



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0011608  
(43) 공개일자 2019년02월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C21C 5/35 (2006.01) C21C 7/068 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
C21C 5/35 (2013.01)  
C21C 7/068 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-0094349  
(22) 출원일자 2017년07월25일  
심사청구일자 2017년07월25일

(71) 출원인  
연세대학교 산학협력단  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)  
(72) 발명자  
손일  
서울특별시 서대문구 통일로 397,1동 1207호(홍제동, 인왕산 한신휴플러스)  
정성훈  
서울특별시 서대문구 연희로10길 43-4, 301호(연희동)  
(74) 대리인  
김권석

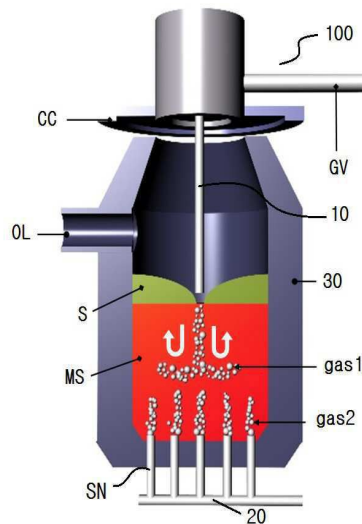
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 전로 및 전로 정련 방법

### (57) 요약

본 발명은 전로 및 전로 정련 방법에 관한 것으로, 상기 전로 정련 방법은 상취 렌스 및 저취 노즐을 구비하는 전로에 금속 용융물을 장입하는 단계; 상기 상취 렌스를 통해, 상기 전로의 내부로 산소( $O_2$ )를 취입하여 상기 금속 용융물을 제 1 산화 정련하는 단계; 및 상기 저취 노즐을 통해, 상기 전로의 내부로 상기 산소의 일부 또는 전부를 대체하여 상기 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 상기 수증기( $H_2O$ ) 중 적어도 하나를 취입하여 상기 금속 용융물을 제 2 산화 정련하는 단계를 포함하며, 상기 제 1 산화 정련하는 단계의 발열에 의한 열량을 상기 제 2 산화 정련하는 단계의 흡열 반응을 통해 흡수하여 상기 전로 내 상기 금속 용융물의 온도를 균일하게 유지할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016K2A9A2A08003672

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 국제기관간MOU지원사업

연구과제명 친환경 고효율 수소 제강 프로세스 개발에 관한 연구(1/2)

기 여 율 1/1

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2016.04.01 ~ 2017.03.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

상취 랜스 및 저취 노즐을 구비하는 전로에 금속 용융물을 장입하는 단계;

상기 상취 랜스를 통해, 상기 전로의 내부로 산소( $O_2$ )를 취입하여 상기 금속 용융물을 제 1 산화 정련하는 단계; 및

상기 저취 노즐을 통해, 상기 전로의 내부로 상기 산소의 일부 또는 전부를 대체하여 상기 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 상기 수증기( $H_2O$ ) 중 적어도 하나를 취입하여 상기 금속 용융물을 제 2 산화 정련하는 단계를 포함하며,

상기 제 1 산화 정련하는 단계의 발열에 의한 열량을 상기 제 2 산화 정련하는 단계의 흡열 반응을 통해 흡수하여 상기 전로 내 상기 금속 용융물의 온도를 균일하게 유지하는 전로 정련 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 산화 정련하는 단계에 의한 상기 발열로 상기 금속 용융물의 온도가 임계치 이상으로 상승될 때, 상기 저취 노즐을 통해, 상기 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 상기 수증기( $H_2O$ ) 중 적어도 하나를 취입하여 상기 제 2 산화 정련하는 단계가 수행되는 전로 정련 방법.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 상취 랜스를 통한 상기 산소( $O_2$ )의 취입과 상기 저취 노즐을 통한 상기 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 상기 수증기( $H_2O$ ) 중 적어도 하나의 취입은 동시에 시작되는 전로 정련 방법.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 상기 수증기는 전로 제강을 포함하는 철강 제조 공정 중에 발생하는 부생 가스로서, 상기 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 상기 수증기( $H_2O$ )를 포집 및 저장하는 단계를 더 포함하는 전로 정련 방법.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 산화 정련하는 단계는,

상기 금속 용융물의 금속과 상기 산소가 반응하여 금속 산화물을 형성하는 단계;

상기 금속 산화물과 상기 금속 용융물의 탄소가 반응하여 일산화탄소(CO)를 생성하는 단계; 및

상기 일산화탄소(CO)를 배출하는 단계를 포함하는 전로 정련 방법.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 산화 정련하는 단계는,

상기 금속 용융물의 금속과 상기 이산화탄소 및 상기 수증기 중 적어도 하나와 반응하여 상기 금속 산화물과 수소( $H_2$ ) 및 일산화탄소(CO) 중 적어도 하나를 생성하는 단계; 및

상기 수소( $H_2$ ) 및 상기 일산화탄소(CO) 중 적어도 하나를 배출하는 단계를 포함하는 전로 정련 방법.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 대체되는 이산화탄소( $CO_2$ ), 수증기( $H_2O$ ), 또는 이들의 조합의 중량비는 상기 상취 랜스를 통해 취입되는 산소( $O_2$ )의 총 중량대비 0.1 % 내지 20 %의 범위를 갖는 전로 정련 방법.

#### 청구항 8

금속 용융물을 수강하여 정련하는 전로에 있어서,

상기 전로 내부로 산소( $O_2$ )를 취입하는 상취 랜스;

상기 전로 내부로 상기 산소의 일부 또는 전부를 대체하여 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 수증기( $H_2O$ ) 중 적어도 하나를 취입하는 저취 노즐; 및

상기 상취 랜스를 통해 취입된 산소( $O_2$ )와 반응하여 상기 금속 용융물을 제 1 산화 정련하고, 상기 저취 노즐을 통해 취입된 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 수증기( $H_2O$ ) 중 적어도 하나와 반응하여, 제 2 산화 정련하는 반응 용기를 포함하며,

상기 반응 용기 내에서 상기 제 1 산화 정련에 의한 발열에 의한 열량을 상기 제 2 산화 정련에 의한 흡열 반응을 통해 흡수하여 상기 전로 내의 금속 용융물의 온도를 균일하게 유지하는 전로.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 산화 정련에 의한 발열로 상기 금속 용융물의 온도가 임계치 이상으로 상승될 때, 상기 저취 노즐을 통해, 상기 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 상기 수증기( $H_2O$ ) 중 적어도 하나를 취입하여 제 2 산화 정련이 수행되는 전로.

#### 청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 상취 랜스를 통한 상기 산소( $O_2$ )의 취입과 상기 저취 노즐을 통한 상기 산소의 일부 또는 전부를 대체하는 상기 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 상기 수증기( $H_2O$ ) 중 적어도 하나의 취입은 동시에 시작되는 전로.

#### 청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 상기 수증기는 전로 제강을 포함하는 철강 제조 공정 중에 발생하는 부생 가스로서, 상기 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 상기 수증기( $H_2O$ )를 포집 및 저장하는 포집 및 저장 부재를 더 포함하는 전로.

#### 청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 대체되는 이산화탄소( $CO_2$ ), 수증기( $H_2O$ ), 또는 이들의 조합의 중량비는 상기 상취 랜스를 통해 취입되는 산소( $O_2$ )의 총 중량대비 0.1 % 내지 20 %의 범위를 갖는 전로.

### 발명의 설명

### 기술 분야

본 발명은 철강 제조에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 전로 및 전로 정련 방법에 관한 것이다.

[0001]

## 배경 기술

- [0002] 산소 가스를 금속 용융물 표면으로 상취하여 상기 금속 용융물을 산화 정련하는 산소 상취 정련 방법은 다양한 반응 용기 내에서 상기 산소 가스와 상기 금속 용융물 사이의 반응 효율을 향상시키는 연구가 진행되고 있다. 특히, 철강 제조 공정으로 이용되는 전로에 있어서는 탈탄 반응의 효율을 향상시키거나 망간 광석 등의 환원을 증대하기 위한 여러가지 방법들이 있으며, 이 중, 탈인 처리 및 탈황 처리가 실시된 용선예비처리를 수행함으로써, 전로의 슬래그량을 적게 할 수 있고, 슬래그 중으로 이행하는 유가 금속, 특히 철이나 망간의 양을 절감 가능한 것이 발견되어 많은 제철소에서 용선예비처리를 이용한 산소 상취 정련이 많이 이용되고 있다.
- [0003] 그러나, 상기 산소 상취 정련 방법은 상기 전로의 상부로부터 산소가 취입되어 상기 전로 내부의 금속 용융물 표면(이하, 반응 계면이라 칭함)에서 상기 금속 용융물 내에 포함된 탄소 같은 불순물과 반응하여, 상기 탄소를 배출시키기 때문에 상기 반응 계면에서 발열 온도가 상기 금속 용융물 표면과 대향하는 하부 영역의 온도보다 높아 전체적으로 상기 금속 용융물의 온도가 불균일할 수 있으며, 상기 반응 계면 또는 상부에서 주로 탈탄 반응이 일어나서 전체적으로 탈탄 반응의 효율이 저하될 수 있다.
- [0004] 또한, 상기 산소 상취 정련 방법을 포함한 철강 제조 공정 중에, 많은 이산화탄소가 배출될 수 있으며, 이로 인해 이산화탄소 배출에 따른 환경 부담금이 증가할 수 있으며, 상기 산소 상취 정련 방법에 이용되는 산소의 양이 많아질수록 산소 가격이 증가하게 됨으로써, 제조 비용이 증가할 수 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0006] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 탈탄 반응의 효율을 개선시키고, 이산화탄소 배출로 인한 환경 부담금으로 인한 제조 비용의 증가를 감소시킬 수 있으며, 산소의 이용을 감소시키는 전로 정련 방법을 제공하는 것이다.
- [0007] 또한, 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는 전술한 이점을 갖는 전로를 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상취 랜스 및 저취 노즐을 구비하는 전로에 금속 용융물을 장입하는 단계; 상기 상취 랜스를 통해, 상기 전로의 내부로 산소( $O_2$ )를 취입하여 상기 금속 용융물을 제 1 산화 정련하는 단계; 및 상기 저취 노즐을 통해, 상기 전로의 내부로 상기 산소의 일부 또는 전부를 대체하여 상기 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 상기 수증기( $H_2O$ ) 중 적어도 하나를 취입하여 상기 금속 용융물을 제 2 산화 정련하는 단계를 포함하며, 상기 제 1 산화 정련하는 단계의 발열에 의한 열량을 상기 제 2 산화 정련하는 단계의 흡열 반응을 통해 흡수하여 상기 전로 내 상기 금속 용융물의 온도를 균일하게 유지하는 전로 정련 방법이 제공될 수 있다.
- [0010] 본 발명의 실시예에서, 상기 제 1 산화 정련하는 단계에 의한 상기 발열로 상기 금속 용융물의 온도가 임계치 이상으로 상승될 때, 상기 저취 노즐을 통해, 상기 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 상기 수증기( $H_2O$ ) 중 적어도 하나를 취입하여 상기 제 2 산화 정련하는 단계가 수행될 수 있다.
- [0011] 본 발명의 다른 실시예에서, 상기 상취 랜스를 통한 상기 산소( $O_2$ )의 취입과 상기 저취 노즐을 통한 상기 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 상기 수증기( $H_2O$ ) 중 적어도 하나의 취입은 동시에 시작될 수 있다.
- [0012] 본 발명의 실시예에서, 상기 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 상기 수증기는 전로 제강을 포함하는 철강 제조 공정 중에 발생하는 부생 가스로서, 상기 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 상기 수증기( $H_2O$ )를 포집 및 저장하는 단계를 더 포함될 수 있다.
- [0013] 본 발명의 실시예에서, 상기 제 1 산화 정련하는 단계는, 상기 금속 용융물의 금속과 상기 산소가 반응하여 금속 산화물을 형성하는 단계; 상기 금속 산화물과 상기 금속 용융물의 탄소가 반응하여 일산화탄소(CO)를 생성하는 단계; 및 상기 일산화탄소(CO)를 배출하는 단계를 포함할 수 있다. 그리고 상기 제 2 산화 정련하는 단계는, 상기 금속 용융물의 금속과 상기 이산화탄소 및 상기 수증기 중 적어도 하나와 반응하여 상기 금속 산

화물과 수소(H<sub>2</sub>) 및 일산화탄소(CO) 중 적어도 하나를 생성하는 단계; 및 상기 수소(H<sub>2</sub>) 및 상기 일산화탄소(CO) 중 적어도 하나를 배출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 실시예에서, 상기 대체되는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 수증기(H<sub>2</sub>O), 또는 이들의 조합의 중량비는 상기 상취 램스를 통해 취입되는 산소(O<sub>2</sub>)의 총 중량대비 0.1 % 내지 20 %의 범위를 가질 수 있다.

[0015] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상취 금속 용융물을 수강하여 정련하는 전로에 있어서, 상기 전로 내부로 산소(O<sub>2</sub>)를 취입하는 상취 램스; 상기 전로 내부로 상기 산소의 일부 또는 전부를 대체하여 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 수증기(H<sub>2</sub>O) 중 적어도 하나를 취입하는 저취 노즐; 및 상기 상취 램스를 통해 취입된 산소(O<sub>2</sub>)와 반응하여 상기 금속 용융물을 제 1 산화 정련하고, 상기 저취 노즐을 통해 취입된 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 수증기(H<sub>2</sub>O) 중 적어도 하나와 반응하여, 제 2 산화 정련하는 반응 용기를 포함하며, 상기 반응 용기 내에서 상기 제 1 산화 정련에 의한 발열에 의한 열량을 상기 제 2 산화 정련에 의한 흡열 반응을 통해 흡수하여 상기 전로 내의 금속 용융물의 온도를 균일하게 유지하는 전로가 제공될 수 있다.

[0016] 본 발명의 실시예에서, 상기 제 1 산화 정련에 의한 발열로 상기 금속 용융물의 온도가 임계치 이상으로 상승될 때, 상기 저취 노즐을 통해, 상기 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 상기 수증기(H<sub>2</sub>O) 중 적어도 하나를 취입하여 제 2 산화 정련이 수행될 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에서, 상기 상취 램스를 통한 상기 산소(O<sub>2</sub>)의 취입과 상기 저취 노즐을 통한 상기 산소의 일부 또는 전부를 대체하는 상기 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 상기 수증기(H<sub>2</sub>O) 중 적어도 하나의 취입은 동시에 시작될 수 있다.

[0017] 본 발명의 실시예에서, 상기 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 상기 수증기는 전로 제강을 포함하는 철강 제조 공정 중에 발생되는 부생 가스로서, 상기 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 상기 수증기(H<sub>2</sub>O)를 포집 및 저장하는 포집 및 저장 부재가 더 포함될 수 있다.

[0018] 본 발명의 실시예에서, 상기 대체되는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 수증기(H<sub>2</sub>O), 또는 이들의 조합의 중량비는 상기 상취 램스를 통해 취입되는 산소(O<sub>2</sub>)의 총 중량대비 0.1 % 내지 20 %의 범위를 가질 수 있다.

### 발명의 효과

[0020] 본 발명의 실시예에 따르면, 상취 램스를 통해, 전로의 내부로 산소(O<sub>2</sub>)를 취입하여 금속 용융물을 제 1 산화 정련하며, 저취 노즐을 통해, 상기 전로의 내부로 상기 산소의 일부 또는 전부를 대체하여 상기 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 상기 수증기(H<sub>2</sub>) 중 적어도 하나를 취입하여 상기 금속 용융물을 제 2 산화 정련함으로써, 상기 금속 용융물의 온도를 균일하게 하며, 상기 금속 용융물 표면의 반응 계면뿐만 아니라 상기 금속 용융물 내부에서도 탈탄 반응이 발생할 수 있어서 탈탄 반응의 효율을 개선시킬 수 있다.

[0021] 또한, 상기 철강 제조 공정 중에 배출되는 이산화탄소 또는 수증기를 재활용하여 산화 정련에 이용함으로써, 상기 산화 정련에 이용되는 산소의 양을 줄일 수 있으며 이산화탄소 배출에 의한 환경 부담금을 줄일 수도 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 전로(converter) 정련 설비를 도시한다.

도 2a 및 도 2b는 본 발명의 실시예에 따른, 저취 노즐(20)의 상세한 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 전로 정련 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0025] 본 발명의 실시예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위하

여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려, 이들 실시예는 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 발명의 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다.

- [0026] 도면에서 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다. 또한, 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "및/또는"은 해당 열거된 항목 중 어느 하나 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.
- [0027] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예를 설명하기 위하여 사용되며, 본 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다. 또한, 본 명세서에서 단수로 기재되어 있다 하더라도, 문맥상 단수를 분명히 지적하는 것이 아니라면, 복수의 형태를 포함할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprise)" 및/또는 "포함하는(comprising)"이란 용어는 언급한 형상들, 숫자, 단계, 동작, 부재, 요소 및/또는 이들 그룹의 존재를 특정하는 것이며, 다른 형상, 숫자, 동작, 부재, 요소 및/또는 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하는 것이 아니다.
- [0028] 본 명세서에서 기관 또는 다른 층 "상에(on)" 형성된 층에 대한 언급은 상기 기관 또는 다른 층의 바로 위에 형성된 층을 지칭하거나, 상기 기관 또는 다른 층 상에 형성된 중간 층 또는 중간 층들 상에 형성된 층을 지칭할 수도 있다. 또한, 당해 기술 분야에서 숙련된 자들에게 있어서, 다른 형상에 "인접하여(adjacent)" 배치된 구조 또는 형상은 상기 인접하는 형상에 중첩되거나 하부에 배치되는 부분을 가질 수도 있다.
- [0029] 본 명세서에서, "아래로(below)", "위로(above)", "상부의(upper)", "하부의(lower)", "수평의(horizontal)" 또는 "수직의(vertical)"와 같은 상대적 용어들은, 도면들 상에 도시된 바와 같이, 일 구성 부재, 층 또는 영역들이 다른 구성 부재, 층 또는 영역과 갖는 관계를 기술하기 위하여 사용될 수 있다. 이들 용어들은 도면들에 표시된 방향뿐만 아니라 소자의 다른 방향들도 포괄하는 것임을 이해하여야 한다.
- [0030] 이하에서, 본 발명의 실시예들은 본 발명의 이상적인 실시예들(및 중간 구조들)을 개략적으로 도시하는 단면도들을 참조하여 설명될 것이다. 이들 도면들에 있어서, 예를 들면, 부재들의 크기와 형상은 설명의 편의와 명확성을 위하여 과장될 수 있으며, 실제 구현시, 도시된 형상의 변형들이 예상될 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예는 본 명세서에 도시된 영역의 특정 형상에 제한된 것으로 해석되어서는 아니 된다. 또한, 도면의 부재들의 참조 부호는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부재를 지칭한다.
- [0031] 일반적으로 제강 공정은 금속 용융물 예비처리 공정, 전로 정련 공정, 이차 정련 공정 및 연속 주조 공정 순으로 진행될 수 있다. 전로 정련 공정은 도 1 및 도 3를 참조하여 설명하기로 한다.
- [0032] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 전로(converter) 정련 설비를 도시한다.
- [0033] 도 1를 참조하면, 전로(converter) 정련 설비(100)는 금속 용융물(MS)을 수강하는 반응 용기(30), 반응 용기(30) 내부로 산소( $O_2$ )를 취입하는 상취 랜스(10) 및 상기 산소( $O_2$ )의 일부 또는 전부를 대체하여 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 수증기( $H_2O$ ) 중 적어도 하나를 취입하는 다수의 서브 노즐(SN)을 포함하는 저취 노즐(20)을 포함할 수 있다.
- [0034] 반응 용기(30)는 고온을 견뎌낼 수 있는 내화 벽돌, 상기 내화 벽돌을 둘러싸는 금속 외벽을 포함할 수 있으며, 상측은 개방되어 있고(노구), 측부에는 금속 용융물(MS)이 배출되는 배출구(OL)가 배치될 수 있다. 또한, 배출구(OL)에는 닥트(미도시)가 마련되고, 닥트는 도시되지는 않았으나 복수의 슬롯이 다수 개 형성되어, 배출구(OL)를 폐쇄하도록 깔때기 형상으로 제조된 닥트헤드와, 상기 닥트헤드의 하부에 연결되어 배출구(OL)에 삽입되는 돌출부로 이루어질 수 있다. 일부 실시예에서, 개방된 상측의 노구는 전로 커버(CC)로 덮어질 수 있다.
- [0035] 상취 랜스(10)는 산소( $O_2$ )를 공급하는 가스 라인(GV)과 연결되며, 반응 용기(30)의 상측에서 배치된 노구를 통해 반응 용기(30) 내부로 삽입 설치되어, 금속 용융물(MS)으로 산소(gas1)를 취입할 수 있다. 실시예에서는 상취 랜스(10)를 통한 산소 취입 시에, 산소의 취입량(유량)이 조절되거나, 상취 랜스(10)의 높이가 조절될 수 있다. 실시예에서, 금속 용융물(MS)의 표면으로 산소(gas1)를 배출하는 상취 랜스(10)의 중단부는 금속 용융물(MS) 내부로 침수되거나 침수되지 않을 수 있다. 다른 실시예에서, 상취 랜스(10)는 불활성 가스(예: 아르곤(Ar))와 산소를 포함하는 혼합 가스를 반응 용기(30) 내부로 취입할 수 있다. 이때, 상취 랜스(10)는 후술할 저취 노즐(20)의 서브 노즐(SN)처럼, 내관(21)과, 내관(21)의 외측에 설치된 외관(22)으로 이루어진 2중관일 수 있으며, 내관으로는 산소가 취입되고, 외관으로는 불활성 가스가 취입될 수 있다. 또는, 내관으로는 불활성 가스가 취입되고, 외관으로는 산소가 취입될 수 있다.
- [0036] 저취 노즐(20)은 반응 용기(30)의 하부 바닥을 관통하도록 설치되어, 반응 용기(30) 내 하측으로 이산화탄소



(CO<sub>2</sub>) 및 수증기(H<sub>2</sub>O) 같은 환원 가스(gas2)를 취입할 수 있다. 실시예에 따른 저취 노즐(20)은 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 수증기(H<sub>2</sub>O) 중 적어도 하나를 반응 용기(30)로 취입할 수 있다. 구체적으로, 저취 노즐(20)은 금속 용융물 취련 조업 시에 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 수증기(H<sub>2</sub>O) 또는 이들의 혼합 가스를 취입할 수 있다. 또한, 금속 용융물(MS)을 취련하지 않는 비취련 구간 즉, 반응 용기(30)로 용선 또는 고철 같은 금속 용융물(MS)을 장입하거나, 금속 용융물(MS)을 출강하거나, 슬래그(S)를 배재하는 구간에 불활성 가스를 취입하여 저취 노즐(20) 내로 이물질이 혼입되는 것을 방지할 수도 있다. 여기서, 상기 불활성 가스는 아르곤(Ar), 헬륨(He) 또는 질소(N<sub>2</sub>) 가스를 포함할 수 있으며, 물론 이에 한정되지 않고 금속 용융물(MS)과 반응하지 않는 다양한 불활성 가스의 적용이 가능하다.

[0037] 본 발명의 실시예에서는 전로(100) 내부의 금속 용융물(MS)의 온도 및 금속 용융물(MS) 내에 포함된 금속 성분 및 불순물 성분을 균일화 되도록 하기 위해서, 금속 용융물(MS) 취련 시에 상취 랜스(10)를 통해 산소(gas1)가 취입될 때, 취입된 산소(gas1)와 반응하여 금속 용융물(MS)이 제 1 산화 정련이 일어나고, 그리고 저취 노즐(300)을 통해 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 수증기(H<sub>2</sub>O) 같은 환원 가스(gas2)가 취입될 때, 환원 가스(gas2)와 반응하여 금속 용융물(MS)이 제 2 산화 정련이 일어날 수 있다. 여기서, 상취 랜스(10)의 높이 및 산소 취입량(즉, 상취량)의 제어를 "상취 제어"라 칭하고, 저취 노즐(20)을 통한 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 수증기(H<sub>2</sub>O) 또는 이들의 혼합 가스 취입량(저취량)의 제어를 "저취 제어"라 칭하며, 상기 상취 제어 및 상기 저취 제어 중 적어도 어느 하나의 제어가 수행됨으로써, 금속 용융물(MS)의 온도 및 금속 용융물(MS) 내에 포함된 금속 성분 및 불순물 성분을 균일화 할 수 있다.

[0038] 전술한 바와 같이, 반응 용기(30) 내에서 상취 랜스(10)를 통해 취입된 산소(gas1)와 반응하여 금속 용융물(MS)을 제 1 산화 정련하고, 저취 노즐(20)을 통해 취입된 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 수증기(H<sub>2</sub>O) 같은 환원 가스(gas2)와 반응하여, 금속 용융물(MS)을 제 2 산화 정련할 수 있다. 이때, 상기 제 1 산화 정련 시에 발열 반응이 일어나며, 상기 제 2 산화 정련 시에 흡열 반응이 일어날 수 있다. 그리고, 상기 발열 반응과 상기 흡열 반응에 의해 열의 이동이 발생되는 대류 현상이 나타날 수 있다. 또한, 반응 용기(30) 내에서 상기 제 1 산화 정련에 의한 발열에 의한 열량을 상기 제 2 산화 정련에 의한 흡열 반응을 통해 흡수하여 금속 용융물(MS)의 온도가 균일하게 유지되며, 금속 용융물(MS) 내의 금속 성분 또는 불순물 성분들이 균일하게 분포될 수 있다.

[0039] 또한, 상기 제 1 산화 정련에 의한 발열로 금속 용융물(MS)의 온도가 임계치 이상으로 상승될 때, 저취 노즐(20)을 통해, 상기 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 상기 수증기(H<sub>2</sub>O) 중 적어도 하나를 취입하여 제 2 산화 정련이 수행될 수 있다. 다른 실시예에서, 상취 랜스(10)를 통한 산소(gas1)의 취입과 저취 노즐(20)을 통한 상기 산소의 일부 또는 전부를 대체하는 상기 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 상기 수증기(H<sub>2</sub>O) 같은 환원 가스(gas2)의 취입은 금속 용융물(MS)의 온도의 상승과 관계없이 동시에 시작하도록 제어될 수 있다.

[0040] 본 발명의 실시예에서, 산소(gas1)의 일부 또는 전체를 대체하는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 수증기(H<sub>2</sub>O), 또는 이들의 조합의 중량비는 상취 랜스(10)를 통해 취입되는 산소(gas1)의 총 중량대비 0.1 % 내지 20 %의 범위를 가질 수 있다.

[0041] 한편, 철강 산업에서 근래에 가장 문제가 제기 되고 있는 부분은 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 배출이다. 온실 가스 중 CO<sub>2</sub>를 지구 온난화의 핵심요인으로 규명하고 전세계적으로 CO<sub>2</sub>를 줄여가는 상황에서, 앞으로 제철소처럼 CO<sub>2</sub>를 많이 배출하는 회사는 많은 환경 비용을 부담할 수 밖에 것이다.

[0042] 이에, 본원 발명에서는 친환경적으로 CO<sub>2</sub> 절감을 위해서, 철강 산업뿐만 아니라 다른 산업에서 발생하는 이산화탄소를 포집 및 저장하여, 전술한 제 2 산화 정련에 이용할 수 있다. 본 발명에서 전술한 제 2 산화 정련에 이용되는 상기 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 또는 상기 수증기는 전로 제강을 포함하는 철강 제조 공정 중에 발생하는 부생 가스일 수 있다. 예를 들면, 제 1 및 제 2 산화 정련을 통해 일산화탄소가 배출되는데, 배출되는 일산화탄소(CO)가 산화되어 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)가 될 수 있다. 이러한 철강 공정 중에 생성되는 이산화탄소를 재활용하여 이용한다면 친환경적으로 CO<sub>2</sub>를 절감시킬 수 있으며 이에 따라 CO<sub>2</sub> 배출로 인한 환경 비용을 줄일 수 있다.

[0043] 미도시하지 하였지만, 저취 노즐(20)은 공정 부생 가스 포집 및 저장 부재(미도시)와 연결되어, 공정 부생 가스 포집 및 저장 부재로부터 공급되는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 또는 수증기(H<sub>2</sub>O)를 반응 용기(30) 내부로 취입시킬 수 있다.



- [0045] 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 실시예에 따른, 저취 노즐(20)의 상세한 도면이다.
- [0046] 도 2a를 참조하면, 다수의 서브 노즐(SN)들을 포함하는 저취 노즐(20) 내에서 각각의 서브 노즐(SN)은 내관(21)과, 내관(21)의 외측에 설치된 외관(22)으로 이루어진 2중관으로, 내관(21)으로는 수증기(H<sub>2</sub>O)가 투입되고, 외관(320)으로는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)가 투입될 수 있다.
- [0047] 도 2b를 참조하면, 다수의 서브 노즐들을 포함하는 저취 노즐(20) 내에서 각각의 서브 노즐(SN)은 내관(21)과, 내관(21)의 외측에 설치된 외관(22)으로 이루어진 2중관으로, 내관(21)으로는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)가 투입되고, 외관(320)으로는 수증기(H<sub>2</sub>O)가 투입될 수 있다.
- [0048] 전술한 바와 같이, 상취 랜스(10)를 통해, 반응 용기(30) 내부로 산소(O<sub>2</sub>)를 투입하여 금속 용융물을 제 1 산화 정련하며, 저취 노즐(20)을 통해, 반응 용기(30) 내부로 상기 산소(O<sub>2</sub>)의 일부 또는 전부를 대체하여 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 수증기(H<sub>2</sub>O) 중 적어도 하나를 투입하여 금속 용융물(MS)을 제 2 산화 정련함으로써, 금속 용융물(MS)의 온도를 균일하게 하며, 금속 용융물 표면의 반응 계면뿐만 아니라 상기 금속 용융물 내부에서도 탈탄 반응이 발생할 수 있어서 탈탄 반응의 효율을 개선시킬 수 있다. 또한, 상기 철강 제조 공정 중에 배출되는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 수증기(H<sub>2</sub>O)를 재활용하여 산화 정련에 이용함으로써, 상기 산화 정련에 이용되는 산소의 양을 줄일 수 있으며 이산화탄소 배출로 인한 환경 부담금을 줄일 수 있다.
- [0049] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 전로 정련 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0050] 도 2를 참조하면, 상취 랜스 및 저취 노즐을 구비하는 전로에 금속 용융물을 장입하는 단계(S10), 상기 상취 랜스를 통해, 상기 전로의 내부로 산소(O<sub>2</sub>)를 투입하여 상기 금속 용융물을 제 1 산화 정련하는 단계(S20), 상기 저취 노즐을 통해, 상기 전로의 내부로 상기 산소의 일부 또는 전부를 대체하여 상기 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 상기 수증기(H<sub>2</sub>O) 중 적어도 하나를 투입하여 상기 금속 용융물을 제 2 산화 정련하는 단계(S30)가 포함될 수 있다. 상기 제 1 산화 정련하는 단계의 발열에 의한 열량을 상기 제 2 산화 정련하는 단계의 흡열 반응을 통해 흡수하여 상기 전로 내 상기 금속 용융물의 온도를 균일하게 유지할 수 있다. 여기서, 상기 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 상기 수증기는 전로 제강을 포함하는 철강 제조 공정 중에 발생하는 부생 가스로서, 상기 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 상기 수증기(H<sub>2</sub>O)를 포집 및 저장하는 단계를 더 포함할 수 있다. 또한, 상기 대체되는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 수증기(H<sub>2</sub>O), 또는 이들의 조합의 중량비는 상기 상취 랜스를 통해 투입되는 산소(O<sub>2</sub>)의 총 중량대비 0.1 % 내지 20 %의 범위를 갖는다. 상기 대체되는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 수증기(H<sub>2</sub>O), 또는 이들의 조합의 중량비는 상기 상취 랜스를 통해 투입되는 산소(O<sub>2</sub>)의 총 중량대비 0.1 % 이하이면, 상기 금속 용융물의 온도가 균일하지 못하거나, 상기 금속 용융물 내부에서도 탈탄 반응이 미미하여 개선된 탈탄 반응의 효율을 얻을 수 없으며, 20 % 이상이면, 산소보다 이산화탄소 또는 수증기와 더 많이 반응하여 탈탄 반응 속도가 늦어져서 정련 공정이 길어질 수 있다.
- [0051] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 제 1 산화 정련하는 단계(S20)에 의한 상기 발열로 상기 금속 용융물의 온도가 임계치 이상으로 상승될 때, 상기 저취 노즐을 통해, 상기 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 상기 수증기(H<sub>2</sub>O) 중 적어도 하나를 투입하여 상기 제 2 산화 정련하는 단계(S30)가 수행될 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에서, 상기 상취 랜스를 통한 상기 산소(O<sub>2</sub>)의 투입과 상기 저취 노즐을 통한 상기 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 상기 수증기(H<sub>2</sub>O) 중 적어도 하나의 투입은 동시에 시작될 수 있다.
- [0052] 상기 제 1 산화 정련하는 단계(S20)는, 상기 금속 용융물의 금속과 상기 산소가 반응하여 금속 산화물을 형성하는 단계, 상기 금속 산화물과 상기 금속 용융물의 탄소가 반응하여 일산화탄소(CO)를 생성하는 단계 및 상기 일산화탄소(CO)를 배출하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 제 1 산화 정련하는 단계(S20)는 하기 수학적 1 및 하기 수학적 2로 정의될 수 있다.
- [0053] [수학적 1]
- [0054]  $x/2O_2 + [M] = MO_x$

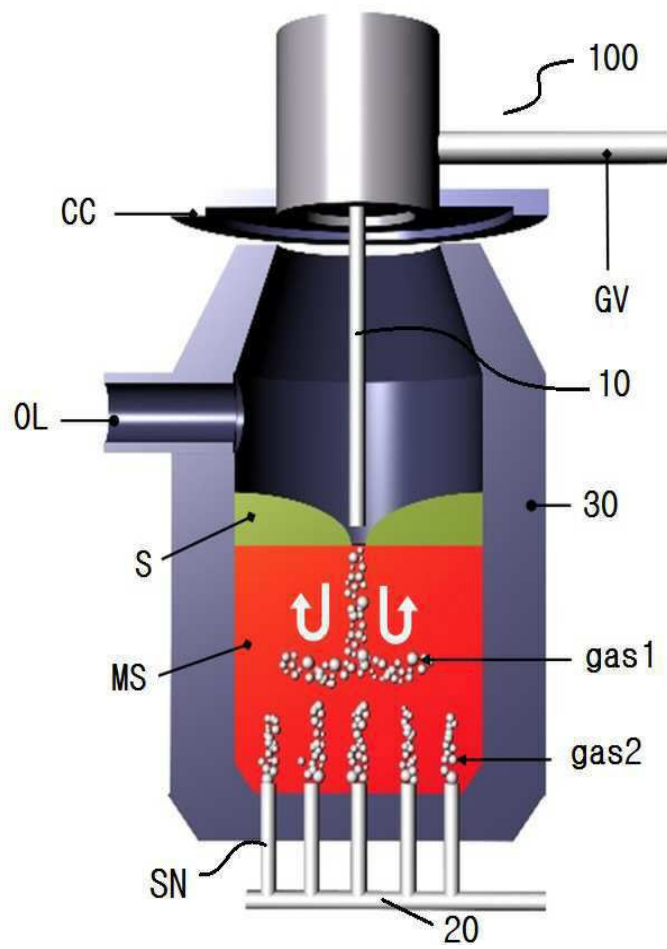
- [0055] [수학식 2]
- [0056]  $MO_x + 3[C] = [M] + xCO$
- [0057] 여기서, M은 철(Fe) 또는 크롬(Cr) 같은 금속 원소이고, x는 상수, C는 탄소 원소이고,  $MO_x$ 는 금속 산화물이다.
- [0058] 상기 수학식 1과 같이, 금속 용융물 내의 금속 원소들은 산소와 반응하여 금속 산화물이 생성되고, 다음 상기 수학식 2과 같이, 상기 금속 산화물은 금속 용융물 내의 탄소와 반응하여 일산화탄소(CO)가 생성된다.
- [0059] 상기 제 2 산화 정련하는 단계(S30)는, 상기 금속 용융물의 금속과 상기 이산화탄소 및 상기 수증기 중 적어도 하나와 반응하여 상기 금속 산화물과 수소( $H_2$ ) 및 일산화탄소(CO) 중 적어도 하나를 생성하는 단계 및 상기 수소( $H_2$ ) 및 상기 일산화탄소(CO) 중 적어도 하나를 배출하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 제 2 산화 정련하는 단계(S3)는 하기 수학식 3 및 하기 수학식 4로 정의될 수 있다.
- [0060] [수학식 3]
- [0061]  $M + H_2O = MO + H_2$
- [0062] [수학식 4]
- [0063]  $M + CO_2 = MO + CO$
- [0064] 여기서, M은 철(Fe) 또는 크롬(Cr) 같은 금속 원소이고, MO는 금속 산화물이고,  $H_2O$ 는 수증기이고,  $H_2$ 는 수소이고, CO는 일산화탄소,  $CO_2$ 는 이산화탄소이다.
- [0065] 상기 수학식 3과 같이, 상기 금속 용융물 내의 금속 원소들은 수증기( $H_2O$ )와 반응하여 금속 산화물과 수소가 생성되며, 상기 수학식 4과 같이, 상기 금속 용융물 내의 금속 원소들은 이산화탄소( $CO_2$ )와 반응하여 금속 산화물과 수소가 생성될 수 있다.
- [0066] 전술한 바와 같이, 산소( $O_2$ )를 취입하여 금속 용융물을 제 1 산화 정련하며, 상기 전로의 내부로 상기 산소의 일부 또는 전부를 대체하여 상기 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 상기 수증기( $H_2O$ ) 중 적어도 하나를 취입하여 상기 금속 용융물을 제 2 산화 정련함으로써, 상기 금속 용융물의 온도를 균일하게 하며, 상기 금속 용융물 표면의 반응 계면뿐만 아니라 상기 금속 용융물 내부에서도 탈탄 반응이 발생할 수 있어서 탈탄 반응의 효율을 개선시킬 수 있다. 또한, 상기 철강 제조 공정 중에 배출되는 상기 이산화탄소( $CO_2$ ) 및 상기 수증기( $H_2O$ )를 재활용하여 산화 정련에 이용함으로써, 상기 산화 정련에 이용되는 산소의 양을 줄일 수 있으며, 이산화탄소( $CO_2$ ) 배출에 의한 환경 부담금을 줄일 수 있다.
- [0067] 이상에서 설명한 본 발명이 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

## 부호의 설명

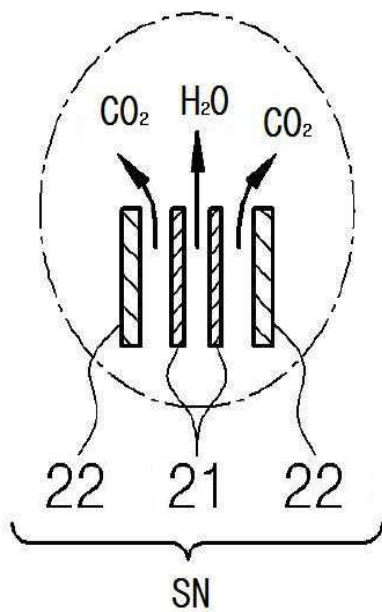
- [0069] 100: 전로(converter) 정련 설비
- 10: 상취 랜스
- 20: 저취 노즐
- 30: 반응 용기
- MS: 금속 용융물
- SN: 다수의 서브 노즐

도면

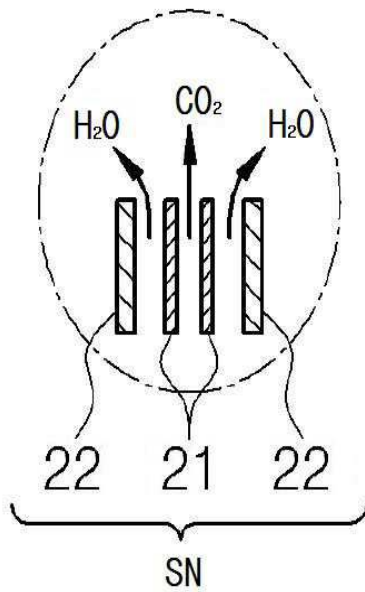
도면1



도면2a



도면2b



도면3

