

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2020년 7월 23일 (23.07.2020)



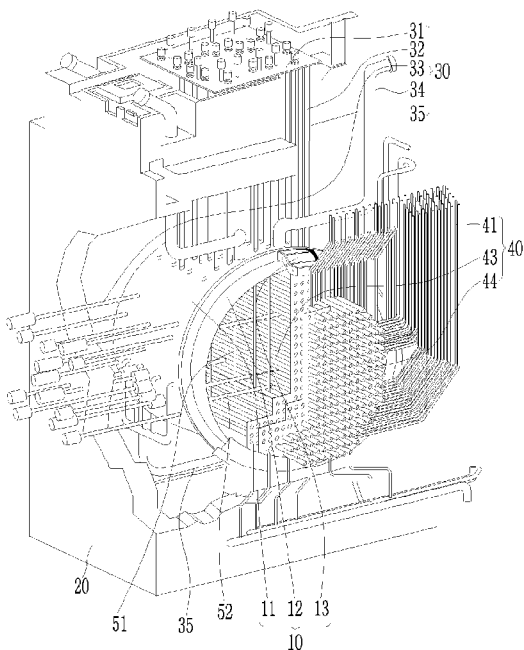
(10) 국제공개번호
WO 2020/149567 A1

- (51) 국제특허분류: *G21D 1/00* (2006.01) *B26D 1/12* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2020/000338
- (22) 국제출원일: 2020년 1월 8일 (08.01.2020)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2019-0006688 2019년 1월 18일 (18.01.2019) KR
- (71) 출원인: 한국수력원자력 주식회사 (KOREA HYDRO & NUCLEAR POWER CO., LTD.) [KR/KR]; 38120 경상북도 경주시 양북면 불국로 1655, Gyeongsangbuk-do (KR).
- (72) 발명자: 황석주 (HWANG, Seok-Ju); 34101 대전시 유성구 유성대로1312번길 70, Daejeon (KR). 황영환 (HWANG, Young Hwan); 34101 대전시 유성구 유성대로1312번길 70, Daejeon (KR). 윤주영 (YOON, Ju-Young); 34101 대전시 유성구 유성대로1312번길 70, Daejeon (KR). 김천우 (KIM, Cheon-Woo); 34101 대전시 유성구 유성대로1312번길 70, Daejeon (KR).

- (74) 대리인: 팬코리아특허법인 (PANKOREA PATENT AND LAW FIRM); 06234 서울시 강남구 논현로85길 70 13F, 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, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 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).

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR DECOMMISSIONING HEAVY-WATER REACTOR FACILITY

(54) 발명의 명칭: 중수로 시설의 해체 장치 및 방법



(57) Abstract: A heavy-water reactor facility decommissioning apparatus according to an embodiment comprises: a first cutting device for cutting the periphery of a first nozzle part of a calandria, wherein the first nozzle part is connected to the upper end of a first pipe positioned in the calandria of a heavy-water reactor facility; a second cutting device for cutting a first support part of the calandria, wherein the first support part is connected to the lower end of the first pipe connected to the first nozzle part; and a fixing and drawing device for fixing and drawing the first nozzle part cut by the first cutting device.

(57) 요약서: 일 실시예에 따른 중수로 시설의 해체 장치는 중수로 시설의 칼란드리아의 내부에 위치하는 제1 배관의 상단과 연결되는 상기 칼란드리아의 제1 노즐부의 주변을 절단하는 제1 절단 장치; 상기 제1 노즐부에 연결된 상기 제1 배관의 하단과 연결되는 상기 칼란드리아의 제1 지지부를 절단하는 제2 절단 장치; 그리고 상기 제1 절단 장치에 의해 절단된 상기 제1 노즐부를 고정 및 인출하는 고정 및 인출 장치를 포함한다.

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 중수로 시설의 해체 장치 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 중수로 시설의 해체 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로, 원자력 발전에 이용되는 원자력 시설 중 중수로 시설은 칼란드리아(Calandria) 및 칼란드리아를 내부에 수납하는 칼란드리아 볼트(calandria vault)를 포함한다.
- [3] 칼란드리아(Calandria)는 중수로형 원자력 발전소의 원자로의 핵연료 주입 실린더로서, 발전소의 정상 가동 중에 핵연료를 주입하고, 연소된 핵연료 다발을 배출하는 원통 형태의 파이프 구조를 가진다.
- [4] 중수로 시설의 해체 시, 칼란드리아의 내부에 수납된 고방사화 구조물인 안내관 및 독물질 주입관을 해체할 경우 작업자의 피폭 및 방사능 누출 등의 우려가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 본 실시예는 칼란드리아 내부에 설치된 안내관 및 독물질 주입관을 용이하게 외부로 인양하여 해체할 수 있는 중수로 시설의 해체 장치 및 방법에 관한 것이다.

과제 해결 수단

- [6] 일 실시예에 따른 중수로 시설의 해체 장치는 중수로 시설의 칼란드리아의 내부에 위치하는 제1 배관의 상단과 연결되는 상기 칼란드리아의 제1 노즐부의 주변을 절단하는 제1 절단 장치; 상기 제1 노즐부에 연결된 상기 제1 배관의 하단과 연결되는 상기 칼란드리아의 제1 지지부를 절단하는 제2 절단 장치; 그리고 상기 제1 절단 장치에 의해 절단된 상기 제1 노즐부를 고정 및 인출하는 고정 및 인출 장치를 포함한다.
- [7] 상기 제1 노즐부는 상기 칼란드리아의 외벽에 형성되고, 상기 제1 지지부는 상기 칼란드리아의 내벽에 형성될 수 있다.
- [8] 상기 제1 절단 장치는 회전가능하며 내부에 관통 홀을 가지는 코어링 몸체, 그리고 상기 코어링 몸체의 내벽에 설치되는 제1 절단부를 포함하고, 상기 제1 절단 장치는 상기 제1 노즐부의 주변을 따라 상기 칼란드리아의 외벽을 절단할 수 있다.
- [9] 상기 중수로 시설은 상기 제1 배관과 교차하는 제2 배관, 그리고 상기 제2 배관의 일단과 연결되는 상기 칼란드리아의 제2 노즐부를 더 포함하고, 상기 제1 절단 장치는 상기 제2 노즐부의 주변을 절단할 수 있다.
- [10] 상기 칼란드리아는 메인 셸, 상기 메인 셸의 양 단부에 연결된 서브 셸, 그리고

상기 서브 셀에 연결된 중단 차폐체를 포함하고, 상기 제2 절단 장치는 상기 중단 차폐체에 형성된 압력관 관통부를 따라 이동하여 상기 제1 배관의 하단과 상기 제1 지지부 사이를 절단하는 제2 절단부, 그리고 상기 제2 절단부의 이동을 조절하는 이동 조절부를 포함할 수 있다.

[11] 상기 제2 절단부는 상기 제2 절단부의 단부에 위치하는 엔드 이펙터, 상기 엔드 이펙터를 지지하는 지지부, 상기 지지부에 연결되며 상기 엔드 이펙터의 방향을 변경시키는 절단 관절부, 그리고 상기 지지부를 구동하는 지지 구동부를 포함할 수 있다.

[12] 상기 이동 조절부는 상기 제2 절단부의 전후 이동을 조절하는 전후 이동 조절부, 그리고 상기 제2 절단부의 상하 이동을 조절하는 상하 이동 조절부를 포함할 수 있다.

[13] 상기 중수로 시설은 상기 제2 배관의 타단과 연결되는 상기 칼란드리아의 제2 지지부를 더 포함하고, 상기 제2 절단 장치는 상기 제2 지지부를 절단할 수 있다.

[14] 상기 고정 및 인출 장치는 상기 제1 노즐부를 고정하는 고정부, 그리고 상기 고정부를 이동시키는 인출부를 포함할 수 있다.

[15] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 중수로 시설의 해체 방법은 메인 셀, 상기 메인 셀의 양단에 연결된 서브 셀, 그리고 서브 셀과 연결되는 중단 차폐체를 포함하는 칼란드리아(calandria), 상기 칼란드리아를 내부에 수납하는 칼란드리아 볼트(calandria vault), 상기 칼란드리아 볼트의 상부에 위치하여 상기 칼란드리아를 커버하는 커버 조립체, 상기 칼란드리아의 내부를 수평으로 관통하는 압력관 튜브 및 상기 압력관 튜브를 둘러싸는 칼란드리아 튜브를 포함하는 중수로 시설의 해체 방법에 있어서, 상기 압력관 튜브 및 상기 칼란드리아 튜브를 제거하는 단계; 상기 칼란드리아 볼트의 상부를 오픈하여 상기 커버 조립체를 해체하는 단계; 제1 절단 장치를 이용하여 상기 칼란드리아의 내부에 위치하는 제1 배관의 상단과 연결되는 상기 칼란드리아의 제1 노즐부의 주변을 절단하는 단계; 고정 및 인출 장치를 이용하여 상기 절단된 제1 노즐부를 고정하는 단계; 제2 절단 장치를 이용하여 상기 제1 노즐부에 연결된 상기 제1 배관의 하단과 연결되는 상기 칼란드리아의 제1 지지부를 절단하는 단계; 그리고 고정 및 인출 장치를 이용하여 상기 제1 노즐부 및 상기 제1 배관을 인출하는 단계를 포함할 수 있다.

[16] 상기 제1 노즐부를 절단하는 단계는 상기 제1 절단 장치의 코어링 몸체를 회전하여 그 내부에 설치된 제1 절단부를 이용하여 상기 제1 노즐부의 주변을 따라 상기 칼란드리아의 외벽을 절단할 수 있다.

[17] 상기 제2 절단 장치는 상기 제1 배관의 하단과 상기 제1 지지부 사이를 절단하는 제2 절단부, 그리고 상기 제2 절단부의 이동을 조절하는 이동 조절부를 포함하고, 상기 제1 지지부를 절단하는 단계는 상기 절단부의 엔드 이펙터를 상기 중단 차폐체에 형성된 압력관 관통부를 통해 상기 칼란드리아의 내부로 삽입하는 단계, 상기 절단부의 절단 관절부를 이용하여 상기 엔드 이펙터를 상기

제1 지지부 에 인접하게 위치시키는 단계, 그리고 상기 엔드 이펙터를 이용하여 상기 제1 배관의 하단과 상기 제1 지지부 사이를 절단하는 단계를 포함할 수 있다.

- [18] 상기 제1 절단 장치를 이용하여 상기 제1 배관과 교차하는 제2 배관의 일단과 연결되는 상기 칼란드리아의 제2 노즐부의 주변을 절단하는 단계; 상기 고정 및 인출 장치를 이용하여 상기 절단된 제2 노즐부를 고정하는 단계; 상기 제2 절단 장치를 이용하여 상기 제2 노즐부에 연결된 상기 제2 배관의 타단과 연결되는 상기 칼란드리아의 제2 지지부를 절단하는 단계; 그리고 상기 고정 및 인출 장치를 이용하여 상기 제2 노즐부 및 상기 제2 배관을 인출하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [19] 일 실시예에 따르면, 칼란드리아의 내부에 설치된 안내관 및 독물질 주입관을 용이하게 외부로 인양하여 해체할 수 있다.
- [20] 또한, 중수로 시설의 해체 방법을 이용하여 원격 조정으로 작업자의 피폭 없이 안전하고 신속하게 칼란드리아를 해체할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [21] 도 1은 일 실시예에 따른 중수로 시설의 개략적인 사시도이다.
- [22] 도 2는 일 실시예에 따른 중수로 시설의 개략적인 측면도이다.
- [23] 도 3은 도 2의 A 부분의 확대도이다.
- [24] 도 4는 일 실시예에 따른 중수로 시설의 평면도이다.
- [25] 도 5는 일 실시예에 따른 중수로 시설의 단면도이다.
- [26] 도 6은 일 실시예에 따른 중수로 시설의 해체 장치의 개략적인 도면이다.
- [27] 도 7은 일 실시예에 따른 중수로 시설의 해체 장치의 제1 절단 장치의 동작 상태를 구체적으로 설명한 도면이다.
- [28] 도 8은 일 실시예에 따른 중수로 시설의 해체 장치의 제1 절단 장치, 그리고 고정 및 인출 장치를 이용하여 독물질 주입관을 인출하는 동작을 구체적으로 설명한 도면이다.
- [29] 도 9는 일 실시예에 따른 중수로 시설의 해체 장치의 제2 절단 장치의 동작 상태를 구체적으로 설명한 도면이다.
- [30] 도 10은 도 8의 제1 지지부의 확대도이다.
- [31] 도 11은 일 실시예에 따른 중수로 시설의 해체 방법의 순서도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [32] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 여러 실시예들에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예들에 한정되지 않는다.
- [33] 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며,

명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다.

- [34] 또한, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.
- [35] 도 1은 일 실시예에 따른 중수로 시설의 개략적인 사시도이고, 도 2는 일 실시예에 따른 중수로 시설의 개략적인 측면도이며, 도 3은 도 2의 A 부분의 확대도이다.
- [36] 이하에서는, 중수로 시설로서 칼란드리아(calandria)를 포함하는 캔두형(CANDU)형 중수로 시설을 일례로 설명하나, 중수로 시설은 이에 한정되지는 않는다.
- [37] 도 1 내지 도 3에 도시한 바와 같이, 중수로 시설은 원통형의 칼란드리아(Calandria)(10), 칼란드리아(10)를 그 내부(21)에 수납하는 칼란드리아 볼트(Calandria vault)(20), 칼란드리아 볼트(20)의 상부(22)에 위치하여 칼란드리아(10)를 커버하는 커버 조립체(30), 칼란드리아(10)에 설치된 원자로관(40)을 포함한다.
- [38] 칼란드리아(Calandria)(10)는 중앙에 위치하는 메인 셸(11) 및 메인 셸(11)의 양 단부에 연결된 서브 셸(12), 서브 셸(12)에 연결된 종단 차폐체(End shield)(13)를 포함할 수 있다.
- [39] 종단 차폐체(13)는 서로 마주보는 퓨얼링 튜브 시트(Fueling tube sheet)(13a) 및 칼란드리아 튜브 시트(Calandria tube sheet)(13b), 칼란드리아 튜브 시트(13b)와 퓨얼링 튜브 시트(13a) 사이를 채우는 복수개의 차폐 볼(13c) 및 차폐수(13d)를 포함할 수 있다. 차폐 볼(13c)은 탄소강으로 이루어진 볼(ball)일 수 있고, 차폐수(13d)는 경수일 수 있다.
- [40] 칼란드리아 볼트(Calandria vault)(20)는 칼란드리아(10)의 종단 차폐체(13)를 지지하여 칼란드리아(10)를 내부(21)에 수납할 수 있다.
- [41] 커버 조립체(30)는 칼란드리아 볼트(20)의 상부에 지지되어 칼란드리아(10)를 커버하는 반응도 장치 갑판(reactivity mechanism deck)(31), 반응도 장치 갑판(31)과 칼란드리아(10)를 수직으로 연결하는 상부 가이드 튜브(32), 칼란드리아(10)에 수평으로 연결된 측면 가이드 튜브(33), 칼란드리아(10)의 상부와 연결되며 칼란드리아(10) 내부의 압력을 외부로 방출하는 압력 방출 배관(pressure relief pipes)(34), 칼란드리아(10)의 측면 및 하부와 연결되며 감속제가 흐르는 감속제 배관(moderator pipe)(35)을 포함할 수 있다. 상부 가이드 튜브(32) 및 측면 가이드 튜브(33)에 조절봉 및 흡수봉과 같은 제어 장치가 삽입될 수 있다.
- [42] 원자로관(40)은 칼란드리아(10)에 냉각제를 공급하는 냉각제 공급자관(Feeder)(41), 칼란드리아(10)를 수평으로 관통하는 압력관 튜브(Pressure tube)(42), 압력관 튜브(42)를 둘러싸며 종단 차폐체(13)와 연결되는 칼란드리아 튜브(Calandria tube)(43), 종단 차폐체(13)의 일면에 연결된 엔드 피팅부(End

fitting part)(44)를 포함할 수 있다.

- [43] 칼란드리아 튜브(43)는 종단 차폐체(13)의 칼란드리아 튜브 시트(13b)와 연결될 수 있다.
- [44] 도 4는 일 실시예에 따른 중수로 시설의 평면도이고, 도 5는 일 실시예에 따른 중수로 시설의 단면도이다.
- [45] 도 4 및 도 5에 도시한 바와 같이, 중수로 시설은 칼란드리아(10)에 연결된 압력관 튜브(42) 및 칼란드리아 튜브(43) 등의 배관들이 칼란드리아(10)로부터 분리된 상태이다.
- [46] 그리고, 중수로 시설은 커버 조립체(30)를 통해 칼란드리아(10)와 연결된 조절봉 및 흡수봉 등의 제어 장치가 칼란드리아(10)로부터 분리된 상태이다.
- [47] 따라서, 원통형의 칼란드리아(10)의 상부 외벽에는 상부 가이드 튜브(32)와 절단된 제1 노즐부(111)가 형성되어 있다. 그리고 칼란드리아(10)의 일측면 외벽에는 측면 가이드 튜브(33)와 절단된 제2 노즐부(113)가 형성되어 있다.
- [48] 제1 노즐부(111)는 수직으로 배치된 제1 배관인 안내관(51)의 상단과 연결되며, 제2 노즐부(113)는 수평으로 배치된 제2 배관인 독물질 주입관(52)의 일단과 연결될 수 있다. 안내관(51)은 반응도 조절 및 감시 장치를 안내하기 위한 배관이며, 독물질 주입관(52)은 원자로 정지를 위한 독물질을 주입하기 위한 배관이다.
- [49] 또한, 칼란드리아(10)의 하부 내벽(11b)에는 안내관(51)과 연결되는 제1 지지부(112)가 형성된다. 그리고, 칼란드리아(10)의 타측면 내벽(11b)에는 독물질 주입관(52)과 연결되는 제2 지지부(114)가 형성된다. 제1 지지부(112)는 안내관(51)의 하단과 연결되며, 제2 지지부(114)는 독물질 주입관(52)의 타단과 연결될 수 있다.
- [50] 이와 같이, 제1 노즐부(111) 및 제1 지지부(112)는 안내관(51)의 양단에 위치하여 안내관(51)을 고정한다. 그리고, 제2 노즐부(113) 및 제2 지지부(114)는 독물질 주입관(52)의 양단에 위치하여 독물질 주입관(52)을 고정한다.
- [51] 이러한 상태에서 본 발명의 일 실시예에 따른 중수로 시설의 해체 장치를 이용하여 중수로 시설의 칼란드리아(10)의 내부에 설치된 고방사화 물질인 안내관(51) 및 독물질 주입관(52)을 해체하게 된다.
- [52] 도 6은 일 실시예에 따른 중수로 시설의 해체 장치의 개략적인 도면이고, 도 7은 일 실시예에 따른 중수로 시설의 해체 장치의 제1 절단 장치의 동작 상태를 구체적으로 설명한 도면이다.
- [53] 도 6 및 도 7에 도시한 바와 같이, 일 실시예에 따른 중수로 시설의 해체 장치는 제1 절단 장치(100), 제2 절단 장치(200), 그리고 고정 및 인출 장치(300)를 포함한다.
- [54] 제1 절단 장치(100)는 회전가능하며 내부에 관통 홀을 가지는 코어링 몸체(110), 그리고 코어링 몸체(110)의 내벽에 설치되는 제1 절단부(120)를 포함할 수 있다.

- [55] 제1 절단 장치(100)는 칼란드리아(10)의 내부에 위치하는 안내관(51)의 상단과 연결되는 제1 노즐부(111)의 주변을 원형으로 절단할 수 있다.
- [56] 코어링 몸체(110)가 고속으로 회전하는 경우, 그 내부에 위치하는 제1 절단부(120)가 제1 노즐부(111)의 주변을 따라 칼란드리아(10)의 외벽(11a)을 절단하게 된다.
- [57] 도 8은 일 실시예에 따른 중수로 시설의 해체 장치의 제1 절단 장치, 그리고 고정 및 인출 장치를 이용하여 독물질 주입관을 인출하는 동작을 구체적으로 설명한 도면이다.
- [58] 도 8에 도시한 바와 같이, 제1 절단 장치(100)는 칼란드리아(10)의 내부에 위치하는 독물질 주입관(52)의 일단과 연결되는 제2 노즐부(113)의 주변을 원형으로 절단할 수 있다. 이 때, 칼란드리아 볼트(20)에 형성된 관통관들(20a)을 이용하여 제1 절단 장치(100)를 칼란드리아 볼트(20) 내부로 삽입할 수 있다. 이러한 관통관들(20a)은 측면 가이드 튜브(33)가 칼란드리아 볼트(20)에서 제거된 후에 칼란드리아 볼트(20)에 발생하는 개구이거나 직접 관통 도구를 이용하여 칼란드리아 볼트(20)에 형성한 개구일 수 있다.
- [59] 도 9는 일 실시예에 따른 중수로 시설의 해체 장치의 제2 절단 장치의 동작 상태를 구체적으로 설명한 도면이고, 도 10은 도 8의 제1 지지부의 확대도이다.
- [60] 도 9 및 도 10에 도시한 바와 같이, 제2 절단 장치(200)는 안내관(51)의 하단을 절단하는 제2 절단부(210), 그리고 제2 절단부(210)의 이동을 조절하는 이동 조절부(220)를 포함한다.
- [61] 제2 절단부(210)는 칼란드리아(10)의 종단 차폐체(13)에 형성된 압력관 관통부(13e)를 따라 이동하여 안내관(51)의 하단과 제1 지지부(112) 사이를 절단선(CL)을 따라 절단할 수 있다.
- [62] 제2 절단부(210)는 안내관(51)의 하단을 절단하는 엔드 이펙터(end effector)(211), 엔드 이펙터(211)를 지지하는 복수개의 지지부(212), 지지부(212)에 연결되며 엔드 이펙터(211)의 방향을 변경시키는 절단 관절부(213), 그리고 지지부(212)를 구동하는 지지 구동부(214)를 포함할 수 있다.
- [63] 엔드 이펙터(211)는 레이저 빔을 조사하는 오실레이터(oscillator)를 포함하는 절단 수단을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않고 회전 톱 등의 절단 수단을 포함할 수 있다.
- [64] 복수개의 지지부(212)는 막대 형상을 가지며, 절단 관절부(213)에 의해 연결될 수 있다.
- [65] 절단 관절부(213)는 다관절 암(arm)들을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [66] 이동 조절부(220)는 제2 절단부(210)의 전후 이동을 조절하는 전후 이동 조절부(221), 그리고 제2 절단부(210)의 상하 이동을 조절하는 상하 이동 조절부(222)를 포함할 수 있다. 이러한 이동 조절부(220)를 이용하여 제2

절단부(210)의 위치를 조절할 수 있다.

- [67] 한편, 제2 절단 장치(200)는 칼란드리아(10)의 내부에 위치하는 독물질 주입관(52)의 타단과 제2 지지부(114) 사이를 절단할 수도 있다. 이 경우 이동 조절부(220) 및 제2 절단부(210)를 이용하여 엔드 이펙터(211)을 독물질 주입관(52)의 타단과 제2 지지부(114) 사이에 위치시켜, 독물질 주입관(52)의 타단과 제2 지지부(114) 사이를 절단할 수 있다.
- [68] 도 6에 도시한 바와 같이, 고정 및 인출 장치(300)는 칼란드리아(10)의 외벽으로부터 분리된 제1 노즐부(111)를 고정하는 고정부(310), 그리고 고정부를 이동시키는 인출부(320)를 포함한다.
- [69] 고정 및 인출 장치(300)는 제1 절단 장치(100)에 의해 절단된 제1 노즐부(111)를 고정부(310)를 이용하여 고정하고, 인출부(320)를 이용하여 제2 절단 장치(200)에 의해 절단된 안내관(51)과 함께 제1 노즐부(111)를 칼란드리아(10)의 외부로 인출할 수 있다.
- [70] 또한, 고정 및 인출 장치(300)는 제1 절단 장치(100)에 의해 절단된 제2 노즐부(113)를 고정부(310)를 이용하여 고정하고, 인출부(320)를 이용하여 제2 절단 장치(200)에 의해 절단된 독물질 주입관(52)과 함께 제2 노즐부(113)를 칼란드리아(10)의 외부로 인출할 수 있다.
- [71] 이하에서, 본 발명의 일 실시예에 따른 중수로 시설의 해체 장치를 이용한 해체 방법에 대해 도면을 참고로 상세히 설명한다.
- [72] 도 11은 일 실시예에 따른 중수로 시설의 해체 방법의 순서도이다.
- [73] 도 4, 도 5 및 도 11에 도시한 바와 같이, 우선, 칼란드리아(10)를 수평으로 관통하는 압력관 튜브(42) 및 압력관 튜브(42)를 둘러싸는 칼란드리아 튜브(43)를 제거할 수 있다. 이와 같이, 방사화가 심한 압력관 튜브(42) 및 칼란드리아 튜브(43)를 미리 제거함으로써 작업자의 피폭을 최소화할 수 있다.
- [74] 또한, 압력관 튜브(42) 및 칼란드리아 튜브(43)를 제거함으로써, 칼란드리아(10)의 중단 차폐체(13)에 압력관 관통부(13e)를 마련하게 된다. 따라서, 제2 절단 장치(200)를 압력관 관통부(13e)를 통해 칼란드리아(10)의 내부로 삽입할 수 있다.
- [75] 다음으로, 도 2 및 도 11에 도시한 바와 같이, 칼란드리아 볼트(20)의 상부(22)를 오픈(open)한다(S10).
- [76] 칼란드리아 볼트(20)의 상부(22)를 오픈하기 위해, 칼란드리아 볼트(20)로부터 커버 조립체(30)를 분리한다. 그리고, 칼란드리아 볼트(20)의 상부(22)를 확장한다. 와이어 쏘(wire saw) 등의 절단 수단을 이용해 커버 조립체(30)가 분리된 칼란드리아 볼트(20)의 상부(22)의 개구 영역을 확장할 수 있다. 칼란드리아 볼트(20)의 상부(22)가 확장됨으로써, 제1 절단 장치(100) 그리고 고정 및 인출 장치(300)가 용이하게 칼란드리아 볼트(20)의 내부(21)로 삽입될 수 있으며, 칼란드리아(10) 내부의 안내관(51)을 칼란드리아 볼트(20)의 외부로 용이하게 인출할 수 있다.

- [77] 다음으로, 도 6, 도 7 및 도 11에 도시한 바와 같이, 제1 절단 장치(100)를 이용하여 안내관(51)의 상단과 연결되는 제1 노즐부(111)의 주변을 절단한다(S30).
- [78] 구체적으로, 제1 절단 장치(100)의 코어링 몸체(110)가 고속으로 회전하면서 그 내부에 위치하는 제1 절단부(120)가 제1 노즐부(111)의 주변을 따라 칼란드리아(10)의 외벽(11a)을 절단하게 된다. 따라서, 제1 노즐부(111)의 주변을 원형으로 절단하여 제1 노즐부(111)를 칼란드리아(10)의 외벽과 분리할 수 있다.
- [79] 다음으로, 도 6 및 도 11에 도시한 바와 같이, 고정 및 인출 장치(300)를 이용하여 절단된 제1 노즐부(111)가 움직이지 않도록 제1 노즐부(111)를 고정한다(S40).
- [80] 다음으로, 도 6, 도 9, 도 10 및 도 11에 도시한 바와 같이, 제2 절단 장치(200)를 이용하여 제1 노즐부(111)에 연결된 안내관(51)의 하단과 연결되는 제1 지지부(112)를 절단한다(S50).
- [81] 구체적으로, 제2 절단부(210)의 엔드 이펙터(211)를 중단 차폐체(13)의 압력관 관통부(13e)를 통해 칼란드리아(10)의 내부로 삽입한다.
- [82] 그리고, 제2 절단부(210)의 절단 관절부(213)를 이용하여 엔드 이펙터(211)를 안내관(51)의 하단과 제1 지지부(112) 사이에 인접하게 위치시킬 수 있다.
- [83] 그리고, 엔드 이펙터(211)를 이용하여 안내관(51)의 하단과 제1 지지부(112) 사이를 절단할 수 있다. 따라서, 안내관(51)은 칼란드리아(10)로부터 분리된다.
- [84] 다음으로, 도 6 및 도 11에 도시한 바와 같이, 고정 및 인출 장치(300)를 이용하여 제1 노즐부(111) 및 안내관(51)을 칼란드리아(10)의 외부로 인출한다(S60).
- [85] 한편, 안내관(51)의 해체 방법과 동일한 방법으로 독물질 주입관(52)을 해체할 수 있다. 즉, 제1 절단 장치(100)를 이용하여 독물질 주입관(52)의 일단과 연결되는 칼란드리아(10)의 제2 노즐부(113)의 주변을 절단한다. 그리고, 고정 및 인출 장치(300)를 이용하여 절단된 제2 노즐부(113)를 고정한다. 그리고, 제2 절단 장치(200)를 이용하여 제2 노즐부(113)에 연결된 독물질 주입관(52)의 타단과 연결되는 칼란드리아(10)의 제2 지지부(114)를 절단한다. 그리고, 고정 및 인출 장치(300)를 이용하여 제2 노즐부(113) 및 제2 배관을 인출한다.
- [86] 이러한 독물질 주입관(52)의 해체 방법은 안내관(51)의 해체 후 진행할 수 있으나, 이에 반드시 한정되는 것은 아니며, 안내관(51)의 해체와 동시에 진행할 수도 있다.
- [87] 이상과 같이, 일 실시예에 따른 중수로 시설의 해체 방법은 중수로 시설의 해체 시, 제1 절단 장치(100), 제2 절단 장치(200), 그리고 고정 및 인출 장치(300)를 이용해 칼란드리아(10)의 내부에 수납된 고방사화 구조물인 안내관(51) 및 독물질 주입관(52)을 우선적으로 칼란드리아(10)의 외부로 용이하게 인양 및 해체할 수 있다.
- [88] 본 개시를 앞서 기재한 바에 따라 바람직한 실시예를 통해 설명하였지만, 본

발명은 이에 한정되지 않으며 다음에 기재하는 특허청구범위의 범위를 벗어나지 않는 한, 다양한 수정 및 변형이 가능하다는 것을 본 발명이 속하는 기술 분야에 종사하는 자들은 쉽게 이해할 것이다.

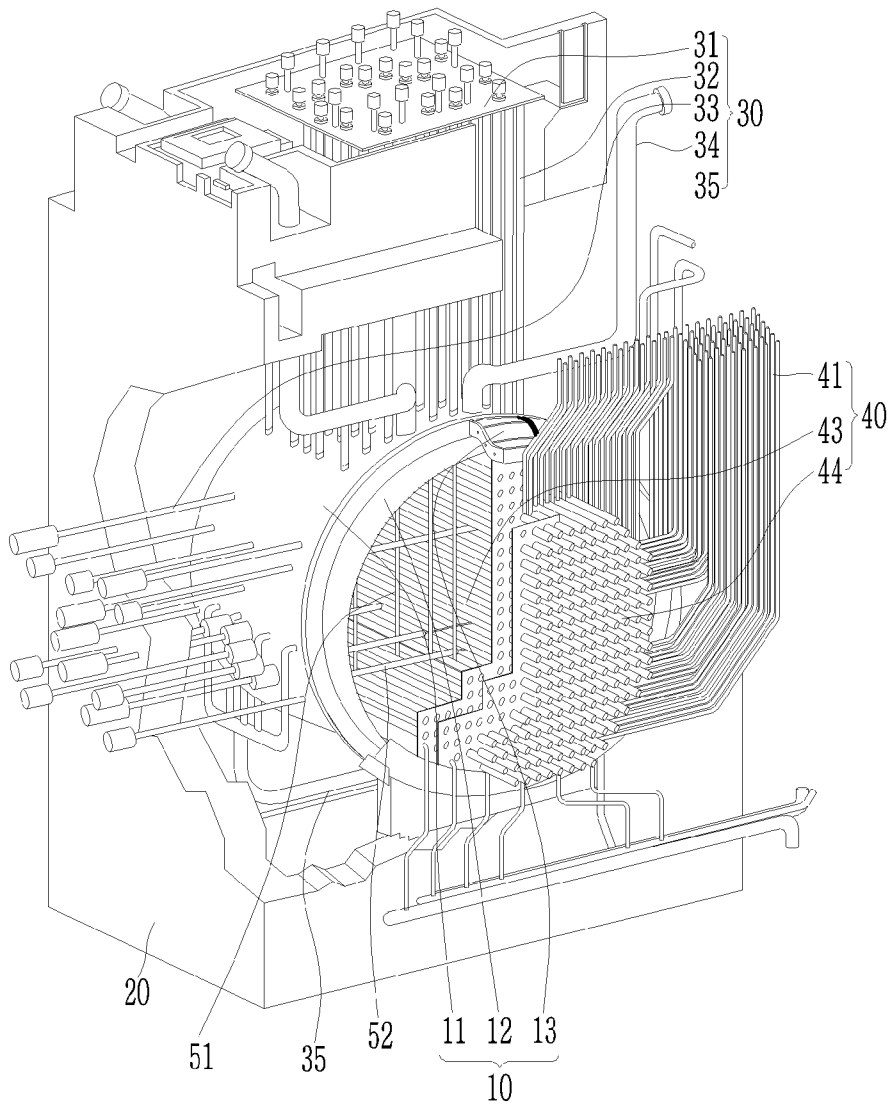
청구범위

- [청구항 1] 중수로 시설의 칼란드리아의 내부에 위치하는 제1 배관의 상단과 연결되는 상기 칼란드리아의 제1 노즐부의 주변을 절단하는 제1 절단 장치;
상기 제1 노즐부에 연결된 상기 제1 배관의 하단과 연결되는 상기 칼란드리아의 제1 지지부를 절단하는 제2 절단 장치; 그리고
상기 제1 절단 장치에 의해 절단된 상기 제1 노즐부를 고정 및 인출하는 고정 및 인출 장치를 포함하는 중수로 시설의 해체 장치.
- [청구항 2] 제1항에서,
상기 제1 노즐부는 상기 칼란드리아의 외벽에 형성되고,
상기 제1 지지부는 상기 칼란드리아의 내벽에 형성되는 중수로 시설의 해체 장치.
- [청구항 3] 제2항에서,
상기 제1 절단 장치는
회전가능하며 내부에 관통 홀을 가지는 코어링 몸체, 그리고
상기 코어링 몸체의 내벽에 설치되는 제1 절단부를 포함하고,
상기 제1 절단 장치는 상기 제1 노즐부의 주변을 따라 상기 칼란드리아의 외벽을 절단하는 중수로 시설의 해체 장치.
- [청구항 4] 제3항에서,
상기 중수로 시설은 상기 제1 배관과 교차하는 제2 배관, 그리고
상기 제2 배관의 일단과 연결되는 상기 칼란드리아의 제2 노즐부를 더 포함하고,
상기 제1 절단 장치는 상기 제2 노즐부의 주변을 절단하는 중수로 시설의 해체 장치.
- [청구항 5] 제4항에서,
상기 칼란드리아는 메인 셀, 상기 메인 셀의 양 단부에 연결된 서브 셀, 그리고 상기 서브 셀에 연결된 종단 차폐체를 포함하고,
상기 제2 절단 장치는
상기 종단 차폐체에 형성된 압력관 관통부를 따라 이동하여 상기 제1 배관의 하단과 상기 제1 지지부 사이를 절단하는 제2 절단부, 그리고
상기 절단부의 이동을 조절하는 이동 조절부를 포함하는 중수로 시설의 해체 장치.
- [청구항 6] 제5항에서,
상기 제2 절단부는

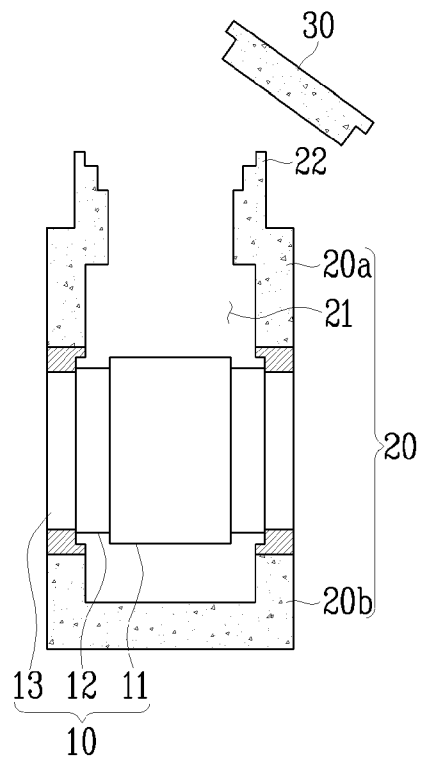
- 상기 제2 절단부의 단부에 위치하는 엔드 이펙터,
 상기 엔드 이펙터를 지지하는 지지부,
 상기 지지부에 연결되며 상기 엔드 이펙터의 방향을 변경시키는
 절단 관절부, 그리고
 상기 지지부를 구동하는 지지 구동부
 를 포함하는 중수로 시설의 해체 장치.
- [청구항 7] 제5항에서,
 상기 이동 조절부는
 상기 제2 절단부의 전후 이동을 조절하는 전후 이동 조절부,
 그리고
 상기 제2 절단부의 상하 이동을 조절하는 상하 이동 조절부
 를 포함하는 중수로 시설의 해체 장치.
- [청구항 8] 제5항에서,
 상기 중수로 시설은 상기 제2 배관의 타단과 연결되는 상기
 칼란드리아의 제2 지지부를 더 포함하고,
 상기 제2 절단 장치는 상기 제2 지지부를 절단하는 중수로 시설의
 해체 장치.
- [청구항 9] 제5항에서,
 상기 고정 및 인출 장치는
 상기 제1 노즐부를 고정하는 고정부, 그리고
 상기 고정부를 이동시키는 인출부
 를 포함하는 중수로 시설의 해체 장치.
- [청구항 10] 메인 셸, 상기 메인 셸의 양단에 연결된 서브 셸, 그리고 서브 셸과
 연결되는 종단 차폐체를 포함하는 칼란드리아(calandria), 상기
 칼란드리아를 내부에 수납하는 칼란드리아 볼트(calandria vault),
 상기 칼란드리아 볼트의 상부에 위치하여 상기 칼란드리아를
 커버하는 커버 조립체, 상기 칼란드리아의 내부를 수평으로
 관통하는 압력관 튜브 및 상기 압력관 튜브를 둘러싸는
 칼란드리아 튜브를 포함하는 중수로 시설의 해체 방법에 있어서,
 상기 압력관 튜브 및 상기 칼란드리아 튜브를 제거하는 단계;
 상기 칼란드리아 볼트의 상부를 오픈하여 상기 커버 조립체를
 해체하는 단계;
 제1 절단 장치를 이용하여 상기 칼란드리아의 내부에 위치하는
 제1 배관의 상단과 연결되는 상기 칼란드리아의 제1 노즐부의
 주변을 절단하는 단계;
 고정 및 인출 장치를 이용하여 상기 절단된 제1 노즐부를 고정하는
 단계;
 제2 절단 장치를 이용하여 상기 제1 노즐부에 연결된 상기 제1

배관의 하단과 연결되는 상기 칼란드리아의 제1 지지부를
절단하는 단계; 그리고
고정 및 인출 장치를 이용하여 상기 제1 노즐부 및 상기 제1 배관을
인출하는 단계
를 포함하는 중수로 시설의 해체 방법.

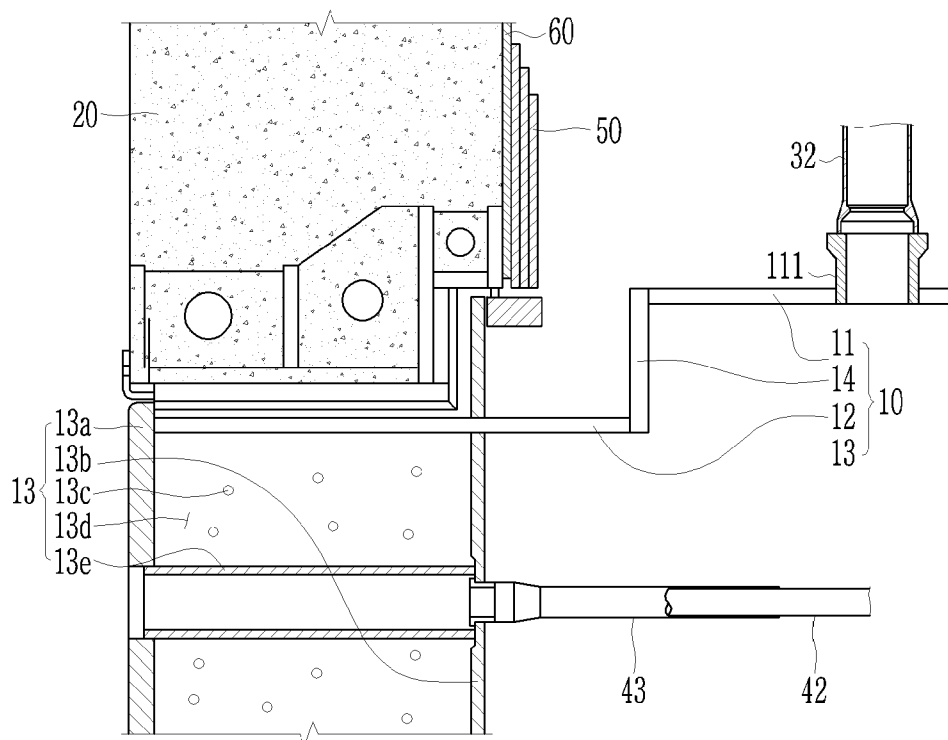
[Fig. 1]



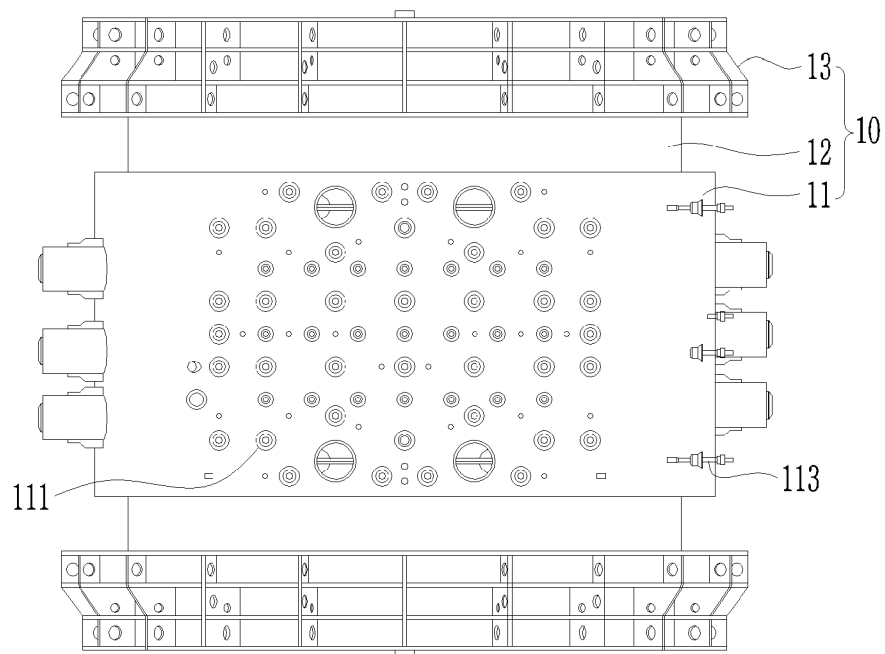
[Fig. 2]



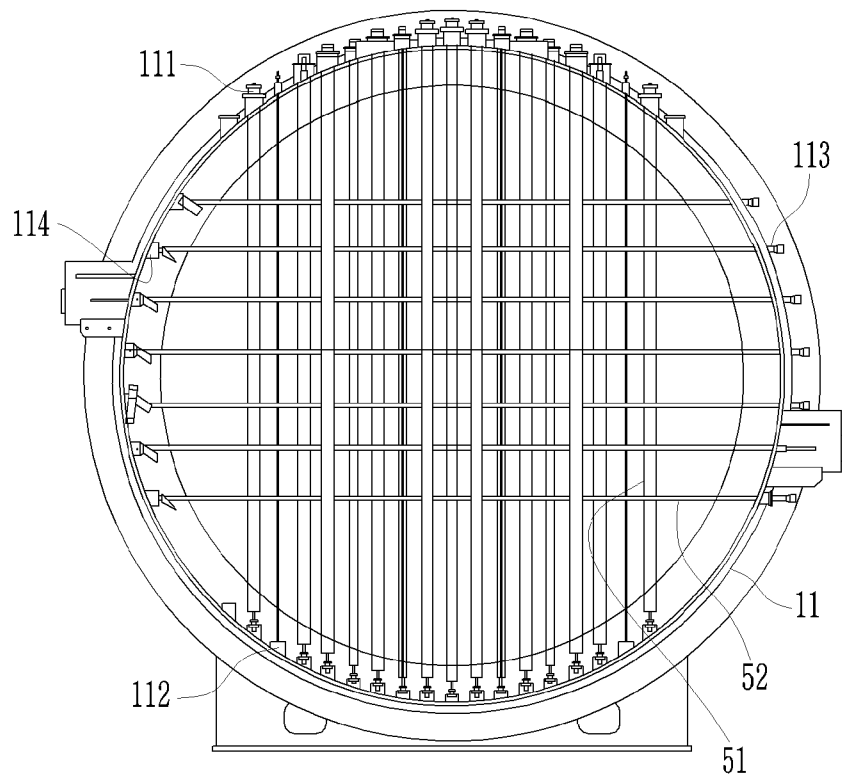
[Fig. 3]



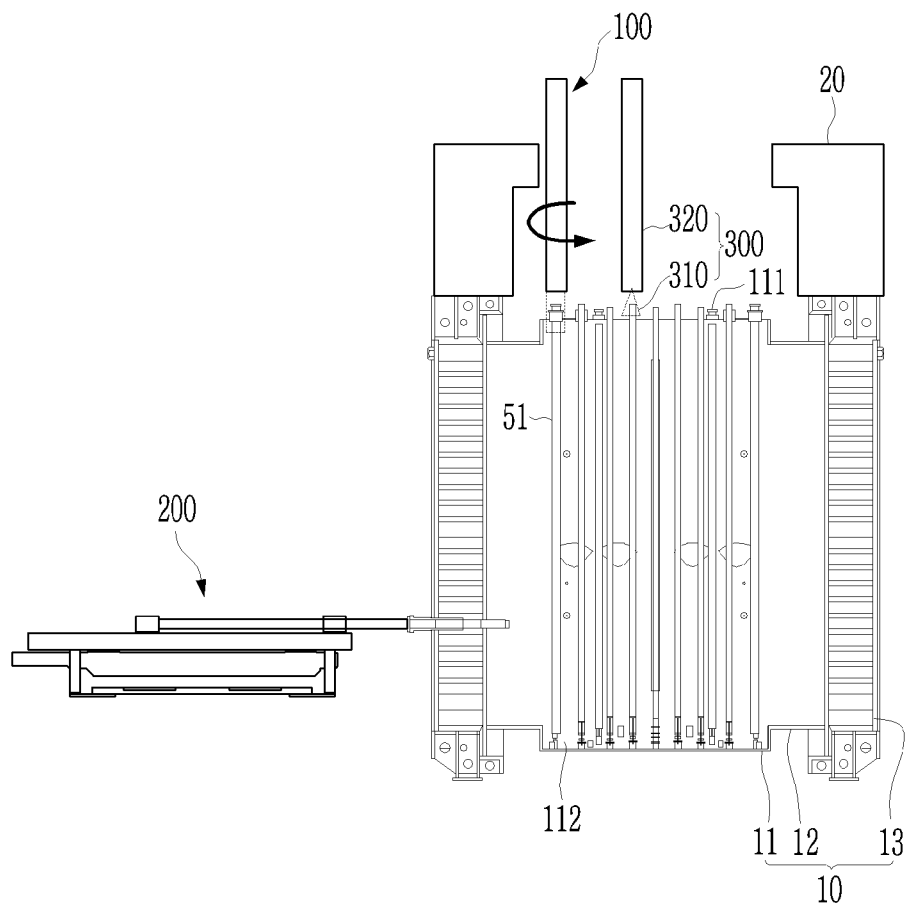
[Fig. 4]



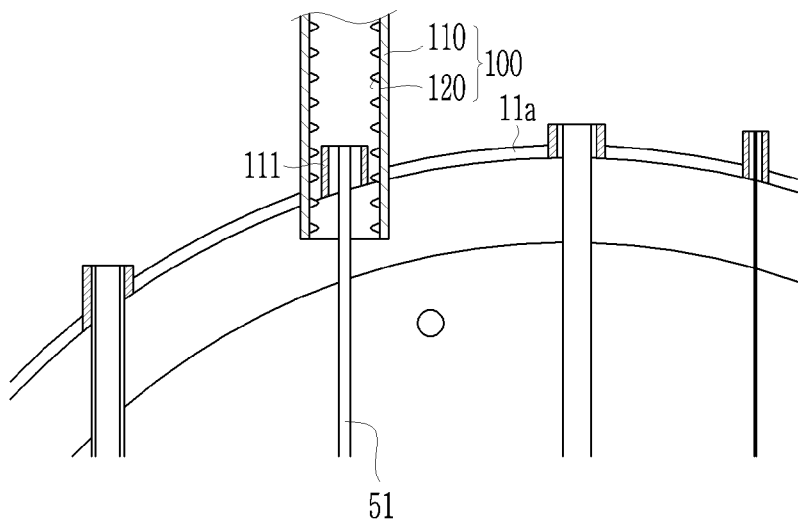
[Fig. 5]



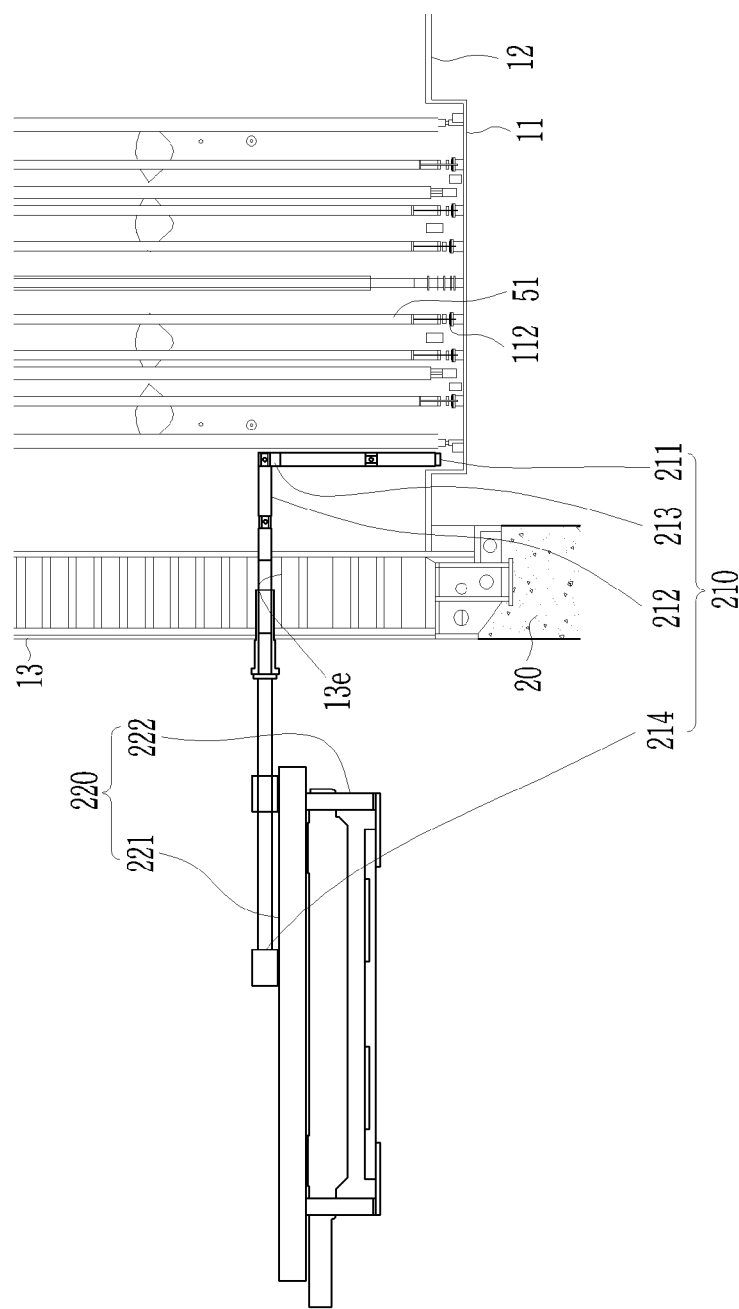
[Fig. 6]



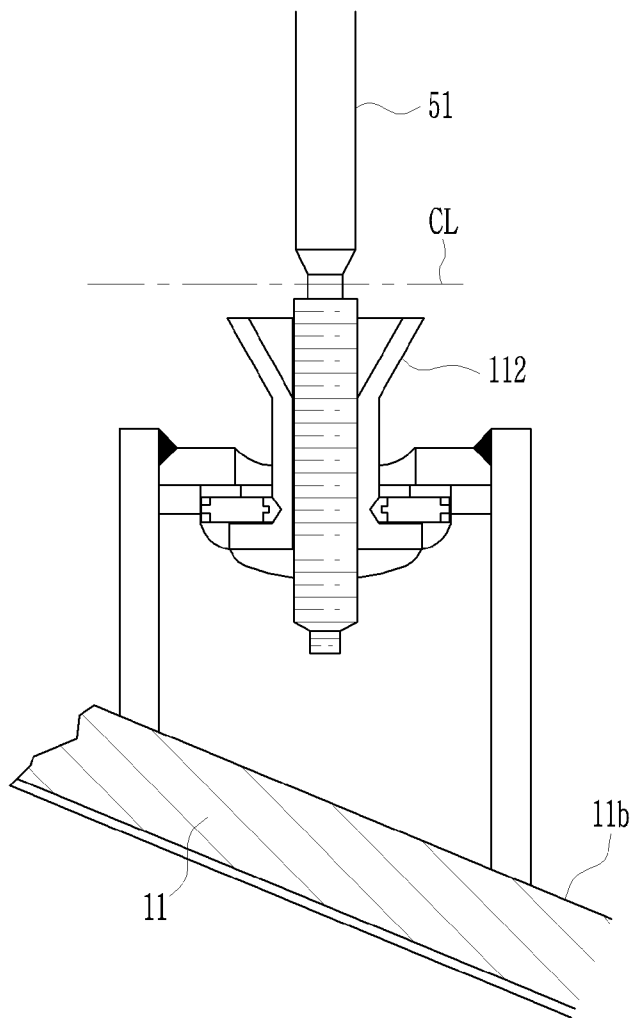
[Fig. 7]



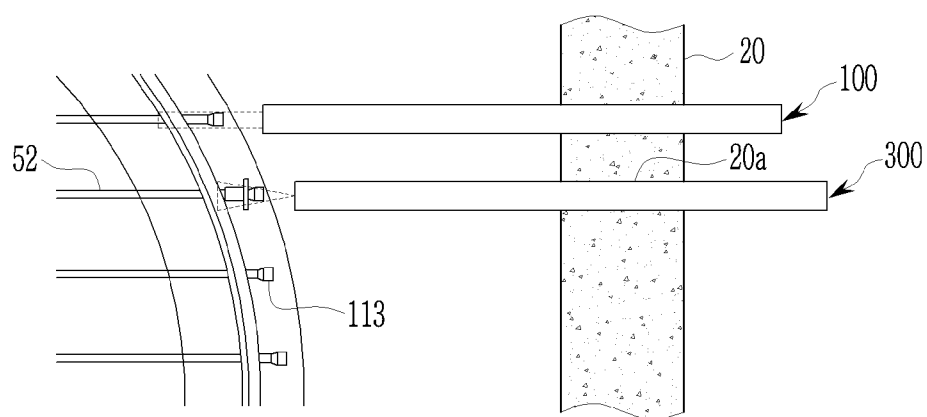
[Fig. 8]



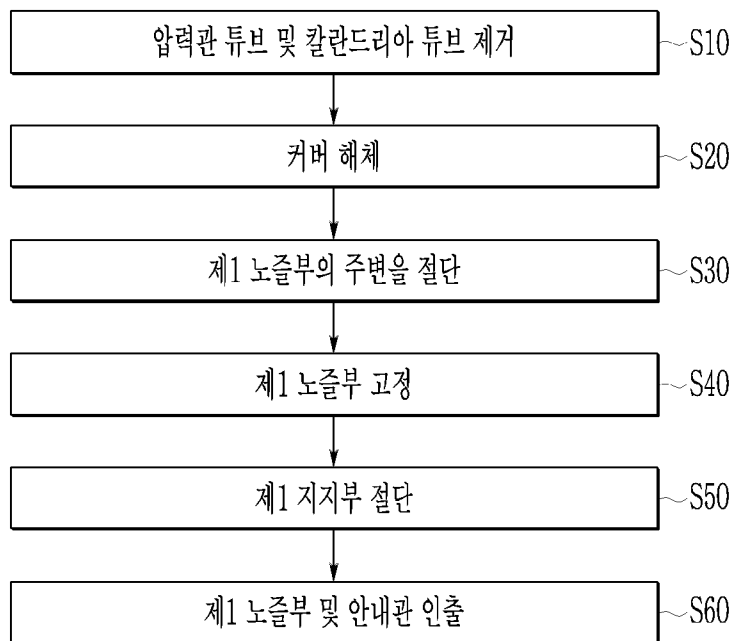
[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2020/000338

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G21D 1/00(2006.01)i, B26D 1/12(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)

G21D 1/00; B23C 300; B23H 7/22; B23H 9/00; G21C 19/37; G21C 3/20; G21C 3/324; G21F 9/30; B26D 1/12

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: calandria, dismantling, cut, pipe, nozzle

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2005-291710 A (SUMITOMO MITSUI CONSTRUCTION CO., LTD.) 20 October 2005 See paragraphs [23]-[38], and figures 1-3, 6a, 10a.	1-4
A		5-10
A	KR 10-2013-0141147 A (KEPCO NUCLEAR FUEL CO., LTD.) 26 December 2013 See paragraphs [18]-[20], and figures 1-3.	1-10
A	KR 10-2012-0082831 A (GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY CANADA INC.) 24 July 2012 See paragraphs [21]-[27], and figures 1-3.	1-10
A	JP 07-251326 A (MITSUBISHI HEAVY IND. LTD.) 03 October 1995 See the entire document.	1-10
A	US 6599067 B2 (SCOTT, David A. et al.) 29 July 2003 See the entire document.	1-10



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

20 APRIL 2020 (20.04.2020)

Date of mailing of the international search report

20 APRIL 2020 (20.04.2020)

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/KR2020/000338

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2005-291710 A	20/10/2005	JP 4167198 B2	15/10/2008
KR 10-2013-0141147 A	26/12/2013	KR 10-1364476 B1	20/02/2014
KR 10-2012-0082831 A	24/07/2012	AR 084827 A1	26/06/2013
		CA 2727492 A1	14/07/2012
		CA 2727492 C	09/09/2014
		KR 10-1859359 B1	21/05/2018
		RO 128332 A2	30/04/2013
		RO 128332 B1	30/07/2018
JP 07-251326 A	03/10/1995	JP 2984536 B2	29/11/1999
US 6599067 B2	29/07/2003	CA 2373985 A1	26/09/2002
		CA 2373985 C	17/05/2011
		CA 2686595 A1	26/09/2002
		CA 2686595 C	22/01/2013
		US 2002-0133928 A1	26/09/2002

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G21D 1/00(2006.01)i, B26D 1/12(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G21D 1/00; B23C 300; B23H 7/22; B23H 9/00; G21C 19/37; G21C 3/20; G21C 3/324; G21F 9/30; B26D 1/12

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: 칼란드리아(calandria), 해체(dismantling), 절단(cut), 배관(pipe), 노즐(nozzle)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	JP 2005-291710 A (SUMITOMO MITSUI CONSTRUCTION CO., LTD.) 2005.10.20 단락 23-38, 및 도면 1-3, 6a, 10a 참조.	1-4
A		5-10
A	KR 10-2013-0141147 A (한전원자력연료 주식회사) 2013.12.26 단락 18-20, 및 도면 1-3 참조.	1-10
A	KR 10-2012-0082831 A (지이-히타치 뉴클리어 에너지 캐나다 인코퍼레이티드) 2012.07.24 단락 21-27, 및 도면 1-3 참조.	1-10
A	JP 07-251326 A (MITSUBISHI HEAVY IND. LTD.) 1995.10.03 전체 문헌 참조.	1-10
A	US 6599067 B2 (DAVID A. SCOTT 등) 2003.07.29 전체 문헌 참조.	1-10

☐ 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 가지나 국제출원일 이후 “X”에 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

2020년 04월 20일 (20.04.2020)

국제조사보고서 발송일

2020년 04월 20일 (20.04.2020)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



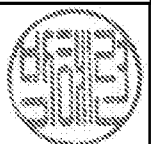
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

박혜련

전화번호 +82-42-481-3463



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2005-291710 A	2005/10/20	JP 4167198 B2	2008/10/15
KR 10-2013-0141147 A	2013/12/26	KR 10-1364476 B1	2014/02/20
KR 10-2012-0082831 A	2012/07/24	AR 084827 A1	2013/06/26
		CA 2727492 A1	2012/07/14
		CA 2727492 C	2014/09/09
		KR 10-1859359 B1	2018/05/21
		RO 128332 A2	2013/04/30
		RO 128332 B1	2018/07/30
JP 07-251326 A	1995/10/03	JP 2984536 B2	1999/11/29
US 6599067 B2	2003/07/29	CA 2373985 A1	2002/09/26
		CA 2373985 C	2011/05/17
		CA 2686595 A1	2002/09/26
		CA 2686595 C	2013/01/22
		US 2002-0133928 A1	2002/09/26