



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0062383  
(43) 공개일자 2022년05월16일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C21B 5/00 (2006.01) C21B 7/16 (2006.01)  
C21B 9/10 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
C21B 5/003 (2013.01)  
C21B 7/16 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2022-7012369
- (22) 출원일자(국제) 2020년11월11일  
심사청구일자 2022년04월13일
- (85) 번역문제출일자 2022년04월13일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2020/042144
- (87) 국제공개번호 WO 2021/106578  
국제공개일자 2021년06월03일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2019-212514 2019년11월25일 일본(JP)

- (71) 출원인  
제이에프이 스틸 가부시키키가이샤  
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방  
3고
- (72) 발명자  
다카하시 고키치  
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방  
3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤 지테크자이  
산부 나이  
노우치 다이헤이  
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방  
3고 제이에프이 스틸 가부시키키가이샤 지테크자이  
산부 나이  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
특허법인코리아나

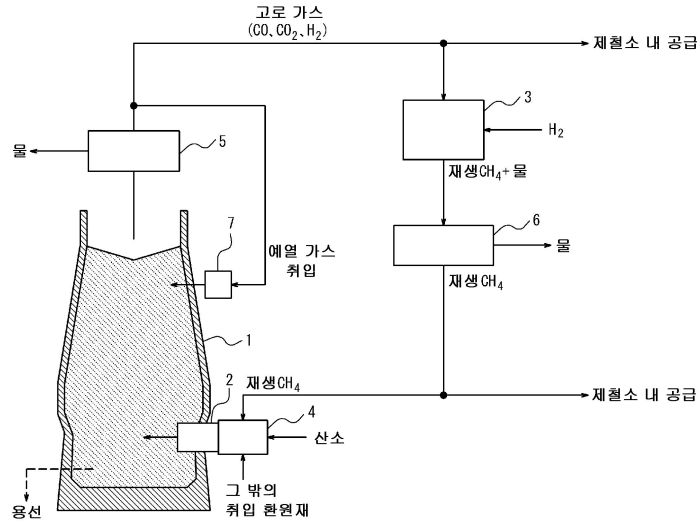
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 고로의 조업 방법 및 고로 부대 설비

(57) 요약

고로로부터 배출되는 부생 가스로부터 재생 메탄 가스를 생성하는 공정과, 고로의 송풍구로부터 고로 내로 송풍 가스 및 환원재를 투입하는 공정을 갖고, 송풍 가스로서 산소 가스를 사용하고, 또한, 환원재의 적어도 일부에 재생 메탄 가스를 사용한다.

대표도



(52) CPC특허분류

**C21B 9/10** (2013.01)

*C21B 2005/005* (2013.01)

*C21B 2100/80* (2022.01)

(72) 발명자

**오자와 스미토**

일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방  
3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 지테크자이산  
부 나이

**가와시리 유키**

일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방  
3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 지테크자이산  
부 나이

**모리타 유야**

일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방  
3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 지테크자이산  
부 나이

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

고로의 조업 방법으로서,  
 상기 고로로부터 배출되는 부생 가스로부터 재생 메탄 가스를 생성하는 공정과,  
 상기 고로의 송풍구로부터 상기 고로 내로 송풍 가스 및 환원재를 투입하는 공정을 갖고,  
 상기 송풍 가스로서 산소 가스를 사용하고, 또한, 상기 환원재의 적어도 일부에 상기 재생 메탄 가스를 사용하는, 고로의 조업 방법.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,  
 상기 환원재에 있어서의 순환 탄소 원자의 원단위가 60 kg/t 이상인, 고로의 조업 방법.  
 여기서, 순환 탄소 원자의 원단위란, 용선 1 t 을 제조할 때에 환원재로서 고로 내에 투입되는 재생 메탄 가스의 탄소 환산 질량이며, 다음 식에 의해 구한다.

$$[\text{순환 탄소 원자의 원단위 (kg/t)}] = [\text{환원재로서 고로 내에 투입되는 재생 메탄 가스 중의 메탄의 질량 (kg)}] \times (12/16) \div [\text{용선 제조량 (t)}]$$

**청구항 3**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,  
 상기 산소 가스의 산소 농도가 80 체적% 이상인, 고로의 조업 방법.

**청구항 4**

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,  
 상기 부생 가스의 일부로부터 상기 재생 메탄 가스를 생성하고, 상기 부생 가스의 잉여분을 제철소 내에 공급하는, 고로의 조업 방법.

**청구항 5**

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,  
 상기 재생 메탄 가스의 잉여분을 제철소 내에 공급하는, 고로의 조업 방법.

**청구항 6**

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 기재된 고로의 조업 방법에 사용하는 고로 부대 설비로서,  
 상기 부생 가스로부터 상기 재생 메탄 가스를 생성하는, 메탄 가스 생성 장치와,  
 상기 재생 메탄 가스를 상기 고로의 송풍구에 도입하는 메탄 가스 공급부, 및, 상기 산소 가스를 상기 고로의 송풍구에 도입하는 산소 가스 공급부를 갖는, 가스 취입 장치를 구비하는, 고로 부대 설비.

**발명의 설명**

**기술분야**

본 발명은, 고로의 조업 방법 및 고로 부대 설비에 관한 것이다.

[0001]

**배경 기술**

- [0002] 최근, 지구 환경 문제를 배경으로 하여, 이산화탄소 (CO<sub>2</sub>) 의 배출량 삭감이 강하게 요구되고 있다. 그 때문에, 제철소 내에 형성된 고로의 조업에 있어서도, 저환원재비 (저RAR) 조업을 실시할 것이 요구되고 있다.
- [0003] 일반적인 고로에서는, 송풍구로부터 송풍 가스로서 열풍 (1200 ℃ 정도로 가열한 공기) 을 고로 내에 취입한다. 이로써, 열풍 중의 산소와, 환원재가 되는 코크스나 미분탄이 반응하여, 일산화탄소 (CO) 가스나 수소 (H<sub>2</sub>) 가스가 생성된다. 이들 일산화탄소 가스나 수소 가스에 의해, 고로 내에 장입한 철광석이 환원된다. 또, 이 철광석의 환원 반응에 있어서, 이산화탄소가 발생한다.
- [0004] 또한, 송풍 가스는, 송풍구로부터 고로 내로 취입되는 가스이다. 송풍 가스는, 고로 내에 있어서 미분탄이나 코크스를 가스화하는 역할도 하는 것이다.
- [0005] 이와 같은 고로의 조업에 있어서의 이산화탄소의 배출량 삭감 기술로서, 고로 등으로부터 배출되는 부생 가스에 포함되는 일산화탄소나 이산화탄소를 개질하여, 메탄이나 에탄올 등의 탄화수소를 생성하고, 생성한 탄화수소를, 제차, 고로에 환원재로서 도입하는 기술이 제안되어 있다.
- [0006] 예를 들어, 특허문헌 1 에는,
- [0007] 「CO<sub>2</sub> 및/또는 CO 를 포함하는 혼합 가스로부터 CO<sub>2</sub> 및/또는 CO 를 분리 회수하는 공정 (A) 와, 그 공정 (A) 에서 분리 회수된 CO<sub>2</sub> 및/또는 CO 에 수소를 첨가하여, CO<sub>2</sub> 및/또는 CO 를 CH<sub>4</sub> 로 변환하는 공정 (B) 와, 그 공정 (B) 를 거친 가스로부터 H<sub>2</sub>O 를 분리 제거하는 공정 (C) 와, 그 공정 (C) 를 거친 가스를 고로 내에 취입하는 공정 (D) 를 갖는 것을 특징으로 하는 고로의 조업 방법.」
- [0008] 이 개시되어 있다.
- [0009] 또, 특허문헌 2 에는,
- [0010] 「고로 가스를 연료의 일부 또는 전부로서 사용하는 연소로의 배기가스로부터 CO<sub>2</sub> 를 분리하고, 분리한 CO<sub>2</sub> 를 메탄으로 개질하여 얻어진 환원 가스를 고로에 취입하는 것을 특징으로 하는 고로 조업 방법.」
- [0011] 이 개시되어 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0012] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2011-225969호  
(특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 2014-005510호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0013] 그러나, 특허문헌 1 및 2 의 기술에서는, 환원재로서 고로에 취입하는 메탄의 양이 일정 이상이 되면, 고로 하부의 착열 부족이나 압송 상승, 출재 (出滓) 불량 등의 조업 트러블을 일으키는 경우가 있다.
- [0014] 그 때문에, 안정적인 조업하, 고로로부터의 이산화탄소의 배출량의 가일층의 삭감이 가능한 고로의 조업 방법의 개발이 요구되고 있다.
- [0015] 본 발명은, 상기의 현상항을 감안하여 개발된 것으로, 안정적인 조업하, 고로로부터의 이산화탄소의 배출량의 가일층의 삭감이 가능한 고로의 조업 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0016] 또, 본 발명은, 상기의 고로의 조업 방법에 사용하는 고로 부대 설비를 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

- [0017] 그래서, 발명자들은, 상기의 목적을 달성하기 위하여, 예의 검토를 거듭하였다.
- [0018] 먼저, 발명자들은, 특허문헌 1 및 2 의 기술에 있어서, 환원재로서 고로에 투입하는 메탄의 양을 일정 이상으로 한 경우에, 조업 트러블이 발생하는 원인에 대해 검토하였다.
- [0019] 그 결과, 이하의 지견을 얻었다.
- [0020] 환원재로서 고로에 투입하는 메탄의 양을 일정 이상으로 하면, 송풍구의 출구 근방에 생기는 연소 영역 (레이스웨이) 에 있어서 투입 환원재 및 코크스가 연소하여 생기는 화염의 온도 (이하, 송풍구 끝 온도라고도 한다) 가 대폭 저하된다. 그리고, 이 송풍구 끝 온도의 저하가, 고로 하부의 착열 부족이나 압손 상승, 출재 불량 등의 조업 트러블의 발생 원인이 된다.
- [0021] 즉, 송풍구로부터 고로 내로 환원재로서 미분탄을 투입하는 경우, 미분탄의 주성분은 탄소이기 때문에, 레이스웨이에서는 이하와 같은 반응이 일어난다.
- [0022]  $C + 0.5O_2 = CO + 110.5 \text{ kJ/mol}$
- [0023] 한편, 송풍구로부터 고로 내로 환원재로서 메탄을 투입하는 경우, 레이스웨이에서는 이하와 같은 반응이 일어난다.
- [0024]  $CH_4 + 0.5O_2 = CO + 2H_2 + 35.7 \text{ kJ/mol}$
- [0025] 당해 반응 시에 발생하는 열량을, CO 및 H<sub>2</sub> 의 합계량의 1 몰당으로 환산하면, 11.9 kJ/mol 이 된다.
- [0026] 고로의 안정 조업을 위해서는, 송풍구 끝 온도를 2000 ℃ ~ 2400 ℃ 의 범위로 제어할 필요가 있다. 그러나, 고로 내에 투입하는 환원재의 대부분을 미분탄으로부터 메탄 가스로 치환하면, 상기의 반응열의 차에 의해, 송풍구 끝 온도가 저하된다. 그 결과, 송풍구 끝 온도를 상기 범위 내로 제어할 수 없게 되어, 여러 가지의 조업 트러블이 발생한다.
- [0027] 그래서, 발명자들은, 상기의 지견을 기초로, 더욱 검토를 거듭하였다.
- [0028] 그 결과, 송풍 가스로서, 열풍 (1200 ℃ 정도로 가열한 공기) 이 아니라, 산소 가스를 사용함으로써, 고로 내에 투입하는 환원재에 다량의 메탄을 사용해도, 송풍구 끝 온도의 저하를 유효하게 방지하는 것을 지견하였다. 그리고, 이와 같은 메탄을 고로로부터 배출되는 부생 가스로부터 재생하고, 이 재생한 메탄 (재생 메탄 가스) 을 환원재로서 고로 내에 재차 투입함으로써, 고로로부터의 이산화탄소의 배출량을 한층 삭감하면서, 안정적인 고로의 조업이 가능해진다는 지견을 얻었다.
- [0029] 또, 송풍 가스로서, 특히 산소 농도가 높은 산소 가스를 사용함으로써, 고로로부터 배출되는 부생 가스에 포함되는 질소의 양이 대폭 저감된다. 그 결과, 당해 부생 가스로부터 일산화탄소나 이산화탄소를 분리하는 공정이 불필요해져, 설비의 콤팩트화의 점에서도 매우 유리하게 된다는 지견을 얻었다.
- [0030] 또한, 발명자들은, 송풍 가스로서, 산소 가스를 사용함으로써, 고로 내에 투입하는 환원재에 다량의 메탄을 사용해도, 송풍구 끝 온도를 2000 ℃ ~ 2400 ℃ 의 범위로 제어하는 것이 가능한 이유에 대해, 다음과 같이 생각하고 있다.
- [0031] 즉, 송풍 가스로서, 열풍 (1200 ℃ 정도로 가열한 공기) 을 사용하는 경우, 연소 가스 중에 연소 반응에 기여하지 않는 50 체적% 정도의 질소가 포함되기 때문에, 레이스웨이에 있어서의 화염의 온도는 고온이 되기 어렵다. 그 때문에, 고로 내에 투입하는 환원재의 대부분을 미분탄으로부터 메탄 가스로 치환하면, 상기한 미분탄-산소의 반응에 있어서의 반응열과, 메탄 가스-산소의 반응에 있어서의 반응열의 차에 의해, 송풍구 끝 온도가 저하하고, 나아가서는, 송풍구 끝 온도가 적정 온도의 하한인 2000 ℃ 를 하회해 버린다.
- [0032] 한편, 송풍 가스로서, 산소 가스를 사용함으로써, 연소 반응에 기여하지 않는 질소 가스의 혼입을 억제할 수 있으므로, 송풍구 끝 온도를 충분한 온도까지 승온시키는 것이 가능해진다. 즉, 레이스웨이에 있어서의 화염의 온도를, 열풍을 사용하는 경우와 비교해서 고온으로 할 수 있기 때문에, 송풍구로부터 환원재로서 다량의 메탄을 투입하는 경우에도, 송풍구 끝 온도를 적정 범위인 2000 ℃ ~ 2400 ℃ 의 범위로 제어하는 것이 가능해진다.
- [0033] 본 발명은, 상기의 지견에 근거하여, 더욱 검토를 더하여 완성된 것이다.

- [0034] 즉, 본 발명의 요지 구성은 다음과 같다.
- [0035] 1. 고로의 조업 방법으로서,
- [0036] 상기 고로로부터 배출되는 부생 가스로부터 재생 메탄 가스를 생성하는 공정과,
- [0037] 상기 고로의 송풍구로부터 상기 고로 내로 송풍 가스 및 환원재를 취입하는 공정을 갖고,
- [0038] 상기 송풍 가스로서 산소 가스를 사용하고, 또한, 상기 환원재의 적어도 일부에 상기 재생 메탄 가스를 사용하는, 고로의 조업 방법.
- [0039] 2. 상기 환원재에 있어서의 순환 탄소 원자의 원단위가 60 kg/t 이상인, 상기 1 에 기재된 고로의 조업 방법.
- [0040] 여기서, 순환 탄소 원자의 원단위란, 용선 1 t 을 제조할 때에 환원재로서 고로 내에 취입되는 재생 메탄 가스의 탄소 환산 질량이며, 다음 식에 의해 구한다.
- [0041] [순환 탄소 원자의 원단위 (kg/t)] = [환원재로서 고로 내에 취입되는 재생 메탄 가스 중의 메탄의 질량 (kg)] × (12/16) ÷ [용선 제조량 (t)]
- [0042] 3. 상기 산소 가스의 산소 농도가 80 체적% 이상인, 상기 1 또는 2 에 기재된 고로의 조업 방법.
- [0043] 4. 상기 부생 가스의 일부로부터 상기 재생 메탄 가스를 생성하고, 상기 부생 가스의 잉여분을 제철소 내에 공급하는, 상기 1 ~ 3 중 어느 하나에 기재된 고로의 조업 방법.
- [0044] 5. 상기 재생 메탄 가스의 잉여분을 제철소 내에 공급하는, 상기 1 ~ 4 중 어느 하나에 기재된 고로의 조업 방법.
- [0045] 6. 상기 1 ~ 5 중 어느 하나에 기재된 고로의 조업 방법에 사용하는 고로 부대 설비로서,
- [0046] 상기 부생 가스로부터 상기 재생 메탄 가스를 생성하는, 메탄 가스 생성 장치와,
- [0047] 상기 재생 메탄 가스를 상기 고로의 송풍구에 도입하는 메탄 가스 공급부, 및, 상기 산소 가스를 상기 고로의 송풍구에 도입하는 산소 가스 공급부를 갖는, 가스 취입 장치를 구비하는, 고로 부대 설비.

### 발명의 효과

- [0049] 본 발명에 의하면, 안정적인 조업하, 고로로부터의 이산화탄소 (CO<sub>2</sub>) 의 배출량의 가일층의 삭감이 가능해진다.
- 또, 고로 가스로부터 생성한 메탄 가스를 사용함으로써, 코크스 및 미분탄, 즉, 유한의 화석 연료인 석탄의 사용량을 삭감하는 것도 가능해진다.
- [0050] 또한, 고로로부터 배출되는 부생 가스 중의 질소의 양이 대폭 저감되므로, 당해 부생 가스로부터 일산화탄소나 이산화탄소를 분리하는 공정, 바꾸어 말하면, 거대한 PSA (압력 변동 흡착법) 분리 장치 등이 불필요해져, 설비의 콤팩트화의 점에서도 매우 유리하게 된다.

### 도면의 간단한 설명

- [0051] 도 1 은, 본 발명의 일 실시형태에 따르는 고로의 조업 방법에 사용하는, 고로 및 고로 부대 설비의 일례를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 2 는, 본 발명의 일 실시형태에 따르는 고로의 조업 방법에 사용하는, 가스 취입 장치의 예를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 3 은, 본 발명의 일 실시형태에 따르는 고로의 조업 방법에 사용하는, 고로 및 고로 부대 설비의 일례를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 4 는, 본 발명의 일 실시형태에 따르는 고로의 조업 방법에 사용하는, 고로 및 고로 부대 설비의 일례를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 5 는, 비교예에서 사용한, 고로 및 고로 부대 설비를 모식적으로 나타내는 도면이다.

도 6 은, 비교예에서 사용한, 고로 및 고로 부대 설비를 모식적으로 나타내는 도면이다.

도 7 은, 비교예에서 사용한, 고로 및 고로 부대 설비를 모식적으로 나타내는 도면이다.

도 8 은, 열풍 송풍 조건 및 산소 가스 송풍 조건에 대해, 순환 탄소 원자의 원단위와 송풍구 끝 온도의 관계의 일례를 나타내는 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0052] 본 발명을, 이하의 실시형태에 근거하여 설명한다.
- [0053] 본 발명의 일 실시형태는, 고로의 조업 방법으로서,
- [0054] 상기 고로로부터 배출되는 부생 가스로부터 재생 메탄 가스를 생성하는 공정과,
- [0055] 상기 고로의 송풍구로부터 상기 고로 내로 송풍 가스 및 환원재를 취입하는 공정을 갖고,
- [0056] 상기 송풍 가스로서 산소 가스를 사용하고, 또한, 상기 환원재의 적어도 일부에 상기 재생 메탄 가스를 사용한다는 것이다.
- [0057] 먼저, 본 발명의 일 실시형태에 따르는 고로의 조업 방법을, 도 1 에 모식적으로 나타내는 고로 및 고로 부대 설비에 적용한 경우를 예로서, 설명한다.
- [0058] 도면 중, 부호 1 은 고로, 2 는 송풍구, 3 은 메탄 가스 생성 장치, 4 는 가스 취입 장치, 5 는 제 1 탈수 장치, 6 은 제 2 탈수 장치, 7 은 버너이다.
- [0059] 또한, 여기서 말하는 고로에는, 샤프트형 환원로 등도 포함하는 것으로 한다.
- [0060] [고로의 조업 방법]
- [0061] 본 발명의 일 실시형태에 따르는 고로의 조업 방법에서는, 고로의 노정부로부터 고로 내로 원료가 되는 소결광이나 괴광석, 펠릿 (이하, 광석 원료라고도 한다) 이나 코크스 등이 장입된다 (도시 생략). 또, 고로 하부에 설치된 송풍구 (2) 로부터 고로 (1) 내로, 송풍 gas와 환원재가 취입된다. 또한, 송풍구 (2) 로부터 고로 (1) 내로 취입하는 환원재를, 코크스와 구별하기 위해, 취입 환원재라고도 한다.
- [0062] 그리고, 송풍 gas와 환원재의 반응에 의해 생긴 일산화탄소 가스나 수소 gas에 의해, 고로 (1) 내에 장입한 광석 원료가 환원된다. 이 광석 원료의 환원 반응에 있어서, 이산화탄소가 발생한다. 그리고, 이 이산화탄소는, 광석 원료와 반응하지 않은 일산화탄소나 수소 등과 함께, 부생 gas로서, 고로의 노정부로부터 배출된다. 고로의 노정부는 2.5 기압 정도의 고압 조건으로 되어 있다. 그 때문에, 이 고로의 노정부로부터 배출되는 부생 gas (이하, 고로 gas라고도 한다) 가 상압으로 돌아갈 때의 팽창 냉각에 의해, 수증기가 응축한다. 그리고, 제 1 탈수 장치 (5) 에 있어서, 그 응축수가 제거된다.
- [0063] 이어서, 고로 gas의 적어도 일부를, 메탄 가스 생성 장치 (3) 에 도입한다. 그리고, 메탄 가스 생성 장치 (3) 에 있어서, 고로 gas에 포함되는 일산화탄소 및 이산화탄소와, 수소 gas를 반응시켜, 메탄 (CH<sub>4</sub>) 가스를 생성한다. 여기서, 고로 gas를 반응시켜 얻은 메탄 gas를, 재생 메탄 gas라고 칭한다.
- [0064] 또한, 재생 메탄 gas의 생성에 사용하는 수소는, 외부로부터 공급하면 되는데, 이산화탄소가 최대한 발생하지 않는 제법이 바람직하다. 예를 들어, 물의 전기 분해 등을 이용하면 된다. 또, 수소 gas는, 수소 농도 : 100 체적% 의 gas가 아니어도 되는데, 재생 메탄 gas의 메탄 농도를 고농도로 하기 위해, 수소 농도가 높은 gas, 구체적으로는, 수소 농도가 80 체적% 이상인 수소 gas를 사용하는 것이 바람직하다. 수소 농도는, 보다 바람직하게는 90 체적% 이상, 더욱 바람직하게는 95 체적% 이상이다. 수소 농도는 100 체적% 여도 된다. 수소 이외의 잔부 gas로는, 예를 들어, CO 나 CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub> 등을 들 수 있다.
- [0065] 이어서, 재생 메탄 gas를 상온까지 냉각함으로써, 재생 메탄 gas 중의 수증기가 응축된다. 그리고, 제 2 탈수 장치 (6) 에 있어서, 이 응축수가 제거된다.
- [0066] 이어서, 재생 메탄 gas를, 가스 취입 장치 (4) 에 도입한다. 가스 취입 장치 (4) 는, 제 2 탈수 장치 (6) 를 개재하여 메탄 가스 생성 장치 (3) 와 접속된다. 또, 가스 취입 장치 (4) 는, 취입 환원재가 되는 재생 메탄 gas를 고로 (1) 의 송풍구 (2) 에 도입하는 메탄 가스 공급부, 및, 송풍 gas가 되는 산소 gas를 고로의 송풍구에 도입하는 산소 가스 공급부를 갖는다.

- [0067] 예를 들어, 도 2(a)에 나타내는 바와 같이, 가스 취입 장치 (4)는, 중심관 (4-1) 및 외관 (4-3)을 갖는 동축 다중관으로 구성된다. 그리고, 메탄 가스 공급부 (로)가 되는 중심관 내로 메탄 가스 (재생 메탄 가스, 및, 적절히, 후술하는 외부 메탄 가스)가 도입되고, 산소 가스 공급부 (로)가 되는 중심관 (4-1)과 외관 (4-3) 사이의 환상 관로에 산소 가스가 도입된다.
- [0068] 또, 그 밖의 취입 환원재, 예를 들어, 미분탄이나 폐플라스틱, 수소 가스나 일산화탄소 가스 등의 환원 가스를 함께 사용해도 된다. 또한, 그 밖의 취입 환원재의 고로 내에 대한 취입량은, 합계로 150 kg/t 이하로 하는 것이 바람직하다. 여기서, 「kg/t」이라는 단위는, 용선 1 t을 제조할 때에 고로 내에 취입하는 그 밖의 취입 환원재의 양이다.
- [0069] 그 밖의 취입 환원재를 사용하는 경우, 메탄 가스 공급부에, 그 밖의 취입 환원재도 함께 도입해도 된다. 또, 그 밖의 취입 환원재로서 미분탄이나 폐플라스틱을 사용하는 경우에는, 메탄 가스 공급부와는 별도로, 미분탄이나 폐플라스틱을 유통시키는 별도의 환원재 공급부 (로)를 형성하는 것이 바람직하다. 이 경우, 가스 취입 장치 (3)는, 예를 들어, 도 2(b)에 나타내는 바와 같이, 중심관 (4-1) 및 외관 (4-3)에 부가하여, 중심관 (4-1)과 외관 (4-3) 사이에 내관 (4-2)을 형성한 동축 다중관에 의해 구성된다. 그리고, 별도의 환원재 공급부가 되는 중심관 내로부터 미분탄이나 폐플라스틱 등의 그 밖의 취입 환원재가 도입된다. 또, 메탄 가스 공급부가 되는 중심관 (4-1)과 외관 (4-3) 사이의 환상 관로로부터 메탄 가스가 도입되고, 산소 가스 공급부가 되는 내관 (4-2)과 외관 (4-3) 사이의 환상 관로로부터 산소가 도입된다.
- [0070] 또한, 송풍 가스에 상온의 산소 가스를 사용하면 착화성이 나빠지므로, 가스 취입 장치 (4)의 산소 가스 공급부를 구성하는 외관의 토출부를 다공 구조로 하여, 산소 가스와 취입 환원재의 혼합을 촉진하는 것이 바람직하다.
- [0071] 또, 송풍구로부터 고로 내로 취입하는 메탄 가스 (이하, 취입 메탄 가스라고도 한다)의 전체량을 재생 메탄 가스로 할 필요는 없고, 제철소의 조업에 맞춰, 별도의 라인으로부터 공급되는 메탄 가스 (외부 메탄 가스라고도 한다)를 사용해도 된다. 이 경우, 가스 취입 장치 (4)의 메탄 가스 공급부에 외부 메탄 가스의 공급 라인을 접속해도 되고, 상기한 별도의 환원재 공급부에 외부 메탄 가스의 공급 라인을 접속해도 된다. 또, 메탄 가스 생성 장치 (3)와 가스 취입 장치 (4) 사이 (바람직하게는, 제 2 탈수 장치 (6)와 가스 취입 장치 (4) 사이)의 재생 메탄 가스 유통로에, 외부 메탄 가스의 공급 라인을 접속해도 된다.
- [0072] 또한, 외부 메탄 가스로는, 예를 들어, 화석 연료 유래의 메탄 가스 등을 들 수 있다.
- [0073] 이어서, 도 2(a) 및 (b)에 나타내는 바와 같이, 가스 취입 장치 (4)로부터 도입된 취입 메탄 가스 등의 취입 환원재 및 산소 가스가 송풍구 (2) 내에서 혼합되고, 이 혼합 가스가, 송풍구 (2)로부터 고로 (1) 내로 취입된 직후에, 급속 착화·급속 연소한다. 그리고, 송풍구 (2)의 끝의 고로 내에, 취입 메탄 가스 등의 취입 환원재나 코크스와 산소 가스가 반응하는 영역인 레이스웨이 (8)가 형성된다.
- [0074] 또한, 송풍 가스 중의 산소 농도가 증가하면, 노 내 가스량이 적어지고, 고로 상부에 있어서의 장입물의 승온이 불충분해지는 경우가 있다. 이 경우에는, 도 1에 나타내는 바와 같이, 제 1 탈수 장치 (5)의 하류의 고로 가스의 일부를, 800 °C ~ 1000 °C 정도가 되도록 버너 (7)에 의해 부분 연소시킨 후, 고로 샤프트부에 취입하는 예열 가스 취입을 실시하는 것이 바람직하다.
- [0075] 그리고, 본 발명의 일 실시형태에 관련된 고로의 조업 방법에서는, 상기 서술한 바와 같이, 송풍 가스로서, 열풍 (1200 °C 정도로 가열한 공기)이 아니라, 산소 가스를 사용하는 것이 중요해진다.
- [0076] 즉, 송풍 가스로서, 열풍 (1200 °C 정도로 가열한 공기)을 사용하는 경우, 연소 가스 중에 연소 반응에 기여하지 않는 50 체적% 정도의 질소가 포함되기 때문에, 레이스웨이에 있어서의 화염의 온도는 고온이 되기 어렵다. 그 때문에, 고로 내에 취입하는 환원재의 대부분을 미분탄으로부터 메탄 가스로 치환하면, 상기한 미분탄-산소의 반응에 있어서의 반응열과, 메탄 가스-산소의 반응에 있어서의 반응열의 차에 의해, 송풍구 끝 온도가 저하하여, 송풍구 끝 온도가 적정 온도의 하한인 2000 °C를 하회하여 버린다. 그 결과, 고로 하부의 착열 부족이나 압송 상승, 출재 불량 등의 조업 트러블을 초래한다. 또, 고로 가스에 질소가 다량으로 포함되도록 되므로, 고로 가스로부터 메탄 가스를 생성하는 공정의 전(前)공정에서, 질소와, 일산화탄소 및 이산화탄소를 분리하는 공정이 필요해진다.
- [0077] 한편, 송풍 가스로서, 산소 가스를 사용함으로써, 연소 반응에 기여하지 않는 질소 가스의 혼입을 억제할 수 있으므로, 송풍구 끝 온도를 충분한 온도까지 승온하는 것이 가능해진다. 즉, 레이스웨이에 있어서의 화염의



온도를, 열풍을 사용하는 경우와 비교해서 고온으로 할 수 있다. 그 때문에, 송풍구로부터 환원재로서 다량의 메탄을 취입하는 경우에도, 송풍구 끝 온도를 적정 범위인 2000 ℃ ~ 2400 ℃ 의 범위로 제어하는 것이 가능해진다.

- [0078] 이상으로부터, 본 발명의 일 실시형태에 관련된 고로의 조업 방법에서는, 송풍 가스로서, 산소 가스를 사용하는 것이 중요해진다.
- [0079] 또한, 도 8 에, 송풍 가스로서 열풍 (1200 ℃ 정도로 가열한 공기) 을 사용한 조건 (이하, 열풍 송풍 조건이라고도 한다) 과, 송풍 가스로서 산소 가스 (산소 농도 : 100 %) 를 사용한 조건 (이하, 산소 가스 송풍 조건이라고도 한다) 에 대해, 후술하는 환원재에 있어서의 순환 탄소 원자의 원단위 (이하, 간단히 순환 탄소 원자의 원단위라고도 한다) 와 송풍구 끝 온도의 관계의 일례를 나타낸다. 양방의 조건 모두, 취입 환원재에는, 전체량, 재생 메탄 가스 (메탄 농도 : 99.5 %) 를 사용하고 있다.
- [0080] 도 8 에 나타낸 바와 같이, 열풍 송풍 조건에서는, 순환 탄소 원자의 원단위가 52 kg/t 이상 (즉, 재생 메탄의 취입량이 97 Nm<sup>3</sup>/t 이상) 이 되면, 송풍구 끝 온도가 적정 온도의 하한인 2000 ℃ 를 하회하여 버리는 것을 알 수 있다. 이와 같이, 일반적으로 이용되고 있는 열풍 송풍 조건에서는, 순환 탄소 원자의 원단위를, 55 kg/t 이상, 특히는, 60 kg/t 이상으로 하면, 송풍구 끝 온도의 저하를 초래하여, 안정적인 조업을 실시할 수 없다.
- [0081] 한편, 산소 가스 송풍 조건에서는, 순환 탄소 원자의 원단위를 55 kg/t 이상, 나아가서는, 60 kg/t 이상으로 해도, 송풍구 끝 온도를 2000 ℃ 이상으로 유지하는 것이 가능한 것을 알 수 있다.
- [0082] 또한, 도 8 의 산소 가스 송풍 조건에서는, 순환 탄소 원자의 원단위가 55 kg/t ~ 80 kg/t 의 범위에서 송풍구 끝 온도가 적정 온도의 상한인 2400 ℃ 를 초과하고 있다. 이것은, 취입 환원재에, 전체량, 재생 메탄을 사용하고 있기 때문이며, 취입 환원재의 일부에 외부 메탄 가스를 사용하는 경우에는, 순환 탄소 원자의 원단위가 55 kg/t ~ 80 kg/t 의 범위에 있어서도 송풍구 끝 온도를 2000 ℃ ~ 2400 ℃ 의 범위로 제어하는 것이 가능하다. 또, 취입 환원재에, 전체량, 재생 메탄을 사용하는 경우에도, 산소 가스의 산소 농도를 조정함으로써, 송풍구 끝 온도를 2000 ℃ ~ 2400 ℃ 의 범위로 제어하는 것이 가능하다.
- [0083] 또, 산소 가스에 있어서의 산소 농도는, 80 체적% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 즉, 산소 가스에 있어서의 산소 농도가 낮으면, 고로 내에 대한 도입하는 가스량, 나아가서는, 고로의 압력 손실이 증대하여, 생산성이 저하할 우려가 있다. 또, 상기의 가스 순환을 반복하는 동안에, 재생 메탄 가스 중의 메탄 가스의 농도가 상대적으로 저하된다. 그 때문에, 산소 가스에 있어서의 산소 농도는 80 체적% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 산소 농도는, 보다 바람직하게는 90 체적% 이상, 더욱 바람직하게는 95 체적% 이상이다. 특히, 산소 농도가 90 체적% 이상이면, 통상적인 고로의 조업 기간을 초과하여 조업하는 경우에도, 외부 메탄 가스의 공급 등 없이, 재생 메탄 가스 중의 메탄 가스 농도를 고농도 (90 체적% 정도) 로 유지할 수 있으므로, 매우 유리하다. 산소 농도는 100 체적% 여도 된다.
- [0084] 또한, 산소 가스 중의 산소 이외의 잔부 가스로는, 예를 들어, 질소나 이산화탄소, 아르곤 등이 포함되어 있어도 된다.
- [0085] 또, 재생 메탄 가스, 또는, 재생 메탄 가스 및 외부 메탄 가스에 의해 구성되는 취입 메탄 가스의 메탄 농도는 80 체적% 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- [0086] 즉, 취입 메탄 가스 중의 메탄 농도가 낮으면, 고로 내에 대한 취입하는 가스량, 나아가서는, 고로의 압력 손실이 증대하여, 생산성이 저하할 우려가 있다. 또, 상기한 가스 순환을 반복하는 동안에, 재생 메탄 가스 중의 메탄 농도가 상대적으로 저하된다. 그 때문에, 취입 메탄 가스의 메탄 농도는, 80 체적% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 취입 메탄 가스의 메탄 농도는, 보다 바람직하게는 90 체적% 이상, 더욱 바람직하게는 95 체적% 이상이다. 취입 메탄 가스의 메탄 농도는 100 체적% 여도 된다.
- [0087] 동일한 이유로부터, 재생 메탄 가스 및 외부 메탄 가스의 메탄 농도도 각각, 80 체적% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 재생 메탄 가스 및 외부 메탄 가스의 메탄 농도는 각각, 보다 바람직하게는 90 체적% 이상, 더욱 바람직하게는 95 체적% 이상이다. 재생 메탄 가스 및 외부 메탄 가스의 메탄 농도는 각각 100 체적% 여도 된다.
- [0088] 또한, 취입 메탄 가스, 재생 메탄 가스 및 외부 메탄 가스 중의 메탄 이외의 잔부 가스로는, 예를 들어, 일산화탄소, 이산화탄소, 수소 및 탄화수소, 그리고, 질소 등의 불순물 가스가 포함되어 있어도 된다.

- [0089] 또, 재생 메탄 가스의 메탄 농도가 저하한 경우에는, 예를 들어, 취입 메탄 가스에 있어서의 재생 메탄 가스의 비율을 저하시키는 한편, 메탄 농도가 높은 외부 메탄 가스의 비율을 증가시키는 것에 의해, 취입 메탄 가스 중의 메탄 농도를 높게 유지하는 것이 가능하다.
- [0090] 또, 본 발명의 일 실시형태에 관련된 고로의 조업 방법에서는, 환원재에 있어서의 순환 탄소 원자의 원단위를 55 kg/t 이상, 나아가서는 60 kg/t 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- [0091] 여기서, 순환 탄소 원자의 원단위란, 용선 1 t 을 제조할 때에 환원재로서 고로 내에 취입되는 재생 메탄 가스의 탄소 환산 질량이며, 다음 식에 의해 구한다.
- [0092] [순환 탄소 원자의 원단위 (kg/t)] = [환원재로서 고로 내에 취입되는 재생 메탄 가스 중의 메탄의 질량 (kg)] × (12/16) ÷ [용선 제조량 (t)]
- [0093] 고로의 안정 조업을 위해서는, 통상, 송풍구 끝 온도를 2000 ℃ ~ 2400 ℃ 의 범위로 제어할 필요가 있다. 그 때문에, 송풍 가스로서, 열풍 (1200 ℃ 정도로 가열한 공기) 을 사용하는 경우에는, 송풍구 끝 온도를 상기의 범위로 유지하는 관점에서, 메탄 가스를, 탄소 환산 질량으로 52 kg/t 정도까지 밖에 고로 내에 취입할 수 없다. 즉, 고로 내에 취입하는 메탄 가스의 전체량을, 재생 메탄 가스로 해도, 환원재에 있어서의 순환 탄소 원자의 원단위는, 52 kg/t 정도 밖에 되지 않는다.
- [0094] 한편, 본 발명의 일 실시형태에 관련된 고로의 조업 방법에서는, 메탄 가스의 취입량을 대폭 증가시켜도 송풍구 끝 온도를 2000 ℃ ~ 2400 ℃ 의 범위로 제어할 수 있다. 그 때문에, 환원재에 있어서의 순환 탄소 원자의 원단위를 55 kg/t 이상, 나아가서는 60 kg/t 이상으로 증가시킬 수 있다. 이로써, 고로 가스에 포함되는 일산화탄소나 이산화탄소에서 유래하는 재생 메탄 가스의 사용량이 증가하고, 고로로부터의 이산화탄소의 배출량이 한층 삭감된다. 환원재에 있어서의 순환 탄소 원자의 원단위는, 80 kg/t 이상, 나아가서는, 90 kg/t 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다. 환원재에 있어서의 순환 탄소 원자의 원단위의 상한은, 특별히 한정되는 것은 아니지만, 110 kg/t 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0095] 또한, 환원재에 있어서의 순환 탄소 원자의 원단위는, 취입 환원재에 있어서의 재생 메탄 가스의 송풍구에 대한 취입량을 조정함으로써, 제어할 수 있다.
- [0096] 특히, 취입 메탄 가스에 있어서의 재생 메탄 가스의 비율을 80 체적% 이상, 바람직하게는 90 체적% 이상으로 함으로써, 높은 이산화탄소의 배출량 삭감 효과가 얻어진다.
- [0097] 또, 도 3 에 나타내는 바와 같이, 고로 가스의 일부로부터 재생 메탄 가스를 생성하고, 고로 가스의 잉여분을 제철소 내에 공급해도 된다. 또한, 도 4 에 나타내는 바와 같이, 재생 메탄 가스에 잉여분이 있는 경우에는, 그 잉여분을 제철소 내에 공급해도 된다.
- [0098] 또한, 산소 가스 및 환원재의 취입량이나 그 밖의 조업 조건은, 특별히 한정되지 않고, 고로의 용량 등에 따라, 적절히 결정하면 된다.
- [0099] [고로 부대 설비]
- [0100] 본 발명의 일 실시형태에 따르는 고로 부대 설비는, 상기의 고로의 조업 방법에 사용하는 고로 부대 설비로서,
- [0101] 상기 부생 가스로부터 상기 재생 메탄 가스를 생성하는, 메탄 가스 생성 장치와,
- [0102] 상기 재생 메탄 가스를 상기 고로의 송풍구에 도입하는 메탄 가스 공급부, 및, 상기 산소 가스를 상기 고로의 송풍구에 도입하는 산소 가스 공급부를 갖는, 가스 취입 장치
- [0103] 를 구비하는, 고로 부대 설비이다.
- [0104] 여기서, 메탄 가스 생성 장치는, 예를 들어, 고로 가스 유입부와, 수소 가스 유입부와, 반응부를 갖는다. 반응부에서는, 고로 가스 유입부로부터 유입한 고로 가스와, 수소 가스 유입부로부터 유입한 수소 가스를 반응시켜, 재생 메탄 가스를 생성한다. 또한, 메탄 가스의 생성 반응에서는 발열이 일어나므로, 반응부는 냉각 기구를 구비하는 것이 바람직하다.
- [0105] 또, 가스 취입 장치는, 상기한 바와 같이, 예를 들어, 도 2(a) 에 나타내는 바와 같이, 중심관 (4-1) 및 외관 (4-3) 을 갖는 동축 다중관으로 구성된다. 그리고, 메탄 가스 공급부 (로) 가 되는 중심관 내로 메탄 가스 (재생 메탄 가스, 및, 적절히, 후술하는 외부 메탄 가스) 가 도입되고, 산소 가스 공급부 (로) 가 되는 중심관 (4-1) 과 외관 (4-3) 사이의 환상 관로에 산소 가스가 도입된다.

- [0106] 또, 그 밖의 취입 환원제, 예를 들어, 미분탄이나 페플라스틱, 수소 가스나 일산화탄소 가스 등의 환원 가스를 함께 사용해도 된다.
- [0107] 그 밖의 취입 환원제를 사용하는 경우, 메탄 가스 공급부에, 그 밖의 취입 환원제도 함께 도입해도 된다. 또, 그 밖의 취입 환원제로서 미분탄이나 페플라스틱을 사용하는 경우에는, 메탄 가스 공급부와는 별도로, 미분탄이나 페플라스틱을 유통시키는 별도의 환원제 공급부(로)를 형성하는 것이 바람직하다. 이 경우, 가스 취입 장치는, 예를 들어, 도 2(b)에 나타내는 바와 같이, 중심관(4-1) 및 외관(4-3)에 부가하여, 중심관(4-1)과 외관(4-3) 사이에 내관(4-2)을 형성한 동축 다중관에 의해 구성된다. 그리고, 별도의 환원제 공급부가 되는 중심관 내로부터 미분탄이나 페플라스틱 등의 그 밖의 취입 환원제가 도입된다. 또, 메탄 가스 공급부가 되는 중심관(4-1)과 외관(4-3) 사이의 환상 관로부터 메탄 가스가 도입되고, 산소 가스 공급부가 되는 내관(4-2)과 외관(4-3) 사이의 환상 관으로부터 산소가 도입된다.
- [0108] 실시예
- [0109] 도 1, 도 3 ~ 7에 모식적으로 나타낸 고로 및 고로 부대 설비를 사용하여, 표 1에 나타내는 조건으로 고로 조업을 실시하고, 조업 중의 송풍구 끝 온도 및 고로로부터의 일산화탄소의 배출량을 평가하였다. 평가 결과를 표 1에 병기한다.
- [0110] 또한, 도 5 ~ 7 중, 부호 9는 열풍로, 10은 가스 분리 장치, 11은 열풍로 배기가스용 탈수 장치이다.
- [0111] 여기서, 발명예 1에서는, 도 1에 모식적으로 나타낸 고로 및 고로 부대 설비를 사용하고, 고로 가스의 일부로부터 재생 메탄 가스를 생성하고, 고로 가스의 잉여분을 제철소 내에 공급하였다. 또, 취입 환원제에는, 전체량, 재생 메탄 가스를 사용하고, 재생 메탄 가스의 잉여분을, 제철소 내에 공급하였다.
- [0112] 발명예 2에서는, 도 3에 모식적으로 나타낸 고로 및 고로 부대 설비를 사용하고, 고로 가스의 일부로부터 재생 메탄 가스를 생성하고, 고로 가스의 잉여분을 제철소 내에 공급하였다. 또, 취입 환원제에는, 전체량, 재생 메탄 가스를 사용하고, 재생 메탄 가스의 잉여분이 발생하지 않도록, 재생 메탄 가스의 생성량을 조정하였다.
- [0113] 발명예 3에서는, 도 4에 모식적으로 나타낸 고로 및 고로 부대 설비를 사용하고, 고로 가스의 전체량으로부터 재생 메탄 가스를 생성하였다. 또, 취입 환원제에는, 전체량, 재생 메탄 가스를 사용하고, 재생 메탄 가스의 잉여분을, 제철소 내에 공급하였다.
- [0114] 발명예 4 및 5에서는, 도 3에 모식적으로 나타낸 고로 및 고로 부대 설비를 사용하고, 고로 가스의 일부로부터 재생 메탄 가스를 생성하고, 고로 가스의 잉여분을 제철소 내에 공급하였다. 또, 취입 환원제에는, 재생 메탄 가스에 부가하여, 일부, 화석 연료 유래의 외부 메탄 가스를 사용하였다.
- [0115] 한편, 비교예 1에서는, 도 5에 모식적으로 나타낸 고로 및 고로 부대 설비를 사용하였다. 즉, 비교예 1은, 송풍 가스로서, 열풍(1200℃ 정도로 가열한 공기(산소 농도: 21 ~ 25 체적% 정도))을, 취입 환원제로서 미분탄을 각각 사용한, 일반적인 고로 조업 방법이다. 또한, 고로 가스로부터의 재생 메탄 가스의 생성은 실시하지 않았다.
- [0116] 비교예 2에서는, 도 6에 모식적으로 나타낸 고로 및 고로 부대 설비를 사용하였다. 여기서, 송풍 가스로서, 열풍(1200℃ 정도로 가열한 공기(산소 농도: 21 ~ 25 체적% 정도))을, 취입 환원제로서 재생 메탄 가스를 각각 사용하였다. 또, 재생 메탄 가스의 생성 전에, 고로 가스로부터 일산화탄소 및 이산화탄소를 분리하고, 분리한 일산화탄소 및 이산화탄소로부터, 재생 메탄 가스를 생성하였다.
- [0117] 비교예 3에서는, 도 7에 모식적으로 나타낸 고로 및 고로 부대 설비를 사용하였다. 여기서, 송풍 가스로서, 열풍(1200℃ 정도로 가열한 공기(산소 농도: 21 ~ 25 체적% 정도))을, 취입 환원제로서 재생 메탄 가스를 각각 사용하였다. 또, 재생 메탄 가스의 생성에서는, 고로 가스가 아니라, 열풍로의 부생 가스(이하, 열풍로 배기가스라고도 한다)를 사용하였다. 그리고, 열풍로 배기가스로부터 이산화탄소를 분리하고, 분리한 이산화탄소로부터, 재생 메탄 가스를 생성하였다.
- [0118] 비교예 4에서는, 도 1에 모식적으로 나타낸 고로 및 고로 부대 설비를 사용하고, 고로 가스의 일부로부터 재생 메탄 가스를 생성하고, 고로 가스의 잉여분을 제철소 내에 공급하였다. 또, 취입 환원제에는, 재생 메탄 가스에 부가하여, 일부, 화석 연료 유래의 외부 메탄 가스를 사용하였다.
- [0119] 비교예 5에서는, 비교예 2와 동일하게, 도 6에 모식적으로 나타낸 고로 및 고로 부대 설비를 사용하였다.

또한, 비교예 5 는, 취입 메탄 가스비를 증가시킨 것 이외에는, 비교예 2 와 동일한 조건이다.

[0120] 또한, 비교의 관점에서, 고로의 제원은 가능한 한 동일하였다. 즉, 샤프트 효율은 94 %, 히트 로스는 150000 kcal/t 이 되도록 하였다.

[0121] 또한, 「kcal/t」이라는 단위는, 용선 1 t 을 제조할 때에 발생하는 히트 로스량 (kcal) 을 의미하는 것이다. 동일하게, 코크스비 등에서 사용하는 「kg/t」이라는 단위는, 용선 1 t 을 제조할 때에 사용되는 코크스의 양 (kg) 등을 의미하는 것이다. 또, 취입 메탄비 등에 사용하는 「Nm<sup>3</sup>/t」이라는 단위도, 용선 1 t 을 제조할 때에 고로 내에 취입되는 취입 메탄 가스 중의 메탄량 (Nm<sup>3</sup>) 등을 의미하는 것이다 (또한, 취입 메탄비는, 재생 메탄비 및 외부 메탄비의 합이지만, 재생 메탄 가스에는, 메탄 이외의 미량의 잔부 가스가 포함되어 있다. 또, 표 1 중에 표시하고 있는 재생 메탄비 및 외부 메탄비의 값은, 모두 메탄 이외의 미량의 잔부 가스를 제외한 메탄량이며, 소수점 이하 제 1 자리를 사사오입한 값이다. 그 때문에, 표 1 중의 취입 메탄비와, 재생 메탄비 및 외부 메탄비의 합이 일치하지 않는 경우가 있다.).

[0122] 또, 표 1 중의 「고로 InputC」는, 용선 1 t 을 제조할 때에 사용하는 외부 유래의 (구체적으로는, 코크스, 미분탄 및 외부 메탄 가스에 포함된다) 탄소 원자의 질량 (kg) 을 의미하는 것이다.

[0123] [표 1]

|             |                                  | 반영예 1              | 반영예 2  | 반영예 3  | 반영예 4  | 반영예 5  |
|-------------|----------------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| 고로 제원       | 샤프트 효율                           | -                  | 0.94   | 0.94   | 0.94   | 0.94   |
|             | 히트 로스                            | kcal/t             | 150000 | 150000 | 150000 | 150000 |
|             | 코크스비                             | kg/t               | 338    | 338    | 338    | 338    |
|             | 미분탄비                             | kg/t               | 0      | 0      | 0      | 0      |
|             | 취입 메탄비                           | Nm <sup>3</sup> /t | 200    | 200    | 200    | 200    |
|             | 재생 메탄비                           | Nm <sup>3</sup> /t | 200    | 200    | 200    | 112    |
|             | 외부 메탄비                           | Nm <sup>3</sup> /t | 0      | 0      | 0      | 88     |
|             | 공급량                              | Nm <sup>3</sup> /t | 321    | 321    | 321    | 321    |
|             | 공급 온도                            | °C                 | 25     | 25     | 25     | 25     |
|             | 총괄                               | -                  | 산소 가스  | 산소 가스  | 산소 가스  | 산소 가스  |
| 가스 분배 공정    | 고로 가스 발생량                        | 체적 %               | 100    | 100    | 100    | 100    |
|             | 본리 공정의 유무                        | Nm <sup>3</sup> /t | 1034   | 1034   | 1034   | 1034   |
|             | 본리 전의 가스종                        | -                  | 없음     | 없음     | 없음     | 없음     |
|             | 본리 후의 가스종                        | Nm <sup>3</sup> /t | -      | -      | -      | -      |
|             | 본리 후의 가스종                        | -                  | -      | -      | -      | -      |
|             | 본리 후의 가스량                        | Nm <sup>3</sup> /t | -      | -      | -      | -      |
| 메탄 가스 생성 공정 | 원료 가스종                           | -                  | 고로 가스  | 고로 가스  | 고로 가스  | 고로 가스  |
|             | 원료 가스량                           | Nm <sup>3</sup> /t | 527    | 264    | 1034   | 135    |
|             | 수소 가스 공급량                        | Nm <sup>3</sup> /t | 1301   | 651    | 2554   | 334    |
|             | 재생 메탄 가스의 생성량                    | Nm <sup>3</sup> /t | 402    | 201    | 788    | 103    |
| 가스 분배       | 재생 메탄 가스의 메탄 농도                  | 체적 %               | 99.6   | 99.6   | 99.6   | 99.6   |
|             | 취입 메탄 가스 중의 재생 메탄 가스량            | Nm <sup>3</sup> /t | 201    | 201    | 201    | 112    |
|             | 재생 메탄 가스의 잉여량 (제철소 내 공급량)        | Nm <sup>3</sup> /t | 201    | 0      | 587    | 0      |
| C 밸런스       | 고로 가스의 잉여량 (제철소 내 공급량)           | Nm <sup>3</sup> /t | 507    | 770    | 0      | 886    |
|             | 순환 탄소 원자의 원단위                    | kg/t               | 107    | 107    | 107    | 55     |
|             | 고로 InputC                        | kg/t               | 290    | 290    | 290    | 343    |
| 평가 결과       | 고로로부터 외부로 배출되는 CO <sub>2</sub> 량 | kg/t               | 1064   | 1064   | 1064   | 1238   |
|             | 우주 온도                            | °C                 | 2046   | 2046   | 2046   | 2046   |

[0124]

[0125] [표 1] (계속)

|             |                                  | 비교예 1              | 비교예 2  | 비교예 3               | 비교예 4           | 비교예 5               |
|-------------|----------------------------------|--------------------|--------|---------------------|-----------------|---------------------|
| 고로 제원       | 사프트 효율                           | -                  | 0.94   | 0.94                | 0.94            | 0.94                |
|             | 히트 로스                            | kcal/t             | 150000 | 150000              | 150000          | 150000              |
|             | 코크 소비                            | kg/t               | 331    | 410                 | 410             | 338                 |
|             |                                  | kg/t               | 170    | 0                   | 0               | 0                   |
|             | 환원재 (취입 환원재)                     | Nm <sup>3</sup> /t | 0      | 97                  | 97              | 200                 |
|             |                                  | Nm <sup>3</sup> /t | 0      | 97                  | 97              | 75                  |
|             |                                  | Nm <sup>3</sup> /t | 0      | 0                   | 0               | 126                 |
|             |                                  | Nm <sup>3</sup> /t | 1006   | 1053                | 1053            | 321                 |
|             |                                  | °C                 | 1200   | 1200                | 1200            | 25                  |
|             |                                  | 종류                 | 열풍     | 열풍                  | 열풍              | 산소 가스               |
|             | 산소 농도                            | 체적 %               | 25     | 25                  | 100             | 25                  |
|             | 고로 가스 발생량                        | Nm <sup>3</sup> /t | 1517   | 1587                | 1587            | 1594                |
| 가스 분리 공정    | 본리 공정의 유무                        | -                  | 없음     | 있음                  | 없음              | 있음                  |
|             | 본리 전의 가스종                        | -                  | -      | 고로 가스               | 열풍로 배기가스        | 고로 가스               |
|             | 본리 전의 가스량                        | Nm <sup>3</sup> /t | -      | 232                 | 704             | 246                 |
|             | 본리 후의 가스종                        | -                  | -      | CO, CO <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> | CO, CO <sub>2</sub> |
|             | 본리 후의 가스량                        | Nm <sup>3</sup> /t | -      | 97                  | 179             | -                   |
| 메탄 가스 생성 공정 | 원료 가스종                           | -                  | -      | CO, CO <sub>2</sub> | 고로 가스           | CO, CO <sub>2</sub> |
|             | 원료 가스량                           | Nm <sup>3</sup> /t | -      | 97                  | 179             | 98                  |
|             | 수소 가스 공급량                        | Nm <sup>3</sup> /t | -      | 342                 | 715             | 243                 |
|             | 재생 메탄 가스의 생성량                    | Nm <sup>3</sup> /t | -      | 97                  | 179             | 75                  |
|             | 재생 메탄 가스의 메탄 농도                  | 체적 %               | -      | 100.0               | 100.0           | 99.6                |
| 가스 분배       | 취입 메탄 가스 종의 재생 메탄 가스량            | Nm <sup>3</sup> /t | -      | 97                  | 97              | 75                  |
|             | 재생 메탄 가스의 잉여량 (제철소 내 공급량)        | Nm <sup>3</sup> /t | -      | 0                   | 81              | 0                   |
|             | 고로 가스의 잉여량 (제철소 내 공급량)           | Nm <sup>3</sup> /t | 1144   | 960                 | 1192            | 935                 |
| C 밸런스       | 순환 탄소 원자의 원단위                    | kg/t               | 0      | 52                  | 52              | 40                  |
|             | 고로 InputC                        | kg/t               | 420    | 353                 | 353             | 358                 |
| 평가 결과       | 고로로부터 외부로 배출되는 CO <sub>2</sub> 량 | kg/t               | 1539   | 1293                | 1293            | 1311                |
|             | 유구 끝 온도                          | °C                 | 2179   | 2000                | 2000            | 2046                |

[0126]

[0127] 표 1 에 나타내는 바와 같이, 발명예에서는 모두, 송풍구 끝 온도를 2000 °C ~ 2400 °C 의 범위로 제어함으로써 안정적인 고로의 조업을 실시하면서, 고로로부터 외부로 배출되는 이산화탄소량을 삭감할 수 있었다. 특히, 발명예 1 ~ 3 에서는, 고로로부터 외부로 배출되는 이산화탄소량을 대폭 삭감할 수 있었다.

[0128] 한편, 비교예 1 ~ 4 에서는, 충분한 이산화탄소량의 삭감 효과가 얻어지지 않았다. 또, 비교예 5 에서는, 취입 메탄 가스량의 증가에 의해, 송풍구 끝 온도가 2000 °C 미만이 되었기 때문에, 안정적인 고로의 조업을 실시할 수 없었다.

**부호의 설명**

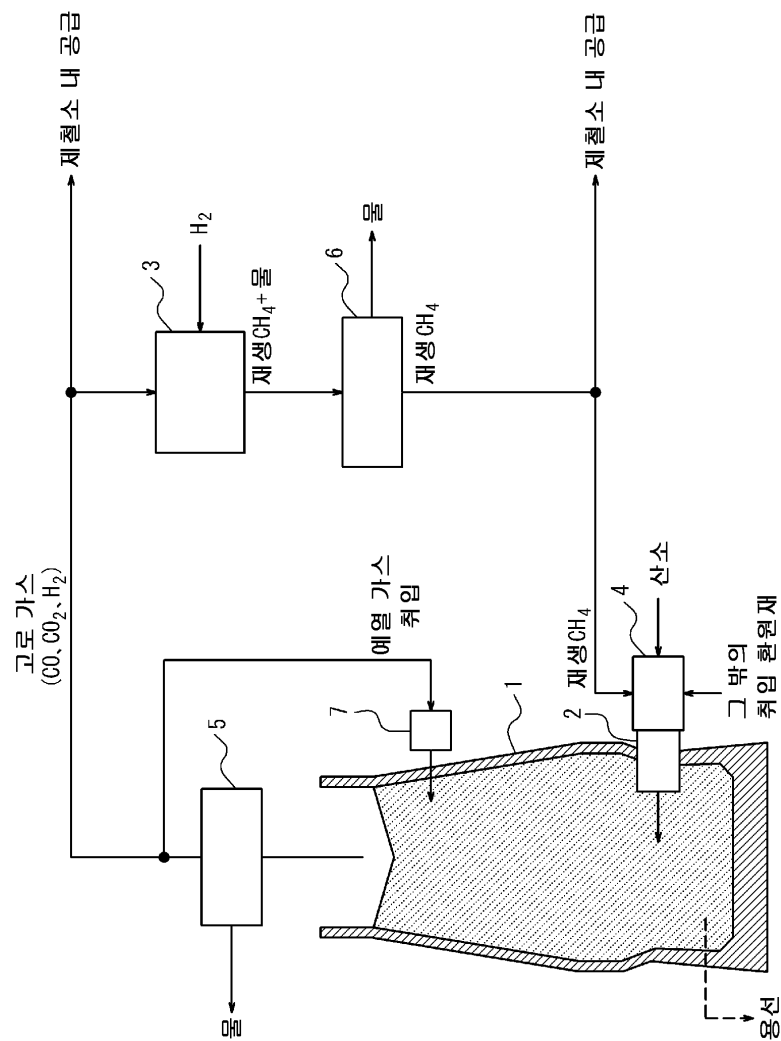
[0129]

- 1 : 고로
- 2 : 송풍구
- 3 : 메탄 가스 생성 장치
- 4 : 가스 취입 장치
- 4-1 : 중심관

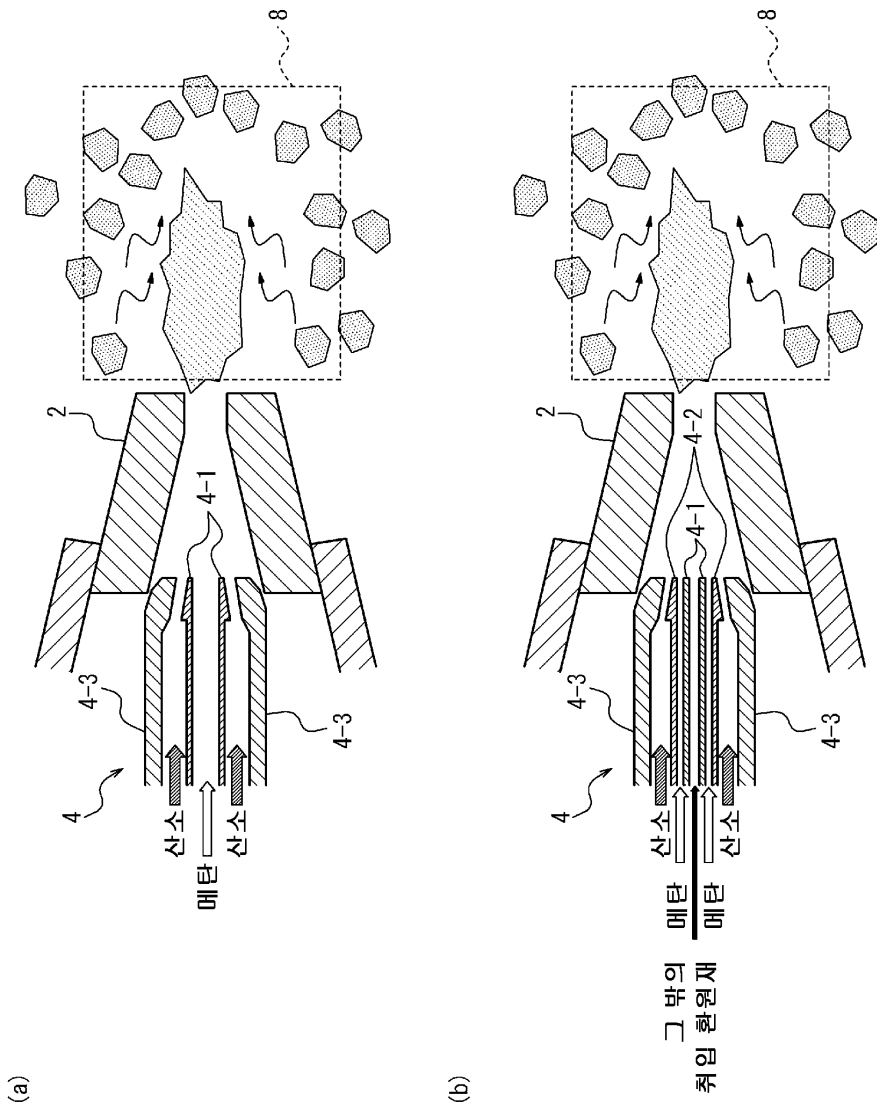
- 4-2 : 내관
- 4-3 : 외관
- 5 : 제 1 탈수 장치
- 6 : 제 2 탈수 장치
- 7 : 버너
- 8 : 레이스웨이
- 9 : 열풍로
- 10 : 가스 분리 장치
- 11 : 열풍로 배기가스용 탈수 장치

도면

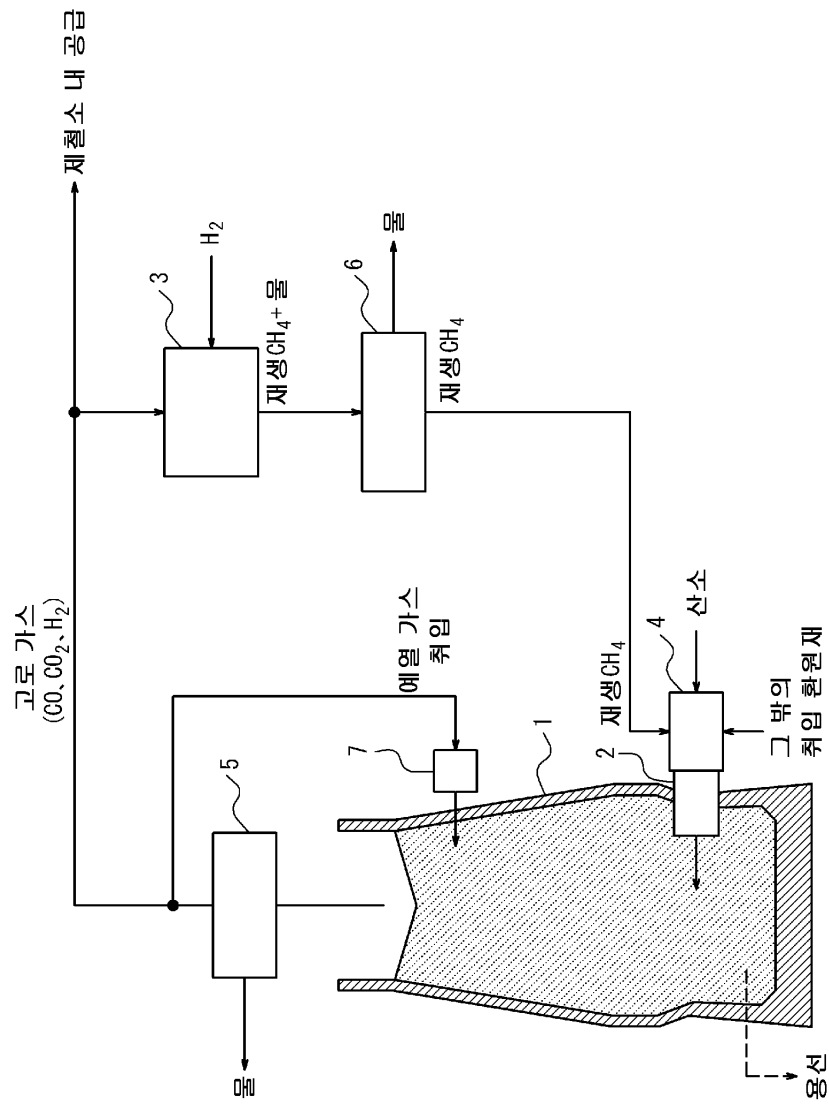
도면1



도면2

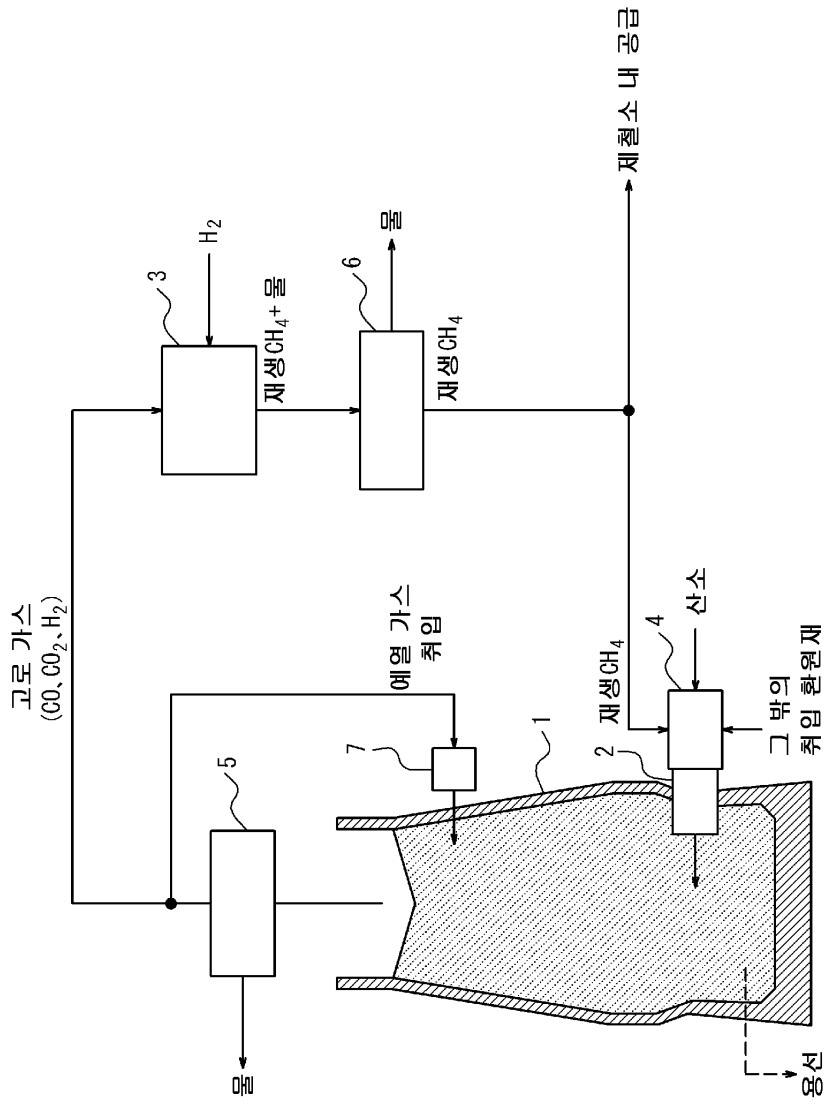


도면3

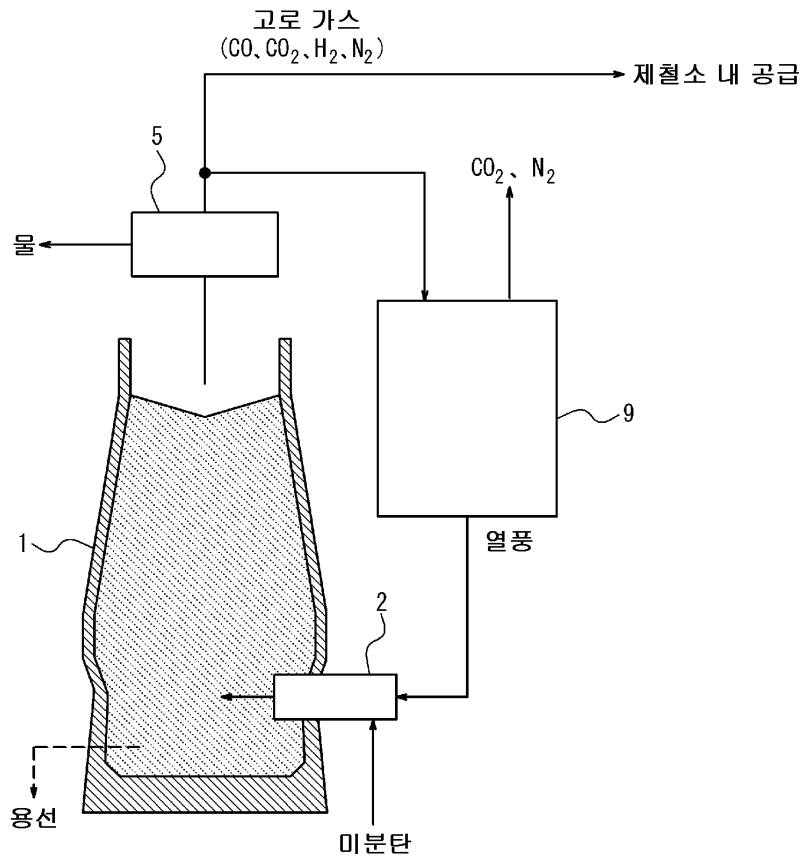




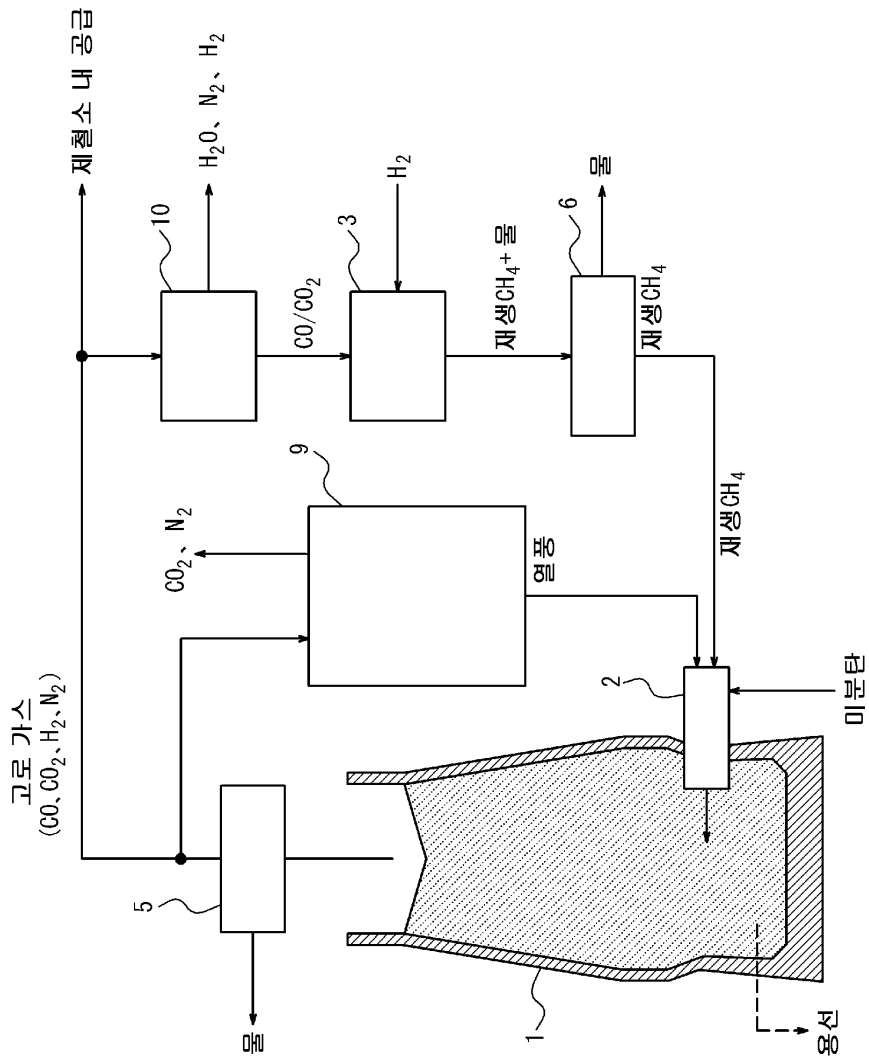
도면4



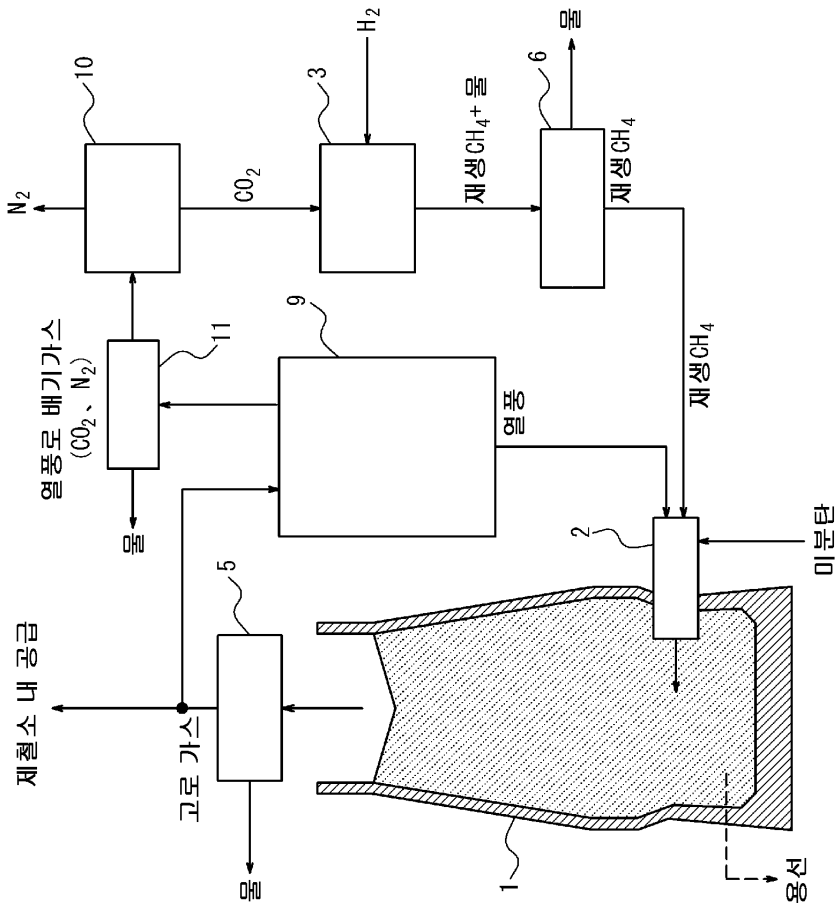
도면5



도면6



도면7



도면8

