(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0051288
(43) 공개일자 2024년04월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 19/00 (2006.01) *B01D 61/00* (2006.01)
B01D 63/04 (2006.01) *B01D 69/08* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01D 19/0031 (2013.01)
B01D 61/00 (2022.08)
(21) 출원번호 10-2024-7011346
(22) 출원일자(국제) 2022년12월23일
심사청구일자 2024년04월04일
(85) 번역문제출일자 2024년04월04일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2022/047699
(87) 국제공개번호 WO 2023/127743
국제공개일자 2023년07월06일
(30) 우선권주장
JP-P-2021-213996 2021년12월28일 일본(JP)

(71) 출원인
디아이씨 가부시끼가이샤
일본국 도쿄 174-8520 이타바시쿠 사카시타 3쵸메 35-58
(72) 발명자
야마모토 와타루
일본국 2908585 지바켄 이치하라시 야와타-가이간도리 12 디아이씨 가부시끼가이샤 지바 공장 내
오이 가즈미
일본국 2908585 지바켄 이치하라시 야와타-가이간도리 12 디아이씨 가부시끼가이샤 지바 공장 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
문두현

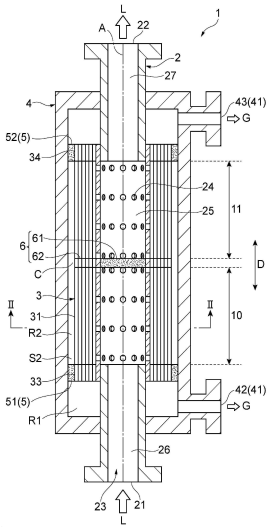
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **탈기 모듈 및 액체의 탈기 방법**

(57) 요 약

탈기 모듈은, 액체 공급구 및 액체 배출구를 갖는 파이프 내 유로를 형성함과 함께 상기 파이프 내 유로를 개방하는 복수의 구멍이 형성된 파이프와, 위사인 복수의 중공사막과 경사를 갖는 중공사막 직물이 상기 복수의 구멍을 덮도록 상기 파이프의 외주 측에 감겨 이루어지는 중공사막 그룹과, 상기 파이프의 외주면에 접속되어 상기 중공사막 그룹을 수용하는 하우징과, 상기 하우징 내의 영역을, 상기 복수의 중공사막의 각각의 내주 측 공간을 포함하는 내부 영역과, 상기 복수의 중공사막 사이의 막간 공간을 포함하는 외부 영역으로 구획하는 구획부와, 상기 내부 영역에 연통된 상기 하우징의 흡기구와, 상기 파이프 내 유로 및 상기 막간 공간을 파이프의 연장 방향으로 구획하는 배플을 구비하고, 상기 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 상기 경사의 직경의 비율은 0.6 이상이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B01D 63/04 (2013.01)
B01D 69/08 (2013.01)
(72) 발명자
모리노 아키노리
일본국 2908585 지바켄 이치하라시 야와타-가이간 도리 12 디아이씨 가부시끼가이샤 지바 공장 내
나라 류타
일본국 2908585 지바켄 이치하라시 야와타-가이간 도리 12 디아이씨 가부시끼가이샤 지바 공장 내

명 세 서

청구범위

청구항 1

액체 공급구 및 액체 배출구를 갖는 파이프 내 유로를 형성함과 함께 상기 파이프 내 유로를 개방하는 복수의 구멍이 형성된 파이프와,

위사(緯絲)인 복수의 중공사막(中空絲膜)과 경사(經絲)를 갖는 중공사막 직물이 상기 복수의 구멍을 덮도록 상기 파이프의 외주 측에 감겨 이루어지는 중공사막 그룹과,

상기 파이프의 외주면에 접속되어 상기 중공사막 그룹을 수용하는 하우징과,

상기 하우징 내의 영역을, 상기 복수의 중공사막의 각각의 내주 측 공간을 포함하는 내부 영역과, 상기 복수의 중공사막 사이의 막간 공간을 포함하는 외부 영역으로 구획하는 구획부와,

상기 내부 영역에 연통된 상기 하우징의 흡기구와,

상기 파이프 내 유로 및 상기 막간 공간을 파이프의 연장 방향으로 구획하는 배플(baffle)을 구비하고,

상기 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 상기 경사의 직경의 비율은, 0.6 이상인,

탈기 모듈.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 상기 경사의 직경의 비율은, 1.5 이하인,

탈기 모듈.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 경사의 직경은, 50㎛ 이상인,

탈기 모듈.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 경사의 직경은, 300㎛ 이하인,

탈기 모듈.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복수의 중공사막의 각각의 직경은, 50㎛ 이상 500㎛ 이하인,

탈기 모듈.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 상기 경사의 피치의 비율은, 600 이하인,

탈기 모듈.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 상기 경사의 피치의 비율은, 2 이상인,

탈기 모듈.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 경사의 피치는, 30㎜ 이하인,

탈기 모듈.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 경사의 피치는, 1㎜ 이상인,

탈기 모듈.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연장 방향과 직교하는 직교 단면(斷面)에 있어서의 상기 하우징과 상기 파이프 사이의 영역을 수용 영역으로 하고, 상기 직교 단면에 있어서의 상기 하우징과 상기 파이프 사이의 상기 복수의 중공사막을 제외한 영역을 공간 영역으로 했을 경우, 상기 수용 영역의 면적에 대한 상기 공간 영역의 면적의 비율인 공극률은, 30% 이상 80% 이하인,

탈기 모듈.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 배플은,

상기 파이프의 내주 측에 배치되어 상기 파이프 내 유로를 상기 연장 방향으로 구획하는 내측 배플과,

상기 파이프의 외주 측에 배치되어 상기 막간 공간을 상기 연장 방향으로 구획하는 외측 배플을 갖는,

탈기 모듈.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 구획부는,

상기 연장 방향에 있어서의 상기 중공사막 그룹의 한쪽 측의 제1 단부에 배치되는 제1 봉지부와,

상기 연장 방향에 있어서의 상기 중공사막 그룹의 다른 쪽 측의 제2 단부에 배치되는 제2 봉지부를 갖고,

상기 제1 봉지부 및 상기 제2 봉지부의 각각은, 상기 연장 방향과 직교하는 직교 단면에 있어서, 상기 파이프와 상기 하우징 사이의, 상기 복수의 중공사막을 제외한 전역(全域)에 충전되어 있고,

상기 파이프의 상기 복수의 구멍은, 상기 연장 방향에 있어서의 상기 제1 봉지부와 상기 제2 봉지부 사이에 형성되어 있는,

탈기 모듈.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 흡기구는,

상기 연장 방향에 있어서의 상기 제1 봉지부의 상기 제2 봉지부와는 반대 측에 형성된 제1 흡기구와,

상기 연장 방향에 있어서의 상기 제2 봉지부의 상기 제1 봉지부와는 반대 측에 형성된 제2 흡기구를 갖는,

탈기 모듈.

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 기재된 탈기 모듈에 있어서, 상기 흡기구로부터 상기 내부 영역을 흡기함과 함께, 상기 액체 공급구로부터 상기 파이프 내 유로에 액체를 공급하는,

액체의 탈기 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 일 측면은, 액체를 탈기(脫氣)하는 탈기 모듈 및 액체의 탈기 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래로부터, 복수의 중공사막(中空絲膜)을 사용해서 액체를 탈기하는 탈기 모듈이 알려져 있다. 이러한 탈기 모듈로서, 예를 들면, 특허문헌 1에 기재된 접촉기가 있다. 특허문헌 1에 기재된 접촉기는, 구멍이 뚫린 파이프와, 파이프를 둘러싸는 복수의 중공사막과, 액체의 흐름을 방향 전환하는 배플(baffle)과, 복수의 중공사막의 단부(端部)를 파이프에 고정하는 관 시트와, 복수의 중공사막을 수용하는 쉘과, 쉘에 형성된 흡기구를 구비한다. 이 접촉기에서는, 파이프에 액체가 공급되면, 액체는, 배플의 상류 측에 있어서 파이프로부터 나와, 복수의 중공사막 사이의 막간 공간을 지나고, 배플과 쉘 사이를 지나고, 그 후, 복수의 중공사막 사이의 막간 공간을 지나고, 배플의 하류 측에 있어서 다시 파이프에 들어간다. 이 때, 흡기구로부터 중공사막의 내강이 진공 흡인됨으로써, 액체의 동반 가스가 중공사막의 내강 측으로 이동하여, 액체가 탈기된다. 그리고, 탈기된 액체는, 파이프로부터 배출된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본국 특개2003-038904호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 특허문헌 1에 기재된 접촉기와 같이, 탈기 모듈에 배플을 설치함으로써, 탈기 모듈의 탈기 성능을 향상시킬 수 있다. 특히, 대형의 탈기 모듈에 있어서는, 그 효과가 크다.

[0005] 그러나, 특허문헌 1에 기재된 접촉기에서는, 배플의 하류 측의 복수의 중공사막은, 배플을 넘어 다시 파이프에 들어가는 액체의 흐름에 의해 파이프 측에 압압된다. 그 결과, 외주 측의 중공사막이 내주 측의 중공사막 사이에 잠입하는 등 해서 액체의 유로로 되는 복수의 중공사막 사이의 막간 공간이 좁아져, 액체의 압력 손실이 높아진다는 문제가 있다.

[0006] 그래서, 본 발명의 일 측면은, 액체의 압력 손실을 저감할 수 있는 탈기 모듈 및 액체의 탈기 방법을 제공하는 것을 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 측면의 탈기 모듈은, 액체 공급구 및 액체 배출구를 갖는 파이프 내 유로를 형성함과 함께 파이프

내 유로를 개방하는 복수의 구멍이 형성된 파이프와, 위사(緯絲)인 복수의 중공사막과 경사(經絲)를 갖는 중공사막 직물이 복수의 구멍을 덮도록 파이프의 외주 측에 감겨 이루어지는 중공사막 그룹과, 파이프의 외주면에 접속되어 중공사막 그룹을 수용하는 하우징과, 하우징 내의 영역을, 복수의 중공사막의 각각의 내주 측 공간을 포함하는 내부 영역과, 복수의 중공사막 사이의 막간 공간을 포함하는 외부 영역으로 구획하는 구획부와, 내부 영역에 연통된 하우징의 흡기구와, 파이프 내 유로 및 막간 공간을 파이프의 연장 방향으로 구획하는 배플을 구비하고, 경사의 직경에 대한 복수의 중공사막의 각각의 직경의 비율은, 0.6 이상이다.

[0008] 이 탈기 모듈에서는, 흡기구로부터 내부 영역을 흡기함과 함께 액체 공급구로부터 파이프 내 유로에 액체를 공급함으로써, 액체를 탈기할 수 있다. 그리고, 파이프 내 유로 및 막간 공간이 배플에 의해 연장 방향으로 구획되어 있다. 이 때문에, 액체 공급구로부터 파이프 내 유로에 액체를 공급하면, 액체는, 배플의 액체 공급구 측에 있어서 파이프로부터 나와, 막간 공간을 지나고, 배플과 하우징 사이의 배플 클리어런스를 지나고, 막간 공간을 지나고, 배플의 액체 배출구 측에 있어서 다시 파이프에 들어간다. 이와 같이, 배플에 의해 액체의 흐름을 복잡하게 함으로써, 배플을 구비하지 않는 경우에 비해, 탈기 성능을 향상시킬 수 있다.

[0009] 그런데, 중공사막 직물의 경사는, 복수의 중공사막과는 달리 액체의 탈기에 기여하지 않고, 반대로, 액체의 유통을 저해하는 것으로 된다. 이 때문에, 종래는, 경사의 직경을, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 비해 극히 작은 것으로 하고 있었다. 그러나, 본 발명자들의 예의 검토의 결과, 공극률이 변하지 않는 경우는, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 직경의 비율을 크게 함으로써, 액체의 압력 손실을 저감할 수 있다는 지견을 얻을 수 있었다. 즉, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 직경의 비율을 0.6 이상으로 함으로써, 배플을 넘어 다시 파이프에 들어가는 액체의 흐름에 의해 복수의 중공사막이 파이프 측에 압압되었을 때의, 복수의 중공사막 사이의 막간 공간의 감소 정도를 작게 할 수 있다. 이에 의해, 액체의 압력 손실을 저감할 수 있다.

[0010] 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 직경의 비율은, 1.5 이하여도 된다. 이와 같이, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 직경의 비율을 1.5 이하로 함으로써, 하우징에 수용하는 복수의 중공사막의 개수 및 복수의 중공사막의 막 면적이 과소(過小)해지는 것을 억제할 수 있다.

[0011] 경사의 직경은, 50㎛ 이상이어도 된다. 이와 같이, 경사의 직경을 50㎛ 이상으로 함으로써, 배플을 넘어 다시 파이프에 들어가는 액체의 흐름에 의해 복수의 중공사막이 파이프 측에 압압되었을 때에, 외주 측의 중공사막과 내주 측의 중공사막 사이에 공간이 남기 쉬워진다. 이에 의해, 액체의 압력 손실을 적절히 저감할 수 있다.

[0012] 경사의 직경은, 300㎛ 이하여도 된다. 이와 같이, 경사의 직경을 300㎛ 이하로 함으로써, 하우징에 수용하는 복수의 중공사막의 개수 및 복수의 중공사막의 막 면적이 과소해지는 것을 억제할 수 있다.

[0013] 복수의 중공사막의 각각의 직경은, 50㎛ 이상 500㎛ 이하여도 된다. 이와 같이, 복수의 중공사막의 각각의 직경을 50㎛ 이상 500㎛ 이하로 함으로써, 복수의 중공사막의 파단을 억제하면서, 하우징에 수용하는 복수의 중공사막의 개수 및 복수의 중공사막의 막 면적을 충분히 확보할 수 있다.

[0014] 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 피치의 비율은, 600 이하여도 된다. 이와 같이, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 피치의 비율을 600 이하로 함으로써, 배플을 넘어 다시 파이프에 들어가는 액체의 흐름에 의해 복수의 중공사막이 파이프 측에 압압된 액체의 압력 손실을 보다 저감할 수 있다.

[0015] 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 피치의 비율은, 2 이상이어도 된다. 이와 같이, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 피치의 비율을 2 이상으로 함으로써, 경사를 통과하는 것에 의한 액체의 압력 손실을 저감할 수 있다.

[0016] 경사의 피치는, 30㎜ 이하여도 된다. 이와 같이, 경사의 피치를 30㎜ 이하로 함으로써, 배플을 넘어 다시 파이프에 들어가는 액체의 흐름에 의해 복수의 중공사막이 파이프 측에 압압되었을 때의, 복수의 중공사막의 각각의 변형 정도를 작게 할 수 있다. 이에 의해, 액체의 압력 손실을 적절히 저감할 수 있다.

[0017] 경사의 피치는, 1㎜ 이상이어도 된다. 이와 같이, 경사의 피치를 1㎜ 이상으로 함으로써, 경사를 통과하는 것에 의한 액체의 압력 손실을 적절히 저감할 수 있다.

[0018] 연장 방향과 직교하는 직교 단면(斷面)에 있어서의 하우징과 파이프 사이의 영역을 수용 영역으로 하고, 직교 단면에 있어서의 하우징과 파이프 사이의 복수의 중공사막을 제외한 영역을 공간 영역으로 했을 경우, 수용 영역의 면적에 대한 공간 영역의 면적의 비율인 공극률은, 30% 이상 80% 이하여도 된다. 이와 같이, 수용 영역의 면적에 대한 공간 영역의 면적의 비율인 공극률을 30% 이상 80% 이하로 함으로써, 액체의 압력 손실을 저감하면

서, 하우징에 수용하는 복수의 중공사막의 개수 및 복수의 중공사막의 막 면적을 충분히 확보할 수 있다.

[0019] 배플은, 파이프의 내주 측에 배치되어 파이프 내 유로를 연장 방향으로 구획하는 내측 배플과, 파이프의 외주 측에 배치되어 막간 공간을 연장 방향으로 구획하는 외측 배플을 가져도 된다. 이 탈기 모듈에서는, 배플이 파이프의 내주 측에 배치되는 내측 배플과 파이프의 외주 측에 배치되는 외측 배플을 갖기 때문에, 파이프를 연장 방향으로 분할하지 않고 배플을 배치할 수 있다.

[0020] 구획부는, 연장 방향에 있어서의 중공사막 그룹의 한쪽 측의 제1 단부에 배치되는 제1 봉지부와, 연장 방향에 있어서의 중공사막 그룹의 다른 쪽 측의 제2 단부에 배치되는 제2 봉지부를 갖고, 제1 봉지부 및 제2 봉지부의 각각은, 연장 방향과 직교하는 직교 단면에 있어서, 파이프와 하우징 사이의, 복수의 중공사막을 제외한 전역(全域)에 충전되어 있고, 파이프의 복수의 구멍은, 연장 방향에 있어서의 제1 봉지부와 제2 봉지부 사이에 형성되어 있어도 된다. 이 탈기 모듈에서는, 제1 봉지부 및 제2 봉지부의 각각이, 연장 방향과 직교하는 직교 단면에 있어서 파이프와 하우징 사이의 복수의 중공사막을 제외한 전역에 충전되어 있고, 파이프의 복수의 구멍이 제1 봉지부와 제2 봉지부 사이에 형성되어 있다. 이 때문에, 제1 봉지부 및 제2 봉지부에 의해, 하우징 내의 영역을 내부 영역과 외부 영역으로 구획할 수 있다. 그리고, 제1 봉지부 및 제2 봉지부가, 연장 방향에 있어서의 중공사막 그룹의 한쪽 측의 제1 단부 및 다른 쪽 측의 제2 단부에 배치되어 있기 때문에, 연장 방향으로 긴 범위에서, 액체를 복수의 중공사막에 접촉시킬 수 있다.

[0021] 흡기구는, 연장 방향에 있어서의 제1 봉지부의 제2 봉지부와는 반대 측에 형성된 제1 흡기구와, 연장 방향에 있어서의 제2 봉지부의 제1 봉지부와는 반대 측에 형성된 제2 흡기구를 가져도 된다. 이 탈기 모듈에서는, 연장 방향에 있어서의 제1 봉지부 및 제2 봉지부의 외측에 제1 흡기구 및 제2 흡기구가 형성되어 있기 때문에, 복수의 중공사막의 양단으로부터 복수의 중공사막의 각각의 내주 측 공간을 흡기할 수 있다. 이에 의해, 액체의 탈기 효율을 향상시킬 수 있다.

[0022] 본 발명의 일 측면에 따른 액체의 탈기 방법은, 상술한 어느 하나의 탈기 모듈에 있어서, 흡기구로부터 내부 영역을 흡기함과 함께, 액체 공급구로부터 파이프 내 유로에 액체를 공급한다. 이 액체의 탈기 방법에서는, 상술한 어느 하나의 탈기 모듈을 사용해서 액체를 탈기하기 때문에, 액체의 압력 손실을 저감할 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명의 일 측면에 따르면, 액체의 압력 손실을 저감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 실시형태에 따른 탈기 모듈의 개략 단면도이다.

도 2는 도 1에 나타내는 II-II선에 있어서의 개략 단면도이다.

도 3은 도 1에 나타내는 탈기 모듈의 일부를 확대한 개략 단면도이다.

도 4는 도 1에 나타내는 탈기 모듈의 일부를 확대한 개략 단면도이다.

도 5는 도 1에 나타내는 탈기 모듈의 일부를 확대한 개략 단면도이다.

도 6은 중공사막 직물의 일부를 나타내는 모식도이다.

도 7은 배플의 형성 방법의 일례를 설명하는 개략 단면도이다.

도 8은 배플의 형성 방법의 일례를 설명하는 개략 단면도이다.

도 9는 도 2의 일부를 확대한 개략 단면도이다.

도 10은 압력 손실의 계측 결과를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 도면을 참조해서, 실시형태의 탈기 모듈 및 액의 탈기 방법에 대해 설명한다. 또한, 전체 도면 중, 동일 또는 상당 부분에는 동일 부호를 부여하고, 중복되는 설명을 생략한다.

[0026] 도 1은, 실시형태에 따른 탈기 모듈의 개략 단면도이다. 도 2는, 도 1에 나타내는 II-II선에 있어서의 개략 단면도이다. 도 3~도 5는, 도 1에 나타내는 탈기 모듈의 일부를 확대한 개략 단면도이다. 도 1~도 5에 나타내는

바와 같이, 실시형태에 따른 탈기 모듈(1)은, 액체(L)를 탈기하기 위한 모듈이다. 탈기 모듈(1)이 탈기하는 액체(L)는, 특별히 한정되는 것은 아니지만, 예를 들면, 해수, 음료수, 순수, 초순수 등의 물, 황산암모늄, 계면활성제 등을 용해시킨 수용액, 알코올, 탄화수소 등의 유기 용제, 이온성 액체 등이다.

[0027] 탈기 모듈(1)은, 파이프(2)와, 중공사막 그룹(3)과, 하우징(4)과, 구획부(5)와, 배플(6)을 구비한다.

[0028] 파이프(2)는, 중심축선(A)을 따라 직선 형상으로 연장되는 원통 형상의 부재이다. 파이프(2)가 원통 형상으로 연장되는 방향, 즉, 중심축선(A)의 방향을, 연장 방향(D)이라 한다. 파이프(2)는, 액체 공급구(21) 및 액체 배출구(22)를 갖는 파이프 내 유로(23)를 형성한다. 파이프 내 유로(23)는, 파이프(2)의 내주면에 의해 형성된, 액체(L)가 유통 가능한 유로이다.

[0029] 파이프(2)에는, 파이프 내 유로(23)를 개방하는 복수의 구멍(24)이 형성되어 있다. 복수의 구멍(24)은, 파이프 내 유로(23)로부터 파이프(2)의 외측으로 액체(L)를 내보냄과 함께, 파이프(2)의 외측으로부터 파이프 내 유로(23)에 액체(L)를 넣기 위한 구멍이다.

[0030] 파이프(2)는, 구멍 형성부(25)와, 제1 구멍 비형성부(26)와, 제2 구멍 비형성부(27)를 갖는다. 구멍 형성부(25)는, 복수의 구멍(24)이 형성되어 있는 부분이다. 제1 구멍 비형성부(26) 및 제2 구멍 비형성부(27)는, 복수의 구멍(24)이 형성되지 않는 부분이다. 구멍 형성부(25)는, 연장 방향(D)에 있어서의 파이프(2)의 중앙부에 위치해 있다. 제1 구멍 비형성부(26)는, 연장 방향(D)에 있어서의 구멍 형성부(25)의 액체 공급구(21) 측에 인접해 있다. 제2 구멍 비형성부(27)는, 연장 방향(D)에 있어서의 구멍 형성부(25)의 액체 배출구(22) 측에 인접해 있다.

[0031] 구멍 형성부(25), 제1 구멍 비형성부(26), 및 제2 구멍 비형성부(27)의 내경 및 외경은, 특별히 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 복수의 구멍(24)의 총면적을 증대하는 관점에서, 구멍 형성부(25)의 내경 및 외경은, 제1 구멍 비형성부(26) 및 제2 구멍 비형성부(27)의 내경 및 외경보다 커도 된다. 예를 들면, 구멍 형성부(25), 제1 구멍 비형성부(26), 및 제2 구멍 비형성부(27)가 별개의 부재로 되어 있고, 대경의 구멍 형성부(25)의 양단에 소경의 제1 구멍 비형성부(26) 및 제2 구멍 비형성부(27)가 삽입됨으로써, 파이프(2)가 구성되어 있어도 된다.

[0032] 중공사막 그룹(3)은, 중공사막 직물(8)이 복수의 구멍(24)을 덮도록 파이프(2)의 외주 측에 감겨 이루어진다. 즉, 중공사막 그룹(3)은, 복수의 구멍(24)을 덮도록 파이프(2)의 외주 측에 배치된 중공사막 직물(8)에 의해 구성되어 있다.

[0033] 도 6은, 중공사막 직물의 일부를 나타내는 모식도이다. 도 6에 나타내는 바와 같이, 중공사막 직물(8)은, 위사인 복수의 중공사막(31)과, 경사(9)를 갖는다. 중공사막 직물(8)은, 대략 평행하게 배치된 복수의 중공사막(31)과, 복수의 중공사막(31)과 대략 직교하는 방향으로 연장되는 경사(9)가 직조되어 구성되어 있다. 복수의 중공사막(31)과 경사(9)의 직조 구조는, 특별히 한정되는 것은 아니고, 다양한 직조 구조를 채용할 수 있다. 그리고, 중공사막 직물(8)은, 복수의 중공사막(31)이, 파이프(2)와 마찬가지로 연장 방향(D)으로 연장되도록, 파이프(2)에 감겨 있다.

[0034] 복수의 중공사막(31)의 각각은, 기체(G)는 투과하지만 액체(L)는 투과하지 않는 중공사 형상의 막이다. 복수의 중공사막(31)의 각각의 소재, 막 형상, 막 형태 등은, 특별히 제한되지 않는다. 복수의 중공사막(31)의 각각의 소재로서는, 예를 들면, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 폴리메틸펜텐 등의 폴리올레핀계 수지, 폴리디메틸실록산 그 공중합체 등의 실리콘계 수지, PTFE, 불화비닐리덴 등의 불소계 수지를 들 수 있다. 복수의 중공사막(31)의 각각의 막 형상(측벽의 형상)으로서는, 예를 들면, 다공질막, 미(微)다공막, 다공질을 갖지 않는 균질막(비다공막)을 들 수 있다. 복수의 중공사막(31)의 각각의 막 형태로서는, 예를 들면, 막 전체의 화학적 혹은 물리적 구조가 균질한 대칭막(균질막), 막의 화학적 혹은 물리적 구조가 막의 부분에 따라 서로 다른 비대칭막(불균질막)을 들 수 있다. 비대칭막(불균질막)은, 비다공질의 치밀층과 다공질을 갖는 막이다. 이 경우, 치밀층은, 막의 표층 부분 또는 다공질막 내부 등, 막 중의 어디에 형성되어 있어도 된다. 불균질막에는, 화학 구조가 서로 다른 복합막, 3층 구조와 같은 다층 구조막도 포함된다. 특히 폴리4-메틸펜텐-1 수지를 사용한 불균질막은, 액체(L)를 차단하는 치밀층을 갖기 때문에, 특히 바람직하다. 또한, 외부 관류형(灌流型)에 사용하는 경우는, 치밀층이 외표면에 형성되어 있는 것이 바람직하다.

[0035] 도 1~도 5에 나타내는 바와 같이, 중공사막 그룹(3)은, 파이프(2)의 구멍 형성부(25)의 외주 측에 배치되어 있고, 파이프(2)의 제1 구멍 비형성부(26) 및 제2 구멍 비형성부(27)의 외주 측에 배치되어 있지 않다. 즉, 중공사막 그룹(3)은, 중공사막 직물이 구멍 형성부(25)에 감겨 구성되어 있다. 이 때문에, 중공사막 그룹(3)은, 대

략 원통 형상으로 형성되어 있다.

[0036] 중공사막 그룹(3)에 있어서는, 복수의 중공사막(31) 사이(인접하는 중공사막(31) 사이)에, 액체(L)가 유통하는 것이 가능한 막간 공간(S1)이 형성되어 있다. 막간 공간(S1)은, 파이프(2)의 둘레 방향에 있어서의 복수의 중공사막(31) 사이에도 형성되어 있고, 파이프(2)의 둘레 방향에 있어서의 복수의 중공사막(31) 사이에도 형성되어 있다. 즉, 막간 공간(S1)은, 중공사막 직물(8)에 있어서의 인접하는 중공사막(31) 사이에도 형성되어 있고, 내주 측의 중공사막 직물(8)에 있어서의 중공사막(31)(내주 측의 중공사막(31))과 외주 측의 중공사막 직물(8)에 있어서의 중공사막(31)(외주 측의 중공사막(31)) 사이에도 형성되어 있다.

[0037] 하우징(4)은, 파이프(2)의 외주면에 접속되어, 중공사막 그룹(3)을 수용한다. 하우징(4)은, 파이프(2)의 연장 방향(D)으로 연장되는 원통 형상으로 형성되어 있다. 하우징(4)의 연장 방향(D)에 있어서의 양 단부는, 파이프(2)의 외주면에 기밀하게 접속되어 있다. 파이프(2)에 대한 하우징(4)의 접속은, 예를 들면, 용착, 접착 등에 의해 행할 수 있다. 파이프(2)의 양 단부는, 하우징(4)으로부터 돌출해 있지 않아도 되지만, 본 실시형태에서는, 파이프(2)에 대한 타 부재의 접속 용이성의 관점에서, 파이프(2)의 양 단부는, 하우징(4)으로부터 돌출해 있다.

[0038] 하우징(4)에는, 흡기구(41)가 형성되어 있다. 흡기구(41)는, 하우징(4)으로부터 흡기하기 위한 개구이다. 흡기구(41)는, 제1 흡기구(42) 및 제2 흡기구(43)에 의해 구성된다. 제1 흡기구(42) 및 제2 흡기구(43)의 각각은, 하우징(4)으로부터 흡기하기 위한 개구이다. 제1 흡기구(42) 및 제2 흡기구(43)에는, 예를 들면, 진공 펌프 등의 흡인 장치(도시 생략)가 접속된다.

[0039] 하우징(4) 내에는, 액체 유통 공간(S2)이 형성되어 있다. 액체 유통 공간(S2)은, 중공사막 그룹(3)과 하우징(4) 사이의, 액체(L)가 유통 가능한 공간이다. 액체 유통 공간(S2)은, 적어도 탈기 모듈(1)의 미사용 상태에 있어서 중공사막 그룹(3)과 하우징(4) 사이에 형성되는 공간이다. 이 때문에, 탈기 모듈(1)의 미사용 상태에 있어서는, 중공사막 그룹(3)은, 하우징(4)의 내주면에 맞닿아져 있지 않다. 또한, 탈기 모듈(1)의 사용 후는, 복수의 중공사막(31)의 팽윤(膨潤)에 의해, 중공사막 그룹(3)이 하우징(4)의 내주면에 맞닿는 경우도 있다.

[0040] 구획부(5)는, 하우징(4) 내의 영역을, 내부 영역(R1)과 외부 영역(R2)으로 구획한다. 내부 영역(R1)은, 복수의 중공사막(31)의 각각의 내주 측 공간(32)을 포함하는 영역이다. 외부 영역(R2)은, 막간 공간(S1)을 포함하는 영역이다. 이 때문에, 복수의 중공사막(31)의 각각은, 내부 영역(R1)과 외부 영역(R2)의 경계로 된다. 그리고, 복수의 중공사막(31)의 각각은, 외부 영역(R2)으로부터 내부 영역(R1)으로의 액체(L)의 통과를 저지하고, 외부 영역(R2)으로부터 내부 영역(R1)으로의 기체(G)(액체(L)의 용존 기체, 액체(L)에 포함되는 기포 등)의 통과를 허용한다.

[0041] 구획부(5)는, 제1 봉지부(51)와, 제2 봉지부(52)를 갖는다. 제1 봉지부(51)는, 연장 방향(D)에 있어서의 중공사막 그룹(3)의 한쪽 측의 제1 단부(33)에 배치되어 있다. 제1 단부(33)는, 연장 방향(D)에 있어서의 액체 공급구(21) 측의 단부이다. 중공사막 그룹(3)의 제1 단부(33)는, 제1 봉지부(51)에 의해 파이프(2)의 외주면 및 하우징(4)의 내주면에 고정되어 있다. 제2 봉지부(52)는, 연장 방향(D)에 있어서의 중공사막 그룹(3)의 다른 쪽 측의 제2 단부(34)에 배치되어 있다. 제2 단부(34)는, 연장 방향(D)에 있어서의 액체 배출구(22) 측의 단부이다. 중공사막 그룹(3)의 제2 단부(34)는, 제2 봉지부(52)에 의해 파이프(2)의 외주면 및 하우징(4)의 내주면에 고정되어 있다. 제1 봉지부(51) 및 제2 봉지부(52)는, 예를 들면, 수지에 의해 형성되어 있다. 제1 봉지부(51) 및 제2 봉지부(52)에 사용하는 수지로서는, 예를 들면, 에폭시 수지, 우레탄 수지, 자외선 경화형 수지, 폴리에틸렌이나 폴리프로필렌 등의 폴리올레핀 수지를 들 수 있다.

[0042] 제1 봉지부(51) 및 제2 봉지부(52)의 각각은, 연장 방향(D)과 직교하는 직교 단면에 있어서, 파이프(2)와 하우징(4) 사이의, 복수의 중공사막(31)을 제외한 전역에 충전되어 있다. 즉, 제1 봉지부(51) 및 제2 봉지부(52)의 각각은, 파이프(2)와 중공사막 그룹(3) 사이, 복수의 중공사막(31) 사이, 및 중공사막 그룹(3)과 하우징(4) 사이에 충전되어 있다. 그리고, 복수의 중공사막(31)의 각각의 내주 측 공간(32)은, 제1 봉지부(51)로부터 액체 공급구(21) 측에 개방되어 있음과 함께, 제2 봉지부(52)로부터 액체 배출구(22) 측에 개방되어 있다.

[0043] 제1 봉지부(51)는, 연장 방향(D)에 있어서의 구멍 형성부(25)와 제1 구멍 비형성부(26) 사이에 배치되어 있다. 제2 봉지부(52)는, 연장 방향(D)에 있어서의 구멍 형성부(25)와 제2 구멍 비형성부(27) 사이에 배치되어 있다. 즉, 파이프(2)의 복수의 구멍(24)은, 연장 방향(D)에 있어서의 제1 봉지부(51)와 제2 봉지부(52) 사이에 형성되어 있다. 이 때문에, 파이프(2)와 하우징(4) 사이의, 제1 봉지부(51)의 액체 공급구(21) 측의 영역은, 내부 영역(R1)으로 된다. 또한, 파이프(2)와 하우징(4) 사이의, 제2 봉지부(52)의 액체 배출구(22) 측의 영역은, 내부

영역(R1)으로 된다.

[0044] 제1 흡기구(42)는, 연장 방향(D)에 있어서의 제1 봉지부(51)의 제2 봉지부(52)와는 반대 측, 즉 연장 방향(D)에 있어서의 제1 봉지부(51)의 액체 공급구(21) 측에 배치되어 있다. 그리고, 제1 흡기구(42)는, 파이프(2)와 하우징(4) 사이의, 제1 봉지부(51)의 액체 공급구(21) 측에 위치하는, 내부 영역(R1)에 연통되어 있다. 제2 흡기구(43)는, 연장 방향(D)에 있어서의 제2 봉지부(52)의 제1 봉지부(51)와는 반대 측, 즉 연장 방향(D)에 있어서의 제2 봉지부(52)의 액체 배출구(22) 측에 배치되어 있다. 그리고, 제2 흡기구(43)는, 파이프(2)와 하우징(4) 사이의, 제2 봉지부(52)의 액체 배출구(22) 측에 위치하는, 내부 영역(R1)에 연통되어 있다.

[0045] 배플(6)은, 액체 공급구(21)에 공급된 액체(L)를 우회시켜서 복수의 중공사막(31)과 접촉시키기 위해, 연장 방향(D)에 있어서의 제1 봉지부(51)와 제2 봉지부(52) 사이에 배치되어 있다. 여기에서, 연장 방향(D)에 있어서의 제1 봉지부(51)와 배플(6) 사이의 탈기 모듈(1)의 영역을 상류부(10)라 하고, 연장 방향(D)에 있어서의 배플(6)과 제2 봉지부(52) 사이의 탈기 모듈(1)의 영역을 하류부(11)라 한다.

[0046] 배플(6)은, 파이프 내 유로(23) 및 막간 공간(S1)을 연장 방향(D)으로 구획한다. 보다 구체적으로는, 배플(6)은, 파이프 내 유로(23)를 연장 방향(D)으로 구획함과 함께, 하우징(4)과의 사이에 배플 클리어런스(C)가 형성되도록 외부 영역(R2)을 연장 방향(D)으로 구획한다. 즉, 파이프 내 유로(23)는, 배플(6)에 의해 연장 방향(D)으로 구획된다. 또한, 막간 공간(S1)은, 배플(6)에 의해 연장 방향(D)으로 구획된다. 또한, 외부 영역(R2)은, 배플(6)과 하우징(4) 사이에 배플 클리어런스(C)가 형성되도록, 배플(6)에 의해 연장 방향(D)으로 구획된다. 이 때문에, 액체 공급구(21)로부터 파이프 내 유로(23)에 공급된 액체(L)는, 상류부(10)에 있어서, 파이프(2)로부터 나와 막간 공간(S1)을 지나고, 배플(6)과 하우징(4) 사이의 배플 클리어런스(C)를 지나고, 하류부(11)에 있어서, 막간 공간(S1)을 지나 파이프(2)에 들어간다.

[0047] 연장 방향(D)에 있어서의 배플(6)의 위치는, 제1 봉지부(51)와 제2 봉지부(52) 사이의 임의의 위치로 할 수 있다. 예를 들면, 배플(6)을 우회할 때의 액체(L)의 압력 손실을 저감하는 관점에서, 배플(6)은, 제1 봉지부(51)와 제2 봉지부(52) 사이를 연장 방향(D)으로 삼분할했을 때의 중앙부에 배치할 수 있다.

[0048] 배플(6)은, 내측 배플(61)과, 외측 배플(62)을 갖는다. 내측 배플(61)은, 파이프(2)의 내주 측에 배치되어, 파이프 내 유로(23)를 연장 방향(D)으로 구획한다. 외측 배플(62)은, 파이프(2)의 외주 측에 배치되어, 막간 공간(S1)의 적어도 일부를 연장 방향(D)으로 구획한다.

[0049] 내측 배플(61)은, 파이프 내 유로(23)를 연장 방향(D)으로 완전하게 구획해도 되고, 파이프 내 유로(23)를 연장 방향(D)으로 불완전하게 구획해도 된다. 즉, 내측 배플(61)은, 상류부(10)의 파이프 내 유로(23)로부터 하류부(11)의 파이프 내 유로(23)에의 액체(L)의 통과가 불가능해지도록, 파이프 내 유로(23)를 완전하게 막아도 된다. 또한, 내측 배플(61)은, 상류부(10)의 파이프 내 유로(23)로부터 하류부(11)의 파이프 내 유로(23)에의 액체(L)의 통과가 가능해지도록, 파이프 내 유로(23)를 부분적으로 막아도 된다. 내측 배플(61)이 파이프 내 유로(23)를 부분적으로 막는 것이어도, 상류부(10)의 파이프 내 유로(23)로부터 하류부(11)의 파이프 내 유로(23)에의 액체(L)의 통과가 내측 배플(61)에 의해 부분적으로 저해되기 때문에, 액체 공급구(21)에 공급된 액체(L)를 우회시켜서 복수의 중공사막(31)과 접촉시킬 수 있다.

[0050] 내측 배플(61)은, 예를 들면, 수지에 의해 형성되어 있다. 내측 배플(61)에 사용하는 수지로서는, 예를 들면, 폴리우레탄(PU), 열가소성 폴리우레탄(TPU) 등의 우레탄계 수지; 폴리카보네이트(PC); 폴리염화비닐(PVC), 염화비닐-아세트산비닐 공중합 수지 등의 염화비닐계 수지; 폴리아크릴산, 폴리메타크릴산, 폴리아크릴산메틸, 폴리메타크릴산메틸(PMMA), 폴리메타크릴산에틸 등의 아크릴계 수지; 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리부틸렌테레프탈레이트, 폴리트리메틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리부틸렌나프탈레이트 등의 폴리에스테르계 수지; 나일론(등록상표) 등의 폴리아미드계 수지; 폴리스티렌(PS), 이미드 변성 폴리스티렌, 아크릴로니트릴·부타디엔·스티렌(ABS) 수지, 이미드 변성 ABS 수지, 스티렌·아크릴로니트릴 공중합(SAN) 수지, 아크릴로니트릴·에틸렌-프로필렌-디엔·스티렌(AES) 수지 등의 폴리스티렌계 수지; 폴리에틸렌(PE) 수지, 폴리프로필렌(PP) 수지, 폴리메틸펜텐(PMP) 수지, 시클로올레핀 수지 등의 올레핀계 수지; 니트로셀룰로오스, 아세트산셀룰로오스 등의 셀룰로오스계 수지; 실리콘계 수지; 불소계 수지; 폴리페닐렌에테르(PPE)계 수지 등의 열가소성 수지나, 비스페놀A형 에폭시 수지, 비스페놀F형 에폭시 수지, 이소시아누레이트계 에폭시 수지, 히단토인계 에폭시 수지 등의 에폭시(EPOXY)계 수지; 멜라민계 수지나 우레아 수지 등의 아미노계 수지; 페놀계 수지; 불포화 폴리에스테르계 수지 등의 열경화성 수지를 들 수 있다. 이 중, PP, PE, EPOXY, PC, ABS, PPE, PMMA, PMP, PU를 바람직한 것으로서 들 수 있다.

[0051] 외측 배플(62)은, 막간 공간(S1)(복수의 중공사막(31) 사이)에 배치되어, 막간 공간(S1)을 연장 방향(D)으로 구획하고 있다. 외측 배플(62)은, 막간 공간(S1)을 연장 방향(D)으로 완전하게 구획해도 되고, 막간 공간(S1)을 연장 방향(D)으로 불완전하게 구획해도 된다. 즉, 외측 배플(62)은, 상류부(10)의 막간 공간(S1)으로부터 하류부(11)의 막간 공간(S1)으로의 액체(L)의 통과가 불가능해지도록, 막간 공간(S1)을 완전하게 막아도 된다. 또한, 외측 배플(62)은, 상류부(10)의 막간 공간(S1)으로부터 하류부(11)의 막간 공간(S1)으로의 액체(L)의 통과가 가능해지도록, 막간 공간(S1)을 부분적으로 막아도 된다. 외측 배플(62)이 막간 공간(S1)을 부분적으로 막는 것이어도, 상류부(10)의 막간 공간(S1)으로부터 하류부(11)의 막간 공간(S1)으로의 액체(L)의 통과가 외측 배플(62)에 의해 부분적으로 저해되기 때문에, 액체 공급구(21)에 공급된 액체(L)를 우회시켜서 복수의 중공사막(31)과 접촉시킬 수 있다.

[0052] 외측 배플(62)은, 파이프(2)와 중공사막 그룹(3) 사이의 공간인 파이프 측 공간(S3)에도 배치되어, 파이프 측 공간(S3)을 연장 방향(D)으로 구획하고 있어도 된다. 이 경우, 외측 배플(62)은, 파이프 측 공간(S3)을 연장 방향(D)으로 완전하게 구획해도 되고, 파이프 측 공간(S3)을 연장 방향(D)으로 불완전하게 구획해도 된다. 즉, 외측 배플(62)은, 상류부(10)의 파이프 측 공간(S3)으로부터 하류부(11)의 파이프 측 공간(S3)에의 액체(L)의 통과가 불가능해지도록, 파이프 측 공간(S3)을 완전하게 막아도 된다. 또한, 외측 배플(62)은, 상류부(10)의 파이프 측 공간(S3)으로부터 하류부(11)의 파이프 측 공간(S3)에의 액체(L)의 통과가 가능해지도록, 파이프 측 공간(S3)을 부분적으로 막아도 된다. 또한, 액체 공급구(21)에 공급된 액체(L)의 일부를 우회시켜서 복수의 중공사막(31)과 접촉시킬 수 있으면, 외측 배플(62)은, 파이프 측 공간(S3)에 배치되지 않고 파이프 측 공간(S3)을 연장 방향(D)으로 구획하고 있지 않아도 된다.

[0053] 외측 배플(62)은, 하우징(4)으로부터 이간해 있다. 그러나, 외측 배플(62)과 하우징(4) 사이의 일부에라도 배플 클리어런스(C)가 형성되어 있으면, 외측 배플(62)은, 하우징(4)에 맞닿아 있어도 된다. 또한, 외측 배플(62)은, 액체 유통 공간(S2)에 배치되어 있지 않지만, 외측 배플(62)과 하우징(4) 사이의 일부에라도 배플 클리어런스(C)가 형성되어 있으면, 액체 유통 공간(S2)에 배치되어 있어도 된다.

[0054] 외측 배플(62)은, 예를 들면, 수지에 의해 형성되어 있다. 외측 배플(62)에 사용하는 수지로서는, 예를 들면, 폴리우레탄(PU), 열가소성 폴리우레탄(TPU) 등의 우레탄계 수지; 폴리카보네이트(PC); 폴리염화비닐(PVC), 염화비닐-아세트산비닐 공중합 수지 등의 염화비닐계 수지; 폴리아크릴산, 폴리메타크릴산, 폴리아크릴산메틸, 폴리메타크릴산메틸(PMMA), 폴리메타크릴산에틸 등의 아크릴계 수지; 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리부틸렌테레프탈레이트, 폴리트리메틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리부틸렌나프탈레이트 등의 폴리에스테르계 수지; 나일론(등록상표) 등의 폴리아미드계 수지; 폴리스티렌(PS), 이미드 변성 폴리스티렌, 아크릴로니트릴·부타디엔·스티렌(ABS) 수지, 이미드 변성 ABS 수지, 스티렌·아크릴로니트릴 공중합(SAN) 수지, 아크릴로니트릴·에틸렌-프로필렌-디엔·스티렌(AES) 수지 등의 폴리스티렌계 수지; 폴리에틸렌(PE) 수지, 폴리프로필렌(PP) 수지, 폴리메틸펜텐(PMP) 수지, 시클로올레핀 수지 등의 올레핀계 수지; 니트로셀룰로오스, 아세트산셀룰로오스 등의 셀룰로오스계 수지; 실리콘계 수지; 불소계 수지; 폴리페닐렌에테르(PPE)계 수지 등의 열가소성 수지나, 비스페놀A형 에폭시 수지, 비스페놀F형 에폭시 수지, 이소시아누레이트계 에폭시 수지, 히단토인계 에폭시 수지 등의 에폭시(EPOXY)계 수지; 멜라민계 수지나 우레아 수지 등의 아미노계 수지; 페놀계 수지; 불포화 폴리에스테르계 수지 등의 열경화성 수지를 들 수 있다. 이 중, PP, PE, PVC, EPOXY, PMP, PU를 바람직한 것으로서 들 수 있다.

[0055] 도 7 및 도 8은, 배플(6)의 형성 방법의 일례를 설명하는 개략 단면도이다. 배플(6)을 형성할 때는, 우선, 도 7에 나타내는 바와 같이, 파이프(2)의 파이프 내 유로(23)에 수지제의 원판상(円板状) 부재(12)를 끼워넣는다. 이 원판상 부재가 내측 배플(61)로 된다.

[0056] 다음으로, 도 7 및 도 8에 나타내는 바와 같이, 파이프(2)의 복수의 구멍(24)을 덮도록, 중공사막 직물(8)을 파이프(2)에 휘감는다. 이 때, 중공사막 직물(8)의 파이프(2)에 휘감는 측의 면을 직물 내표면(8a)으로 했을 경우, 직물 내표면(8a)의 외측 배플(62)에 대응하는 위치에 용융 수지(13)를 도포한다. 그리고, 용융 수지(13)가 도포된 중공사막 직물(8)을 파이프(2)에 휘감는다. 그렇게 하면, 용융 수지(13)는, 내층 측의 중공사막 직물(8) 및 외층 측의 중공사막 직물(8)에 함침되어, 외측 배플(62)에 대응하는 위치에 충전된 상태로 된다. 그 후, 용융 수지(13)가 경화됨으로써, 용융 수지(13)가 외측 배플(62)로 된다.

[0057] 다음으로, 탈기 모듈(1)을 사용한 액체(L)의 탈기 방법에 대해 설명한다.

[0058] 제1 흡기구(42) 및 제2 흡기구(43)로부터 내부 영역(R1)을 흡기함과 함께, 액체 공급구(21)로부터 파이프 내 유로(23)에 액체(L)를 공급한다. 제1 흡기구(42) 및 제2 흡기구(43)로부터의 내부 영역(R1)의 흡기는, 예를

들면, 제1 흡기구(42) 및 제2 흡기구(43)에 진공 펌프 등의 흡인 장치(도시 생략)를 접속하고, 이 흡인 장치를 작동시킴으로써 행할 수 있다. 그리고, 제1 흡기구(42) 및 제2 흡기구(43)로부터 내부 영역(R1)을 흡기함으로써, 복수의 중공사막(31)의 각각의 내주 측 공간(32)을 포함하는 내부 영역(R1)이 감압된 상태로 된다.

[0059] 그렇게 하면, 파이프 내 유로(23)에 공급된 액체는, 배플(6)을 우회하도록, 상류부(10)에 있어서, 파이프(2)에 형성된 복수의 구멍(24)을 통해 파이프(2)로부터 나와, 막간 공간(S1)을 지나 간다. 이 때, 복수의 중공사막(31)의 각각의 내주 측 공간(32)이 감압된 상태로 되어 있기 때문에, 액체(L)의 용존 기체, 액체(L)에 포함되는 기포 등의 기체(G)가 복수의 중공사막(31)의 각각을 통과하고, 이에 의해 액체(L)가 탈기된다. 그 후, 액체(L)는, 배플 클리어런스(C)를 지나고, 하류부(11)에 있어서, 막간 공간(S1)을 지나고, 파이프(2)에 형성된 복수의 구멍(24)으로부터 파이프(2)에 들어간다. 이 때도, 복수의 중공사막(31)의 각각의 내주 측 공간(32)이 감압된 상태로 되어 있기 때문에, 액체(L)의 용존 기체, 액체(L)에 포함되는 기포 등의 기체(G)가 복수의 중공사막(31)의 각각을 통과하고, 이에 의해 액체(L)가 탈기된다. 그 후, 탈기되어 파이프(2)에 들어간 액체(L)가, 액체 배출구(22)로부터 배출된다.

[0060] 이와 같이, 본 실시형태에 따른 탈기 모듈(1)에서는, 제1 흡기구(42) 및 제2 흡기구(43)로부터 내부 영역(R1)을 흡기함과 함께 액체 공급구(21)로부터 파이프 내 유로(23)에 액체(L)를 공급함으로써, 액체(L)를 탈기할 수 있다. 그리고, 파이프 내 유로(23) 및 막간 공간(S1)이 배플(6)에 의해 연장 방향(D)으로 구획되어 있다. 이 때문에, 액체 공급구(21)로부터 파이프 내 유로(23)에 액체(L)를 공급하면, 액체(L)는, 배플(6)의 액체 공급구(21) 측에 있어서 파이프(2)로부터 나와, 막간 공간(S1)을 지나고, 배플(6)과 하우징(4) 사이의 배플 클리어런스(C)를 지나고, 막간 공간(S1)을 지나고, 배플(6)의 액체 배출구(22) 측에 있어서 다시 파이프(2)에 들어간다. 이와 같이, 배플(6)에 의해 액체(L)의 흐름을 복잡하게 함으로써, 배플(6)을 구비하지 않는 경우에 비해, 탈기 성능을 향상시킬 수 있다.

[0061] 그런데, 중공사막 직물(8)의 경사(9)는, 복수의 중공사막(31)과는 달리 액체(L)의 탈기에 기여하지 않고, 반대로, 액체의 유통을 저해하는 것으로 된다. 이 때문에, 종래는, 경사의 직경을, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 비해 극히 작은 것으로 하고 있었다. 그러나, 본 발명자들의 예의 검토의 결과, 공극률이 변하지 않는 경우는, 복수의 중공사막(31)의 각각의 직경(D1)에 대한 경사(9)의 직경(D2)의 비율을 크게 함으로써, 액체(L)의 압력 손실을 저감할 수 있다는 지견을 얻을 수 있었다.

[0062] 도 2 및 도 9를 참조해서, 공극률에 대해 설명한다. 도 9는, 도 2의 일부를 확대한 개략 단면도이다. 또한, 도 2 및 도 9는, 연장 방향(D)과 직교하는 직교 단면을 나타내고 있다. 도 2 및 도 9에 나타내는 바와 같이, 연장 방향(D)과 직교하는 직교 단면에 있어서의, 하우징(4)과 파이프(2) 사이의 영역을, 수용 영역(R3)이라 한다. 수용 영역(R3)은, 복수의 중공사막(31)을 포함하는 영역이다. 또한, 연장 방향(D)과 직교하는 직교 단면에 있어서의, 하우징(4)과 파이프(2) 사이의 복수의 중공사막(31)을 제외한 영역을 공간 영역(R4)이라 한다. 공간 영역(R4)은, 수용 영역(R3)으로부터, 도 9에 있어서 사선으로 음영 처리한 영역을 제외한 영역이다. 그리고, 수용 영역(R3)의 면적에 대한 공간 영역(R4)의 면적의 비율(공간 영역(R4)의 면적의 비율/수용 영역(R3)의 면적)을, 공극률이라 한다.

[0063] 그래서, 본 실시형태에 따른 탈기 모듈(1)에서는, 복수의 중공사막의 각각의 직경(D1)에 대한 경사의 직경(D2)의 비율은, 0.6 이상으로 되어 있다. 즉, D2/D1이 0.6 이상으로 되어 있다. 또한, 이 0.6의 비율을 백분율로 나타내면, 60%로 된다. 이 경우, 직경(D1)에 대한 직경(D2)의 비율은, 0.7 이상이어도 되고, 0.8 이상이어도 된다. 이와 같이, 직경(D1)에 대한 직경(D2)의 비율을 0.6 이상, 바람직하게는 0.7 이상, 보다 바람직하게는 0.8 이상으로 함으로써, 배플(6)을 넘어 다시 파이프(2)에 들어가는 액체(L)의 흐름에 의해 복수의 중공사막(31)이 파이프(2) 측에 압압되었을 때의, 복수의 중공사막(31) 사이의 막간 공간(S1)의 감소 정도를 작게 할 수 있다. 이에 의해, 액체(L)의 압력 손실을 저감할 수 있다.

[0064] 직경(D1)에 대한 직경(D2)의 비율은, 1.5 이하여도 되고, 1 이하여도 되고, 0.8 이하여도 된다. 또한, 이 1.5의 비율을 백분율로 나타내면, 150%로 된다. 이와 같이, 직경(D1)에 대한 직경(D2)의 비율을 1.5 이하, 바람직하게는 1 이하, 보다 바람직하게는 0.8 이하로 함으로써, 하우징(4)에 수용하는 복수의 중공사막(31)의 개수 및 복수의 중공사막(31)의 막 면적이 과소해지는 것을 억제할 수 있다.

[0065] 경사(9)의 직경(D2)은, 50㎛ 이상이어도 되고, 100㎛ 이상이어도 되고, 150㎛ 이상이어도 된다. 이와 같이, 경사(9)의 직경(D2)을 50㎛ 이상, 바람직하게는 100㎛ 이상, 보다 바람직하게는 150㎛ 이상으로 함으로써, 배플(6)을 넘어 다시 파이프(2)에 들어가는 액체(L)의 흐름에 의해 복수의 중공사막(31)이 파이프(2) 측에 압압되었을 때에, 외주 측의 중공사막(31)과 내주 측의 중공사막(31) 사이에 공간이 남기 쉬워진다. 이에 의해, 액체

(L)의 압력 손실을 적절히 저감할 수 있다.

[0066] 경사(9)의 직경(D2)은, 300㎛ 이하여도 되고, 250㎛ 이하여도 되고, 200㎛ 이하여도 된다. 이와 같이, 경사(9)의 직경(D2)을 300㎛ 이하, 바람직하게는 250㎛ 이하, 보다 바람직하게는 200㎛ 이하로 함으로써, 하우징(4)에 수용하는 복수의 중공사막(31)의 개수 및 복수의 중공사막(31)의 막 면적이 과소해지는 것을 억제할 수 있다.

[0067] 복수의 중공사막(31)의 각각의 직경(D1)은 50㎛ 이상 500㎛ 이하여도 되고, 100㎛ 이상 350㎛ 이하여도 되고, 150㎛ 이상 250㎛ 이하여도 된다. 이와 같이, 복수의 중공사막(31)의 각각의 직경(D1)을 50㎛ 이상 500㎛ 이하, 바람직하게는 100㎛ 이상 350㎛ 이하, 보다 바람직하게는 150㎛ 이상 250㎛ 이하로 함으로써, 복수의 중공사막(31)의 파단을 억제하면서, 하우징(4)에 수용하는 복수의 중공사막(31)의 개수 및 복수의 중공사막(31)의 막 면적을 충분히 확보할 수 있다.

[0068] 복수의 중공사막(31)의 각각의 직경(D1)에 대한 경사(9)의 피치(P)의 비율은, 600 이하여도 되고, 100 이하여도 되고, 40 이하여도 된다. 즉, P/D1이 600 이하, 100 이하, 또는 40 이하여도 된다. 또한, 이 600의 비율을 백분율로 나타내면, 60000%로 된다. 이와 같이, 직경(D1)에 대한 피치(P)의 비율을 600 이하, 바람직하게는 100 이하, 보다 바람직하게는 40 이하로 함으로써, 배플(6)을 넘어 다시 파이프(2)에 들어가는 액체(L)의 흐름에 의해 복수의 중공사막(31)이 파이프(2) 측에 압압되었을 때의, 복수의 중공사막의 각각의 변형 정도를 작게 할 수 있다. 이에 의해, 액체(L)의 압력 손실을 보다 저감할 수 있다.

[0069] 복수의 중공사막(31)의 각각의 직경(D1)에 대한 경사(9)의 피치(P)의 비율은, 2 이상이어도 되고, 5.7 이상이어도 되고, 16 이상이어도 된다. 즉, P/D1이 2 이상, 5.7 이상, 또는 16 이상이어도 된다. 또한, 이 2의 비율을 백분율로 나타내면, 200%로 된다. 이와 같이, 직경(D1)에 대한 피치(P)의 비율을 2 이상, 바람직하게는 5.7 이상, 보다 바람직하게는 16 이상으로 함으로써, 경사(9)를 통과하는 것에 의한 액체(L)의 압력 손실을 저감할 수 있다.

[0070] 경사(9)의 피치(P)는, 30㎜ 이하여도 되고, 10㎜ 이하여도 되고, 6㎜ 이하여도 된다. 이와 같이, 피치(P)를 30㎜ 이하, 바람직하게는 10㎜ 이하, 보다 바람직하게는, 6㎜ 이하로 함으로써, 배플(6)을 넘어 다시 파이프(2)에 들어가는 액체(L)의 흐름에 의해 복수의 중공사막(31)이 파이프(2) 측에 압압되었을 때의, 복수의 중공사막(31)의 각각의 변형 정도를 작게 할 수 있다. 이에 의해, 액체(L)의 압력 손실을 적절히 저감할 수 있다.

[0071] 경사(9)의 피치(P)는, 1㎜ 이상이어도 되고, 2㎜ 이상이어도 되고, 4㎜ 이상이어도 된다. 이와 같이, 피치(P)를 1㎜ 이상, 바람직하게는 2㎜ 이상, 보다 바람직하게는 4㎜ 이상으로 함으로써, 경사(9)를 통과하는 것에 의한 액체(L)의 압력 손실을 적절히 저감할 수 있다.

[0072] 수용 영역(R3)의 면적에 대한 공간 영역(R4)의 면적의 비율인 공극률은, 30% 이상 80% 이하여도 되고, 45% 이상 75% 이하여도 되고, 60% 이상 70% 이하여도 된다. 즉, (공간 영역(R4)의 면적)/(수용 영역(R3)의 면적)×100이 30% 이상 80% 이하, 45% 이상 75% 이하, 또는 60% 이상 70% 이하여도 된다. 이와 같이, 공극률을 30% 이상 80% 이하, 바람직하게는 45% 이상 75% 이하, 보다 바람직하게는 60% 이상 70% 이하로 함으로써, 액체(L)의 압력 손실을 저감하면서, 하우징(4)에 수용하는 복수의 중공사막(31)의 개수 및 복수의 중공사막(31)의 막 면적을 충분히 확보할 수 있다.

[0073] 또한, 이 탈기 모듈(1)에서는, 배플(6)이 파이프(2)의 내주 측에 배치되는 내측 배플(61)과 파이프(2)의 외주 측에 배치되는 외측 배플(62)을 갖기 때문에, 파이프(2)를 연장 방향(D)으로 분할하지 않고 배플(6)을 배치할 수 있다.

[0074] 또한, 이 탈기 모듈(1)에서는, 제1 봉지부(51) 및 제2 봉지부(52)의 각각이, 연장 방향(D)과 직교하는 직교 단면에 있어서 파이프(2)와 하우징(4) 사이의 복수의 중공사막(31)을 제외한 전역에 충전되어 있고, 파이프(2)의 복수의 구멍(24)이 제1 봉지부(51)와 제2 봉지부(52) 사이에 형성되어 있다. 이 때문에, 제1 봉지부(51) 및 제2 봉지부(52)에 의해, 하우징(4) 내의 영역을 내부 영역(R1)과 외부 영역(R2)으로 구획할 수 있다. 그리고, 제1 봉지부(51) 및 제2 봉지부(52)가, 연장 방향(D)에 있어서의 중공사막 그룹(3)의 제1 단부(33) 및 제2 단부(34)에 배치되어 있기 때문에, 연장 방향(D)으로 긴 범위에서, 액체(L)를 복수의 중공사막(31)에 접촉시킬 수 있다.

[0075] 또한, 이 탈기 모듈(1)에서는, 연장 방향(D)에 있어서의 제1 봉지부(51) 및 제2 봉지부(52)의 외측에 제1 흡기구(42) 및 제2 흡기구(43)가 형성되어 있기 때문에, 복수의 중공사막(31)의 양단으로부터 복수의 중공사막(31)

의 각각의 내주 측 공간(32)을 흡기할 수 있다. 이에 의해, 액체(L)의 탈기 효율을 향상시킬 수 있다.

[0076] 또한, 본 실시형태에 따른 액체의 탈기 방법에서는, 상술한 탈기 모듈(1)을 사용해서 액체(L)를 탈기하기 때문에, 액체(L)의 압력 손실을 저감할 수 있다.

[0077] 이상, 본 발명의 일 측면의 바람직한 실시형태에 대해 설명했지만, 본 발명의 일 측면은 상기 실시형태에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 상기 실시형태에서는, 파이프와 하우징이 별개의 부재인 것으로서 설명했지만, 제조상의 문제가 없다면, 파이프와 하우징이 일체여도 된다.

[0078] **실시예**

[0079] 다음으로, 본 발명의 일 측면의 실시예를 설명하지만, 본 발명의 일 측면은 이하의 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0080] (비교예 1)

[0081] 비교예 1로서, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 직경의 비율을 0.29로 한 것 이외는, 상기 실시형태와 마찬가지의 구성으로 한 탈기 모듈을 제작했다. 비교예 1의 탈기 모듈에서는, 복수의 중공사막의 각각의 직경을 210㎛로 하고, 경사의 직경을 60㎛(22dtx)로 함으로써, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 직경의 비율을 0.29로 했다. 또한, 비교예 1의 탈기 모듈에서는, 경사의 피치를 8.4㎜로 함으로써, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 피치의 비율을 40(40배)으로 했다.

[0082] (실시예 1)

[0083] 실시예 1로서, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 직경의 비율을 0.71로 한 것 이외는, 비교예 1과 마찬가지의 구성으로 한 탈기 모듈을 제작했다. 실시예 1의 탈기 모듈에서는, 복수의 중공사막의 각각의 직경을 210㎛로 하고, 경사의 직경을 150㎛(56dtx)로 함으로써, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 직경의 비율을 0.71로 했다. 또한, 실시예 1의 탈기 모듈에서는, 경사의 피치를 8.4㎜로 함으로써, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 피치의 비율을 40(40배)으로 했다.

[0084] (실시예 2)

[0085] 실시예 2로서, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 피치의 비율을 19(19배)로 한 것 이외는, 실시예 1과 마찬가지의 구성으로 한 탈기 모듈을 제작했다. 실시예 2의 탈기 모듈에서는, 복수의 중공사막의 각각의 직경을 210㎛로 하고, 경사의 직경을 150㎛(56dtx)로 함으로써, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 직경의 비율을 0.71로 했다. 또한, 실시예 2의 탈기 모듈에서는, 경사의 피치를 4.2㎜로 함으로써, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 피치의 비율을 19(19배)로 했다.

[0086] (실험 1)

[0087] 실험 1로서, 비교예 1, 실시예 1, 및 실시예 2의 각 탈기 모듈을 사용해서, 액체의 압력 손실을 계측했다. 실험 1에서는, 탈기 모듈에 공급하는 액체의 유량을 바꿔, 탈기 모듈의 액체 공급구로부터 액체 배출구까지의 액체의 압력 손실을 계측했다. 계측 결과를 도 10에 나타낸다. 도 10은, 압력 손실의 계측 결과를 나타낸 그래프이다.

[0088] 도 10에 나타내는 바와 같이, 액체의 압력 손실은, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 직경의 비율이 0.71로 되는 탈기 모듈의 쪽이, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 직경의 비율이 0.29로 되는 비교예 1의 탈기 모듈에 비해 현격히 작아졌다. 예를 들면, 탈기 모듈에 공급하는 액체의 유량을 60m^3/h로 했을 경우는, 실시예 1의 탈기 모듈에 있어서의 액체의 압력 손실이, 비교예 1의 탈기 모듈에 있어서의 액체의 압력 손실에 대해 37% 감소했다.

[0089] 또한, 액체의 압력 손실은, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 피치의 비율이 19로 되는 실시예 2의 탈기 모듈의 쪽이, 복수의 중공사막의 각각의 직경에 대한 경사의 피치의 비율이 40으로 되는 실시예 1의 탈기 모듈에 비해 현격히 작아졌다. 예를 들면, 탈기 모듈에 공급하는 액체의 유량을 70m^3/h로 했을 경우는, 실시예 2의 탈기 모듈에 있어서의 액체의 압력 손실이, 실시예 1의 탈기 모듈에 있어서의 액체의 압력 손실에 대해 53% 감소했다.

산업상 이용가능성

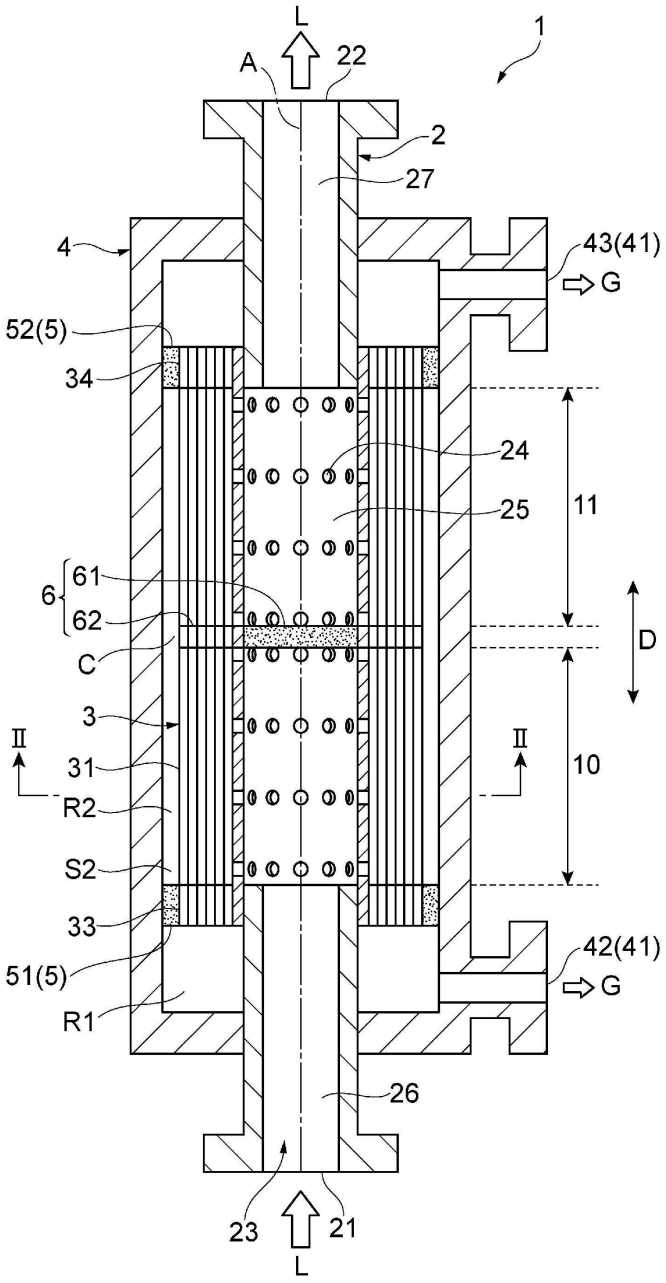
[0091] 본 발명의 일 측면은, 액체를 탈기하는 탈기 모듈 및 액체의 탈기 방법에 이용 가능하다.

부호의 설명

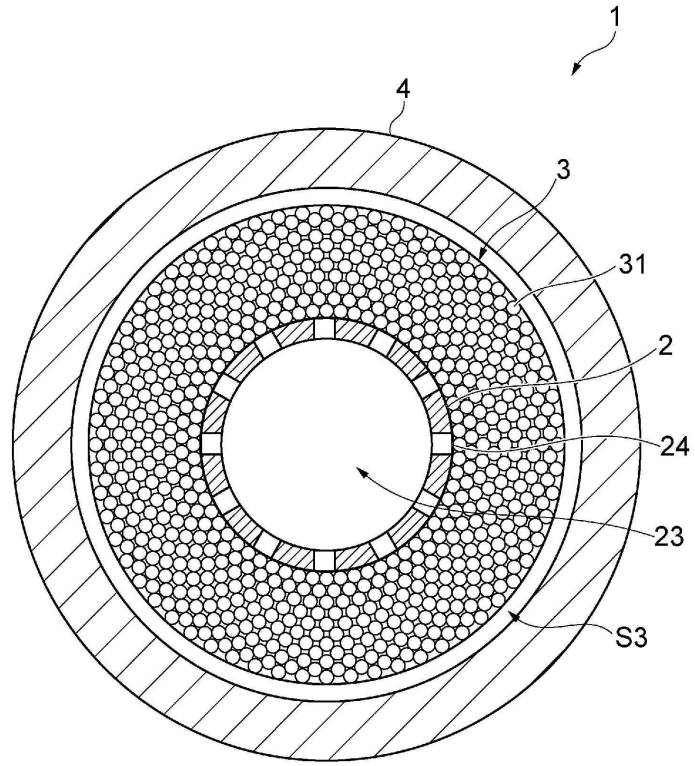
[0092] 1…탈기 모듈, 2…파이프, 3…중공사막 그룹, 4…하우징, 5…구획부, 6…배플, 8…중공사막 직물, 8a…직물 내 표면, 9…경사, 10…상류부, 11…하류부, 12…원판상 부재, 13…용융 수지, 21…액체 공급구, 22…액체 배출구, 23…파이프 내 유로, 24…구멍, 25…구멍 형성부, 26…제1 구멍 비형성부, 27…제2 구멍 비형성부, 31…중공사막, 32…내주 측 공간, 33…제1 단부, 34…제2 단부, 41…흡기구, 42…제1 흡기구, 43…제2 흡기구, 51…제1 봉지부, 52…제2 봉지부, 61…내측 배플, 62…외측 배플, A…중심축선, C…배플 클리어런스, D…연장 방향, D1…직경, D2…직경, G…기체, L…액체, P…피치, R1…내부 영역, R2…외부 영역, R3…수용 영역, R4…공간 영역, S1…막간 공간, S2…액체 유통 공간, S3…파이프 측 공간

도면

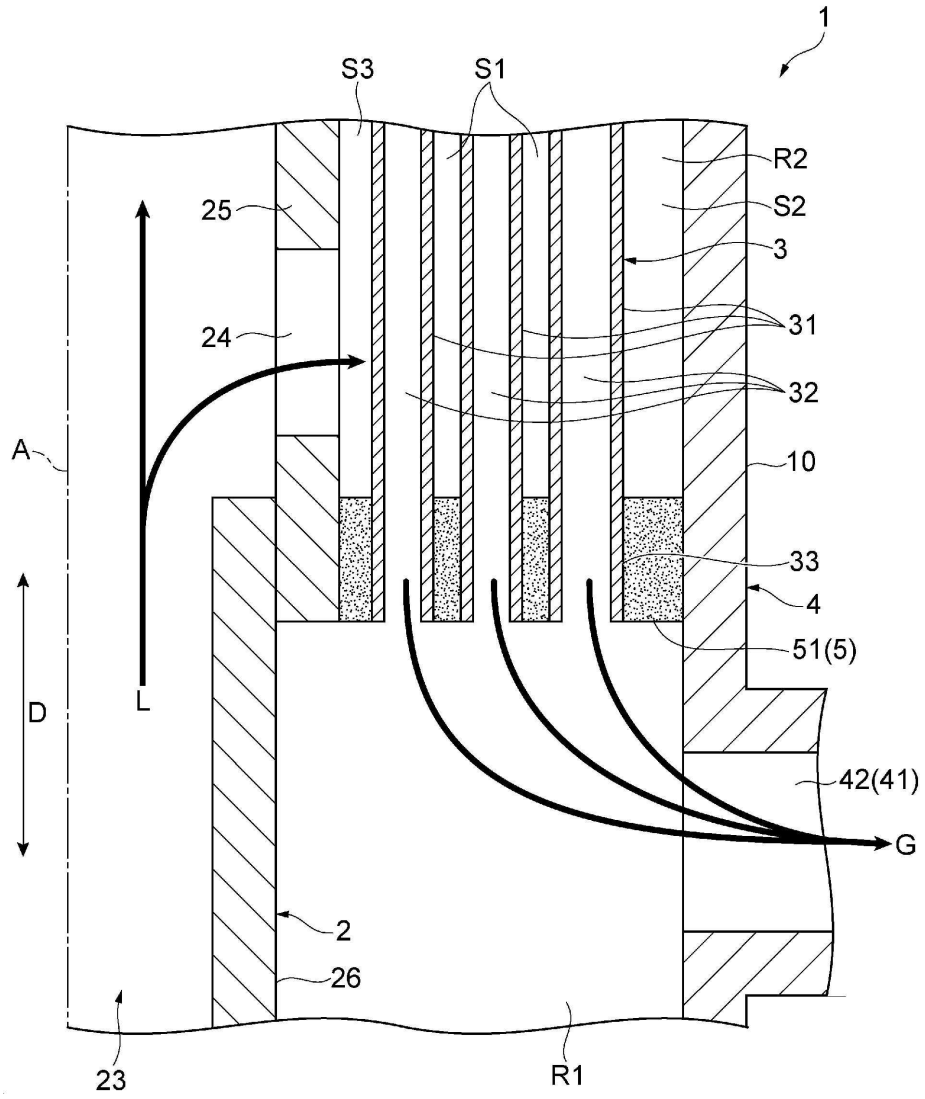
도면1


L
A
22
1
2
27
4
43(41)
G
52(5)
34
24
25
11
6
61
62
C
D
3
II
II
31
10
R2
S2
33
42(41)
G
51(5)
R1
26
23
21
L

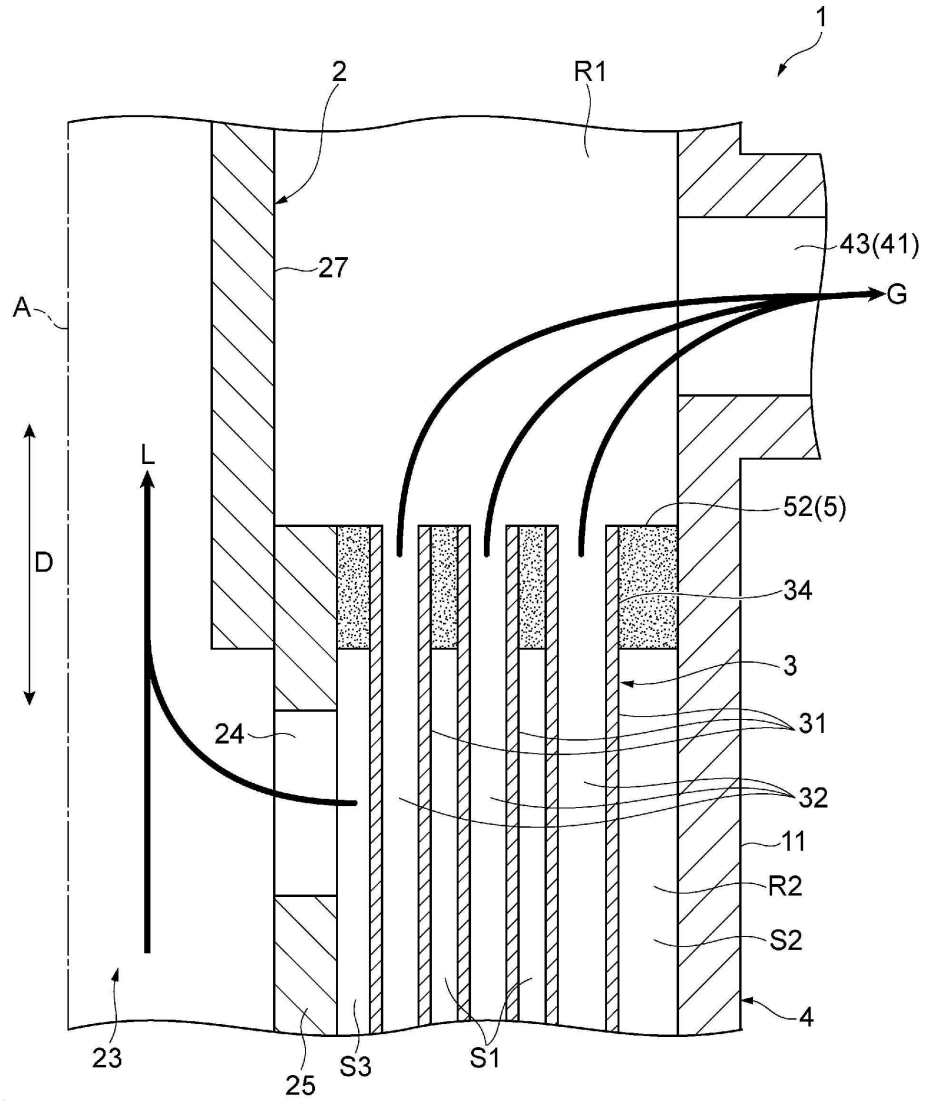
도면2



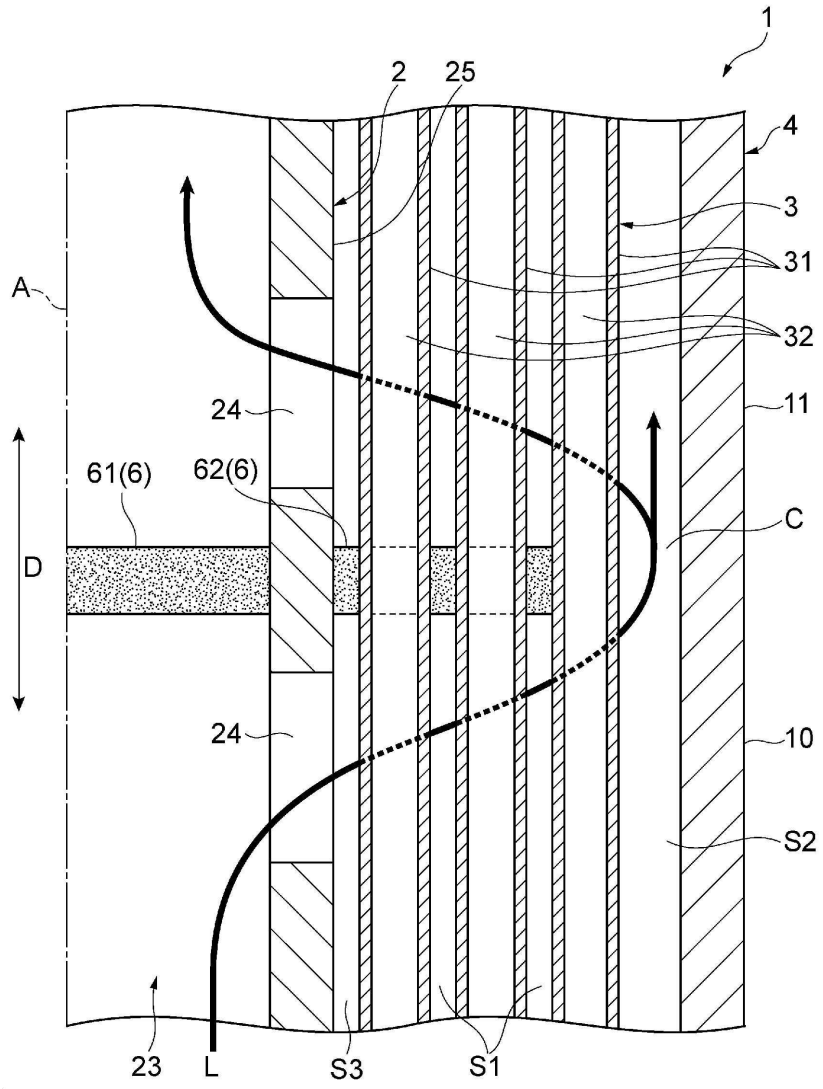
도면3



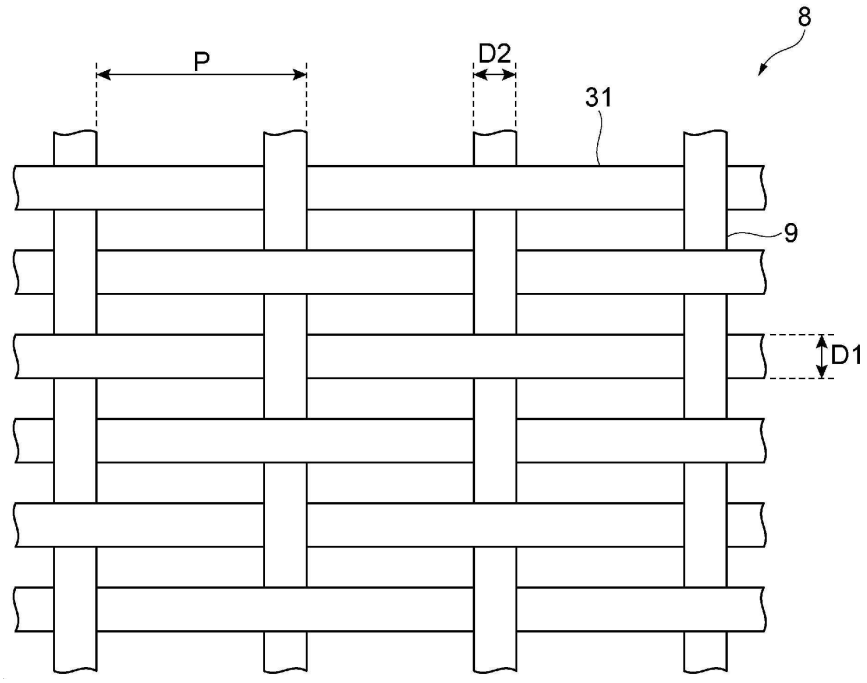
도면4



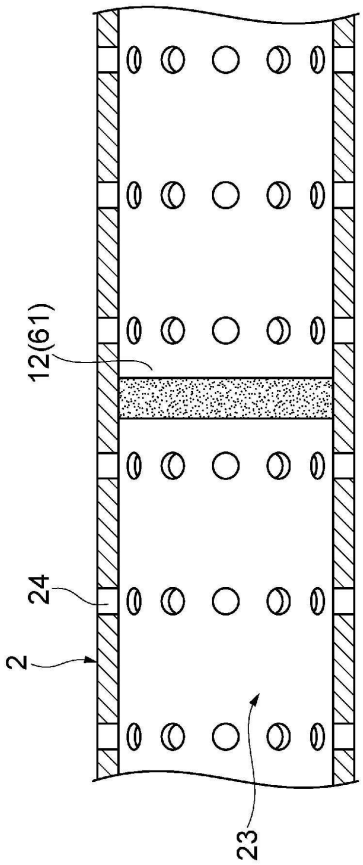
도면5



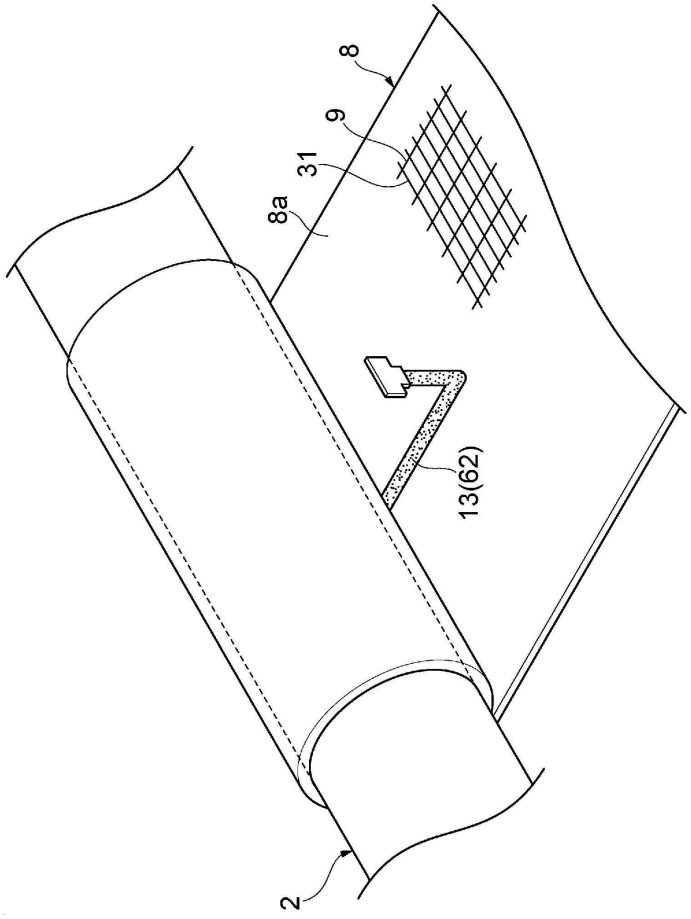
도면6



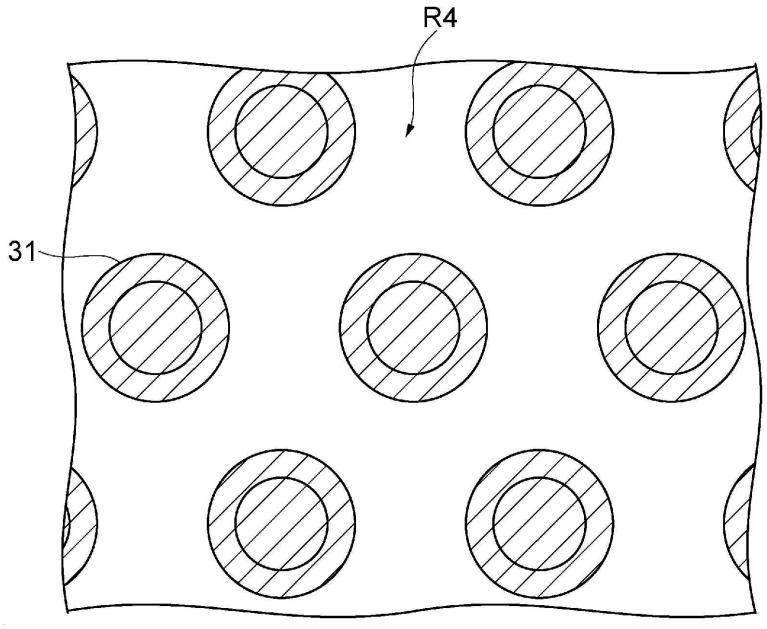
도면7



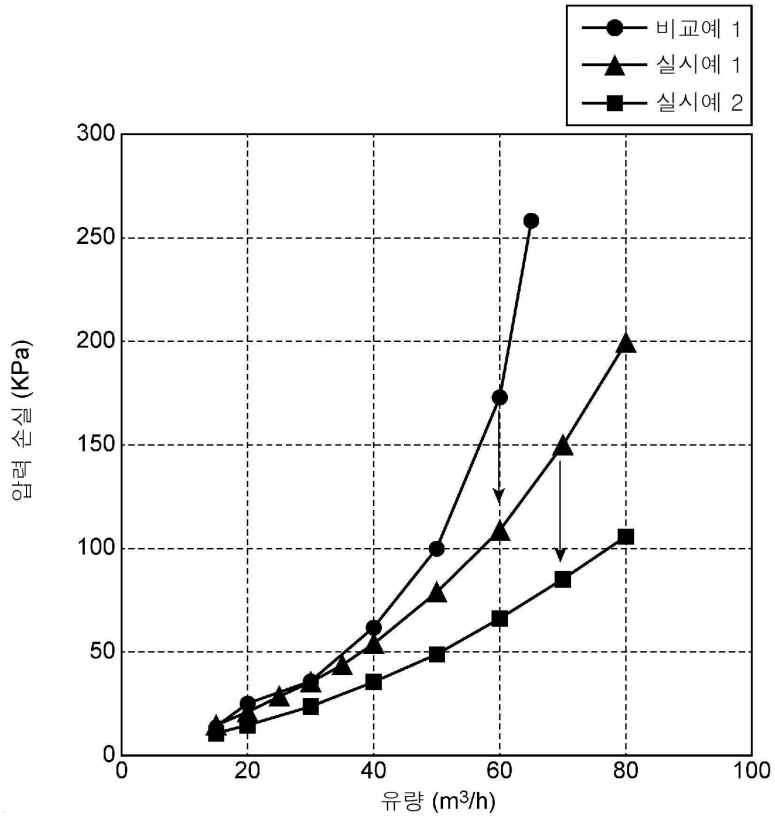
도면8



도면9



도면10


비교예 1
실시예 1
실시예 2
300
250
200
150
100
50
0
0
20
40
60
80
100
압력 손실 (KPa)
유량 (m3/h)