



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년01월23일  
(11) 등록번호 10-2069738  
(24) 등록일자 2020년01월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G21F 3/00 (2006.01) G21C 1/08 (2006.01)  
G21C 17/017 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
G21F 3/00 (2013.01)  
G21C 1/086 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-0078937(분할)
- (22) 출원일자 2018년07월06일  
심사청구일자 2018년07월06일
- (65) 공개번호 10-2018-0082990
- (43) 공개일자 2018년07월19일
- (62) 원출원 특허 10-2016-0142942  
원출원일자 2016년10월31일  
심사청구일자 2016년10월31일
- (56) 선행기술조사문헌  
KR100816005 B1\*  
KR1020030078348 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
한국수력원자력 주식회사  
경상북도 경주시 양북면 불국로 1655
- (72) 발명자  
이동진  
세종특별자치시 달빛로 80, 1217-402  
김용식  
대전광역시 유성구 지족로 343, 204-304  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
이은철, 이우영

전체 청구항 수 : 총 2 항

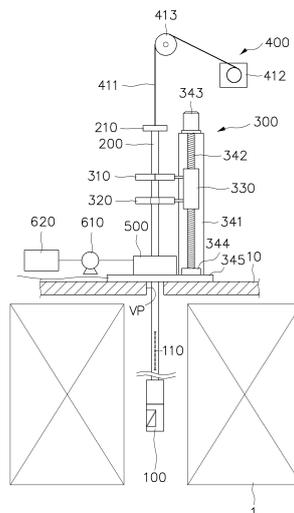
심사관 : 이용호

(54) 발명의 명칭 칼란드리아 내부 구조물 검사장비의 방사선 피폭 방지장치

(57) 요약

본 발명은 칼란드리아 용기에 마련된 관측공을 통해 내부 구조물을 검사하기 위한 계측기기를 투입하여 육안 조사를 수행할 수 있는 칼란드리아 내부 구조물 검사장비의 방사선 피폭을 방지하기 위한 장치에 관한 것으로, 칼란드리아 내부 구조물 검사기기를 칼란드리아 용기(10)에 마련된 관측공(VP)에 투입하여 수직방향으로 승강하여 검사하기 위한 시스템의 방사선 피폭 방지장치에 있어서, 상기 관측공(VP)이 위치하는 칼란드리아 용기(10)의 상부에 구비되어 계측기기(100)가 하단에 고정되는 로드부(200)의 이송구간에 마련되는 챔버(500)와; 상기 챔버(500)에 연결되어 부압을 발생시키는 진공원(610);를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

**G21C 17/017** (2013.01)

*G21Y 2002/501* (2013.01)

*G21Y 2004/501* (2013.01)

*Y02E 30/32* (2013.01)

(72) 발명자

**최성남**

대전광역시 서구 둔산로 155, 120-701(둔산동, 크  
로바아파트)

---

**김준우**

대전광역시 유성구 노은서로210번길 407-1101

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

칼란드리아 내부 구조물 검사기기를 칼란드리아 용기에 마련된 관측공에 투입하여 수직방향으로 승강하여 검사하기 위한 시스템의 방사선 피폭 방지장치에 있어서,

상기 관측공이 위치하는 칼란드리아 용기의 상부에 직접 안착 위치하여 계측기기가 하단에 고정되는 로드부의 이송구간에 마련되며, 외부와 차단된 공간이 형성된 챔버와;

상기 챔버의 내부에 부압을 발생시키는 진공원;을 포함하며,

상기 챔버는,

중수의 유출을 차단하는 제1챔버와;

상기 제1챔버와 구획되어 상기 진공원에 의한 부압이 작용하는 제2챔버를 포함하는 방사선 피폭 방지장치.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

제1항에 있어서, 상기 제1챔버는 로드부의 외주면을 감싸게 되는 역원추 형상의 차단블록을 포함하는 방사선 피폭 방지장치.

**발명의 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 칼란드리아 용기 상부의 관측공은 통해 내부 구조물을 검사하기 위한 계측기기를 투입하여 육안검사를 수행할 수 있는 칼란드리아 내부 구조물 검사장비의 방사선 피폭을 방지하기 위한 장치에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 일반적으로 가압중수로는 중수를 냉각재와 감속재로 사용하는 원자로로서, 캐나다에서 개발한 CANDU 모델이 대표적이며 국내에서는 월성 1,2,3,4호기가 가압중수로를 채용하고 있다.

[0003] 가압중수로는 2-5%의 저농축 우라늄을 사용하는 경수로(가압경수로 및 비등경수로)와는 달리 농축하지 않은 천연 우라늄(U-235의 비율이 약 0.7%)을 사용하며, 냉각재와 감속재로 사용되는 중수는 일반적인 물(輕水)에 비해 중성자를 거의 흡수하지 않아서 중성자 손실이 적어서 천연 우라늄을 핵연료로 사용한다.

[0004] 한편 경수로는 원자로를 정지한 후 핵연료를 교체하는 반면에, 가압중수로는 수평형 원통모양의 380개 연료관을 이용하여 운전 중에도 핵연료를 교체한다.

[0005] 구체적으로, 가압중수형 원자로는 칼란드리아(Calandria)라고 불리는 원통형 용기가 수평 방향으로 설치되어 있으며, 칼란드리아 내에는 직경이 10cm 정도인 380개의 압력관(Pressure Tube)들이 역시 수평 방향으로 관통하고 있고, 핵연료는 집합체(Fuel Bundle) 형태로 압력관 안에 공급되며, 하나의 압력관 안에는 보통 12개의 핵연료 집합체가 공급되도록 구성되어 있다.

[0006] 중수로 원자로는 사용기간이 길어짐에 따라 원자로 내부구조물 상태를 직접 검사해야 할 필요성이 증대되어 원자로 내부를 직접 육안검사 할 수 있는 장치의 개발이 요구되고 있다.

[0007] 그리고 중수로 원자로는 가동중 검사가 불가능한 구조로서 설비개선을 위해 칼란드리아관과 압력관을 교체하기 위해 제거된 경우 내부검사가 가능하나, 칼란드리아관 및 압력관 교체는 통상 20년 이상 운전 후 시행되며, 칼란드리아관 및 압력관을 제거하지 않고 내부 구조물의 건전성 확인을 위해서는 칼란드리아 용기 상부의 관측공

을 통한 육안검사를 수행한다. 이에 따라 기존에 개발된 장비가 없는 고준위 방사선 환경과 복잡한 구조를 갖는 칼란드리아 용기의 내부구조물 검사를 위한 육안검사 장비의 개발이 요구되고 있다.

- [0008] 도 1은 일반적인 가압중수로의 원자로 구조를 개략적으로 보여주는 도면이다.
- [0009] 도 1을 참고하면, 일반적인 가압중수로는 원통형상의 칼란드리아 용기(10) 내에 수평하게 칼란드리아관(calandria tube)(CT)(20)이 설치되며, 칼란드리아관(20) 내부에는 다시 압력관이 설치되고 그 내부에 핵연료가 장전되어 운전이 이루어진다.
- [0010] 또한 칼란드리아 용기(10) 내부에는 칼란드리아관(20) 이외에도 많은 튜브들이 수평 또는 수직방향으로 설치되며, 특히 안전계통의 원자로정지물질 주입관(liquid injection nozzle)(LIN)이 수평 방향으로 칼란드리아관(20)과 직각으로 설치된다.
- [0011] 이와 같이 수평하게 설치된 칼란드리아관(20)은 발전소의 운전이력이 늘어남에 따라서 응력, 방사선 조사 등에 의한 재질내 조직성장(growth)과 크립(creep) 등으로 인해 처짐(sagging) 현상이 발생하게 되며, 이때 칼란드리아관(20)이 원자로정지물질 주입관과 접촉함으로써 발전소의 안전 운전에 영향을 초래할 수 있다. 따라서 원자로 수명기간동안 원자로 내에서 칼란드리아관과 다른 튜브(특히, 주입관) 사이의 간격을 적절한 방법으로 확인할 필요성이 있다.
- [0012] 종래에 칼란드리아관과 원자로정지물질 주입관 사이의 간격을 직접 또는 간접으로 측정할 수 있는 방안이 제시되어 있으며, 예를 들어, 원자로정지물질 주입관을 이용하는 방법, 칼란드리아관 사이에 수평하게 배치되는 수평 중성자속 검출기(Horizontal Flux Detector)를 이용하는 방법, 수직 중성자속 검출기(Vertical Flux Detector)를 이용하는 방법, 또는 관측공(Viewing Port)(VP)을 이용하는 방법 등에 제시되어 있다.
- [0013] 관측공(VP)은 칼란드리아 상부에 수직방향으로 두 군데에 위치하여 내부 관찰용으로 이용되고 있으며, 원자로의 최초 운전시 중성자 소스(neutron source)를 포함한 스타트업(start-up) 유니트를 삽입하게 되는 홀(hole)이며, 그 이후에는 용도가 없다. 따라서 관측공(VP)을 통한 방법이 현장 설계변경이나 중성자속 검출기 교체와 같은 사전 준비 작업을 최소화하면서도 직접 측정이 가능하여 측정 작업의 편리성, 경제성 및 기타 신뢰성 등에서 유리하다.
- [0014] 그러나 관측공(VP)을 통해 계측기기를 삽입하여 검사를 실시하는 경우에 그 깊이가 10 미터 이상 되어 안정적으로 계측기기를 삽입하기가 쉽지 않으며, 또한 검사 과정에서 불측의 상황이 발생하여 계측기기의 부품이 칼란드리아 내부에 잔류하게 되는 경우에 이를 회수하기가 불가능하고 원자로 운영에 심각한 영향을 미칠 수 있다.
- [0015] 따라서 관측공(VP)을 통한 내부 구조물의 검사에는 이러한 사고의 위험을 최소화하여 안전사고를 방지하여 안정적인 검사를 수행하는 것이 매우 중요하다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0016] (특허문헌 0001) 공개특허공보 제10-2014-0042009호(공개일자: 2014.04.07)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0017] 본 발명은 가압중수로의 칼란드리아 내부 구조물을 칼란드리아 용기 상부의 관측공(VP)을 이용하여 내부 구조물을 계측기기를 통해 검사하기 위한 칼란드리아 내부 구조물 검사장비에 있어서, 작업 시에 작업자의 방사선 피폭을 방지할 수 있는 장치(이하, "방사선 피폭 방지장치"로도 약칭함)를 제공하고자 하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0018] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 방사선 피폭 방지장치는, 칼란드리아 내부 구조물 검사기기를 칼란드리아 용기에 마련된 관측공에 투입하여 수직방향으로 승강하여 검사하기 위한 시스템의 방사선 피폭 방지장치에 있어서, 상기 관측공이 위치하는 칼란드리아 용기의 상부에 구비되어 계측기기가 하단에 고정되는 로드부의 이송구간에 마련되며, 외부와 차단된 공간이 형성된 챔버와; 상기 챔버의 내부에 부압을 발생시키는 진공원

을 포함한다.

[0019] 바람직하게는, 상기 챔버는, 방사성 중수의 유출을 차단하는 제1챔버와; 상기 제1챔버와 구획되어 상기 진공원에 의한 부압이 작용하는 제2챔버를 포함한다.

[0020] 보다 바람직하게는, 상기 제1챔버는 로드부의 외주면을 감싸게 되는 역원추 형상의 차단블록을 포함한다.

**발명의 효과**

[0021] 본 발명의 방사선 피폭 방지장치는, 관측공이 위치하는 칼란드리아 용기의 상부에 위치되어 로드부의 이송구간에 마련되는 챔버와, 챔버에 연결되어 부압을 발생시키는 진공원을 포함하여, 검사를 위해 로드부의 승강, 특히 로드부의 인출 과정에서 칼란드리아 용기 내부에서 방사성 중수가 바깥으로 방출되는 것을 방지하여 작업자가 고준위 방사선에 노출되는 것을 방지할 수 있는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0022] 도 1은 일반적인 가압중수로의 칼란드리아 원자로 구조를 개략적으로 보여주는 도면,  
 도 2는 본 발명에 따른 방사선 피폭 방지장치가 구비된 칼란드리아 내부 구조물 검사장비의 전체 구성도,  
 도 3은 본 발명에 따른 방사선 피폭 방지장치의 요부 확대 구성도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0023] 본 발명의 실시예에서 제시되는 특정한 구조 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있다. 또한 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 되며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경물, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0024] 한편, 본 발명에서 제1 및/또는 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소들과 구별하는 목적으로만, 예컨대 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 벗어나지 않는 범위 내에서, 제1구성요소는 제2구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2구성요소는 제1구성요소로도 명명될 수 있다.

[0025] 어떠한 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어"있거나 "접속되어"있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떠한 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어"있거나 또는 "직접 접속되어"있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하기 위한 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 인접하는"과 "~에 직접 인접하는"등의 표현도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0026] 본 명세서에서 사용하는 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서 "포함한다" 또는 "가지다"등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0027] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 대해 구체적인 실시예를 설명한다.

[0028] 도 2는 본 발명에 따른 방사선 피폭 방지장치가 구비된 칼란드리아 내부 구조물 검사장비의 전체 구성도이다.

[0029] 도 2를 참고하면, 칼란드리아 내부 구조물 검사장비는, 계측기기(100)와, 계측기기(100)가 하단에 고정되는 로드부(200)와, 로드부(200)를 상하 승강하기 위한 수직 구동수단(300)(400)과, 관측공(VP)이 위치하는 칼란드리아 용기(10)의 상부에 구비되는 로드부(200)의 이송구간에 마련되는 챔버(500)와, 챔버(500)에 연결되어 부압을 발생시키는 진공원을 포함한다.

[0030] 계측기기(100)는 내부 구조물을 육안 검사하기 위한 카메라, 대상 조사물의 거리를 산출하기 위한 레이저 거리 측정유닛, 조명기구 등을 포함할 수 있으며, 이러한 계측수단들은 방사능으로부터 보호될 수 있도록 납차폐체와 납유리 등에 의해 보호되며, 방사능 등에 의한 전송 신호의 노이즈 영향을 위하여 쉴드된 케이블(110)에 의해

신호의 전달이 이루어질 수 있다.

- [0031] 로드부(200)는 하단에 구비되는 계측기기(100)를 지지하여 상하 이동이 가능한 강체의 봉일 수 있으며, 칼란드리아 용기(10) 상부에 마련된 수직 구동수단에 의해 로드부(200)의 상하 조작이 이루어진다.
- [0032] 한편 로드부(200)는 증공형의 수납공이 형성된 파이프일 수 있으며, 계측기기(100) 내의 계측장치의 전기적인 신호 또는 전동기기를 구동하기 위한 전력을 전달하는 케이블(110)이 내부에 수납될 수 있다. 이러한 케이블(110)은 로드부(200)를 따라서 인출되어 모니터를 포함하는 제어기(controller)와 연결될 수 있다.
- [0033] 한편, 로드부(200)는 체결부재에 의해 다단으로 서로 연결되어 조립이 가능한 복수의 단위로드로 구성될 수 있다. 바람직하게는, 로드부(200) 상단에 스톱퍼(210)가 수평 방향으로 돌출 형성된다.
- [0034] 스톱퍼(210)는 불측의 상황에 의해 로드부(200)가 자유 낙하하여 로드부(200)가 칼란드리아 용기(10) 안쪽으로 추락하는 것을 방지하기 위한 것으로, 로드부(200)의 이송구간 내에 스톱퍼(210)를 지지할 수 있는 낙하 방지수단을 구비하여 로드부(200)가 자유 낙하 시에 스톱퍼(210)가 낙하 방지수단에 걸려서 로드부(200)의 추락을 방지할 수 있다. 본 실시예에서 챔버(500)는 로드부(200)가 통과하는 홀이 형성되고 이 홀은 스톱퍼(210)의 크기보다 작으며, 따라서 챔버(500)가 낙하 방지수단으로 기능할 수 있다.
- [0035] 수직 구동수단(300)은 로드부(200)를 고정하기 위한 적어도 두 개 이상의 클램프(310)(320)와, 이 클램프(310)(320)를 상하 승강하기 위한 제1구동부를 포함한다.
- [0036] 본 실시예에서 클램프(310)(320)는 제1클램프(310)와, 제1클램프(310) 하단에 마련되는 제2클램프(320)로 구성되며, 제1클램프(310)와 제2클램프(320)는 클램프 이송블록(330)에 고정되며, 제1구동부에 의해 클램프 이송블록(330)의 상하 이동이 이루어진다. 제1클램프(310)와 제2클램프(320)는 탈부착이 가능한 동일한 구조를 갖는 클램프일 수 있으며, 또는 서로 구조를 갖는 주지의 클램프일 수 있다.
- [0037] 제1구동부는 몸체부(341)와, 몸체부(341)에 수직 설치되어 회동 가능하여 회전방향에 따라서 클램프 이송블록(330)을 상하 승강하게 되는 스크류(342)와, 스크류(342)를 정회전 또는 역회전 구동하기 위한 구동모터(343)를 포함하며, 스크류(342)의 회전 운동을 지지하기 위한 베어링(344)을 더 포함할 수 있다.
- [0038] 또한 수직 구동수단(400)은 와이어(411)를 권취(winding) 또는 권출(unwinding)하기 위한 휠을 회전 구동하기 위한 제2구동부(412)를 더 포함할 수 있으며, 제2구동부(412)는 정회전 또는 역회전 구동이 가능한 주지의 전동모터에 의해 제공될 수 있다. 또한 하나 또는 복수 개의 도르래(413)가 마련되어 와이어(311)의 권취 방향의 안내가 이루어질 수 있다.
- [0039] 챔버(500)는 관측공(VP)이 위치하는 칼란드리아 용기(10)의 상부에 마련되어 진공원에 의해 내부에 부압이 형성됨으로써, 관측공(VP)을 통해 바깥으로 방출될 수 있는 방사능 물질을 효과적으로 제거할 수 있다.
- [0040] 챔버(500)는 칼란드리아 용기(10) 상부에 직접 안착되어 위치할 수 있으며, 또는 칼란드리아 용기(10) 상부의 로드부(200)의 이송구간 중의 적당한 위치에 구비될 수도 있다. 본 실시예에서는 제1구동부 및 기타 구조물들이 설치되는 플레이트(345) 상부에 챔버(500)가 위치하는 것으로 예시되어 있다.
- [0041] 진공원은 챔버(500) 내부에 부압을 발생시킬 수 있는 것으로, 주지의 진공펌프(610)에 의해 제공될 수 있으며, 바람직하게는, 진공펌프(610)의 배출단에는 배가스를 정화 처리하기 위한 정화처리부(620)가 구비될 수 있다.
- [0042] 정화처리부(620)는 배가스 중의 방사성 물질을 제거하고 정화 처리된 기체를 대기 중으로 방출한다.
- [0043] 도 3은 본 발명에 따른 방사선 피폭 방지장치의 요부 확대 구성도이다.
- [0044] 도 3을 참고하면, 피폭 방지장치는, 분리판(510)에 의해 구획된 두 개의 제1챔버(520)와 제2챔버(530)로 구성될 수 있으며, 제1챔버(520)는 관측공(VP)과 인접하여 중수의 유출 방지가 이루어질 수 있으며, 제2챔버(530)는 진공포트(531)에 연결되는 진공원에 의해 부압이 발생되어 방사성 물질이 직접 외부로 방출되는 것을 방지한다.
- [0045] 바람직하게는, 제1챔버(520)는 로드부(200)의 외주면을 감싸게 되는 역원추 형상의 차단블록(521)이 마련될 수 있으며, 차단블록(521)은 로드부(200)의 외주면과 일정한 마찰이 이루어져 로드부(200)의 상승 시에 로드부(200) 표면에 묻은 방사성의 중수를 제거하는 역할을 하며, 제거된 중수는 다시 관측공(VP)을 통해 칼란드리아 용기로 환수된다.
- [0046] 차단블록(521)은 로드부(200)의 상하 승강에 지장을 주지 않는 범위 내에서 로드부(200)의 외주면과 마찰력이 발생되며, 필요에 따라서는 차단블록(521)의 일부 구간에만 로드부(200)와 마찰이 이루어지는 마찰돌기(521a)가

구비되어 로드부(200)의 승강 시에 큰 부하를 발생시키지 않으면서도 로드부(200) 표면의 중수 제거가 이루어질 수 있다.

[0047] 본 실시예에서 챔버(500)의 하부에는 플레이트(345)는 관측공(VP)을 향해 소정의 경사면(345a)이 형성되어 차단 블록(521)에 의해 제거된 중수 일부가 플레이트(345)에 고이는 것을 방지한다.

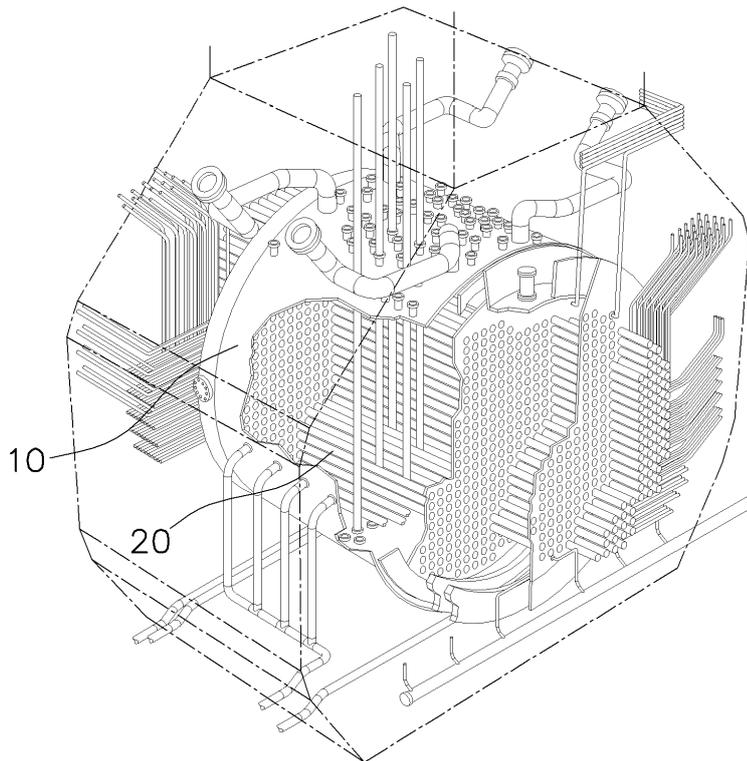
[0048] 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이다.

**부호의 설명**

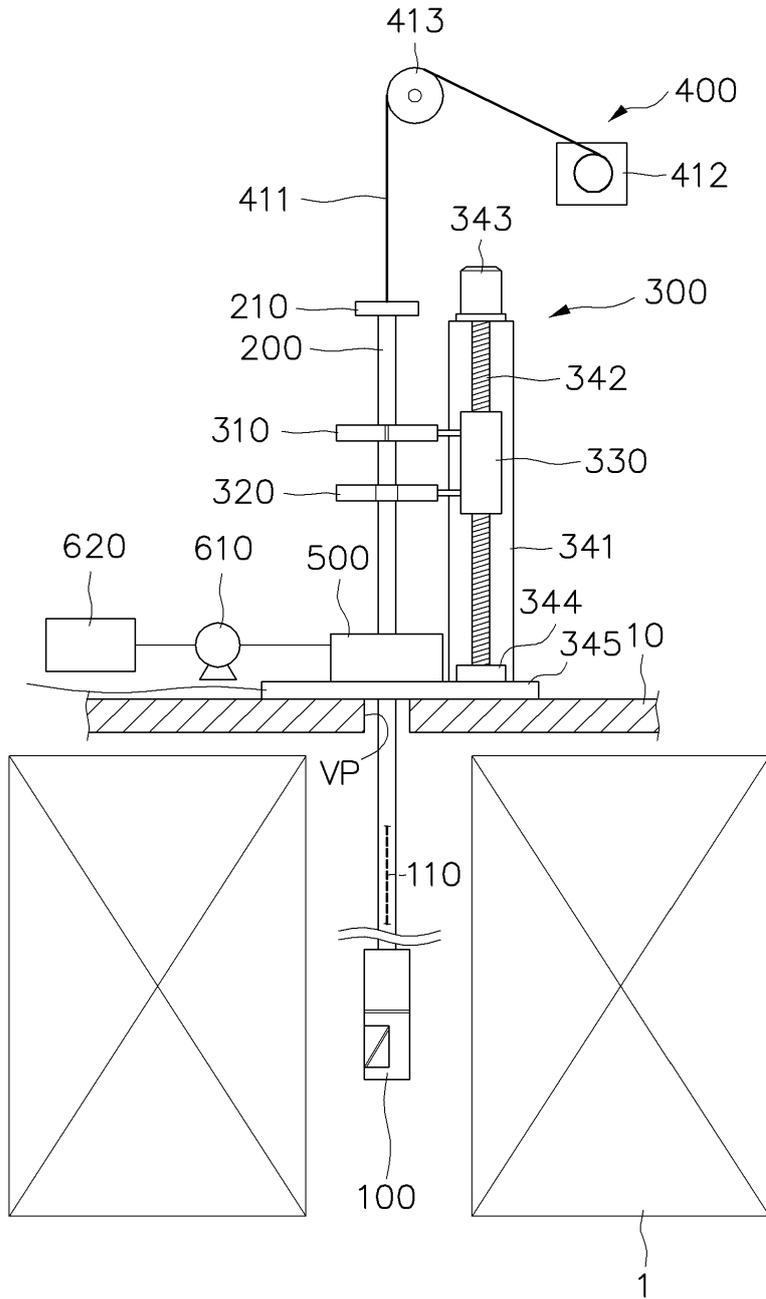
- |        |                    |            |
|--------|--------------------|------------|
| [0049] | 100 : 계측기기         | 200 : 로드부  |
|        | 300, 400 : 수직 구동수단 | 500 : 챔버   |
|        | 510 : 분리판          | 520 : 제1챔버 |
|        | 530 : 제2챔버         | 610 : 진공펌프 |
|        | 620 : 정화처리부        |            |

**도면**

**도면1**



도면2



도면3

