



- (51) 국제특허분류:
F23G 5/027 (2006.01) B09B 3/00 (2006.01)
C10J 3/00 (2006.01) C10G 1/10 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/009462
- (22) 국제출원일: 2012년 11월 9일 (09.11.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0138963 2011년 12월 21일 (21.12.2011) KR
- (71) 출원인: 한국생산기술연구원 (KOREA INSTITUTE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY) [KR/KR]; 331-822 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89, Chungcheongnam-do (KR).
- (72) 발명자: 이은도 (LEE, Uen Do); 305-340 대전시 유성구 도룡동 로얄밸리 604 호, Daejeon (KR). 양원 (YANG, Won); 412-753 경기도 고양시 덕양구 화정 1동 은빛마을 11 단지아파트 1104 동 305 호, Gyeonggi-do (KR). 박동호 (PARK, Dong Ho); 456-728 경기도 안성시 공도읍 양기리 송정아파트 101 동 104 호, Gyeonggi-do (KR). 문지홍 (MOON, Ji Hong); 503-310 광주시 남구 주월동 중원아파트 B 동 507 호, Gwangju (KR). 이정우 (LEE, Jeong Woo); 305-805 대전시 유성구 신성동 208-

10 파크빌라 302 호, Daejeon (KR). 김영두 (KIM, Young Doo); 136-723 서울시 성북구 장위 3 동 SH 공사 아파트 102 동 602 호, Seoul (KR). 양창원 (YANG, Chang Won); 403-760 인천시 부평구 일신동 풍림아파트 109 동 203 호, Incheon (KR). 김광수 (KIM, Kwang Soo); 331-825 충청남도 천안시 서북구 입장면 홍천리 35-3 한국생산기술연구원 연구동 445 호, Chungcheongnam-do (KR).

(74) 대리인: 손민 (SON, Min); 135-973 서울시 강남구 테헤란로 87 길 36, 6 층 한얼국제특허사무소(삼성동, 도심공항타워), Seoul (KR).

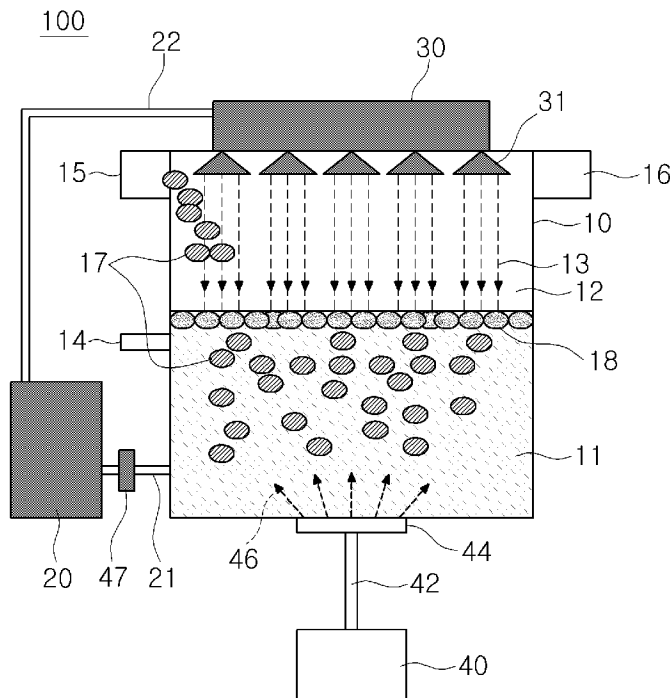
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, 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, 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,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: PYROLYSIS APPARATUS USING LIQUID METAL

(54) 발명의 명칭 : 액체금속을 이용한 열분해 장치



는 것을 특징으로 한다.

(57) Abstract: A pyrolysis apparatus using a liquid metal according to the present invention comprises: a hollow reactor in which the liquid metal is accommodated; a circulation pump which is connected to the reactor; a buffer tank which is disposed on top of the reactor to receive the liquid metal from the circulation pump; a nozzle which is coupled with the buffer tank to inject the liquid metal in the buffer tank into the reactor; and an air supply source which supplies air to the liquid metal in the reactor. Char that is generated by fuel that is input into the reactor reacts for combustion with the air introduced by the air supply source into a lower portion of the reactor, and particles of the liquid metal that are injected through the nozzle react with gas generated in the reactor to refine the gas.

(57) 요약서: 본 발명에 따른 액체금속을 이용한 열분해 장치는 액체금속이 수용되는 중공의 반응로, 상기 반응로에 연결되는 순환 펌프, 상기 반응로 상부에 배치되며, 상기 순환 펌프로부터 상기 액체금속을 전송받는 버퍼 탱크, 상기 버퍼 탱크에 결합되고, 상기 버퍼 탱크 내의 액체금속을 상기 반응로 내부로 분사하는 노즐, 및 상기 반응로 내의 상기 액체금속으로 공기를 공급하는 공기 공급원을 포함하며, 상기 반응로에 투입된 연료로부터 발생한 찌(char)는 상기 공기 공급원을 통해 상기 반응로의 하부로 유입된 공기와 반응하여 연소하고, 상기 노즐로부터 분사된 상기 액체금속의 입자는 상기 반응로에서 발생한 가스와 반응하여 상기 가스를 정제하



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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 액체금속을 이용한 열분해 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 액체금속을 이용한 열분해 장치에 관한 것으로, 상세하게는 반응로에 공급되는 연료의 분해 과정에서 발생하는 부산물인 차(char)를 반응로 내에서 직접 연소시켜 발생하는 분해열과 일부의 액체금속이 산화되어 발생하는 열을 이용하여 액체금속의 가열에 활용하는 한편, 상기의 가열된 액체금속을 이용하여 바이오매스, 석탄, 및 폐플라스틱 등의 연료를 열분해하여 휘발성분의 가스를 추출하는 열분해 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 산업이 발전함에 따라 생활폐기물은 물론 각종 산업폐기물이 급증하고 있다. 특히, 일회용 제품이 많이 사용되어 그 폐기량이 날로 증가하고 있다.
- [3] 종래, 이러한 폐기물을 처리하는 방법으로 주로 소각로에서 산소를 공급하여 900℃ 이상의 고온에서 직화 방식으로 소각 처리하는 방법이 있다. 그러나 폐기물은 고무, 섬유 그리고 플라스틱 제품을 포함하고 있음에 따라 위와 같은 소각방식으로 처리하는 경우 대기오염의 주범인 매연, 악취 등의 각종 공해물질이 다량 발생되고, 소각 후 남은 소각재는 잔류 공해물질이 남아 있는 문제점이 있다.
- [4] 또한, 근래에는 일반 폐기물을 처리함에 있어서 무산소 상태에서 가열하여 탄소 이외의 성분을 열분해시켜 처리하는 기술이 제시되고 있다.
- [5] 한편, 대한민국 등록특허 0354920호에는 폐기물을 열분해하는 열분해로와, 열분해된 폐기물을 공기와 혼합하는 혼합로와, 공기와 혼합된 분해 폐기물을 소각하는 공지의 연소로와, 소각된 분해 폐기물의 분진을 집진하는 공지의 집진기와, 집진된 가스를 세정하는 세정기와, 세정기를 통과한 유해가스를 중화시키는 1차, 2차 중화기와, 중화된 가스를 송풍기로 흡입하여 히터로 건조시키는 건조기를 가지는 열분해 처리장치가 제시되어 있다.
- [6] 그러나 상기의 인용문헌에 기재되어 있는 바와 같이 폐기물을 열분해하여 처리하는 공정은, 1회의 열분해 공정을 실시한 다음에는 다시 열분해로를 무산소의 진공상태로 만들어야 하고, 열분해로 내의 탄화된 잔재는 제거해야 때문에, 열분해로에 폐기물을 투입하고 용융 가스화시키는 공정이 연속적으로 진행될 수 없고, 폐기물의 투입과 용융 공정을 1회 실시한 다음에는 열분해로를 냉각시킨 후에 다시 위와 같은 공정을 반복해야 한다.
- [7] 그리고, 상기와 같은 종래기술의 열분해로는 급냉을 위한 별도의 수단이나, 단열 수단이 미흡하여 무엇보다 열효율이 떨어지고, 가열 및 냉각을 위한 시간이 많이 소요되는 문제점이 있다. 또한, 집진기를 갖추고 있다고는 하나, 집진기에 의해서는 완벽한 탈취를 이루지 못하여 최종적으로 배출되는 가스에는 유해한

악취가 여전히 함유되어 있는 문제점이 있다.

- [8] 다른 한편으로, 열분해에 의하여 발생하는 가스 중에는 산성가스를 포함한 각종의 유해성분이 함유되어 있다. 가스 중의 이러한 오염물질 등이 그대로 가스와 함께 배출될 경우에는 추출한 가스의 품질이 낮아지므로 이러한 오염물질을 처리할 수 있는 가스 처리설비가 필요하게 된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [9] 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 반응로의 하부를 통해 공급되는 공기를 미반응 부산물인 차와 액체금속 일부를 반응하게 하여 산화열을 얻고, 이를 이용하여 액체금속 반응로의 운전을 정지하거나 별도의 열원 공급 장치를 부가함이 없이 반응로에 공급되는 연료를 열분해 하는 장치를 제공하는 것이다.
- [10] 또한, 반응로 내에서 직접 연소시켜 발생하는 산화열을 액체금속의 가열에 활용하는 한편, 상기의 가열된 액체금속을 이용하여 바이오매스, 석탄, 및 폐플라스틱 등의 연료를 열분해하는 장치를 제공하는 것이다.
- [11] 또한, 미반응 부산물인 차는 온도 조건에 따라 산화된 액체금속의 환원제로 사용되어 별도의 장치 없이 제거되는 장치를 제공하는 것이다.
- [12] 또한, 액체금속과 불순물과의 비중차이로 원료 속에 포함된 불순물을 분리하고 제거할 수 있어 유지 및 관리에 유리한 열분해 장치를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [13] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해 제공되는 본 발명에 따른 액체금속을 이용한 열분해 장치는 액체금속이 수용되는 중공의 반응로, 상기 반응로에 연결되는 순환 펌프, 상기 순환 펌프 전단에 액체금속 내부 잔류 불순물 제거 필터 장치가 배치되며, 상기 순환 펌프로부터 상기 액체금속을 전송받는 버퍼 탱크, 상기 버퍼탱크에 결합되고, 상기 버퍼 탱크 내의 액체금속을 상기 반응로 내부로 분사하는 노즐, 및 상기 반응로 내의 상기 액체금속으로 공기를 공급하는 공기 공급원을 포함하며, 상기 반응로에 투입된 연료로부터 발생한 차(char)와 액체금속은 상기 공기 공급원을 통해 상기 반응로의 하부로 유입된 공기와 반응하여 연소하고, 상기 노즐로부터 분사된 상기 액체금속의 입자는 상기 반응로에서 발생된 가스와 반응하여 상기 가스를 정제하는 것을 특징으로 한다.
- [14] 상기 액체금속을 이용한 열분해 장치는, 상기 반응로 하단에 부착되는 링 형태의 기포 발생기를 더 포함하며, 상기 기포 발생기는 상기 공기 공급원으로부터 공기를 상기 반응로 내의 상기 액체금속 상에 방사상으로 분사하는 것이 바람직할 수 있다.
- [15] 상기 반응로의 하부로 유입된 공기는 폭기 형태를 유지하는 것이 바람직할 수 있다.
- [16] 상기 액체금속은 Sn, Bi 및 Sn 와 Bi의 혼합물로 이루어진 그룹 중 어느 하나를

포함하는 것이 바람직할 수 있다.

- [17] 상기 열분해 장치는, 상기 순환 펌프, 상기 연소로 및 상기 슬래그 배출구에 연결되는 제어부;를 더 포함하며, 상기 제어부는 상기 순환 펌프의 펌핑 속도, 상기 연소로의 연소량 및 상기 슬래그 배출구에서 슬래그의 배출량 중 하나 이상을 조절할 수 있는 것이 바람직할 수 있다.
- [18] 상기 반응로에서 발생하는 상기 가스는 황화합물을 포함한 배기가스인 것이 바람직할 수 있다.
- [19] 상기 반응로에 유입되는 원료는 바이오매스, 석탄, 폐플라스틱 및 폐PCB 로 이루어진 그룹 중 어느 하나 이상인 것이 바람직할 수 있다.
- [20] 상기 노즐은 상기 버퍼 탱크에 탈착 가능하게 결합하고, 상기 분사구 크기에 따라 상기 버퍼탱크에 선택적으로 결합될 수 있는 것이 바람직할 수 있다.
- [21] 상기 반응로는 송풍기를 더 포함하여, 상기 반응로의 내부는 진공을 유지하는 것이 바람직할 수 있다.

발명의 효과

- [22] 본 발명에 따른 열분해 장치는 반응로에 투입된 연료의 열분해 과정에서 발생한 차를 별도의 장치에서 연소를 진행하지 않고, 상기 연소로에 공급되는 가열 공기를 이용하여 차(char)를 직접 연소하게 함으로써 분해열을 생성하게 하고, 상기의 생성된 산화열은 반응로 내의 액체금속에 전달되어 효과적인 열공급을 가능하게 한다. 또한 반응로 내의 액체금속이 공기와 반응하여 발생되는 반응열을 이용하여 가열된다. 이 경우 반응로 내에서 공급되는 공기의 폭기 상태를 유지하는 경우에는 비중차가 큰 액체금속과 미반응 연료인 차 사이의 혼합 및 열전달을 가속하게 하는 효과가 있다.
- [23] 본 발명은 산화제인 공기량을 조절하여 적절한 온도조건을 제어하며, 이에 따라 차(char)와 액체금속의 산화와 환원을 선택적으로 반응시킬 수 있으며, 이에 따라 차(char)의 제거가 용이한 효과가 있다.
- [24] 본 발명은 투입된 원료에 효율적으로 열을 전달하는 한편, 열분해되어 배출되는 가스에 포함된 Tar, 분진 등 불순물을 제거하여 고품질의 가스를 얻을 수 있는 효과가 발생한다.
- [25] 또한, 액체금속과 불순물과의 비중차이로 원료 속에 포함된 불순물을 분리하고 제거할 수 있어 유지 및 관리에 유리한 효과가 발생한다.
- [26] 더불어, 본 발명에 사용되는 액체금속은 작동 운전 범위에서 용융되어 액상을 유지하며 끓는점이 높아 증발에 의한 손실이 없고, 기존 열교환에 주로 사용되는 공기 및 물에 비하여 열용량이 크므로, 열 이동량이 높아 열교환에 효과적이고, 점성이 낮아 이동이 편리한 효과가 발생한다.

도면의 간단한 설명

- [27] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 열분해 장치의 개념도,
- [28] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 열분해 장치의 작동 단계를 나타낸 순서도,

및

- [29] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 온도 조건의 액체금속과 탄소의 깁스 자유에너지(Gibbs free energy) 변화 그래프이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [30] 본 발명의 상기와 같은 목적, 특징 및 다른 장점들은 첨부도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명함으로써 더욱 명백해질 것이다. 기술되는 실시예는 발명의 설명을 위해 예시적으로 제공되는 것이며, 본 발명의 기술적 범위를 한정하는 것은 아니다.
- [31] 본 발명에 따른 열분해 장치(100)를 이루는 구성요소들은 필요에 따라 일체형으로 사용되거나 각각 분리되어 사용될 수 있다. 또한, 사용 형태에 따라 일부 구성요소를 생략하여 사용 가능하다.
- [32] 본 발명에 따른 열분해 장치(100)의 바람직한 실시예를 도 1 내지 도 3을 참조하여 설명한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다. 또한, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 기술되어야 할 것이다.

[33]

본 발명에 따른 열분해 장치(100)의 구성설명

- [34] 이하, 도 1을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 열분해 장치(100)의 구성을 설명하면 다음과 같다.
- [35] 이하, 도 1을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 열분해 장치(100)의 구성을 설명하면 다음과 같다.
- [36] 본 발명에 따른 열분해 장치(100)는 액체금속(11)이 수용되는 중공의 반응로(10), 상기 반응로(10)의 하부에 연결되어 액체금속(11)을 순환시키는 순환 펌프(20), 순환 펌프(20) 전단에 위치하며 액체금속(11)의 잔류 불순물을 제거하는 필터(47), 상기 순환 펌프(20)에 연결되며 상기 반응로(10) 상면에 위치하는 버퍼 탱크(30), 상기 버퍼 탱크(30)의 하면에 결합되고, 상기 버퍼 탱크(30) 내의 액체금속(11)을 반응로(10) 내부로 분사하는 다수의 분사구를 가지는 다수의 노즐(31), 및 상기 반응로(10) 내의 액체금속(11) 상으로 공기를 공급하는 공기 공급원(40)을 포함한다.
- [37] 액체금속을 이용한 열분해 장치(100)는 반응로(10) 하단에 부착되는 링 형태의 기포 발생기(44)를 더 포함하며, 상기 기포 발생기(44)는 공기 공급원(40)으로부터 공기를 반응로(10) 내의 액체금속(11) 상에 방사상으로 분사한다(도 1의 도면부호 46 참조).
- [38] 반응로(10)는 용융 상태의 액체금속(11)과 정화 대상인 가스(12)가 위치하는 곳으로, 기포 발생기(44)를 통해 공급되는 공기가 미반응 부산물인 차와 액체금속 일부와 반응하여 발생하는 연소열로 인해 액체금속(11)이 용융 상태로 유지되며, 노즐(31)을 통해 액체금속 입자(13)가 반응로(10) 내에 분사되어

- 반응로(10)에서 발생하는 가스(12)가 정화 및 가열된다.
- [39] 반응로(10) 내의 액체금속(11)과 가스(12)는 그 비중 차이에 의해 상하로 분리된다. 구체적으로 액체금속(11)은 반응로(10) 내의 하부에 위치하고, 가스(12)는 반응로(10) 내에서 액체금속(11)의 상부에 위치한다.
- [40] 반응로(10)는 원료(17)가 투입되는 입구부(15)와 가스(12)가 배출되는 출구부(16)를 다수 포함한다. 반응로(10) 내부로는 입구부(15)를 통해 원료(17)가 투입된다. 반응로(10)에 유입되는 원료(17)는 바이오매스, 석탄, 폐플라스틱, 폐PCB 등으로 이루어질 수 있다.
- [41] 투입된 원료(17)는 액체금속 입자(13) 및 액체금속(11)의 열에 의하여 열분해되고, 액체금속(11)과의 비중차이에 의하여 가스(12), 미연소 반응물인 차(Char, 18), 및 기타 불순물로 분리된다. 가스(12)는 휘발성분으로 이루어진 것으로 본 발명에 의한 추출 대상이다. 차(18)는 공기 공급원(40)으로부터의 공기와 반응하여 연소됨으로써 액체금속(11)에 반응열을 제공한다. 기타 불순물은 슬래그와 함께 슬래그 배출구(14)로 배출된다.
- [42] 원료(17)를 열분해한 결과 반응로(10) 내의 상부에 생성되는 가스(12)는 노즐(31)에서 분사된 액체금속 입자(13)를 통해 정화되어 외부로 배출될 수 있다. 반응로(10)의 상단에는 버퍼 탱크(30) 및 노즐(31)이 위치하고, 노즐(31)은 가스(12) 사이로 액체금속 입자(13)를 분사한다. 가스(12) 중에 분사된 액체금속 입자(13)는 가스(12)에 포함된 H_2S , Tar, 분진 등의 불순물을 액체금속 입자(13) 내로 용융시킨다. 분사된 액체금속 입자(13)와 불순물은 결합된 상태로 반응로(10) 하부로 낙하하고, 반응로(10) 하부에 위치하는 액체금속(11)과 함께 혼합된다. 즉, 액체금속 입자(13)가 가스(12) 중으로 분사되고 가스(12)에 포함된 H_2S , Tar, 분진 등과 결합하여 배출되는 가스(12)의 불순물이 감소된다.
- [43] 반응로(10)는 슬래그를 외부로 배출하는 슬래그 배출구(14)를 더 포함할 수 있다. 원료(17)가 반응로(10)에서 열분해되어 액체금속(11)에 용융된 불순물인 슬래그는 반응로(10)에서 액체금속(11)과의 비중 차이로 액체금속(11)의 표면에 떠오른다. 다만, 슬래그는 차(18)보다는 비중이 커서 차(Char)의 아래층에 형성될 수 있으므로 슬래그를 선택적으로 외부로 배출할 수 있다.
- [44] 반응로(10)는 송풍기(미도시)를 더 포함할 수 있다. 반응로(10) 내에는 액체금속(11), 원료(17), 생성물만 존재하므로 반응로(10)는 송풍기 조절을 통해 진공상태로 유지될 수 있다. 이 경우 급속 열분해에 도움이 되며 휘발성분인 가스(12)의 생산량을 늘릴 수 있다.
- [45] 순환 펌프(20)는 반응로(10) 및 버퍼 탱크(30)와 연결되어 열분해 장치(100)에서 액체금속(11)이 순환되도록 한다. 순환 펌프(20)는 슬래그가 적게 함유된 액체금속(11)을 순환시키기 위하여, 반응로(10)의 하부에 연결될 수 있다. 즉, 반응로(10) 내에서 비중이 작은 슬래그가 부유함으로써 상대적으로 액체금속(11)의 하층에는 불순물이 적게 된다.
- [46] 또한, 순환 펌프(20)는 불순물을 제거하는 필터(47)를 더 포함할 수 있다.

슬래그 배출구(14)가 액체금속(11)에서 불순물을 제거하더라도 액체금속(11)에는 분리되지 않은 불순물이 용융되어 있을 수 있기 때문에 필터는 이를 제거하기 위해 펌프에 부가될 수 있다.

[47] 버퍼 탱크(30)는 순환 펌프(20)에 연결되어 순환 펌프(20)로부터 이동된 액체금속(11)을 노즐(31)을 통하여 반응로(10) 상부에 위치하는 가스(12) 사이로 분사한다. 노즐(31)은 상기 버퍼 탱크(30)에 탈착된다. 따라서 노즐(31) 분사구의 크기에 따라 버퍼 탱크(30)에 노즐(31)을 선택적으로 결합할 수 있다.

[48] 또한 버퍼 탱크(30)는 분사될 액체금속(11)의 일부를 저장할 수 있어, 순환 펌프(20) 및 필터의 작동에 따라 순간적으로 액체금속(11)의 순환량이 변하더라도, 상기 노즐(31)에서 액체금속(11)이 분사되는 양을 일정하게 유지할 수 있다.

[49] 노즐(31)은 상술한 바와 같이 버퍼 탱크(30)의 하면에 결합되어 상기 버퍼 탱크(30)로부터 이동된 액체금속(11)을 반응로(10) 내부로 분사한다. 노즐(31)은 버퍼 탱크(30)의 하단에 다수개가 일렬로 배치될 수 있고, 노즐(31)에 형성된 분사구는 방사상으로 형성되어 반응로(10) 상부에 위치하는 가스(12) 사이로 액체금속 입자(13)를 세밀하게 분사할 수 있다.

[50] 가스(12)는 분사된 액체금속 입자(13)를 통과하여 열분해 과정을 거쳐 배출되기 때문에, 분진 및 황화계열 가스 성분이 제거되어 고품질의 성상을 유지할 수 있다.

[51] 이처럼 본 발명에 따른 열분해 장치(100)는 반응로(10)에 투입된 연료의 열분해 과정에서 발생한 차(18)를 별도의 장치에서 연소를 진행하지 않고, 상기 연소로(10)에 공급되는 가열 공기를 이용하여 상기 차(18)를 직접 연소하게 함으로써 반응열을 생성하게 한다. 또한 액체금속(11)을 직접 연소시켜 반응열을 생성하게 하여 상기의 생성된 분해열은 반응로(10) 내의 액체금속(11)에 전달되어 효과적인 열공급을 가능하게 한다. 이 경우 반응로(10) 내에서 공급되는 공기의 폭기 상태를 유지하는 경우에는 비중차가 큰 액체금속(11)과 미반응 연료인 차(18) 사이의 혼합 및 열전달을 가속하게 하는 결과를 가져온다. 여기에서, 상기 폭기 상태는 액체금속 내에 공기를 포화상태에 이르도록 공급하는 과정을 가리키는 것으로 정의할 수 있다.

[52]

[53] 또한, 열분해 장치(100)에는 제어부(미도시)가 더 포함될 수 있다. 제어부는 순환 펌프(20)의 펌핑 속도를 제어하여 열분해 장치(100)에서 액체금속(11)이 순환되는 속도와 순환량을 제어할 수 있고, 공기 공급원(40)을 제어하여 반응로(10) 내 액체금속(11)의 온도 상승을 제어하여 액체금속(11)이 산화와 환원 반응 조건, 용융된 정도 및 액체금속(11)의 점도를 제어할 수 있다. 또한, 제어부는 슬래그 배출구(14)를 제어하여 반응로(10)에서 배출되는 슬래그의 양을 조절할 수 있다.

[54] 본 발명에서 열을 순환시키는 액체금속(11)은 기존 열교환에 주로 사용되는

공기 및 물에 비하여 열용량이 커 적절한 공정 설계가 수반될 경우 열 이동량이 높아 효과적인 열교환에 적절하며 다른 액체금속(11)에 비해 점성이 매우 낮아 이동이 편리하여 상기 공정에 적합하다.

- [55] 또한 본 발명에서 열을 순환시키는 액체금속(11)은 가스(12)와 직접 접촉할 때 발생할 수 있는 각종 불순물(회재, 미연 연료, 수분)과 비중차이가 크므로 필터 및 비중차에 의한 분리에 효과적이다.
- [56] 또한, 본 발명에서 열을 순환시키는 액체금속(11)은 주석(Sn), 비스무트(Bi), 또는 주석(Sn) 및 비스무트(Bi)의 혼합물 중 어느 하나가 용융되어 형성되는 것이 바람직하다. 주석(Sn), 비스무트(Bi), 또는 주석(Sn) 및 비스무트(Bi)의 혼합물로 이루어진 액체금속(11)은 본 발명에 따른 열분해 장치(100)의 작동에 따라 용융되어 액상을 유지하며, 또한 끓는 점이 높아 본 발명에 따른 열분해 장치(100)의 작동중에도 증발에 의한 손실이 없는 장점이 있다. 또한, 본 액체금속(11)은 도 3과 같이 온도 조건에 따라 산화되거나 미반응 차(Char)에 의해 환원되어 재사용이 가능하다.
- [57] 또한, 상술한 금속으로 이루어진 액체금속(11)은 기존 열분해에 사용되는 기체 및 스팀과 비교하여 열용량이 크므로 원료(17)에 비해 상대적으로 적은 양으로도 많은 열량을 공급할 수 있으며, 해당 액체금속(11)은 원료(17)에 비해 비중이 큰 반면 점성이 낮으므로 공급된 원료(17)에 효과적으로 침투하여 열분해를 수행할 수 있다.

[58]

[59] 본 발명에 따른 열분해 장치(100)의 작동방법

- [60] 이하, 도 1 내지 도 3을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 열분해 장치(100)의 작동에 따른 원료의 열분해와 차(char, 18)의 재사용 단계를 설명하면 다음과 같다.

- [61] 먼저, 공기 공급원(40)으로부터 공급된 가열 공기를 반응로(10)의 액체금속(11) 상으로 공급한다(S10). 공기 공급원(40)으로부터 공기유입관로(42)를 거친 공기는 반응로(10) 하단의 기포 발생기(44)를 통해 액체금속(11) 상으로 고속 분사된다.

- [62] S10 단계 이후, 액체금속(11) 중에 분산된 가열 공기는 액체금속(11), 혼합된 차(18)와 직접 반응함으로 액체금속(11)과 차(18)의 연소를 가능하게 한다(S20). 더불어, 액체금속(11)은 반응열에 의하여 가열되어 일정한 온도로 용융되고, 순환 펌프(20)를 통하여 이동되기 용이한 점도를 유지한다.

- [63] S20 단계 이후, 순환 펌프(20)에 의해 액체금속(11)이 반응로(10)에서 버퍼 탱크(30)로 이동된다(S30). 용융된 액체금속(11)은 반응로(10)에 직접 연결되거나 유입 관로(21) 등을 통하여 연결된 순환 펌프(20)로 이동된다. 순환 펌프(20) 전단에는 필터(47)가 구비되어 액체금속(11)에 포함된 불순물을 제거할 수 있다. 순환 펌프(20)는 배출 관로(22) 등을 통하여 버퍼 탱크(30)로 액체금속(11)을 이동시킨다.

- [64] S30 단계 이후, 버퍼 탱크(30) 하부의 노즐(31)이 액체금속(11)을 반응로(10) 내부로 분사한다(S40). 버퍼 탱크(30)는 순환 펌프(20)로부터 이동된 액체금속(11)을 일시적으로 수용하여, 노즐(31)을 통해 가스(12) 사이로 분사될 액체금속(11)의 양을 일정하게 유지할 수 있다. 버퍼 탱크(30)로 이동된 액체금속(11)은 노즐(31)을 통하여 반응로(10)로 액체금속 입자(13)의 형태로 분사되기 시작한다.
- [65] S40 단계 이후, 입구부(15)로 투입된 원료(17)가 고온의 액체금속 입자(13)와 반응하여 열분해된다(S50). 원료(17)는 열분해 대상 물질과 연료를 포함한다. 열분해된 원료(17)는 가스(12), 차(18) 및 기타 불순물로 분리된다.
- [66] 반응로(10)에 투입된 원료(17)가 액체금속(11)에 의해 열분해된 결과로 생성된 기타 불순물인 슬래그는 비중 차이에 의하여 액체금속(11)의 표면으로 상승하며, 차(18)와 액체금속(11)으로부터 분리되고, 분리된 슬래그는 슬래그 배출구(14)를 통하여 외부로 배출된다.
- [67] S50 단계 이후, 분사된 액체금속 입자(13)와 가스(12) 중의 불순물이 결합하여 반응로(10)에서 낙하된다(S60). 차 및 먼지 등의 불순물이 제거된 가스(12)는 반응로(10) 상부를 통해 출구부(16)로 배출되고, 반응로(10) 내부로 분사된 액체금속 입자(13)는 배출되는 가스(12) 사이를 관통하며 가스(12) 내에 포함된 불순물을 용융하여 가스(12)를 정화한다.
- [68] S60 단계 이후, 불순물 및 차(18)가 결합된 액체금속 입자(13)가 반응로(10)에 수용된 액체금속(11)과 혼합된다(S70). 분사된 액체금속 입자(13)는 반응로(10) 하부로 이동한다. 액체금속 입자(13)는 반응로(10) 하부로 이동하여 반응로(10) 하부에 용융된 상태로 위치하고 있는 액체금속(11)과 혼합되고, 혼합된 액체금속(11)은 연소로(40)에 의하여 용융된 상태를 유지한다.
- [69] S70 단계 이후, 반응로(10)에 공급되는 공기의 폭기 상태를 조절하여 차(18)와 액체금속(11)이 산화와 환원을 반복하게 한다(S80). 여기에서는, 반응로(10)의 액체금속(11)이 재가열 및 재사용되는 단계로 정의할 수 있다.
- [70] 상술한 열분해 장치(100)의 작동과정은 제어부(미도시)에 의하여 제어될 수 있다. 제어부는 순환 펌프(20)의 펌핑 속도, 액체금속(11)의 용융 온도 및 슬래그 배출구(14)에서 배출되는 슬래그의 양 등을 제어하여 본 발명에 따른 열분해 장치(100)의 전체적인 작동을 제어한다.
- [71] 상기와 같은 S10 내지 S80 단계로 이루어진 열분해 장치(100)의 작동이 반복적으로 일어남으로써 본 발명은 액체금속(11)을 상기 노즐(31)을 이용하여 상기 가스(12)에 분사하게 되고, 기존 열분해 장치(100) 등에 비해 열교환이 쉽고 지속시간이 길어 열분해 가스(12)의 수율이 높다.
- [72] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 당업계에서 통상의 지식을 가진 자라면 이하의 특허 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역을 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

- [73] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특징의 실시 예에 한정되지 아니한다. 즉, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자라면 첨부된 특허청구범위의 사상 및 범주를 일탈함이 없이 본 발명에 대한 다수의 변경 및 수정이 가능하며, 그러한 모든 적절한 변경 및 수정의 균등물들도 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주되어야 할 것이다.

청구범위

[청구항 1]

액체금속이 수용되는 중공의 반응로;
 상기 반응로에 연결되는 순환 펌프;
 상기 반응로 상부에 배치되며, 상기 순환 펌프로부터 상기
 액체금속을 전송받는 버퍼 탱크;
 상기 버퍼탱크에 결합되고, 상기 버퍼 탱크 내의 액체금속을 상기
 반응로 내부로 분사하는 노즐; 및
 상기 반응로 내의 상기 액체금속으로 공기를 공급하는 공기
 공급원;
 을 포함하며,
 상기 반응로에 투입된 연료로부터 발생한 차(char)와 액체금속은
 상기 공기 공급원을 통해 상기 반응로의 하부로 유입된 공기와
 반응하여 연소하고,
 상기 노즐로부터 분사된 상기 액체금속의 입자는 상기 반응로에서
 발생된 가스와 반응하여 상기 가스를 정제하며,
 상기 반응로에 공기를 조절하여 액체금속을 산화와 환원을 반복
 반응시켜 재사용이 가능한 것을 특징으로 하는,
 액체금속을 이용한 열분해 장치.

[청구항 2]

제 1 항에 있어서,
 상기 액체금속을 이용한 열분해 장치는,
 상기 반응로 하단에 부착되는 링 형태의 기포 발생기;를 더
 포함하며,
 상기 기포 발생기는 상기 공기 공급원으로부터 공기를 상기
 반응로 내의 상기 액체금속 상에 방사상으로 분사하는 것을
 특징으로 하는,
 액체금속을 이용한 열분해 장치.

[청구항 3]

제 1 항에 있어서,
 상기 반응로의 하부로 유입된 공기는 폭기 형태를 유지하는 것을
 특징으로 하는,
 액체금속을 이용한 열분해 장치.

[청구항 4]

제 1 항에 있어서,
 상기 액체금속은 Sn, Bi 및 Sn 와 Bi의 혼합물로 이루어진 그룹 중
 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는,
 열분해 장치.

[청구항 5]

제 1 항에 있어서,
 상기 열분해 장치는,
 상기 순환 펌프, 상기 반응로 및 상기 반응로에 연결되는 슬래그

배출구에 연결되는 제어부;를 더 포함하며, 상기 제어부는 상기 순환 펌프의 펌핑 속도, 상기 반응로의 연소량 및 상기 슬래그 배출구에서 슬래그의 배출량 중 하나 이상을 조절할 수 있는 것을 특징으로 하는,

열분해 장치.

[청구항 6]

제 1 항에 있어서,

상기 반응로에서 발생하는 상기 가스는 황화합물을 포함한 배기가스인 것을 특징으로 하는,

열분해 장치.

[청구항 7]

제 1 항에 있어서,

상기 반응로에 유입되는 원료는 바이오매스, 석탄, 폐플라스틱 및 폐PCB 로 이루어진 그룹 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는, 열분해 장치.

[청구항 8]

제 1 항에 있어서,

상기 노즐은 상기 버퍼 탱크에 탈착 가능하게 결합하고, 상기 노즐의 분사구 크기에 따라 상기 버퍼 탱크에 선택적으로 결합될 수 있는 것을 특징으로 하는,

열분해 장치.

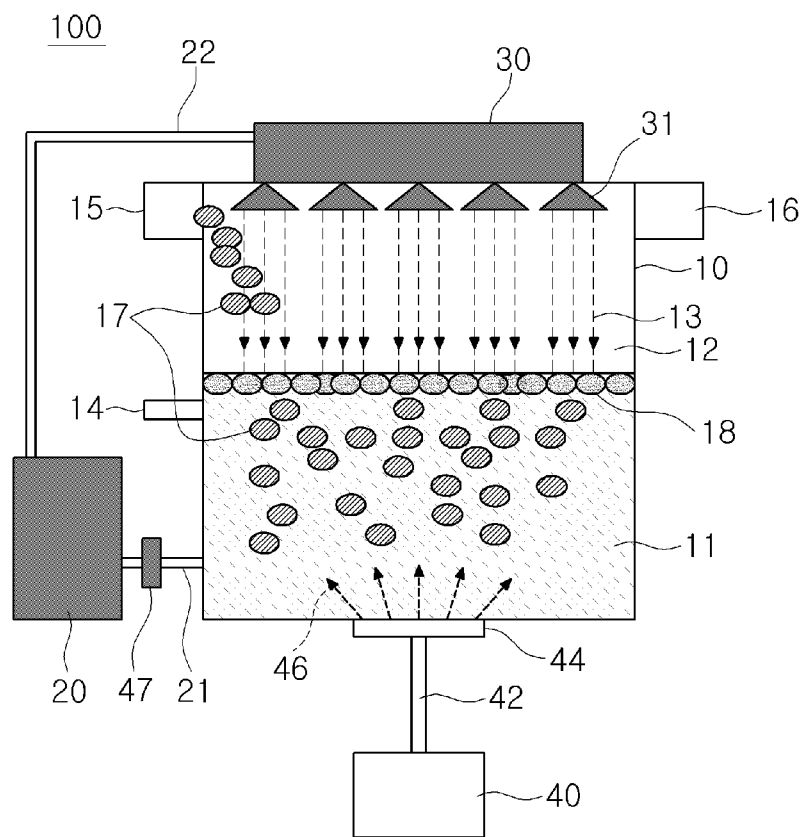
[청구항 9]

제 1 항에 있어서,

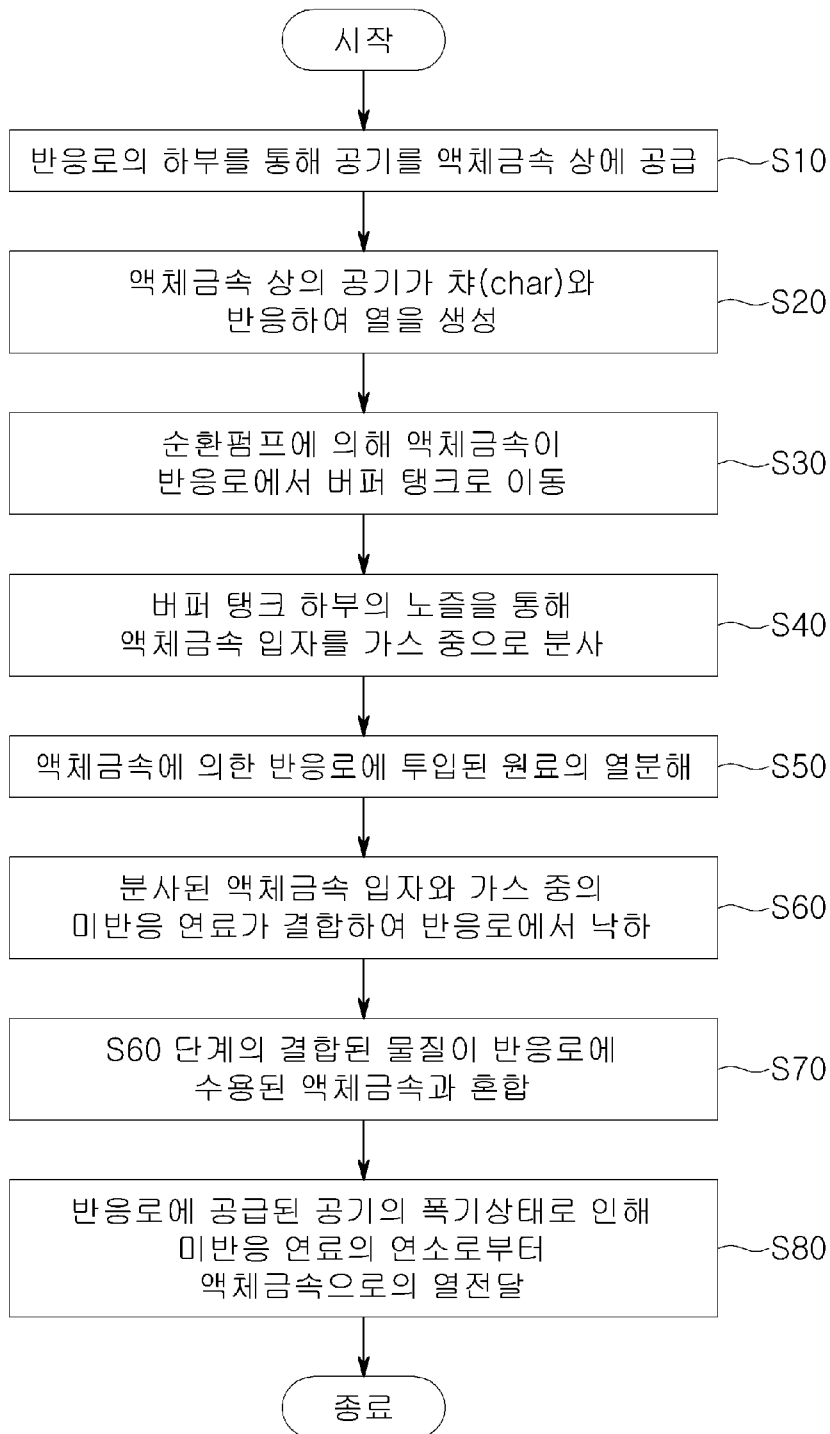
상기 반응로는 송풍기를 더 포함하여, 상기 반응로의 내부는 진공을 유지하는 것을 특징으로 하는,

열분해 장치.

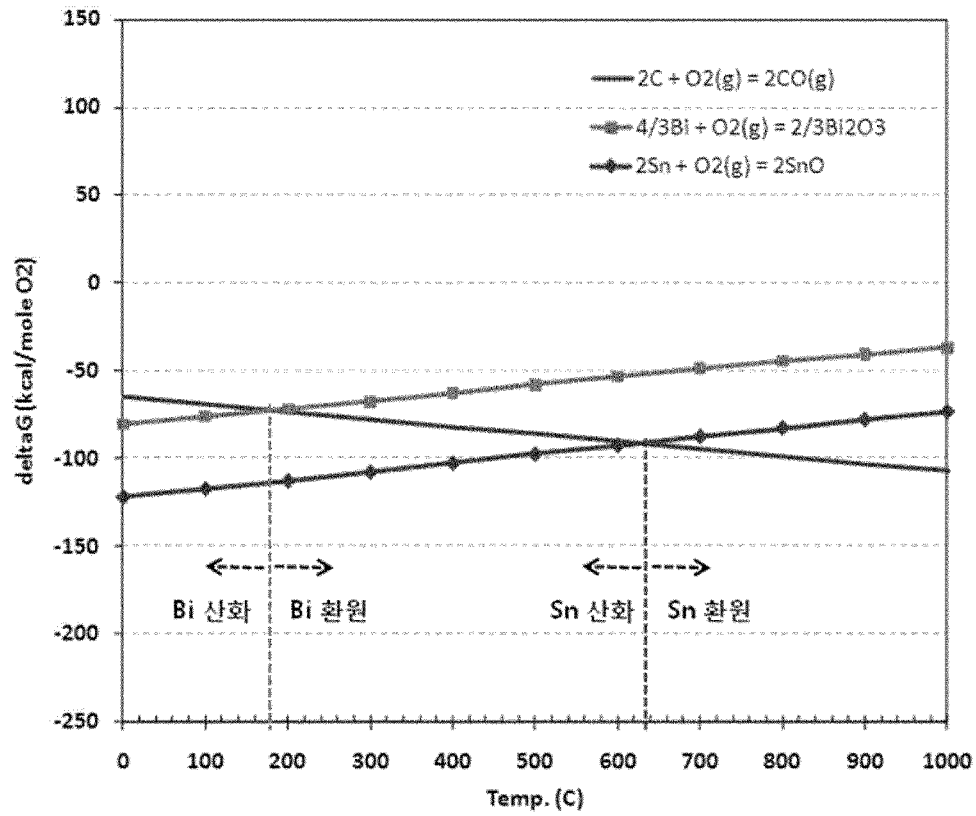
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2012/009462**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****F23G 5/027(2006.01)i, C10J 3/00(2006.01)i, B09B 3/00(2006.01)i, C10G 1/10(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)

F23G 5/027; B01D 53/34; F23G 5/46; G21C 15/247; B09B 3/00; C01B 3/36; C01B 3/02

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: incinerate, carbonize, gas, liquid, metal, waste, pump, nozzle

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 7875090 B2 (MARK A. DIETENBERGER et al.) 25 January 2011 See claim 1 and figure 1.	1-9
A	KR 10-2004-0081958 A (KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE et al.) 23 September 2004 See claims 1-3 and figures 1-3.	1-9
A	JP 2003-035408 A (KAWASAKI STEEL CORP.) 07 February 2003 See paragraphs [0023]-[0031] and figure 1.	1-9
A	KR 10-0136372 B1 (BABCOCK-HITACHI KABUSHIKI KAISHA) 25 April 1998 See claims 1-2 and figure 1.	1-9

☐ 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

31 DECEMBER 2012 (31.12.2012)

Date of mailing of the international search report

02 JANUARY 2013 (02.01.2013)

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/KR2012/009462

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 7875090 B2	25.01.2011	US 2008-0307703 A1 US 2011-0088320 A1	18.12.2008 21.04.2011
KR 10-2004-0081958 A	23.09.2004	JP 03920241 B2 JP 2004-279395 A US 2004-0182081 A1 US 6904754 B2	30.05.2007 07.10.2004 23.09.2004 14.06.2005
JP 2003-035408 A	07.02.2003	NONE	
KR 10-0136372 B1	25.04.1998	CN 1034314 C CN 1040930 A CN 1040930 C0 EP 0363009 A1 EP 0363009 B1 JP 02-071823 A JP 2774519 B2 JP 2774519 B2 US 05429808A A	26.03.1997 04.04.1990 04.04.1990 11.04.1990 17.08.1994 12.03.1990 09.07.1998 24.04.1998 04.07.1995

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) <i>F23G 5/027(2006.01)i, C10J 3/00(2006.01)i, B09B 3/00(2006.01)i, C10G 1/10(2006.01)i</i>		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) F23G 5/027; B01D 53/34; F23G 5/46; G21C 15/247; B09B 3/00; C01B 3/36; C01B 3/02 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: incinerate, carbonize, gas, liquid, metal, waste, pump, nozzle		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	US 7875090 B2 (MARK A. DIETENBERGER 외 1명) 2011.01.25 청구항 1 및 도면 1 참조.	1-9
A	KR 10-2004-0081958 A (한국원자력연구소 외 1명) 2004.09.23 청구항 1-3 및 도면 1-3 참조.	1-9
A	JP 2003-035408 A (KAWASAKI STEEL CORP.) 2003.02.07 단락 [0023]-[0031] 및 도면 1 참조.	1-9
A	KR 10-0136372 B1 (바브코크히다찌가부시기가이샤) 1998.04.25 청구항 1-2 및 도면 1 참조.	1-9
☐ 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 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 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 신규성 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 2012년 12월 31일 (31.12.2012)		국제조사보고서 발송일 2013년 01월 02일 (02.01.2013)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 82-42-472-7140		심사관 박종오 전화번호 82-42-481-5974 

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 7875090 B2	2011.01.25	US 2008-0307703 A1 US 2011-0088320 A1	2008.12.18 2011.04.21
KR 10-2004-0081958 A	2004.09.23	JP 03920241 B2 JP 2004-279395 A US 2004-0182081 A1 US 6904754 B2	2007.05.30 2004.10.07 2004.09.23 2005.06.14
JP 2003-035408 A	2003.02.07	없음	
KR 10-0136372 B1	1998.04.25	CN 1034314 C CN 1040930 A CN 1040930 C0 EP 0363009 A1 EP 0363009 B1 JP 02-071823 A JP 2774519 B2 JP 2774519 B2 US 05429808A A	1997.03.26 1990.04.04 1990.04.04 1990.04.11 1994.08.17 1990.03.12 1998.07.09 1998.04.24 1995.07.04