(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0098694
(43) 공개일자 2008년11월11일

(51) Int. Cl.
G21C 13/028 (2006.01) *G21C 13/00* (2006.01)
G21C 1/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-7026660(분할)
(22) 출원일자 2008년10월30일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2005-7021258
원출원일자 2005년11월08일
심사청구일자 2006년03월08일
번역문제출일자 2008년10월30일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2004/004926
국제출원일자 2004년05월07일
(87) 국제공개번호 WO 2004/100172
국제공개일자 2004년11월18일
(30) 우선권주장
103 20 819.4 2003년05월08일 독일(DE)

(71) 출원인
아레바 엔피 게엠베하
독일 에얼랑엔 파울-고쎈-슈트라쎄 100 (우: 91052)
(72) 발명자
콜레브, 니콜라이
독일, 91074 헤르조게나우라쉬, 뫼흐렌도르페르스트라세 7
(74) 대리인
이원희

전체 청구항 수 : 총 8 항

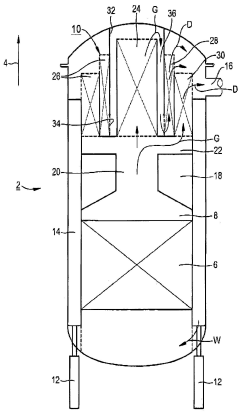
(54) 비등경수형 원자로의 원자로 압력 용기 및 비등경수형 원자로의 원자로 압력 용기에서 증기-물 분리를 위한 방법

(57) 요 약

본 발명은 원자로 노심(6) 상부에 증기-물-분리를 위한 분리 장치(10)가 배치되어 있는 비등경수형 원자로의 원자로 압력 용기(2)에 있어서, 상기 원자로 노심(6)과 분리 장치(10) 사이에는 유동 공간(8)이 배치되어 있고, 상기 유동 공간의 유동 횡단면은 상기 분리 장치(10) 전면에서 확대되어 있는 것을 특징으로 하는 원자로 압력 용기에 관한 것이다.

그리고, 원자로 노심(6)으로부터 배출되는 증기-물-혼합물(G)을 확대되는 유동 횡단면을 구비하는 유동 공간(8)을 통과시키고 분리 장치(10) 내에 도입하는 것을 특징으로 하는 비등경수형 원자로의 원자로 압력 용기(2)에서 증기-물을 분리하는 방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

증기-물을 분리하기 위한 원심분리기 장치(24)를 포함하는 분리 장치(10)가 원자로 노심(6) 상부에 배치되어 있는 비등경수형 원자로의 원자로 압력 용기(2)에 있어서,

상기 원자로 노심(6)과 분리 장치(10) 사이에는 유동 공간(8)이 배치되며, 상기 유동 공간(8)은 유동 방향에서 상기 분리 장치(10)의 전면에서 급격하게 확대되는 유동 횡단면을 가지며, 상기 분리 장치(10)는 유동 횡단면의 중앙 영역에만 배치되는 것을 특징으로 하는 비등경수형 원자로의 원자로 압력 용기(2).

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 원자로 압력 용기는 기소(18)를 더 포함하여 이루어지고, 상기 기소(18)에 의하여 상기 유동 횡단면은 처음에는 축소되고 이어서 다시 확대되는 것을 특징으로 하는 비등경수형 원자로의 원자로 압력 용기(2).

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 기소(18)는 유동 횡단면을 획정하는 중앙 통로(20)를 구비하는 환형 기소이고, 상기 중앙 통로(20)는 유입측으로부터 단면적이 좁아지는 것을 특징으로 하는 비등경수형 원자로의 원자로 압력 용기(2).

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 분리 장치(10)의 측면에 배치된 건조 장치(26)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 비등경수형 원자로의 원자로 압력 용기(2).

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 분리 장치(10)는 오직 건조 장치(26)를 통해서 증기 배출관(16)으로 안내되는 유동로(36)를 갖는 출구를 구비하는 것을 특징으로 하는 비등경수형 원자로의 원자로 압력 용기(2).

청구항 6

청구항 4 또는 청구항 5에 있어서,

상기 건조 장치(26)는 상기 분리 장치(10)로부터 배출되는 증기-물-혼합물(G)을 위한 제1 건조 장치(28) 및 상기 유동 횡단면의 연부 영역(edge region)으로부터 유입되는 증기-물-혼합물(G)을 위한 제2 건조 장치(30)를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 비등경수형 원자로의 원자로 압력 용기(2).

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 제1 건조 장치(28)는 상기 분리 장치(24)와 제2 건조 장치(30) 사이에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 비등경수형 원자로의 원자로 압력 용기(2).

청구항 8

급격하게 확대되는 유동 횡단면을 갖는 유동 공간(8)을 통해 비등경수형 원자로의 원자로 노심(6)으로부터 분리 장치(10)로 유출되는 증기-물-혼합물(G)을 통과시키는 방법으로서, 상기 분리 장치(10)는 유동 횡단면의 중앙 영역에만 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 비등경수형 원자로의 원자로 압력 용기(2)에서 증기-물을 분리하는 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 비등경수형 원자로의 원자로 압력 용기에 관한 것으로서, 원자로 노심의 상부에는 증기-물 분리를 위한 분리 장치가 배치된다. 이에 더불어 본 발명은 이러한 원자로 압력 용기에서 증기와 물을 분리하는 방법에도 관련된 것이다.

배 경 기 술

<2> 비등경수형 원자로에서는 원자로 압력 용기 내에서 원자로 노심을 통해 흐르는 냉각수가 가열된다. 그리고 냉각수는 그 일부가 증기상으로 이동하여 증기와 물로 이루어진 혼합물이 원자로 노심으로부터 배출된다. 증기가 전기 에너지를 생성하기 위해 증기 터빈에 공급되기 전에 증기는 분리 장치에 의해 물로부터 분리된다.

<3> WO 99/08287로부터 다수의 분리기를 가진 상기와 같은 분리 장치를 도출할 수 있는데 그 분리 장치는 원자로 노심의 상부 격자에 지지되어 있고, 그리하여 원자로 노심으로부터 유출되는 증기-물-혼합물은 직접 분리기 내에 도입된다. 유동 방향에서 보여지는 바와 같이, 분리기 이후에는 건조기들이 각 분리기의 다운스트림에 연결되어 있으며, 건조기들은 차폐 금속판 또는 다이버터 플레이트(diverter plate)를 구비한다. 분리기 내에서는 증기-물-혼합물이 원심분리기 원리에 따라 회전하게 되고, 이에 따라 무거운 물방울은 외각 영역에 그리고 습기가 적은 증기는 중앙 영역에 모인다. 수분이 적은 증기는 이어서 건조기에 공급되고 여기에서 배출될 때에는 질량에서 단지 0.01% 내지 0.02%의 잔류수 성분을 가질 뿐이다.

<4> 증기-물의 분리가 원심분리기 혹은 분리 장치와 유동 방향에서 분리 장치의 다운스트림에 배치된 건조 장치를 포함하는 2단 구조를 가진 원자로 압력 용기의 비등수 원자로에서 이루어지도록 요구되기 때문에, 원자로 압력 용기는 물론 상기 원자로 압력 용기가 그 안에 배치되어 있는 안전 용기(누설 방지 봉쇄 용기)의 구조 높이는 전체적으로 매우 큰 높이가 요구된다. 안전 용기 및 원자로 압력 용기의 안전 기준은 대단히 높기 때문에 높은 구조 높이는 상당한 비용을 수반한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<5> 본 발명의 목적은 낮은 구조 높이를 가진 원자로 압력 용기를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

<6> 상기 목적은 원자로 노심과 분리 장치 사이에는 유동 공간이 배치되어 있고, 그 유동 공간의 유동(흐름) 횡단면은 분리 장치 앞에서 확대되어 있는, 청구항 1에 의한 원자로 압력 용기에 의하여 달성된다.

<7> 상기 구조 형상에서는 작동 중 증기-물-혼합물은 원자로로부터 증기-물-혼합물을 위한 소정의 유동단면을 가진 유동 공간 내로 유입된다. 상기 혼합물이 분리 장치에 도달되기 전에 혼합물의 유동 단면은 확대된다. 이에 따라 무거운, 다시 말하면 물에 의한 관성이 있는 질량분은 집중적으로 중심에 머물고, 한편 가벼운 증기분은 외부로 배출된다. 그럼으로써 이미 일차 분리가 시작된다. 따라서 이러한 형상 구조는 실제 분리 장치 내에 들어가기 전에 물 부분과 증기 부분의 상이한 관성을 예비 분리를 위해 활용한다는 아이디어에 기초하고 있다.

<8> 이미 이러한 조치에 의해 가벼운 증기 부분은 무거운 물 부분으로부터 부분적으로는 분리되기 때문에, 후속하는 분리 장치의 유닛들은 적당히 변경된 관계로 조정될 수 있고, 예비 분리로 인해 전체적으로 분리 장치는 작은 구조 높이를 가질 수 있게 된다.

<9> 가급적 간단한 형상을 달성하기 위해, 바람직한 추가적 실시예에서는 유동 단면이 처음에는 좁아지고 이어서 다시 확대되는 기소(機素:구조 성분)가 배치된다. 유동 단면은 실질적으로 원자로 압력 용기의 내부 단면적에 의해 결정된다. 상기 기소에 의하는 간단한 방법으로 이 최대 유동 단면은 먼저 좁아지며, 이에 따라 중앙 영역에 있는 혼합물은 가속된다. 이어서 확대되면, 특히 예컨대 유동 단면적의 2배 이상으로 급속 확대되면, 유속은 다시 감소되고 가벼운 증기 부분은 중앙 영역으로부터 연부(edge region; 변두리) 또는 외각 영역으로 흐른다.

<10> 바람직하게는 상기 기소는 유입측에서 좁아지는, 유동 단면을 획정하는 중앙 통로를 가진 환상 기소이다. 축소화에 의해 유동 단면은 먼저 일관적으로 축소되고, 이에 따라 바람직하지 못한 난류 또는 압력 손실을 피할 수 있게 된다. 통로에 이어 유동 단면은 최소치로부터 바람직하게는 갑자기 최대치로 확대되고, 이에 따라 특히 효율적인 예비 분리가 행해진다. 따라서 상기 통로는 단지 유입측에서 꾸준히 좁아진다.

<11> 예비 분리로 인해 연부 영역에는 이미 습기가 적은 혼합물이 존재하기 때문에 바람직한 추가 실시예에서는 단지 중앙 영역에만 분리기 또는 원심분리기 장치를 배치하게 된다. 이 경우 수분이 풍부한 혼합물의 분리는 종전과 같이 소용돌이 또는 회전 흐름 구조에 의해 이루어지고, 그리하여 각 원심분리기 또는 분리기에서는 순환하는 액체 링이 형성되고 상기 액체 링은 중앙의 수분 부족 증기 영역을 둘러싼다. 상기 유체 링의 물은 원자로 압력 용기 내에 잔류하고, 한편 수분이 희박한 증기 부분은 추가의 분리단을 통과한 후 증기 터빈에 공급된다. 여기에서 원심분리기 장치는 많은 원심분리기를 갖는다. 원심분리기들을 단지 중앙의 작은 구역에서 사용하면 비용 감소시킬 수 있다.

<12> 중앙 배치 원심분리기 장치 주위의 환상 공간에는 바람직하게는 건조 장치가 배치된다. 연부 영역에는 예비 분리에 의해 이미 수분 희박 혼합물이 존재하기 때문에, 이 연부 영역에는 다수의 건조기를 둘러쌀 수 있는 단지 하나의 건조 장치의 배치로 충분하다. 따라서 상기 연부 영역에서는 선단 원심분리기 및 후단 건조기에 의한 2단 분리가 불필요하다. 분리의 제1 단은 대체로 분리 장치 이전 단면 확대에 의한 예비 분리에 의해 달성된다.

<13> 원자로 압력 용기의 구조 높이의 바람직한 감소를 위해서는, 건조 장치는 오직 원심분리기 장치 부근에 배치되고 원심분리기에서 유출하는 증기-물-혼합물은 연부 측에 배치된 건조 장치를 통해 공급되게 하면 특히 유리할 것이다. 그래서 이 구조의 경우에는 원심분리기 장치 위에는 아무 추가 건조기도 배치되지 않는다. 이에 따라 반응 압력 용기의 구조 높이는 예컨대 원심분리기 장치의 상부 높이에 의해 결정된다.

<14> 특히 효율적인 분리를 위해서는, 건조 장치는 바람직하게는 원심분리기 장치에서 유출하는 증기-물-혼합물을 위한 제1 건조 장치 및 통로로부터 연부 영역 내로 흐르는 그 외의 증기-물-혼합물을 위한 제2 건조 장치를 포함한다. 이러한 배치에 따라 두 건조 장치를 상이하게 설계하면 혼합물 내 수분 함량의 차이가 고려되어 반영될 수 있고, 따라서 가급적으로 최대의 분리율을 달성할 수 있게 된다.

<15> 그리고 바람직하게는 제1 건조 장치는 원심분리기 장치와 제2 건조 장치 사이에 배치된다. 그리고 상기 제1 건조 장치 내로는 특히 적당한 다이버터 플레이트(diverter plate)를 통해 원심분리기 장치에서 배출되는 혼합물이 도입된다. 건조 장치를 떠난 후, 이에 의하여 건조된 증기는 증기 배출관으로 흘러가는데, 그 관에는 작동시 터빈에까지 이르는 증기관이 연결되어 있다.

효 과

<16> 본 발명은 원자로 노심을 관류하는 증기-물-혼합물의 유동이 원심분리기 장치를 포함하는 분리 장치의 전면에서 급격한 유동 단면의 확대를 거치도록 하여 일차적인 물-증기의 상분리를 발생시키고, 유동 횡단면의 중앙에만 배치된 상기 원심분리기 장치에는 관성의 차이에 의하여 유동의 중앙 영역에 집중된 물이 풍부한 혼합물만이 통과하도록 구성된다.

<17> 따라서 원자로 압력 용기 상부의 중앙 영역에만 분리 장치가 배치되면 충분하기 때문에 상기 분리 장치의 측면으로 건조 장치를 배치할 수 있는 공간이 확보되고, 이에 따라 본 발명의 목적인 낮은 구조 높이를 가진 원자로 압력 용기를 제공한다는 것이 가능해진다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<18> 이하에서는 본 발명에 따른 실시예를 비등경수형 원자로의 원자로 압력 용기를 매우 개략적으로 도시한 도 1에 따라 상세히 설명한다.

<19> 원자로 압력 용기(2)는 도 1에 도시된 종방향(4)을 따라 뻗어 있다. 하부 삼분의 일에는 원자로 노심(6)이 배치되어 있고, 그 노심에는 유동 공간(8)이 이어져 있으며, 거기에는 다시 분리 장치(10)가 이어져 있다. 원자로가 작동할 때에는 냉매 순환 펌프(12)를 통해 냉각수(W)가 외각 연부(14)로부터 중앙에 배치된 원자로 노심(6)에 하부를 통하여 공급되고, 상기 원자로 노심(6)을 관류하여 증기-물-혼합물(G)로서 원자로 노심(6)을 떠난다. 상기 혼합물(G)은 분리 장치(10)를 관류하고 건조 증기(D)로서 증기 배출관(16) 방향으로 분리 장치를 떠난다.

<20> 상기 유동 공간(8)에는 중앙 통로(20)를 가진 환형 기소(18)가 배치되어 있다. 상기 중앙 통로(20)는 원자로 노심(6)으로부터 외측의 종방향을 따라 연속적으로, 보다 상세하게는 연속적으로 좁아진다. 따라서, 환형 기소

(18)는 이 영역에서는 예컨대 원추형으로 가늘게 형성되어 있다. 그럼으로써 유동 횡단면은 연속적으로 감소한다. 따라서 최대 유동 횡단면적은 대략적으로 외각 연부(14)내의 면을 둘러싸는 상기 원자로 노심(6) 외주내의 횡단면적에 일치된다. 상기 최대 유동 횡단면적은 상기 통로(20)의 영역에서 최소의 유동 횡단면으로 감소된다. 상기 통로(20) 이후에서의 유동 횡단면은 급격하게 최대 유동 횡단면으로 다시 확대된다.

<21> 급격한 단면의 확대로 인하여 물과 증기 사이의 일차적 상분리가 일어나게 되는데, 이것은 무거운 물 입자는 큰 관성으로 인하여, 가볍기 때문에 관성이 작은 증기 부분보다 급격한 단면 변화에 잘 따르지 못하기 때문이다. 따라서 혼합물(G)이 분리 장치(10)에 진입하기 전에 이미 일차적인 상분리가 행해지게 되는데, 통로(20)에 이어진 중앙 영역에서는 물이 풍부한 혼합물이 존재하고, 연부(22)에서는 수분이 적은 혼합물이 존재하게 된다. 이러한 일차적인 상분리는 상이한 관성에 기초하여 충분히 활용되는데, 이것은 분리 장치(10)의 후속 부품들이 이러한 상이한 상태에 맞춰서 조정될 수 있기 때문이다. 구체적으로, 오직 중앙 영역에 원심분리기 장치(24)가 구비되고, 상기 장치는 환형으로 건조 장치(26)에 의해 둘러싸여 있다. 건조 장치는 제1 건조 장치(28) 및 제2 건조 장치(30)를 구비하고 있고, 상기 제2 건조 장치(30)와 원심분리기 장치(24) 사이에는 제1 건조 장치(28)가 배치된다.

<22> 예비 분리로 인해 연부(22)영역에 있는 혼합물(G)은 이미 충분히 건조되어 있고, 그렇기 때문에 상기 지점에서는 더 이상 원심분리기는 필요하지 않다. 여기에서는 이미 건조 장치(26)의 배치를 배제하여도 충분한 증기 건조가 달성되어 있다. 상기 건조 장치(26) 및 원심분리기 장치(24)는 다수 개의 건조 장치 및 원심분리기 장치일 수 있다. 이것은 제1 및 제2 건조 장치(28,30)에 대하여도 성립하여, 이들은 다수 개로 구성될 수 있다. 제2 건조 장치(30)를 통과한 건조 증기는 바로 증기 배출관(16)에 도달된다.

<23> 원심분리기 장치(24)를 관류한 혼합물(G)은 원심분리기 장치(24)의 상단 출구 측에서 유도 금속판(32)에 의해 도시된 종방향(4)의 반대 방향으로 안내되고, 그런 뒤 제1 건조 장치(28)의 유입구(34)를 통해 안내된다. 여기에서 혼합물(G)은 다시 유턴하여 종방향(4)으로 제1 건조 장치(28)를 관류하고, 건조 증기(D)로서 이 장치를 떠나게 되며, 제2 건조 장치(30)로부터 배출된 증기(D)와 합류하여 증기 배출관(16)에 공급된다.

<24> 유도 금속판(32)은 중공 원통 모양으로 형성되어 있고, 중공 원통은 유동로(36)를 형성하며 원심분리기 장치(24)를 둘러싼다. 건조 장치(26)와 원심분리기 장치(24)는 그들의 유입측이 각각 같은 높이로 정열되어 있다. 그리고 원심분리기 장치(24) 및 제2 건조 정치(30)는 각각 한 개의 유동 공간(8)쪽으로 배향된 혼합물(G) 용 입구를 가지고 있다. 오직 유동로(36) 측으로부터 유입구(34)를 통해 제1 건조 장치(28) 내로의 유입이 이루어진다. 유동로(36)와 제1 건조 장치(28)는 유동 공간(8) 쪽으로 막혀 있다. 여기에는 표시되지 않은 대안적 실시예에서는 상기 폐쇄 구조 대신에 유동로(36)와 제1 건조 장치(28)가 유동 공간(8) 쪽으로 개방되어 있고, 따라서 원심분리기 장치(24)를 떠난 혼합물(G)은 유동 공간(8)을 통해 건조 장치(26) 내에 도입된다. 그리고 건조 장치(26)도 반드시 서로 다른 건조 장치들로 분류될 필요는 없다. 그러나 이렇게 분류하면, 적합한 설계, 예컨대 구조 높이에 의해 건조 장치를 관류하는 혼합물들(G)의 수분 함량이 다르게 되도록 건조 장치들(28, 30)이 설정될 수 있다는 장점이 생긴다. 그럼으로써 높은 분리율이 보장될 수 있다. 유동 공간(8)에서의 예비 건조로 인해 거의 외각 연부 영역에까지 이르는 연부 영역(22)에 있는 혼합물은 최대한 건조되어 있지만, 예컨대 이미 충분히 건조된 혼합물(G)을 위해 외각 연부에 제공되는 제3 건조 장치를 설치함으로써 건조 장치(26)를 세분화할 수 있다.

<25> 유동 공간에서의 급격한 단면 확대에 의해 물과 증기의 상이한 관성 거동을 일차적인 상 분리에 이용할 수 있고, 후속 성분들은 예비 분리에 따라 적당히 조정될 수 있다. 여기에서 오직 중앙 영역에 원심분리기 장치(24)가 필요한 것이 결정적으로 중요하다. 그럼으로써 원심분리기 장치(24) 주위 환형 공간에는 구조 공간이 개방되는데, 이러한 구조 공간은 건조 장치의 배치에 이용되는 것으로서, 특히 건조 장치(26)가 원심분리기 장치(24) 옆의 공간 내에 유일하게 배치된다. 따라서, 종방향(4)에서 보여지는 바와 같이, 원심분리기 장치 위에 건조 장치(26)를 배치하는 종래 방법을 회피할 수 있고, 그리하여 전체적으로 원자로 압력 용기의 구조 높이는 축소될 수 있다.

산업이용 가능성

<26> 본 발명은 비등경수형 원자로의 원자로 압력 용기에 관한 것이다.

도면의 간단한 설명

<27> 도 1은 본 발명에 따른 비등경수형 원자로의 원자로 압력 용기의 개략도이다.

<28> ** 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 **

<29> 2: 원자로 압력 용기 4: 종방향

<30> 6: 원자로 노심 8: 유동 공간

<31> 10: 분리 장치 12: 냉매 순환 펌프

<32> 14: 외각 연부 16: 증기 배출관

<33> 18: 환형 기소 20: 중앙 통로

<34> 22: 연부 24: 원심분리기 장치

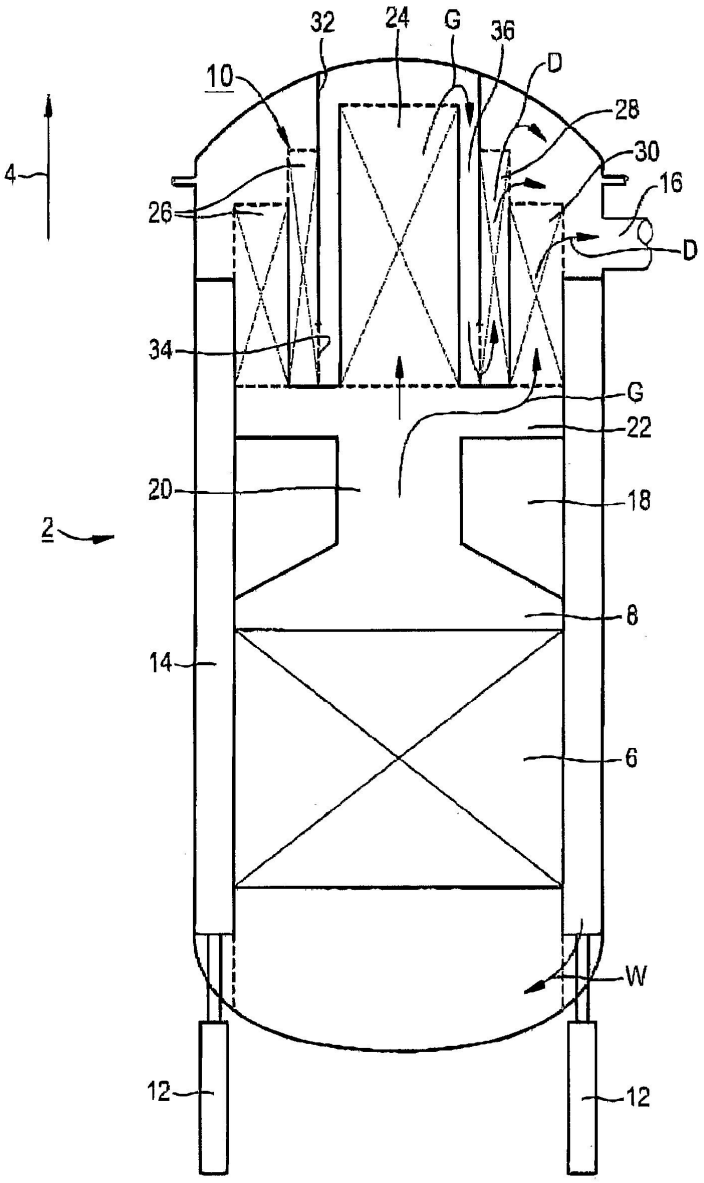
<35> 26: 건조 장치 28: 제1 건조 장치

<36> 30: 제2 건조 장치 32: 유도 금속판

<37> 34: 유입구 36: 유동로

<38> D: 건조 증기 G: 증기-물-혼합물

<39> W: 냉각수

도면

도면1