

(19) 세계지식재산권기구

국제사무국

(43) 국제공개일

2015년 3월 26일 (26.03.2015)



(10) 국제공개번호

WO 2015/041474 A1

- (51) 국제특허분류:  
F28D 15/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR20 14/008674
- (22) 국제출원일: 2014년 9월 17일 (17.09.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:  
10-2013-01 11557 2013년 9월 17일 (17.09.2013) KR  
10-2014-0123894 2014년 9월 17일 (17.09.2014) KR
- (71) 출원인: 주식회사 엘지화학 (LG CHEM, LTD.)  
[KR/KR]; 150-721 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김태우 (KIM, Tae Woo); 305-738 대전시 유성구 문지로 188 LG 화학 기술연구원, Daejeon (KR). 이성규 (LEE, Sung Kyu); 305-738 대전시 유성구 문지로 188 LG 화학 기술연구원, Daejeon (KR). 신준호 (SHIN, Joon Ho); 305-738 대전시 유성구 문지로 188 LG 화학 기술연구원, Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 다나 (DANA PATENT LAW FIRM); 135-936 서울시 강남구 역삼로 3길 11 광성빌딩 신관 5층, 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, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, ML, 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.

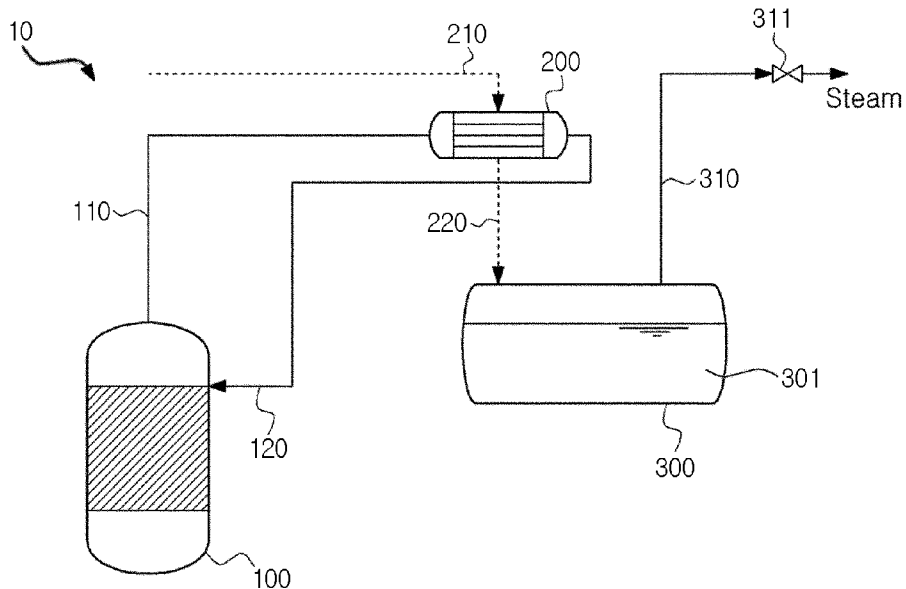
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,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

(54) Title: HEAT RECOVERY DEVICE

(54) 발명의 명칭: 열 회수 장치



(57) Abstract: The present specification relates to a heat recovery device and a heat recovery method, and the heat recovery device, according to the present specification, is capable of: recovering heat which is non-continuously generated from a batch reactor; and supplying, to a heat storage device, a thermally-exchanged heat exchange medium to generate various kinds of and a large amount of steam in accordance with circumstances such that the generated steam is capable of being applied in various industrial fields.

(57) 요약서: 본 출원은 열 회수 장치 및 방법에 관한 것으로서, 본 출원에 따른 열 회수 장치에 의하면, 회분식 반응기에서 비연속적으로 발생하는 열을 회수할 수 있으며, 또한, 열교환된 열교환 매체를 축열 장치에 공급함으로써, 필요에 따라 다양한 종류 및 많은 양의 스팀을 생성할 수 있어, 생성된 상기 스팀을 다양한 산업 분야에 적용할 수 있다 할 수 있다.

WO 2015/0414 A1

## 명세서

### 발명의 명칭: 열 회수 장치

#### 기술분야

- [1] 본 출원은 열 회수 장치 및 방법에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 회분식 반응기 (batch reactor) 는 반응이 일어나는 계의 부피가 일정한 반응기로서, 장치비용이 저렴하고 조작성이 쉬워 다양한 종류의 생성물을 소량 생산하는 반응에 적합하게 이용되고 있다.
- [3] 회분식 반응기에서는 반응 과정에서 발생하는 반응열에 의하여, 반응기 내부의 온도가 계속적으로 상승하게 되고, 이에 따라, 안전성을 확보하고 적절한 반응 조건을 유지하기 위하여, 예를 들어, 가열된 기상의 반응물 (vaporized reactant) 을 빼내어 냉각수 (cooling water) 로 냉각시킨 후 상기 회분식 반응기로 순환하여 재사용함으로써, 발생하는 반응열 만큼의 열을 회분식 반응기로부터 빼내게 된다. 이 경우, 상기 기상의 반응물이 가지고 있는 열원은 회수가 충분히 가능한 에너지임에도 불구하고, 대부분 회수되지 못하고 버려지고 있다.
- [4] 도 1은 시간에 따른 회분식 반응기 내의 에너지 소모량을 모식적으로 나타낸 그래프이다. 일반적으로, 회분식 반응기의 경우 도 1과 같이, 반응초기에 폭발적인 에너지 소비가 있고(①), 반응종료까지 차츰 줄어들며(②), 반응종료 후에는 다음 운전까지 중단되는 시간(③)이 존재한다. 따라서, 상기 반응열은, 상기 반응종료 후 다음 운전까지 중단되는 시간(③)에는 발생하지 않으므로, 상기 열원은 비연속적으로 발생하는 열원이며, 따라서 회수하더라도 사용이 용이하지 않은 문제가 존재한다.

#### 발명의 상세한 설명

##### 기술적 과제

- [5] 본 출원은 회분식 반응기에서 비연속적으로 발생하는 폐열을 회수할 수 있는 열 회수 장치 및 방법을 제공한다.

##### 과제 해결 수단

- [6] 본 출원의 일 구현예는 열 회수 장치를 제공한다. 예시적인 열 회수 장치는, 회분식 반응기에서 유출되는 흐름을 열교환기를 통하여 열교환 매체, 예를 들어, 응축수 (condensate) 와 열교환 시킴으로써, 상기 회분식 반응기에서 비연속적으로 발생하는 열을 회수할 수 있으며, 또한, 상기 열교환된 열교환 매체를 축열 장치에 공급함으로써, 필요에 따라 다양한 종류 및 많은 양의 스팀을 생성할 수 있어, 생성된 상기 스팀을 다양한 산업 분야에 적용할 수 있다. 상기에서 응축수 란 수증기가 응축되어 만들어진 액체를 의미하며, 예를 들어, 수증기가 열을 잃고 상변화가 일어나면서 생성되는 물을 의미한다. 상기 응축수는 일반적으로, 수증기와 같거나 비슷한 수준의 온도를 가질 수 있다.

- [7] 예를 들어, 산업 분야에서는 다양한 형태의 증기 축열기 (steam accumulator) 가 알려져 있으며, 이러한 증기 축열기는 보일러에서 생성되는 스팀을 불규칙적인 수요처에 안정적으로 공급하기 위하여 설치될 수 있다. 예를 들어, 플랜트의 스팀 부하량이 적은 경우 또는 필요한 스팀의 양보다 상기 보일러의 스팀 발생량이 많은 경우, 잉여의 스팀을 가압 상태의 물에 분사하고 일정한 시간이 지나면, 저장된 물은 결국 그 압력에 따른 포화온도에 이르게 된다. 이 때, 포화온도 상태에 있는 물의 압력을 낮춤으로서 얻게 되는 에너지의 여유분으로 물을 증발시켜 재증발증 기를 얻을 수 있으며, 상기 가압 상태의 물을 저장하는 장치를 증기 축열기 (steam accumulator) 라고 한다. 본 출원의 열 회수 장치에 따르면, 전술한 증기 축열기와 같이 수요처의 불규칙적 또는 비연속적인 수요를 만족시키기 위하여, 연속적으로 생성된 스팀을 증기 축열기를 통하여 저장하고 필요에 따라 상기 수요처에 스팀을 공급하는 것이 아니라, 회분식 반응기 등을 이용한 화학 공정에서 비연속적으로 발생하는 열원을 이용하여, 연속적으로 스팀을 생성함으로써, 회분식 반응기에서 발생하는 폐열을 활용함으로써, 회분식 반응기 내부의 온도 조건을 적절하게 유지하며, 나아가 비연속적인 열원을 사용함에도 불구하고 연속적으로 스팀을 생산할 수 있는 장치 또는 시스템을 제공할 수 있다.
- [8] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 출원에 따른 열 회수 장치를 설명하나, 도면은 예시적인 것으로서, 본 출원의 열 회수 장치가 첨부된 도면에 의하여 제한되는 것은 아니다.
- [9] 도 2는 본 출원의 열 회수 장치(10)의 일 구현예를 예시적으로 나타낸 도면이다.
- [10] 본 출원의 열 회수 장치(10)의 일 구현예에서, 도 2와 같이, 상기 열 회수 장치(10)는 단열탱크 (300), 반응기 (100) 및 열교환기 (200)를 포함한다. 상기 단열탱크 (300), 반응기 (100) 및 열교환기 (200)는 각각 유체가 흐를 수 있도록 유체 연결(fluidically connected)되어 있을 수 있으며, 각각 독립적으로 상기 유체가 흐를 수 있는 유입라인 및 유출라인을 포함한다. 예를 들어, 상기 반응기 (100)는 반응기 (100)에서 유출되는 흐름(stream)이 통과하는 반응기 유출라인 (110) 및 반응기 (100)로 유입되는 흐름이 통과하는 반응기 유입라인(120)을 포함할 수 있고, 상기 열교환기 (200)는 상기 열교환기 (200)로 유입되는 흐름이 통과하는 열교환기 유입라인(210) 및 상기 열교환기 (200)에서 유출되는 흐름이 통과하는 열교환기 유출라인 (220)을 포함할 수 있으며, 상기 단열탱크 (300)는 상기 단열탱크 (300)로 유입되는 흐름이 통과하는 단열탱크 유입라인(330) 및 상기 단열탱크 (300)에서 유출되는 흐름이 통과하는 단열탱크 유출라인 (310)을 포함할 수 있다.
- [11] 하나의 예시에서 상기 반응기 (100)는 반응열을 회수할 수 있는 반응기라면, 특별히 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 회분식 반응기 또는 반회분식 반응기를 사용할 수 있으며, 바람직하게는 회분식 반응기를 사용할 수 있다. 회분식 반응기의 경우 달힌 계의 특성상 반응온도가 매우 높게 유지될 수

- 있으며, 이에 따라, 회분식 반응기를 사용할 경우, 후술할 열교환기 (200) 및 단열탱크 (300) 를 이용하여 스팀을 생성하기에 충분한 열원을 확보할 수 있다.
- [12] 상기 반응기 (100) 내에서 반응될 수 있는 반응물 및 생성물은 발열반응을 일으킬 수 있는 반응물 이라면 특별히 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, GL 의 반응에 의한 2-에틸헥사놀 등의 옥탄올의 제조 공정 또는 디메틸테레프탈 레이트 및 2-에틸헥사놀의 반응에 의한 DOTP 의 제조 공정 등에 본 출원의 열 회수 장치(10) 가 이용될 수 있다.
- [13] 하나의 예시에서, 상기 반응기 (100) 에서 유출되는 흐름은 상기 반응기 유출라인 (110) 을 따라 상기 열교환기 (200) 로 유입된다. 상기 반응기 (100) 에서 유출되어 반응기 유출라인 (110) 을 따라 흐르는 흐름은 기상의 반응물 (vaporized reactant) 을 포함하는 흐름(이하, 기상의 반응물 흐름) 일 수 있으며, 상기 기상의 반응물 흐름은 상기 열교환기 (200) 에서 열교환될 수 있다. 예를 들어, 상기 기상의 반응물 흐름은, 단열탱크 (300) 내부에 저장되어 있는 포화수 (301) 와 열교환되 거나, 열교환기 유입라인(210) 을 따라 흐르는 열교환 매체, 예를 들어, 응축수와 상기 열교환기 (200) 에서 열교환될 수 있다. 상기와 같이 반응기 (100) 에서 유출되어 반응기 유출라인 (110) 을 따라 열교환기 (200) 로 유입된 흐름은, 단열탱크 (300) 내부에 저장되어 있는 포화수 (301) 또는 상기 열교환기 유입라인(210) 을 따라 흐르는 열교환 매체와 열교환된 후, 반응기 유입라인(120) 을 따라 상기 반응기 (100) 로 재유입될 수 있다. 이에 따라, 상기 열교환 매체로 열을 전달한 기상의 반응물은 응축될 수 있으며, 상기 응축된 반응물 (condensate reactant) 은 상기 반응기 유입라인(120) 을 따라 반응기 (100) 로 재유입되어 반응에 다시 참여할 수 있다.
- [14] 상기 열교환기 (200) 는 기술분야에서 공지된 다양한 열교환기가 본 출원의 열 회수 장치(10) 에서 이용될 수 있으며, 예를 들어, 셸 앤드 튜브(shell and tube) 열교환기, 나선형(spiral type) 열교환기 또는 판형(plate type) 열교환기 등이 예시될 수 있다. 하나의 예시에서, 반응기 유출라인 (110) 을 따라 회분식 반응기 (100) 에서 유출되는 반응물의 흐름에 고형분이 있는 경우 상기 라인 내부에서 적체되어 막힐 수 있으므로 셸 앤드 튜브(shell and tube) 열 교환기 또는 나선형 (spiral type) 열 교환기가 사용될 수 있으며, 고형분이 없는 경우에는 판형(plate type) 열 교환기가 사용될 수 있다.
- [15] 상기 열교환 매체는 상기 반응기 (100) 에서 유출되는 흐름과 열교환될 수 있을 정도의 온도차이를 가지는 것이라면 특별히 제한되지 않는다. 예를 들어, 기술분야에서 공지된 다양한 열교환 매체가 본 출원의 열 회수 장치(10) 에서 사용될 수 있으며, 바람직하게는, 후술할 저장 탱크로 유입되어 스팀을 생성할 수 있도록 응축된 물(이하, 응축수) 이 이용될 수 있다.
- [16] 상기 열교환기 (200) 는 단열탱크 (300) 의 내부 또는 외부에 설치되어 있을 수 있다.
- [17] 본 출원의 일 구현예에서, 상기 열교환기 (200) 는 단열탱크 (300) 의 외부에

설치되어 있을 수 있으며, 이 경우, 상기 반응기 (100) 에서 유출되는 흐름은 상기 열교환기 (200) 로 유입되는 열교환 매체와 상기 열교환기 (200) 에서 열교환될 수 있다. 예를 들어, 상기 반응기 (100) 에서 유출되는 흐름은 반응기 유출라인 (110) 을 따라 상기 열교환기 (200) 로 유입될 수 있으며, 상기 반응기 (100) 로부터 열교환기 (200) 로 유입된 흐름은 열교환기 유입라인(210) 을 따라 상기 열교환기 (200) 로 유입된 열교환 매체, 예를 들어, 응축수와 열교환될 수 있다. 상기와 같이 열교환된 후에, 상기 반응기 (100) 로부터 유출된 흐름은 반응기 유입라인(120) 을 따라 상기 반응기 (100) 로 재유입될 수 있다. 또한, 상기와 같이 열교환된 열교환 매체는 열교환기 (200) 에서 유출되어 단열탱크 유입라인(330) 을 따라 상기 단열탱크 (300) 로 유입될 수 있다. 이 경우, 상기 반응기 유출라인 (110) 과 열교환기 유입라인(210) 은 서로 다른 유체가 흐르는 독립적인 라인이며, 열교환기 유출라인 (220) 과 단열탱크 유입라인(330) 은 동일한 라인으로 형성될 수 있다. 즉, 상기 반응기 유입라인(120) 및 유출라인 (110), 즉, 반응기 라인(110, 120) 은, 반응기 (100) 에서 유출된 흐름(stream) 이 상기 반응기 유입라인(120) 및 반응기 유출라인 (110) 을 통과하여 반응기 (100) 로 재유입 되도록 연결된 하나의 루트(route) 또는 경로(path) 로 고려할 수 있고, 상기 열교환기 유입라인(210) 및 유출라인 (220), 즉, 열교환기 라인(210, 220) 은, 상기 열교환기 유입라인(210) 을 따라 열교환기 (200) 로 유입된 흐름(stream) 이 상기 열교환기 유출라인 (220) 을 통하여 열교환기 (200) 에서 유출되도록 연결된 하나의 루트(route) 또는 경로(path) 로 고려할 수 있다. 이에 따라, 상기 반응기 라인(110, 120) 및 열교환기 라인(210, 220) 은, 상기 반응기 라인(110, 120) 과 열교환기 라인(210, 220) 을 흐르는 각각의 유체가 서로 혼합되지 않도록 독립적으로 설치되어 있을 수 있다. 또한, 비록 도시되지는 않았지만, 상기 반응기 라인(110, 120), 열교환기 라인(210, 220) 은 각각, 상기 라인을 따라 유체가 원활히 흐르도록 펌프를 추가로 포함할 수 있다.

[18] 하나의 예시에서, 열교환기 유출라인 (220) 또는 단열탱크 유입라인(330) 을 따라 흐르는 열교환된 열교환 매체는 기상 또는 액상의 흐름일 수 있다.

[19] 일 구현예에서, 상기 열교환 매체가 기상의 흐름일 경우, 예를 들어, 기상의 스팀인 경우, 상기 스팀이 단열탱크 (300) 내부로 유입되면, 기체는 잠열을 단열탱크 (300) 내부의 액체에 전달하게 되고, 이에 따라 스팀은 응축되어 단열탱크 (300) 내부에서 포화수 (301) 상태로 존재하게 된다.

[20] 또 다른 구현예에서, 열교환기 유출라인 (220) 을 따라 흐르는 열교환된 열교환 매체는 액상의 흐름, 예를 들어, 액상의 응축수일 수 있다. 이 경우, 상기 열 회수 장치(10) 는 도 3과 같이, 단열탱크 (300) 하부로부터 열교환기 유입라인(210) 에 연결되어 있는 순환라인 (320) 을 추가로 포함할 수 있다. 도 3은 본 출원의 열 회수 장치(10) 의 다른 구현예를 예시적으로 나타낸 도면이다.

[21] 하나의 예시에서, 상기 단열탱크 (300) 하부로부터 유출되는 포화수 (301) 는 상기 순환라인 (320) 을 따라 열교환기 유입라인(210) 으로 유입될 수 있으며, 이에

따라, 열교환기 (200) 로 흐르는 유체의 유속을 증가시켜 상기 열교환기 (200) 에서 열교환이 잘 일어나게 할 수 있다. 상기 반응기 (100) 에서 유출되는 흐름과 상기 열교환기 (200) 에서 열교환된 열교환 매체는 상기 단열탱크 유입라인(330) 을 따라 단열탱크 (300) 로 유입될 수 있으며, 상기 열교환된 열교환 매체는 기상의 반응물로부터 전달받은 열을 단열탱크 (300) 에 저장된 포화수 (saturated water)(301) 에 전달함으로써, 스팀을 생성할 수 있다.

[22] 본 출원의 다른 구현예에서, 상기 열교환기 (200) 는 단열탱크 (300) 내부에 설치되어 있을 수 있으며, 이 경우, 상기 반응기 (100) 에서 유출되는 흐름은 상기 단열탱크 (300) 내부에 저장되어 있는 포화수 (301) 와 열교환될 수 있다. 도 4는 본 출원의 열 회수 장치(10) 의 또 다른 구현예를 예시적으로 나타낸 도면이다.

[23] 예를 들어, 도 4와 같이, 상기 반응기 (100) 에서 유출되는 흐름은 반응기 유출라인 (110) 을 따라 상기 단열탱크 (300) 내부로 유입될 수 있으며, 상기 단열탱크 (300) 내부에 설치되어 있는 열교환기 (200) 에서 상기 단열탱크 (300) 에 저장된 포화수 (301) 와 열교환될 수 있다. 이 경우, 상기 반응기 유출라인 (110) 은 상기 포화수 (301) 와 직접 접촉하도록 상기 단열탱크 (300) 내부에 설치될 수 있으며, 상기 반응기 유출라인 (110) 이 포화수 (301) 와 직접 접촉하는 경우에는, 반응기 유출라인 (110) 은 그 자체로 열교환기 (200) 로서 기능할 수 있다. 또는, 상기 반응기 유출라인 (110) 과 상기 포화수 (301) 가 접촉하는 위치에 별도의 열교환기 (200) 가 존재할 수 있다. 한편, 상기 반응기 (100) 에서 유출되는 흐름은 열교환 후에, 반응기 유입라인(120) 을 따라 상기 반응기 (100) 로 재유입될 수 있다.

[24] 상기와 같이, 열교환기 (200) 가 상기 단열탱크 (300) 내부에 설치되어 있거나, 상기 반응기 (100) 에서 유출되는 흐름이 단열탱크 (300) 내부의 포화수 (301) 와 직접 접촉하여 열교환되는 경우, 상기 단열탱크 (300) 는 외부로부터 응축수를 공급받을 수 있는 단열탱크 유입라인(330) 을 포함할 수 있다. 후술하는 바와 같이, 상기 단열탱크 (300) 는 스팀유출라인 (310) 또는 단열탱크 유출라인 (310) 을 추가로 포함할 수 있으며, 상기 스팀유출라인 (310) 또는 단열탱크 유출라인 (310) 을 통하여, 단열탱크 (300) 내부의 포화수 (301) 는 스팀으로 배출될 수 있다. 따라서 연속적인 스팀의 제조가 가능하도록, 상기 단열탱크 (300) 에는 단열탱크 유입라인(330) 을 통하여 응축수가 공급될 수 있다. 상기 반응기 유출라인 (110) 과 단열탱크 유입라인(330) 은 서로 다른 유체가 흐르는 독립적인 라인이며, 반응기 라인(110, 120) 은 열교환기 라인(210, 220) 은 동일한 라인으로 형성되거나, 상기 반응기 라인(110, 120) 이 직접 열교환 기로서 기능할 수도 있다. 즉, 상기 반응기 유입라인(120) 및 유출라인, 즉, 반응기 라인(110, 120) 은, 반응기 (100) 에서 유출된 흐름이 상기 반응기 유입라인(120) 및 반응기 유출라인 (110) 을 통과하여 반응기 (100) 로 재유입 되도록 연결된 하나의 루트(route) 또는 흐름(stream) 으로 고려할 수 있고, 상기 단열탱크 유입라인(330) 은, 상기 단열탱크 유입라인(330) 을 따라 응축수가 상기

단 열탱크 (300) 로 유 입되도록 연결된 루트(route) 또는 흐름(stream) 로 고려할 수 있다. 이에 따라, 상 기 반응기 라인(110, 120) 및 단 열탱크 유 입라인(330) 은, 상 기 반응기 라인(110, 120) 과 단 열탱크 유 입라인(330) 을 흐르는 각각의 유 체가 서로 혼합 되지 않도록 독립적으로 설치되어 있을 수 있다.

- [25] 하나의 예시에서, 상 기 단 열탱크 유 입라인(330) 을 통과하여 단 열탱크 (300) 로 유 입되는 응 축수의 온도는 단 열탱크 (300) 내부에 저장 된 포화수 (301) 의 온도에 따라 다양한 범위로 조절될 수 있으며, 예를 들어, 120°C 내지 240 °C, 120°C 내지 180°C 또는 160°C 내지 240 °C 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [26] 하나의 예시에서, 본 출원의 구현 예들에 따른 열 회수 장치에서는, 상 기 열교환이 잘 일어나 게 하기 위하여, 반응기 유 입라인(120) 을 따라 반응기 (100) 로 유 입되는 흐름의 온도와 상 기 단 열탱크 (300) 에 저장 된 포화수 (301) 의 온도는 하기 일반식 1을 만족할 수 있다.
- [27] [일반 식 1]
- [28]  $5^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{Rin}} - T_{\text{sw}} \leq 70^{\circ}\text{C}$
- [29] 상 기 일반식 1에서,  $T_{\text{Rin}}$ 는 반응기 (100) 로 유 입되는 흐름의 온도를 나타 내고,  $T_{\text{sw}}$ 는 단 열탱크 (300) 에 저장 된 포화수 (301) 의 온도를 나타 낸다.
- [30] 상 기 반응기 (100) 로 유 입되는 흐름의 온도와 상 기 단 열탱크 (300) 에 저장 된 포화수 (301) 의 온도의 차 이  $T_{\text{Rin}} - T_{\text{sw}}$ 는 5°C 내지 70°C, 예를 들어, 10°C 내지 40°C, 20°C 내지 40°C 또는 30°C 내지 35°C 일 수 있으며, 상 기  $T_{\text{Rin}} - T_{\text{sw}}$  이 전술한 범위 내로 조절될 경우, 상 기 반응기 (100) 에서 유 출되어 단 열탱크 (300) 내부로 유 입되는 흐름이 상 기 단 열탱크 (300) 내부의 포화수 (301) 와 열교환 되어 충분한 양의 스팀을 생성할 수 있을 만큼의 열량을 보유할 수 있다. 예를 들어,  $T_{\text{Rout}} - T_{\text{sw}}$  이 5°C 미만 일 경우, 열교환이 일어나 지 않을 수 있으며, 70°C를 초과하는 경우, 충분한 양의 열교환이 이루어 지지 않아, 폐 열 회수의 측면에서 불리 할 수 있다.
- [31] 상 기 반응기 유 입라인(120) 을 따라 반응기 (100) 로 유 입되는 흐름의 온도 및 단 열탱크 (300) 에 저장 된 포화수 (301) 의 온도는 상 기 일반식 1을 만족 한다면 특별히 제한되는 것은 아니며, 반응기 (100) 내의 반응물의 종류 및 상 기 반응기 (100) 에서 발생하는 반응열, 생성하고자 하는 스팀의 압력 또는 스팀의 양 등 다양한 변수에 따라 조절될 수 있다. 하나의 예시에서, 상 기 반응기 유 입라인(120) 을 따라 반응기 (100) 로 유 입되는 흐름의 온도는 60°C 내지 240 °C, 예를 들어, 100°C 내지 220 °C, 120°C 내지 200 °C, 140°C 내지 180°C 또는 150°C 내지 170°C 일 수 있으며, 단 열탱크 (300) 에 저장 된 포화수 (301) 의 온도는 120°C 내지 240 °C, 예를 들어, 120°C 내지 200 °C, 120°C 내지 180°C, 120°C 내지 160°C, 160°C 내지 240 °C 또는 120°C 내지 140°C 일 수 있다.
- [32] 상 기 열교환기 유 입라인(210) 을 따라 상 기 열교환기 (200) 로 유 입되는 열교환 매체 흐름의 온도는, 상 기 반응기 유 입라인(120) 을 따라 반응기 (100) 로 유 입되는 흐름의 온도에 따라 조절될 수 있으며, 특별히 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 상 기 열교환기 (200) 로 유 입되는 열교환 매체 흐름의 온도는, 110°C 내지 200 °C,

- 예를 들어, 110°C 내지 150°C, 130°C 내지 190°C, 150°C 내지 200°C 또는 120°C 내지 200°C 일 수 있다.
- [33] 상기 반응기 (100) 에서 유출되는 흐름의 온도는 반응기 (100) 로 유입되는 흐름의 온도 및 단열탱크 (300) 에 저장된 포화수 (301) 의 온도가 상기 일반식 1을 만족하도록 하기 위하여, 적절히 조절될 수 있으며, 예를 들어, 120°C 내지 280°C, 140°C 내지 200°C 또는 150°C 내지 180°C 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [34] 또한, 열교환기 (200) 가 상기 단열탱크 (300) 의 외부에 설치되어 있는 경우, 상기 단열탱크 (300) 로 유입되는 열교환된 열교환 매체 흐름의 온도는 전술한 반응기 (100) 로 유입되는 흐름의 온도 및 상기 단열탱크 (300) 에 저장된 포화수 (301) 의 온도에 따라 다양한 범위로 조절될 수 있으며, 예를 들어, 120°C 내지 240°C, 140°C 내지 200°C 또는 150°C 내지 180°C 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [35] 본 출원의 일 구현예에서, 응축수 또는 상기 열교환된 열교환 매체는 단열탱크 유입라인(330) 을 따라 단열탱크 (300) 로 유입될 수 있다.
- [36] 상기 단열탱크 (insulated tank)(300) 는 포화수 (301) 가 저장되어 있으며, 단열처리된 수조 또는 탱크를 의미한다. 예를 들어, 상기 단열탱크로 열교환된 열교환 매체가 유입되면, 상기 단열탱크 내에 저장된 물에 에너지를 공급하게 된다. 이 경우, 상기 탱크가 단열 상태이고 탱크의 체적이 변화될 수 없기 때문에, 상기 탱크 내부의 온도 및 압력은 점차 증가하게 되고, 이에 따라 탱크 내부의 물은 100°C 이상의 온도에서 도 끓지 않는 상태에 도달하게 된다. 또한, 탱크 내부의 물은 포화 상태에 도달하게 되어, 이에 따라 포화수 (saturated water)(301) 의 상태로 유지된다.
- [37] 하나의 예시에서, 상기 포화수 (301) 의 온도는, 전술한 단열탱크 유입라인(330) 을 따라 유입되는 응축수 또는 열교환된 열교환 매체의 온도에 따라 다양한 범위로 조절될 수 있으며, 예를 들어, 120°C 내지 240°C, 120°C 내지 200°C, 120°C 내지 180°C, 160°C 내지 240°C, 120°C 내지 160°C 또는 120°C 내지 140°C 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [38] 일 구현예에서, 상기 단열탱크 (300) 는 스팀유출라인 (310) 또는 단열탱크 유출라인 (310) 을 추가로 포함한다. 상기 단열탱크 (300) 의 스팀유출라인 (310) 은 탱크에서 생성되는 스팀이 유출되는 경로로써, 하나의 예시에서, 상기 스팀유출라인 (310) 은 압력강하장치 (311), 예를 들어, 압력강하 밸브(311) 가 구비되어 있을 수 있다. 상기 압력강하 밸브(311) 를 통하여 상기 탱크 내부의 압력을 조절할 수 있다. 예를 들어, 상기 압력강하 밸브(311) 를 조절하여 탱크 내부의 압력이 낮아질 경우, 100°C 이상의 온도에서도 응축된 상태의 물로 존재하던 포화수 (301) 는 증발되게 되며, 이러한 재증발 (flash) 현상에 따라 생성된 스팀은 상기 스팀유출라인 (310) 을 따라 유출될 수 있다. 상기 스팀은 물의 현열(sensible heat) 상태로 저장되어 있던 열량이 압력강하에 따라 잠열로



변환되어 단열탱크 (300) 내부에서 발생하는 것이며, 이에 따라, 상기 탱크로 유입되는 라인의 온도와 상기 스팀유출라인 (310) 의 온도 차이가 클수록 많은 양의 스팀을 발생시키고 저장할 수 있다. 상기에서 「현 열」 은 물의 상태변화를 일으키지 않고 단순히 내부 에너지만을 변화시키는 열을 의미하며, 상기 「잠 열」 은 물의 상태 변화에 사용되는 에너지를 의미한다.

- [39] 하나의 예시에서, 상기 스팀유출라인 (310) 을 따라 통과하는 흐름(stream) 의 온도와 단열탱크 유입라인(330) 을 따라 상기 단열탱크 (300) 로 유입되는 흐름의 온도가 하기 일반식 2를 만족할 수 있다.
- [40] [일반식 2]
- [41]  $10^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{Sout}} - T_{\text{Tin}} \leq 200^{\circ}\text{C}$
- [42] 상기 일반식 2에서,  $T_{\text{Sout}}$  는 스팀유출라인 (310) 을 따라 흐르는 흐름의 온도를 나타내고,  $T_{\text{Tin}}$  는 단열탱크 유입라인(330) 을 따라 단열탱크 (300) 로 유입되는 흐름의 온도를 나타낸다.
- [43] 상기 스팀유출라인 (310) 을 따라 통과하는 흐름(stream) 의 온도와 단열탱크 유입라인(330) 을 따라 상기 단열탱크 (300) 로 유입되는 흐름의 온도의 차이  $T_{\text{Sout}} - T_{\text{Tin}}$  는  $10^{\circ}\text{C}$  이상, 예를 들어,  $20^{\circ}\text{C}$  이상,  $30^{\circ}\text{C}$  이상 또는  $40^{\circ}\text{C}$  이상일 수 있으며, 상기  $T_{\text{Sout}} - T_{\text{Tin}}$  이  $10^{\circ}\text{C}$  이상으로 조절될 경우, 스팀을 생성하기에 충분한 열량을 탱크 내부의 물에 전달할 수 있다. 상기 스팀유출라인 (310) 을 따라 통과하는 흐름(stream) 의 온도와 단열탱크 유입라인(330) 을 따라 상기 단열탱크 (300) 로 유입되는 흐름의 온도의 차이가 클수록 많은 양의 스팀을 생성할 수 있으므로, 상기  $T_{\text{Sout}} - T_{\text{Tin}}$  의 상한은 특별히 제한되는 것은 아니나, 공정 경제 상  $200^{\circ}\text{C}$  이하로 조절될 수 있다.
- [44] 상기 단열탱크 유입라인(330) 을 따라 상기 단열탱크 (300) 로 유입되는 흐름은, 전술한 바와 같이, 응축수 또는 열교환된 열교환 매체의 흐름일 수 있다. 예를 들어, 상기 열교환기 (200) 가 단열탱크 (300) 내부에 설치되어 있는 경우, 단열탱크 (300) 로 유입되는 흐름은 응축수의 흐름일 수 있으며, 상기 열교환기 (200) 가 단열탱크 (300) 외부에 설치되어 있는 경우, 단열탱크 (300) 로 유입되는 흐름은 상기 열교환기 (200) 에서 열교환된 후 유출되는 열교환 매체 또는 열교환된 응축수의 흐름일 수 있다.
- [45] 하나의 예시에서, 상기 스팀유출라인 (310) 을 따라 유출되는 스팀의 온도는 상기 일반식 2를 만족한다면, 특별히 제한되는 것은 아니며, 예를 들어,  $110^{\circ}\text{C}$  내지  $230^{\circ}\text{C}$ ,  $110^{\circ}\text{C}$  내지  $200^{\circ}\text{C}$  또는  $110^{\circ}\text{C}$  내지  $150^{\circ}\text{C}$  일 수 있다. 또한, 상기 스팀유출라인 (310) 을 따라 유출되는 스팀의 압력은 상기 일반식 2의 조건을 만족시키기 위한 스팀유출라인 (310) 의 온도를 조절하기 위하여 다양한 범위로 조절될 수 있으며, 예를 들어, 1.5 내지  $30.0 \text{ kgf/cm}^2$ , 0.5 내지  $5.0 \text{ kgf/cm}^2$ , 2.0 내지  $6.0 \text{ kgf/cm}^2$ , 5.0 내지  $15.0 \text{ kgf/cm}^2$  또는 10.0 내지  $20.0 \text{ kgf/cm}^2$  일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [46] 일 구현예에서, 상기 열 회수 장치(10) 는 스팀의 압력 및/또는 생산량을

제어하는 제어부를 추가로 포함할 수 있다. 상기 제어부는 스팀유출라인 (310)의 유압을 측정하는 측정부를 포함할 수 있으며, 상기 측정부에서 측정된 유압에 따라 밸브의 개폐 정도를 적절히 조절하는 조절부를 포함할 수 있다. 이에 따라, 유출되는 스팀의 압력 및 생산량을 스팀의 수요처의 수요처에서 요구되는 정도에 따라 적절하게 조절할 수 있다. 상기 제어부에 따라, 스팀을 회분식 반응기 (100)에서 비연속적으로 발생하는 폐열로부터 연속적으로 스팀을 생산할 수 있다.

[47] 또한, 비록 도시되지는 않았지만, 상기 열회수장치(10)는

스팀유출라인 (310)에 연결된 스팀저장탱크를 추가로 포함할 수 있다.

[48] 하나의 예시에서, 상기 단열탱크(300)내에 저장되는 에너지, 즉, 스팀유출라인 (310)으로부터 발생될 수 있는 스팀 저장량은 하기 일반식 3으로 계산된다.

[49] [일반식 3]

[50] 저장된 물 1kg 당 스팀 발생량 =  $(H_{w1} - H_{w2}) / H_v$

[51] 상기 일반식 3에서,

[52]  $H_{w1}$ 는 단열탱크 유입라인(330)으로 유입되는 응축수의 엔탈피 (kJ/kg)를 나타내고,  $H_{w2}$ 는 스팀유출라인 (310)으로 유출되는 스팀의 엔탈피 (kJ/kg)를 나타내며,

[53]  $H_v$ 는 스팀의 증발열 (kJ/kg)을 나타낸다.

[54] 예를 들어, 단열탱크 유입라인(330)의 온도가 190 °C이고, 스팀유출라인 (310)의 온도가 130 °C라면 스팀의 발생량은 다음과 같이 계산될 수 있다.

[55] [계산식]

[56]  $[(190\text{ }^\circ\text{C} - 130\text{ }^\circ\text{C}) \times 4.2(\text{Kcal/KJ})] / 2173.7(\text{KJ/Kg steam}) = 0.116(\text{kg})$

[57] 즉, 물 1kg 당 스팀을 0.116 kg 저장할 수 있고, 단열탱크 100 m<sup>3</sup>에 11.6 ton의 스팀을 저장할 수 있으며, 저장된 스팀을 열원이 필요한 설비에 공급할 수 있다.

[58]

[59] 본 출원은 또한, 상기 열회수장치(10)를 이용한 열회수 방법을 제공한다. 본 출원의 열회수 방법에 의하면, 전술한 바와 같이, 회분식 반응기 (100) 등과 같은 화학 공정 설비에 버려지는 비연속적으로 열원을 연속적으로 단열탱크 (300)내에 저장한 후, 열원이 필요한 곳에는 연속적으로 또는 비연속적으로 안정적으로 공급할 수 있어, 종래 버려지는 열원의 재활용이 가능하다. 또한, 상기 버려지는 열원을 다양한 화학 공정 설비에 적용하여 에너지 절감 효과를 얻을 수 있다.

[60] 상기 열회수 방법은 열교환 시키는 단계 및 재유입 단계를 포함한다. 상기 열교환 시키는 단계에서는, 반응기 (100)에서 유출되어 반응기 유출라인 (110)을 따라 열교환기 (200)로 유입된 흐름이, 단열탱크 (300)내부에 저장되어 있는 포화수 (301) 또는 상기 열교환기 유입라인(210)을 따라 흐르는 열교환 매체, 예를 들어, 응축수와 열교환될 수 있다. 상기 회분식 반응기 (100), 열교환기 (200) 및

열교환 매체에 대한 자세한 설명은 전술한 열 회수 장치(10)에서 설명한 바와 동일하므로, 생략하기로 한다.

[61] 상기 재유입 단계는 상기 회분식 반응기 (100)에서 유출되며, 상기 포화수 (301) 또는 열교환 매체와 열교환된 흐름을 상기 회분식 반응기 (100)로 재유입시키는 단계로서, 상기 열교환된 흐름은 반응기 유입라인(120)을 따라 상기 반응기 (100)로 재유입될 수 있다. 이에 따라, 상기 열교환 매체로 열을 전달한 기상의 반응물은 응축될 수 있으며, 상기 응축된 반응물 (condensate reactant)은 상기 반응기 유입라인(120)을 따라 반응기 (100)로 재유입되어 반응에 다시 참여할 수 있다.

[62] 하나의 예시에서, 상기 방법은 상기 열교환된 열교환 매체를 단 열탱크 (300)로 유입시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 상기 열교환된 열교환 매체는 기상의 반응물로부터 전달받은 열을 단 열탱크 (300)에 저장된 포화수 (saturated water)(301)에 전달함으로써, 스팀을 생성할 수 있다

[63] 하나의 예시에서, 상기 열교환기 (200)를 통하여 열교환이 잘 일어나게 하기 위하여, 상기 방법은, 상기 방법은, 반응기 (100)로 유입되는 흐름의 온도와 단 열탱크 (300)에 저장된 포화수 (301)의 온도가 하기 일반식 1을 만족하도록 조절하는 것을 포함할 수 있다.

[64] [일반식 1]

$$[65] \quad 5^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{Rin}} - T_{\text{sw}} \leq 70^{\circ}\text{C}$$

[66] 상기 일반식 1에서,  $T_{\text{Rin}}$ 는 반응기 (100)로 유입되는 흐름의 온도를 나타내고,  $T_{\text{sw}}$ 는 단 열탱크 (300)에 저장된 포화수 (301)의 온도를 나타낸다.

[67] 상기 반응기 (100)로 유입되는 흐름의 온도와 상기 단 열탱크 (300)에 저장된 포화수 (301)의 온도의 차이  $T_{\text{Rin}} - T_{\text{sw}}$ 는  $5^{\circ}\text{C}$  내지  $70^{\circ}\text{C}$ , 예를 들어,  $10^{\circ}\text{C}$  내지  $40^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$  내지  $40^{\circ}\text{C}$  또는  $30^{\circ}\text{C}$  내지  $35^{\circ}\text{C}$ 일 수 있으며, 상기  $T_{\text{Rin}} - T_{\text{sw}}$ 이 전술한 범위 내로 조절될 경우, 상기 반응기 (100)에서 유출되어 단 열탱크 (300) 내부로 유입되는 흐름이 상기 단 열탱크 (300) 내부의 포화수 (301)와 열교환되어 충분한 양의 스팀을 생성할 수 있을 만큼의 열량을 보유할 수 있다.

[68] 반응기 (100)에서 유출되는 흐름의 온도와 단 열탱크 (300) 내부에 저장된 포화수 (301) 또는 단 열탱크 (300)로 유입되는 열교환된 열교환 매체의 온도에 관한 구체적인 내용은 전술한 열 회수 장치(10)에서 설명한 바와 동일하므로, 생략하기로 한다.

[69] 상기 방법은 또한, 상기 단 열탱크 (300) 상부로부터 스팀을 유출시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다.

[70] 이 경우, 상기 단 열탱크 (300) 상부로부터 유출되는 스팀의 온도와 단 열탱크 (300)로 유입되는 응축수 또는 열교환된 열교환 매체의 온도가 하기 일반식 2를 만족할 수 있다.

[71] [일반식 2]

$$[72] \quad 10^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{Sout}} - T_{\text{Tin}} \leq 200^{\circ}\text{C}$$

- [73] 상기 일반식 2에서,  $T_{Sout}$ 는 단 열탱크 (300) 상부로부터 유출되는 스팀의 온도를 나타내고,  $T_{Tin}$ 는 단 열탱크 (300) 로 유입되는 응축수 또는 열교환된 열교환 매체의 온도를 나타낸다.
- [74] 상기 단 열탱크 (300) 상부로부터 유출되는 스팀의 온도와 상기 단 열탱크 (300) 로 유입되는 응축수 또는 열교환된 열교환 매체의 온도의 차이  $T_{Sout} - T_{Tin}$ 는 10°C 이상, 예를 들어, 20°C 이상, 30°C 이상 또는 40°C 이상일 수 있으며, 상기  $T_{Sout} - T_{Tin}$ 이 10°C 이상으로 조절될 경우, 스팀을 생성하기에 충분한 열량을 탱크 내부의 물에 전달할 수 있다.
- [75] 단 열탱크 (300) 상부로부터 유출되는 스팀의 온도와 단 열탱크 (300) 로 유입되는 응축수 또는 열교환된 열교환 매체의 온도에 관한 구체적인 내용은 전술한 열 회수 장치(10)에서 설명한 바와 동일하므로, 생략하기로 한다.
- [76] 하나의 예시에서, 상기 방법은, 스팀의 압력 및/또는 생산량을 제어하는 단계를 추가로 포함할 수 있으며, 이에 따라, 유출되는 스팀의 압력 및 생산량을 스팀의 수요처의 수요처에서 요구되는 정도에 따라 적절하게 조절할 수 있다. 상기 제어부에 따라, 스팀을 회분식 반응기 (100)에서 비연속적으로 발생하는 폐열로부터 연속적으로 스팀을 생산할 수 있다.

#### 발명의 효과

- [77] 본 출원에 따른 열 회수 장치에 의하면, 회분식 반응기에서 비연속적으로 발생하는 열을 회수할 수 있으며, 또한, 열교환된 열교환 매체를 축열 장치에 공급함으로써, 필요에 따라 다양한 종류 및 많은 양의 스팀을 생성할 수 있어, 생성된 상기 스팀을 다양한 산업 분야에 적용할 수 있다 할 수 있다.

#### 도면의 간단한 설명

- [78] 도 1은 시간에 따른 회분식 반응기 내의 에너지 소모량을 모식적으로 나타낸 그래프이다.
- [79] 도 2는 본 출원의 열 회수 장치의 일 구현예를 예시적으로 나타낸 도면이다.
- [80] 도 3은 본 출원의 열 회수 장치의 다른 구현예를 예시적으로 나타낸 도면이다.
- [81] 도 4는 본 출원의 열 회수 장치의 또 다른 구현예를 예시적으로 나타낸 도면이다.
- [82] 도 5는 본 출원의 비교예에 따른 장치를 예시적으로 나타낸 도면이다.
- [83] 도 6은 본 출원의 실시예의 열 회수 공정을 모사한 다이어그램이다.
- [84] 도 7은 본 출원의 실시예에서, 열 회수 공정 시간 및 회분식 반응기에서 유출되는 기상의 반응물 흐름의 유량에 따른 밸브의 개폐 정도, 탱크 내의 포화수의 양, 탱크 내부의 온도, 탱크 내부의 압력 및 스팀의 유량 변화를 나타낸 그래프이다.

#### 발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [85] 이하 실시예 및 비교예를 통하여 상기 장치 및 방법을 상세히 설명하지만 상기 장치 및 방법의 범위가 하기 실시예에 의해 제한되는 것은 아니다.

[86]

[87] 실시예 1

[88] 도 3과 같이 단열탱크 외부에 열교환기가 설치된 열 회수 장치를 사용하여 열을 회수하였다. 구체적으로, 회분식 반응기에서 유출되는 165°C의 기상의 반응물 흐름을 열교환기로 유입시켰으며, 이와는 별도의 유입라인을 통하여, 115°C 및 4.8 kgf/cm<sup>2</sup>의 응축수를 상기 열교환기로 유입시켰으며, 상기 열교환기에서, 상기 열교환기로 유입된 기상의 반응물 흐름과 응축수를 열교환시켰다. 상기 열교환된 반응물 흐름은 응축되어 163°C의 온도로 상기 회분식 반응기로 재유입시켰다. 한편, 열교환된 상기 응축수를 160°C 및 4.8 kgf/cm<sup>2</sup>의 상태로 약 130°C의 포화된 물이 저장되어 있는 단열탱크로 유입시켰으며, 상기 단열탱크의 스팀유출라인의 밸브를 열어 상기 단열탱크를 감압시킴에 따라 약 120°C 및 2kg/cm<sup>2</sup>의 스팀을 유출시켰다. 또한, 상기 단열탱크 하부에서 약 130°C 및 5kg/cm<sup>2</sup>의 포화수를 유출시켰으며, 상기 열교환기로 유입되는 115°C 및 4.8 kgf/cm<sup>2</sup>의 응축수와 합류시킨 후에, 상기 열교환기로 유입시켰다.

[89]

[90] 실시예 2

[91] 도 4와 같이, 반응기에서 유출되는 흐름을 단열탱크 내부의 포화수와 직접 열교환 시키도록 구성된 열 회수 장치를 이용하여 열을 회수하였다. 구체적으로, 회분식 반응기에서 유출되는 165°C의 기상의 반응물 흐름을 약 130°C의 포화된 물이 저장되어 있는 단열탱크 내부에 설치된 열교환기로 유입시켰으며, 상기 기상의 반응물 흐름이 통과하는 배관이 상기 열교환기를 통하여 상기 포화된 물 직접 접촉하도록 하여 열교환시켰다. 상기 열교환된 반응물 흐름은 응축되어 163°C의 온도로 상기 회분식 반응기로 재유입시켰으며, 상기 단열탱크의 스팀유출라인의 밸브를 열어 상기 단열탱크를 감압시킴에 따라 약 120°C 및 2kg/cm<sup>2</sup>의 스팀을 유출시켰다.

[92]

[93] 비교예

[94] 도 5와 같이 회분식 반응기에서 유출되는 180°C의 기상의 반응물 흐름을 약 35°C의 냉각수로 냉각시킨 후에 약 178°C의 온도로 응축시켜 상기 회분식 반응기로 재유입시켰다.

[95]

[96] 실험예 - 모사 실험의 진행

[97] 상기 실시예의 공정 시간 및 회분식 반응기에서 유출되는 기상의 반응물 흐름의 유량에 따른 밸브의 개폐 정도, 탱크 내의 포화수의 양, 탱크 내부의 온도, 탱크 내부의 압력 및 스팀의 유량을 보다 정확히 알아내기 위하여, 다이나믹 조건에서 아스펜 하이시스(Aspen HYSYS<sup>®</sup>)를 이용하여, 도 6과 같은 공정 모사 실험을 진행하였으며, 그 결과를 하기도 7에 나타내었다.

[98]

- [99] 도 7에서 나타나 듯 이, 회분식 반응기에서 유출되는 기상의 반응물 흐름의 유량이 폭발적으로 증가하는 약 167.7 시간부터 169.8 시간 사이에서는 탱크 내의 포화수의 양과 탱크 내부의 온도 및 압력이 증가하게 되고, 약 170 시간부터 173.8 시간 사이에서는, 반응종료까지 반응물 흐름의 양이 차츰 줄어들게 되어, 탱크 내의 포화수의 양과 탱크 내부의 온도 및 압력도 서서히 줄어들게 되는 것을 확인할 수 있다. 다만, 반응 종료 후 다음 운전까지 중단되는 시점인 약 174 시간부터 175.8 시간 사이에서는 기상의 반응물 흐름의 유량이 없어지게 되어, 폐열이 비연속적으로 발생하는 것을 확인할 수 있다. 이 경우, 탱크 내의 탱크 내의 포화수의 양과 탱크 내부의 온도 및 압력이 급격히 감소하나, 발생하는 스팀의 양은 계속적으로 발생되고 있음을 확인할 수 있어, 비연속적으로 발생하는 폐열을 이용하여 연속적인 스팀의 생성이 가능한 것을 확인할 수 있다.

## 청구 범위

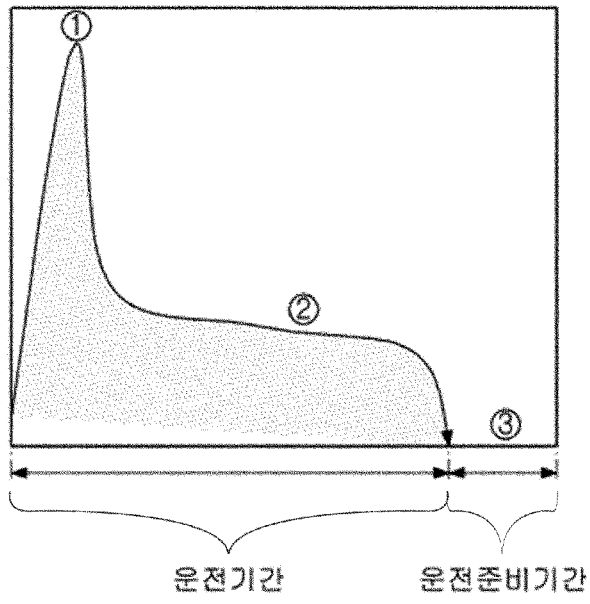
- [청구항 1] 포화수가 저장되어 있는 단열탱크, 반응기 및 열교환기를 포함하고, 상기 단열탱크, 반응기 및 열교환기는 각각 유입라인 및 유출라인을 포함하며, 상기 반응기에서 유출되는 흐름은 반응기 유출라인을 따라 상기 열교환기로 유입되어, 상기 포화수 또는 상기 열교환기로 유입되는 열교환 매체와 열교환된 후, 반응기 유입라인을 따라 상기 반응기로 유입되는 열 회수 장치.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서, 반응기는 회분식 반응기인 열 회수 장치.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서, 열교환 매체는 웅축수인 열 회수 장치.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서, 열교환기는 단열탱크의 내부 또는 외부에 설치되어 있는 열 회수 장치.
- [청구항 5] 제 4 항에 있어서, 열교환기는 단열탱크의 외부에 설치되어 있으며, 상기 반응기에서 유출되는 흐름은 반응기 유출라인을 따라 상기 열교환기로 유입되어, 열교환기 유입라인을 따라 상기 열교환기로 유입된 열교환 매체와 열교환된 후, 반응기 유입라인을 따라 상기 반응기로 유입되고, 열교환된 상기 열교환 매체는 단열탱크 유입라인을 따라 상기 단열탱크로 유입되는 열 회수 장치.
- [청구항 6] 제 4 항에 있어서, 열교환기는 포화수가 저장된 단열탱크의 내부에 설치되어 있으며, 상기 반응기에서 유출되는 흐름은 반응기 유출라인을 따라 상기 열교환기로 유입되어, 상기 단열탱크에 저장된 포화수와 열교환된 후, 반응기 유입라인을 따라 상기 반응기로 재유입되는 열 회수 장치.
- [청구항 7] 제 5 항 또는 제 6 항에 있어서, 반응기로 유입되는 흐름의 온도와 단열탱크에 저장된 포화수의 온도가 하기 일반식 1을 만족하는 열 회수 장치:  
 [일반식 1]  
 $5^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{Rin}} - T_{\text{sw}} \leq 70^{\circ}\text{C}$   
 상기 일반식 1에서,  $T_{\text{Rin}}$ 는 반응기로 유입되는 흐름의 온도를 나타내고,  $T_{\text{sw}}$ 는 단열탱크에 저장된 포화수의 온도를 나타낸다.
- [청구항 8] 제 7 항에 있어서, 열교환기로 유입되는 열교환 매체 흐름의 온도는 110 내지 200°C인 열 회수 장치.
- [청구항 9] 제 7 항에 있어서, 단열탱크에 저장된 포화수의 온도는 120 내지 240°C인 열 회수 장치.
- [청구항 10] 제 7 항에 있어서, 반응기에서 유출되는 흐름의 온도는 120 내지 280°C인 열 회수 장치.

- [청구항 11] 제 7 항에 있어서, 반응기로 유입되는 흐름은 응축된 반응물 흐름인 열 회수 장치.
- [청구항 12] 제 7 항에 있어서, 반응기로 유입되는 흐름의 온도는 60 내지 240°C인 열 회수 장치.
- [청구항 13] 제 5 항에 있어서, 단열탱크로 유입되는 열교환 매체 흐름의 온도는 120 내지 240°C인 열 회수 장치.
- [청구항 14] 제 6 항에 있어서, 응축수가 단열탱크 유입라인을 따라 상기 단열탱크로 유입되는 열 회수 장치.
- [청구항 15] 제 14 항에 있어서, 단열탱크 유입라인을 따라 단열탱크로 유입되는 응축수의 온도는 120 내지 240°C인 열 회수 장치.
- [청구항 16] 제 1 항에 있어서, 반응기에서 유출되는 흐름은 기상의 반응물 흐름인 열 회수 장치.
- [청구항 17] 제 5 항에 있어서, 열교환된 열교환 매체는 액상의 응축수 흐름이고, 단열탱크 하부로부터 열교환기 유입라인에 연결되어 있는 순환라인을 추가로 포함하며, 상기 단열탱크 하부로부터 유출되는 포화수가 상기 순환라인을 따라 상기 열교환기 유입라인으로 유입되는 열 회수 장치.
- [청구항 18] 제 5 항 또는 제 14 항에 있어서, 단열탱크는 스팀유출라인을 추가로 포함하는 열 회수 장치.
- [청구항 19] 제 18 항에 있어서, 스팀유출라인을 따라 흐르는 흐름의 온도와 단열탱크 유입라인을 따라 단열탱크로 유입되는 흐름의 온도가 하기 일반식 2를 만족하는 열 회수 장치:  
[일반식 2]  
 $10^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{Sout}} - T_{\text{Tin}} \leq 200^{\circ}\text{C}$   
상기 일반식 2에서,  $T_{\text{Sout}}$ 는 스팀유출라인을 따라 흐르는 흐름의 온도를 나타내고,  $T_{\text{Tin}}$ 는 단열탱크 유입라인을 따라 단열탱크로 유입되는 흐름의 온도를 나타낸다.
- [청구항 20] 제 18 항에 있어서, 스팀의 온도는 110 내지 230°C인 열 회수 장치.
- [청구항 21] 제 18 항에 있어서, 스팀의 압력은 1.5 내지 30 kgf/cm<sup>2</sup>인 열 회수 장치.
- [청구항 22] 제 18 항에 있어서, 스팀의 압력 및/또는 생산량을 제어하는 제어부를 추가로 포함하는 열 회수 장치.
- [청구항 23] 회분식 반응기에서 유출되는 흐름을 열교환기로 유입하여, 단열탱크 내부에 저장된 포화수 또는 상기 열교환기로 유입되는 열교환 매체와 열교환시키는 단계 ;및  
상기 회분식 반응기에서 유출되며, 상기 포화수 또는 열교환 매체와 열교환된 흐름을 상기 회분식 반응기로 재유입시키는 단계를 포함하는 열 회수 방법.

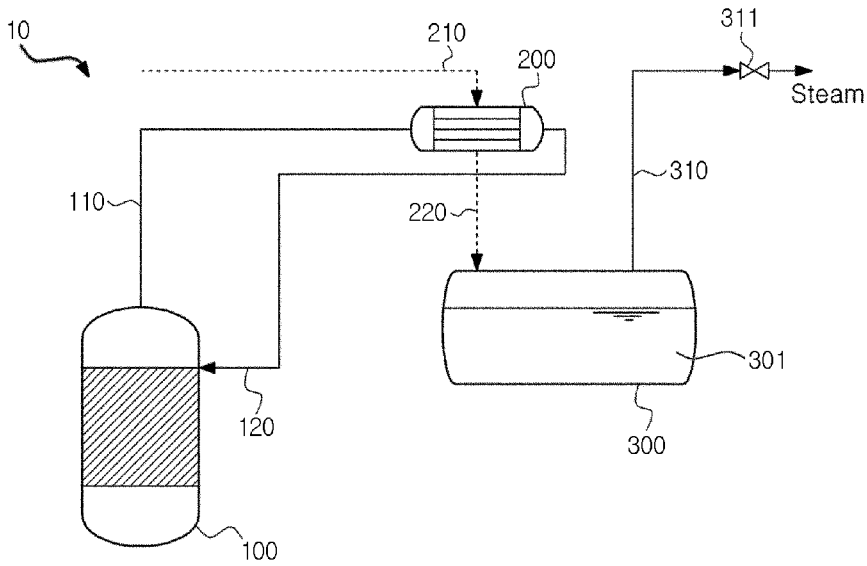


- [청구항 24] 제 23 항에 있어서, 열교환 매체는 응축수인 열 회수 방법.
- [청구항 25] 제 23 항에 있어서, 응축수 또는 열교환된 열교환 매체를 단열탱크로 유입시키는 단계를 추가로 포함하는 열 회수 방법.
- [청구항 26] 제 25 항에 있어서, 반응기로 유입되는 흐름의 온도와 단열탱크에 저장된 포화수의 온도가 하기 일반식 1을 만족하도록 조절하는 것을 포함하는 열 회수 방법:  
 [일반식 1]  
 $5^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{Rin}} - T_{\text{sw}} \leq 70^{\circ}\text{C}$   
 상기 일반식 1에서,  $T_{\text{Rin}}$ 는 반응기로 유입되는 흐름의 온도를 나타내고,  $T_{\text{sw}}$ 는 단열탱크에 저장된 포화수의 온도를 나타낸다.
- [청구항 27] 제 25 항에 있어서, 상기 단열탱크 상부로부터 스팀을 유출시키는 단계를 추가로 포함하는 열 회수 방법.
- [청구항 28] 제 27 항에 있어서, 단열탱크 상부로부터 유출되는 스팀의 온도와 단열탱크로 유입되는 응축수 또는 열교환된 열교환 매체의 온도가 하기 일반식 2를 만족하는 열 회수 방법:  
 [일반식 2]  
 $10^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{Sout}} - T_{\text{Tin}} \leq 200^{\circ}\text{C}$   
 상기 일반식 2에서,  $T_{\text{Sout}}$ 는 단열탱크 상부로부터 유출되는 스팀의 온도를 나타내고,  $T_{\text{Tin}}$ 는 단열탱크로 유입되는 응축수 또는 열교환된 열교환 매체의 온도를 나타낸다.
- [청구항 29] 제 27 항에 있어서, 스팀의 압력 및/또는 생산량을 제어하는 단계를 추가로 포함하는 열 회수 방법.

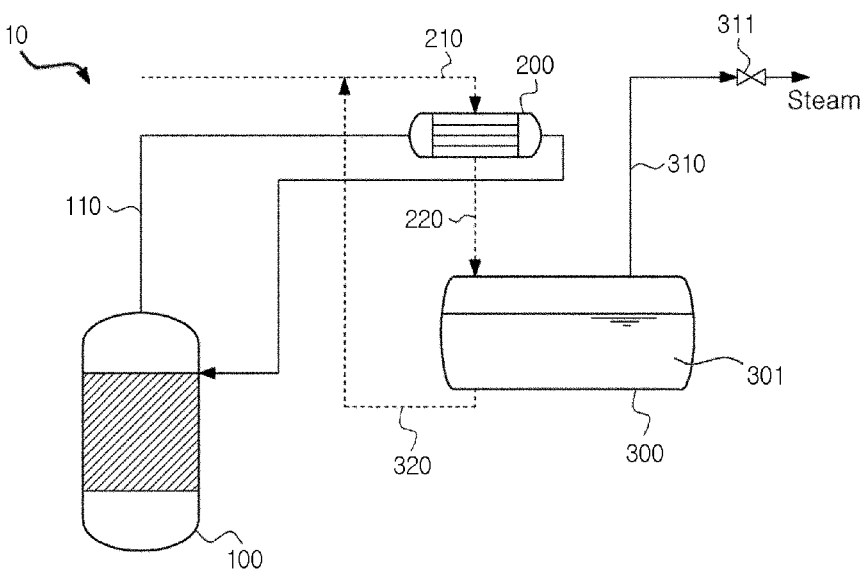
[Fig. 1]



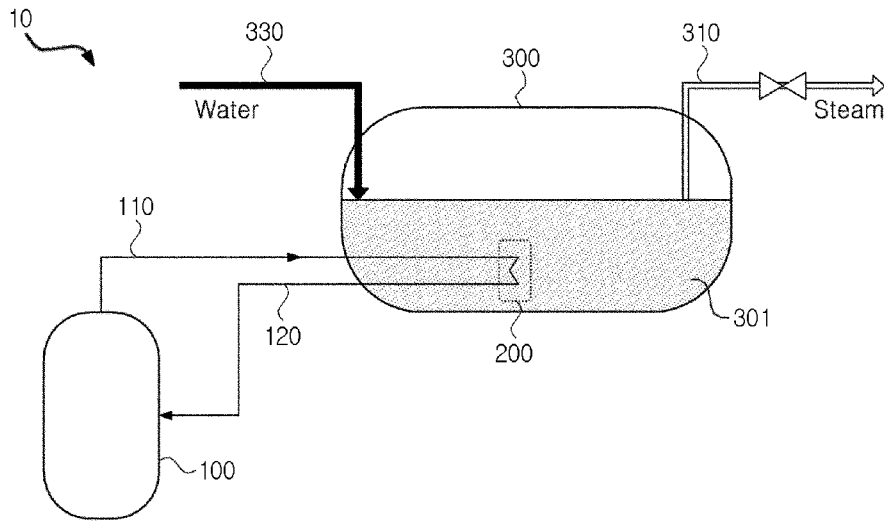
[Fig. 2]



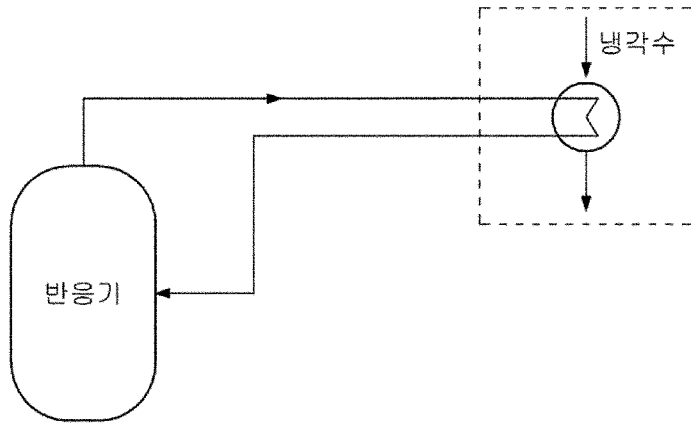
[Fig. 3]



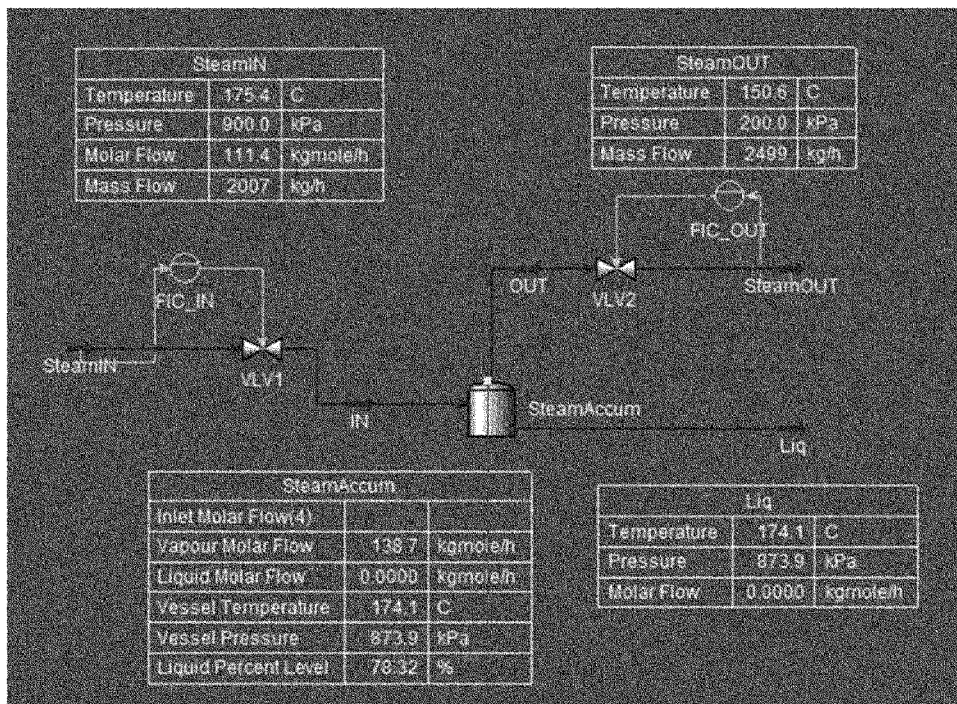
[Fig. 4]



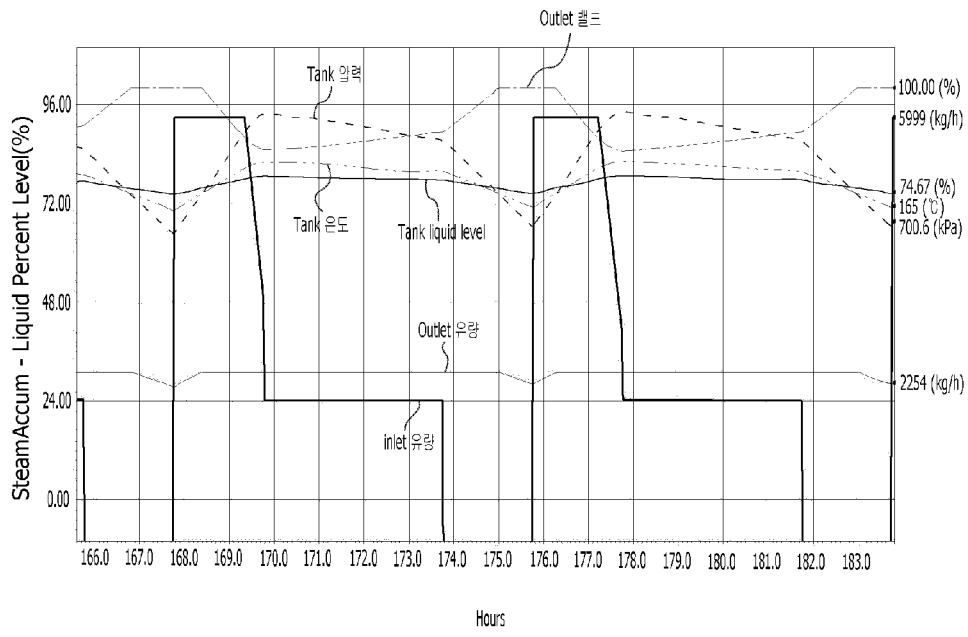
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/008674

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F28D 15/00(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)

F28D 15/00; F28D 7/00; F22B 1/02; C07D 301/04; C01B 3/38; F23K 1/02; C01B 3/36

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 intentional search (name of data base and, where practicable, search terms listed)  
 eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: insulating tank, reactor, heat exchanger, inflow line, outflow line, saturated water

C- DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	U S 4,074,660 A (TSAO, Utah) 21 February 1978 See abstract; column 2, line 38 - column 3, line 22; figure 1.	1-5,13,16,18,20-25 ,27,29
A		6-12,14,15,17,19 ,26,28
Y	K R 10-0787870 B I (SCIENTIFIC DESIGN COMPANY, INC.) 27 December 2007 See paragraph [0013]; and figure 1.	1-5,13,16,18,20-25 ,27,29
A	W O 90-12253 A I (A. AHL STROM CORPORATION) 18 October 1990 See abstract; page 6, line 4 - page 7, line 29; figure 1.	1-29
A	K R 10-0900036 B I (DONGMYONG INDUSTRIAL CO., LTD.) 01 June 2009 See paragraphs [0021]-[0029]; and figure 1.	1-29
A	JP 2008-143770 A (JFE STEEL K.K. et al.) 26 June 2008 See abstract; paragraph [0011]; figure 1.	1-29

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to art of disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	


Date of the actual completion of the international search

07 JANUARY 2015 (07.01.2015)

Date of mailing of the international search report

08 JANUARY 2015 (08.01.2015)

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/KR2014/008674

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 4074660 A	21/02/ 1978	AU 1978-73876 A	25/05/ 1978
		AU 502735 B2	09/08/ 1979
		BE 848546 A 1	16/03/ 1977
		DE 2652797 A 1	26/05/ 1977
		DE 2652797 C2	11/07/ 1985
		FR 2332491 A 1	17/06/ 1977
		FR 2332491 B 1	11/06/ 1982
		GB 1562516 A	12/03/ 1980
		JP 52-064501 A	28/05/ 1977
		NL 7612946 A	26/05/ 1977
		KR 10-0787870 B 1	27/ 12/2007
CA 2458639 A 1	20/03/2003		
CA 2458639 C	25/05/2010		
CN 1553904 A	08/ 12/2004		
CN 1553904 CO	29/03/2006		
EP 1425273 A 1	09/06/2004		
EP 1425273 B 1	14/ 11/2007		
JP 04392242 B2	24/ 12/2009		
JP 2005-502704 A	27/01 /2005		
US 6452027 B 1	17/09/2002		
W0 03-022826 A 1	20/03/2003		
W0 90-12253 A 1	18/ 10/ 1990	EP 0467913 A 1	29/01 / 1992
		EP 0467913 B 1	10/02/ 1993
		ES 2039127 T3	16/08/ 1993
		FI 86219 B	15/04/ 1992
		FI 86219 C	27/07/ 1992
		FI 891748 AO	13/04/ 1989
		FI 891748 DO	13/04/ 1989
		JP 07065735 B2	19/07/ 1995
		KR 10-1995-0012569 B 1	19/ 10/ 1995
		US 5624469 A	29/04/ 1997
		KR 10-0900036 B 1	01/06/2009
JP 2008-143770 A	26/06/2008	NONE	



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대용특허문헌	공개일
US 4074660 A	1978/02/21	AU 1978-73876 A AU 502735 B2 BE 848546 AI DE 2652797 AI DE 2652797 C2 FR 2332491 AI FR 2332491 BI GB 1562516 A JP 52-064501 A NL 7612946 A	1978/05/25 1979/08/09 1977/03/16 1977/05/26 1985/07/11 1977/06/17 1982/06/11 1980/03/12 1977/05/28 1977/05/26
KR 10-0787870 BI	2007/12/27	AU 2002-323534 B2 CA 2458639 AI CA 2458639 C CN 1553904 A CN 1553904 CO EP 1425273 AI EP 1425273 BI JP 04392242 B2 JP 2005-502704 A US 6452027 BI WO 03-022826 AI	2008/04/24 2003/03/20 2010/05/25 2004/12/08 2006/03/29 2004/06/09 2007/11/14 2009/12/24 2005/01/27 2002/09/17 2003/03/20
WO 90-12253 AI	1990/10/18	EP 0467913 AI EP 0467913 BI ES 2039127 T3 FI 86219 B FI 86219 C FI 891748 AO FI 891748 DO JP 07065735 B2 KR 10-1995-0012569 BI US 5624469 A	1992/01/29 1993/02/10 1993/08/16 1992/04/15 1992/07/27 1989/04/13 1989/04/13 1995/07/19 1995/10/19 1997/04/29
KR 10-0900036 BI	2009/06/01	없음	
JP 2008-143770 A	2008/06/26	없음	