



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0100236
(43) 공개일자 2018년09월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B32B 3/28 (2006.01) B32B 3/04 (2006.01)
B32B 5/02 (2006.01) B32B 5/26 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B32B 3/28 (2013.01)
B01D 61/027 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7023892(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2011년04월15일
심사청구일자 없음
- (62) 원출원 특허 10-2012-7030408
원출원일자(국제) 2011년04월15일
심사청구일자 2016년04월14일
- (85) 번역문제출일자 2018년08월20일
- (86) 국제출원번호 PCT/CA2011/050201
- (87) 국제공개번호 WO 2011/130853
국제공개일자 2011년10월27일
- (30) 우선권주장
61/325,972 2010년04월20일 미국(US)

- (71) 출원인
파이버라케스트 리미티드
캐나다 온타리오 앤캐스터 샌드힐 드라이브 1480
유니트 5 (우: 엘9지 4브이5)
- (72) 발명자
토메스쿠, 로넬
캐나다 엘9케이 1티2 온타리오 앤캐스터 픽카드
애비뉴 3
시몬, 라파엘
미국 90272 캘리포니아 퍼시픽 팰리세이즈 참 아
크레스 플레이스 1135
- (74) 대리인
특허법인 남앤드남

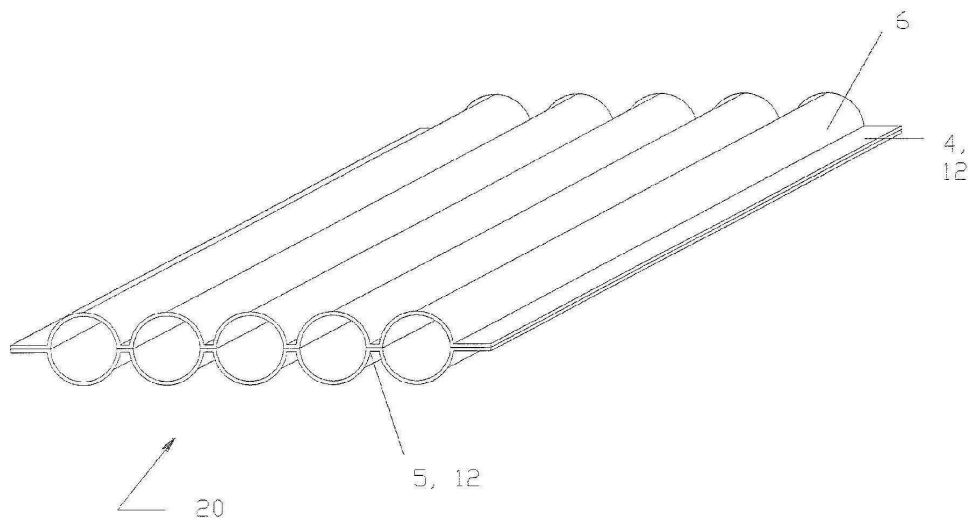
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 **형성된 시트 멤브레인 요소 및 여과 시스템**

(57) 요약

하나 이상의 함몰부를 지닌 성형된 기재 시트 내로 캐비티에 대해 가열 및 가압 하에 기재 물질 조각이 형성된다. 두 개의 기재 시트는 함께 접합되어 기재를 형성하며, 하나 이상의 함몰부는 하나 이상의 내부 채널을 형성한다. 사전-코팅된 기재 물질로 형성되지 않은 경우, 기재는 도프로 코팅되고, 켄칭되어 여과 멤브레인을 형성한다. 다수의 멤브레인이 나란히 배치되어 멤브레인의 투과 말단을 지닌 번들을 형성하며, 이러한 투과 말단은 갭 또는 스페이서에 의해 분리되는 하나 이상의 내부 채널에 대해 개방되어 있다. 번들은 헤더에 연결되어 모듈을 생성한다. 모듈은 카세트로 조립될 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

B01D 61/147 (2013.01)

B01D 67/0088 (2013.01)

B32B 3/04 (2013.01)

B32B 5/022 (2013.01)

B32B 5/26 (2013.01)

B32B 7/12 (2013.01)

B32B 2037/1215 (2013.01)

B32B 2255/02 (2013.01)

B32B 2307/724 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

두 개의 기재 물질 시트로서, 이중 하나 이상의 기재 물질 시트는 하나 이상의 기재 물질 시트의 에지로 연장되는 하나 이상의 함몰부를 지니며, 두 개의 기재 물질 시트는 하나 이상의 함몰부가 외측 에지로 연장되는 것을 제외하고 이들 시트의 외측 에지를 따라 함께 접합되며,

이에 따라 하나 이상의 함몰부가 두 개의 기재 물질 시트 사이에 하나 이상의 내부 채널을 형성하고, 하나 이상의 내부 채널은 하나 이상의 외측 에지에 대해 개방되어 있는, 두 개의 기재 물질 시트를 포함하는 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서, 두 개의 기재 물질 시트가 함께 접합되기 전에 각각의 시트 상에 사전-코팅되거나, 두 개의 기재 물질 시트가 함께 접합된 후에 이들 시트의 외측 표면 상에 코팅되는, 여과 멤브레인(membrane) 물질을 추가로 포함하는 장치.

청구항 3

제 1항에 있어서, 멤브레인 물질이 정밀여과(microfiltration) 범위 또는 보다 작은 범위 내의 기공 크기를 갖는 장치.

청구항 4

제 3항에 있어서, 멤브레인 물질이 나노여과(nanofiltration) 범위 또는 보다 작은 범위 내의 기공 크기를 갖는 장치.

청구항 5

제 1항에 있어서, 하나 이상의 함몰부가 일반적으로 하나 이상의 기재 물질 시트와는 독립적이며 영구적인 피쳐(feature)인 장치.

청구항 6

제 1항 내지 제 5항 중 어느 한 항에 있어서, 기재 물질이 부직포인 장치.

청구항 7

제 1항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 있어서, 하나 이상의 함몰부가 하나 이상의 함몰부를 지닌 하나 이상의 기재 물질 시트로 몰딩되는 형상의 독립적인 피쳐인 장치.

청구항 8

제 1항 내지 제 7항 중 어느 한 항에 있어서, 하나 이상의 내부 채널이 일반적으로 원통형이고, 0.1 mm 내지 50 mm의 내경을 갖는 장치.

청구항 9

제 1항 내지 제 8항 중 어느 한 항에 있어서, 두 개의 기재 물질 시트가 하나 이상의 내부 채널 사이에서 직접적으로 함께 접합되거나, 삽입체를 통해 함께 접합되는 장치.

청구항 10

제 1항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 있어서, 두 개의 기재 물질 시트가 열경화성 물질 또는 수지, 예컨대 MMA, 에폭시 또는 PUR 핫 멜트(hot melt) 접착제에 의해, 또는 용착, 예컨대 레이저 용착에 의해 함께 접합되는 장치.

청구항 11

제 1항 내지 제 10항 중 어느 한 항의 장치의 번들(bundle)을 포함하는, 여과 모듈.

청구항 12

제 11항에 있어서, 하나 이상의 내부 채널에 대해 개방되어 있는 장치의 에지가 헤더로 포팅(potting)되는, 여과 모듈.

청구항 13

제 11항에 있어서, 번들 내 인접하는 장치가 스페이서(spacer)에 의해, 포팅 물질에 의해, 또는 이 둘 모두에 의해 분리되는, 여과 모듈.

청구항 14

제 13항에 있어서, 번들 내 인접하는 장치가 인접하는 장치 사이 겹의 형상에 상응하는 표면으로 사전-제조된 스페이서에 의해 분리되는, 여과 모듈.

청구항 15

제 14항에 있어서, 번들 내 장치의 말단 및 스페이서가 함께 접합되어 블록을 형성하는, 여과 모듈.

청구항 16

제 15항에 있어서, 블록이 헤더 캐비티(header cavity)로 제거가능하게 밀봉되는, 여과 모듈.

청구항 17

제 15항에 있어서, 블록이 고화된 밀봉 물질에 의해 헤더 캐비티에 부착되는, 여과 모듈.

청구항 18

제 12항, 제 16항 또는 제 17항 중 어느 한 항에 있어서, 내부 채널이 일반적으로 서로에 대해 평행하고, 일반적으로 헤더에 대해 수직인, 여과 장치.

청구항 19

제 18항에 있어서, 헤더가 수직으로 배향되고, 내부 채널이 수평으로 배향되고, 인접하는 장치 사이에 수직 겹을 갖도록 탱크 내에 여과 장치를 지지하는데 적합한 카세트 프레임 내에 헤더가 구비되는, 여과 장치.

청구항 20

- a) 기재 물질의 조각을 캐비티에 삽입하는 단계,
- b) 기재 물질의 조각을 가열 및 냉각하면서 기재 물질의 조각을 캐비티의 내측 표면에 대해 압착하여 기재 물질의 조각을 성형하는 단계,
- c) 다이로부터 다이에 상응하는 형상을 지닌 기재 물질을 제거하는 단계를 포함하는, 멤브레인을 제조하는 방법.

청구항 21

제 20항에 있어서, 기재 물질이 다공성 부직포인 방법.

청구항 22

제 20항 또는 제 21항에 있어서, 캐비티가 일련의 평행하게 이격되어 있는 함몰부를 지니는 방법.

청구항 23

제 20항 내지 제 22항 중 어느 한 항에 있어서, 구조물의 하나 이상의 에지에 대해 개방되어 있는 하나 이상의

내부 채널을 지닌 구조물을 제공하도록 두 개의 성형된 시트를 함께 접합시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 24

제 20항 내지 제 23항 중 어느 한 항에 있어서, 구조물의 형상과 일반적으로 일치하는 형상을 지닌 코팅 다이를 통해 일반적으로 아래 방향으로 구조물을 통과시킴으로써 구조물 상에 멤브레인 물질을 코팅시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 25

제 20항 내지 제 23항 중 어느 한 항에 있어서, 기재 물질의 조각을 다이에 삽입하기 전에 기재 물질이 플랫 시트가 되게 하면서 멤브레인 물질로 기재 물질의 조각을 코팅하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 26

제 20항 내지 제 25항 중 어느 한 항에 있어서, 기재 물질을 캐비티의 내측 표면에 대해 압착하면서, 기재 물질의 조각을 이의 열변형 온도보다 높은 온도로 가열하고, 이의 열변형 온도보다 낮게 냉각시키는 방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 명세서는 멤브레인 분리용 장치 및 이를 제조하는 방법, 특히 침지식(immersed), 다르게는 소위 서브머지드(submerged) 작동에 적합한, 정밀여과(microfiltration)(MF), 한외여과(ultrafiltration)(UF) 또는 나노여과(nanofiltration)(NF) 멤브레인 요소 또는 모듈에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 하기는 논의되는 어떠한 것들이 종래 기술로서 통상의 일반적인 지식이거나 인용될 수 있음을 인정하는 것은 아니다.

[0003] 침지식 MF 또는 UF 멤브레인은 플랫 시트(flat sheet), 다르게는 소위, 플레이트 및 프레임 형태로 제조될 수 있다. 이러한 형태에서, 멤브레인 시트의 롤(roll)은 부직포 기재(non-woven substrate)의 롤로 폴리머 분리층 구조물을 캐스팅(casting)함으로써 제조된다. 일반적으로 두 개의 직사각형 멤브레인 시트 조각이 그것들의 에지에서, 예를 들어, 초음파 용착에 의해 중공 플라스틱 프레임의 마주하는 측면 상에 부착된다. 이는 여과된 물, 다르게는 소위 투과물(permeate)을 수거하기 위해 중공의 내부 채널을 지닌 패널을 형성한다. 수개의 패널은 여과되어야 하는 물 중에 침지될 수 있는 프레임으로 나란히 활주한다. 패널 안쪽은 멤브레인 시트를 통해 투과물을 배출시키기 위한 펌프의 흡입면(suction side)에 연결된다. 프레임 아래로부터 제공되는 버블은 버블과 액체의 혼합된 흐름으로 하여금 패널들 사이에 있는 수직 슬롯(slot)을 통해 상승하게 하여 멤브레인 표면을 깨끗하게 유지시킨다. 이러한 타입의 장치의 예가 모두 쿠보타 코퍼레이션(Kubota Corporation)이 소유한 미국 특허 제5,482,625호; 제5,651,888호; 제5,772,831호; 제6,287,467호; 및 제6,843,908호에 제시되어 있다.

[0004] 플랫 시트 멤브레인 모듈은 이들이 넓은 시트로 캐스팅(casting)될 수 있기 때문에 일반적으로 견고하고, 제조 비용(중공 섬유 멤브레인에 비해)이 낮다. 그러나, 플랫 시트 멤브레인은 중공 섬유 멤브레인에 비해 불량한 패킹 밀도(모듈의 단위 용적 당 멤브레인의 표면적)를 지니며, 이에 따라 대규모 플랫 시트 플랜트의 전체 비용이 매우 높을 수 있다. 또한, 전형적인 플랫 시트 멤브레인 패널은 아무리 힘차게 역세척(backwash)하더라도 멤브레인을 기계적으로 세척하기에는 충분하지 않다.

[0005] 플랫 시트 멤브레인 요소의 변이형이 마이크로다인-나디르 게엠베하(Microdyn-Nadir GmbH)의 국제 출원 공개 번호 WO 2007/036332에 제시되어 있다. 이들 요소에 있어서, 두 개의 멤브레인 물질 층이 두 개의 치밀층(dense layer) 사이의 다공성 중심 영역을 지닌 패브릭의 앞면 및 뒷면에 캐스팅된다. 중심 영역은 투과물 채널을 제공하고, 또한 두 개의 치밀층을 함께 연결하여 요소가 기계 세척을 위해 역세척되도록 한다. 이들 요소는 사면 프레임(four-sided frame)을 필요로 하지 않으며, 두께가 약 2mm인데, 이러한 두께는 상기 기술된 플레이트 및 프레임보다 얇은 것이다. 그러나, 이들 요소는 또한 가요성이고, 프레임의 중심에서 중심이 약 10mm 만큼 이격되어 있다. 패킹 밀도는 상기 기술된 플레이트 및 프레임 요소에 대한 패킹 밀도보다 우수하지만, 중공 섬유 멤브레인 모듈에 비해서는 여전히 훨씬 낮다. 패브릭의 중심 영역은 다공성이기는 하지만, 또한 투과물 채널내 흐름에 대해 저항성을 제공하고, 요소의 비용을 증가시킨다.

발명의 내용

- [0006] 서론
- [0007] 하기 서론은 독자에게 하기의 상세한 설명을 도입하고자 하는 것이지, 어떠한 청구되는 발명을 제한하거나 한정하고자 의도되는 것은 아니다.
- [0008] 기재 물질, 예를 들어, 부직포의 한 조각이 하나 이상의 함몰부(depression), 예를 들어, 소정 면(plane)에 대해 일반적으로 평행한 일련의 함몰부를 지닌 성형된 기재 시트로, 예를 들어 몰드 캐비티의 내측 표면에 대해 가열 및 가압 하에 형성된다. 두 개의 기재 시트(이중 하나 이상은 함몰부를 지님)는, 예를 들어, 함몰부의 에지를 따라서 또는 옆으로 함께 접합된다. 임의로, 추가의 중간 시트가 두 기재 시트 사이에 접합될 수 있다. 두 기재 시트는 서로 또는 존재하는 경우 중간 시트와 함께 다수의 내부 채널을 지닌 기재를 형성한다. 기재 물질의 조각이 미리 멤브레인 물질로 코팅되지 않았다면, 기재는 도프(dope)로 코팅되고, 켄칭되거나 응결되어 멤브레인 시트를 형성한다.
- [0009] 멤브레인 시트는 일반적으로 평면이지만, 내부 채널에 상응하는 하나 이상의 리지(ridge)를 지녀 동일한 평판 면적보다 큰 표면적을 제공한다. 내부 채널은 투과물이 시트의 리지로 흐르게 하기 위한 개방된 통로를 제공한다. 멤브레인 시트는 바람직하게는 내부 채널 사이의 하나 이상의 라인을 따라, 뿐만 아니라 함몰부와 평행한 외부 에지를 따라 함께 접합된다. 충분한 수의 내부 채널 간에 함께 접합되는 경우, 임의로 각 내부 채널의 각각의 측면 상에, 멤브레인 시트가 사면 프레임 없이 사용되거나 역세척에 의해 기계적으로 세척될 수 있다.
- [0010] 다수의 멤브레인 시트는 번들(bundle)로 나란히 배치될 수 있다. 하나 이상의 내부 채널과 교차되고, 하나 이상의 내부 채널에 대해 개방되어 있는, 멤브레인 시트의 투과물 에지는, 번들 내 인접하는 멤브레인 시트의 에지로부터 스페이서에 의해 분리될 수 있다. 번들은 하나 이상의 헤더에 연결되어 모듈을 생성한다. 헤더로의 연결은 영구적이거나 제거될 수 있다. 다수의 모듈이 카세트로 조립될 수 있다. 카세트는 멤브레인이 대체적으로 수직이고, 내부 채널이 일반적으로 수평이도록, 여과되어야 하는 물 탱크 내에서 모듈을 지지할 수 있다. 투과물은 카세트의 측면에 있는 헤더로 흐른다. 여과되는 액체, 및 임의로 가스 버블은 멤브레인 사이의 공간을 통해 수직으로 흐른다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 형성된 기재 시트의 등각 투영도(isometric view)이다.
- 도 2는 몰드의 저부 캐비티 상의 도 1에서와 같은 기재 시트의 등각 투영도이다.
- 도 3은 기재 시트 상의 몰드 삽입체를 지닌 도 2에서와 같은 몰드의 저부 캐비티 상의 기재 시트의 등각 투영도이다.
- 도 4은 몰드의 상부 캐비티를 지닌 도 3에서와 같은 기재 시트 상의 몰드 삽입체를 지닌 몰드의 저부 캐비티 상의 기재 시트의 등각 투영도이다.
- 도 5는 도 1에서와 같은 두 개의 형성된 기재 시트로 제조된 기재의 단면도이다.
- 도 6은 도 5의 기재의 등각 투영도이다.
- 도 7은 도 5에서와 같은 기재 상의 반투과성 코팅을 지닌 멤브레인의 단면도이다.
- 도 8은 번들로 조립되는 도 7에서와 같은 다수의 멤브레인의 분해된 등각 투영도이다.
- 도 9는 멤브레인 번들의 단면도이다.
- 도 10은 한 단부에서 투과물 헤더로 포팅(potting)되는 멤브레인 번들의 단면도이다.
- 도 11은 양 단부에서 투과물 헤더로 포팅되는 멤브레인 번들을 지닌 멤브레인 모듈의 평면도이다.
- 도 12는 도 11의 다수의 모듈을 지닌 카세트의 평면도이다.
- 도 13은 도 12의 카세트의 코너의 확대도이다.
- 도 14는 도 12의 카세트의 측면도이다.
- 도 15는 두 개의 기재 시트 사이에 중간 플랫폼 시트를 지닌 투과물 시트의 측면도이다.

도 16은 파동 형상(undulating profile)을 갖는 기재로 제조된 투과물 시트의 측면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 본 명세서에서, "시트" 또는 "기재 시트"는 전형적으로 다수의 함몰부를 갖도록 성형될 수 있는 기재 물질의 조각을 나타낸다. "투과물 시트" 또는 "기재"는 전형적으로 함께 접합되어 있는 두 개의 시트를 나타낸다. "투과물 채널"은 전형적으로 시트의 내측 표면에 의해 형성된 기재의 내측 상의 채널로서, 이를 통해 액체가 기재의 면에 대해 평행하게 기재의 에지로 흐를 수 있는 채널을 나타낸다. "커넥터(connector)"는 두 개의 인접하는 함몰부 사이에 있는 시트의 일부이거나, 두 개의 인접하는 투과물 채널 사이에 있는 투과물 시트의 일부를 나타낼 수 있다. "삽입체(insert)"는 몰드의 상부 다이와 저부 다이 사이에 배치되며, 함몰부 또는 투과물 채널의 내측 표면의 일부 또는 전부를 성형하는데 사용되는 몰드의 일부를 나타낼 수 있다. "멤브레인 시트"는 그 위에 코팅된 분리층을 지닌 투과물 시트를 나타낼 수 있다.

[0013] 하기에 보다 상세히 기술될 시트, 및 이를 제조하는 방법의 예에서, 시트는 열 처리되는 부직포 물질의 조각으로부터 제조되고, 캐비티 내로 압착되어 다수의 함몰부, 다르게는 리플(ripple)을 지닌 형상을 형성한다. 본원에서 기술되는 예에서, 함몰부는 커넥터에 의해 분리된다. 커넥터는 접촉하거나 공통의 면 내에 놓여진다. 본원에서 기술되는 예에서, 커넥터는 본질적으로 플랫폼형이고, 함몰부는 본질적으로 반원통형이다. 두 개의 이들 시트가 함몰부에 평행한 이들 두 개의 외측 에지, 다르게는 소위 플랜지에서, 그리고 이들의 커넥터 중 하나 이상, 바람직하게는 전부에서 함께 부착된다. 이는 평행한 일반적으로 원통형인 투과물 채널의 어레이를 지닌 투과물 시트를 형성하며, 각 채널은 각각의 시트로부터 리플인, 두 개의 반원통형 리플에 의해 형성된다. 투과물 시트는 채널에 수직인 두 개의 개방된 에지를 지니며, 이때 투과물 채널은 방출한다. 투과물 시트는 필요한 경우 최종 크기 및 형상으로 트리밍(trimming)될 수 있다. 시트가 멤브레인 물질로 사전 코팅되지 않은 경우, 투과물 시트는 코터(coater)에 공급되어, 멤브레인 도프가 투과물 시트의 외측 표면 상에 캐스팅된다. 이후, 코팅된 투과물 시트는 켄칭조 또는 응결조로 전달되어, 거기에서 도프가 분리층을 지닌 고체 멤브레인 물질로 변형된다. 멤브레인 물질은 상 분리 공정, 예를 들어 TIPS 또는 NIPS 공정에 의해 형성될 수 있다. 형성되는 멤브레인 시트는 켄칭조로부터 제거되고, 추가로 행구어지고, (필요에 따라) 함침되고, 건조된다. 다수, 예를 들어, 2 내지 50개의 멤브레인 시트가 타겟 시트간 공간(target inter-sheet spacing)에 따라 이들의 개방 단부에서 함께 부착되어 번들을 형성할 수 있다. 번들의 하나 이상의 개방 단부가 영구적으로 또는 제거가능한 시일(seal)로 투과물 헤더에 부착되어 모듈을 형성한다. 모듈은 예를 들어 압력 파괴 시험에 의해 무결점 시험될 수 있다. 모듈은 여과 탱크로의 삽입에 적합한 카세트를 제조하기 위해 구조적 요소를 포함하는 카세트로 조립된다. 멤브레인 시트는 탱크내에서 일반적으로 수직으로 배향되고, 채널은 대체로 수평으로 배향되며, 헤더는 카세트의 측면에 위치하고, 일반적으로 수직으로 배향된다. 또한, 카세트는 바람직하게는 멤브레인 시트 간의 공간으로 버블을 방출시키도록 구성된 보다 하부의 폭기 격자(lower aeration grid)를 갖는다. 하기에 보다 상세히 논의될 도면은 시트, 시트를 제조하기 위한 몰드, 모듈, 및 카세트의 예를 제시한다.

[0014] 도 1과 관련하여, 시트(7)는 부직포의 조각으로 제조된다. 일련한 평행한 반원통형 함몰부(6)를 지닌 형상으로 압착된 시트(7)는 소정 간격으로 이격되며, 플랫폼 커넥터(5)에 의해 분리된다. 외측 함몰부는 두 개의 에지 플랜지(4)에 의해 경계를 갖는다. 반원통형 함몰부(6)의 반경은 예를 들어, 적용에 의거하여 0.3 mm 내지 5 mm이다.

[0015] 도 2 내지 4와 관련하여, 저부 캐비티(9), 상부 캐비티(11), 및 다수의 삽입체(8)(하나만 도시됨)를 포함하는 몰드(10)이 성형 공정에 사용된다. 저부 캐비티(9)는 최종 몰딩된 시트(8)의 외측 형상과 일치한다. 삽입체(8)는 금속성일 수 있으며, 캐비티(9, 11)와 함께 사용되어 반원통형 함몰부(6)를 형성한다. 삽입체(8)는 몰드(10)의 별개의 구성요소일 수 있거나, 몰드(10)의 상부 캐비티(11)에 내장될 수 있다. 몰드가 내장된 삽입체(8)를 갖는 경우, 삽입체는 고정되거나 자유롭게 회전할 수 있는 능력을 가질 수 있다. 회전하거나 탈착되는 삽입체(8)는 몰드 폐쇄 단계 동안 부직포 기재 물질의 슬라이딩을 허용한다. 고도로 폴리싱된 (미러 피니시(mirror finish)) 물질이 몰드의 두 캐비티(9, 11) 및 삽입체(8)에 사용된다. 초기에 플랫폼형인 부직포 기재의 한 조각이 몰드의 저부 캐비티(9)에 로딩(loading)된다(도 2). 이 조각은 초기에 사전-설정된 치수로 커팅된다. 기재 조각의 로딩 후, 삽입체(8)가 기재 조각 상에 놓이고(삽입체가 상부 캐비티(11)로 내장되지 않을 경우), 상부 캐비(11)은 삽입체(8) 위에 놓인다. 이후, 몰드(10)는 폐쇄되고, 캐비티(9, 11) 간에 압력이, 예를 들어 이들 캐비티를 함께 클램핑(clamping)함으로써 가해진다. 이로써, 상부 캐비티(11) 및 삽입체(8)는 시트(7)를 저부 캐비티(9)내로 압착시킨다.

[0016] 프로토타입(prototype) 몰드(10)의 상부 캐비티(11)는 저부 캐비티(9)와 동일한 내부 형상을 지닌다. 도 2 내

지 4에 도시된 몰드(10)는 몰드(10)를 폐쇄하기 전에 삽입체(8)와 상부 캐비티(11) 사이에 기재의 또 다른 조각을 삽입시킴으로써 두 개의 시트를 동시에 몰딩할 수 있다. 각각의 몰드 캐비티는 바람직하게는 최종 시트(7)의 두께 및 형상에 대해 우수한 제어를 제공하는 엄격한 허용오차(tight tolerance) 내에서 잘 기계처리된다. 특히, 시트(7)의 어떠한 부분의 과다짐(over compaction)은 바람직하지 않다. 몰딩 공정 동안에 열이 가해진다. 열 단계 후, 몰드는 시트(또는 시트들)이 그 형상을 유지할 수 있을 때까지 폐쇄된 상태로 냉각된다. 이러한 방식으로, 시트(7)는 캐비티(9)의 내측 표면에 대해 압착되면서 초기에 가열된 후 냉각된다. 시트(7)는 캐비티(9)의 내측 표면에 대해 압착되면서 바람직하게는 그것의 열변형 온도(heat deflection temperature)(HDT) 또는 그 초과로 가열된다. 또한, 시트(7)는 캐비티(9)의 내측 표면에 대해 압착되면서, 바람직하게는 그것의 HDT 미만으로, 더욱 바람직하게는 그것의 유리 전이 온도(Tg) 미만으로 냉각된다. 이로써 시트(7)는 캐비티 내측 표면에 상응하는 외측 표면을 갖는 영구적인 형상을 얻는다.

[0017] 플랫 시트 UF 멤브레인용 기재로서 일반적으로 사용되는 부직포, 예를 들어, 폴리에스테르계 패브릭이 기재 물질로 사용될 수 있다. 히로스(Hirose)(05TH-80W)로부터의 샘플, 3M 포웰(Powell)로부터의 세 가지 등급, 및 크란 논위브스(Crane Nonwovens), 아와 페이퍼(AWA Paper), 및 알스트롬(Ahlstrom)로부터의 다수의 등급을 포함하는 상이한 공급업자로부터의 샘플이 프로토타입 몰드를 사용하여 시험되었다. 기재 물질은 두께 범위가 80 내지 120 마이크로미터이고, 공기 투과율이 5 내지 15cc/cm²/sec이다. 기재 물질은 몰딩 전에 건조된다. 기재 물질은 일반적으로 열적으로 결합된 짧은 섬유와 보다 긴 보강 섬유의 매트릭스를 갖는다. 시험 샘플 모두 허용 가능한 시트(7)를 생성하였다.

[0018] 기재의 조성에 의거하여, 몰딩 온도는 100F (38℃) 이상이고, 시험에서 300 내지 500 F (149 내지 260℃)에서 달라진다. 비교시, 폴리에스테르의 Tg는 약 60 내지 75℃이고, 폴리에스테르의 HDT는 약 170 내지 177℃이고, 폴리에스테르의 용점(Tm)은 약 255℃일 수 있으며, 이들 모든 온도는 폴리에스테르 형태에 의거하여 달라진다. 온도는 바람직하게는 매트릭스 섬유 및 보강 섬유의 HDT를 초과하며, 임의로, 또한 매트릭스 섬유의 용점을 초과하지만, 바람직하게는 보강 섬유의 용점보다는 낮다. 몰드는 기재가 캐비티(9, 11)의 내측 표면에 상응하는 형상을 취하도록 충분히 오래 동안, 그러나 멤브레인 도프가 여전히 기재에 침투하여 고정될 수 있도록 기재 공기 투과율을 상당 부분 유지하는 시간과 온도의 조합으로 가열된다. 열은 몰드(10)를 온도 조절 오븐에 배치함으로써 제공된다. 사이클 시간은 가열 동안 5 내지 10분 사이에서, 그리고 냉각에 대해 30분 초과에서 달라진다. 제조를 위해, 내장 수(또는 그 밖의 냉각제) 라인(사출 성형과 유사함)을 지닌 몰드는 냉각 공정을 상당히 단축시킬 것으로 예상될 수 있다. 몰드 구성요소(9, 8, 11)는 요망하는 최종 시트(7) 두께, 예를 들어, 0.05 내지 0.1 mm를 생성하도록 사이징된다. 형성된 시트(7)는 제 1 프로토타입 몰드로 제조되는 경우, 두께가 0.075 mm이다. 벽 두께를 감소시키고, 시트(7)의 몰딩된 형상을 유지시키는 능력을 증가시키기 위해 소정의 다짐(compaction)이 허용되며, 가능하게는 바람직하다. 몰드 폐쇄 및 유지 압력은 15 내지 20 psi의 범위이다. 매우 큰 시트(7)에 대한 몰드는 보다 높은 폐쇄 압력을 요할 수 있지만, 동일한 유지 압력을 사용할 수 있다. 두 개의 시트(7)가 제거가능한 원통형 금속 삽입체(8)를 사용하여 제 1 프로토타입 몰드로 동시에 몰딩된다. 몰딩된 시트(7)는 몰드에 사용된 삽입체(8) 및 캐비티(9, 11)에 일치하는 내측 및 외측 반경을 유지한다. 프로토타입 몰드(10)의 캐비티(9, 11)내 함몰부의 내측 표면의 반경은 약 1.5 mm이다. 제 2 프로토타입 몰드에서, 캐비티 내 함몰부의 내측 표면의 반경은 약 0.6 mm이다. 몰의 정밀여과 또는 한외여과를 위한 최적의 직경은 루멘 압력 강하를 허용하면서 패킹 밀도를 최대화하기 위해 0.7 mm에 가까울 수 있다.

[0019] 도 5 및 6과 관련하면, 몰딩 후, 시트(7)는 최종 치수로 트리밍되고, 한쌍의 시트(7)가 투과물 시트(20)로 조립된다. 시트(7)는 접합 영역(12)에서 함께 부착된다. 상기 기술된 바와 같이 프로토타입 몰드로 제조된 시트(7)는 에폭시, 수계 접착제 및 폴리우레탄을 포함하는 여러 타입의 접착제를 사용하여 함께 접합된다. 시트(7)를 형성하는데 사용되는 동일한 몰드(10)가 두 개의 시트(7)를 함께 결합시키는데 사용된다. 접합 영역(12)의 몰드(10)로의 점착 및 기재 물질을 통한 접합제의 완전 침투로 인해 이후 멤브레인으로 코팅될 표면의 오염을 제거하기 위해, 보다 높은 점도의 접착제가 바람직하다. 함께 결합되는 경우에, 상기 기술된 바와 같이 제 1 프로토타입 몰드로 제조된 두 개의 시트(7)는 약 2mm의 외경들 사이의 간격 및 3mm 외경을 갖는 원통형 채널을 지닌 투과물 시트(20)를 생성한다. 투과물 시트(20)의 전체 치수는 약 10인치(25 cm) x 11/2 인치(37 cm)이지만, 보다 큰 시트(7)가 제조될 수도 있다. 제 2 프로토타입 몰드로 제조된 두 개의 시트(7)는 약 1mm의 외경들 사이의 간격 및 1.2mm의 외경을 갖는 원통형 채널을 지닌 투과물 시트(20)를 생성한다. 이들 시트(20)의 크기는 약 125 mm x 120 mm이다. 두 프로토타입 몰드로부터 형성된 투과물 시트(20)는 함몰부(6)와 커넥터(5) 사이에 팽팽한 전이부를 갖는 형상을 자가 지지하고 유지한다.

[0020] 일반적으로, 두 개의 시트(7)는 폴리우레탄, 에폭사이드 또는 실리콘과 같은 열경화성 물질을 사용하거나, 핫

멜트(열가소성 물질), 또는 그 밖의 접착제(19)를 사용함으로써 함께 부착될 수 있다. 접착 공정은 시트(7)를 형성하는데 사용된 몰드(10)와 유사한 별개의 접착 몰드에서 일어날 수 있다. 먼저, 저부 시트가 몰드 내로 로딩된다. 접착제는, 분배기, 예를 들어 컴퓨터에 의해 제어되는 서보(servo)에 의해 이동하는 접착제 프린팅 헤드 또는 롤러를 사용하여 적용된다. 다음으로, 원통형 삽입체가 이미 로딩된 반원형 형상 내측에 배치될 수 있다. 이들 삽입체의 외경은 새로 형성된 채널의 의도된 내경에 일치할 것이다. 삽입체가 임의적으로 사용되지만, 삽입체는 투과물 채널의 우수한 진원도(roundness)를 보장하도록 돕는다. 그러나, 또한 조립 공정은 삽입체(8)를 사용하지 않고 프로토타입 형성 몰드(10)로 수행된다. 이러한 경우, 삽입체의 로딩 및 제거와 관련된 공정 단계가 확실하게 제거된다. 저부 시트(7)는 몰드의 저부 캐비티에 로딩되고, 상부 시트(7)는 몰드(10)의 상부 캐비티에 로딩된다. 몰드를 폐쇄한 후, 두 개의 시트는 서로 단지 접합 영역에서만 접촉할 것이다. 몰드가 폐쇄된 채로, 사용되는 접착제에 대해 요구될 경우에 압력 및 열이 새로 생성된 구조물에 가해질 수 있다. 접촉 표면은 함께 접착되어 투과물 시트(20)를 형성할 것이다. 사이클이 완료되면, 몰드는 개방되고, 삽입체가 제거된다. 투과물 시트(20)는 접착 몰드로부터 제거될 것이고, 필요에 따라 최종 치수로 트리밍되고, 주형기(casting machine)로 옮겨질 것이다. 시트(7)는 예를 들어, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)의 낮은 표면 에너지 섬유를 포함할 수 있는데, 이는 강력한 접합을 달성하기 어렵게 할 수 있다. 특히 강력한 접합은 메틸 메타크릴레이트 접착제 시스템(MMA), 에폭시 및 폴리우레탄(PUR) 핫 멜트 접착제를 사용함으로써 PET계 시트(7)에서도 제공된다.

[0021] 접합을 위한 또 다른 선택사항은 열가소성 (핫 멜트) 와이어(wire)를 사용하는 것이다. 와이어가 접합 영역(12) 가운데 저부 시트의 상부에 배치된다. 몰드의 다른 측에 로딩된 다른 시트(7)는 제 1 시트의 상부에 배치될 것이다. 압력 및 온도는 와이어가 두 시트(7)를 용융시키고, 피상적으로 침투하여, 이들을 함께 결합시킬 때까지 가해진다. 앞서 기술된 바와 같이, 상기 공정은 삽입체를 사용하거나 사용하지 않고 이루어질 수 있다.

[0022] 사용될 수 있는 제 3의 조립 방법은, 음파, 마찰 또는 레이저 용착이다. 커넥터에 따른 접합의 지속성은, 어느 한 채널에서 다른 채널로 흐르는 투과물이 오염화를 생성하지 않기 때문에, 공정에 대해 가장 중요한 것은 아니다. 접합 영역(12) 뒤에 블랙 PTFE 배킹 플레이트(black PTFE backing plate)로, 또는 시트(7) 사이에 젠텍스 코포레이션(Gentex Corporation)에 의해 판매되는 Clearweld™ 시스템과 같은 근적외선 흡수 용착 물질로 레이저 용착시키는 것이 특히 강력한 접합을 제공한다.

[0023] 투과물 시트(20)의 증가된 투과물 시트 활성 표면 및 구조적 강도를 위해, 다른 조립 방법이 사용될 수 있다. 얇은 다공성 물질이 조립 공정 전에 두 시트 사이에 배치될 수 있다. 이러한 투과물 운반 매체는 커넥터(6) 영역에서 멤브레인을 통해 투과되는 액체가 접합 영역(12)에서 두 시트(7) 사이를 흘러 투과물 채널로, 그리고 투과물 헤더로 나아가게 할 것이다. 용착 또는 접착제는 두 시트를 함께 (다공성 물질을 통해) 고정시키고, 역세척 동안 투과물 시트(20)에 구조적 강도를 제공할 수 있다. 그러나, 이러한 다공성 물질은 단지 선택사항이다. 투과물을 어느 한 투과물 채널과 다른 투과물 채널 사이를 흐르게 하는 것은 필수적이지 않으며, 일부 투과물은 심지어 다공성 물질의 없는 경우에서 커넥터 영역으로부터 투과물 채널로 흐를 수 있다. 임의로, 특히 멤브레인 시트가 역세척되지 않을 경우, 그러나, 가능하게는 역세척될 경우라도, 시트(7) 간에 또는 시트(7)과 중간 물질 간의 용착 또는 접착제 부착은 커넥터(5)의 영역이 보다 많은 투과물을 통과시키도록 예를 들어, 커넥터(5)를 따라 일련의 접착제 도트(dot)의 형태로, 불연속적일 수 있다.

[0024] 추가적 강도를 위해, 투과물 시트(20)는 임의로 예지 상에, 또는 커넥터 영역(5) 중 하나 이상에, 또는 이 둘 모두 상의 두 시트(7) 사이에 개재된 강성 삽입체를 지닐 수 있다. 앞서 기술된 조립 공정 동안에 보강물이 첨가된다. 강성 삽입체는 매우 얇은, 높은 인장 강도 물질, 바람직하게는 보강물이 있거나 없는 플라스틱 물질로 제조된다. 이드 삽입체는 투과물 시트가 수평 상태의 투과물 채널로 설치되는 경우, 실제 작업 동안 중량 증가에 의해 생성되는 응력을 보상할 것이다. 모듈 내 시트의 배향은 적용 타입, 수압 계산, 및 오염 보호 및 세정 프로토콜에 사용되는 공정 타입에 의해 결정될 것이다. 추가의 보강물이 투과물 시트(20)의 중앙에, 또는 투과물 시트(20) 전체에 걸쳐 다른 위치에 배치될 수 있다.

[0025] 도 15에 도시된 바와 같이, 또 다른 선택사항은 두 시트(7)의 전체 영역 사이에 시트형 삽입체(50)에 의해 삽입체 또는 중간 물질을 제공하는 것이며, 이에 따라 모든 원통형 투과물 채널에 대해 두 개의 반원통형 투과물 채널을 생성하는데, 이는 삽입체(50) 없이도 형성될 수 있다. 이러한 삽입체(50)는 상기 기술된 바와 같은 시트(7)를 보장하도록 강성일 수 있거나, 상기 기술된 바와 같이 시트(7)의 커넥터(5) 영역의 활성을 증가시키도록 투과성일 수 있다. 또한, 삽입체(50)는 강성이거나, 강성이 아니거나 간에, 그리고 다공성이거나 다공성이 아니거나 간에 시트(7)를 함께 부착시킬 수 있게 하는데 사용될 수 있다. 접착제 또는 용착 증진 물질이 삽입체(50)의 양 측면에 적용될 수 있는데, 예를 들어 박층으로 분무되거나 라인 또는 도트 격자로서 프린팅될 수 있

다. 이에 따라 두 시트(7) 사이에 삽입체(50)를 배치하는 것은 접착제 또는 용착 증진 물질을 커넥터(5)에 적용하는 대안의 방법을 제공한다. 접착제가 사전-적용되거나 사전-적용되지 않거나 간에, 삽입체(50)는 또한 함몰부(6)과 커넥터(5) 간에 뾰족한 차별부가 존재하지 않는 경우, 예를 들어, 시트(7)가 도 16에 도시된 바와 같은 파동 형상을 갖는 경우, 시트(7) 간의 확실한 접합을 제공하도록 도울 수 있다. 삽입체(50)는 예를 들어, 고탄막, 예를 들어, 마일라(mylar)의 고탄막이거나, 폴리아미드(PA, 나일론) 섬유 3차원 매트릭스와 같은 부직포 시트일 수 있다.

[0026] 투과물 시트(20)가 형성된 후, 폴리머성 멤브레인 도프가 양면 상에 캐스팅된다. 이는 양면에 대해 동시에 또는 순차적으로 (한번에 한번) 이루어질 수 있다. 투과물 시트(20)는 도프를 적용하는 주형기를 통해 제공된다. 주형기는 투과물 시트(20)의 외측 형상에 상응하는 형상을 지닌 중공의 섬유 코팅기의 방적돌기(spinneret)와 유사한 다이(die)를 갖는다. 도프는 투과물 시트(20)가 존재하는 경우 가스압 또는 정량 기어 펌프(metering gear pump)를 사용하여 주형기에 제공된다. 적용되는 도프층의 속도 및 두께는 제어된다. 또한, 주형기 내측의 내부 압력, 온도, 및 도프 점성과 같은 그 밖의 공정 파라미터가 제어된다. 주형기는 투과물 시트(20)의 외측 형상과 일치하는 형상을 갖는다. 투과물 시트(20)는 수직 또는 수평으로 주형기에 공급되나, 수직 공급이 도프가 접합 영역(12) 쪽으로 흐르는 경향을 감소시킨다. 주형기의 출구는 도프가 투과물 시트(20) 상으로 일반적으로 일정한 두께로 분산되도록 하는 갭(gap)을 유도한다. 이후, 코팅된 투과물 시트(20)는 응결조 및 행균조를 통과한다. 이러한 공정은 멤브레인 시트(24)를 생성하기 위해 도 7에 도시된 바와 같이 상 반전(phase inversion) 멤브레인 형성에 의해 투과물 시트(20)의 상부 상에 고탄막 멤브레인 층(23)을 형성할 것이다. 이후, 멤브레인 시트(24)는 행구어지고, 함침되고(UF 만으로), 오프라인 공정으로 건조된다. 제 1 프로토타입 몰드로 제조된 시트(20)는 약 140 마이크로미터 두께의 층으로 폴리설폰에 의해 코팅된다. 폴리설폰은 투과물 시트(20)를 함침시키지만, 멤브레인 시트(24)의 내측 투과물 채널을 채운다.

[0027] 대안으로, 멤브레인 시트(24)는 또한 시트(7)를 제조하기 전에 기재 시트 상에 멤브레인을 형성시킴으로써 제조될 수 있다. 플랫폼 시트 멤브레인은 일반적인 주형기로 캐스팅될 수 있다. 이후, 플랫폼 시트 멤브레인은 몰딩(10)에서 몰딩된 멤브레인 시트로 형성되고, 또 다른 이러한 시트와 함께 멤브레인 시트(24)로 조립된다. 몰딩 공정은 상이한 사이클 시간을 가질 것이고, 상이한 공정 파라미터를 사용할 것이다.

[0028] 도 8, 9 및 10과 관련하여, 수개의 멤브레인 시트(24)가 결합하여 번들(26)을 형성할 수 있다. 어떠한 수의 멤브레인 시트(24)가 사용될 수 있지만, 바람직한 범위는 플라스틱 헤더 몰딩에 대한 요망하는 시트간 간격 갭 및 한계치에 기초하여 15 내지 50이다. 번들(26)은 채널 단부를 커팅하여 개방하면서, 순간 정적 포팅(fugitive static potting) 또는 원심분리 포팅(centrifuge potting)과 같은 통상적인 방법에 따라 폴리우레탄과 같은 수지를 사용하여 플라스틱 헤더 몰딩(28) 내에 포팅(potting)될 수 있다. 도 8, 9 및 10에 도시된 바와 같은, 대안의 포팅 방법은 플라스틱 삽입체(31, 32)를 사용하여 멤브레인 시트(24)를 함께 차후 헤더 몰딩(28) 내 시이트(seat)로 삽입될 수 있는 포팅 블록 또는 브릭(25)에 부착시키는 것이다. 임의로, 다수의 멤브레인 시트(24)가 두 삽입체(31, 32) 사이에 연달아 놓일 수 있다. 예를 들어, 길이가 약 1m인 삽입체(31, 32)는 각각의 높이가 약 25mm인 4개의 멤브레인 시트(24)를 지지할 수 있다. 또한, 임의로, 다공성 디바이더(34)가 시이트의 저부를 형성할 수 있다. 블록(25)은 수지(36)를 블록(25) 위 헤더 시이트로 부음으로써 맞게 포팅된다. 투과물은 채널을 통해 흐르고, 채널의 개방 단부를 통해 블록(25)에서 배출되고, 경우에 따라 디바이더(34)를 통해 홀러 헤더(28) 내 투과물 리셉터클(27)로 유입된다. 투과물은 투과물 스피겟(spigot)(25)을 통해 투과물 리셉터클(37)로부터 제거될 수 있다.

[0029] 도 11은 모듈(40)을 도시한 것이다. 두 투과물 헤더(40) 사이의 블랙 영역은 도 10에 보다 상세히 도시된 바와 같이 갭(27)에 의해 이격되어 있는 멤브레인 시트(24)의 번들(26)을 나타낸다. 멤브레인 시트는 예를 들어, 0.5cm 내지 5cm의 중심에서 중심 거리로 분리될 수 있다. 임의로, 멤브레인 시트(24)는 어느 하나의 리플이 또 다른 것의 커넥터로부터 횡으로 배치되면서, 서로에 대해 엇갈리게 배치될 수 있다. 도 12는 프레임(44) 내에 함유된 수개의 모듈(40)을 지닌 카세트(42)의 평면도를 도시한 것이다. 투과물 헤더(미도시됨)는 모듈(40)의 투과물 스피겟(35)에 연결된다. 프레임(44), 헤더(28) 및 존재하는 경우, 임의의 투과물 파이프가 카세트(42)의 측면에 배치되어 유체가 갭(27)을 통해 위쪽으로 이동할 수 있게 한다. 모듈(40)은 상부 또는 저부 모듈(40)의 투과물 리셉터클(37)로 플러징되는 어느 한 모듈(40)의 투과물 스피겟(25)으로 스택킹(stack)될 수 있다. 도 14에서, 예를 들어, 세 개의 모듈(40)이 함께 수직 컬럼으로 스택된다. 도 13과 관련하여, 카세트(42)의 프레임(44)은 카세트(42) 내에 모듈(40)을 제 위치에 놓이게 돕도록 헤더(28)의 정렬 그루브(30)에 대해 형상 및 크기가 상응하는 슬라이더(31)를 지지한다.

[0030] 또 다른 선택사항은 몰딩된 플라스틱 헤더를 사용하지 않고, 최종 요소로서 블록을 사용하는 것인데, 가능하게

는 헤더의 투과물 캐비티 또는 카세트로의 직접적인 삽입을 위해 플라스틱 가이드가 그것의 외주에 부착된다. 블록과 투과물 캐비티 사이에 제거가능한 시일은 블록을 투과물 캐비티로 압축함으로써, 또는 O-링과 같은 밀봉 수단에 의해 제조된다. 이러한 방법의 이점은 우레탄에 의해 블로킹되는 보다 덜 활성인 섬유, 포팅으로부터의 보다 낮은 제조 스크랩(manufacturing scrap), 증가된 카세트 패킹 밀도, 감소된 원료 비용(헤더 플라스틱 및 우레탄), 투과물 캐비티로부터 그것들을 방출시킨 후 개방된 채널 단부 피닝(pining)에 의한 현장내 용이한 채널 보수, 및 감소된 모듈 대체 비용을 포함한다.

[0031] 무-헤더 설계 하에서, 섬유 번들 블록은 이중 o-링을 지닌 헤더 및 투과물 수거 채널 둘 모두로서 작용하는 몰딩된 플라스틱 말단을 지닌 스틸 프레임으로 구성된 카세트에 직접 삽입될 것이다. 1 미터 높이의 요소는 어떠한 크기의 탱크를 가득 채우기 위해 어떠한 수로 스택킹될 수 있다. 번들은 최소 응력이 존재하고, 채널이 헤더로의 용이한 맞춤을 허용하고, 번들이 함께 보다 가깝게 이격되게 하는 비투과성인 말단에서 열가소성 물질의 점증적으로 얹어지는 층을 지남으로써 테이퍼링될 것이다. 열가소성 물질은 안전을 위해 모든 모듈에 걸쳐 제지 막대(restrainer bar)가 배치되도록 상부 가까이에서 보다 두꺼울 것이다. 시스템은 감축의 경우에 조절가능할 것이다.

[0032] 투과물 시트(20) 내측에 몰딩된 투과물 채널을 제공함으로써, 여과 탱크 내측에 활성 표면의 분포가 정확하게 제어될 수 있다. 또한, 정확하게 몰딩된 투과물 채널은 멤브레인 벽 두께를 0.3mm 또는 그 미만, 또는 0.15 mm 또는 그 미만이 되게 하고, 이는 보강된 중공 섬유 멤브레인에 대해서보다 낮은 것이다. 투과물 채널의 외경은 1 mm 또는 그 미만, 또는 0.5 mm 또는 그 미만일 수 있다. 계산된 예에서, 채널은 0.7 mm의 외경을 지니며, 멤브레인 벽 두께는 0.15 mm이다. 투과물 채널은 내경이 0.4 mm일 것이고, 이는 폭이 1m인 멤브레인 시트의 투과물 채널을 통한 투과물 흐름에 대한 상당한 압력 강하 없이 큰 용적의 투과물 흐름에 대해 충분할 것이다.

[0033] 투과물 시트는 전형적인 플랫 시트 멤브레인에 대해 상당히 증가된 표면적을 지니며, 전형적인 플랫 시트 모듈에서 필수적인 프레임 구성요소 및 스페이서를 피하고, 멤브레인 시트(24)의 강성은 시트당 보다 큰 면적(시트의 멤브레인 표면적보다는 시트의 외부 치수와 관련하여)을 허용한다. 멤브레인 시트(24)는 폭기되는 경우에 파동치거나 진동할 수 있지만, 중공 섬유 시스템에서와 같이 인접하는 멤브레인 간에는 마찰이 거의 또는 전혀 없다. 모든 투과물 채널은 시트 내에 정확하게 배치되고, 시트들은 서로에 대해 정확하게 배치될 수 있어서 50% 까지의 패킹 밀도를 가능하게 한다. 탱크 및 모듈 패킹 밀도는 중공 섬유 시스템과 적어도 대등하다.

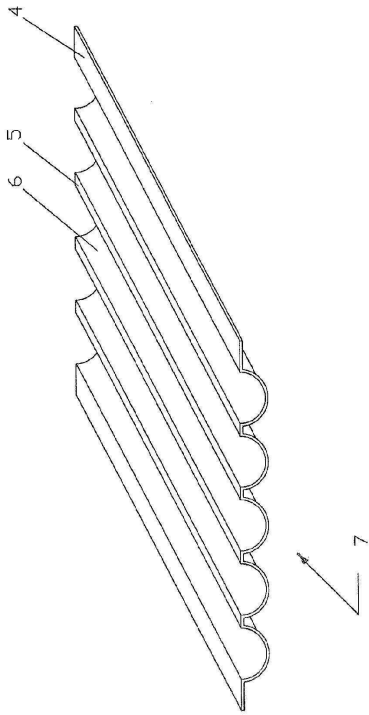
[0034] 시트의 측면에 헤더를 지닌, 수직으로 배향된 시트는 상부 또는 저부 헤더 없이 시트들 간의 채널 공기에 대한 폭기 격자가 흐름을 차단하도록 한다. 공기는 각각의 시트 사이로 배향되고 위쪽으로 이동되도록 강제되기 때문에, 중공 섬유 번들내 데드 존(dead zone)에서의 오염 문제가 제거된다. 그러나, 전형적인 플랫 시트 멤브레인과는 달리, 단지 두 개의 헤더를 갖는 것이 멤브레인 시트의 약간의 진동이 멤브레인 표면에서 발생할 수 있는 슬러징(sludging)을 막는 것을 돕는다. 또한, 멤브레인 간에 잘 형성된 수직 갭이 갭을 통한 플러그-흐름을 조성하고, 이것이 평균 고형물 노출을 감소시키고, 탱크 배출 동안 고형물 배출을 위한 잘 형성된 경로를 생성한다.

[0035] 중공 섬유 멤브레인은 부합되는 가요성, 강도 및 캐스팅 특성으로 압출될 수 있는 폴리머로 제한되지만, 플랫 시트 캐스팅은 보다 강성의 pH 내성 폴리머, 예컨대 폴리설폰이 폴리설폰 강성으로 인한 단점을 겪지 않으면서 사용되게 한다. 또한, 투과물 시트는 침지되는 NF 필터 및 바이오반응기를 허용하는, 박막 복합물, 예컨대 NF 멤브레인 물질로 코팅될 수 있다. 예를 들어, 탄소 나노튜브(carbon nanotube), 아쿠아포린(aquaporin)을 사용하는 새로운 나노구조 멤브레인 물질, 마스크되는 에칭(masked etching), 또는 그 밖의 신규한 공정이 또한 투과물 시트 상에서 형성되기에 적합할 수 있다.

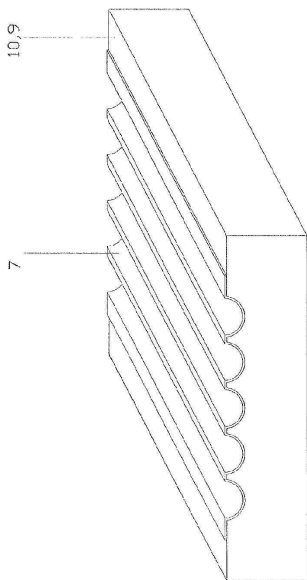
[0036] 미국 특허 가출원 번호 제61/325,972호가 본원에 참조로 포함된다.

도면

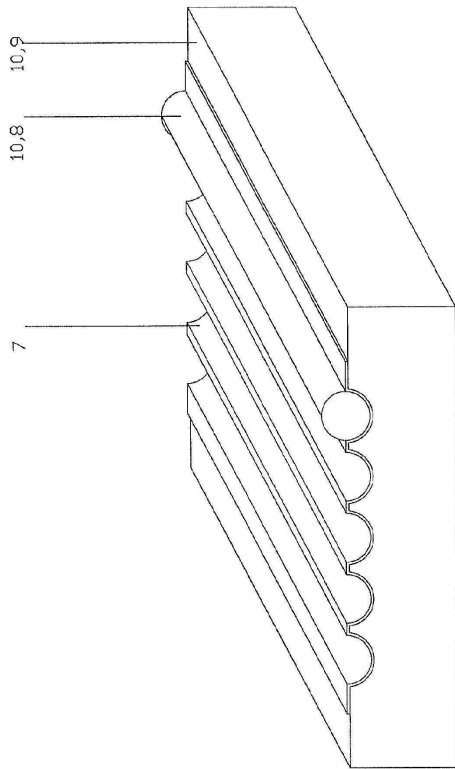
도면1



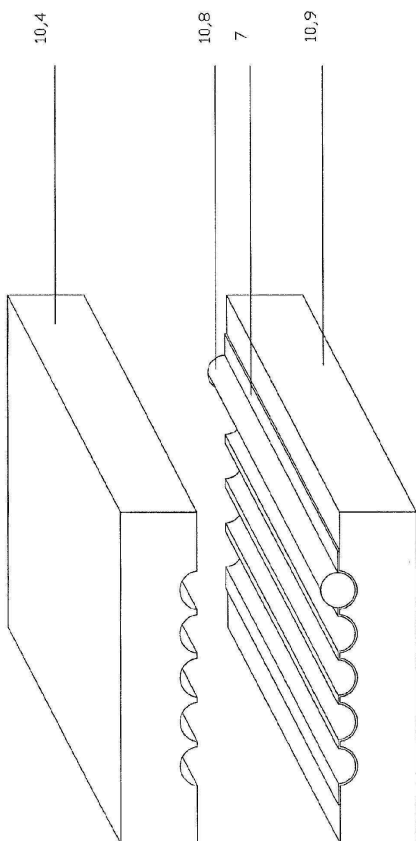
도면2



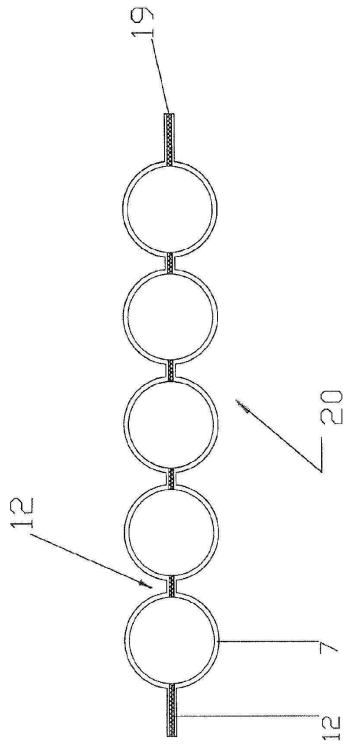
도면3



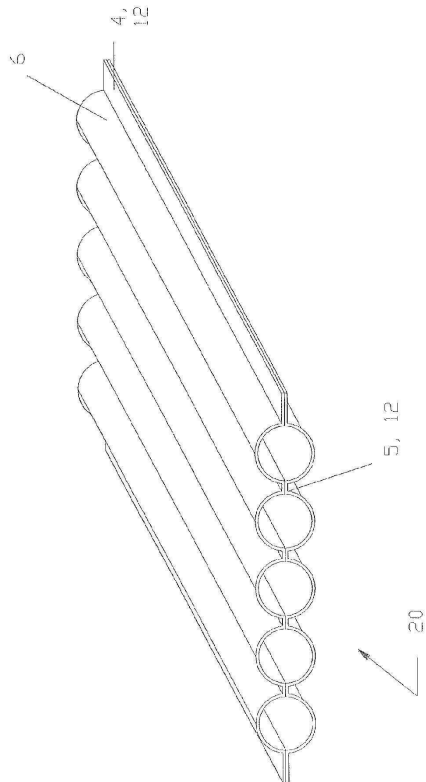
도면4



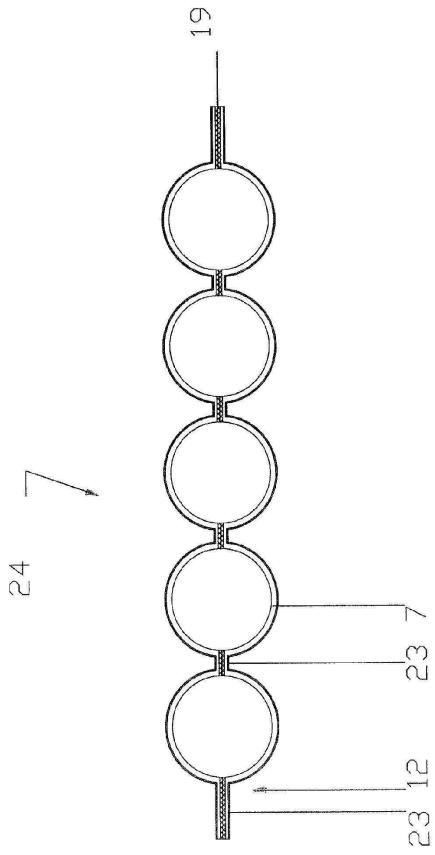
도면5



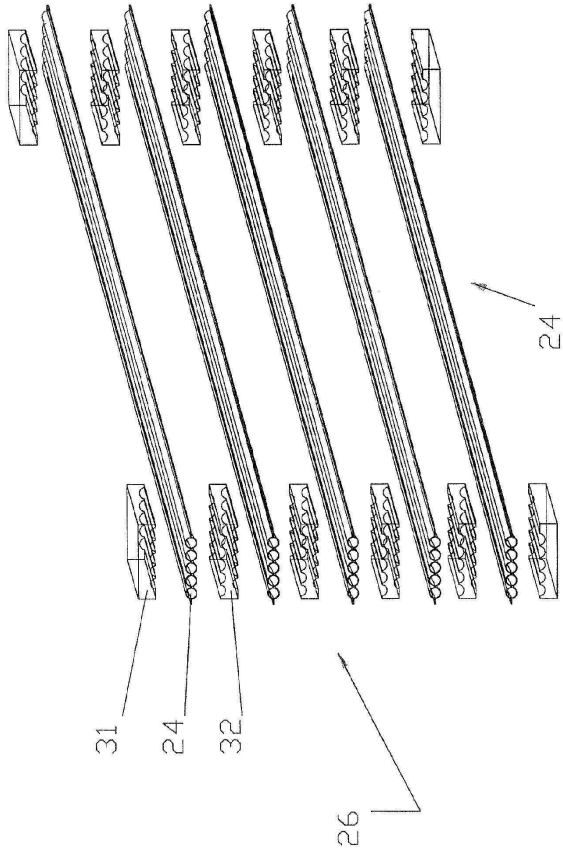
도면6



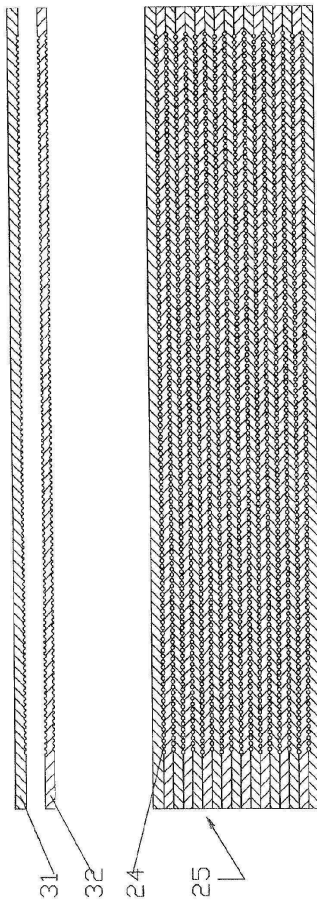
도면7



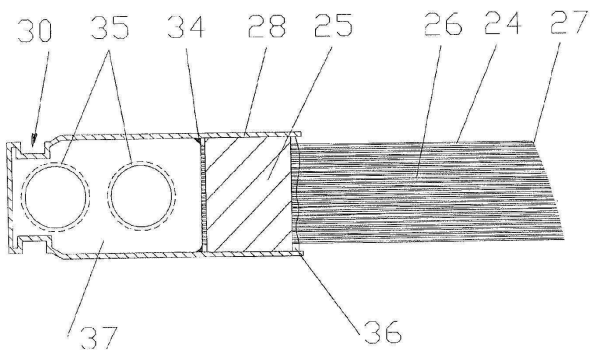
도면8



도면9



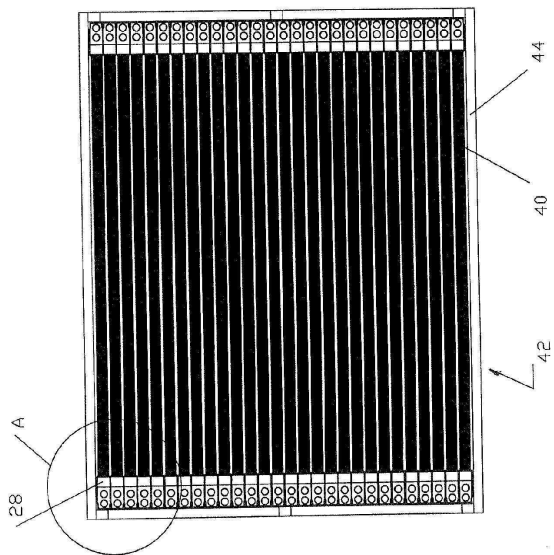
도면10



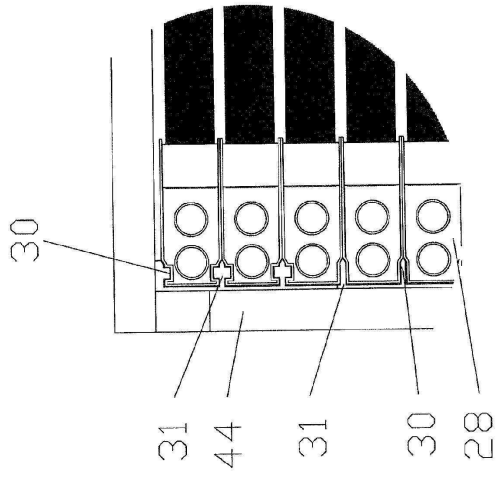
도면11



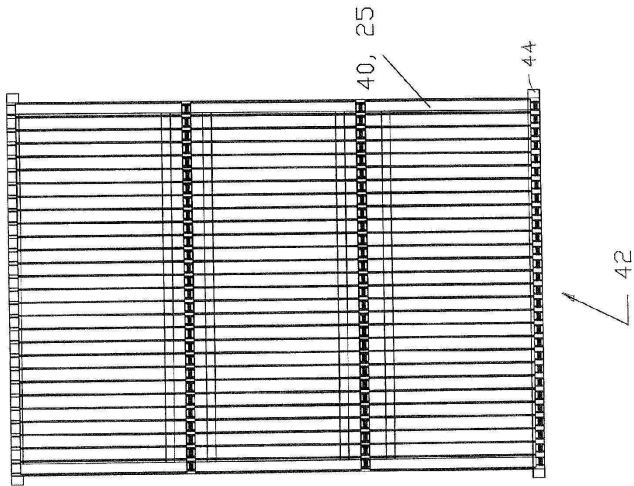
도면12



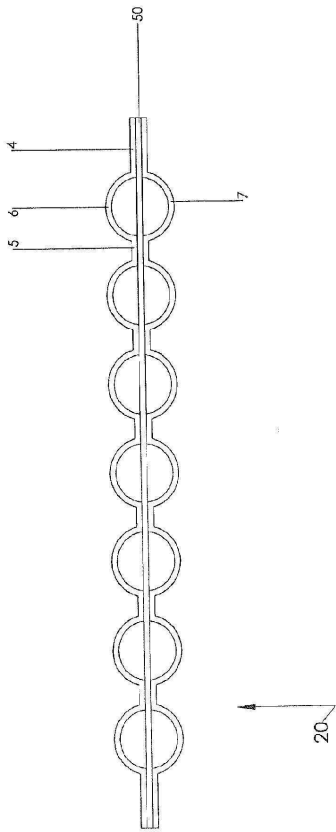
도면13



도면14



도면15



도면16

