는 것을 포함) 본질적으로 동일

한 문제가 발생된다는 것을 파일럿 공장 시험들에서 발견하였다. 이러한 조건들 하에서, 슬래그층은 일반적으로 공정의 시동 시 슬래그층에 비하여 상당히 더 두껍다. 고온 금속은 슬래그의 표면의 훨씬 더 아래에 있으며, 따라서, 전도에 의하여 슬래그 상부 표면을 덜 고온으로 유지할 수 있다. 표면 슬래그 열은, 제련 용기에서, 예를 들면, 주첵버의 상부 공간의 수냉식 패널들에서 방사에 의하여 소멸되었고, 저온의 크러스트 층이 전보다 더 신속하게 용융조 상에 형성되었다. 제련 용기가 약 15분 내지 30분을 초과하여 유희하는 경우, 석탄 및 저온 산소의 자연 발화, 그리고 따라서, 제련 용기의 주첵버에서 공정 시동을 지지하는데 필요한 열 생성을 보장하는 것도 역시 불가능했다.

[0019] 파일럿 공장 시험과정 동안, 본 출원인은 이러한 조건들 하에서 HIsarna 공정을 시동하기 위한 안전하고 실용적인 방법을 개발하였다. 본 방법의 중요한 근거는 독립적인 수단, 즉, 저온 산소 및 석탄을 주첵버 내로 공급하는 것과 독립적이고 공급하기 전에, 제련 용기의 주첵버에서 산소 및 석탄의 발화를 위한 충분히 크고 안정한 "고온 구간(hot zone)"을 형성해야 하는 필요성을 (저온 산소 및 석탄 또는 다른 적합한 산소함유 기체 및 고체 탄소질 물질이 투입될 수 있기 전에) 인식하는 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0020] 제련 용기의 주첵버의 상부 공간 내부의 열적 조건들(온도들)이 주첵버 내로 새로 공급된 임의의 저온 산소함유 기체 및 고체 탄소질 물질의 안전한 자연 발화를 가능하게 하기에 너무 저온인 경우에, 본 발명의 제련 공정을 시동하는 방법은 임의의 용융조 기반 제련 공정을 시동(이 용어는 "채시동"을 포함한다)하는데 적용될 수 있다. 전술된 바와 같이, 그러한 조건들은 통상 크러스트 동결 슬래그가 주첵버내의 용융조의 상부 표면 상에 존재하는 경우에 발생된다.

과제의 해결 수단

[0021] 본 발명에 따르면, 제련 장비에서 용융 금속을 형성하기 위하여 금속함유 원료물질을 제련하기 위한 용융조 기반 공정을 시동하는 방법이 제공되되, 장비는, 용융 금속의 욕조를 포함하고 있고, 상기 방법의 개시 시에 제련 장비 내로 고체 원료물질들이 주입되지 않는 주첵버를 포함하는 제련 용기를 포함하고, 상기 방법은,

[0022] (a) 주첵버 내에서 고온 구간을 형성하기 위하여 제련 장비의 주첵버 내로 외부 발화 공급원을 주입하는 단계,

[0023] (b) 주첵버 내로 저온 산소함유 기체를 공급 개시하고 주첵버에서 가연성 물질을 발화시키는 단계,

[0024] (c) 주첵버 내로 탄소질 물질을 공급 개시하고, 주첵버 내의 온도를 증가시키고, 주첵버 내의 동결 물질들을 용융시키는 단계, 및

[0025] (d) 주첵버 내로 금속함유 물질을 공급 개시하고, 금속함유 물질을 제련하고, 주첵버에서 용융 금속을 생산하는 단계를 포함한다.

[0026] 산소함유 기체의 맥락에서 "저온"이란 용어는 본원에서 기체가 탄소질 물질 및 산소함유 기체 혼합물의 자연발화에 요구되는 온도 미만(즉, 석탄-산소 혼합물의 경우에 약 700 내지 800℃ 미만)에 있다는 의미로 저온을 의미하는 것으로 이해된다.

[0027] 위의 (c)단계에서 언급된 "동결 물질들"이란 용어는, 예시로서, 파일럿 공장 시험들에서 밝혀진 크러스트층과 같은, 슬래그층을 포함한다.

[0028] 방법은 위의 (a)단계 전에 주첵버로 가연성 물질을 공급하는 단계를 포함할 수 있다. 예시로서, 방법은 가연성 물질을 주첵버 내 개구(슬래그 노치와 같은)를 통하여 수동으로 주입함으로써 고체 가연성 물질(목재, 숯, 또는 다른 적합한 고체 물질)을 주첵버 내로 공급하는 단계를 포함할 수 있다. 다른 예시로서, 방법은 기체 가연성 물질 또는 액체 가연성 물질을 주첵버 내로 공급하는 단계를 포함할 수 있다. 기체 가연성 물질은 천연가스일 수 있다. 액체 가연성 물질은 오일일 수 있다.

[0029] (a)단계 전에 주첵버 내로 가연성 물질을 공급하는 이러한 선택적인 단계는 크러스트층이 얇고/얕거나 완전히 형성되지 않고, 산소함유 기체 공급이 (b)단계에서 개시되는 경우에 발화 공급원에 의한 연소를 지지하기 위해 주첵버 내에 이미 충분한 가연성 물질이 있을 수 있는 상황들에서는 필요하지 않을 수 있다. 몇몇 상황들에서, 예를 들면 방법이 제련 활동의 단시간 중단 이후에 사용되는 경우에, 크러스트층은 완전히 형성되지 않을 수 있고, (b)단계에서 산소함유 기체 공급이 개시된 경우에 발화를 지지하기에 충분한 잔여 가연성 물질이 용기 내에

있을 수 있다. 다른 상황들에서, 방법은 주챔버 내로 외부 발화 공급원을 주입하는 (a)단계 후 및, 주챔버 내로 저온 산소함유 기체 공급을 개시하고 주챔버 내에서 가연성 물질을 발화시키는 (b)단계 전에 주챔버로 가연성 물질을 공급하는 단계를 포함할 수 있다. 가연성 물질은 전술된 바와 같이 고체, 또는 기체, 또는 액체 가연성 물질일 수 있다.

- [0030] 일반적으로, 외부 발화 공급원을 주챔버 내로 주입하기 전 또는 후에 용기에 가연성 물질을 공급하는 위의 선택 사항들은 다른 시각들에 사용될 수 있다. 공장 유희가 상대적으로 단기간이면(그러나 발화 공급원의 공급 없이 석탄 및 산소 또는 다른 적합한 탄소질 물질 및 산소함유 기체를 공급하는 것을 단순히 개시하기에는 너무 장시간임), (b)단계 전에 주챔버 내로 가연성 물질을 첨가하는 것이 필요하지 않을 수 있다. 더 장시간 유희에 대해서는 (a)단계 전 또는 후에 주챔버 내로 가연성 물질을 공급하는 단계를 포함하는 다른 선택사항들이 필요할 수 있다.
- [0031] 방법은 (시동 조건들 하에서 또는 주챔버 내의 슬래그 제거가 낮을 경우에) 위의 (c)단계 후이며 (d)단계 전에, 용융 금속 상에 슬래그를 형성하기 위하여, 주챔버로 슬래그 또는 슬래그 형성 물질들을 공급하는 것을 개시하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0032] 주챔버 내로 외부 발화공급원을 주입하는 (a)단계에 대한 발화 공급원은 적어도 3분, 통상적으로는 적어도 5분 동안 작동하도록 적응될 수 있다.
- [0033] (a)단계에 대한 발화 공급원은 발화된 상태를 유지하기 위하여 주챔버 내에서 산소 기체를 필요로 하지 않는다는 근거로 선택될 수 있다.
- [0034] (a)단계에 대한 발화 공급원은 발화 공급원이 공기, 산소, 또는 질소 내에 있는지와 상관 없이 연소되도록 발화 공급원 자체의 "자체 보유(on-board)" 산소를 (예를 들면, 산화철의 형태로) 가지고 있을 수 있다. 질소에 대하여 고려하면, 고체 주입 피침들의 질소(또는 어떤 다른 비활성 가스) 제거(purge)가 일반적으로 사용될 것이고, 본 방법에서 이 시점에는, 임의의 사용가능한 산소 기체가 주챔버 내에 거의 없을 수 있다.
- [0035] (a)단계에 대한 발화 공급원은 마그네슘 기반의 화염일 수 있다.
- [0036] 방법은 (a)단계에서 외부 발화 공급원을 주챔버 내로 삽입한 후에, 외부 발화 공급원이 주챔버 내에서 발화 상태인 것을 증명하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0037] 발화 공급원이 주챔버 내에서 발화 상태인 것을 증명하는 단계는 직접 관측에 의하거나 체련 용기의 슬래그 노치와 같은 적합한 개구 내에 장착된 카메라에 의한 것일 수 있다.
- [0038] 저온 산소함유 기체의 공급을 개시하고 주챔버 내에서 가연성 물질을 발화시키는 (b)단계는 주챔버 내로 산소의 공급을 개시하고 주챔버에서 가연성 물질을 발화시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0039] 저온 산소함유 기체의 공급을 개시하고 주챔버 내에서 가연성 물질을 발화시키는 (b)단계는 800℃ 미만의 공급 온도로 주챔버로의 공업용 산소의 공급을 개시하고 주챔버에서 가연성 물질을 발화시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0040] 저온 산소함유 기체의 공급을 개시하고 주챔버 내에서 가연성 물질을 발화시키는 (b)단계는 주챔버로 소량의 저온 산소(통상적으로 공정을 위한 정상 산소 유통의 10% 내지 30%)의 공급을 개시하는 단계를 포함할 수 있다. 그러한 상황에서, 주챔버에 존재하는 (이전 작동으로부터 잔여 탄소질 물질 및/또는 (a)단계 전에 주챔버로 공급되는 선택적인 가연성 물질인 목재와 같은) 가연성 물질은 발화되고 연소되어야 한다.
- [0041] 방법은 주챔버에서 가연성 물질을 발화시키는 (b)단계 후에 가연성 물질의 발화를 증명하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0042] 물질이 상기 주챔버 내에서 연소되고 있는, 발화를 증명하는 단계는 직접 관측에 의한 것 또는 적합한 카메라에 의한 것일 수 있다. (a)단계 전에 주챔버로 공급되는 선택적인 가연성 물질로서 목재의 사용은, 목재가 밝고, 식별이 용이한 화염으로 몇 분간 연소되기 때문에, 특히 유용하다.
- [0043] 주챔버 내로 탄소질 물질을 공급하는 것을 개시하는 (c)단계는 150℃ 미만의 공급 온도로 탄소질 물질을 공급하는 단계를 포함할 수 있다. 탄소질 물질은 (석탄과 같은) 고체 물질일 수 있거나 (천연가스와 같은) 기체 물질일 수 있거나 (오일과 같은) 액체 물질일 수 있다.
- [0044] (c)단계는 주챔버 내에서 이산화탄소 생성이 진행되고 있는지를 온라인 가스 분석 시스템을 통하여 증명하는 단

계를 포함할 수 있다.

- [0045] (d)단계는 방법의 이전 단계들에서 공급된 산소함유 기체 및 탄소질 물질을 공급하는 것을 증가시키는 단계, 또는 주챔버 내로 다른 산소함유 기체 및 탄소질 물질의 양을 증가시켜 공급하는 단계를 포함할 수 있다. 예시로서, 방법의 (c)단계에서 기체상의 탄소질 물질을 사용하고 금속함유 물질이 (d)단계에서 주챔버로 공급되는 경우에, 고체 탄소질 물질을 공급하는 것으로 변환하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0046] (d)단계는 주챔버 내로 금속함유 물질을 공급하는 것을 증가시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0047] 장비는 (i) 용융 금속 욕조를 포함하도록 적응되는, 전술된 제련 용기, 및 (ii) 제련 용기 위에 배치되고 제련 용기와 연통되는 제련 선회기를 포함할 수 있다. 그러한 경우에, (d)단계는 금속함유 원료물질 및 산소함유 기체를 제련 선회기 내로의 공급을 개시하여 선회기 내에서 물질의 회전 유동을 가로로 생성하고 용기로부터 선회기 내로 상방으로 유동하는 가연성 기체를 연소하며 선회기 내에서 금속함유 원료물질을 부분적으로 환원하고 용융시키는 단계를 포함하되, 이 때 부분 환원된 용융된 금속함유 원료물질이 선회기에서 하방으로 제련 용기의 주챔버 내의 금속 및 슬래그 용융조 내로 유동하고 욕조 내에서 용융 금속으로 제련된다.
- [0048] 본 발명의 방법은, (a) 용융 금속 및 슬래그의 욕조를 수납하도록 적응되는 주챔버를 구비하는 제련 용기, (b) 탄소질 물질을 욕조 내로 공급하기 위한 피침들 또는 다른 적합한 수단, (c) 산소함유 기체를 욕조 내로 공급하기 위한 피침들 또는 다른 적합한 수단, (d) 금속함유 물질을, 직접적으로 또는 제련 선회기를 통하여 욕조로 공급하기 위한 피침들 또는 다른 적합한 수단, (e) 주챔버로부터 금속 및 슬래그를 제거하기 위한 전로와 같은 수단, 및 (f) 동결 슬래그층들을 가지는 수냉식 패널들에 의하여 덮인 욕조 위의 제련 용기의 벽 영역의 적어도 40%, 통상적으로 적어도 50%를 포함하는, 용융조 기반 제련 장비에 적용가능하다.
- [0049] 정상 작동 조건들 하에서, 용융조 기반 제련 공정은,
- [0050] (a) (고체일 수 있거나 용융될 수 있는) 탄소질 물질 및 금속함유 물질을 용융조 내로 공급하여 반응 기체를 생성하고 금속함유 물질을 제련하며 욕조 내에서 용융 금속을 생산하는 단계,
- [0051] (b) 욕조로부터 방출된 가연성 기체의 욕조 위에서 연소를 위하여 산소함유 기체를 주챔버 내로 공급하여 욕조 내 제련 반응들을 위한 열을 발생시키는 단계로서, 산소함유 기체는 통상적으로 석탄-산소 혼합물의 안전한 발화에 요구되는 온도보다 상당히 낮은 온도를 의미하는(즉, 약 700 내지 800℃ 미만) "저온"인 공업용 산소인 것인, 단계, 및
- [0052] (c) 주챔버의 상부 공간 내의 연소 영역 내로 투입되는 경우에 가열되고, 그 이후에 욕조 내로 다시 낙하하되, 이 때, 용적들 및 비산들은 금속함유 물질의 제련에 사용되는 욕조 내로 하방으로 열을 전달하는, 용융 물질의 열-수반 용적들 및 비산들을 생성하기 위하여 기체 분출에 의하여 욕조로부터 용융 물질의 상당한 상방 운동을 생성시키는 단계를 포함한다.
- [0053] 산소함유 기체는 공기, 산소, 또는 산소농축 공기일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0054] 본 발명에 따른, 제련 용기에서 제련 공정을 시동하는 방법의 일 구현예가 첨부되는 도면들을 참조하여 설명된다.

도 1은 HIsarna 공정의 일 구현예에 따른 금속함유 물질을 제련하고 용융 금속을 생산하기 위한 HIsarna 장비의 개략도이다.

도 2는 용기가 15 내지 30분을 초과하여 "유희"이었던 경우, 15 내지 30분을 초과하는 공정 중단이 있는 공정의 시동 중 또는 공정의 재시동 중이며, 용기 내에 용융 금속 및 용융 슬래그층들 상에 크리스탈층이 존재하는, 제련 용기의 상태를 도시하는 도 1에서 도시된 제련 용기의 확대된 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0055] HIsarna 공정은 금속함유 원료물질을 제련하고 용융 금속, 용융 슬래그, 및 이탈가스(off-gas)의 공정 산출물들을 생산한다. HIsarna 공정에 대한 이하의 설명은 철광석의 형태인 금속함유 물질의 제련의 맥락에서 이루어진다. 본 발명은 이러한 유형의 금속함유 물질에 한정되지 않는다.

- [0056] 도 1에 도시된 HIsarna 장비는 제련 선회기(2) 및 제련 선회기(2) 바로 밑에 위치한 주챔버(19)를 구비하는 용

용조 기반 제련 용기(4)를 포함하되, 제련 선회기(2)와 제련 용기(4)의 챔버들 간은 직접적으로 연통된다.

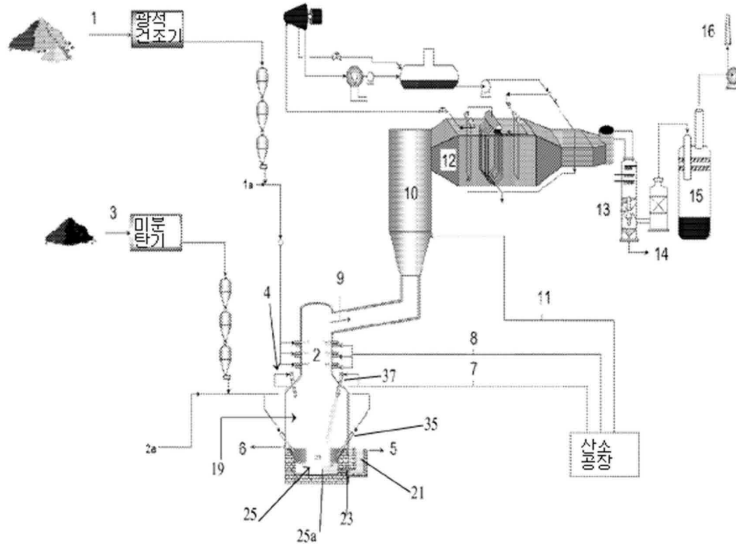
- [0057] 도 1을 참조하면, 제련 활동의 정상상태 작동 중에, 6 mm의 최대 크기를 가지는 자철석 기반 광석(또는 다른 철 광석) 및 석회석(1)과 같은 용제(flux)의 혼합물이 광석 건조기를 통하여, 기상(pneumatic) 운반 기체(1a)와 함께, 제련 선회기(2) 내로 공급된다. 석회석은 광석 및 석회석의 혼합된 유동의 대략 8 내지 10 중량%를 나타낸다. 산소(8)는 광석을 예열하고 부분적으로 용융하고 부분적으로 환원하기 위하여 통풍구들을 통하여 제련 선회기(2) 내로 주입된다. 또한, 산소(8)는 제련 용기(4)로부터 제련 선회기(2) 내로 상방으로 유동하는 가연성 기체를 연소시킨다. 부분 용융되고 부분 환원된 광석은 제련 선회기(2)로부터 제련 용기(4)의 주챔버(19) 내의 금속 및 슬래그의 용융조(25) 내로 하방으로 유동한다. 부분 용융되고 부분 환원된 광석은 용융조(25)에서 용선(molten iron)을 형성하도록 제련된다. 석탄(3)은, 독립적인 건조기를 통하여, 제련 용기(4)의 주챔버(19) 내로 공급된다. 석탄(3) 및 운반 기체(2a)는 피침들(35)을 통하여 주챔버(19) 내의 금속 및 슬래그 용융조(25) 내로 주입된다. 석탄은 환원제 공급원 및 에너지 공급원 제공한다. 도 1 및 도 2는, 층(25a)은 용융 금속층이고 층(25b)은 용융 슬래그층인 2개의 층을 이루는 용융조(25)를 도시한다. 도면들은 일정한 깊이로 층들을 도시한다. 이러한 것은 단지 도시를 위한 것이며, HIsarna 공정의 작동에서 잘 교환되고 잘 혼합된 욕조가 어떠한 것인지를 정확하게 표시하는 것은 아니다. 용융조(25)의 혼합은 CO 및 H₂와 같은 기체를 생성하는, 욕조에서 석탄의 탈휘발화로부터 기인하여, 용융조(25) 위에 있는 주챔버(19)의 상부 공간 내로 용융조로부터의 기체 및 비발동된 물질의 상방 이동을 발생시킨다. 주챔버(19)의 상부 공간 내에 용융조(25)에서 생성되고 용융조(25)로부터 방출된 그러한 기체들 중 일부, 통상적으로 일산화탄소 및 수소를, 후연소하고 욕조(bath)에서 제련 공정에 필요한 열을 제공하기 위하여, 산소(7)는 피침들(37)을 통하여 주챔버(19) 내로 주입된다.
- [0058] 제련 활동 중 HIsarna 공정의 정상 작동은 (a) 제련 용기(4)의 주챔버(19) 내로 피침들(35)을 통하여 석탄 주입 및 피침들(37)을 통하여 산소 주입 및 (b) 제련 선회기(2) 내로 광석 주입(7) 및 부가적인 산소 주입(8)을 수반한다.
- [0059] 제련 용기(4)의 주챔버(19) 내로의 석탄 및 산소 공급 비율들, 및 제련 선회기(2) 내로 광석 및 산소 공급 비율들, 및 주챔버(19)로부터 열손실들을 포함하지만 여기에 한정되지 않는 작동 조건들은, 이탈가스 배출구 덕트(9)를 통하여 제련 선회기(2)에서 방출되는 이탈가스가 적어도 90%의 후연소 정도를 갖도록 선택된다.
- [0060] 제련 선회기(2)의 이탈가스는, 잔류 CO/H₂를 연소시키고 완전 연소된 연도가스에서 임의의 정도의 유리 산소(통상적으로 1 내지 2%)를 제공하기 위하여 부가적인 산소(11)가 주입되는, 이탈가스 소각로(10)로 이탈가스 덕트(9)를 통하여 통과한다.
- [0061] 이어서, 완전 연소된 이탈가스는 가스가 냉각되고 증기가 생성되는 폐열 회수 구역(12)을 통과한다. 이어서, 연도가스는 냉각 및 먼지 제거가 이루어지는 습식 세척기(13)를 통과한다. 결과적인 폐기물(14)은 광석 공급 유동(1)을 통하여 제련기에 재활용용으로 사용가능하다. 세척기(13)에서 방출되는 냉각된 연도가스는 연도가스 탈황화 유닛(15)로 공급된다.
- [0062] 이어서, 깨끗한 연도가스는 스택(16)을 통하여 송풍된다. 이러한 가스는 주로 CO₂로 구성되고, 적절하다면, 압축될 수 있고 (잔류 불응축 가스 중의 적절한 제거와 함께) 지질-격리될 수 있다.
- [0063] 도 2에 도시된 제련 용기(4)의 확대된 단면도를 특히 참조하면, 용기(4)는 주챔버(19)를 정의하는 수냉식 패널들에 의하여 주로 정의된 내화성-내막 노상(33) 및 측벽들(41)을 포함한다. 또한, 제련 용기(4)는 전로 연결부(23)를 통하여 주챔버(19)에 연결되는 전로(21)를 포함한다. HIsarna 공정의 제련 활동 과정 중에, 주챔버(19)에서 생산된 용융 금속은 주챔버(19)로부터 전로 연결부(23) 및 전로(21)를 통하여 방출된다.
- [0064] 도 2를 더 참조하면, HIsarna 공정이 어떤 이유로 중단되고, 공정이 15 내지 30분을 초과하여 작동되지 않는 경우에 (즉, 이러한 시간 동안 제련 선회기(2) 및 제련 용기(4) 내로 고체 원료물질들의 주입이 이뤄지지 않는 경우에), 전술된 파일럿 공장 시도들에 기초하여, 크러스트층(29)이 주챔버(19) 내의 슬래그 표면 상에 형성된다. 크러스트층(29)의 형성은, HIsarna 공정을 시동하기 위하여 주챔버에 공급된 석탄 및 저온 산소의 안전한 자연 발화를 보장하는 것이 불가능하고, 또한, 이러한 조건들 하에서 주챔버 내로 석탄 및 저온 산소를 공급하는 것은 하류 장비에서 탄진 폭발(및 관련된 손상)의 가능성을 가지는 주챔버에서 이탈되는 미연소된 석탄 및 산소의 혼합물을 발생시킬 수 있다는 것을 나타낸다.
- [0065] 본 발명의 방법의 일 구현예에 따르면, 이러한 "유휴" 상태에서 HIsarna 공정을 안전하게 시동하기 위하여, 다음의 조치들이 취해진다.

- [0066] 1. 슬래그 노치(6)가 개방되고 (각각 길이가 제련 용기(4)의 주챔버(19)의 직경의 약 1/3 내지 1과 1/2이고, 슬래그 노치(6)에 용이하게 맞춰지도록 크기가 정해진) 10 내지 20 개의 길고 얇은 목재 조각들의 형태인 가연성 물질들이 주챔버(19) 내로 수동으로 투입된다.
- [0067] 2. BOF 제강에서 일반적인 유형의 화염(예를 들면, Beko Vuurwerk BV, Hoogoven Fakkel 품목 번호 4490)이 슬래그 노치(6)를 통하여 주챔버(19) 내로 투입되고, 직접적인 시각 관측이 화염이 주챔버(19) 내부에서 연소되고 있는지를 확인하는데 사용된다. 화염은 주챔버(19) 내의 고온 구간을 형성한다.
- [0068] 3. 저온 산소가 정상 공정 유동, 즉, HIsarna 공정이 제련 장비에서 공정을 위한 정격 금속 생산에서 작동되는 경우의 정상 공정 유동의 약 10% 내지 30%의 유동 속도로 피침들(37)을 통하여 주챔버(19) 내로 공급된다.
- [0069] 4. 일단 고온 구간에 의한 발화로 인하여 주챔버(19) 내부의 산소 기반 화염이 있는 것이 (예를 들면, 직접 관측에 의하여) 증명되면, 석탄이 정상 공정 유동의 약 5% 내지 20%의 속도로 피침들(35)을 통하여 주챔버(19)로 공급된다.
- [0070] 5. 예를 들면, 직접 관측에 의하여, 일단 석탄 발화가 증명되면, 슬래그 노치(6)는 폐쇄되고, 주챔버(19)로부터의 이탈가스 조성이 이산화탄소의 계속되는 생성을 보장하기 위하여 통상의 온라인 가스 분석 시스템에 의하여 감시된다.
- [0071] 6. 석탄 및 산소가 정상 시동 시험에 따라서 증가되고, 주챔버에서 슬래그를 재용융하고 광석 공급을 위한 적합한 조건들을 형성하기 위하여 가열 운용(석탄 및 산소 공급만)이 임의의 시기 동안 수행된다. 가열 운용 지속시간은 공장이 얼마나 오랫동안 유희이었는데에 따라서 달라질 것이며, 통상적으로 0.5 시간 내지 2 시간의 범위 내일 것이다.
- [0072] 7. 일단 가열 운용이 완료되면, 광석 및 산소가 제련 선회기(2) 내로 공급되고, 광석은 용융되고 부분적으로 환원되며, 주챔버(19) 내로 하방으로 유동하고, 도 1에 관련되어 전송된 바와 같이 철 생산이 주챔버 내에서 개시된다.
- [0073] 위의 설명은 크러스트 슬래그층(29)이 주챔버(19) 내의 용융조 상에 형성되는 적어도 15분 내지 30분의 공정 중단이 있는 후에 HIsarna 공정을 시동하는데 초점을 맞춘다. 위에 기술된 HIsarna 공정을 시동하는 동일한 방법 단계들(1 내지 7)은 크러스트층(29)이 그러한 시동 공정 과정 중에 형성되는 상황에서 HIsarna 공정을 위한 초기 시동 공정 동안 사용될 수 있다.
- [0074] 본 발명의 사상 및 범주를 벗어나지 않으면서 다수의 변형들이 전송된 본 발명의 공정의 구현예에 대하여 이루어질 수 있다.
- [0075] 예시로서, 단계(1)는 고체 가연성 물질의 사용에 한정되지 않으며, 기체 또는 액체 가연성 물질들이 또한 사용될 수 있다.
- [0076] 다른 예시로서, 본 발명은 발화 공급원을 제련 용기(4) 내로 주입하기 전에 가연성 물질을 첨가하는 것에 한정되지 않는다. 구체적으로, 발화 물질을 용기 내로 주입한 후 저온 산소(또는 다른 적합한 산소함유 기체)의 공급을 개시하기 전에, 가연성 물질을 첨가하는 것이 바람직한 상황들이 있을 수 있다. 몇몇 상황들에서는, 가연성 물질의 첨가가 전혀 필요하지 않을 수 있고 발화가 제련 용기(4) 내의 잔여 가연성 물질에 기반하여 이루어질 수 있다.
- [0077] 다른 예시로서, 발화 공급원이 발화 상태라는 시각적(또는 다른) 관측은 발화 공급원이 자체 산소 공급원을 가지는 상황들에서는 단계(2)에서 필요하지 않을 수 있다.
- [0078] 다른 예시로서, 본 발명은 고체 원료물질들이 제련 선회기(2) 및 제련 용기(4) 내로 공급되지 않는 적어도 15분 내지 30분의 시간 간격에 한정되지 않는다. 시간 간격은 슬래그로부터 용기로의 열손실율과 같은, 금속함유 물질의 종류 및 제련 용기의 특성들을 포함하는 인자들의 범위에 따라서 다를 수 있다. 임의의 주어진 상황에서, 시간 간격은 제련 용기(4)의 주챔버(19)로 저온 산소 및 석탄의 주입을 개시하는데 문제가 되는 정도까지 크러스트 슬래그가 용융조 상에 형성되는데 필요한 시간이다.
- [0079] 위의 설명은 탄소질 물질로서 석탄 및 산소함유 기체를 위한 공업용 산소에 초점을 맞춘다. 본 발명은 이에 한정되지 아니하고, 임의의 적합한 산소 함유 가스 및 임의의 적합한 고체 탄소질 물질로 확장된다.
- [0080] 전송된 구현예는 HIsarna 공정에 초점을 맞춘다. 본 발명은 HIsarna 공정에 한정되지 아니하고, 제련 용기 내 임의의 용융조 기반 공정에 확장된다. 예시로서, 본 발명은 HIsMelt 공정의 산소-송풍 버전으로 확장된다. 위에

지시된 바와 같이, HIsmelt 공정은 본 출원인의 이름으로 다수의 특허들 및 특허 출원들에서 설명되어 있다. 예시로서, HIsmelt 공정은 본 출원인의 이름으로 국제 출원 PCT/AU96/00197에서 설명되어 있다. 국제 출원에 제출된 특허 명세서의 개시는 상호 참조로서 본원에 포함된다.

도면

도면1



도면2

