



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0042902
(43) 공개일자 2014년04월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F28B 7/00 (2006.01) F28B 1/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7004598
(22) 출원일자(국제) 2012년11월27일
심사청구일자 2014년02월21일
(85) 번역문제출일자 2014년02월21일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2012/080568
(87) 국제공개번호 WO 2013/080950
국제공개일자 2013년06월06일
(30) 우선권주장
JP-P-2011-258932 2011년11월28일 일본(JP)

(71) 출원인
미츠비시 중공업 가부시키키카이샤
일본 도쿄도 미나토구 고난 2초메 16방 5고
(72) 발명자
후지타 잇사쿠
일본 1088215 도쿄도 미나토구 고난 2초메 16방
5고 미츠비시 중공업 가부시키키카이샤 내
가사하라 지로
일본 1088215 도쿄도 미나토구 고난 2초메 16방
5고 미츠비시 중공업 가부시키키카이샤 내
우즈미 세이호
일본 1088215 도쿄도 미나토구 고난 2초메 16방
5고 미츠비시 중공업 가부시키키카이샤 내
(74) 대리인
성재동, 장수길

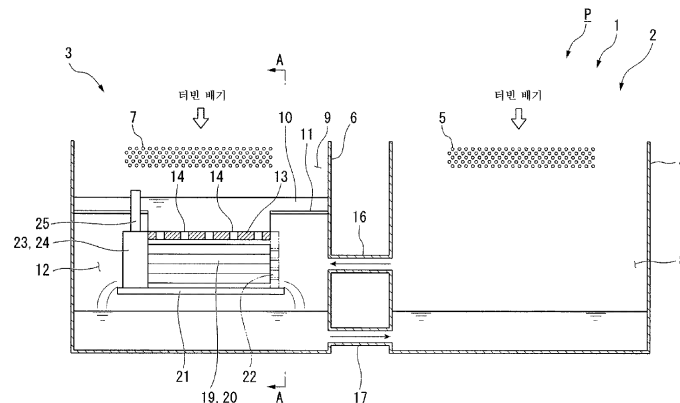
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 다단압 복수기 및 이것을 구비한 증기 터빈 플랜트

(57) 요약

본 발명에 관한 다단압 복수기는, 고압실 및 저압실과, 다공판이 설치되고, 상기 저압실 내를 상부와 하부로 구획하는 압력 격벽과, 상기 저압실의 상부에 설치되고, 저압측 증기를 저압측 복수로 응축하는 냉각관과, 상기 저압실의 하부에 위치하고, 상기 다공판을 통하여 하향 유동하는 상기 저압측 복수가 저류되는 재열실과, 상기 고압실 내의 고압측 증기를 상기 재열실에 도입하는 고압측 증기 도입 수단과, 상기 고압측 증기의 유로 중에 설치되고, 상기 다공판을 통하여 하향 유동하는 상기 저압측 복수를, 표면상에서 분산시키면서 상기 재열실로 안내하는 액막화 수단과, 상기 고압측 증기의 흐름을 촉진하는 송기 수단을 구비한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

압력이 상이한 복수개의 압력실과,

상기 압력실 중, 제1 증기압으로 유지하는 고압실과,

상기 압력실 중, 상기 제1 증기압보다도 낮은 제2 증기압으로 유지하는 저압실과,

상기 저압실 내를 상부와 하부로 구획하고, 복수개의 구멍을 갖는 다공판을 구비한 압력 격벽과,

상기 압력 격벽에 의해 구획된 상기 저압실의 상부에 설치되고, 도입된 냉각수에 의해 저압실에 도입된 저압측 증기와 열교환함으로써 상기 저압측 증기를 저압측 복수로 응축하는 냉각관군과,

상기 압력 격벽에 의해 구획된 상기 저압실의 하부에 위치하고, 상기 다공판을 통하여 하향 유동하는 상기 저압측 복수가 저류되는 재열실과,

상기 고압실 내의 고압실에 도입된 고압측 증기를 상기 재열실에 도입하는 고압측 증기 도입 수단과,

상기 재열실에 도입된 상기 고압측 증기의 유로 중에 설치되고, 상기 다공판을 통하여 하향 유동하는 상기 저압측 복수를, 표면상에서 분산시키면서 상기 재열실로 안내하는 액막화 수단과,

상기 고압측 증기 도입 수단에 의해 도입되는 상기 고압측 증기의 흐름을 촉진하는 송기 수단을 구비하는, 다단 압 복수기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 송기 수단은, 상기 액막화 수단보다도 상기 고압측 증기의 유로 방향 하류측에 설치되고, 상기 고압측 증기를 상기 저압실의 상부에 유통시키는 벤트관인, 다단압 복수기.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 벤트관에, 상기 벤트관 내를 흐르는 상기 고압측 증기의 유량을 조정하는 조정 수단이 설치되어 있는, 다단압 복수기.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 송기 수단은 송풍기인, 다단압 복수기.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 액막화 수단은, 상기 저압측 복수의 하향 유동 방향 및 상기 고압측 증기의 유로 방향을 따라 배치되고, 또한 상기 하향 유동 방향과 상기 유로 방향에 직교하는 직교 방향으로 간격을 두고 서로 평행하게 배치된 복수 개의 판 형상 부재를 구비하고,

상기 각 판 형상 부재는, 상기 유로 방향에서 본 단면 형상이 상기 직교 방향으로 요철 형상으로 되어 있는, 다단압 복수기.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 기재된 다단압 복수기를 구비하는, 증기 터빈 플랜트.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 다단압 복수기(復水器) 및 이것을 구비한 증기 터빈 플랜트에 관한 것이다.

[0002] 본 발명은, 2011년 11월 28일에 일본에 출원된 일본 특허 출원 제2011-258932호에 대해 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

배경기술

[0003] 일반적으로, 증기 터빈 플랜트 등에서는, 증기 터빈을 구동한 증기가 터빈으로부터 배기되어, 복수기에 유도된다. 복수기에 유도된 증기는, 복수기에 유도된 냉각수와 열교환하여 응축되어 복수(復水)로 된다. 복수기에 있어서 응축된 복수는, 급수 가열기를 통해 가열되어, 보일러에 공급된다. 보일러에 공급된 복수는, 증기로 되어 증기 터빈의 구동원으로서 사용된다.

[0004] 도 7에는, 예를 들어 고압 및 저압의 복수기로 이루어지는 2단의 다단압 복수기(101)의 개략 구성도가 도시되어 있다.

[0005] 다단압 복수기(101) 중 저압측 복수기(103)는 저압측 동체(6)의 길이 방향을 상방과 하방으로 구획하고 있는, 다공판(113)을 구비하는 압력 격벽(111)과, 저압측 동체(6)의 상방측에 설치되어 냉각수가 유도되는 저압측 냉각관군(7)과, 저압측 동체(6)의 하방에 위치하는 재열실(112)을 구비하고 있다.

[0006] 저압측 동체(6)에 유도된 증기 터빈(도시하지 않음)으로부터의 배기(증기)는 저압측 냉각관군(7)에 유도되는 냉각수와 열교환함으로써 응축되어 저압측 복수로 되고 압력 격벽(111)의 상방에 저수되어 복수 저류(10)로 된다. 압력 격벽(111)의 다공판(113)에는, 복수개의 구멍(14)이 형성되어 있으므로 복수 저류(10)로부터 저압측 복수가 재열실(112)로 하향 유동한다.

[0007] 재열실(112)에는 고압측 복수기(102) 상방의 증기 터빈의 배기(증기)를 저압측 복수기(103)의 재열실(112)에 유도하는 증기 덕트(16)가 접속되어 있다. 그로 인해, 재열실(112)에 하향 유동한 저압측 복수는, 증기 덕트(16)로부터 유도된 고압측 증기와 기액 접촉하여 재가열된다. 재가열되는 저압측 복수가 고압측 증기의 배기와 기액 접촉하는 시간이 증가할수록 재열 효율은 향상된다.

[0008] 기액 접촉 시간의 증가를 위해, 특허문헌 1에는, 도 7에 도시한 바와 같이, 재열실(112) 내에 다공판(113)으로부터 하향 유동한 저압측 복수를 저류하여 오버플로우시키는 트레이(21)를 설치하는 것이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 일본 특허 제3706571호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 그러나 최근에는, 특허문헌 1에 개시되어 있는 발명보다도 기액 접촉 시간을 더 증가시켜 재열 효율을 향상시키는 것이 요망되고 있다.

[0011] 특허문헌 1에 개시되어 있는 기술은, 고압측 복수기(102)와 저압측 복수기(103)의 동체 내압차가 커진 경우(예를 들어, 50mmHg)에는, 저압측 복수기(103)의 복수 저류(10)의 수위가 높아져 버려, 압력 격벽(111)보다도 상방에 위치하고 있는 저압측 냉각관군(7)이 복수 저류(10)에 접촉할 우려가 있다.

[0012] 그로 인해, 도 8에 도시한 바와 같이, 저압측 복수기(103)의 압력 격벽(111)의 일부(111a)를 재열실(112)측으로, 예를 들어 약 50cm 낮춰 복수 저류(10)의 용적을 증가시켜, 저압측 냉각관군(도시하지 않음)이 복수 저류(10)에 접촉하는 것을 방지하는 조치가 취해져 있다. 그러나 이와 같이 압력 격벽(111)의 일부(111a)를 재열실(112)측으로 낮춘 경우에는, 다공을 갖는 압력 격벽(111)의 일부(111a)로부터 트레이(21)까지

의 거리가 짧아져, 하향 유동하는 저압측 복수와 고압측 증기의 기액 접촉 시간이 짧아져, 재열 효율이 저하된다고 하는 문제가 있었다.

[0013] 한편, 압력 격벽의 일부를 재열실측으로 낮추는 일 없이 저압측 냉각관군을 복수 저류로부터 더욱 이격하도록 상방에 설치한 경우에는, 복수기 전체가 대형화한다고 하는 문제가 있었다.

[0014] 본 발명은 대형화하는 일 없이, 재열 효율을 한층 더 향상시키는 것이 가능한 다단압 복수기 및 이것을 구비한 증기 터빈 플랜트를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0015] (1) 본 발명에 관한 다단압 복수기는, 압력이 상이한 복수개의 압력실과, 상기 압력실 중, 제1 증기압으로 유지하는 고압실과, 상기 압력실 중, 상기 제1 증기압보다도 낮은 제2 증기압으로 유지하는 저압실과, 상기 저압실 내를 상부와 하부로 구획하고, 복수개의 구멍을 갖는 다공판을 구비한 압력 격벽과, 상기 압력 격벽에 의해 구획된 상기 저압실의 상부에 설치되고, 도입된 냉각수에 의해 저압실에 도입된 저압측 증기와 열교환함으로써 상기 저압측 증기를 저압측 복수로 응축하는 냉각관군과, 상기 압력 격벽에 의해 구획된 상기 저압실의 하부에 위치하고, 상기 다공판을 통하여 하향 유동하는 상기 저압측 복수가 저류되는 재열실과, 상기 고압실 내의 고압실에 도입된 고압측 증기를 상기 재열실에 도입하는 고압측 증기 도입 수단과, 상기 재열실에 도입된 상기 고압측 증기의 유로 중에 설치되고, 상기 다공판을 통하여 하향 유동하는 상기 저압측 복수를, 표면상에서 분산시키면서 상기 재열실로 안내하는 액막화 수단과, 상기 고압측 증기 도입 수단에 의해 도입되는 상기 고압측 증기의 흐름을 촉진하는 송기 수단을 구비한다.

[0016] 상기 구성에 의하면, 액막화 수단에 의해 액막화된 저압측 복수와, 송기 수단에 의해 흐름이 촉진된 고압측 증기가 기액 접촉함으로써 강제 대류 응축이 촉진되므로, 저압측 복수를 더욱 가열할 수 있다.

[0017] (2) 상기 송기 수단은, 상기 액막화 수단보다도 상기 고압측 증기의 유로 방향 하류측에 설치되고, 상기 고압측 증기를 상기 저압실의 상부에 유통시키는 벤트관으로 하는 것이 바람직하다.

[0018] 상기 구성에 의하면, 액막화 수단의 하류측에 있어서의 고압측 증기의 흐름이 촉진되어, 유속의 저하가 방지된다. 이에 의해, 강제 대류 응축이 촉진되어, 저압측 복수를 더욱 가열할 수 있다.

[0019] (3) 상기 벤트관에, 상기 벤트관 내를 흐르는 상기 고압측 증기의 유량을 조정하는 조정 수단이 설치되어 있는 것이 바람직하다.

[0020] 상기 구성에 의하면, 벤트관에 의해 야기되는 강제 대류의 정도를 조정할 수 있어, 고압측 증기의 유속을 조정할 수 있다.

[0021] (4) 상기 송기 수단은 송풍기를 사용해도 된다.

[0022] 상기 구성에 의하면, 송풍기에 의해, 액막화 수단에 유입되는 고압측 증기의 유속이 높아짐으로써, 강제 대류 응축이 촉진되어, 저압측 복수를 더욱 가열할 수 있다.

[0023] (5) 상기 액막화 수단은, 상기 저압측 복수의 하향 유동 방향 및 상기 고압측 증기의 유로 방향을 따라 배치되고, 또한 상기 하향 유동 방향과 상기 유로 방향에 직교하는 직교 방향으로 간격을 두고 서로 평행하게 배치된 복수개의 판 형상 부재를 구비하고, 상기 각 판 형상 부재는, 상기 유로 방향에서 본 단면 형상이 상기 직교 방향으로 요철 형상으로 되어 있는 것이 바람직하다.

[0024] 상기 구성에 의하면, 압력 격벽으로부터 하향 유동하는 저압측 복수는, 이웃하는 2개의 판 형상 부재의 경사면을 교대로 흐르고, 막 형상으로 된다. 또한, 저압측 복수가 판 형상 부재의 표면을 이동(하향 유동)하는 시간이 증가한다. 그로 인해, 판 형상 부재의 표면을 하향 유동하는 저압측 복수와 고압측 증기가 기액 접촉하는 시간이 증가하여, 저압측 복수를 더욱 가열할 수 있다.

[0025] 또한, 각 판 형상 부재는, 저압측 복수의 하향 유동 방향 및 고압측 증기의 유로 방향을 따르도록 배치되어 있음으로써, 고압측 증기가 저압측 복수의 하향 유동 방향에 직교함과 함께, 고압측 증기가 판 형상 부재 사이의 간극을 흐르게 된다. 이에 의해, 막 형상으로 하향 유동하는 저압측 복수와 고압측 증기가 보다 효율적으로 접촉하게 되어, 저압측 복수를 더욱 가열할 수 있다.

[0026] (6) 본 발명에 관한 증기 터빈 플랜트는, 상기 다단압 복수기를 구비한다.

[0027] 상기 구성에 의하면, 전체적인 크기를 바꾸는 일 없이 재열 효율을 개선하는 것이 가능한 다단압 복수기를 구비

하므로, 증기 터빈 플랜트의 전체 배치나 크기를 바꾸는 일 없이 플랜트 효율을 향상시킬 수 있다.

발명의 효과

[0028] 본 발명에 따르면, 액막화 수단에 의해 액막화된 저압측 복수와, 송기 수단에 의해 흐름이 촉진된 고압측 증기가 기액 접촉함으로써 강제 대류 응축이 촉진되므로, 저압측 복수를 더욱 가열할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 제1 실시 형태에 관한 다단압 복수기의 개략 구성도이다.
 도 2는 도 1의 A-A 단면도이다.
 도 3은 골판 부재끼리의 사이를 하향 유동하는 저압측 복수와 고압측 증기의 관계를 도시하는 모식도이다.
 도 4는 본 발명의 제2 실시 형태에 관한 다단압 복수기의 저압측 복수기의 부분 개략 구성도이다.
 도 5는 본 발명의 제3 실시 형태에 관한 다단압 복수기의 개략 구성도이다.
 도 6은 본 발명의 제4 실시 형태에 관한 다단압 복수기의 골판 유닛을 도시하는 부분 개략 구성도이다.
 도 7은 종래의 다단압 복수기의 개략 구성도이다.
 도 8은 도 7에 도시한 다단압 복수기의 저압측 복수기의 변형예의 개략 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] (제1 실시 형태)
 [0031] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대해 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
 [0032] 도 1에는, 본 실시 형태에 관한 다단압 복수기의 개략 구성도가 도시되어 있다.
 [0033] 도 1에 도시한 바와 같이, 증기 터빈 플랜트(P)는, 증기 터빈(도시하지 않음)과, 다단압 복수기(1)와, 보일러(도시하지 않음)를 구비하고 있다.
 [0034] 증기 터빈 플랜트(P)에서는, 고압측 증기 터빈과 저압측 증기 터빈을 갖는 증기 터빈에서 팽창 일을 종료한 증기가, 증기 터빈으로부터 다단압 복수기(1)로 도입된다. 이 증기는, 다단압 복수기(1)에서 냉각됨으로써 응축되어 복수로 된다. 응축된 복수는, 급수 가열기(도시하지 않음)에 의해 가열된 후, 보일러에 공급된다. 보일러에 공급된 복수는, 증기로 되어 증기 터빈의 구동원으로서 사용된다.
 [0035] 도 1에 도시한 바와 같이, 다단압 복수기(1)는 증기 터빈의 배기 증기의 출구측에 연결된 고압측 복수기(2)와, 증기 터빈의 배기 증기의 출구측에 연결된 저압측 복수기(3)를 구비하고 있다.
 [0036] 고압측 복수기(2)는 고압측 동체(4)와, 고압측 동체(4) 내에 설치되어 있는 고압측 냉각관군(5)을 갖고 있다. 저압측 복수기(3)는 저압측 동체(6)와, 저압측 동체(6) 내에 설치되어 있는 저압측 냉각관군(7)을 갖고 있다.
 [0037] 고압측 복수기(2)의 고압측 동체(4)에 의해 고압실(8)이 형성되고, 저압측 복수기(3)의 저압측 동체(6)에 의해 저압실(9)이 형성되어 있다.
 [0038] 또한, 증기 터빈으로부터 고압실(8)에 도입된 증기는, 제1 증기압으로 된 고압측 증기로 되고, 증기 터빈으로부터 저압실(9)에 도입된 증기는, 제2 증기압으로 된 저압측 증기로 된다. 또한, 제2 증기압은 제1 증기압보다도 낮다.
 [0039] 저압측 복수기(3)는 저압측 복수기(3)를 상하 방향으로 분할하는 압력 격벽(11)에 의해 구획되어 있다. 저압측 냉각관군(7)은 압력 격벽(11)에 의해 구획되어 있는 저압측 복수기(3)의 상부에 설치되어 있다. 또한, 압력 격벽(11)에 의해 구획되어 있는 저압측 복수기(3)의 하부에는 재열실(12)이 설치되어 있다.
 [0040] 압력 격벽(11)은 2단 구성으로 되어 있고, 평면에서 볼 때 중앙 부근에 설치되어 있는 하단 영역은, 재열실(12)측으로 내려가 있다. 압력 격벽(11)의 하단 영역은, 복수개의 구멍(14)이 형성된 다공판(13)에 의해 구성되어 있다.
 [0041] 고압실(8)과 재열실(12)은 증기 덕트(16)에 의해 접속되고, 증기 덕트(16)로부터 고압실(8) 내의 고압측 증기가 재열실(12)에 보내진다. 이하의 설명에 있어서는, 증기 덕트(16)에 의해 재열실(12)에 도입되는 고압측 증기의

유로의 흐르는 방향을 유로 방향이라고 칭한다.

- [0042] 또한, 고압실(8)과 재열실(12)은, 하부에 있어서 연결관(17)에 의해 접속되어 있다. 복수는 연결관(17)에 의해 고압실(8)에 보내지고, 고압실(8)에서 고압측 복수에 혼합된다.
- [0043] 저압측 복수기(3)의 상부측에 설치되어 있는 저압측 냉각관군(7)에는, 냉각수가 도입된다. 저압측 냉각관군(7)에 도입된 냉각수는, 저압측 복수기(3)에 유도된 저압측 증기를 복수(이하, 저압측 복수라고 칭함)로 응축한다.
- [0044] 다공판(13)을 구성하는 복수개의 구멍(14)은 하향 유동 구멍으로, 저압측 복수기(3)의 상부측에 있어서 응축된 저압측 복수를 재열실(12)로 하향 유동하는 것이다.
- [0045] 도 2에 도시한 바와 같이, 다공판(13)의 하방[재열실(12)측]에는, 복수개의 골판 부재(20)로 이루어지는 골판 유닛(19)이 배치되어 있다. 골판 유닛(19)은 대략 직사각형 판 형상의 복수개(예를 들어, 100매)의 골판 부재(20)를, 예를 들어 5mm의 간격을 갖고 서로 평행하게 되도록 배치한 것으로, 골판 유닛(19) 전체가 대략 직육면체 형상으로 되어 있다. 또한, 골판 부재(20)는 면이 유로 방향을 따르도록 방향이 결정되어 있다. 즉, 증기 덕트(16)의 연장 방향을 따르도록 방향이 결정되어 있다.
- [0046] 도 2 및 도 3에 도시한 바와 같이, 골판 부재(20)는 유로 방향에서 본 형상이 저압측 복수의 하향 유동 방향을 향하여, 교대로 복수개(적어도 1개)의 산과 골을 형성하고 있는 요철 형상(지그재그 형상)을 이루고 있다. 즉, 유로 방향에서 볼 때 좌우에 형성되는 산과 골을 연직 방향을 따라 반복한 형상이다. 골판 부재(20)는, 예를 들어 SUS304에 의해 두께가 3mm로 되도록 제조되어 있다.
- [0047] 골판 유닛(19)을 구성하는 복수개의 골판 부재(20)는 서로 상기 산과 골이 연직 방향으로 정렬되도록 배치되어 있다. 즉, 인접하는 골판 부재(20)의 산끼리 및 골끼리가, 수평 방향으로 정렬되도록 배치되어 있다.
- [0048] 골판 유닛(19)의 하방이며, 재열실(12) 내의 하부에는 트레이(21)가 설치되어 있다. 트레이(21)는 그 하면이 저압측 동체(6)의 바닥면으로부터, 예를 들어 약 200mm의 거리로 되도록 설치되어 있다. 트레이(21)에는, 저압측 복수가 골판으로부터 하향 유동하도록 되어 있다. 트레이(21)에 하향 유동한 저압측 복수는, 트레이(21)에 포집(저류)되어 트레이(21)로부터 오버플로우하여 낙하하게 되어 있다.
- [0049] 골판 유닛(19)의 유로 방향 상류측의 단부에는, 정류판(22)이 설치되어 있다. 정류판(22)은 대략 직사각형 판 형상으로 되고, 유로 방향에서 볼 때 대략 직사각 형상으로 형성된 골판 유닛(19)의 외형과 동일 형상의 부재이다. 정류판(22)에는, 복수개의 구멍이, 예를 들어 격자 형상으로 균등하게 배치되어 있고, 이 복수개의 구멍을 통해 고압측 증기가 골판 유닛(19) 내에 도입되도록 배치되어 있다.
- [0050] 골판 유닛(19)의 유로 방향 하류측의 단부에는, 그 내부가 버퍼존(24)으로 된 버퍼 케이스(23)가 배치되어 있다. 버퍼 케이스(23)는 유로 방향에서 본 형상이 골판 유닛(19)의 외형과 대략 동일 형상으로 된 직육면체의 상자 형상으로 되어 있다. 상자형 형상의 버퍼 케이스(23)의 골판 유닛(19)에 면하는 측(유로 방향 상류측)은 개방되어 있고, 이에 의해, 골판 유닛(19)을 통과한 고압측 증기는, 버퍼 케이스(23)의 내부에 유입된다.
- [0051] 버퍼 케이스(23)의 상부에는, 벤트관(25)이 설치되어 있다. 벤트관(25)은 골판 유닛(19)의 출구 공간인 버퍼존(24)과 압력 격벽(11)의 상방을 접속하도록 설치된 판 형상 부재이다. 바꾸어 말하면, 벤트관(25)은 압력 격벽(11)을 관통하도록 설치되어 있고, 벤트관(25)의 상단부 개구는, 압력 격벽(11)의 상부에서 개방되고, 벤트관(25)의 하단부 개구는, 버퍼 케이스(23)에 접속되어 있다.
- [0052] 이어서, 상기한 바와 같이 구성되어 있는 다단압 복수기(1)에 의해 증기가 응축되어 복수로 되는 작용에 대해 설명한다.
- [0053] 저압측 복수기(3) 내에 설치되어 있는 저압측 냉각관군(7)에 냉각수로서, 예를 들어 해수가 공급된다. 저압측 냉각관군(7)에 공급된 해수는, 도시하지 않은 연결관으로부터 고압측 복수기(2)의 고압측 냉각관군(5)으로 송출된다. 고압측 냉각관군(5)에 송출된 해수는, 도시하지 않은 배출관으로부터 배출된다.
- [0054] 저압측 복수기(3)의 상부에는, 증기 터빈에서 일을 종료하여 배기된 저압측 증기가 유도된다. 저압측 복수기(3)의 상부에 유도된 저압측 증기는, 각 관 내에 해수가 유도된 저압측 냉각관군(7)에 의해 냉각됨으로써 응축되어, 예를 들어 약 33℃의 저압측 복수로 된다. 이와 같이 응축된 저압측 복수는, 저압측 복수기(3)의 상부[도 1에 있어서 압력 격벽(11)의 상방]에 저류되어, 복수 저류(10)를 형성한다. 복수 저류(10)의 수면과 저압측 냉각관군(7)의 최하단의 거리는, 소정의 거리인 약 30cm로 된다.

- [0055] 압력 격벽(11)의 다공판(13)에는 복수개의 구멍(14)이 형성되어 있으므로, 복수 저류(10)에 저류되어 있는 저압측 복수는, 구멍(14)으로부터 하향 유동한다. 구멍(14)을 하향 유동(통과)한 저압측 복수는, 다공판(13)의 하방에 설치되어 있는 골판 유닛(19)을 구성하는 복수개의 골판 부재(20)의 표면을 따라 하향 유동한다.
- [0056] 한편, 고압측 복수기(2) 내에는, 증기 터빈에서 일을 종료하여 배기된 고압측 증기가 유도된다. 고압측 복수기(2) 내에 유도된 고압측 증기는, 각 관 내에 해수가 유도된 고압측 냉각관군(5)에 의해 냉각됨으로써 응축되어 복수(이하, 고압측 복수라고 칭함)로 되어 고압측 복수기(2) 내에 저류된다.
- [0057] 고압측 복수기(2)와 저압측 복수기(3)의 재열실(12)은, 증기 덕트(16)에 의해 접속되어 있으므로, 고압측 복수기(2) 내의 고압측 증기가 증기 덕트(16)로부터 재열실(12)로 도입된다.
- [0058] 재열실(12)에 도입된 고압측 증기는, 정류판(22)의 구멍을 통해 골판 유닛(19) 내에 도입되고, 다공판(13)으로부터 골판 부재(20)의 표면을 따라 하향 유동하는 저압측 복수와 기액 접촉한다. 이때, 고압측 증기는 정류되고, 유로 방향에 직교하는 면 내에 있어서 유속이 균일화된다.
- [0059] 이때, 고압측 증기의 흐름은, 벤트관(25)에 의해 촉진된다. 즉, 벤트관(25)이 골판 유닛(19)을 통과한 고압측 증기가 유입되는 버퍼존(24)과, 이 버퍼존(24)보다도 압력이 낮은 압력 격벽(11)의 상방을 접촉하고 있음으로써, 강제적으로 고압측 증기를 뽑아내는 작용을 발휘한다. 즉, 골판 유닛(19) 내의 고압측 증기를 뽑아내는 강제 대류를 일으킴으로써, 골판 유닛(19) 내의 고압측 증기의 유속을 빠르게 한다.
- [0060] 골판 부재(20)의 표면을 따라 하향 유동한 저압측 복수는 골판 유닛(19)의 하단부로부터 트레이(21) 상에 포집된다. 트레이(21)에 포집된 저압측 복수는, 트레이(21)로부터 오버플로우하여 낙하한다. 즉, 트레이(21)로부터 낙하한 저압측 복수는, 재열실(12) 내에 저류되게 된다.
- [0061] 재열실(12)의 하부에는, 합류부(도시하지 않음)가 설치되어 있다. 합류부에는, 바이패스 수단으로서의 연결관(17)이 고압측 복수기(2)의 하부와와의 사이를 접속하고 있다. 고압측 복수기(2) 내에 저류된 고압측 복수는, 연결관(17)을 거쳐 합류부로 유도되어 저압측 복수와 합류되어 복수로 된다. 합류부에 있어서 합류된 복수는, 복수 펌프(도시하지 않음)에 의해 급수 가열기로 송출된다.
- [0062] 연결관(17)으로부터 합류부로 유도되는 고압측 복수는, 재열실(12)에 저류되어 있는 저압측 복수를 바이패스하여 합류부로 유도되도록 되어 있으므로, 합류부에서는 고압측 복수의 온도를 고온으로 유지한 채 복수에 합류시킬 수 있다. 따라서 고온의 복수를 복수 펌프로부터 송출할 수 있다.
- [0063] 상기 실시 형태에 따르면, 골판 유닛(19)을 구성하는 골판 부재(20)가 복수개의 요철 형상을 갖고 있는 점에서, 도 3에 도시한 바와 같이, 다공판(13)으로부터 하향 유동하는 저압측 복수는, 서로 이웃하는 2개의 골판 부재(20)의 경사면을 교대로 흐르고, 막 형상으로 된다. 또한, 저압측 복수가 골판 부재(20)의 표면을 이동(하향 유동)하는 시간이 증가한다. 그로 인해, 골판 부재(20)의 표면을 하향 유동하는 저압측 복수와 고압측 증기가 기액 접촉하는 시간이 증가한다. 이에 의해, 고압측 증기에 의해 가열되는 저압측 복수의 온도는, 골판 부재(20)를 사용하지 않았던 경우와 비교하여 고온으로 된다.
- [0064] 또한, 복수개의 골판 부재(20)는 저압측 복수의 하향 유동 방향 및 고압측 증기의 유로 방향을 따르도록 배치되어 있음으로써, 고압측 증기가 저압측 복수의 하향 유동 방향에 직교함과 함께, 고압측 증기가 골판 부재(20) 사이의 간극을 흐르게 된다. 이에 의해, 막 형상으로 하향 유동하는 저압측 복수와 고압측 증기가 보다 효율적으로 접촉하게 된다.
- [0065] 또한, 골판 유닛(19)보다도 유로 방향 하류측에, 골판 유닛(19) 내에 강제 대류를 발생시키는 송기 수단인 벤트관(25)을 설치함으로써, 골판 유닛(19)의 출구측(유로 방향 하류측)에 있어서의 고압측 증기의 흐름이 촉진되어, 유속의 저하가 방지된다. 이에 의해, 강제 대류 응축이 촉진되어, 골판 유닛(19)의 성능을 높일 수 있다.
- [0066] 또한, 골판 유닛(19)보다도 유로 방향 상류측에 정류판(22)을 배치한 것에 의해, 고압측 증기가 정류되어, 유로 방향에 직교하는 면 내에 있어서 유속이 균일화된다. 이에 의해, 유로 방향에 직교하는 면 내에 있어서의 유속이 불균일한 것에 의한 효율의 악화를 방지할 수 있다.
- [0067] 또한, 골판 부재(20)로부터 하향 유동한 저압측 복수를 저류하여 오버플로우시키는 트레이(21)를 골판 유닛(19)의 하방에 설치하는 것으로 하였다. 그로 인해, 트레이(21)로부터 오버플로우하여 하향 유동한 저압측 복수가 재열실(12)에 저류되어 있는 저압측 복수에 순환류를 발생시켜, 재열실(12)에 도입되는 고압측 증기와 넓은

면적으로 접촉하게 된다. 따라서 재열 효율을 증가시킬 수 있다.

- [0068] 이상에 의해, 양호한 열전달이 행해져 효율적으로 승온된 복수로 된다. 그로 인해, 저압측 복수가 낙하하는 거리, 즉, 압력 격벽(11)과 저압측 동체(6)의 바닥면의 거리를 바꾸는 일 없이 충분히 복수를 가열할 수 있다. 따라서 다단압 복수기(1)를 대형화하는 일 없이, 재열 효율을 한층 더 향상시킬 수 있다. 이에 의해, 증기 터빈 플랜트(도시하지 않음)의 전체 배치나 크기를 바꾸는 일 없이, 플랜트 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0069] (제2 실시 형태)
- [0070] 본 실시 형태의 다단압 복수기 및 이것을 구비하고 있는 증기 터빈은, 벤트관에 밸브체를 설치하고 있는 점에서 제1 실시 형태와 상이하고, 그 외는 마찬가지이다. 따라서 동일한 구성에 대해서는, 동일한 부호를 부여하고 그 설명을 생략한다.
- [0071] 도 4에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태의 다단압 복수기(1B)의 벤트관(25B)은, 버퍼 케이스(23)로부터 횡방향으로 저압측 동체(6)의 외부까지 연장된 후, 상방으로 연장시켜, 저압실(9) 내이며 압력 격벽(11)의 상방에 접속되어 있다. 즉, 골판 유닛(19)의 출구 공간인 버퍼존(24)과 압력 격벽(11)의 상방을 접속하고 있는 점에서는 제1 실시 형태와 동일하지만, 경로가 다르다.
- [0072] 또한, 벤트관(25B)의 도중이며, 저압측 동체(6)의 외부에는 밸브체(31)가 설치되어 있다. 밸브체(31)는, 예를 들어 나비 밸브이며, 벤트관(25B)을 흐르는 고압측 증기의 유량을 변경할 수 있다.
- [0073] 상기 실시 형태에 따르면, 벤트관(25B)을 흐르는 고압측 증기의 유량을 조정하는 밸브체(31)를 설치한 것에 의해, 벤트관(25B)에 의해 야기되는 강제 대류의 정도를 조정할 수 있어, 고압측 증기의 유속을 조정할 수 있다. 이에 의해, 예를 들어 고압측 증기의 유속이 커지는 것에 의한 저압측 냉각관군(7)의 부하를 고려한 후에, 벤트관(25B)에 의한 고압측 증기의 흐름의 축진을 조정할 수 있다.
- [0074] 또한, 고압측 증기의 유량을 조정하는 수단으로서, 상기한 밸브체(31)로 한정되는 일은 없고, 예를 들어 오리피스를 조정 수단으로서 사용해도 된다.
- [0075] (제3 실시 형태)
- [0076] 본 실시 형태의 다단압 복수기 및 이것을 구비하고 있는 증기 터빈은, 벤트관 및 버퍼 케이스를 없애고, 증기 덕트에 고압측 증기의 유속을 강제적으로 증가시키기 위한 팬을 설치한 점에서 제1 실시 형태와 상이하고, 그 외는 마찬가지이다. 따라서 동일한 구성에 대해서는, 동일한 부호를 부여하고 그 설명을 생략한다.
- [0077] 도 5에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태의 골판 유닛(19)의 유로 방향 상류측의 단부에는, 제1 실시 형태와 동일한 정류판(22)이 설치되어 있다. 한편, 골판 유닛(19)의 유로 방향 하류측은 개방되어 있다. 즉, 제1 실시 형태와는 달리, 벤트관 및 버퍼 케이스는 설치되어 있지 않다.
- [0078] 본 실시 형태의 증기 덕트(16)에는, 팬(32)이 배치되어 있다. 팬(32)은, 예를 들어 전기 모터에 의해 블레이드를 회전시킴으로써 송풍을 행하는 송풍기이며, 고압실(8)로부터 재열실(12)로 유입되는 기류의 흐름을 강화하도록(운동 에너지를 부여하도록) 설치되어 있다. 즉, 증기 덕트(16)를 통해 재열실(12)에 도입되는 고압측 증기의 유속이 높아진다.
- [0079] 상기 실시 형태에 따르면, 팬(32)에 의해, 정류판(22)을 통해 골판 유닛(19)에 유입되는 고압측 증기의 유속이 높아짐으로써, 강제 대류 응축이 촉진되어, 골판 유닛(19)의 성능을 높일 수 있다.
- [0080] (제4 실시 형태)
- [0081] 본 실시 형태의 다단압 복수기 및 이것을 구비하고 있는 증기 터빈은, 골판 부재가, 하향 유동하는 저압측 복수를 향하여 개방되는 포켓부를 갖는 점에서 제1 실시 형태와 상이하고, 그 외는 마찬가지이다. 따라서 동일한 구성에 대해서는, 동일한 부호를 부여하고 그 설명을 생략한다.
- [0082] 도 6에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태에 관한 다단압 복수기의 골판 부재(20)는 유로 방향에서 본 형상이 저압측 복수의 하향 유동 방향을 향하여, 교대로 복수개(적어도 1개)의 산과 골을 형성하고 있는 요철 형상을 이루고 있고, 또한, 요철 형상의 볼록 형상부에는, 골판 부재(20)의 표면을 따라 하향 유동하는 저압측 복수를 향하여 개방되어 있는 포켓부(33)를 갖고 있다.
- [0083] 다공판(13)의 구멍(14)으로부터 골판 부재(20)의 표면을 따라 하향 유동하는 저압측 복수는, 요철 형상의 볼록 형상부에 도달한다. 볼록 형상부에는, 저압측 복수의 하향 유동 방향을 향하여 개방되어 있는 포켓부(33)가 설

치되어 있으므로, 저압측 복수는 포켓부(33)에 유입된다.

- [0084] 포켓부(33)에 저류된 저압측 복수는, 포켓부(33)로부터 오버플로우하여 포켓부(33)의 하방의 골판 부재(20)의 오목 형상부의 표면을 따라 하향 유동한다. 이와 같이, 다공판(13)의 구멍(14)으로부터 하향 유동하는 저압측 복수는, 골판 부재(20)의 볼록 형상부의 표면으로부터 포켓부(33)로 유도되고, 포켓부(33)로부터 오버플로우하여 오목 형상부의 표면을 따라 하향 유동하는 것을 반복해서 트레이(21)에 낙하한다.
- [0085] 상기 실시 형태에 따르면, 골판 부재(20)의 볼록 형상부의 표면으로부터 포켓부(33)로 유도된 저압측 복수는, 포켓부(33)에 저류되어 있는 저압측 복수를 교반한다. 그로 인해, 저압측 복수와 고압측 증기의 접촉 면적이 증가한다. 이에 의해, 양호한 열전달이 행해져 골판 부재(20)를 하향 유동하는 저압측 복수를 효율적으로 승온할 수 있다.
- [0086] 또한, 본 발명의 기술 범위는 상기한 실시 형태로 한정되는 것은 아니고, 본 발명의 취지를 일탈하지 않는 범위에서, 다양한 변경을 가하는 것이 가능하다.
- [0087] 상기 각 실시 형태에서는, 다단압 복수기(1)로서 고압측 복수기(2)와 저압측 복수기(3)를 갖는 2단의 복수기를 사용하여 설명하였지만, 예를 들어 고압측 복수기, 중압측 복수기 및 저압측 복수기의 3단을 갖는 복수기이어도 된다. 이 경우에는, 고압측 복수기보다도 저압의 중압측 복수기 및 상기 중압측 복수기보다도 저압의 저압측 복수기에 각각 설치되는 압력 격벽의 하방에, 골판 유닛을 설치하게 된다.
- [0088] 또한, 상기 각 실시 형태에서는, 저압측 복수를 막 형상으로 하는 수단으로서, 복수개의 골판 부재를 사용하는 구성으로 하였지만, 이것으로 한정되는 일은 없고, 평판 형상의 트레이에 의해 저압측 복수를 막 형상으로 하고, 이 막 형상으로 된 저압측 복수에 벤트관에 의해 흐름이 촉진된 고압측 증기를 당게 하는 구성으로 해도 된다. 즉, 골판 유닛을 구비하지 않는 종래의 다단압 복수기에 정류관 및 벤트관을 설치한 구성으로 해도 된다.
- [0089] 또한, 상기 각 실시 형태에서는, 압력 격벽은 재열실측으로 1단 내려간 2단 구성으로 할 필요는 없고, 도 7에 도시한 바와 같은, 평판 구성으로 해도 된다.

산업상 이용가능성

- [0090] 본 발명은 압력이 상이한 복수개의 압력실과, 상기 압력실 중, 제1 증기압으로 유지하는 고압실과, 상기 압력실 중, 상기 제1 증기압보다도 낮은 제2 증기압으로 유지하는 저압실과, 상기 저압실 내를 상부와 하부로 구획하고, 복수개의 구멍을 갖는 다공판을 구비한 압력 격벽과, 상기 압력 격벽에 의해 구획된 상기 저압실의 상부에 설치되고, 도입된 냉각수에 의해 저압실에 도입된 저압측 증기와 열교환함으로써 상기 저압측 증기를 저압측 복수로 응축하는 냉각관군과, 상기 압력 격벽에 의해 구획된 상기 저압실의 하부에 위치하고, 상기 다공판을 통하여 하향 유동하는 상기 저압측 복수가 저류되는 재열실과, 상기 고압실 내의 고압실에 도입된 고압측 증기를 상기 재열실에 도입하는 고압측 증기 도입 수단과, 상기 재열실에 도입된 상기 고압측 증기의 유로 중에 설치되고, 상기 다공판을 통하여 하향 유동하는 상기 저압측 복수를, 표면상에서 분산시키면서 상기 재열실로 안내하는 액막화 수단과, 상기 고압측 증기 도입 수단에 의해 도입되는 상기 고압측 증기의 흐름을 촉진하는 송기 수단을 구비하는 다단압 복수기에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 액막화 수단에 의해 액막화된 저압측 복수와, 송기 수단에 의해 흐름이 촉진된 고압측 증기가 기액 접촉함으로써 강제 대류 응축이 촉진되므로, 저압측 복수를 더욱 가열할 수 있다.

부호의 설명

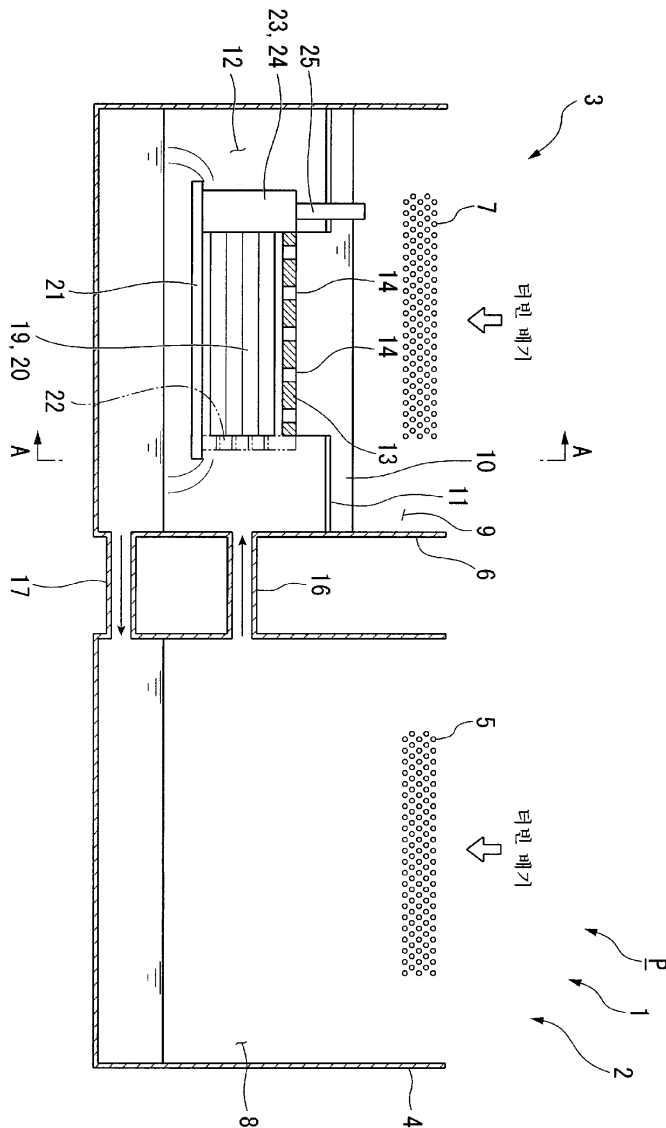
- [0091] P : 증기 터빈 플랜트

- 1 : 다단압 복수기
- 2 : 고압측 복수기
- 3 : 저압측 복수기
- 7 : 저압측 냉각관군(냉각관군)
- 8 : 고압실
- 9 : 저압실

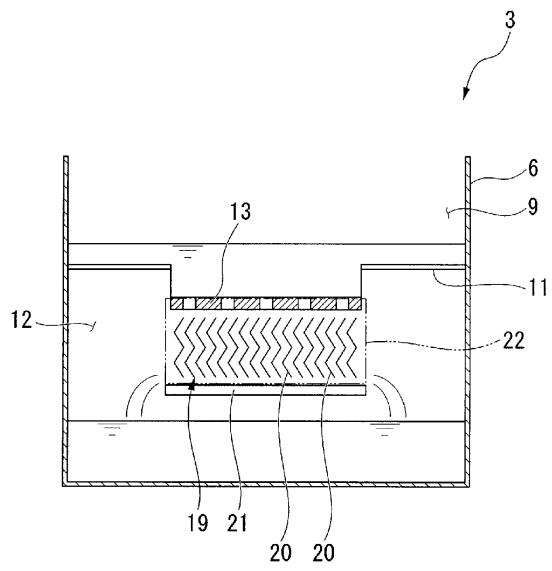
- 11 : 압력 격벽
- 12 : 재열실
- 13 : 다공판
- 14 : 구멍
- 16 : 증기 덕트(고압측 증기 도입 수단)
- 19 : 골판 유닛(액막화 수단)
- 20 : 골판 부재(판 형상 부재)
- 25 : 벤트관(송기 수단)
- 31 : 밸브체(조정 수단)
- 32 : 팬(송풍기)

도면

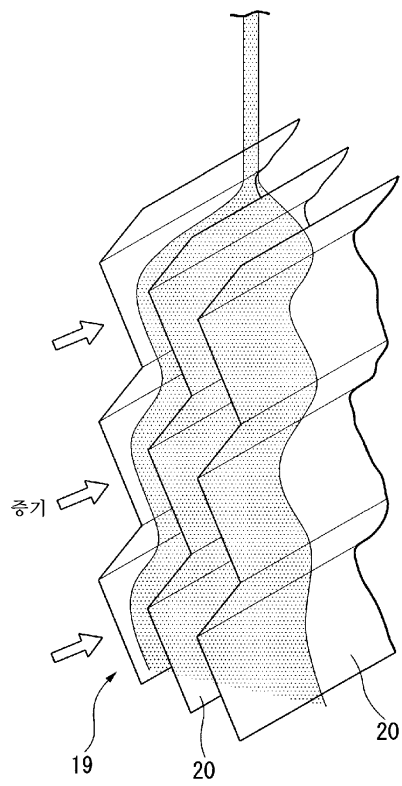
도면1



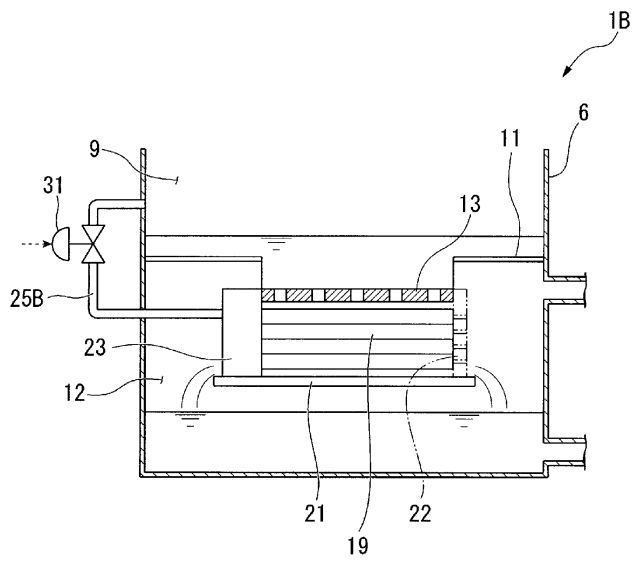
도면2



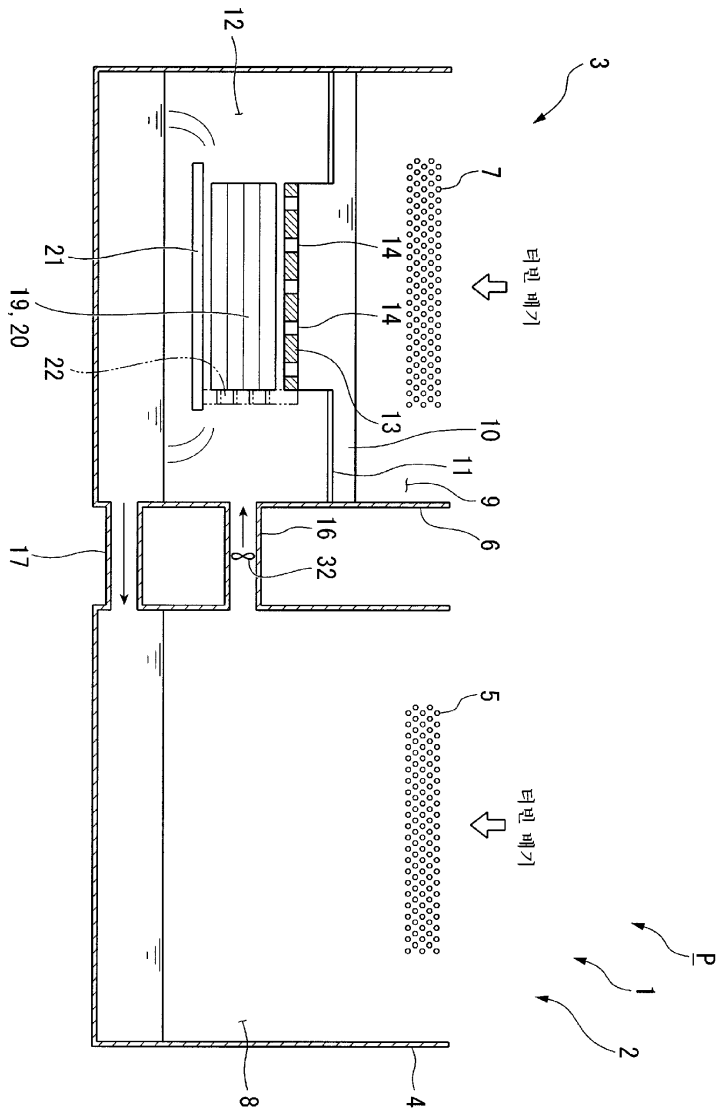
도면3



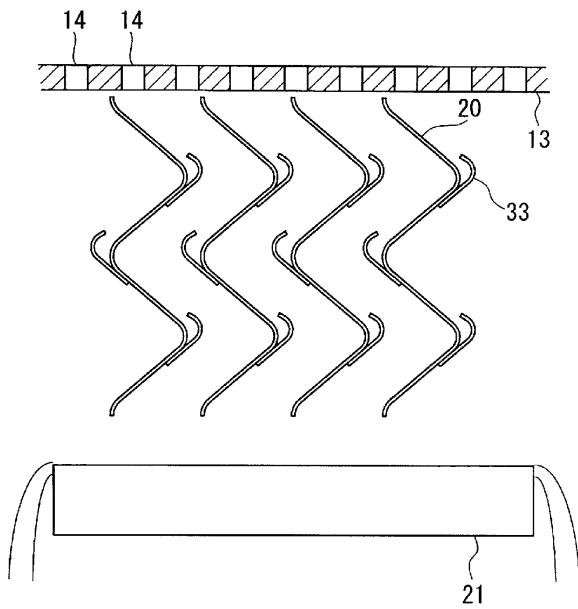
도면4



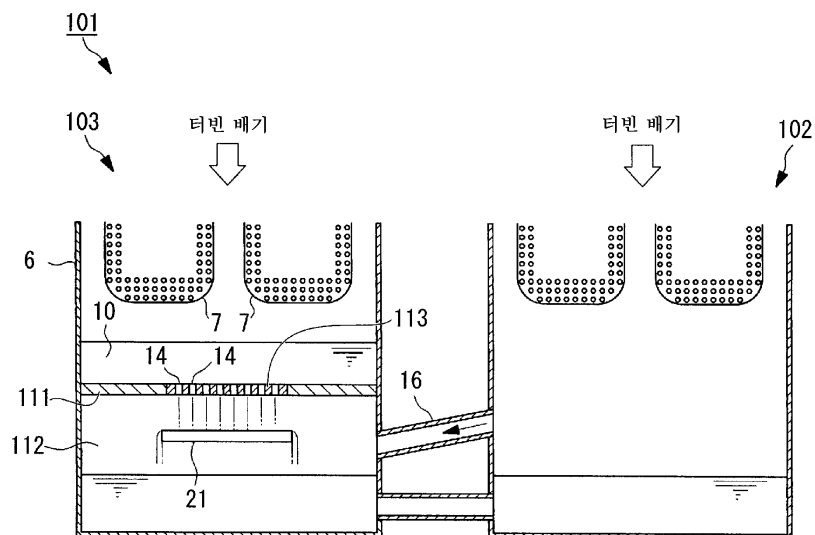
도면5



도면6



도면7



도면8

