



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0005037  
(43) 공개일자 2017년01월11일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B01D 63/10 (2006.01) B01D 61/02 (2006.01)  
B01D 65/08 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
B01D 63/10 (2013.01)  
B01D 61/02 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7033539
- (22) 출원일자(국제) 2015년05월05일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2016년11월30일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/029140
- (87) 국제공개번호 WO 2015/175257  
국제공개일자 2015년11월19일
- (30) 우선권주장  
61/992,950 2014년05월14일 미국(US)

- (71) 출원인  
다우 글로벌 테크놀로지스 엘엘씨  
미국 48674 미시건주 미들랜드 다우 센터 2040
- (72) 발명자  
존스, 스티븐 디.  
미합중국 55439 미네소타주 미니애폴리스 듀이 힐  
로드 5400  
프랭클린, 루크  
미합중국 55439 미네소타주 미니애폴리스 듀이 힐  
로드 5400
- (74) 대리인  
제일특허법인

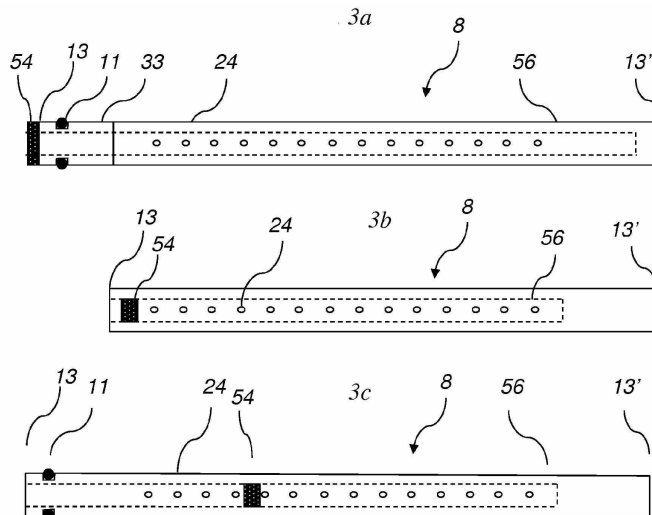
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 통합된 투과물 흐름 제어기를 갖는 나권형 모듈

(57) 요약

투과물 수집 튜브(8) 주위에 권취된 1개 이상의 멤브레인 봉투(4)를 포함하는 나권형 막 모듈(2)로서, 상기 모듈(2)은 투과물 흐름의 함수로서 변화하는 흐름 저항을 제공하는 투과물 수집 튜브(8) 내에 위치하거나 이에 고정되는 흐름 제어기(54)를 특징으로 한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

**B01D 65/08** (2013.01)

*B01D 2313/18* (2013.01)

*B01D 2313/19* (2013.01)

*B01D 2321/2033* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

투과물 수집 튜브(8) 주위에 권취된 1개 이상의 멤브레인 봉투(4)를 포함하는 나권형 막 모듈(2)로서, 상기 모듈(2)은 상기 투과물 수집 튜브(8) 내에 위치하거나 이에 고정되어 투과물 흐름의 함수로서 변화하는 흐름 저항을 제공하는 흐름 제어기(54)를 특징으로 하는, 나권형 막 모듈.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 흐름 제어기(54)는 유속과 함께 흐름 저항을 증가시키는 순응 부재를 포함하는, 나권형 막 모듈.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 흐름 제어기(54)는 투과물 흐름의 함수로서 축소되는 가변 면적 오리피스를 포함하는, 나권형 막 모듈.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 투과물 수집 튜브(8)는 제1 말단(13')으로부터 대향하는 제2 말단(13)까지 연장되는 길이를 가지고, 그리고 이는 상기 말단들(13, 13') 사이의 이의 길이의 일부를 따라 복수개의 개구(24)를 포함하고; 투과물 흐름 경로(28)가 상기 멤브레인 봉투(4) 내에서 상기 개구(24)를 통해 상기 투과물 수집 튜브(8)로 연장되고, 투과물 수집 튜브(8)의 상기 제2 말단(13)으로 나오게 되며; 그리고

상기 흐름 제어기(54)는 상기 투과물 흐름 경로(28)를 따라 유동하는 투과물의 적어도 90%가 상기 투과물 수집 튜브(8)의 상기 제2 말단(13)으로 배출되기 이전에 상기 흐름 제어기(54)를 통과하도록 상기 투과물 수집 튜브(8) 내에 위치하거나 이에 고정되는, 나권형 막 모듈.

#### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 흐름 제어기(54)는, 상기 투과물 흐름 경로(28)를 따라 유동하는 모든 투과물이 상기 투과물 수집 튜브(8)의 상기 제2 말단(13)으로 배출되기 이전에 상기 흐름 제어기(54)를 통과하도록 상기 개구(24)와 상기 제2 말단(13) 사이의 상기 튜브의 길이를 따른 위치에서 상기 투과물 수집 튜브(8) 내에 위치하거나 이에 고정되는, 나권형 막 모듈.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 흐름 제어기는, 상기 모듈이 400 kPa의 공급 압력 및 25°C의 온도에서 순수로 작동되는 경우 40 l/m<sup>2</sup>hr 미만의 값으로 투과물 플럭스를 조절하는 것을 특징으로 하는, 나권형 막 모듈.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 흐름 제어기는, 상기 모듈이 400 kPa 및 25°C의 온도에서 순수로 작동되는 경우 250 내지 1500 리터/1일의 값으로 투과물 흐름을 제공하는, 나권형 막 모듈.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 흐름 제어기는, 상기 모듈이 200 kPa의 공급 수압 및 25°C의 온도에서 작동되는 경우 기본 흐름 값을 제공하며, 상기 흐름 제어기는 35 kPa의 공급 수압 및 25°C의 온도에서 작동되는 경우 상기 기본 흐름 값의 적어도 50%와 동등한 흐름 값을 제공하는, 나권형 막 모듈.

### 발명의 설명

**기술분야**

[0001] 본 발명은 액체 분리에 사용하기 위해 적합한 나권형 모듈에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 서론

[0003] 나권형 멤브레인 어셈블리(spiral wound membrane assembly)는 광범위한 유체 분리에 사용되고 있다. 종래의 주거용 구현예에서, 단일 나권형 역삼투 (RO) 막 모듈 ("구성요소")이 공급물 (물) 유입구, 농축물 (리젝트 (reject)) 유출구 및 투과물 유출구를 포함하는 압력 용기 내에 수용된다. 작동 과정에서, 가압된 공급물 유체가 공급물 유입구를 통해 용기로 주입되고, 모듈을 통과하여, 그리고 적어도 2개의 스트림: 농축물 및 투과물로 용기로부터 배출된다. 나권형 멤브레인 어셈블리는 통상적으로 플럭스(flux) 및 회수율(recovery)의 특정 범위 내에서 작동되도록 고안되고 - 이 둘 모두는 이론상 작동 조건에 기초하여 최대 투과물 흐름으로 제한된다. 더 큰 RO 시스템에서, 인가된 압력 및 리젝트 흐름(reject flow)은 보통 별도로 제어되어 최적의 작동이 이루어지고, 규칙적 세정 및 유지 작동이 추가로 긴 시스템 수명에 기여한다. 반면, 주거용 RO 시스템은 넓은 범위의 공급물 압력 및 작동 조건의 품질에 봉착되고, 최소 시스템 유지는 최종 사용자에게 의해 수행된다. 추가적으로, 가변적 공급 조건 (특별하게는 압력 및 삼투 강도) 및 고유량에 대한 최종 사용자의 일반적인 요건 모두를 수용하기 위해, 시스템은 높은 지속불가능한 초기 플럭스 ("오버 플럭싱(over fluxing)")에서 작동되도록 구성될 수 있다. 이는 결국 조기 멤브레인 오염 및 스케일링(Scaling)을 야기한다. 이들 문제는 높은 회수율로 작동되는 경우 악화될 수 있다.

[0004] 투과물 흐름에 제한을 가하여 용기 내에서 RO 모듈로부터의 흐름 분포를 변형시키는 다양한 기술이 기술되어 있다. 예를 들면, US 4046685는 분화된 스트림이 용기의 양 말단에서 얻을 수 있도록 용기의 투과물 경로 내에 흐름 제한기(flow restrictor)를 제공한다. US 2007/0272628은 용기에 걸친 작동 조건에서의 차이를 더 잘 관리하기 위해 상이한 표준 특정 플럭스 값을 갖는 구성요소의 조합을 이용하고, 구현예들은 상이한 유형의 구성요소로부터 액체를 분리하기 위해 투과물 수집 튜브 내에서 흐름 제한기를 이용한다. WO 2012/086478은 투과물 흐름을 감소시키기 위해 엡스트림 구성요소의 투과물 수집 튜브 내에 고정된 배관 저항(resistance pipe)을 이용한다. US 7410581은 상호연결된 모듈의 투과물 수집 튜브에 따라 선택적인 위치로 이동될 수 있는 흐름 제한기의 사용을 기술하고 있다.

**발명의 내용**

[0005] 요약

[0006] 본 발명은 역삼투 (RO) 및 나노여과 (NF) 시스템에서 사용하기에 적합한 나권형 모듈 및 이에 대응되는 어셈블리를 포함하고, 이는 특히 광범위한 범위의 작동 조건, 예를 들면, 100 kPa 내지 500 kPa의 공급 압력에 걸쳐 보다 균일한 흐름을 제공하도록 적용된다. 바람직한 구현예에서, 본 발명은 투과물 수집 튜브 주위에 권취된 하나 이상의 멤브레인 봉투(membrane envelope)를 포함하고, 흐름 제어기는 투과물 수집 튜브 내에 위치하거나 이에 고정되고, 투과물 흐름의 함수로서 변화되는 흐름 저항(flow resistance)을 제공한다. 수많은 상이한 구현예가 기재되어 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0007] 도면은 축척에 의하지 않고, 설명을 용이하게 하는 최적화된 도면을 포함한다. 가능하게는, 동일하거나 유사한 특징을 표시하기 위해 유사 번호가 도면 및 기재된 설명을 통해 사용된다.

- 도 1은 나권형 모듈의 부분적으로 컷어웨이한 투시도이다.
- 도 2는 본 어셈블리의 구현예의 부분 단면도이다.
- 도 3은 3개의 상이한 투과물 수집 튜브에 위치한 흐름 제어기를 예시한다.
- 도 4는 흐름 제어기에 걸친 흐름 (l/hr) 대 차압 (kPa)의 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0008] 역삼투 (RO) 및 나노여과 (NF)는 압력이 반투과막의 일면 상의 공급 용액에 인가되는 막-기반 분리 공정이다.

인가된 압력은 "용매" (예를 들면, 물)가 막을 통과하도록 유도하고 (즉, "투과물"을 형성함), 한편 "용질" (예를 들면, 염)은 막을 통과할 수 없고, 잔여 공급물에 농축된다 (즉, "농축물" 용액을 형성함). 이의 용해 한도를 넘어 농축되는 경우, 보유된 염 (예를 들면, CaCO<sub>3</sub>)은 멤브레인 상에 스케일(scale)을 형성하기 시작한다. 이러한 스케일은 고 회수율로의 주거용 RO 시스템의 장기간 작동에 대해 특히 문제가 된다.

[0009] 본 발명은 역삼투 (RO) 및 나노여과 (NF) 시스템에서 사용하기에 적합한 나권형 모듈을 포함한다. 이러한 모듈은 투과물 수집 튜브 주위에 권취된 공급물 스페이스 시트 및 하나 이상의 RO 또는 NF 멤브레인 봉투를 포함한다. 봉투를 형성하기 위해 사용되는 RO 멤브레인은 사실상 모든 용해된 염에 대해 상대적으로 불투과성이고, 전형적으로 염과 나트륨과 같은 1가 이온을 갖는 약 95% 초과 염을 거부한다. RO 멤브레인은 또한 전형적으로 대략 100 달톤 초과 분자량을 갖는 약 95% 초과 무기 분자뿐만 아니라 유기 분자를 거부한다. NF 멤브레인은 RO 멤브레인보다 더 투과성이고, 전형적으로 1가 이온을 갖는 약 95% 미만의 염이 거부되고 한편 2가 이온의 종에 따라 2가 이온을 갖는 염의 약 50% 초과 (그리고 대개 90% 초과)의 염이 거부된다. NF 멤브레인은 또한 전형적으로 나노미터 범위의 입자뿐 아니라 대략 200 내지 500 달톤보다 큰 분자량을 갖는 유기 분자를 거부한다. 이러한 설명의 목적을 위해, 용어 "과여과(hyperfiltration)"는 RO 및 NF 모듈을 포함한다.

[0010] 대표적인 나권형 막 모듈은 도 1에서의 2로 일반적으로 나타난다. 모듈 (2)은 투과물 수집 튜브 (8) 주위에 하나 이상의 멤브레인 봉투 (4) 및 임의의 공급물 스페이스 시트(들) ("공급물 스페이스") (6)를 동심성으로 권취하는 것에 의해 형성된다. 투과물 수집 튜브 (8)는 대향하는 제1 및 제2 말단 (13', 13) 사이에서 연장된 길이를 갖고, 이의 길이의 일부에 따라 복수개의 개구 (24)를 포함한다. 각각의 멤브레인 봉투 (4)는 바람직하게는 멤브레인 시트 (10, 10')의 2개의 실질적 직사각형 구간을 포함한다. 멤브레인 시트 (10, 10')의 각각의 구간은 멤브레인 또는 정면층 (34) 및 지지체 또는 후면층 (36)을 가진다. 멤브레인 봉투 (4)는 멤브레인 시트 (10, 10')들을 중첩시키고 이의 가장자리를 정렬시킴으로써 형성된다. 바람직한 구현예에서, 멤브레인 시트의 구간 (10, 10')은 투과물 스페이스 시트 (12)를 둘러싼다. 이러한 샌드위치-유형 구조는 예를 들면 3개의 가장자리 (16, 18, 20)에 따라 밀봉제 (14)에 의해 함께 결속되어 봉투 (4)를 형성하고, 한편, 제4 가장자리, 즉 "근위 가장자리(proximal edge)" (22)는 투과물 수집 튜브 (8)와 인접하여 봉투 (4) (및 임의의 투과물 스페이스 (12))의 내부가 투과물 수집 튜브 (8)의 길이의 일부에 따라 연장된 개구 (24)와 유체적으로 연결되게 한다. 모듈 (2)은 단일 봉투 또는 각각이 공급물 스페이스 시트 (6)에 의해 분리되는 복수개의 멤브레인 봉투 (4)를 포함할 수 있다. 예시된 구현예에서, 멤브레인 봉투 (4)는 인접하여 배치된 멤브레인 리프 패킷(membrane leaf packet)의 후면층 (36) 표면을 결합시켜 형성된다. 멤브레인 리프 패킷은 2개의 멤브레인 "리프들"을 한정하기 위해 그 자체가 접혀지는 실질적 직사각형인 멤브레인 시트 (10)를 포함하고, 여기서 각각의 리프의 정면층 (34)은 서로 마주하고, 접힘부는 멤브레인 봉투 (4)의 근위 가장자리 (22)와 축방향으로 정렬되고, 즉, 이는 투과물 수집 튜브 (8)와 평행하다. 공급물 스페이스 시트 (6)는 접혀진 멤브레인 시트 (10)의 마주하는 정면층 (34) 사이에 위치하는 것으로 보여진다. 공급물 스페이스 시트 (6)는 모듈 (2)을 통해 공급물 유체의 흐름을 촉진한다. 도시되지 않지만, 추가의 중간층이 또한 어셈블리 내에 포함될 수 있다. 멤브레인 리프 패킷 및 이의 제조의 대표적인 예는 Haynes 등의 US 7875177에 추가로 기재되어 있다.

[0011] 모듈 제작 과정에서, 투과물 스페이스 시트 (12)는 이들 사이에 끼워진 멤브레인 리프 패킷으로 투과물 수집 튜브 (8)의 둘레 주위에 부착된다. 인접하여 위치한 멤브레인 리프 (10, 10')의 후면층 (36)은 그것의 주변 (16, 18, 20)의 일부의 주위를 밀봉하여 투과물 스페이스 시트 (12)를 감싸 멤브레인 봉투 (4)를 형성한다. 투과물 수집 튜브에 투과물 스페이스 시트를 부착하기 위한 적합한 기술은 Solie의 US 5538642에 기재되어 있다. 멤브레인 봉투(들) (4) 및 공급물 스페이스(들) (6)은 투과물 수집 튜브 (8) 주위에 동심성으로 권취되거나 "압연되어" 2개의 대향하는 스크롤 페이스(scroll face) (유입구 스크롤 페이스 (30) 및 유출구 스크롤 페이스 (32))를 형성한다. 생성된 나선형 다발은 테이프 또는 다른 수단으로 원위치에 고정된다. 모듈의 스크롤 페이스 (30, 32)는 이후 정돈될 수 있고, 밀봉제는 Larson 등의 US 7951295에 기재된 바와 같이 스크롤 페이스 (30, 32) 및 투과물 수집 튜브 (8) 사이의 접합부에 임의로 적용될 수 있다. 불투과층 예컨대 테이프는 McCollam의 US 8142588에 기재된 바와 같이 권취 모듈의 둘레의 주위에 권취될 수 있다. 대안적인 구현예에서, 다공성 테이프 또는 유리섬유 코팅이 모듈 주변에 적용될 수 있다.

[0012] 작동시 가압된 공급물 액체 (물)은 유입구 스크롤 페이스 (30)에서 모듈 (2)로 유입되고, 일반적으로 모듈을 통해 축방향으로 유동하고, 화살표 (26)에 의한 유출구 스크롤 페이스 (32)에서 농축물로서 배출된다. 투과물은 멤브레인 (10, 10')을 통해 멤브레인 봉투 (4)로 연장되는 일반적으로 화살표 (28)로 표시되는 투과물 흐름 경로에 따라 유동하고, 여기서 이는 투과물 수집 튜브 (8)를 통해 개구 (24)로 유동하고, 유출구 스크롤 페이스 (32)에서 튜브 (8)의 제2 말단 (13)으로 배출된다. 투과물 수집 튜브 (8)의 제1 말단 (13')은 바람직하게는 밀

봉되어 이를 통한 유체 유동을 방지한다.

[0013] 다양한 성분의 나권형 모듈을 구성하기 위한 물질은 본 기술분야에 잘 알려져 있다. 멤브레인 봉투를 밀봉하기 위한 적합한 밀봉제는 우레탄, 에폭시, 실리콘, 아크릴레이트, 핫 멜트 접착제 및 UV 경화성 접착제를 포함한다. 덜 일반적인 다른 밀봉 수단, 예컨대 열, 압력, 초음파 용접 및 테이프의 적용이 사용될 수 있다. 투과물 수집 튜브는 전형적으로 플라스틱 재료 예컨대 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌, 폴리비닐 클로라이드, 폴리설푼, 폴리 (페닐렌 옥사이드), 폴리스티렌, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 등으로 제조된다. 트리코 폴리에스테르 물질이 투과물 스페이서로서 일반적으로 사용된다. 일부 모듈에서, 투과물 수집 튜브는 다중 구간을 포함하고, 이들은 예컨대 접착제 또는 스펠 용접에 의해 함께 연결될 수 있다. 추가의 투과물 스페이서는 US 8388848에 기재되어 있다.

[0014] 멤브레인 시트는 특별하게 제한적이지 않고, 매우 다양한 물질, 예를 들면, 셀룰로오스 아세테이트 물질, 폴리설푼, 폴리에테르 설푼, 폴리아미드, 폴리설푼아미드, 폴리비닐리덴 플루오라이드가 사용될 수 있다. 바람직한 멤브레인은 1) 부직포 후면 웹 (예를 들면, 부직포 섬유 예컨대 Awa Paper Company로부터 상업적으로 이용가능한 폴리에스테르 섬유 직물)의 후면층 (후면측), 2) 약 25-125  $\mu\text{m}$ 의 전형적인 두께를 갖는 다공성 지지체를 포함하는 중간층 및 3) 약 1 마이크로미터 미만, 예를 들면 0.01 마이크로미터 내지 1 마이크로미터나 보다 일반적으로 약 0.01 내지 0.1  $\mu\text{m}$ 의 전형적인 두께를 갖는 폴리아미드 박막층을 포함하는 상부 분리층 (정면측)을 포함하는 3층 복합체이다. 후면층은 특별하게 제한되지 않지만, 바람직하게는 배향될 수 있는 섬유를 포함하는 비-직물 또는 섬유질 웹 매트를 포함한다. 대안적으로, 직물 예컨대 세일 클로스(sail cloth)가 사용될 수 있다. 대안적인 예는 US 4,214,994; US 4,795,559; US 5,435,957; US 5,919,026; US 6,156,680; US 2008/0295951 및 US 7,048,855에 기재되어 있다. 다공성 지지체는 전형적으로 투과물의 본질적으로 비제한적인 통과가 가능하도록 충분한 크기이고, 그러나 그 위에 형성된 박막 폴리아미드층 상의 가교를 방해할 정도로 충분히 크지 않은 기공 크기를 갖는 폴리머성 물질이다. 예를 들면, 지지체의 기공 크기는 바람직하게는 약 0.001 내지 0.5  $\mu\text{m}$ 의 범위이다. 다공성 지지체의 비-제한적인 예는 하기로 제조된 것을 포함한다: 폴리설푼, 폴리에테르 설푼, 폴리이미드, 폴리아미드, 폴리에테르이미드, 폴리아크릴로니트릴, 폴리(메틸 메타크릴레이트), 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 및 다양한 할로겐화된 폴리머 예컨대 폴리비닐리덴 플루오라이드. 분리층은 바람직하게는 미세다공성 폴리머층의 표면 위에서의 다작용성 아민 모노머 및 다작용성 아실 할라이드 모노머 사이의 계면 중축합 반응에 의해 형성된다.

[0015] 역삼투에 대한 시제품 멤브레인은 m-페닐렌 디아민 및 트리메소일 클로라이드의 반응에 의해 제조된 FilmTec Corporation의 FT-30™ 유형 멤브레인이다. 이러한 그리고 다른 계면 중축합 반응은 다수의 공급원 (예를 들면, US 4277344 및 US 6878278)에 기재되어 있다. 폴리아미드 멤브레인 층은 다공성 지지체의 하나 이상의 표면 상에서 다작용성 아민 모노머를 다작용성 아실 할라이드 모노머와 계면 중축합하여 제조될 수 있다 (여기서, 각각의 용어는 단일 종 또는 복수의 종의 사용 모두를 지칭하는 것으로 의도된다). 본원에서 사용되는 바와 같은 용어 "폴리아미드"는 아미드 연결기 (-C(O)NH-)가 분자 사슬을 따라 생성되는 폴리머를 지칭한다. 다작용성 아민 및 다작용성 아실 할라이드 모노머는 대부분 일반적으로 용액으로부터의 코팅 단계에 의해 다공성 지지체 상에 도포되고, 여기서 다작용성 아민 모노머는 전형적으로 수계 용액 또는 극성 용액으로부터, 다작용성 아실 할라이드는 유기계 용액 또는 무극성 용액으로부터 코팅된다.

[0016] 작동시, 본 나권형 모듈은 바람직하게는 압력 용기 내에 수용되고, 공급물 액체 유입구, 농축물 유출구 및 투과물 유출구를 포함하는 나권형 어셈블리를 이룬다. 본 발명에서 사용되는 압력 용기는 특별하게 제한되지 않으나, 바람직하게는 작업 조건과 관련된 압력을 견딜 수 있는 고체 구조체를 포함한다. 압력 용기는 바람직하게는 그 내부에 수용되는 나권형 모듈의 외부 주변부에 대응되는 내부 주변부를 갖는 챔버를 포함한다. 압력 용기의 방향은 특별하게 제한되지 않지만, 예를 들면 수평 및 수직 방향을 사용할 수 있다. 적용가능한 압력 용기, 모듈 배치 및 로딩(loading)의 예는 US 6074595, US 6165303, US 6299772 및 US 2008/0308504의 기재되어 있다. 대형 시스템에 대한 압력 용기의 제조사는 Minneapolis MN의 Pentair, Vista CA의 Bekaert 및 Beer Sheva, Israel의 Bel Composite이다. 소형 시스템에 대해, 단일 탈착용 말단 캡을 갖는 성형된 플라스틱 용기가 일반적으로 사용된다.

[0017] 본 발명은 거주 용도, 예를 들면, 2 m<sup>2</sup> 미만, 더 바람직하게는 1 m<sup>2</sup> 미만의 멤브레인 면적을 갖는 것에 대해 설계된 모듈 및 나권형 어셈블리에 대해 특히 적합하다. 이러한 모듈에 대해 바람직한 길이는 0.5 m 미만이다. 대표적인 과여과 모듈은 FilmTec의 1812 구조체 (예를 들면 TW30-1812)을 포함하고, 이는 명목상 1.8 인치 (4.6 cm) 직경 및 명목상 12 인치 (30 cm) 길이를 가진다. 도 2에 나타난 바람직한 구현예에서, 단일 모듈 (2)은 압

력 용기 (40) 내에 배치되고, 어셈블리는 단일 공급물 유입구, 농축물 유출구 및 투과물 유출구를 포함한다. 이러한 구현에는 사용자-조절가능 속도 컨트롤러가 없는 공급 펌프 (예를 들면, 25°C에서 모듈에 적어도 400 kPa 수압을 제공함)에 연결되는 경우 특히 유리하다.

[0018] 도 2를 참조하면, 본 나권형 어셈블리의 대표적인 구현에는 일반적으로 38로 나타나고, 이는 탈착용 말단 캡 (41)을 갖는 압력 용기 (40), 공급물 유입구 (42), 농축물 유출구 (44) 및 투과물 유출구 (46)를 포함한다. 공급물 유입구 (42)는 공급물 액체의 가압된 공급원과 연결하기 위해 적용된다. 농축물 유출구 (44)는 재사용 또는 처리를 위한 경로에 연결하기 위해 적용된다. 투과물 유출구 (46)는 보관, 사용, 또는 추가의 처리를 위한 경로에 연결하기 위해 적용된다. 예시된 구현예에서, 주변 염수 밀봉부(peripheral brine seal) (9)를 갖는 하나의 나권형 모듈 (2)을 용기 (40)의 내부에 고정한다. 조립 과정에서, 투과물 수집 튜브 (8)는 투과물 유출구 (46)에 연결된다. O-링 (11)은 튜브 (8) 주위에 임의로 배치되어 투과물 유출구 (46)와의 밀봉을 완전하게 한다. 흐름 제어기(54)는 제2 말단 (13) 근처의 투과물 수집 튜브 (8) 내에 배치된다 (예를 들면 고정된다). 대안적인 구현예에서, 흐름 제어기 (54)는 투과물이 모듈(8)로부터 배출됨에 따라 흐름 제어기를 통과하여야만 하도록 투과물 수집 튜브 (8)의 말단 (13)에 고정될 수 있다.

[0019] 도 3a, 3b, 및 3c는 튜브 (8)의 길이에 따라 상이한 위치에 배치된 흐름 제어기 (54)를 갖는 투과물 수집 튜브 (8) 구조의 구현예를 예시하고 있다. 투과물 수집 튜브 (8)의 대향하는 말단 (13,13') 사이의 길이는 변화될 수 있고, 이는 모듈 (2)의 하나 또는 두 모듈의 스크롤 페이스 (30, 32)를 넘어 연장되거나 연장될 수 없다. 도 3a 에 보여지는 바와 같이, 투과물 수집 튜브 (8)는 또한 결합 연장부 (33)를 포함할 수 있고, 및 흐름 제어기 (54)는 결합 연장부 (33)의 말단 내에 위치하거나 또는 이에 고정될 수 있다. 도시되지 않은 대안적인 구현예에서, 흐름 제어기 (54)는 투과물이 이를 통과하여 모듈(2)로부터 배출되도록 투과물 수집 튜브 (8)의 말단 (13) 에 고정될 수 있다. 본 발명의 목적을 위해, 결합 연장부 (33)는 투과물 수집 튜브 (8)의 일부로 여겨진다.

[0020] 이들 구현예에서에서 예시되는 바와 같이, 투과물 수집 튜브 (8)는 대향하는 말단 (13,13') 사이에 복수개의 개구 (24)를 가진다. 그러나, 예시되는 구현예에서, 단 하나의 튜브 말단 (13)이 개구 (24)와 유체적으로 연결되는 것이 가능하다. 즉, 튜브 (8)의 제1 말단 (13)은 바람직하게는 투과물 흐름 경로 (28)가 튜브 (8)를 통해 멤브레인 봉투로부터 개구 (24)로 연장되고, 튜브의 제2 말단 (13)을 통해 나오도록 밀봉된다. 도 3a 및 3b는 흐름 제어기 (54)가 개구 (24)의 다운스트림에 위치한 경우의 구현예를 예시하고 있다. 흐름 제어기 (54)가 제2 말단 (13) 및 모든 개구 (24) 사이에 위치하기 때문에, 투과물 수집 튜브 (8)로 유입되는 모든 투과물은 흐름 제어기 (54)를 통과한다. 다른 구현예에서, 도 3c에 예시된 바와 같이, 흐름 제어기 (54)는 개별적인 개구들 (24) 사이에 배치될 수 있다. 본 구현예에서, 흐름 제어기 (54)의 다운스트림의 구멍을 통한 흐름은 촉진되고, 흐름 제어기 (54)의 업스트림 흐름은 저지된다. 바람직한 하위-구현예에서, 흐름 제어기 (54)는 투과물 흐름 경로 (28)를 따라 유동하는 투과물의 적어도 90%가 투과물 수집 튜브 (8)의 제2 말단 (13)으로 배출되지 이전에 흐름 제어기 (54)를 통과하도록 투과물 수집 튜브 (8) 내에 위치한다.

[0021] 흐름 제어기 (54)는 투과물 흐름의 함수로서 변화되는 흐름 저항을 제공하고, 즉, 투과물 흐름이 증가함에 따라 저항이 증가한다. "저항" (R)은 압력 강하 ( $\Delta p$ ) 대 흐름 (F)의 비로서 정의되고, 즉,  $R=p/F$ 이다. 흐름 제어기 (54)에 걸친 압력 강하는 항상 변화없이 흐름과 함께 증가하나, 저항 값은 일정하지 않고, 흐름과 함께 변화될 수 있다. 흐름 제어기 (54)는 흐름 제어기 (54)에 걸친 흐름 (또는 압력 강하)이 증가함에 따라 저항을 증가시킨다. 이러한 방식으로, 흐름 컨트롤러에 걸친 흐름은 원하는 압력 범위에 걸쳐 작동 과정에서 상대적으로 일정하게 유지될 수 있다. 대안적으로 말하자면, 압력 강하는 흐름에 있어서의 단지 10% 변화로 2, 4, 또는 심지어 10개의 인자에 의해 증가될 수 있다. 예를 들면, 5 GPM 흐름 제어기 (예를 들면 O'Keefe Controls Co.로부터 이용가능한 모델# 2305-1141-3/4)는 압력 강하가 0.1 내지 10 mPa 사이의 범위에 있음에 따라  $\pm 10\%$ 의 유동률 내의 흐름을 유지한다. 투과물 수집 튜브 (8)를 통한 투과물 흐름을 저지시킴으로써, "오버-플럭싱(overflowing)"이 가변적 작동 조건에도 불구하고 방지된다. 바람직한 구현예에서, 흐름 제어기 (54)는 더 높은 투과물 유속 또는 흐름 제어기에 걸친 더 큰 압력 강하에서 유동하기 위해 더 큰 저항을 야기하도록 변형될 수 있는 순응 부재(compliant member)를 포함한다. 흐름 제어기는 부분적으로 차단하거나 형태를 변화시키기 위해, 즉 투과물 흐름이 증가함에 따라 좁아지고, 투과물 흐름이 감소함에 따라 개방하는 오리피스들을 포함할 수 있다. 다른 적합한 흐름 제어기는 웹 사이트([www.maric.com.au](http://www.maric.com.au))에 기재된 웨이퍼 유형 밸브를 포함한다. 흐름 제어기에 의해 생성되는 압력 강하의 정도는 어셈블리의 특성, 예를 들면, 모듈의 수, 공급 유체의 품질, 공급 작동 압력 등에 기초하여 최적화될 수 있다. 하나의 바람직한 구현예에서, 흐름 제어기는, 모듈이 400 kPa의 공급 압력 및 25°C의 온도에서 (예를 들면 RO 처리되거나 탈이온된) 순수로 작동되는 경우 40 l/m<sup>2</sup>hr 미만의 값으로 투과물 플럭스를 조절하는 것을 특징으로 한다. 바람직하게는, 이는 400 kPa의 조건 및 25°C의 온도 하에서 20 내지 50

1/m<sup>2</sup>hr, 더 바람직하게는 30 내지 40 1/m<sup>2</sup>hr의 값으로 조절될 것이고, 반면 이는 그렇지 않으면 20% 초과까지 이 값보다 클 것이다. 다른 구현예에서, 흐름 제어기는 모듈이 400 kPa의 공급 압력 및 25°C의 온도에서 순수로 작동되는 경우 250 내지 1500 리터/1일의 값으로 투과물 흐름을 조절하는 것을 특징으로 한다. 또 다른 구현예에서, 흐름 제어기는 모듈이 200 kPa의 공급 수압 및 25°C의 온도에서 작동되는 경우 기본 흐름 값 (리터/분)을 제공하는 것을 특징으로 하고, 상기 흐름 제어기는 모듈이 단지 35 kPa의 공급 수압 및 25°C의 온도에서 작동되는 경우 기본 흐름 값 (리터/분)의 적어도 50%와 동등한 흐름 값을 제공한다. 보다 상세하게는, 흐름 제어기는 모듈이 300 kPa의 공급 수압 및 25°C의 온도에서 작동되는 경우 기본 흐름 값 (리터/분)을 제공하는 것을 특징으로 하고, 흐름 제어기는 단지 35 kPa의 공급 수압 및 25°C의 온도에서 작동되는 경우 기본 흐름 값 (리터/분)의 적어도 50%와 동등한 흐름 값을 제공한다.

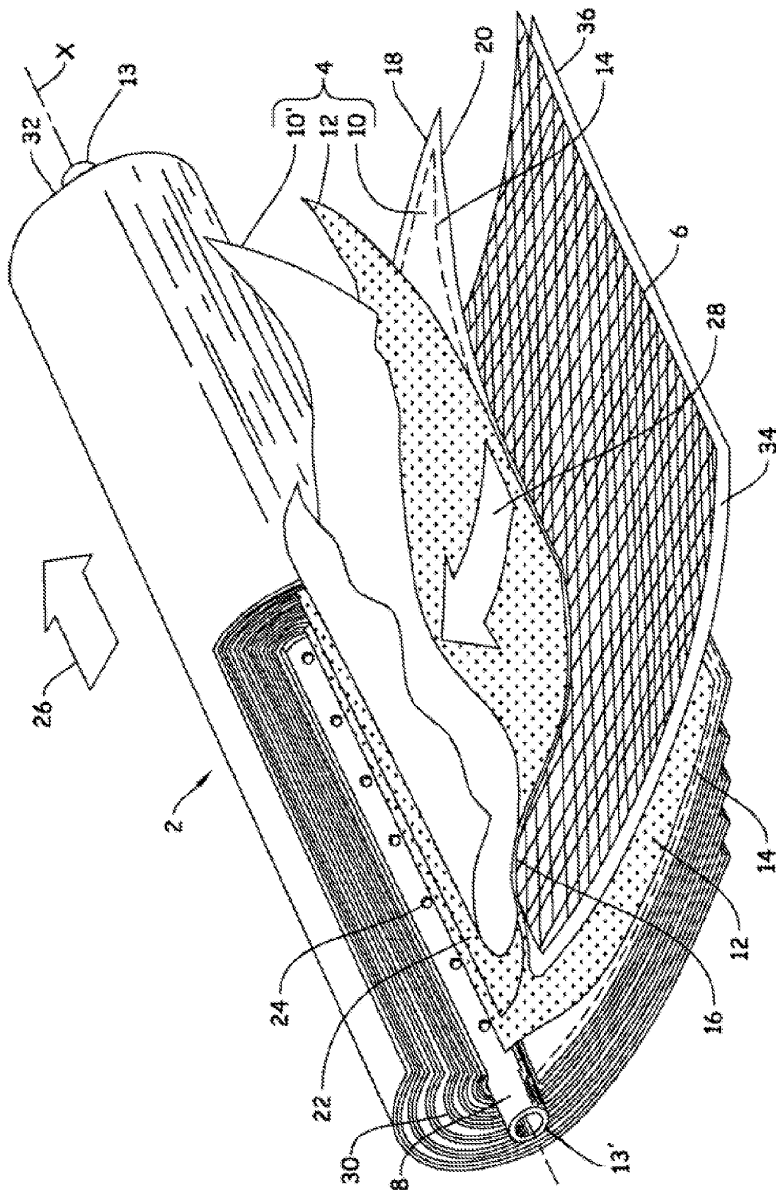
[0022] 흐름 제어기의 효과를 보다 잘 예시하기 위해, 도 4는 종래 오리피스 모델 (-)를 사용하는 오리피스 및 2개의 시판되는 흐름 제어기 (○, ▲)에 걸친 흐름 (GPD) 대 차압 (psi)의 그래프를 제공한다. 그래프에 의해 보여지는 바와 같이, 흐름 제어기는 넓은 범위의 차압(pressure differential)에 걸쳐 상대적으로 균일한 흐름을 제공한다.

[0023] 본 발명의 많은 구현예들이 기재되어 있고, 일부 경우에서 특정 구현예, 선택, 범위, 구성요소, 또는 다른 특징이 "바람직한" 것으로 특정되어 있다. 이러한 표시의 "바람직한" 특징은 본 발명의 본질적이거나 중요한 양태로서 해석되어야 하는 것은 아니다. 표시된 범위는 특별하게는 종료점을 포함한다. 각각의 상술된 특허 및 특허출원의 전체 내용은 본원에 참조로 포함되어 있다.

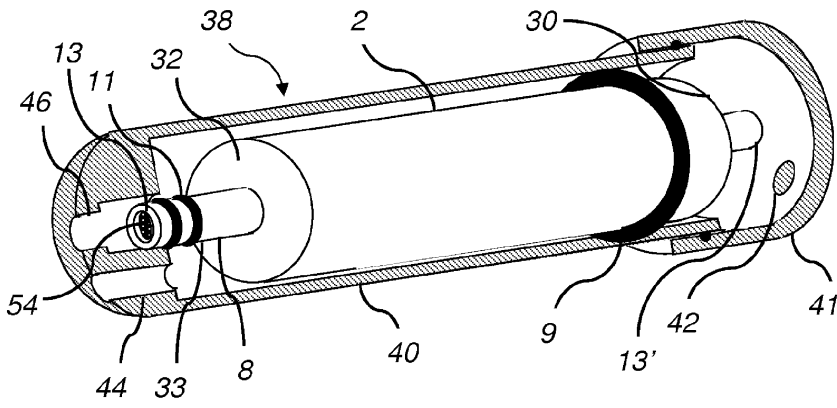


도면

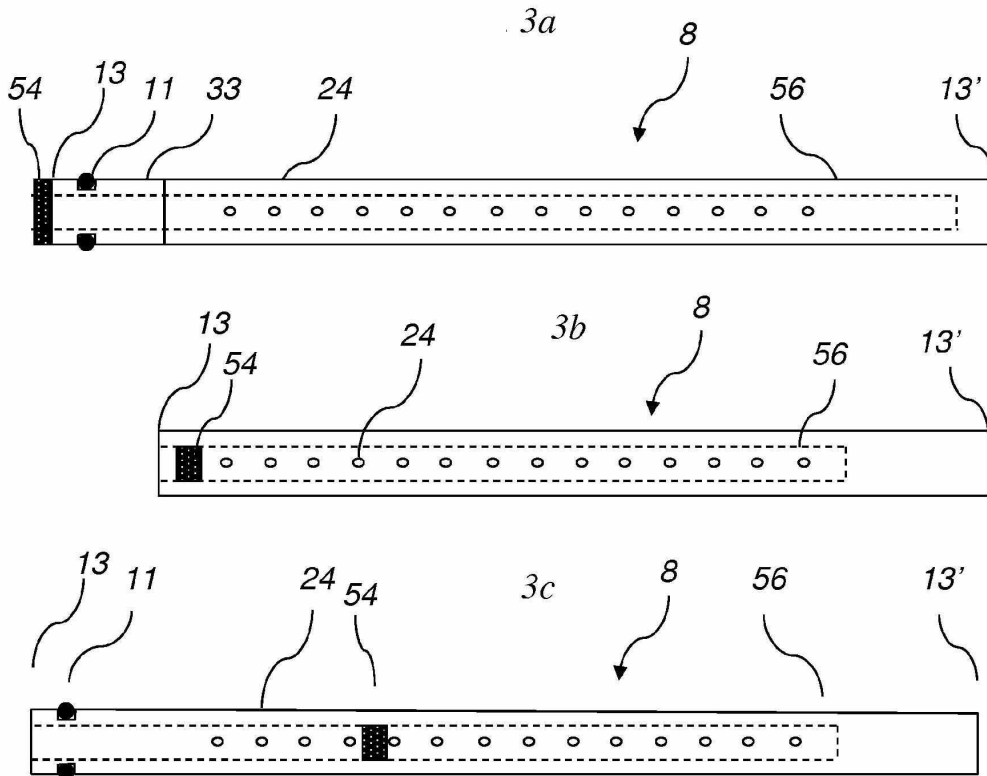
도면1



도면2



도면3



도면4

