

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2020년 2월 13일 (13.02.2020) **WIPO | PCT**



(10) 국제공개번호
WO 2020/032470 A1

- (51) 국제특허분류: **C21B 3/08** (2006.01) **F27D 17/00** (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2019/009560
- (22) 국제출원일: 2019년 7월 31일 (31.07.2019)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2018-0091950 2018년 8월 7일 (07.08.2018) KR
- (71) 출원인: 주식회사 포스코 (**POSCO**) [KR/KR]; 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동), Gyeongsangbuk-do (KR).
- (72) 발명자: 김정일 (**KIM, Jung Il**); 37837 경상북도 포항시 남구 새천년대로 306, 112-2102, Gyeongsangbuk-do (KR). 조문경 (**CHO, Moon Kyung**); 37671 경상북도 포

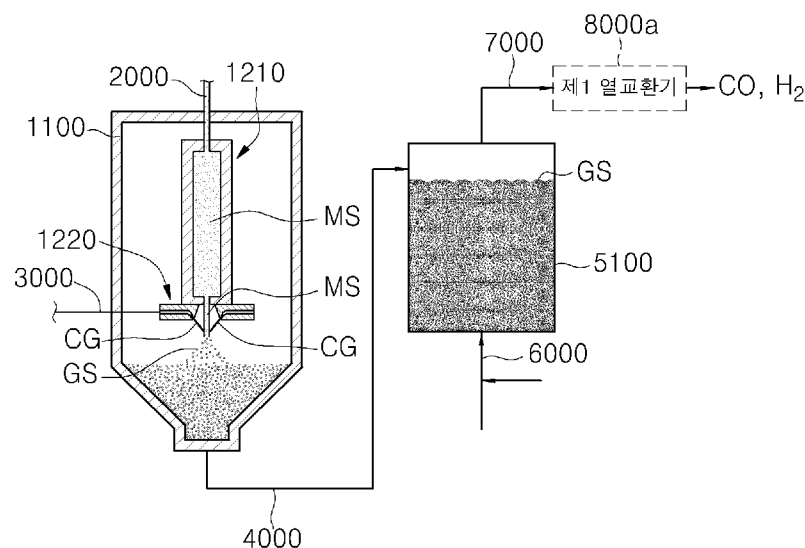
항시 남구 지곡로 337, 337-206, Gyeongsangbuk-do (KR). 박상현 (**PARK, Sang Hyun**); 37671 경상북도 포항시 남구 지곡로 319, 306-505, Gyeongsangbuk-do (KR). 이형정 (**LEE, Hyung Jung**); 37571 경상북도 포항시 북구 장량중앙로 99, Gyeongsangbuk-do (KR).

(74) 대리인: 남승희 (**NAM, Seung-Hee**); 06251 서울시 강남구 역삼로 124, 2층 (역삼동, 청보빌딩), Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,

(54) Title: SLAG TREATMENT FACILITY AND SLAG TREATMENT METHOD

(54) 발명의 명칭: 슬래그 처리 설비 및 슬래그 처리 방법



1000 : 1100, 1200
1200 : 1210, 1220

8000a ... First heat exchanger

(57) Abstract: A slag treatment facility according to an embodiment of the present invention comprises a slag treatment apparatus comprising a nozzle part capable of spraying a cooling gas at molten slag, wherein the nozzle part comprises: a first nozzle having, at the lower part thereof, a discharge hole through which molten slag is discharged; and a second nozzle which is mounted on the first nozzle so as to be positioned outside the first nozzle and which comprises a spray channel through which the cooling gas is sprayed in the falling direction of the molten slag to be discharged from the discharge hole. Therefore, the slag treatment facility according to an embodiment of the present invention rapidly cools slag, and thus can inhibit or prevent free calcium oxide (CaO) precipitate generation caused by slow cooling. Thus, when atomized slag is recycled, expansion caused by a hydration reaction can be inhibited or prevented.

[다음 쪽 계속]



WO 2020/032470 A1

SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 본 발명의 실시예에 따른 슬래그 처리 설비는 용융 슬래그에 냉각 가스를 분사할 수 있는 노즐부를 구비하는 슬래그 처리 장치를 포함하고, 노즐부는, 하부에 용융 슬래그를 토출시키는 토출구가 마련된 제 1 노즐 및 제 1 노즐의 외측에 위치되도록 제 1 노즐에 장착되며, 토출구로부터 토출되는 용융 슬래그의 낙하 방향으로 냉각 가스를 분사하는 분사 유로가 마련된 제 2 노즐을 포함한다. 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 슬래그 처리 설비에 의하면, 슬래그가 급냉됨에 따라 서냉으로 인한 자유 산화칼슘(Free CaO) 석출물 생성을 억제 또는 방지할 수 있다. 따라서, 미립화된 슬래그의 재활용 시에 수화 반응으로 인한 팽창을 억제 또는 방지할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 슬래그 처리 설비 및 슬래그 처리 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 슬래그 처리 설비에 관한 것으로, 슬래그를 신속하게 냉각시킬 수 있는 슬래그 처리 설비 및 슬래그 처리 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 고로에서 용선 제조 시 및 용선 중 불순물을 제거하는 정련시에 용융 슬래그가 발생되며, 상기 용융 슬래그는 1500°C의 열을 가지고 있다.
- [3] 용융 슬래그는 야드장으로 운송되어 살수 냉각 과정을 거친후에 분쇄되어, 소결용 원료나 기타 부원료로 활용되거나, 시멘트 원료, 매립제, 탈린제 등으로 활용된다.
- [4] 한편, 용융 슬래그는 산화물로 이루어져 있기 때문에, 열 전도도가 낮아 상기 용융 슬래그가 가지고 있는 보유열 또는 현열을 회수하기 어렵다. 보다 구체적으로 설명하면, 전체 제철 조업 중 슬래그의 용융을 위해 소비되는 에너지는 10 내지 15%인데, 이 투입된 에너지를 회수하지 못하고 있어, 에너지에 대한 효율적인 면에서 비효율적인 문제가 있다.
- [5] 여기서, 현열은 가열된 물질이 상태 변화가 없는 경우, 보유하고 있는 열량으로서, 폐열 이용 대상이 되는 열량을 말하는 것이다.
- [6] 용융 슬래그가 서냉되는 경우, 슬래그에 다량 함유되어 있는 CaO가 자유 산화칼슘(Free CaO)으로 석출된다. 그리고 자유 산화칼슘(Free CaO) 석출물이 포함된 슬래그를 시멘트 원료, 매립제 등으로 사용하게 되면, 수화 반응에 의한 부피 팽창으로 크랙 발생의 원인이 된다.
- [7] 또한, 제철 조업에서는 다량의 CO₂ 가스가 발생되는데, CO₂ 가스는 지구 온난화를 야기시키는 주요 물질이다. 이에, CO₂ 가스를 환경에 유해하지 않은 다른 물질로 개질시킬 필요가 있다.
- [8] (선행기술문헌)
- [9] 한국등록특허 KR1285786

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [10] 본 발명은 슬래그 재활용 시 불량이 발생되지 않도록, 슬래그의 열을 신속하게 회수할 수 있는 슬래그 처리 설비 및 슬래그 처리 방법을 제공한다.
- [11] 본 발명은 슬래그로부터 회수된 열을 이용하여 제철 조업중에 발생된 가스를 개질시킬 수 있는 슬래그 처리 설비 및 슬래그 처리 방법을 제공한다.

과제 해결 수단

- [12] 본 발명의 실시예에 따른 슬래그 처리 설비는 용융 슬래그에 냉각 가스를 분사할 수 있는 노즐부를 구비하는 슬래그 처리 장치를 포함하고, 상기

노즐부는, 하부에 상기 용융 슬래그를 토출시키는 토출구가 마련된 제 1 노즐; 및 상기 제 1 노즐의 외측에 위치되도록 상기 제 1 노즐에 장착되며, 상기 토출구로부터 토출되는 용융 슬래그의 낙하 방향으로 상기 냉각 가스를 분사하는 분사 유로가 마련된 제 2 노즐;을 포함한다.

- [13] 상기 제 1 노즐은, 내부에 상기 용융 슬래그의 수용이 가능하며 상하 방향으로 연장 형성된 수용 공간이 마련된 제 1 바디를 포함하고, 상기 토출구는 상기 수용 공간과 연통되도록 상기 수용 공간의 하측 끝단에 마련되며, 상기 제 2 노즐은 상기 제 1 바디에 연결되도록 설치되며, 상기 토출구와 대응 위치하는 통로가 마련된 제 2 바디를 포함하고, 상기 분사 유로는 상기 통로를 통과하도록 토출되는 용융 슬래그의 이동 방향으로 냉각 가스가 분사되도록 상기 제 2 바디 내부에 마련된다.
- [14] 상기 제 1 노즐은 제 1 바디로부터 하측 방향으로 연장 형성되며, 내부에 상기 제 1 바디의 토출구와 연통된 연장 유로가 마련된 연장 부재를 포함한다.
- [15] 상기 제 2 바디는 상기 제 1 바디의 하부에 연결되고, 상기 토출구와 연통되도록 상기 통로가 상기 토출구의 하측에 형성된 중공형의 형상이며, 상기 분사 유로의 끝단이며 상기 냉각 가스가 분사되는 분사구가 상기 통로 또는 상기 통로 하측을 향하도록 노즐 형성된다.
- [16] 상기 분사 유로는, 상기 제 2 바디의 폭 방향으로 연장 형성된 제 1 유로; 및 상기 제 1 유로로부터 상기 통로가 위치된 방향으로 연장 형성된 제 2 유로;를 포함하며, 상기 제 2 유로는 상기 분사구 쪽으로 갈수록 상기 통로와 가까워지도록 하향 경사진 형상이다.
- [17] 상기 제 1 유로는 내경이 일정하다.
- [18] 상기 제 1 유로는 상기 제 2 유로가 위치된 방향으로 상향 경사진 형상이다.
- [19] 상기 제 1 유로는 상기 제 2 유로가 위치된 방향으로 갈수록 내경이 좁아지는 형상이다.
- [20] 상기 제 2 바디는 상기 제 1 바디의 연장 방향으로 연장 형성되어 상기 제 1 바디의 외측면을 둘러 싸도록 설치되며, 하측 끝단이 상기 토출구의 하측으로 돌출되도록 연장 형성되고, 상기 분사 유로는 상기 분사 유로의 끝단이며 냉각 가스가 분사되는 분사구가 상기 토출구에 비해 하측에 위치하도록, 상기 제 2 바디 내부에서 상하 방향으로 연장 형성되며, 상기 통로는 상기 토출구 하측으로 연장 형성된 상기 제 2 바디의 내벽면에 의해 구획된 영역이다.
- [21] 상기 분사 유로 중 적어도 상기 토출구의 하측에 위치하는 영역은 상기 분사구 쪽으로 갈수록 상기 통로와 가까워지도록 경사진 형상이다.
- [22] 상기 분사 유로 중 상기 분사구와 인접한 영역은 상기 분사구가 위치된 방향으로 갈수록 내경이 좁아지다가 다시 넓어지는 형상이다.
- [23] 상기 제 1 바디와 연결되어, 상기 수용 공간에 수용된 용융 슬래그를 가열하는 가열 수단을 포함한다.
- [24] 상기 제 1 바디와 연결되어, 상기 수용 공간에 수용된 용융 슬래그를

- 진동시키는 진동 수단을 포함한다.
- [25] 상기 슬래그 처리 장치는 적어도 상기 노즐부의 하부가 수용될 수 있는 내부 공간을 가지는 용기를 포함한다.
- [26] 상기 슬래그 처리 장치로부터 제공된 입상화된 슬래그의 수용이 가능하며, 입상화된 슬래그로부터 배출된 열을 이용하여 처리 가스와 반응 가스를 반응시켜, 상기 처리 가스를 개질시키는 반응 장치를 더 포함한다.
- [27] 상기 반응 장치의 내부에 설치되며, 상기 반응 장치의 폭 방향으로 연장 형성되고, 폭 방향으로 상호 이격 형성되어 상기 처리 가스 및 반응 가스의 통과가 가능한 복수의 홀을 가지는 분산판을 포함한다.
- [28] 상기 반응 장치에 연결되어, 상기 반응 장치에서 상기 처리 가스와 반응 가스 간의 반응으로 생성된 생성 가스를 배출시키는 생성 가스 배출 라인; 상기 생성 가스 배출 라인의 연장 경로 상에 설치되어, 상기 생성 가스의 열을 이용하여 스팀을 생성하는 제 1 열교환기;를 포함한다.
- [29] 상기 반응 장치에 연결되어, 상기 반응 장치에서 상기 처리 가스와 반응 가스 간의 반응으로 생성된 생성 가스를 배출시키는 생성 가스 배출 라인; 상기 생성 가스 배출 라인의 연장 경로 상에 설치되어, 상기 처리 가스 및 반응 가스를 상기 생성 가스와 열교환시켜, 상기 처리 가스 및 반응 가스를 승온시키는 제 2 열교환기; 및 상기 생성 가스 배출 라인과 상기 제 2 열교환기를 연결하도록 연장 형성되어, 상기 제 2 열교환기로 생성 가스를 공급하는 생성 가스 공급 라인;을 포함한다.
- [30] 본 발명의 실시예에 따른 슬래그 처리 방법은 용융 슬래그를 토출시키는 과정; 토출된 상기 용융 슬래그가 낙하되는 방향으로 냉각 가스를 분사하여, 상기 용융 슬래그를 냉각하고, 입자 형태로 입상화시키는 과정; 입상화된 슬래그로부터 방출된 열을 이용하여, 처리 가스와 반응 가스를 반응시켜, 상기 처리 가스를 개질시키는 과정;을 포함한다.
- [31] 상기 냉각 가스는 에어(air), 불활성 가스, 상기 처리 가스 및 상기 반응 가스 중 적어도 하나를 포함한다.
- [32] 상기 용융 슬래그를 향해 분사되는 상기 냉각 가스에 의해, 상기 용융 슬래그를 냉각시키고, 입상화시키며, 입상화된 슬래그를 향해 상기 처리 가스 및 반응 가스를 분사하여, 상기 입상화된 슬래그의 열을 이용하여 상기 처리 가스를 개질시킨다.
- [33] 상기 냉각 가스는 상기 처리 가스 및 상기 반응 가스를 포함하고, 상기 용융 슬래그를 향해 분사되는 상기 냉각 가스에 의해, 상기 용융 슬래그를 냉각시키고, 입상화시키며, 상기 용융 슬래그의 냉각 및 입상화와 함께 상기 냉각 가스로 상기 처리 가스를 개질시킨다.
- [34] 상기 냉각 가스는 상기 처리 가스 및 상기 반응 가스를 포함하고, 상기 용융 슬래그를 향해 분사되는 상기 냉각 가스에 의해, 상기 용융 슬래그를 냉각시키고, 입상화시키며, 상기 용융 슬래그의 냉각 및 입상화와 함께 상기

냉각 가스로 상기 처리 가스를 개질시키는 제 1 개질 반응이 일어나며, 상기 제 1 개질 반응에 사용된 입상화된 슬래그를 향해 처리 가스와 반응 가스를 분사하여, 상기 처리 가스를 개질시키는 제 2 개질 반응을 실시한다.

- [35] 상기 처리 가스와 반응 가스 간의 반응에 의해 생성된 생성 가스를 열교환시켜 시스템을 생성하는 과정을 포함한다.
- [36] 상기 처리 가스와 반응 가스 간의 반응에 의해 생성된 생성 가스와 상기 처리 가스 및 반응 가스를 열교환시켜 상기 처리 가스 및 반응 가스를 승온시키는 과정을 포함하고, 상기 처리 가스를 개질시키는데 있어서, 상기 열교환에 의해 승온된 처리 가스 및 반응 가스를 상기 입상화된 슬래그를 향해 분사한다.
- [37] 상기 용융 슬래그를 냉각시키는데 있어서, 600°C 내지 1100°C의 온도가 되도록 한다.
- [38] 상기 처리 가스는 제철 조업에 발생된 가스를 포함한다.
- [39] 상기 처리 가스는 CO₂ 함유 가스를 포함하고, 상기 반응 가스는 CH₄ 함유 가스를 포함한다.

발명의 효과

- [40] 본 발명의 실시예들에 따른 슬래그 처리 설비에 의하면, 제 1 노즐을 통해 하측으로 용융 슬래그를 토출하고, 제 2 노즐을 통해 토출된 용융 슬래그를 향해 냉각 가스를 분사한다. 이에, 제 1 노즐로부터 토출된 액상 상태의 용융 슬래그는 분사되는 냉각 가스에 의해 급냉 및 분쇄되면서 구형에 가까운 고상 상태의 미립자 형태로 입상화된다. 이로 인해, 슬래그가 급냉됨에 따라 서냉으로 인한 자유 산화칼슘(Free CaO) 석출물 생성을 억제 또는 방지할 수 있다. 따라서, 미립화된 슬래그의 재활용 시에 수화 반응으로 인한 팽창을 억제 또는 방지할 수 있다.
- [41] 그리고, 실시예들에 따르면, 용융 슬래그를 향해 국소 부위에 또는 용융 슬래그와 근접한 위치에서 냉각 가스를 분사한다. 이에 냉각 가스의 소모량을 줄일 수 있고, 슬래그의 비산을 억제 또는 방지할 수 있다.
- [42] 또한, 슬래그의 열을 회수하여 처리 가스의 개질 반응에 필요한 열원으로서 사용한다. 이렇게 슬래그의 용융에 사용된 에너지를 회수 또는 재활용 할 수 있어, 제철 조업 전체에 있어 에너지 효율을 향상시키는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [43] 도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 슬래그 처리 설비를 개념적으로 도시한 도면
- [44] 도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 노즐부를 도시한 도면
- [45] 도 3은 제 1 실시예의 제 1 변형예에 따른 노즐부의 일부를 확대 도시한 도면
- [46] 도 4는 제 1 실시예의 제 2 변형예에 따른 노즐부를 도시한 도면
- [47] 도 5는 제 1 실시예의 제 3 변형예에 따른 반응 장치를 도시한 도면
- [48] 도 6은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 슬래그 처리 설비 및 슬래그 처리 과정을

개념적으로 블록화하여 도시한 도면

[49] 도 7은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 슬래그 처리 설비를 개념적으로 도시한 도면

[50] 도 8은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 슬래그 처리 설비를 개념적으로 도시한 도면

[51] 도 9는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 슬래그 처리 설비 및 슬래그 처리 과정을 개념적으로 블록화하여 도시한 도면

발명의 실시를 위한 형태

[52] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 더욱 상세히 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면상에서 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다.

[53] 본 발명은 슬래그로부터 열의 회수가 용이한 슬래그 처리 설비 및 슬래그 처리 방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 재활용 시 불량이 발생되지 않도록, 슬래그의 열을 신속하게 회수할 수 있는 슬래그 처리 설비 및 슬래그 처리 방법을 제공한다. 또한, 본 발명은 슬래그의 열을 이용하여 제철 조업중에 발생된 가스를 다른 물질로 전환 또는 개질시킬 수 있는 슬래그 처리 설비 및 슬래그 처리 방법을 제공한다.

[54] 도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 슬래그 처리 설비를 개념적으로 도시한 도면이다. 도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 노즐부를 도시한 도면이다.

[55] 이하, 본 발명의 실시예들에 따른 슬래그 처리 설비 및 슬래그 처리 방법을 설명하는데 있어서, 슬래그의 열을 이용하여 다른 물질로 전환 또는 개질처리하고자 하는 가스를 처리 가스라 명명하고, 처리 가스를 전환 또는 개질시키기 위해 상기 처리 가스와 반응시키는 가스를 반응 가스라 명명한다.

[56] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 슬래그 처리 설비는 용융 슬래그(MS)가 토출되는 토출구(1213) 및 토출구(1213)로부터 토출된 용융 슬래그(MS)가 낙하 또는 이동되는 방향으로 냉각 및 입상화를 위한 가스(이하, 냉각 가스(CG))를 분사하는 유로(이하, 분사 유로(1222))를 가지는 노즐부(1200)가 구비된 슬래그 처리 장치(1000), 슬래그 처리 장치(1000)로부터 제공된 슬래그의 열을 이용하여 제철 조업에서 발생된 가스 즉, 처리 가스를 다른 물질로 전환 또는 개질시키는 반응 장치(5100)를 포함한다.

[57] 또한, 슬래그 처리 설비는, 노즐부(1200)와 연결되어 상기 노즐부(1200)로 용융 슬래그(MS)를 공급하는 슬래그 공급 라인(2000), 노즐부(1200)와 연결되어 노즐부(1200)로 냉각 가스(CG)를 공급하는 냉각 가스 공급 라인(3000)을 포함한다.

[58] 또한, 슬래그 처리 장치(1000)와 반응 장치(5100)를 연결하도록 설치되어,

- 슬래그 처리 장치(1000)로부터 배출된 입상화된 슬래그(GS)를 반응 장치(5100)로 이송시키는 슬래그 이송 라인(4000), 반응 장치(5100)로 처리 가스, 반응 가스를 공급하는 처리 가스 공급 라인(6000) 및 반응 장치(5100)에서 처리 가스와 반응 가스 간의 반응에 의해 생성된 가스(이하, 생성 가스)를 외부로 배출 또는 이송시키는 생성 가스 배출 라인(7000)을 포함한다.
- [59] 또한, 생성 가스 배출 라인(7000)의 연장 경로 상에 설치되어, 생성 가스를 열교환시켜 스팀을 생성하는 제 1 열교환기(8000a)를 포함할 수 있다.
- [60] 실시예에 따른 슬래그 처리 설비에서 처리하고자 하는 슬래그는 제철 조업 중에 제조 또는 발생된 것으로서, 액상 상태이며, 1500°C 내지 1600°C의 온도로 열을 가지고 있다. 보다 구체적으로, 슬래그 처리 설비에서 처리하고자 하는 용융 슬래그(MS)는 고로에서 제선 공정 중에 생성된 슬래그 및 전로 용선의 정련 조업 중에 제조된 슬래그 중 적어도 하나를 포함한다.
- [61] 처리 가스는 제철 조업에서 발생하는 CO₂ 함유 가스일 수 있고, 반응 가스는 CH₄를 함유하는 가스로서, 예컨대 LNG(Liquid Natural Gas) 및 COG(COKE OVEN GAS) 중 적어도 하나를 사용할 수 있다.
- [62] 한편, 용융 슬래그(MS)는 산화물로 이루어져 있기 때문에, 열 전도도가 낮다. 그리고, 용융 슬래그(MS)가 서냉될 경우, 슬래그에 다량 함유되어 있는 산화칼슘(CaO)이 자유 산화칼슘(Free CaO)으로 석출되는 문제가 있다.
- [63] 따라서, 실시예에 따른 슬래그 처리 장치(1000)는 용융 슬래그(MS)의 서냉에 의한 자유 산화칼슘(Free CaO) 석출을 억제 또는 방지되도록 용융 슬래그(MS)를 냉각시킨다. 또한, 슬래그의 열 전도도를 향상시키기 위해 또는 처리 가스를 개질시키는 열원으로서 슬래그의 열을 이용하기 위해, 슬래그 처리 장치(1000)는 용융 슬래그(MS)를 다수의 입자 형태로 입상화시킨다.
- [64] 용융 슬래그(MS)를 입상화 시킨다는 것은, 다수의 입자 형태로 미립화 또는 분체화시키는 것을 의미한다. 이렇게 용융 슬래그(MS)가 입상화되는 경우, 표면적이 넓어져 열 방출이 보다 용이해진다.
- [65] 실시예에 따른 슬래그 처리 장치(1000)는 용융 슬래그(MS)가 토출되는 토출구(1213) 및 상기 토출구(1213)와 분리 위치되며, 토출구(1213)로부터 토출된 용융 슬래그(MS)가 낙하 또는 이동되는 방향으로 냉각 가스(CG)를 분사하는 분사 유로(1222)를 가지는 노즐부(1200)를 포함한다.
- [66] 또한, 슬래그 처리 장치(1000)는 노즐부(1200)로부터 토출된 용융 슬래그(MS) 및 냉각 가스(CG)와, 입상화된 슬래그(GS)가 수용될 수 있도록, 적어도 상기 노즐부(1200)의 하부가 수용될 수 있는 내부 공간을 가지는 용기(1100)를 포함한다.
- [67] 도 1 및 도 2를 참조하면, 노즐부(1200)는 일 방향으로 연장 형성되며, 내부에 용융 슬래그(MS)가 수용 및 이동할 수 있는 내부 공간(이하, 수용 공간(1212)) 및 수용 공간(1212)으로부터 이동된 용융 슬래그(MS)를 외부로 토출시키는 토출구(1213)가 마련된 제 1 노즐(1210) 및 용융 슬래그(MS)가 토출되어 흐르는

방향으로 냉각 가스(CG)를 분사하는 분사 유로(1222)를 구비하며, 제 1 노즐(1210)의 외측에 위치된 제 2 노즐(1220)을 포함한다.

- [68] 또한, 노즐부(1200)는 제 1 노즐(1210)의 막힘 및 상기 제 1 노즐(1210) 내부에 수용된 용융 슬래그(MS)의 점도 상승을 방지하기 위한 가열 수단(1230) 및 진동 수단(미도시) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [69] 제 1 노즐(1210)은 일 방향, 보다 구체적으로는 상하 방향으로 연장 형성된 제 1 바디(1211)를 포함하며, 제 1 바디(1211)는 내화물로 제조되는 것이 바람직하다. 그리고, 제 1 바디(1211) 내부에는 상기 제 1 바디(1211)의 연장 방향으로 연장 형성되어, 용융 슬래그가 수용 또는 통과하는 수용 공간(1212) 및 수용 공간(1212)의 하측 끝단과 연통되도록 연장 형성되어 용융 슬래그(MS)를 외부로 토출하는 토출구(1213)가 마련되어 있다.
- [70] 또한, 제 1 바디(1211)에는 토출구(1213)에 비해 높게 위치하도록 수용 공간(1212)과 연결되어, 수용 공간(1212)으로 용융 슬래그(MS)를 공급하는 유입구(1217)가 마련된다. 유입구(1217)는 슬래그 공급 라인(2000)과 연결된다.
- [71] 수용 공간(1212)은 상술한 바와 같이 용융 슬래그(MS)를 일시 저장하거나, 토출구(1213)로 이동시키는 통로로서, 상하 방향으로 연장 형성된다. 그리고, 수용 공간(1212) 중 토출구(1213)와 인접한 하부 영역은 상기 토출구(1213)가 위치된 방향으로 갈수록 그 내경이 점차 좁아지는 형상인 것이 바람직하다. 이는 용융 슬래그(MS)가 토출구(1213)로 용이하게 이동되도록 하기 위함이다.
- [72] 토출구(1213)는 수용 공간(1212)으로부터 이동된 용융 슬래그(MS)를 외부로 배출시키는 수단으로서, 그 내경이 수용 공간(1212)의 내경에 비해 작도록 형성되는 것이 바람직하다. 그리고, 토출구(1213)는 수용 공간(1212)의 폭 방향 중심에 위치되도록 설치될 수 있다.
- [73] 또한, 토출구(1213)는 도 2에 도시된 바와 같이 수용 공간(1212)으로부터 하측으로 갈수록 내경이 좁아지다가 다시 넓어지는 형상인 것이 효과적이다. 이는 벤츄리 효과를 이용하여 용융 슬래그(MS)를 보다 고속으로 토출시키기 위함이다.
- [74] 상술한 바와 같이 제 1 노즐(1210)은 상하 방향으로 연장 형성되어 있고, 토출구(1213)에 비해 높은 위치에서 용융 슬래그(MS)가 유입되므로, 상기 용융 슬래그(MS)가 중력에 의해 하측으로 이동하여 토출구(1213)를 통해 토출된다.
- [75] 가열 수단(1230)은 도 2에 도시된 바와 같이, 제 1 노즐(1210)의 수용 공간을 구획하는 제 1 바디(1211) 내부에 매설된 발열체(1231) 및 발열체(1231)의 발열을 위한 전원을 인가하는 전원부(1232)를 포함할 수 있다. 이러한 가열 수단(1230)에 의하면, 전원부(1232)로부터 인가되는 전원에 의해 제 1 바디(1211) 내 발열체(1231)가 가열됨으로써, 수용 공간(1212) 내부에 수용된 용융 슬래그(MS)가 가열된다. 이에, 용융 슬래그(MS)의 온도 하락으로 인한 용융 슬래그(MS)의 점도 상승 및 이로 인한 토출구(1213)의 막힘을 방지할 수 있고, 용융 슬래그(MS)가 토출구(1213)로 용이하게 이동되어 토출되도록 할 수 있다.

- [76] 가열 수단(1230)은 상술한 발열체(1231) 및 전원부(1232)의 구성에 한정되지 않고, 제 1 노즐(1210) 내 용융 슬래그를 가열할 수 있는 다양한 수단 예컨대 버너(미도시)를 포함하는 수단일 수 있다. 버너는 제 1 노즐(1210)의 수용 공간과 연통되도록 설치될 수 있고, 연료 가스와 공기를 연소 반응시키고, 이 열에 의해 용융 슬래그를 가열할 수 있다.
- [77] 진동 수단(미도시)은 제 1 노즐(1210)의 수용 공간(1212)을 구획하는 제 1 바디(1211) 내부에 매설된 진동 부재 및 진동 부재의 진동을 위한 에너지 또는 신호를 진동 발생부를 포함한다. 여기서, 진동 발생부는 초음파 발생기 및 마이크로 웨이브 발생기 중 어느 하나일 수 있다.
- [78] 상술한 바와 같은 진동 수단이 동작하면, 제 1 노즐(1210) 내 용융 슬래그(MS)가 진동 또는 유동되고, 이에 따라 용융 슬래그로 인한 토출구의 막힘을 방지할 수 있다.
- [79] 제 2 노즐(1220)은 제 1 노즐(1210)로부터 토출된 용융 슬래그(MS)가 낙하 또는 이동하는 방향으로 냉각 가스(CG)를 분사하기 위한 분사 유로(1222)를 포함한다. 여기서, 냉각 가스(CG)는 에어(air), 질소 등과 같은 불활성 가스, CO₂, CH₄ 중 적어도 하나를 포함하는 가스일 수 있다. 냉각 가스(CG)는 용융 슬래그(MS)에 비해 낮은 온도이며, 예컨대 상온일 수 있다.
- [80] 도 1 및 도 2를 참조하면, 제 2 노즐(1220)은 제 1 노즐(1210)의 하측에 위치되는 바디(이하, 제 2 바디(1221)), 제 1 노즐(1210)의 토출구(1213)와 대향 위치하고, 제 1 노즐(1210)로부터 토출된 용융 슬래그(MS)가 통과하도록 제 2 바디(1221)에 마련된 통로(1224) 및 통로(1224)를 통과하도록 토출되는 용융 슬래그(MS)의 낙하 방향으로 냉각 가스(CG)가 분사되도록 제 2 바디(1221)의 내부에 마련된 분사 유로(1222)를 포함한다.
- [81] 제 2 바디(1221)는 제 1 노즐(1210)의 하측에 위치되며, 제 1 노즐(1210)의 토출구(1213)로부터 토출된 용융 슬래그(MS)가 통과할 수 있는 공간인 통로(1224)를 가지는 중공형의 형상일 수 있다. 따라서, 제 2 바디(1221)는 제 1 노즐(1210)로부터 토출되는 용융 슬래그(MS)의 스트림(stream)을 둘러 싸도록 배치된다.
- [82] 통로(1224)는 상측 및 하측이 개구된 형상이다. 그리고, 통로(1224)는 도 2에 도시된 바와 같이 하측으로 갈수록 그 내경이 점차 증가하는 형상인 것이 바람직하다. 물론, 통로(1224)의 형상은 이에 한정되지 않고 상하 방향으로 내경에 변화가 없는 형상일 수 있다.
- [83] 분사 유로(1222)는 토출된 용융 슬래그(MS)의 낙하 또는 이동 방향으로 냉각 가스(CG)를 분사하는 수단으로서, 제 2 바디(1221)의 내부에 마련되며, 통로(1224)와 연통된 관로 형태이다. 여기서, 분사 유로(1222)의 양 끝단 중, 연장 방향의 일단은 냉각 가스(CG)가 유입되는 유입구이고, 타단은 냉각 가스가 분사되는 분사구(1222b-1)이다.
- [84] 설명의 편의를 위하여 분사 유로(1222)의 일단을 유입구, 타단을

분사구(1222b-1)로 명명하였으나, 상기 유입구 및 분사구(1222b-1)는 분사 유로(1222)의 양 끝단에 해당하는 일체형의 구성이다.

- [85] 분사구(1222b-1)는 통로(1224) 또는 통로(1224) 하측을 향하도록 노출 형성될 수 있다. 즉, 도 2에 도시된 바와 같이, 통로(1224)의 주변벽인 제 2 바디(1221)의 내측면과 하부면 사이의 코너 부분으로 노출되도록 형성되거나, 제 2 바디(1221)의 하부면으로 노출되도록 형성될 수 있다. 이러한 경우, 제 2 바디(1221)의 하측 방향으로 냉각 가스(CG)가 분사되고, 제 2 바디(1221)의 하측에서 냉각 가스(CG)와 용융 슬래그(MS)가 만나, 용융 슬래그(MS)가 냉각 및 입상화된다.
- [86] 분사구(1222b-1)의 위치는 상술한 예에 한정되지 않고, 통로(1224)를 구획하는 또는 통로(1224)의 주변벽인 제 2 바디(1221)의 내측면으로 노출되도록 형성될 수 있다. 이러한 경우, 제 2 바디(1221)의 통로(1224) 내로 냉각 가스가 분사되며, 상기 통로(1224) 내부에서 냉각 가스(CG)와 용융 슬래그(MS)가 만나 냉각 및 입상화된다.
- [87] 분사 유로(1222)는 분사구(1222b-1)와 인접한 영역이 분사구(1222b-1)가 위치된 방향으로 갈수록 통로(1224)와 가까워지면서 하향 경사진 형상일 수 있다. 또한, 분사 유로(1222) 중 적어도 분사구(1222b-1)와 인접한 영역은 분사구(1222b-1)가 위치된 방향으로 갈수록 그 내경이 좁아지다가 다시 넓어지는 형상일 수 있다.
- [88] 보다 구체적으로, 분사 유로(1222)는 제 2 바디(1221)의 폭 방향 또는 수평 방향으로 연장 형성된 제 1 유로(1222a) 및 제 1 유로(1222a)로부터 연장 형성된 제 2 유로(1222b)를 포함한다.
- [89] 제 1 유로(1222a)는 경사 변화 없이 제 2 바디(1221)의 폭 방향으로 연장 형성되고, 내경이 일정한 형상이다. 제 2 유로(1222b)는 분사구(1222b-1)가 위치된 방향으로 갈수록 통로와 가까워지도록 하향 경사지면서, 내경이 점차 좁아지는 형상일 수 있다. 이는 벤츨리 효과를 이용하여 냉각 가스를 고압으로 분사시키기 위함이다.
- [90] 제 1 유로(1222a)의 연장 방향의 양 끝단 중 일단은 냉각 가스 공급 라인(3000)과 연결되어 냉각 가스(CG)가 내부로 유입되는 유입구이고, 타단은 제 2 유로(1222b)와 연통되는 개구이다. 그리고, 제 2 유로(1222b)의 연장 방향의 양 끝단 중 일단은 제 1 유로(1222a)의 타단과 연통된 개구이고, 타단은 냉각 가스(CG)가 통로(1224)를 향해 분사되는 분사구(1222b-1)이다. 이때, 분사구(1222b-1)와 인접한 제 2 유로(1222b)의 영역은 분사구(1222b-1)가 위치된 방향으로 갈수록 그 내경이 좁아지다가 넓어지는 형상일 수 있다.
- [91] 분사 유로(1222) 또는 제 2 유로(1222b)의 경사 각도는 분사구(1222b-1)로부터 분사된 냉각 가스가 제 1 노즐(1210)로부터 토출된 용융 슬래그(MS)가 낙하되는 방향으로 분사될 수 있도록 조절된다.
- [92] 상술한 예에서는 제 1 유로(1222a)가 경사 변화 없이 제 2 바디(1221)의 폭 방향으로 수평하게 형성되며, 내경이 일정한 것을 설명하였다. 하지만, 제 1

- 유로(1222a)가 제 2 유로(1222b)를 향해 하향 경사지게 형성될 수 있고, 제 2 유로(1222b) 방향으로 갈수록 내경이 좁아지는 형상일 수도 있다.
- [93] 상술한 바와 같은 분사 유로(1222)는 토출구(1213)의 둘레 방향으로 연장되도록 형성될 수 있다. 즉, 분사 유로(1222)는 토출구(1213)를 둘러싸는 링(ring) 형태로 마련될 수 있다. 또한 다른 예로 분사 유로(1222)는 복수개로 마련되어 토출구(1213)의 둘레 방향으로 나열되도록 마련될 수 있다.
- [94] 그리고, 제 2 노즐(1220)로 공급되어 용융 슬래그를 냉각시킨 냉각 가스 중 적어도 일부는 고로의 열풍로로 공급되어 열풍 제조 시에 사용될 수 있다.
- [95] 용기(1100)는 내부에 노즐부(1200) 전체가 수용될 수 있도록 하는 내부 공간을 가진다. 다른 말로 하면, 노즐부(1200)는 그 전체가 용기(1100) 내부에 위치되도록 설치된다. 또한, 용기(1100)의 상하 방향의 길이는 노즐부(1200)에 비해 길도록 형성되며, 용기(1100) 내부에서 노즐부(1200)의 하측 공간은 입상화된 슬래그(GS)가 수집 또는 저장되는 공간으로, 하단에는 입상화된 슬래그(GS)가 배출되는 배출구가 마련될 수 있다.
- [96] 이때, 용기(1100)의 내부 공간 중 노즐부(1200)의 하측 영역은 하단에 마련된 배출구 방향으로 갈수록 그 내경이 좁아지는 형상인 것이 바람직하다. 이는 입상화된 슬래그(GS)가 배출구 방향으로 이동 및 배출이 용이하도록 하기 위함이다.
- [97] 상기에서는 용기(1100)의 상하 방향 길이가 노즐부(1200)에 비해 길도록 형성되어, 용기(1100) 내부에 노즐부(1200) 전체가 수용되는 것을 설명하였다.
- [98] 하지만, 이에 한정되지 않고, 용기(1100)는 노즐부(1200)로부터 토출된 용융 슬래그(MS) 및 냉각 가스(CG)와, 입상화된 슬래그(GS)가 수용될 수 있도록 상기 노즐부(1200)의 일부가 수용될 수 있는 크기로 마련될 수도 있다.
- [99] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 슬래그 처리 장치(1000)에 의하면, 제 1 노즐(1210)을 통해 하측으로 용융 슬래그(MS)를 토출하고, 제 2 노즐(1220)을 이용하여 토출된 용융 슬래그(MS)가 낙하되는 방향으로 냉각 가스(CG)를 분사한다. 이에, 제 1 노즐(1210)로부터 토출된 액상 상태의 용융 슬래그(MS)는 분사되는 냉각 가스(CG)에 의해 급냉 및 분쇄되면서 구형에 가까운 고상 상태의 미립자 형태로 입상화된다.
- [100] 이때, 슬래그 내 산화칼슘(CaO)이 자유 산화칼슘(Free CaO)으로 석출되는 것을 방지하기 위해서는 미립화되는 또는 입상화된 슬래그(GS)의 온도가 1100°C 이하, 보다 구체적으로는 600°C 이상, 1100°C 이하가 되도록 한다. 보다 바람직하게는 1000°C 내지 1100°C가 되도록 한다. 또한, 입상화된 슬래그(GS)의 입경이 5mm 이하가 되도록 하는 것이 바람직하다. 상술한 바와 같은 입상화된 슬래그의 온도 및 입경은 냉각 가스(CG)의 종류 및 분사 유량 등을 조절하여 제어할 수 있다.
- [101] 이렇게, 실시예에서는 용융 슬래그(MS)에 냉각 가스(CG)를 분사하여 1100°C 이하로 급냉시킴으로써, 자유 산화칼슘(Free CaO) 석출물의 생성을 억제 또는

방지할 수 있다. 이로 인해, 입상화된 슬래그(GS)를 재활용할 때, 수화 반응으로 인한 팽창을 억제 또는 방지할 수 있다.

- [102] 그리고, 실시예에 따른 슬래그 처리 장치(1000)에 의하면, 제 2 노즐(1220)을 이용하여 제 1 노즐(1210)로부터 토출된 용융 슬래그(MS)가 낙하되는 또는 흐르는 방향으로 냉각 가스(CG)를 분사한다. 즉, 낙하되는 용융 슬래그(MS)의 하측에서 상측으로 냉각 가스(CG)를 분사하거나, 낙하되는 용융 슬래그(MS)의 주변 영역까지 방사형 또는 넓게 분사하지 않고, 용융 슬래그(MS)의 낙하 방향으로 냉각 가스(CG)를 분사하고, 국부적 또는 집중적으로 분사한다. 이에, 용융 슬래그(MS)를 입상화하기 위한 냉각 가스(CG)의 소모량을 줄일 수 있고, 슬래그의 비산을 방지할 수 있다.
- [103] 또한, 실시예에서는 슬래그의 열을 이용하여 제철 조업에서 발생된 CO₂ 함유 가스 즉, 처리 가스를 다른 물질로 전환시킨다. 이를 다른 말로 하면, 슬래그의 열을 회수하여 처리 가스의 개질 반응에 필요한 열원으로 사용한다.
- [104] 이를 위해서는 슬래그로부터의 열 회수가 용이해야 하는데, 실시예에서는 열 전도도가 낮은 용융 슬래그를 입상화시켜 표면적을 증가시킴으로써, 슬래그로부터의 열 방출을 용이하게 한다.
- [105] 슬래그의 입경은 5mm 이하로 하는 것이 효과적이며, 이는 슬래그의 입경이 클수록 입자의 표면과 중심 간의 온도 편차가 증가하고, 이에 따라 열 전도도가 저하되기 때문이다.
- [106] 그리고, 슬래그 처리 장치(1000)에서 용융 슬래그(MS)를 냉각시키는데 있어서, 상술한 바와 같이 입상화된 슬래그(GS)의 온도가 600°C 이상, 1100°C 이하가 되도록 한다. 여기서, 1100°C 이하가 되도록 하는 것은 상술한 바와 같이 자유 산화칼슘(free CaO)의 석출을 방지하기 위함이고, 600°C 이상으로 하는 것은 처리 가스와 반응 가스 간의 용이한 반응성을 확보하기 위함이다. 즉, 처리 가스 중 CO₂와 반응 가스 중 CH₄가 용이하게 반응하기 위해서는 600°C 이상의 온도가 필요하기 때문이다. 보다 바람직하게는 1000°C 이상일 때, 처리 가스 중 CO₂와 반응 가스 중 CH₄의 반응율이 크게 향상되므로, 슬래그 처리 장치(1000)에서 입상화된 슬래그(GS)의 온도가 1000°C 내지 1100°C가 되도록 조절하는 것이 바람직하다. 이는 냉각 가스(CG)의 종류 및 분사 유량 등을 조절하여 제어할 수 있다.
- [107] 반응 장치(5100)는 처리 가스 즉, 제철 조업에서 발생된 CO₂ 함유 가스를 다른 물질로 전환 또는 개질시키는 장치로서, 실시예에서는 슬래그 처리 장치(1000)로부터 제공된 슬래그의 열을 이용하여 반응 장치(5100) 내부를 CO₂의 반응 온도로 조성한다.
- [108] 실시예에 따른 반응 장치(5100)는 입상화된 슬래그(GS)가 수용되는 내부 공간을 가지는 통형상일 수 있다. 그리고, 반응 장치(5100)는 처리 가스 공급 라인(6000) 및 생성 가스 배출 라인(7000)과 각기 연결된다.
- [109] 처리 가스는 제철 조업에서 발생된 가스로서, CO₂를 포함하는 가스이다.

그리고, 반응 가스는 CH_4 를 함유하는 가스로서, 예컨대 LNG(Liquid Natural Gas) 및 COG(COKE OVEN GAS) 중 적어도 하나를 사용할 수 있다.

- [110] 반응 장치(5100) 내로 입상화된 슬래그(GS)가 장입되면, 상기 슬래그로부터 배출된 열에 의해 반응 장치(5100) 내부의 온도가 CO_2 와 CH_4 가 반응할 수 있는 온도로 가열된다. 즉, 입상화된 슬래그(GS)의 열이 반응 장치 내부로 방출된다. 이때, 반응 장치(5100) 내부의 온도는 입상화된 슬래그(GS)로 인해 600°C 내지 1100°C , 바람직하게는 1000°C 내지 1100°C 일 수 있다. 그리고, 반응 장치(5100) 내부로 처리 가스인 CO_2 함유 가스와 반응 가스인 CH_4 함유 가스가 공급되면, 반응식 1과 같은 흡열 반응에 의해 CO와 H_2 로 전환 또는 개질된다.
- [111] 반응식 1) $\text{CO}_2 + \text{CH}_4 = 2\text{CO} + 2\text{H}_2$ (Methane Dry Reforming)
- [112] 반응 장치(5100)에는 상술한 바와 같이 처리 가스의 개질을 위한 열원을 제공하는 슬래그가 장입되고, 여기에 상기 처리 가스 및 반응 가스가 공급된다. 이때, 처리 가스와 반응 가스의 반응 효율을 향상시키기 위해서는 반응 장치(5100) 내부에서의 처리 가스와 반응 가스의 체류 시간을 증가시키는 것이 유리하다.
- [113] 이에, 반응 장치(5100) 내에 입상화된 슬래그(GS)가 수용되는데 있어서, 입상화된 슬래그(GS)가 유동되지 않도록, 다른 말로 하면, 충전층(packed bed) 형태로 수용시킨다. 이를 또 다른 말로 하면, 반응 장치(5100)는 충전층(packed bed) 타입일 수 있다.
- [114] 이렇게 반응 장치(5100)가 충전층(packed bed) 타입인 경우, 공급된 처리 가스와 반응 가스가 다수의 슬래그 입자들의 사이를 통과하도록 이동되어야 하므로, 그 경로가 복잡하고 길어, 처리 가스와 반응 가스 간의 반응 시간 및 반응율을 향상시킬 수 있다.
- [115] 반응 장치(5100)에서 CO_2 의 개질시키기 위한 열원으로 사용된 입상화된 슬래그(GS)는 상기 반응 장치(5100)로부터 배출된다. 그리고 이는 소결용 원료나 기타 부원료로 활용되거나, 시멘트 원료, 매립제, 탈린제 등으로 재활용된다.
- [116] 반응 장치(5100)에서 생성된 생성 가스는 생성 가스 배출 라인(7000)을 통해 배출될 수 있다.
- [117] 하지만, 이에 한정되지 않고, 생성 가스는 생성 가스 배출 라인(7000)을 통해 제 1 열교환기(8000a)로 공급되어 스팀(steam)을 생성하는데 활용될 수 있다.
- [118] 상술한 노즐부(1200)의 형상 또는 구성은 도 1 및 도 2에 도시된 제 1 실시예에 한정되지 않고, 다양하게 변경 가능하다.
- [119] 이하, 제 1 실시예의 변형예들에 따른 노즐부에 대해 설명한다.
- [120] 도 3은 제 1 실시예의 제 1 변형예에 따른 노즐부의 일부를 확대 도시한 도면이다.
- [121] 예컨대, 도 3에 도시된 제 1 실시예의 제 1 변형예와 같이 제 1 노즐(1210)은 제 1 바디(1211)의 하부에 연결된 연장 부재(1214)를 더 포함할 수 있다. 즉, 제 1 변형예에 따른 제 1 노즐(1210)은 제 1 바디(1211) 및 제 1 바디(1211)로부터

하측으로 연장 형성된 연장 부재(1214)를 포함한다.

- [122] 제 1 바디(1211)의 내부에는 용융 슬래그(MS)가 이동하는 수용 공간(1212) 및 수용 공간(1212)으로부터 하측 방향으로 연장 형성되며, 수용 공간(1212)에 비해 내경이 작은 토출구(이하, 제 1 토출구(1213))가 마련되어 있다. 이때, 제 1 토출구(1213)는 용융 슬래그(MS)를 연장 부재(1214) 내부로 토출하는 수단으로서, 연장 부재(1214)가 위치된 방향으로 갈수록 그 내경이 점차 감소하는 형상일 수 있다.
- [123] 그리고, 연장 부재(1214)의 내부에는 제 1 토출구(1213)와 연통되도록 하측 방향으로 연장 형성된 연장 유로(1215)가 마련되어 있다. 즉, 연장 유로(1215)의 일단은 제 1 토출구(1213)와 연통되고, 타단은 용융 슬래그(MS)가 최종적으로 토출되는 토출구(이하, 제 2 토출구(1215-1))이다.
- [124] 연장 부재(1214)의 상하 방향의 연장 길이는 제 1 바디(1211)에 비해 짧으며, 이후 설명되는 제 2 노즐(1220)의 상하 방향 길이와 동일하거나, 유사할 수 있다.
- [125] 그리고, 연장 유로(1215)는 제 1 토출구(1213)로부터 하측 방향으로 갈수록 내경이 좁아지다가, 하측으로 더 갈수록 다시 내경이 넓어지는 형상일 수 있다. 이때, 하측으로 갈수록 다시 내경이 넓어지는 영역의 길이는 그 상측 영역인 제 1 토출구(1213)로부터 하측 방향으로 갈수록 내경이 좁아지는 영역의 길이에 비해 짧을 수 있다.
- [126] 상술한 제 1 실시예에 따른 제 2 노즐(1220)에서 제 1 유로(1222a)는 제 2 바디(1221)의 폭 방향으로 수평하게 형성되며, 내경에 변화가 없고, 제 2 유로(1222b)는 분사구(1222b-1)가 위치된 방향으로 갈수록 통로와 가까워지도록 하향 경사진 형상이다. 하지만, 이에 한정되지 않고, 제 1 유로(1222a) 및 제 2 유로(1222b) 모두 경사 및 내경이 가변되도록 마련될 수 있다.
- [127] 즉, 도 3에 도시된 제 1 실시예의 제 1 변형예와 같이, 분사 유로(1222)는 냉각 가스가 유입되는 유입구로부터 분사구(1222b-1)가 위치된 방향으로 상향 경사진 형상의 제 1 유로(1222a) 및 제 1 유로(1222a)로부터 분사구(1222b-1)가 위치된 방향으로 하향 경사진 제 2 유로(1222b)를 포함한다.
- [128] 이때, 제 2 바디(1221) 내부에서 제 1 유로(1222a)의 주변벽 중 상부벽은 경사 또는 높이 변화가 없는 형상이고, 하부벽은 제 2 유로(1222b)가 위치된 방향으로 상향 경사진 형상일 수 있다. 이러한 하부벽의 경사에 의해, 제 1 유로(1222a)는 제 2 유로(1222b)가 위치된 방향으로 갈수록 그 내경이 좁아지면서 상향 경사진 형상이 된다. 또한, 하부벽이 제 2 유로(1222b) 방향으로 상향 경사지는데 있어서, 상기 하부벽은 상부벽 방향으로 볼록한 곡면 또는 곡률을 가지는 형상일 수 있다.
- [129] 물론, 제 1 유로(1222a)의 주변벽 중 하부벽이 경사 또는 높이 변화가 없는 형상이고, 상부벽이 제 2 유로(1222b)가 위치된 방향으로 하향 경사진 형상일 수 있다.
- [130] 제 2 유로(1222b)는 상술한 바와 같이 분사구(1222b-1)가 위치된 방향으로 하향

경사지면서, 분사구(1222b-1)와 가까워질수록 내경이 좁아지는 형상일 수 있다. 이때, 분사구(1222b-1)와 인접한 제 2 유로(1222b)의 영역은 분사구(1222b-1)가 위치된 방향으로 갈수록 내경이 좁아지다가 다시 넓어지는 형상일 수 있다.

[131] 도 4는 제 1 실시예의 제 2 변형예에 따른 노즐부를 도시한 도면이다.

[132] 상술한 제 1 실시예 및 제 1 변형예에 따른 노즐부(1200)는 제 2 노즐(1220)이 제 1 노즐(1210)의 하측에 위치되는 것을 설명하였다.

[133] 하지만, 노즐부(1200)는 상술한 예들에 한정되지 않고, 토출되어 하측으로 흐르는 용융 슬래그(MS)를 향해 냉각 가스(CG)를 분사할 수 있는 다양한 형태로 변경 가능하다.

[134] 예컨대, 도 4에 도시된 제 1 실시예의 제 2 변형예와 같이, 제 1 노즐(1210)의 제 1 바디(1211)는 상하 방향으로 연장 형성되며, 상기 제 1 바디(1211) 내부에는 상하 방향으로 연장 형성된 수용 공간(1212)이 마련된다.

[135] 제 2 노즐(1220)의 제 2 바디(1221)는 제 1 바디(1211)의 연장 방향으로 연장 형성되어, 제 1 바디(1211)의 외측면을 둘러 싸도록 설치된다. 그리고, 제 2 바디(1221)는 그 하측 끝단이 제 1 바디(1211)에 비해 하측으로 더 돌출되도록 연장 형성된다. 이때, 돌출된 영역 내부는 빈 공간으로서, 토출구(1213)의 하측에 대응 위치되며, 상기 빈 공간이 토출된 용융 슬래그가 통과하는 통로(1224)이다.

[136] 제 2 바디(1221) 중 적어도 제 1 바디(1211)의 하측으로 돌출된 영역은 하측으로 갈수록 토출구(1213)의 폭 방향 중심과 가까워지도록 연장 형성된다. 이에, 토출구(1213)의 하측에 마련된 통로(1224)는 하측으로 갈수록 그 내경이 좁아지는 형상이다.

[137] 분사 유로(1222)는 상술한 바와 같이 제 2 바디(1221)의 연장 방향으로 연장 형성되므로, 분사 유로(1222) 중 제 1 바디(1211)의 하측으로 연장된 영역은 하측으로 갈수록 토출구(1213)의 폭 방향 중심과 가까워지는 형상이다.

[138] 보다 구체적으로, 분사 유로(1222)는 제 2 바디(1221) 내부에서 상하 방향으로 연장 형성된 제 1 유로(1222a) 및 제 1 바디(1211)의 하측으로 돌출되도록 제 1 유로(1222a)로부터 하측으로 연장 형성된 제 2 유로(1222b)를 포함한다. 여기서 제 2 유로(1222b)는 하측으로 갈수록 토출구(1213)의 폭 방향 중심과 가까워지도록 연장 형성된다.

[139] 그리고, 제 2 유로(1222b) 중 분사구(1222b-1)와 인접한 영역은 상기 분사구(1222b-1)가 위치된 방향으로 갈수록 내경이 좁아지다가 다시 넓어지는 형상일 수 있다.

[140] 도 5는 제 1 실시예의 제 3 변형예에 따른 반응 장치를 도시한 도면이다.

[141] 상기에서는 반응 장치(5100) 내에 입상화된 슬래그가 충전층(packed bed) 타입으로 수용되도록 하는 것을 설명하였다.

[142] 하지만, 이에 한정되지 않고, 반응 장치(5100)를 유동로 타입으로 변경 가능하다.

[143] 즉, 도 5에 도시된 제 1 실시예의 제 3 변형예와 같이, 반응 장치(5100) 내부에

반응 장치의 폭 방향으로 연장 형성되며, 복수의 홀을 가지는 분산판(5200)을 설치하고, 분산판(5200) 상측에 입상화된 슬래그(GS)가 위치하도록 장입시키고, 분산판(5200)의 하측에서 처리 가스 및 반응 가스를 공급한다. 이러한 경우, 분산판(5200) 하측에서 공급된 처리 가스 및 반응 가스가 복수의 홀을 통과하여 상측으로 올라가고, 이때 분산판 상측의 슬래그가 처리 가스 및 반응 가스에 의해 유동된다.

- [144] 이러한 유동로 타입의 반응 장치(5100)를 적용하게 되면, 고온의 슬래그가 반응 장치 내벽에 부분적으로 용착되는 것을 방지할 수 있다.
- [145] 이하, 도 1 및 도 2와 도 6을 참조하여, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 슬래그 처리 설비의 동작 및 슬래그 처리 방법을 설명한다.
- [146] 도 6은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 슬래그 처리 설비 및 슬래그 처리 과정을 개념적으로 블록화하여 도시한 도면이다.
- [147] 먼저, 제철 조업 중 발생된 용융 슬래그(MS)를 준비하고, 이를 슬래그 공급 라인(2000)으로 공급한다. 슬래그 공급 라인(2000)으로 공급된 용융 슬래그(MS)는 슬래그 처리 장치(1000)의 제 1 노즐(1210)의 수용 공간으로 공급된 후, 토출구(1213)를 통해 외부로 토출된다. 이때, 용융 슬래그(MS)는 토출구(1213)의 하측에 대응 위치한 제 2 바디(1221)의 통로(1224)를 통과하도록 토출된다.
- [148] 이렇게 제 1 노즐(1210)의 토출구(1213)를 통해 용융 슬래그(MS)가 토출될 때, 토출되는 용융 슬래그(MS)를 향해 냉각 가스(CG) 예컨대 에어(air)를 분사하여, 상기 용융 슬래그(MS)를 급냉 및 입상화시킨다. 즉, 냉각 가스 공급 라인(3000)으로 냉각 가스(CG)를 공급하면, 냉각 가스(CG)가 제 2 노즐(1220)의 분사 유로(1222)를 따라 이동된 후, 용융 슬래그(MS)를 향해 분사된다.
- [149] 이렇게 제 2 노즐(1220)을 통해 분사되는 냉각 가스에 의해 용융 슬래그가 급냉되며, 다수의 입자 형태로 입상화된다. 이때, 냉각 가스(CG)의 유량 및 분사압 중 적어도 하나를 조절하여, 입상화된 슬래그의 온도가 600°C 내지 1100°C, 보다 바람직하게는 1000°C 내지 1100°C가 되도록 한다.
- [150] 입상화된 슬래그(GS)는 용기(1100) 내 하측으로 낙하된 후, 반응 장치(5100)로 이송된다. 이때, 입상화된 슬래그(GS)는 600°C 내지 1100°C이기 때문에, 반응 장치(5100) 내부의 온도가 슬래그에 의해 상승한다. 입상화된 슬래그(GS)가 장입되면, 반응 장치(5100) 내부로 CO₂를 함유하는 가스인 처리 가스 및 CH₄를 함유하는 가스인 반응 가스를 공급한다.
- [151] 이때, 입상화된 슬래그의 열에 의해 반응 장치(5100) 내부의 온도가 600°C 내지 1100°C이기 때문에, 반응 장치(5100) 내로 공급된 처리 가스의 CO₂와 반응 가스의 CH₄가 상호 반응되어, CO 및 H₂가 생성된다(반응식 1). 즉, 반응 장치(5100) 내부에서 CO₂ 함유 가스의 개질 반응이 일어나는데, 이때 슬래그로부터 방출되는 열을 이용한다.
- [152] 반응 장치(5100) 내에서 생성된 CO 및 H₂를 포함하는 생성 가스는 생성 가스

배출 라인(7000)을 통해 외부로 배출된다.

- [153] 그리고, CO₂ 개질이 종료된 후, 반응 장치(5100)로부터 배출된 슬래그는 소결용 원료나 기타 부원료로 활용되거나, 시멘트 원료, 매립제, 탈린제 등으로 재활용된다.
- [154] 이와 같이, 실시예에 따른 슬래그 처리 설비에 의하면, 용융 슬래그(MS)에 냉각 가스(CG)를 분사하여 상기 용융 슬래그를 빠르게 급냉시키면서 입상화시킨다. 이에, 자유 산화칼슘(Free CaO) 석출물 생성을 억제 또는 방지할 수 있다.
- [155] 또한, 냉각 가스(CG)를 용융 슬래그가 낙하되는 방향을 따라 분사시킴에 따라, 냉각 가스(CG)의 소모량을 줄일 수 있고, 슬래그의 비산을 억제 또는 방지할 수 있다.
- [156] 그리고, 슬래그의 열을 회수하여 처리 가스의 개질 반응에 필요한 열원으로서 사용함으로써, 제철 조업 전체에 있어 에너지 효율을 향상시키는 효과가 있다.
- [157] 도 7은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 슬래그 처리 설비를 개념적으로 도시한 도면이다.
- [158] 상술한 제 1 실시예에서는 반응 장치(5100)로부터 배출된 생성 가스가 그대로 배출되거나, 제 1 열교환기(8000a)로 공급되어 스팀(steam)을 생성하는데 활용되는 것을 설명하였다.
- [159] 하지만, 이에 한정되지 않고, 반응 장치(5100)로부터 배출된 생성 가스는 반응 장치(5100)로 공급되는 처리 가스 및 반응 가스를 승온시키는데 활용될 수 있다.
- [160] 즉, 제 2 실시예에 따른 슬래그 처리 설비는 도 7에 도시된 바와 같이, 반응 장치(5100)로부터 배출된 생성 가스를 처리 가스 및 반응 가스와 열교환시켜 이들 가스의 온도를 승온시키는 열교환기(이하, 제 2 열교환기(8000b)) 및 생성 가스 배출 라인(7000)과 제 2 열교환기(8000b)를 연결하여 상기 제 2 열교환기(8000b)로 생성 가스를 공급하는 생성 가스 회수 라인(9000)을 포함한다.
- [161] 이에 따라, 반응 장치(5100)로부터 배출된 생성 가스를 그대로 배출하지 않고, 반응 장치(5100)로 공급될 처리 가스 및 반응 가스를 승온시키는데 재활용될 수도 있다.
- [162] 도 8은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 슬래그 처리 설비를 개념적으로 도시한 도면이다.
- [163] 상술한 제 1 실시예 및 제 2 실시예에 따른 슬래그 처리 설비는 슬래그 처리 장치(1000) 및 반응 장치(5100)를 포함한다. 즉, 슬래그 처리 장치(1000)에서 마련된 입상화 슬래그(GS)를 반응 장치(5100)로 보내, 반응 장치(5100)에서 슬래그의 현열을 이용하여 처리 가스를 개질시켰다. 다른 말로 하면, 슬래그를 입상화시키는 장치와 처리 가스를 개질하는 장치가 별개의 장치이다.
- [164] 하지만, 슬래그 처리 장치(1000)로 공급되는 냉각 가스(CG)로서 CO₂ 함유 가스 및 CH₄ 함유 가스를 이용하는 경우, 도 8에 도시된 제 3 실시예와 같이, 반응 장치(5100)가 생략될 수 있다. 즉, 슬래그 처리 장치(1000)에서 용융 슬래그의

입상화 및 처리 가스의 개질을 실시할 수 있다. 다른 말로 하면, 슬래그를 입상화 및 처리 가스의 개질이 동일 장치에서 이루어진다.

- [165] 이하, 도 8을 참조하여, 본 발명의 제 3 실시예에 따른 슬래그 처리 설비에 대해 보다 구체적으로 설명한다. 이때, 상술한 제 1 실시예 및 제 2 실시예와 중복되는 내용은 생략하거나 간략히 설명한다.
- [166] 슬래그 처리 설비는, 용융 슬래그(MS)가 토출되는 토출구(1213) 및 상기 토출구(1213)와 분리 위치되어 토출된 용융 슬래그가 낙하되는 방향으로 냉각 가스를 분사하는 분사 유로(1222)를 가지는 노즐부(1200)가 구비된 슬래그 처리 장치(1000)를 포함한다.
- [167] 슬래그 처리 설비는 노즐부(1200)로 용융 슬래그(MS)를 공급하는 슬래그 공급 라인(2000), 냉각 가스(CG)를 공급하는 냉각 가스 공급 라인(3000) 및 슬래그 처리 장치(1000)에서 생성된 가스를 배출하는 생성 가스 배출 라인(7000)을 포함한다.
- [168] 또한, 슬래그 처리 장치(1000)로부터 배출된 생성 가스를 이용하여 상기 슬래그 처리(1000)로 공급될 냉각 가스(CG)를 가열하는 제 2 열교환기(8000b), 생성 가스 배출 라인(7000)과 제 2 열교환기(8000b)를 연결하도록 설치되어 제 2 열교환기(8000b)로 생성 가스를 공급하는 생성 가스 회수 라인(9000) 및 제 2 열교환기(8000b)로 처리 가스 및 반응 가스를 공급하는 처리 가스 공급 라인(6000)을 포함할 수 있다.
- [169] 슬래그 공급 라인(2000)은 제 1 노즐(1210)의 수용 공간과 연결되도록 설치되어, 상기 수용 공간(1212)으로 용융 슬래그(MS)를 공급한다.
- [170] 냉각 가스 공급 라인(3000)은 제 2 노즐(1220)의 분사 유로(1222)와 연결되어, 상기 분사 유로(1222)로 냉각 가스를 공급한다. 이때, 제 2 노즐(1220)로 공급되는 냉각 가스(CG)는 CO₂ 함유 가스 및 CH₄ 함유 가스를 포함한다. CO₂ 함유 가스는 제철 조업에서 부생된 가스일 수 있고, CH₄ 함유 가스는 LNG(Liquid Natural Gas) 및 COG(COKE OVEN GAS) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [171] 도 9는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 슬래그 처리 설비 및 슬래그 처리 과정을 개념적으로 블록화하여 도시한 도면이다.
- [172] 이하, 도 8 및 9를 참조하여, 본 발명의 제 3 실시예에 따른 슬래그 처리 설비의 동작 및 슬래그 처리 방법을 설명한다. 이때, 제 1 실시예 및 제 2 실시예에 따른 슬래그 처리 설비의 동작 및 슬래그 처리 방법과 중복되는 설명은 생략하거나 간략히 설명한다.
- [173] 먼저, 제철 조업 중 발생된 용융 슬래그(MS)를 준비하고, 이를 슬래그 공급 라인(2000)을 통해 제 1 노즐(1210)의 수용 공간(1212)으로 공급한다. 제 1 노즐(1210)의 수용 공간으로 공급된 용융 슬래그(MS)는 중력에 의해 하측으로 이동하여 토출구(1213)를 통해 외부로 토출되며, 토출된 용융 슬래그(MS)는 제 2 바디(1221)의 통로(1224)를 통과하도록 낙하된다.
- [174] 이렇게 제 1 노즐(1210)의 토출구(1213)를 통해 용융 슬래그가 토출될 때,

토출되는 용융 슬래그(MS)를 향해 냉각 가스(CG)를 분사하여, 상기 용융 슬래그(MS)를 급냉 및 입상화시킨다. 이때 입상화된 슬래그(GS)의 온도가 600°C 내지 1100°C, 보다 바람직하게는 1000°C 내지 1100°C가 되도록 한다. 이렇게 용융 슬래그(MS)가 냉각 가스(CG)에 의해 급냉됨에 따라, 자유 생석회(free CaO)의 석출을 억제 또는 방지할 수 있다.

- [175] 한편, 상술한 바와 같이 제 2 노즐(1220)을 통해 용융 슬래그(MS)로 분사된 냉각 가스(CG)는 개질하고자 하는 처리 가스인 CO₂ 함유 gas와 반응 가스인 CH₄ 함유 gas를 포함한다. 그리고 슬래그의 온도는 600°C 이상이기 때문에, 슬래그 처리 장치(1000)의 용기(1100) 내부는 CO₂와 CH₄ 간의 반응이 용이한 온도로 조성된다.
- [176] 이에, 제 2 노즐(1220)을 통해 분사된 냉각 가스(CG) 중 CO₂ 및 CH₄는 슬래그로부터 방출된 열에 의해 개질 반응하며, 반응에 의해 CO 및 H₂가 생성된다(반응식 1).
- [177] 이때, 생성 가스는 생성 가스 배출 라인(7000)을 통과하여 제 2 열교환기(8000b)로 공급될 수 있으며, 제 2 열교환기(8000b)에서는 생성 가스와의 열 교환을 통해 제 2 노즐(1220)로 공급될 냉각 가스 즉, CO₂ 함유 gas와 CH₄ 함유 gas를 가열할 수 있다. 이를 위해, 제 2 열교환기(8000b)에는 처리 가스 공급 라인(6000) 및 생성 가스 회수 라인(9000)이 연결될 수 있다.
- [178] 제 2 열교환기(8000b)에서 CO₂ 함유 gas와 CH₄ 함유 gas를 포함하는 냉각 가스(CG)를 가열하여 제 2 노즐(1220)로 공급하는 것은, 용융 슬래그(MS)를 향해 공급된 냉각 가스(CG) 중 CO₂와 CH₄ 간의 반응이 용이하도록 하기 위함이다.
- [179] 즉, 용융 슬래그의 입상화를 위해 공급되는 냉각 가스는 상기 용융 슬래그의 온도에 비해 낮으면, 용융 슬래그를 냉각시킬 수 있다. 그러나 이때, 생성 가스를 이용하여 처리 가스 및 반응 가스를 미리 가열하면, 슬래그 처리 장치에서 처리 gas와 반응 gas 간의 반응이 더 용이해 질 수 있다.
- [180] 이에, 제 2 열교환기(8000b)에서 냉각 가스를 가열하여 공급하는 경우, 슬래그 처리 장치(1000)로 공급된 냉각 gas가 CO₂와 CH₄ 간의 반응을 위한 온도로 보다 용이하게 도달될 수 있다.
- [181] 물론, 슬래그 처리 장치(1000)로 공급된 냉각 gas는 용융 슬래그의 열로 인해 CO₂와 CH₄ 간의 반응을 위한 온도에 도달할 수 있으며, 이에, 제 2 열교환기(8000b)는 생략될 수 있다.
- [182] 이와 같이 제 3 실시예에서는 슬래그 처리 장치(1000)에서 재활용이 용이하도록 용융 슬래그를 급냉시킬 수 있고, 제철 조업에서 발생된 CO₂ 함유 gas를 반응 장치(5100) 없이 개질시킬 수 있다. 즉, 제 3 실시예에 따른 슬래그 처리 설비는 제 1 실시예 및 제 2 실시예에 비해 설비 구성이 간단한 장점이 있다.
- [183] 또한, 처리 가스 및 반응 가스를 포함하는 냉각 가스(CG)를 공급하는 경우, 상술한 제 3 실시예와 같이 반응 장치가 생략되지 않고, 도 1에 도시된 제 1 실시예와 같이 반응 장치(5000)를 구비할 수 있다.

- [184] 이러한 경우, 슬래그 처리 장치(1000) 및 반응 장치(5100) 모두에서 슬래그의 열을 회수하여 처리 가스를 개질시킬 수 있다. 즉, 슬래그 처리 장치(1000)에서 제 1 개질 반응이 일어나고, 반응 장치(5100)에서 제 1 개질 반응에 사용된 입상화된 슬래그로부터 방출된 열을 이용한 제 2 개질 반응이 일어날 수 있다. 이에, 슬래그의 열 회수율이 보다 향상되는 효과가 있다.
- [185] 앞에서 설명한 실시예들 및 변형예들은 상술한 예들에 한정되지 않고, 실시예들과 변형예들이 상호 조합되도록 구성될 수 있다.
- [186] 본 발명의 실시예들에 따른 슬래그 처리 설비의 슬래그 처리 장치(1000)에 의하면, 제 1 노즐(1210)을 통해 하측으로 용융 슬래그(MS)를 토출하고, 제 2 노즐(1220)을 이용하여 토출된 용융 슬래그가 낙하되는 방향으로 냉각 가스를 분사한다. 이에, 제 1 노즐(1210)로부터 토출된 액상 상태의 용융 슬래그(MS)는 분사되는 냉각 가스(CG)에 의해 급냉 및 분쇄되면서 구형에 가까운 고상 상태의 미립자 형태로 입상화된다. 이로 인해, 슬래그가 1100°C 이하로 급냉됨에 따라 서냉으로 인한 자유 산화칼슘(Free CaO) 석출물 생성을 억제 또는 방지할 수 있다. 따라서, 미립화된 슬래그의 재활용 시에 수화 반응으로 인한 팽창을 억제 또는 방지할 수 있다.
- [187] 그리고, 실시예들에 따른 노즐부(1200)를 통해 방사형으로 분사하지 않고, 토출되어 흐르는 용융 슬래그(MS)를 향해 국소 부위에 또는 용융 슬래그와 근접한 위치에서 냉각 가스를 분사한다. 이에 냉각 가스의 소모량을 줄일 수 있고, 슬래그의 비산을 억제 또는 방지할 수 있다.
- [188] 또한, 슬래그의 열을 회수하여 처리 가스의 개질 반응에 필요한 열원으로서 사용한다. 이렇게 슬래그의 용융에 사용된 에너지를 회수 또는 재활용 할 수 있어, 제철 조업 전체에 있어 에너지 효율을 향상시키는 효과가 있다.

산업상 이용가능성

- [189] 본 발명의 실시예들에 따른 슬래그 처리 설비에 의하면, 제 1 노즐을 통해 하측으로 용융 슬래그를 토출하고, 제 2 노즐을 통해 토출된 용융 슬래그를 향해 냉각 가스를 분사한다. 이에, 제 1 노즐로부터 토출된 액상 상태의 용융 슬래그는 분사되는 냉각 가스에 의해 급냉 및 분쇄되면서 구형에 가까운 고상 상태의 미립자 형태로 입상화된다. 이로 인해, 슬래그가 급냉됨에 따라 서냉으로 인한 자유 산화칼슘(Free CaO) 석출물 생성을 억제 또는 방지할 수 있다. 따라서, 미립화된 슬래그의 재활용 시에 수화 반응으로 인한 팽창을 억제 또는 방지할 수 있다.
- [190]

청구범위

- [청구항 1] 용융 슬래그에 냉각 가스를 분사할 수 있는 노즐부를 구비하는 슬래그 처리 장치를 포함하고,
상기 노즐부는,
하부에 상기 용융 슬래그를 토출시키는 토출구가 마련된 제 1 노즐; 및
상기 제 1 노즐의 외측에 위치되도록 상기 제 1 노즐에 장착되며, 상기 토출구로부터 토출되는 용융 슬래그의 낙하 방향으로 상기 냉각 가스를 분사하는 분사 유로가 마련된 제 2 노즐;
을 포함하는 슬래그 처리 설비.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 제 1 노즐은, 내부에 상기 용융 슬래그의 수용이 가능하며 상하 방향으로 연장 형성된 수용 공간이 마련된 제 1 바디를 포함하고,
상기 토출구는 상기 수용 공간과 연통되도록 상기 수용 공간의 하측 끝단에 마련되며,
상기 제 2 노즐은 상기 제 1 바디에 연결되도록 설치되며, 상기 토출구와 대응 위치하는 통로가 마련된 제 2 바디를 포함하고,
상기 분사 유로는 상기 통로를 통과하도록 토출되는 용융 슬래그의 이동 방향으로 냉각 가스가 분사되도록 상기 제 2 바디 내부에 마련된 슬래그 처리 설비.
- [청구항 3] 청구항 2에 있어서,
상기 제 1 노즐은 제 1 바디로부터 하측 방향으로 연장 형성되며, 내부에 상기 제 1 바디의 토출구와 연통된 연장 유로가 마련된 연장 부재를 포함하는 슬래그 처리 설비.
- [청구항 4] 청구항 2에 있어서,
상기 제 2 바디는 상기 제 1 바디의 하부에 연결되고, 상기 토출구와 연통되도록 상기 통로가 상기 토출구의 하측에 형성된 중공형의 형상이며,
상기 분사 유로의 끝단이며 상기 냉각 가스가 분사되는 분사구가 상기 통로 또는 상기 통로 하측을 향하도록 노출 형성된 슬래그 처리 설비.
- [청구항 5] 청구항 4에 있어서,
상기 분사 유로는,
상기 제 2 바디의 폭 방향으로 연장 형성된 제 1 유로; 및
상기 제 1 유로로부터 상기 통로가 위치된 방향으로 연장 형성된 제 2 유로;
를 포함하며,
상기 제 2 유로는 상기 분사구 쪽으로 갈수록 상기 통로와 가까워지도록 하향 경사진 형상인 슬래그 처리 설비.

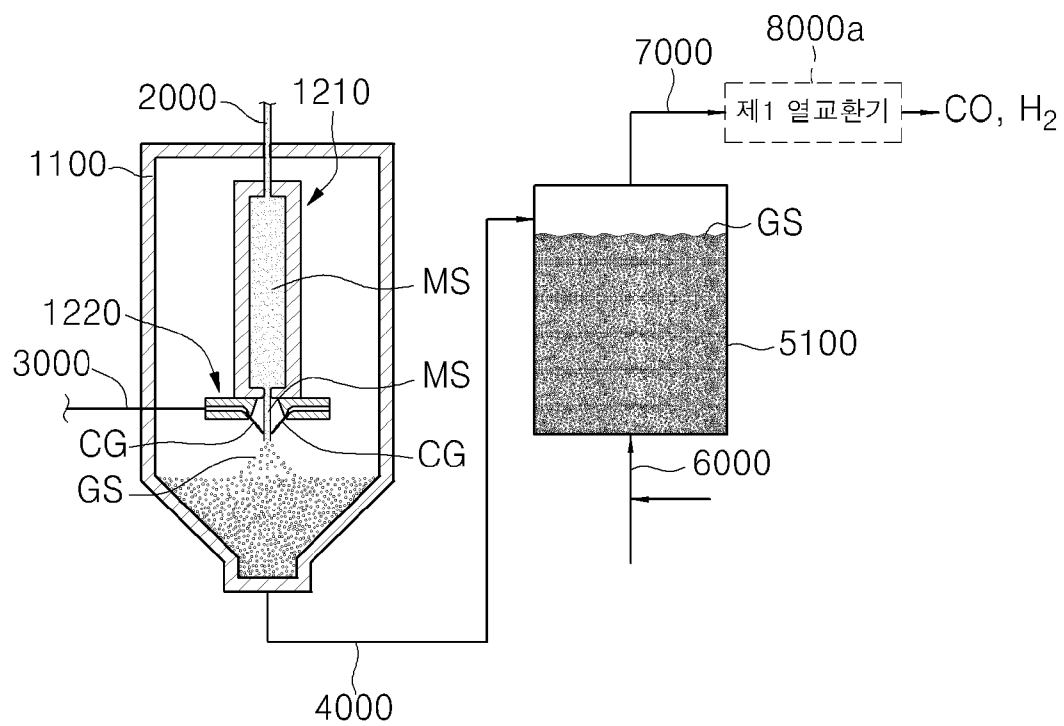
- [청구항 6] 청구항 5에 있어서,
상기 제 1 유로는 내경이 일정한 슬래그 처리 설비.
- [청구항 7] 청구항 5에 있어서,
상기 제 1 유로는 상기 제 2 유로가 위치된 방향으로 상향 경사진 형상인 슬래그 처리 설비.
- [청구항 8] 청구항 7에 있어서,
상기 제 1 유로는 상기 제 2 유로가 위치된 방향으로 갈수록 내경이 좁아지는 형상인 슬래그 처리 설비.
- [청구항 9] 청구항 2에 있어서,
상기 제 2 바디는 상기 제 1 바디의 연장 방향으로 연장 형성되어 상기 제 1 바디의 외측면을 둘러 싸도록 설치되며, 하측 끝단이 상기 토출구의 하측으로 돌출되도록 연장 형성되고,
상기 분사 유로는 상기 분사 유로의 끝단이며 냉각 가스가 분사되는 분사구가 상기 토출구에 비해 하측에 위치하도록, 상기 제 2 바디 내부에서 상하 방향으로 연장 형성되며,
상기 통로는 상기 토출구 하측으로 연장 형성된 상기 제 2 바디의 내벽면에 의해 구획된 영역인 슬래그 처리 설비.
- [청구항 10] 청구항 9에 있어서,
상기 분사 유로 중 적어도 상기 토출구의 하측에 위치하는 영역은 상기 분사구 쪽으로 갈수록 상기 통로와 가까워지도록 경사진 형상인 슬래그 처리 설비.
- [청구항 11] 청구항 4 내지 청구항 10 중 어느 한 항에 있어서,
상기 분사 유로 중 상기 분사구와 인접한 영역은 상기 분사구가 위치된 방향으로 갈수록 내경이 좁아지다가 다시 넓어지는 형상인 슬래그 처리 설비.
- [청구항 12] 청구항 2에 있어서,
상기 제 1 바디와 연결되어, 상기 수용 공간에 수용된 용융 슬래그를 가열하는 가열 수단을 포함하는 슬래그 처리 설비.
- [청구항 13] 청구항 2에 있어서,
상기 제 1 바디와 연결되어, 상기 수용 공간에 수용된 용융 슬래그를 진동시키는 진동 수단을 포함하는 슬래그 처리 설비.
- [청구항 14] 청구항 2에 있어서,
상기 슬래그 처리 장치는 적어도 상기 노즐부의 하부가 수용될 수 있는 내부 공간을 가지는 용기를 포함하는 슬래그 처리 설비.
- [청구항 15] 청구항 1 내지 청구항 10 중 어느 한 항에 있어서,
상기 슬래그 처리 장치로부터 제공된 입상화된 슬래그의 수용이 가능하며, 입상화된 슬래그로부터 배출된 열을 이용하여 처리 가스와 반응 가스를 반응시켜, 상기 처리 가스를 개질시키는 반응 장치를 더

- 포함하는 슬래그 처리 설비.
- [청구항 16] 청구항 15에 있어서,
상기 반응 장치의 내부에 설치되며, 상기 반응 장치의 폭 방향으로 연장 형성되고, 폭 방향으로 상호 이격 형성되어 상기 처리 가스 및 반응 가스의 통과가 가능한 복수의 홀을 가지는 분산판을 포함하는 슬래그 처리 설비.
- [청구항 17] 청구항 15에 있어서,
상기 반응 장치에 연결되어, 상기 반응 장치에서 상기 처리 가스와 반응 가스 간의 반응으로 생성된 생성 가스를 배출시키는 생성 가스 배출 라인; 상기 생성 가스 배출 라인의 연장 경로 상에 설치되어, 상기 생성 가스의 열을 이용하여 스팀을 생성하는 제 1 열교환기;
를 포함하는 슬래그 처리 설비.
- [청구항 18] 청구항 15에 있어서,
상기 반응 장치에 연결되어, 상기 반응 장치에서 상기 처리 가스와 반응 가스 간의 반응으로 생성된 생성 가스를 배출시키는 생성 가스 배출 라인; 상기 생성 가스 배출 라인의 연장 경로 상에 설치되어, 상기 처리 가스 및 반응 가스를 상기 생성 가스와 열교환시켜, 상기 처리 가스 및 반응 가스를 승온시키는 제 2 열교환기; 및
상기 생성 가스 배출 라인과 상기 제 2 열교환기를 연결하도록 연장 형성되어, 상기 제 2 열교환기로 생성 가스를 공급하는 생성 가스 공급 라인;
을 포함하는 슬래그 처리 설비.
- [청구항 19] 용융 슬래그를 토출시키는 과정;
토출된 상기 용융 슬래그가 낙하되는 방향으로 냉각 가스를 분사하여, 상기 용융 슬래그를 냉각하고, 입자 형태로 입상화시키는 과정;
입상화된 슬래그로부터 방출된 열을 이용하여, 처리 가스와 반응 가스를 반응시켜, 상기 처리 가스를 개질시키는 과정;
을 포함하는 슬래그 처리 방법.
- [청구항 20] 청구항 19에 있어서,
상기 냉각 가스는 에어(air), 불활성 가스, 상기 처리 가스 및 상기 반응 가스 중 적어도 하나를 포함하는 슬래그 처리 방법.
- [청구항 21] 청구항 20에 있어서,
상기 용융 슬래그를 향해 분사되는 상기 냉각 가스에 의해, 상기 용융 슬래그를 냉각시키고, 입상화시키며,
입상화된 슬래그를 향해 상기 처리 가스 및 반응 가스를 분사하여, 상기 입상화된 슬래그의 열을 이용하여 상기 처리 가스를 개질시키는 슬래그 처리 방법.
- [청구항 22] 청구항 19에 있어서,

상기 냉각 가스는 상기 처리 가스 및 상기 반응 가스를 포함하고,
상기 용융 슬래그를 향해 분사되는 상기 냉각 가스에 의해, 상기 용융
슬래그를 냉각시키고, 입상화시키며, 상기 용융 슬래그의 냉각 및
입상화와 함께 상기 냉각 가스로 상기 처리 가스를 개질시키는 슬래그
처리 방법.

- [청구항 23] 청구항 19에 있어서,
상기 냉각 가스는 상기 처리 가스 및 상기 반응 가스를 포함하고,
상기 용융 슬래그를 향해 분사되는 상기 냉각 가스에 의해, 상기 용융
슬래그를 냉각시키고, 입상화시키며, 상기 용융 슬래그의 냉각 및
입상화와 함께 상기 냉각 가스로 상기 처리 가스를 개질시키는 제 1 개질
반응이 일어나며,
상기 제 1 개질 반응에 사용된 입상화된 슬래그를 향해 처리 가스와 반응
가스를 분사하여, 상기 처리 가스를 개질시키는 제 2 개질 반응을
실시하는 슬래그 처리 방법.
- [청구항 24] 청구항 19에 있어서,
상기 처리 가스와 반응 가스 간의 반응에 의해 생성된 생성 가스를
열교환시켜 스팀을 생성하는 과정을 포함하는 슬래그 처리 방법.
- [청구항 25] 청구항 19에 있어서,
상기 처리 가스와 반응 가스 간의 반응에 의해 생성된 생성 가스와 상기
처리 가스 및 반응 가스를 열교환시켜 상기 처리 가스 및 반응 가스를
승온시키는 과정을 포함하고,
상기 처리 가스를 개질시키는데 있어서,
상기 열교환에 의해 승온된 처리 가스 및 반응 가스를 상기 입상화된
슬래그를 향해 분사하는 슬래그 처리 방법.
- [청구항 26] 청구항 19 내지 청구항 25 중 어느 한 항에 있어서,
상기 용융 슬래그를 냉각시키는데 있어서, 600°C 내지 1100°C의 온도가
되도록 하는 슬래그 처리 방법.
- [청구항 27] 청구항 19 내지 청구항 25 중 어느 한 항에 있어서,
상기 처리 가스는 제철 조업에 발생된 가스를 포함하는 슬래그 처리 방법.
- [청구항 28] 청구항 27에 있어서,
상기 처리 가스는 CO₂ 함유 가스를 포함하고,
상기 반응 가스는 CH₄ 함유 가스를 포함하는 슬래그 처리 방법.

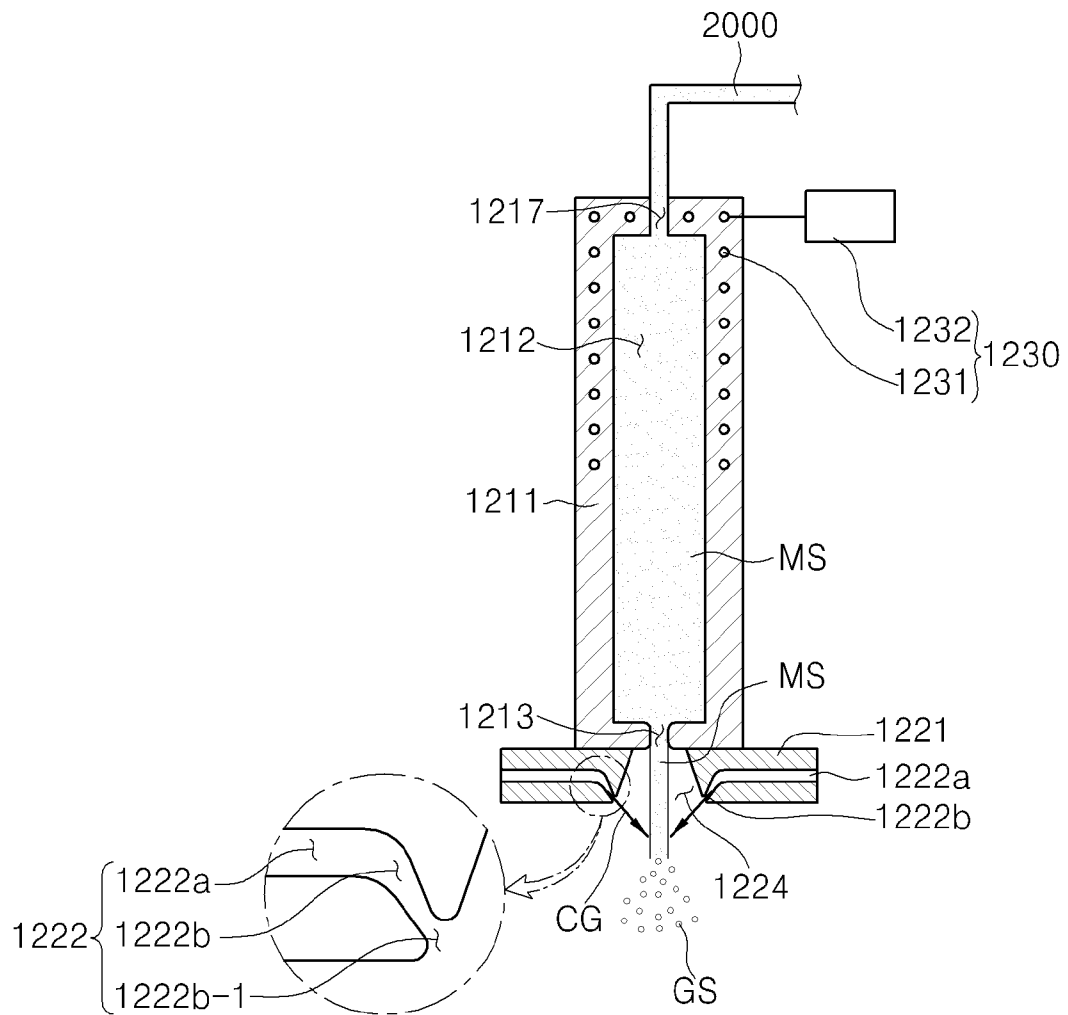
[도1]



1000 : 1100, 1200

1200 : 1210, 1220

[도2]

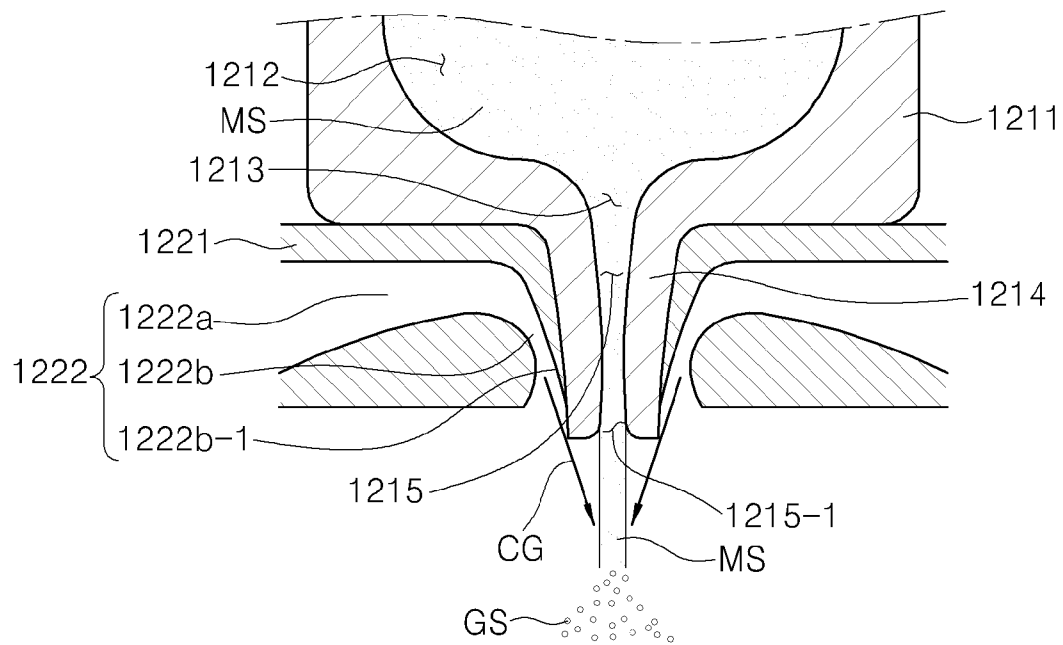


1200 : 1210, 1220, 1230

1210 : 1211, 1212, 1213, 1217

1220 : 1221, 1222, 1224

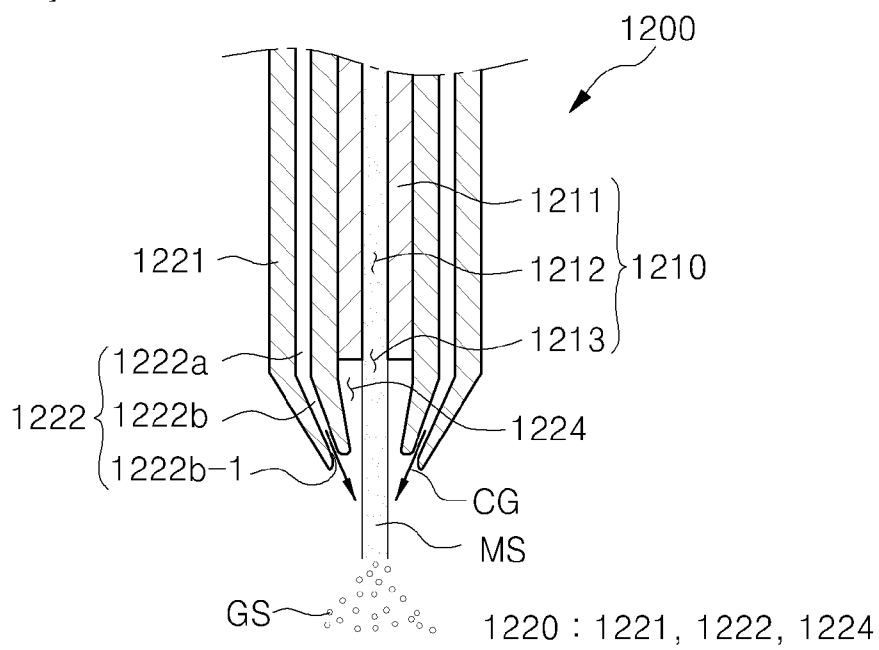
[도3]



1210 : 1211, 1212, 1213, 1214
1215, 1215-1

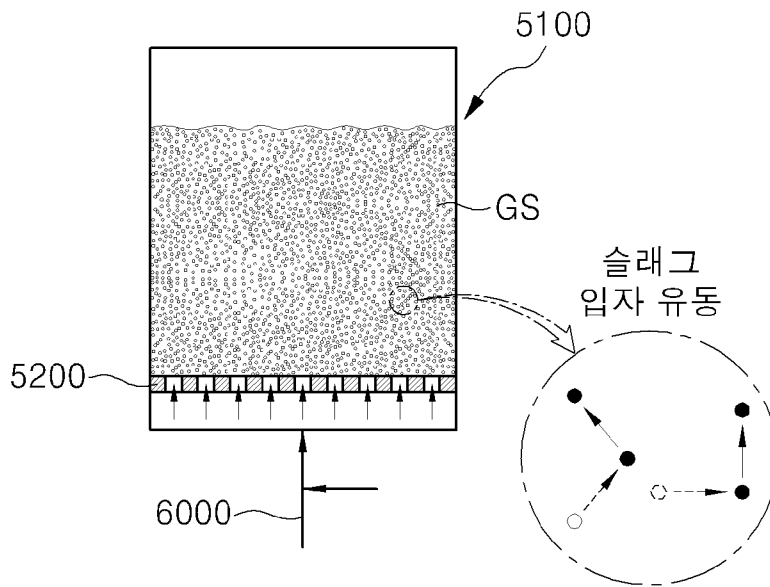
1220 : 1221, 1222, 1224

[도4]

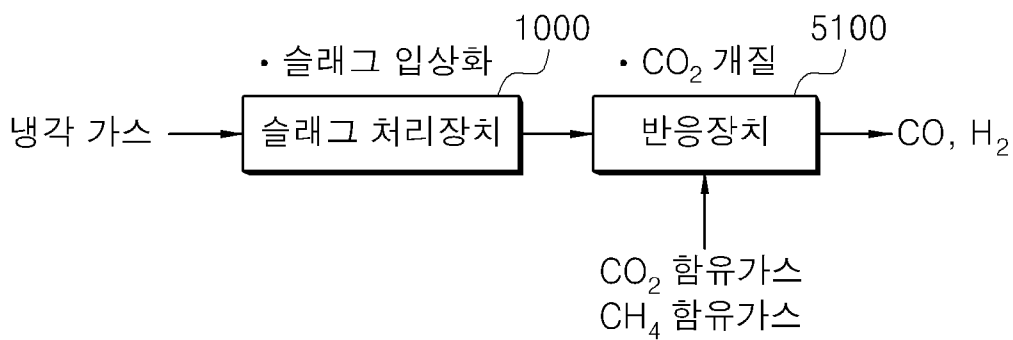


1220 : 1221, 1222, 1224

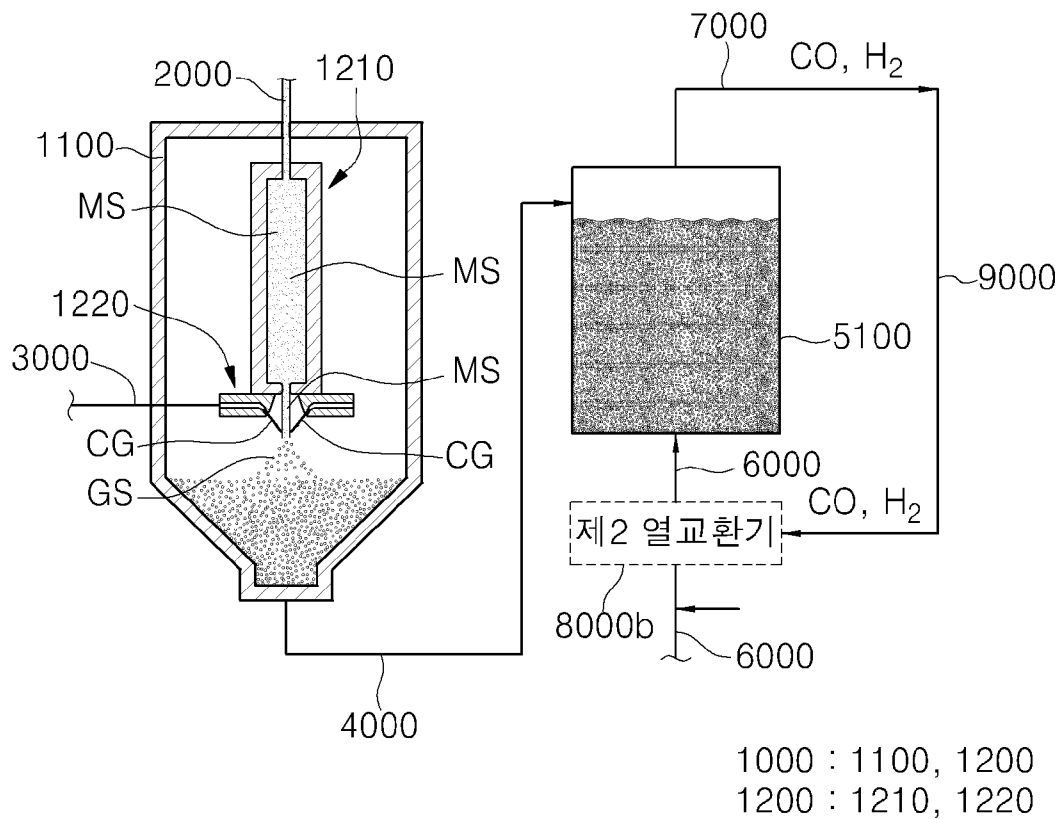
[도5]



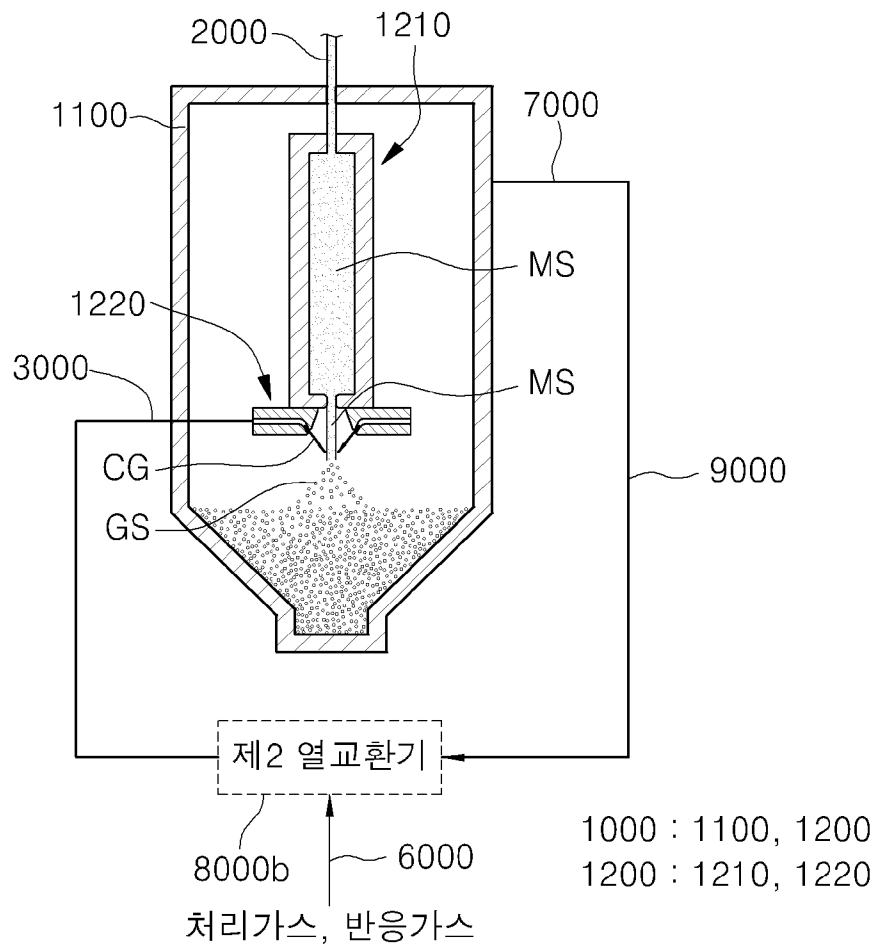
[도6]



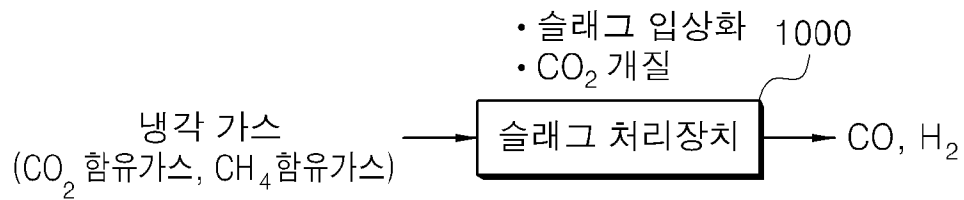
[도7]



[도8]



[도9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2019/009560

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21B 3/08(2006.01)i, F27D 17/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C21B 3/08; C04B 5/00; C21B 3/06; C21B 7/00; C21C 5/38; F27D 17/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above

Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: molten slag, cooling gas, quench, nozzle, heat recovery, gas reforming

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-2012-0033086 A (HYUNDAI STEEL COMPANY) 06 April 2012 See paragraphs [0026]-[0028], [0036], [0042] and figure 2.	1-2,14
Y		15,19-21,26-28
A		3-13,16-18,22-25
Y	JP 2011-102421 A (JFE STEEL CORP.) 26 May 2011 See paragraphs [0014], [0027]-[0028].	15,19-21,26-28
A	JP 2016-188754 A (JFE STEEL CORP.) 04 November 2016 See paragraphs [0022]-[0026] and figure 2.	1-28
A	KR 10-2009-0036352 A (RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY) 14 April 2009 See paragraphs [0032]-[0036] and figures 1-3.	1-28
A	KR 10-2012-0044172 A (HYUNDAI STEEL COMPANY) 07 May 2012 See paragraphs [0016]-[0025] and figures 1-3.	1-28



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

06 NOVEMBER 2019 (06.11.2019)

Date of mailing of the international search report

06 NOVEMBER 2019 (06.11.2019)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2019/009560

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2012-0033086 A	06/04/2012	KR 10-1193693 B1	22/10/2012
JP 2011-102421 A	26/05/2011	JP 5540658 B2	02/07/2014
JP 2016-188754 A	04/11/2016	JP 6288139 B2	07/03/2018
KR 10-2009-0036352 A	14/04/2009	KR 10-0903638 B1	18/06/2009
KR 10-2012-0044172 A	07/05/2012	KR 10-1159594 B1	27/06/2012

국제조사보고서

국제출원번호
PCT/KR2019/009560

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C21B 3/08(2006.01)i, F27D 17/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C21B 3/08; C04B 5/00; C21B 3/06; C21B 7/00; C21C 5/38; F27D 17/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 용융 슬래그(molten slag), 냉각 가스(cooling gas), 급냉(quench), 노즐 부(nozzle), 열 회수(heat recovery), 가스 개질(gas reforming)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-2012-0033086 A (현대제철 주식회사) 2012.04.06 단락 [0026] - [0028], [0036], [0042] 및 도면 2 참조.	1-2, 14
Y		15, 19-21, 26-28
A		3-13, 16-18, 22-25
Y	JP 2011-102421 A (JFE STEEL CORP.) 2011.05.26 단락 [0014], [0027] - [0028] 참조.	15, 19-21, 26-28
A	JP 2016-188754 A (JFE STEEL CORP.) 2016.11.04 단락 [0022] - [0026] 및 도면 2 참조.	1-28
A	KR 10-2009-0036352 A (재단법인 포항산업과학연구원) 2009.04.14 단락 [0032] - [0036] 및 도면 1 - 3 참조.	1-28
A	KR 10-2012-0044172 A (현대제철 주식회사) 2012.05.07 단락 [0016] - [0025] 및 도면 1 - 3 참조.	1-28

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가진 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신구성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일

2019년 11월 06일 (06.11.2019)

국제조사보고서 발송일

2019년 11월 06일 (06.11.2019)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

방승훈

전화번호 +82-42-481-5560



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2012-0033086 A	2012/04/06	KR 10-1193693 B1	2012/10/22
JP 2011-102421 A	2011/05/26	JP 5540658 B2	2014/07/02
JP 2016-188754 A	2016/11/04	JP 6288139 B2	2018/03/07
KR 10-2009-0036352 A	2009/04/14	KR 10-0903638 B1	2009/06/18
KR 10-2012-0044172 A	2012/05/07	KR 10-1159594 B1	2012/06/27