



- (51) 국제특허분류:
C21B 13/06 (2006.01) C21B 11/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2013/010962
- (22) 국제출원일: 2013년 11월 29일 (29.11.2013)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2012-0155092 2012년 12월 27일 (27.12.2012) KR
- (71) 출원인: 주식회사 포스코 (POSCO) [KR/KR]; 790-300 경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR).
남궁원 (NAMKUNG, Won); 790-300 경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR).
정병준 (CHUNG, Byung Jun); 790-300 경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR).
조민영 (CHO, Minyoung); 790-300 경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR).
이상호 (YI, Sang-Ho); 790-300 경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR).
우종수 (WOO, Jong-Soo); 790-300 경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR).

(74) 대리인: 유미특허법인 (YOU ME PATENT AND LAW FIRM); 135-080 서울시 강남구 역삼동 649-10 서림빌딩, 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

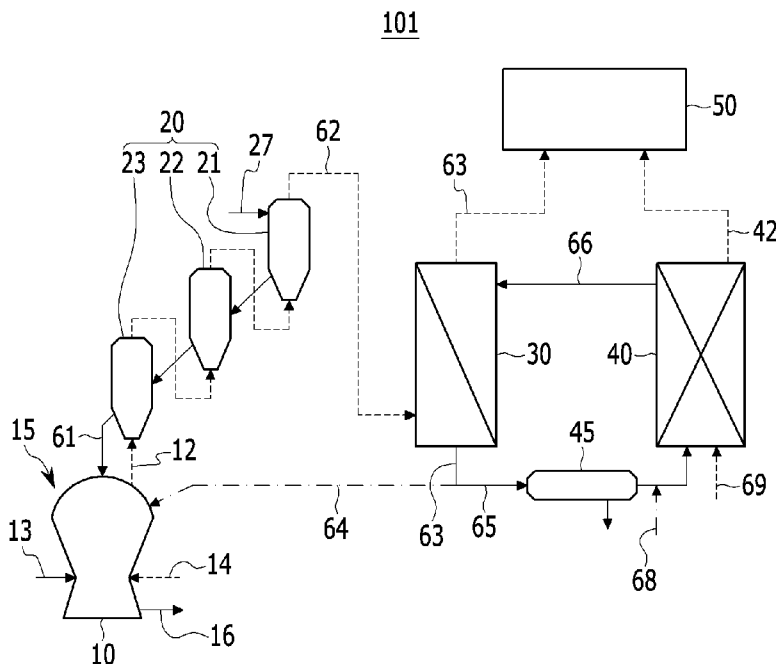
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, 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 제 21 조(3))

(54) Title: MOLTEN IRON MANUFACTURING APPARATUS AND MOLTEN IRON MANUFACTURING METHOD

(54) 발명의 명칭: 용철제조장치 및 용철제조방법



(57) Abstract: The molten iron manufacturing apparatus according to one aspect of the present invention comprises: an iron ore reducing furnace for charging iron ore and introducing a reducing gas so as to produce reduced iron; a melting/gasifying furnace for filling coal and charging the reduced iron which is discharged, after being reduced, from the iron ore reducing furnace so as to produce molten iron and a reducing gas which is to be supplied to the iron ore reducing furnace; a gas refining filter-type reducing furnace for charging sintered ore and introducing a process gas which is discharged, after the reduction of the iron ore, from the iron ore reducing furnace so as to reduce the sintered ore; a fine dust removal apparatus for removing dust from the reduced sintered ore which is discharged, after being reduced, from the gas refining filter-type reducing furnace; and an oxidizing combustion furnace for charging the reduced sintered ore having the dust removed therefrom and combusting same with air so as to oxidize the reduced sintered ore.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



본 발명의 일 측면에 따른 용철제조장치는 철광석을 장입하고 환원가스를 취입하여 환원철을 생산하는 철광석 환원로와, 석탄을 충전하고 상기 철광석 환원로에서 환원되어 배출되는 환원철을 장입하여 용철과 상기 철광석 환원로에 제 공할 환원가스를 생산하는 용융가스화로와, 소결광을 장입하고 상기 철광석 환원로에서 철광석을 환원한 후 배출되는 공정가스를 취입하여 소결광을 환원시키는 가스정제 필터형 환원로와, 상기 가스정제 필터형 환원로에서 환원되어 배 출되는 환원된 소결광으로부터 분진을 제거하기 위한 미세분진 제거장치, 및 분진이 제거된 환원된 소결광을 장입하 고 공기와 함께 연소시켜 환원된 소결광을 산화시키는 산화 연소로를 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 용철제조장치 및 용철제조방법

기술분야

- [1] 본 발명은 용철제조장치 및 용철제조방법에 관한 것으로서 보다 상세하게는 매체순환공정을 이용하여 배가스를 처리하는 용철제조장치 및 용철제조방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 전력생산은 대부분 화석연료에 의존하는 것으로 특히, 석탄을 연소하여 발생한 열을 이용한 발전은 19세기 말 영국의 파슨스에 의해 발명된 현대적인 스팀터빈과 함께 시작 되었다.
- [3] 스팀터빈은 석탄, 공기, 또는 스팀을 보일러 반응기내에서 연소함으로써 열을 발생시키고 열을 스팀으로 회수하여 전력을 생산한다. 그러나 스팀터빈은 전력생산방식의 대부분을 차지함에도 불구하고 효율이 낮아서 석탄가스화에 의해 재(ash) 등 오염물질을 제거한 고온의 정제 가스를 가스터빈과 스팀터빈을 순차적으로 활용한 복합발전으로 개발되었다.
- [4] 이때 보다 높은 열효율과 하부공정 장치의 장기적 사용을 위해 가스터빈을 통과하는 가스는 재(ash) 및 유해물질을 포함하지 않는 1100°C 이상의 고온 상태를 요구하게 된다. 이러한 석탄가스화에 의한 발전은 여전히 전력생산 시 발생하는 이산화탄소 배출 감소를 위해 이산화탄소 포집장치 또는 공기로부터 산소분리장치를 필요로 하게 된다.
- [5] 최근에 이러한 문제를 해결하기 위한 방편으로 매체순환연소공정(Chemical Looping Combustion Process)이 개발되고 있다. 특히, 문헌(미국특허 US6572761, USS7404942, US7767191, US2010/0050654)은 석탄 또는 바이오 매스(biomass) 등 고체연료를 직접 사용하여 이산화탄소 분리 또는 수소생산을 통하여 전력생산을 효율화하는 방법을 제시하였다.
- [6] 매체순환공정은 1950년대 초 순수한 이산화탄소를 얻기 위한 방법으로 발명(미국특허: US2665971)된 것으로 이산화탄소에 질소가스를 포함하지 않으면서도 공정에서의 열 소모를 줄이기 위해 고안되었다.
- [7] 매체순환 공정은 두 개의 반응기를 순환하는 고체산화물의 산소공여입자를 이용하는 것으로, 환원반응기에서는 화석연료가 고체산화물에서 산소를 공급받아 완전 산화반응하며 이에 의해 순수한 이산화탄소가 생성된다. 또한, 산화반응기에서는 산소가 결핍된 순환하는 고체산화물이 공기부터 산소를 공급받아 산화되며, 환원반응기로 되돌아가서 열을 공급하는 역할을 수행한다.
- [8] 이때 고체산화물인 산소공여입자는 지지체를 가지는 니켈(Ni), 철(Fe) 계열 등의 금속입자로 이루어지는데 저비용으로 이용이 가능한 철(Fe) 계열의 금속산화물을 선호된다. 이는 반복적인 산화, 환원 반응을 거치면서 순환하는

산소공여입자가 불순물에 의해 활성이 떨어져 주기적으로 교체해야 하기 때문이다.

- [9] 이러한 매체순환공정은 산소공여입자를 매개체로 환원반응기에서 메탄가스를 개질하여 질소가스를 포함하지 않는 순수한 이산화탄소를 생성하고 산화반응기에서 수분을 함유한 공기를 투입하여 생성된 고온의 정제 가스로 전력을 생성하는 매체순환연소공정((Chemical Looping Combustion Process)으로 발전되어 졌다(미국특허: 5447024).

- [10] 이때 생성된 이산화탄소는 지하로의 수송 및 저장을 위해 고압의 오염물질이 없는 고농축 이산화탄소를 선호한다. 따라서, 매체순환연소공정에 의한 발전은 공정 중 산소분리장치가 필요 없고, 자연스러운 배출가스분리가 이루어진다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [11] 본 발명의 목적은 용철 생산과정에서 발생된 배가스로부터 이산화탄소를 효율적으로 제거하고, 전력을 생산하며 공정에서 발생된 분진을 제거할 수 있는 용철제조장치 및 용철제조방법을 제공함에 있다.

과제 해결 수단

- [12] 본 발명의 일 측면에 따른 용철제조장치는 철광석을 장입하고 환원가스를 취입하여 환원철을 생산하는 철광석 환원로와, 석탄을 충전하고 상기 철광석 환원로에서 환원되어 배출되는 환원철을 장입하여 용철과 상기 철광석 환원로에 제공할 환원가스를 생산하는 용융가스화로와, 소결광을 장입하고 상기 철광석 환원로에서 철광석을 환원한 후 배출되는 공정가스를 취입하여 소결광을 환원시키는 가스정제 필터형 환원로와, 상기 가스정제 필터형 환원로에서 환원되어 배출되는 환원된 소결광으로부터 분진을 제거하기 위한 미세분진 제거장치, 및 분진이 제거된 환원된 소결광을 장입하고 공기와 함께 연소시켜 환원된 소결광을 산화시키는 산화 연소로를 포함한다.
- [13] 상기 산화 연소로는 산화된 소결광을 상기 가스정제 필터형 환원로로 공급하기 위한 산화소결광 공급라인이 설치될 수 있다.
- [14] 상기 가스정제 필터형 환원로는 배출되는 환원된 소결광의 일부를 상기 용융가스화로에 공급하는 제 1 환원소결광 공급라인과 환원된 소결광의 나머지를 상기 미세분진 제거장치로 공급하는 제2 환원소결광 공급라인이 설치될 수 있다.
- [15] 상기 소결광은 자연상태의 철광석 분말, 석회석 및 석탄을 혼합하고 900°C~1,400°C 범위에서 가열, 재결정 또는 반응용상태까지 소성한 후 1mm~10mm로 분쇄한 광석으로 이루어질 수 있다.
- [16] 상기 환원된 소결광의 나머지는 상기 가스정제 필터형 환원로에서 일산화탄소, 수소에 산소를 제공하고 배출된 FeO 또는 Fe의 소결광, 상기 공정가스로부터 분리된 분진 및 반복적인 매체순환식 산화, 환원반응에서 발생한 소결광의

분화광석을 포함할 수 있다.

- [17] 상기 산화 연소로에는 상기 용융가스화로에 공급된 환원된 소결광의 양을 보충하고 활성을 촉진하기 위하여 새로운 소결광이 추가적으로 공급될 수 있다.
- [18] 상기 용철생산장치는 상기 가스정제 필터형 환원로에서 배출되는 배가스를 열교환시켜 배가스내 수증기는 물로 전환시켜 이산화탄소를 분리하고 고온의 스팀을 생산하기 위한 열교환장치, 및 상기 열교환장치에 의해 생성된 스팀으로부터 전기를 생산하기 위한 스팀터빈을 더 포함할 수 있다.
- [19] 상기 산화 연소로에서 환원된 소결광이 공기중 산소와 연소됨으로써 발생한 열량은 상기 새로운 소결광, 공기 및 상기 미세분진 제거장치로부터 공급되는 환원된 소결광에 열량을 공급할 수 있다.
- [20] 상기 용철생산장치는 상기 산화 연소로에서 새로운 소결광 및 환원된 소결광에 연소를 위한 산소를 공급한 후 배출되는 산소가 결핍된 공기로부터 전기를 생산하기 위한 가스터빈 또는 상기 산소가 결핍된 공기를 열교환시켜 스팀을 생산하고 생산된 스팀을 이용하여 전기를 생산하는 스팀터빈을 더 포함할 수 있다.
- [21] 상기 용철생산장치는 상기 가스정제 필터형 환원로에 연결되어 상기 가스정제 필터형 환원로에서 배출되는 배가스로부터 이산화탄소를 제거하기 위한 이산화탄소 제거장치를 더 포함할 수 있다.
- [22] 상기 가스정제 필터형 환원로에서 배출되는 배가스는 열교환에 의해 스팀을 생산하고 생산된 스팀으로 스팀터빈을 돌려 전기를 발생시키고, 물을 제거한 후 상기 이산화탄소 제거장치에 공급될 수 있다.
- [23] 상기 이산화탄소 제거장치는 이산화탄소가 제거된 가스정제 필터형 환원로 배가스를 상기 가스정제 필터형 환원로에 재취입하기 위한 재순환 가스 공급라인이 설치될 수 있다.
- [24] 상기 이산화탄소 제거장치는 수증기-가스 개질반응기(water-gas shift reactor) 및 수소 압력스윙흡착기(pressure swing adsorption)를 포함할 수 있다.
- [25] 상기 철광석 환원로에서 배출되는 공정가스로부터 분진을 제거하기 위한 가스정제장치가 상기 가스정제 필터형 환원로의 전단에 설치될 수 있다.
- [26] 상기 가스정제장치는 싸이클론, 세라믹 캔들 필터, 메탈 필터 및 스크러버에서 선택된 적어도 하나로 이루어질 수 있다.
- [27] 상기 산화 연소로는 취입되는 공기를 가열하기 위한 열교환장치가 상기 산화 연소로 전단에 설치될 수 있다.
- [28] 본 발명의 다른 측면에 따른 용철제조장치는 철광석을 장입하고 환원가스를 취입하여 환원철을 생산하는 철광석 환원로와, 석탄을 충전하고 상기 철광석 환원로에서 환원되어 배출되는 환원철을 장입하여 용철과 상기 철광석 환원로에 제공할 환원가스를 생산하는 용융가스화로와, 소성 펠렛을 장입하고 상기 철광석 환원로에서 철광석을 환원한 후 배출되는 공정가스를 취입하여 소성 펠렛을 환원시키는 가스정제 필터형 환원로와, 상기 가스정제 필터형

환원로에서 환원되어 배출되는 환원된 소성 펠렛으로부터 분진을 제거하기 위한 미세분진 제거장치, 및 분진이 제거된 환원된 소성 펠렛을 장입하고 공기와 함께 연소시켜 환원된 소성 펠렛을 산화시키는 산화 연소로를 포함한다.

- [29] 상기 소성 펠렛은 입도 $100\mu\text{m}$ 이하의 극미분 철광석, 벤토나이트, 석회석, 백운암, 감람석을 회전식 드럼내에 물과 함께 투입하여 3mm~8mm 크기의 구형펠렛으로 만든 후 $800^{\circ}\text{C}\sim 900^{\circ}\text{C}$ 에서 예비가열한 후, $1,200^{\circ}\text{C}\sim 1,400^{\circ}\text{C}$ 에서 소성하여 형성될 수 있다.
- [30] 상기 철광석 환원로 또는 가스정제 필터형 환원로에는 첨가제로 CaO 또는 CaCO_3 가 투입될 수 있다.
- [31] 본 발명의 다른 측면에 따른 용철제조방법은 환원로에 철광석을 장입하고 환원가스를 취입하여 환원철을 제조하는 단계와, 석탄을 충전하고 상기 환원로에서 배출되는 환원철을 장입하여 용철과 상기 환원로에 취입되는 환원가스를 제조하는 단계와, 가스정제 필터형 환원로에 소결광 또는 소성 펠렛을 장입하고 상기 환원로에서 배출되는 공정가스를 취입하여 상기 소결광 또는 소성 펠렛을 환원시키는 단계와, 상기 환원된 소결광 또는 소성 펠렛으로부터 분진을 제거하는 단계, 및 산화 연소로에 상기 분진이 제거된 소결광 또는 소성 펠렛을 장입하고 공기와 함께 연소시키는 단계를 포함하며, 상기 가스정제 필터형 환원로에서 환원된 후 배출되는 소결광 또는 소성 펠렛의 일부는 상기 용융가스화로에 장입된다.
- [32] 상기 용철제조방법은 상기 가스정제 필터형 환원로에서 배출되는 배가스를 열교환시켜 수증기를 물로 응축시켜 이산화탄소를 분리하고, 생성된 스팀으로 스팀터빈을 회전시켜 전기를 생산하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [33] 상기 용철제조방법은 상기 산화 연소로에서 소결광 또는 소성 펠렛을 연소시킨 후 배출되는 산소가 결핍된 공기를 이용하여 가스터빈을 회전시켜 전기를 생산하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [34] 상기 용철제조방법은 상기 가스정제 필터형 환원로에서 배출되는 배가스를 이산화탄소 제거장치에 통과시켜 이산화탄소를 제거하고, 이산화탄소가 제거된 배가스를 상기 가스정제 필터형 환원로에 재취입하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [35] 상기 용철제조방법은 상기 철광석 환원로에서 배출되는 공정가스를 가스정제장치에 통과시켜 분진을 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [36] 상기 용철제조방법은 상기 산화 연소로에 공급되는 공기를 가열하기 위하여 열교환시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [37] 본 발명에 따르면 용철 생산과정에서 발생된 배기가스에 포함된 이산화탄소를 용이하게 제거할 수 있으며, 공정과정에서 발생된 고온가스를 이용하여 전력을 생산할 수 있다.
- [38] 또한, 본 발명에 따르면 가스정제 필터형 환원로를 구비하므로 공정에서

발생된 분진 및 미세오염물질을 효율적으로 제거할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [39] 도 1은 본 발명의 제 실시예에 따른 용철제조장치를 도시한 구성도이다.
- [40] 도 2는 석탄비와 일산화탄소 및 수소의 양에 따른 용철 생산량과 전력 생산량을 도시한 그래프이다.
- [41] 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 용철제조장치를 도시한 구성도이다.
- [42] 도 4는 본 발명의 제3 실시예에 따른 용철제조장치를 도시한 구성도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [43] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 이하에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 본 명세서 및 도면에서 동일한 부호는 동일한 구성요소를 나타낸다.
- [44] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 용철제조장치를 도시한 구성도이다.
- [45] 도 1을 참조하여 설명하면, 본 실시예에 따른 용철제조장치(101)는 용융가스화로(10), 철광석 환원로(20), 가스정제 필터형 환원로(30), 미세분진 제거장치(45), 및 산화 연소로(40)를 포함한다.
- [46] 용융가스화로(10)는 석탄을 충전하고 철광석 환원로(20)에서 환원되어 배출되는 환원철을 장입하여 용철과 철광석 환원로(20)에 제공할 환원가스를 생산하는 장치이다. 용융가스화로(10)에는 산소 공급라인(14), 미분탄 공급라인(13), 환원철 공급라인(61), 및 석탄 공급라인(15)이 연결 설치된다.
- [47] 산소 공급라인(14)을 통해서 공기 또는 산소가 용융가스화로(10)로 투입되며, 미분탄 공급라인(13)을 통해서 미분탄이 용융가스화로(10)로 충전된다. 또한, 석탄 공급라인(15)을 통해서 석탄이 용융가스화로(10)로 충전되고, 환원철 공급라인(61)은 용융가스화로(10)와 철광석 환원로(20) 사이에 배치되어 철광석 환원로(20)에서 생성된 환원철을 용융가스화로(10)에 장입한다.
- [48] 또한, 용융가스화로(10)에는 가스정제 필터형 환원로(30)와 연결된 제1 환원소결광 공급라인(64)이 설치되는 바, 제1 환원소결광 공급라인(64)을 통해서 가스정제 필터형 환원로(30)에서 생성된 산소가 결핍된 소결광이 용융가스화로(10)로 공급된다.
- [49] 이에 따라 용융가스화로(10)에서 사용되는 환원철은 철광석 환원로(20)에서 공급된 환원된 철과 가스정제 필터형 환원로(30)에서 공급된 환원소결광으로 이루어진다. 이때, 환원소결광은 환원된 소결광 또는 환원된 소성 펠렛으로 이루어진다.
- [50] 용융가스화로(10)는 석탄 및 미분의 연소에 의하여 높은 열을 발생시키며, 이와 함께 용융가스화로(10) 내에서 환원가스가 생성된다. 환원가스는 1400°C ~ 1600°C의 높은 열을 갖고, 일산화탄소와 수소를 주성분으로 한다.

- [51] 높은 열을 갖는 환원가스는 용융가스화로(10) 내에 열량을 공급하고 환원철에 작용하여 산소를 제거하는 환원과 용융을 통하여 환원철을 용철과 기타물질의 슬래그로 분리한다. 용융가스화로(10)에는 용철과 슬래그의 배출을 위해서 용철 배출라인(16)이 설치된다.
- [52] 석탄은 사전처리 과정을 거쳐 코크스, 또는 석탄 덩어리로 공급될 수 있으며, 공기가 용융가스화로(10)로 취입될 수 있으나, 이산화탄소 저감을 위해서 공정가스로부터 이산화탄소 분리를 용이하게 하기 위해서 산소가 용융가스화로(10)에 취입될 수 있다.
- [53] 철광석 환원로(20)는 철광석을 장입하고 용융가스화로(10)에서 공급되는 고온의 환원가스를 취입하여 환원철을 생산하는 장치이다. 철광석 환원로(20)는 제1 환원로(21), 제2 환원로(22), 및 제3 환원로(23)를 포함한다. 본 실시예에서는 철광석 환원로(20)는 3개의 환원로를 포함하는 것으로 예시하고 있으나, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니며, 철광석 환원로(20)는 복수개의 환원로를 포함하면 충분하다. 제1 환원로(21)는 철광석을 예열하고, 제2 환원로(22)는 예열한 철광석을 예비 환원하며, 제3 환원로(23)는 예비 환원한 철광석을 최종 환원하여 환원철로 변환한다.
- [54] 철광석 환원로(20)에는 철광석 환원로(20)에 철광석을 공급하는 철광석 공급라인(27)이 설치된다. 이때 공급되는 철광석은 외부에서 공급되는 자연 상태의 광석으로 이루어진다.
- [55] 또한, 용융가스화로(10)와 철광석 환원로(20) 사이에는 용융가스화로(10)에서 생성된 고온의 환원가스를 철광석 환원로(20)로 공급하는 환원가스 공급라인(12)이 연결 설치된다.
- [56] 용융가스화로(10)로부터 공급되는 고온의 환원가스는 공기 또는 산소와 석탄, 미분탄의 연소에 의해 생성되며, 철광석을 환원, 용융한 후 발생된 가스로서 일산화탄소, 이산화탄소, 수소, 수증기 및 메탄을 포함한다.
- [57] 아래의 [반응식 1], 및 [반응식 2]에 나타난 바와 같이 철광석 환원로(20)에서 철광석은 환원가스와 반응하여 산소를 많이 포함하는 상태(Fe_2O_3 , Fe_3O_4)에서 산소를 적게 포함하는 상태(FeO_x , Fe)인 환원철로 전환된다. 여기서 X는 0~1 사이의 값을 갖는다. 또한, [반응식 3]에 나타난 바와 같이 환원가스는 스팀 기체 전이 반응(Water-Gas Shift Reaction)에 의하여 이산화탄소와 수증기로 전환된다. 즉, 일산화탄소와 수소를 포함하는 환원가스는 철광석에 작용하여 산소를 제거하고 이산화탄소와 수증기로 전환된다.
- [58] [반응식 1]
- [59] $\frac{1}{3} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO}/\text{H}_2 \rightarrow \frac{2}{3} \text{Fe} + \text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$
- [60] [반응식 2]
- [61] $\frac{1}{4} \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}/\text{H}_2 \rightarrow \frac{3}{4} \text{Fe} + \text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$
- [62] [반응식 3]
- [63] $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$

- [64] 상기한 바와 같이 철광석 환원로에서 생성된 환원철(FeO_x , Fe)은 환원철 공급라인(61)을 통해서 용융가스화로(10)로 공급된다.
- [65] 가스정제 필터형 환원로(30)는 소결광을 장입하고 철광석 환원로(20)에서 철광석을 환원한 후 배출되는 공정가스를 취입하여 소결광을 환원시키는 장치이다. 철광석 환원로(20)와 가스정제 필터형 환원로(30) 사이에는 철광석 환원로(20)에서 생성되며 일산화탄소와 수소를 주성분으로 하는 공정가스를 가스정제 필터형 환원로(30)로 취입하는 공정가스 공급라인(62)이 연결 설치된다.
- [66] 철광석 환원로(20)로부터 배출되는 공정가스의 양은 용융가스화로(10)로 공급되는 공기 또는 산소와 석탄, 미분탄의 양과 철광석 환원로(20)로 투입되는 철광석량을 통해서 조절될 수 있다. 공정가스의 주성분인 일산화탄소와 수소는 석탄 및 미분탄 소비량에 의존하여 조절될 수 있다.
- [67] 도 2에 도시된 바와 같이, 석탄비가 낮고, 일산화탄소와 수소의 양이 적을수록 용철 생산이 유리하고, 석탄비가 높고 일산화탄소와 수소의 양이 많을수록 전력 생산이 유리하다.
- [68] 예로서 공정가스 중, 일산화탄소와 수소의 비중이 30중량% 이하일 경우 전력생산량보다는 용철 생산량을 증가시키며, 일산화탄소와 수소의 비중이 60중량% 이상일 경우 용철 생산량보다는 전력생산량을 증가시킨다. 이는 석탄비가 높고 일산화탄소와 수소의 양이 많은 경우에는 공정 가스의 양이 상대적으로 커지므로 전력 생산 효율이 증가하기 때문이다.
- [69] 공정가스 공급라인(62)은 가스정제 필터형 환원로(30)의 하부에 연결되며, 공정가스는 가스정제 필터형 환원로(30)의 아래로부터 위로 상승하면서 소결광을 환원시킨다. 또한, 소결광은 가스정제 필터형 환원로(30)의 상부로 투입된다.
- [70] 한편, 가스정제 필터형 환원로(30)와 산화 연소로(40)와 사이에는 산화 연소로(40)에서 생성된 산화소결광을 가스정제 필터형 환원로(30)로 공급하는 산화소결광 공급라인(66)이 가스정제 필터형 환원로(30)의 상부에 연결 설치된다.
- [71] 이때, 공정가스의 주성분인 일산화탄소와 수소는 가스정제 필터형 환원로(30)내에서 소결광과 접촉하여 소결광의 산소를 제거하고 이산화탄소와 스팀으로 전환되어 배출된다. 이에 따라 공정가스에서 이산화탄소의 분리가 용이하고, 생성된 물은 스팀으로 전환이 가능하게 된다.
- [72] 가스정제 필터형 환원로(30)로 공급되는 공정가스는 500°C 이상의 고온으로 이루어질 수 있으며, 가스정제 필터형 환원로(30)가 예비 환원로를 구비하는 경우에는 300°C 이상으로 유지될 수 있다. 가스정제 필터형 환원로(30)에 장입되는 소결광은 고온의 산소가 많이 포함된 상태로 가스정제 필터형 환원로(30)에 열량을 공급하고 공정가스와 접촉, 환원되어 산소가 적게 포함된 상태로 전환된다.

- [73] 공정가스는 가스정제 필터형 환원로(30)의 아래에서 위로 상승하고, 분진은 천천히 하강하는 소결광과 함께 아래로 이동한다. 이에 따라 분진이 공정가스로부터 분리되어 소결광과 함께 배출될 수 있다. 이때, 상승하는 공정가스의 유속이 느릴수록 공정가스에서 분진을 제거하는 효율이 향상된다.
- [74] 상기한 바와 같이 본 실시예에서는 매체순환공정의 산소공여입자로서 소결광을 사용하고, 소결광을 가스정제 필터형 환원로(30)의 상부로 투입함으로써 하부에서 상승하는 공정가스에 포함된 분진을 효율적으로 제거할 수 있다.
- [75] 소결광은 자연상태 철광석이 고온에서 소성하여 분쇄되어 형성되며, 공정가스 중의 분진은 소결광과 반응하여 제거될 수도 있다. 가스정제 필터형 환원로(30)의 상부로 공급되는 소결광은 산소를 많이 포함하는 Fe_2O_3 또는 Fe_3O_4 로 이루어지며, 700°C 내지 800°C 이상의 온도를 갖는다. 이러한 소결광은 가스정제 필터형 환원로(30)에 열을 공급하고, 공정가스 중의 이산화탄소 및 수소와 반응하여 환원되며, 이에 따라 산소가 적게 포함된 FeO 또는 Fe 상태로 전환된다.
- [76] 가스정제 필터형 환원로(30)의 반응 온도는 산화 연소로(40)로부터 투입되는 소결광의 열량 및 환원성을 고려하여 600°C 내지 700°C 이상이 되며, 반응온도가 높을수록 유리하다.
- [77] 여기서 소결광은 자연상태 철광석 분말, 석회석 및 석탄을 혼합하고 900°C ~ 1400°C , 또는 1100°C ~ 1400°C 로 가열, 재결정 또는 반응융상태까지 소성한 후, 1mm~10 mm로 분쇄한 광석으로 이루어질 수 있다.
- [78] 분쇄된 소결광은 일반적으로 FeO 를 3~10중량%, 광석 중 전체 Fe 를 50중량%이상 함유한 광석으로 이루어질 수 있다. 다만 분쇄된 소결광의 성분은 공정 조건에 따라 다양하게 설정될 수 있으며 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 분쇄된 소결광은 환원, 산화반응을 거쳐 기공을 형성한 광석으로 높은 기계적 강도, 낮은 환원분화도, 높은 환원성을 가질 수 있다. 이러한 소결광은 가스정제 필터형 환원로(30)에서 Fe_2O_3 상태에서 FeO , 또는 Fe 상태까지 순환하여 이산화탄소 및 수소와의 반응효율을 향상시킬 수 있다.
- [79] 소결광의 크기는 작을수록 공정가스 중의 분진제거 효율은 증가된다. 본 발명에서 사용되는 소결광은 용철제조공정을 위해 적용되는 소결기로부터 얻어지는 소결광을 사용하는 것도 가능하다. 소결기로부터 얻어진 소결광 중에서 분쇄되어 입도가 5mm~50mm인 것은 고로에 사용되고 이보다 작은 소결광을 가스정제 필터형 환원로(30)의 산소공여입자로 사용될 수 있다. 가스정제 필터형 환원로(30)의 소결광의 입도는 10mm 이하로 이루어질 수 있으며, 바람직하게는 소결광의 입도는 1mm~8mm로 이루어질 수 있다.
- [80] 본 실시예에서는 산소공여입자인 매체로서 소결광이 사용된 것으로 예시하고 있으나, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니며 매체는 소성 펠렛(pellet) 형태로 이루어질 수 있다.

- [81] 매체가 소성 펠렛으로 이루어지는 경우, 소성 펠렛은 입도 $100\mu\text{m}$ 이하, 또는 $60\mu\text{m}$ 이하의 극미분철광석과, 바인더로써 벤토나이트와, 첨가 물질로 석회석, 백운암, 감람석 등을 포함한다. 또한, 소성 펠렛은 극미분철광석과 바인더와 첨가 물질을 회전하는 드럼속에 물과 함께 투입하여 $3\text{mm} \sim 8\text{mm}$ 정도 크기의 구형 펠렛 형태로 제조된다. 상기와 같이 제조된 구형 펠렛은 $800^{\circ}\text{C} \sim 900^{\circ}\text{C}$ 로 예비 가열된 후, $1200^{\circ}\text{C} \sim 1400^{\circ}\text{C}$ 에서 소성하여 제조된다.
- [82] 소성 펠렛은 소결광보다 더 많은 기공을 갖고, 전형적으로 전체 Fe을 50%이상, 적절하게는 60%이상 함유하게 된다. 소성 펠렛은 소결광처럼 단단함과 높은 환원성, 낮은 환원분화도를 가지는 것이 가능하다. 또한, 펠렛의 구성 성분 중에 미세 석탄분말을 함유하여 펠렛을 형성하고 소성 할 경우 소성 펠렛은 기공 발달 측면에서 소결광에 비하여 더 우수하다.
- [83] 용철생산을 위해 만들어진 $2\text{mm} \sim 20\text{mm}$ 의 펠렛 중에서 $8\text{mm} \sim 20\text{mm}$ 사이의 펠렛은 주로 고로공정에서 사용되고, $2\text{mm} \sim 8\text{mm}$ 의 작은 크기 펠렛만 선택하여 산소공여입자로 사용될 수 있다.
- [84] 매체로서 소성 펠렛을 사용하는 경우, 철광석 환원로(20) 또는 가스정제 필터형 환원로(30)에는 첨가제로 CaO 또는 CaCO_3 가 투입될 수 있다.
- [85] 가스정제 필터형 환원로(30)는 고정층 반응기, 유동층 반응기, 무빙베드(moving bed) 반응기 형태로 이루어질 수 있으나, 산소공여입자의 주기적인 교체 편리성 및 카본침적에 의한 비활성 방지 측면에서 유동층 반응기 또는 무빙베드(moving bed) 반응기 형태로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [86] 가스정제 필터형 환원로(30)가 유동층 형태로 이루어질 경우, 투입된 공정가스가 반응기 내의 소결광과 혼합되어 균일한 온도분포를 가질 수 있다. 또한, 공정가스는 산화되어 가스정제 필터형 환원로(30)의 상부로 배출되고 소결광은 환원되면서 공정가스내의 분진과 함께 가스정제 필터형 환원로(30)의 하부로 배출될 수 있다. 유동층 반응기는 복수 개가 직렬로 연결되는 바, 이에 의하면 공정가스의 완전산화가 용이하며, 분진제거 효율이 향상된다.
- [87] 가스정제 필터형 환원로(30)가 무빙베드(moving bed) 반응기 형태로 이루어질 경우, 반응기 윗부분 또는 측면으로부터 공정가스가 투입되며, 투입된 공정가스는 천천히 하강하는 다량의 소결광과 지속적인 접촉에 의해 완전 산화될 수 있다. 또한, 이때 하강하는 소결광은 환원되면서 공정가스 내의 분진을 함께 필터링하여 배출될 수 있다.
- [88] 가스정제 필터형 환원로(30)에는 배출되는 환원된 소결광의 일부를 용융가스화로(10)에 공급하는 제1 환원소결광 공급라인(64)과, 환원된 소결광의 나머지를 미세분진 제거장치(45)로 공급하는 제2 환원소결광 공급라인(65)이 설치된다. 환원된 소결광의 나머지는 가스정제 필터형 환원로(30)에서 일산화탄소, 수소에 산소를 제공하고 배출된 FeO 또는 Fe의 소결광, 공정가스로부터 분리된 분진 및 반복적인 매체순환식 산화, 환원반응에서 발생한 소결광의 분화광석을 포함한다.

- [89] 또한, 미세분진 제거장치(45)로 공급된 소결광은 분진이 제거된 후, 활성을 촉진하기 위해 외부에서 공급된 소결광과 혼합되어 산화 연소로(40)로 투입된다.
- [90] 가스정제 필터형 환원로(30)에는 배가스 배출관(63)이 연결 설치되는 바, 배가스 배출관(63)을 통해서 가스정제 필터형 환원로(30)에서 생성된 배가스가 배출된다. 배가스 배출관(63)에는 열교환기가 연결 설치될 수 있으며, 열교환기는 가스정제 필터형 환원로에서 배출되는 배가스를 열교환시켜 배가스내 수증기는 물로 전환시켜 이산화탄소를 분리하고 고온의 스팀을 생산한다.
- [91] 이때 분리된 이산화탄소는 지하 등에 저장 처리되거나 별도로 이용될 수 있다. 또한, 배가스 배출관(63)은 발전기(50)와 연결되며, 발전기는 열교환기에 의해 생성된 스팀으로부터 전기를 생산하는 스팀터빈을 포함한다.
- [92] 미세분진 제거장치(45)는 가스정제 필터형 환원로(30)로부터 배출된 환원된 소결광으로부터 분진을 제거하는 장치이다. 미세분진 제거장치(45)는 제2 환원소결광 공급라인(65)에 연결 설치되며, 미세분진을 제거하는 진동스크린장치를 포함한다. 또한, 미세분진 제거장치(45)는 진동스크린장치 이전에 설치되며 공기 또는 질소를 불어넣어 미세분진의 일부를 미리 제거하는 사전분진제거부를 포함할 수 있다.
- [93] 또한, 미세분진 제거장치(45)는 자석분진제거부를 포함할 수 있으며, 자석분진제거부는 환원소결광에 자기장을 인가하여 비활성화된 산소공여입자 및 분진을 제거한다. 비활성화된 산소공여입자 및 분진은 자성을 갖는 바, 자석분진제거부는 이러한 산소공여입자 및 분진을 끌어 당겨서 제거할 수 있다. 자석분진제거부에 의해 제거된 산소공여입자 및 분진은 상기 용융가스화로로 순환될 수 있다.
- [94] 제2 환원소결광 공급라인(65)에는 가스정제 필터형 환원로(30)에서 배출된 소결광에 신선한(새로운) 소결광을 공급하는 소결광 공급라인(68)이 연결 설치된다. 소결광 공급라인(68)은 용융가스화로(10)에 공급된 환원된 소결광의 양을 보충하고 활성을 촉진하기 위하여 새로운 소결광을 추가적으로 공급한다. 제2 환원소결광 공급라인(65)은 산화 연소로(40)의 하부에 연결 설치되며, 산화 연소로(40)의 하부에는 공기를 공급하는 공기 공급라인(69)이 연결 설치된다.
- [95] 산화 연소로(40)는 분진이 제거된 환원된 소결광을 공급되는 공기와 연소시켜서 소결광을 산화시키는 장치이다. 산화 연소로(40)는 연소에 의하여 열을 발생시키고, 환원된 소결광을 산소가 많이 포함된 산화된 소결광으로 전환한다.
- [96] 산소가 결핍된 소결광은 공기 중 산소를 공급받아 산화되면서 열을 반응기에 공급하거나 소결광 또는 공기에 열을 전달하고 고온의 산소가 많이 포함된 산화된 소결광으로 전환하여 가스정제 필터형 환원로(30)로 재순환된다. 이를 위해서 산화 연소로(40)와 가스정제 필터형 환원로(30) 사이에는 산화 연소로(40)에서 산화된 소결광을 가스정제 필터형 환원로(30)로 공급하는

산화소결광 공급라인(66)이 설치된다.

[97] 또한, 공기 공급라인(69)을 통해서 높은 압력을 갖는 압축 공기가 유입되며, 압축 공기는 상온인 상태로 공급될 수 있으며, 가스정제 필터형 환원로(30)로부터 배출되는 소결광과 열교환 후, 고온의 상태로 산화 연소로(40)로 투입될 수 있다. 유입된 공기는 소결광에 연소를 위한 산소를 공급한 후, 산소가 결핍된 상태로 배출된다. 이때 배출되는 공기의 온도는 700°C~1200°C로 이루어진다.

[98] 산화 연소로(40)에서 발생하는 열을 공기에 효율적으로 전달하기 위해서는 공기의 유속이 소결광의 유속보다 크도록 조절된다. 또한, 산화 연소로(40)는 상승관(riser) 반응기로 이루어질 수 있으며, 상승관 반응기는 하부에 배출구를 갖는 바, 10mm 또는 15mm이상의 입도를 갖는 소결광이 상승관의 하부에서 제거될 수 있다. 또한, 상승관의 상부에는 사이클론(cyclone)이 설치되는 바, 이에 따라 넓은 공간을 확보하여 상승하는 산화소결광이 공기에서 용이하게 분리될 수 있다.

[99] 또한, 산화 연소로(40)는 병렬로 연결된 복수의 반응기를 포함할 수 있으며, 반응기 압력은 효율적 전력생산을 위하여 상온에서 30bar로 유지될 수 있다. 이때 압력은 투입되는 압축공기에 의해 조절된다.

[100] 산화 연소로(40)에는 고온의 공기를 발전기로 전달하는 배가스 공급라인(42)이 설치되는 바, 배가스 공급라인(42)은 산화 연소로(40)와 발전기(50) 사이에 설치되어 산화 연소로(40)에서 생성된 고온의 배가스를 발전기로 전달한다.

[101] 발전기(50)는 배가스 공급라인(42)을 통해서 공급된 고온의 공기를 이용하여 전력을 생산하는 장치로서 가스터빈으로 이루어질 수 있다. 또한, 발전기(50)는 가스터빈과 스팀터빈을 포함하는 복합발전 시스템으로 이루어질 수 있다. 가스터빈은 산화 연소로(40)에서 새로운 소결광 및 환원된 소결광에 연소를 위한 산소를 공급한 후 배출되는 산소가 결핍된 공기로부터 전기를 생산하며, 스팀터빈은 산소가 결핍된 공기를 열교환시켜 스팀을 생산하고 생산된 스팀을 이용하여 전기를 생산한다.

[102] 본 실시예와 같이 산화 연소로에서 배출되는 공기의 온도가 700°C~1200°C로 이루어지면 공기의 압력이 부피가 팽창하여 압력이 매우 높아지며 이에 따라 터빈을 강한 힘으로 구동하여 발전효율을 향상시킬 수 있다.

[103] 이에 따라 본 실시예에 따른 용철제조장치(101)는 철광석을 매개로한 매체 순환을 이용하여 용철제조공정에서 발생된 이산화탄소를 용이하게 분리할 수 있을 뿐만 아니라 이 과정에서 생성된 고온의 공기를 이용하여 터빈을 회전시킴으로써 전력을 생산할 수 있다.

[104]

[105] 이하에서는 본 실시예에 따른 용철제조방법에 대해서 설명한다.

[106] 본 실시예 따른 용철제조방법은 환원로(20)에 철광석을 장입하고 환원가스를 취입하여 환원철을 제조하는 단계와, 석탄을 충전하고 환원로(20)에서 배출되는

환원철을 장입하여 용철과 환원로(20)에 투입되는 환원가스를 제조하는 단계와, 가스정제 필터형 환원로(30)에 소결광 또는 소성 펠릿을 장입하고 환원로(20)에서 배출되는 공정가스를 취입하여 소결광 또는 소성 펠릿을 환원시키는 단계와, 환원된 소결광 또는 소성 펠릿으로부터 분진을 제거하는 단계, 및 산화 연소로에 분진이 제거된 소결광 또는 소성 펠릿을 장입하고 공기와 함께 연소시키는 단계를 포함한다.

- [107] 또한, 본 실시예 따른 용철제조방법에서 가스정제 필터형 환원로(30)에서 환원된 후 배출되는 소결광 또는 소성 펠릿의 일부를 용융가스화로(10)에 장입한다.
- [108] 또한, 본 실시예 따른 용철제조방법은 가스정제 필터형 환원로(30)에서 배출되는 배가스를 열교환시켜 수증기를 물로 응축시켜 이산화탄소를 분리하고, 생성된 스팀으로 스팀터빈을 회전시켜 전기를 생산하는 단계를 더 포함한다.
- [109] 또한, 본 실시예 따른 용철제조방법은 산화 연소로(40)에서 소결광 또는 소성 펠릿을 연소시킨 후 배출되는 산소가 결핍된 공기를 이용하여 가스터빈을 회전시켜 전기를 생산하는 단계를 더 포함한다.
- [110] 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 용철제조장치를 도시한 구성도이다.
- [111] 도 3을 참조하여 설명하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 용철제조장치(102)는 가스정제 필터형 환원로(30)에 이산화탄소 제거장치(70)가 설치된 것을 제외하고는 상기한 제1 실시예에 따른 용철제조장치와 동일한 구조로 이루어지므로 동일한 구조에 대한 중복 설명은 생략한다.
- [112] 가스정제 필터형 환원로(30)의 배가스 배출관(63)에는 이산화탄소 제거장치(70)가 연결 설치되는 데, 이산화탄소 제거장치(70)는 상기 가스정제 필터형 환원로에서 배출되는 배가스로부터 이산화탄소를 제거하는 장치이다. 이산화탄소 제거장치(70)는 이산화탄소 흡착법, 아민 또는 암모니아를 사용한 이산화탄소 흡수, 탈거에 의한 이산화탄소 흡수법 등의 방법으로 이산화탄소를 흡수한다.
- [113] 또한, 이산화탄소 제거장치(70)는 수증기-가스 개질반응기(water-gas shift reactor) 및 수소 압력스윙흡착기(pressure swing adsorption)를 포함할 수 있다.
- [114] 이산화탄소 제거장치(70)에서 흡수된 고농도 이산화탄소 함유 가스는 지하에 저장, 처리하거나 재이용하는 것이 가능하다. 또한, 이산화탄소 제거장치(70)에는 이산화탄소가 제거된 가스정제 필터형 환원로 배가스를 가스정제 필터형 환원로(30)로 재취입하기 위한 재순환 가스 공급라인(72)이 설치되는 바, 재순환 가스 공급라인(72)은 가스정제 필터형 환원로(30)에서 배출되는 배가스에서 이산화탄소를 제거하고, 남은 환원력을 가지는 배가스를 가스정제 필터형 환원로(30)에 다시 공급한다.
- [115] 이산화탄소가 제거된 가스정제 필터형 환원로 배가스는 철광석 환원로(20)에서 공급되는 공정가스와 함께 혼합되어 가스정제 필터형

환원로(30)에 공급되는데, 이산화탄소가 제거된 가스정제 필터형 환원로 배가스가 혼합되면 일산화탄소와 수소의 분율을 향상시켜서 전력 생산 효율이 향상된다.

- [116] 또한 가스정제 필터형 환원로(30)와 이산화탄소 제거장치(70) 사이에는 배가스에 포함된 물을 제거하는 응축기(71)가 더 설치될 수 있다. 응축기(71)는 배가스 배출관(63)에 연결 설치되어 배가스에 포함된 물을 분리시킨다. 분리된 물은 응축기(71)와 발전기(50)에 연결 설치된 물배출관(74)을 통해서 발전기(50)로 공급되어 스팀의 생산에 사용된다.
- [117] 한편, 본 실시예에 따른 용철제조방법은 상기한 제1 실시예에 따른 용철제조방법에 부가하여 가스정제 필터형 환원로(30)에서 배출되는 배가스를 이산화탄소 제거장치(70)에 통과시켜 이산화탄소를 제거하고, 이산화탄소가 제거된 배가스를 가스정제 필터형 환원로(30)에 재취입하는 단계를 포함한다.
- [118] 도 4는 본 발명의 제3 실시예에 따른 용철제조장치를 도시한 구성도이다.
- [119] 도 4를 참조하여 설명하면, 본 발명의 제3 실시예에 따른 용철제조장치(103)는 공정가스 공급라인(62)에 연결 설치된 가스정제장치(81)와 제2 환원소결광 공급라인(65)에 연결 설치된 열교환장치(82)를 제외하고는 상기한 제2 실시예에 따른 용철제조장치와 동일한 구조로 이루어지므로 동일한 구조에 대한 중복 설명은 생략한다.
- [120] 공정가스 공급라인(62)은 철광석 환원로(20)에서 가스정제 필터형 환원로(30)로 공정가스를 공급하는 바, 가스정제장치(81)는 공정가스에 포함된 분진 등을 제거한다. 가스정제장치(81)는 가스정제 필터형 환원로(30)의 전단에 설치되어 철광석 환원로(20)에서 배출되는 공정가스로부터 분진을 제거한다.
- [121] 가스정제장치(81)는 싸이크론, 세라믹 캔들 필터, 메탈 필터와 같은 건식집진장치 또는 스크러버와 같은 습식집진장치로 이루어질 수 있다. 가스정제장치(81)가 습식집진장치로 이루어질 경우, 열을 회수한 후, 습식집진장치 후단에서 공정가스에 열을 공급하는 구조로 이루어진다.
- [122] 열교환장치(82)는 제2 환원소결광 공급라인(65)에서 가스정제 필터형 환원로(30)와 미세분진 제거장치(45) 사이에 설치되며, 열교환장치(82)에는 산화 연소로(40)에 공기를 공급하는 공기 공급라인(69)이 연결 설치된다.
- [123] 열교환장치(82)는 산화 연소로(40)의 전단에 설치되어 고온의 소결광과 공기의 열교환을 유도하여 공기를 가열하며 가열된 공기는 공기 공급라인(69)에 의하여 산화 연소로(40)로 공급된다.
- [124] 이와 같이 열교환장치(82)가 설치되면 산화 연소로(40)에 고온의 압축공기를 공급함으로써 산화 연소로(40)에서 배출된 고온공기의 압력 및 온도를 증가시켜서 발전 효율을 향상시킬 수 있다.
- [125] 한편, 본 실시예에 따른 용철제조방법은 상기한 제2 실시예에 따른 용철제조방법에 부가하여 철광석 환원로(20)에서 배출되는 공정가스를 가스정제장치(81)에 통과시켜 분진을 제거하는 단계와, 산화 연소로(40)에

공급되는 공기를 가열하기 위하여 열교환시키는 단계를 더 포함한다.

- [126] 이상 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 특허청구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시할 수 있다.

청구범위

[청구항 1]

철광석을 장입하고 환원가스를 취입하여 환원철을 생산하는 철광석 환원로;
 석탄을 충전하고 상기 철광석 환원로에서 환원되어 배출되는 환원철을 장입하여 용철과 상기 철광석 환원로에 제공할 환원가스를 생산하는 용융가스화로;
 소결광을 장입하고 상기 철광석 환원로에서 철광석을 환원한 후 배출되는 공정가스를 취입하여 소결광을 환원시키는 가스정제 필터형 환원로;
 상기 가스정제 필터형 환원로에서 환원되어 배출되는 환원된 소결광으로부터 분진을 제거하기 위한 미세분진 제거장치; 및
 분진이 제거된 환원된 소결광을 장입하고 공기와 함께 연소시켜 환원된 소결광을 산화시키는 산화 연소로를 포함하는 용철제조장치.

[청구항 2]

제 1 항에 있어서,
 상기 산화 연소로는 산화된 소결광을 상기 가스정제 필터형 환원로로 공급하기 위한 산화소결광 공급라인이 설치된 것을 특징으로 하는 용철제조장치.

[청구항 3]

제 1 항에 있어서,
 상기 가스정제 필터형 환원로는 배출되는 환원된 소결광의 일부를 상기 용융가스화로에 공급하는 제 1 환원소결광 공급라인과 환원된 소결광의 나머지를 상기 미세분진 제거장치로 공급하는 제2 환원소결광 공급라인이 설치된 것을 특징으로 하는 용철제조장치.

[청구항 4]

제 1 항에 있어서,
 상기 소결광은 자연상태의 철광석 분말, 석회석 및 석탄을 혼합하고 900°C~1,400°C 범위에서 가열, 재결정 또는 반응용상태까지 소성한 후 1mm~10mm로 분쇄한 광석인 것을 특징으로 하는 용철제조장치.

[청구항 5]

제 3 항에 있어서,
 상기 환원된 소결광의 나머지는 상기 가스정제 필터형 환원로에서 일산화탄소, 수소에 산소를 제공하고 배출된 FeO 또는 Fe의 소결광, 상기 공정가스로부터 분리된 분진 및 반복적인 매체순환식 산화, 환원반응에서 발생한 소결광의 분화광석을 포함하는 용철제조장치.

[청구항 6]

제 3 항에 있어서,
 상기 산화 연소로에는 상기 용융가스화로에 공급된 환원된

- 소결광의 양을 보충하고 활성을 촉진하기 위하여 새로운 소결광이 추가적으로 공급되는 것을 특징으로 하는 용철제조장치.
- [청구항 7] 제 1 항에서,
상기 가스정제 필터형 환원로에서 배출되는 배가스를 열교환시켜 배가스내 수증기는 물로 전환시켜 이산화탄소를 분리하고 고온의 스팀을 생산하기 위한 열교환장치; 및
상기 열교환장치에 의해 생성된 스팀으로부터 전기를 생산하기 위한 스팀터빈을 더 포함하는 용철제조장치.
- [청구항 8] 제 6 항에 있어서,
상기 산화 연소로에서 환원된 소결광이 공기중 산소와 연소됨으로써 발생한 열량은 상기 새로운 소결광, 공기 및 상기 미세분진 제거장치로부터 공급되는 환원된 소결광에 열량을 공급하는 것을 특징으로 하는 용철제조장치.
- [청구항 9] 제 8 항에 있어서,
상기 산화 연소로에서 새로운 소결광 및 환원된 소결광에 연소를 위한 산소를 공급한 후 배출되는 산소가 결핍된 공기로부터 전기를 생산하기 위한 가스터빈 또는 상기 산소가 결핍된 공기를 열교환시켜 스팀을 생산하고 생산된 스팀을 이용하여 전기를 생산하는 스팀터빈을 더 포함하는 용철제조장치.
- [청구항 10] 제 1 항에 있어서,
상기 가스정제 필터형 환원로에 연결되어 상기 가스정제 필터형 환원로에서 배출되는 배가스로부터 이산화탄소를 제거하기 위한 이산화탄소 제거장치를 더 포함하는 용철제조장치.
- [청구항 11] 제 10 항에 있어서,
상기 가스정제 필터형 환원로에서 배출되는 배가스는 열교환에 의해 스팀을 생산하고 생산된 스팀으로 스팀터빈을 돌려 전기를 발생시키고, 물을 제거한 후 상기 이산화탄소 제거장치에 공급되는 것을 특징으로 하는 용철제조장치.
- [청구항 12] 제 10 항에 있어서,
상기 이산화탄소 제거장치는 이산화탄소가 제거된 가스정제 필터형 환원로 배가스를 상기 가스정제 필터형 환원로에 재취입하기 위한 재순환 가스 공급라인이 설치된 것을 특징으로 하는 용철제조장치.
- [청구항 13] 제 10 항에 있어서,
상기 이산화탄소 제거장치는 수증기-가스 개질반응기(water-gas shift reactor) 및 수소 압력스윙흡착기(pressure swing adsorption)를 포함하는 용철제조장치.
- [청구항 14] 제 1 항에 있어서,

- 상기 철광석 환원로에서 배출되는 공정가스로부터 분진을 제거하기 위한 가스정제장치가 상기 가스정제 필터형 환원로의 전단에 설치된 것을 특징으로 하는 용철제조장치.
- [청구항 15] 제 14 항에 있어서,
상기 가스정제장치는 싸이클론, 세라믹 캔들 필터, 메탈 필터 및 스크러버에서 선택된 적어도 하나인 것을 특징으로 하는 용철제조장치.
- [청구항 16] 제 14 항에 있어서,
상기 산화 연소로는 취입되는 공기를 가열하기 위한 열교환장치가 상기 산화 연소로 전단에 설치된 것을 특징으로 하는 용철제조장치.
- [청구항 17] 철광석을 장입하고 환원가스를 취입하여 환원철을 생산하는 철광석 환원로;
석탄을 충전하고 상기 철광석 환원로에서 환원되어 배출되는 환원철을 장입하여 용철과 상기 철광석 환원로에 제공할 환원가스를 생산하는 용융가스화로;
소성 펠렛을 장입하고 상기 철광석 환원로에서 철광석을 환원한 후 배출되는 공정가스를 취입하여 소성 펠렛을 환원시키는 가스정제 필터형 환원로;
상기 가스정제 필터형 환원로에서 환원되어 배출되는 환원된 소성 펠렛으로부터 분진을 제거하기 위한 미세분진 제거장치; 및
분진이 제거된 환원된 소성 펠렛을 장입하고 공기와 함께 연소시켜 환원된 소성 펠렛을 산화시키는 산화 연소로를 포함하는 용철제조장치.
- [청구항 18] 제 17 항에 있어서,
상기 소성 펠렛은 입도 $100\mu\text{m}$ 이하의 극미분 철광석, 벤토나이트, 석회석, 백운암, 감람석을 회전식 드럼내에 물과 함께 투입하여 $3\text{mm}\sim 8\text{mm}$ 크기의 구형펠렛으로 만든 후 $800^{\circ}\text{C}\sim 900^{\circ}\text{C}$ 에서 예비가열한 후, $1,200^{\circ}\text{C}\sim 1,400^{\circ}\text{C}$ 에서 소성한 것을 특징으로 하는 용철제조장치.
- [청구항 19] 제 18 항에 있어서,
상기 철광석 환원로 또는 가스정제 필터형 환원로에는 첨가제로 CaO 또는 CaCO_3 가 투입되는 것을 특징으로 하는 용철제조장치.
- [청구항 20] 환원로에 철광석을 장입하고 환원가스를 취입하여 환원철을 제조하는 단계;
석탄을 충전하고 상기 환원로에서 배출되는 환원철을 장입하여 용철과 상기 환원로에 취입되는 환원가스를 제조하는 단계;
가스정제 필터형 환원로에 소결광 또는 소성 펠렛을 장입하고

상기 환원로에서 배출되는 공정가스를 취입하여 상기 소결광 또는 소성 펠렛을 환원시키는 단계;

상기 환원된 소결광 또는 소성 펠렛으로부터 분진을 제거하는 단계; 및

산화 연소로에 상기 분진이 제거된 소결광 또는 소성 펠렛을 장입하고 공기와 함께 연소시키는 단계를 포함하며,

상기 가스정제 필터형 환원로에서 환원된 후 배출되는 소결광 또는 소성 펠렛의 일부는 상기 용융가스화로에 장입되는 것을 특징으로 하는 용철제조방법.

[청구항 21]

제 20 항에 있어서,

상기 가스정제 필터형 환원로에서 배출되는 배가스를 열교환시켜 수증기를 물로 응축시켜 이산화탄소를 분리하고, 생성된 스팀으로 스팀터빈을 회전시켜 전기를 생산하는 단계를 더 포함하는 용철제조방법.

[청구항 22]

제 21 항에 있어서,

상기 산화 연소로에서 소결광 또는 소성 펠렛을 연소시킨 후 배출되는 산소가 결핍된 공기를 이용하여 가스터빈을 회전시켜 전기를 생산하는 단계를 더 포함하는 용철제조방법.

[청구항 23]

제 20 항에 있어서,

상기 가스정제 필터형 환원로에서 배출되는 배가스를 이산화탄소 제거장치에 통과시켜 이산화탄소를 제거하고, 이산화탄소가 제거된 배가스를 상기 가스정제 필터형 환원로에 재취입하는 단계를 더 포함하는 용철제조방법.

[청구항 24]

제 23 항에 있어서,

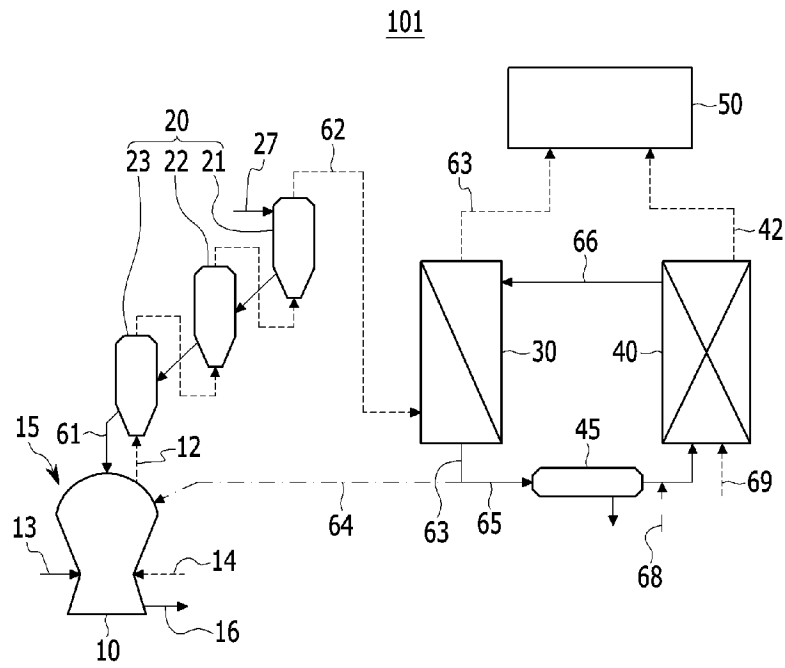
상기 철광석 환원로에서 배출되는 공정가스를 가스정제장치에 통과시켜 분진을 제거하는 단계를 더 포함하는 용철제조방법.

[청구항 25]

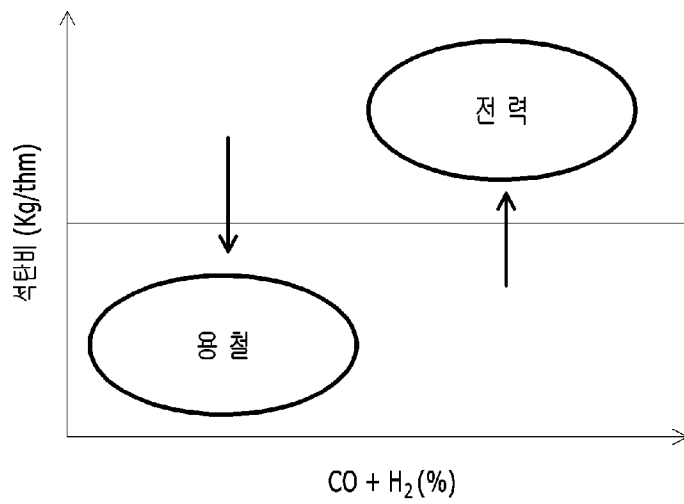
제 24 항에 있어서,

상기 산화 연소로에 공급되는 공기를 가열하기 위하여 열교환시키는 단계를 더 포함하는 용철제조방법.

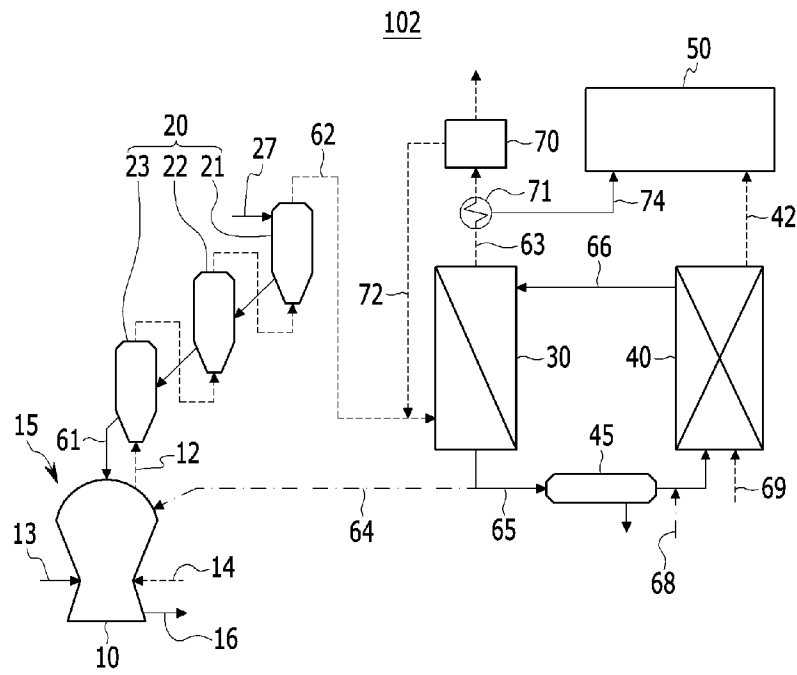
[Fig. 1]



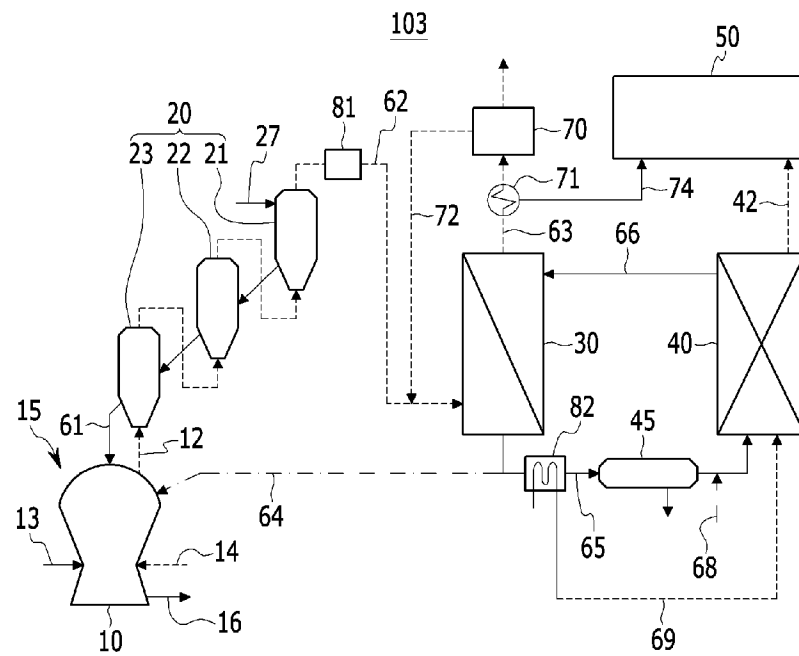
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2013/010962**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****C21B 13/06(2006.01)i, C21B 11/00(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 13/06; C21B 13/02; C21B 13/00; C01B 3/10; C21B 13/10

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: ingot iron, reduction, sintered ore, hydrogen, carbon dioxide

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2010-0078327 A (POSCO) 08 July 2010 Claim 1, figure 2	1-25
A	KR 10-0797824 B1 (POSCO et al.) 24 January 2008 Claims 1, 2, figure 1	1-25
A	KR 10-2009-0069591 A (POSCO) 01 July 2009 Claims 2, 5, 14	1-25
A	JP 2005-089797 A (KAWASAKI HEAVY IND LTD) 07 April 2005 Claims 1, 2	1-25



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

04 MARCH 2014 (04.03.2014)

Date of mailing of the international search report

05 MARCH 2014 (05.03.2014)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2013/010962

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2010-0078327 A	08/07/2010	NONE	
KR 10-0797824 B1	24/01/2008	AU 2007-335276 A1	26/06/2008
		AU 2007-335276 B2	18/08/2011
		CA 2673074 A1	26/06/2008
		CN101568649 A	28/10/2009
		CN101568649 B	23/11/2011
		EP 2102373 A1	23/09/2009
		JP 05-119264B2	16/01/2013
		JP 2010-511837A	15/04/2010
		US 2009-0308074 A1	17/12/2009
		US 8375718 B2	19/02/2013
		WO 2008-075870 A1	26/06/2008
KR 10-2009-0069591 A	01/07/2009	CN101910423 A	08/12/2010
		CN101910423 B	12/06/2013
		WO 2009-082123 A2	02/07/2009
		WO 2009-082123 A3	17/09/2009
JP 2005-089797 A	07/04/2005	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C21B 13/06(2006.01)i, C21B 11/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C21B 13/06; C21B 13/02; C21B 13/00; C01B 3/10; C21B 13/10

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: 용철, 환원, 소결광, 수소, 이산화탄소

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2010-0078327 A (주식회사 포스코) 2010.07.08 청구항 1, 도면 2	1-25
A	KR 10-0797824 B1 (주식회사 포스코 외 1명) 2008.01.24 청구항 1, 2, 도면 1	1-25
A	KR 10-2009-0069591 A (주식회사 포스코) 2009.07.01 청구항 2, 5, 14	1-25
A	JP 2005-089797 A (KAWASAKI HEAVY IND LTD) 2005.04.07 청구항 1, 2	1-25



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

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

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

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

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

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

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

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2014년 03월 04일 (04.03.2014)

국제조사보고서 발송일

2014년 03월 05일 (05.03.2014)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

강구환

전화번호 +82-42-481-8309



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2010-0078327 A	2010/07/08	없음	
KR 10-0797824 B1	2008/01/24	AU 2007-335276 A1 AU 2007-335276 B2 CA 2673074 A1 CN101568649 A CN101568649 B EP 2102373 A1 JP 05-119264B2 JP 2010-511837A US 2009-0308074 A1 US 8375718 B2 WO 2008-075870 A1	2008/06/26 2011/08/18 2008/06/26 2009/10/28 2011/11/23 2009/09/23 2013/01/16 2010/04/15 2009/12/17 2013/02/19 2008/06/26
KR 10-2009-0069591 A	2009/07/01	CN101910423 A CN101910423 B WO 2009-082123 A2 WO 2009-082123 A3	2010/12/08 2013/06/12 2009/07/02 2009/09/17
JP 2005-089797 A	2005/04/07	없음	