



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월30일
(11) 등록번호 10-1993023
(24) 등록일자 2019년06월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 63/08 (2006.01) B01D 69/06 (2006.01)
B01D 69/10 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7024601
- (22) 출원일자(국제) 2013년02월04일
심사청구일자 2017년12월26일
- (85) 번역문제출일자 2014년09월02일
- (65) 공개번호 10-2014-0130459
- (43) 공개일자 2014년11월10일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2013/052161
- (87) 국제공개번호 WO 2013/113928
국제공개일자 2013년08월08일
- (30) 우선권주장
12153928.2 2012년02월03일
유럽특허청(EPO)(EP)
- (56) 선행기술조사문헌
JP08010587 A*
KR1020040068201 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
비토 엔브이
벨기에 베-2400 몰 비레탕 200
- (72) 발명자
도엔, 윌리
벨기에 베-2160 위멜겐 칸돈클라안 13
물렌베르그호스, 바트
벨기에 베-2400 몰 신트-테레시아스트라아트 127
- (74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 20 항

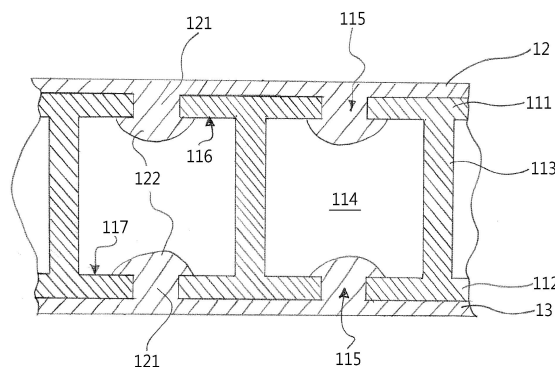
심사관 : 한상현

(54) 발명의 명칭 역세척 가능한 여과 요소

(57) 요약

평면 여과 요소는, 평면 지지 구조(11) 및 멤브레인 물질로 마련된 적어도 하나의 여과 층(12, 13)을 포함하고, 평면 지지 구조는 이격되고 스페이싱 부재들(113)에 의해 고정되는 제1 및 제2 반대되는 외부 표면들(111, 112)을 구비하여 상기 제1 및 제2 외부 표면들 사이에 배수 구획(114)을 정의하고, 적어도 하나의 상기 제1 및 제2 외부 표면들은 배수 구획(114)과 유체 연결을 위한 관통-개구들(115)을 포함하고, 외부 표면들(111, 112)은, 관통-개구들(115)을 무시할 때, 외부 표면들 도처에 연속적으로 연장하는 물질로 형성되고, 여과 층(12, 13)이 외부 표면을 코팅하여 멤브레인 물질이 관통-개구들(115)을 관통하고 지지 구조(11)에 여과 층(12, 13)을 앵커하게 되는 것을 특징으로 한다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

단단한(rigid) 평면 지지 구조(11, 61) 및 멤브레인 물질로 마련된 적어도 하나의 여과 층(12, 13, 52, 62)을 포함하고,

상기 평면 지지 구조는 제1 및 제2 반대되는 외부 표면 층들(111, 112)을 포함하고, 상기 제1 및 제2 반대되는 외부 표면 층들(111, 112)은 상기 제1 및 제2 반대되는 외부 표면 층들 사이에 연장하는 스페이싱 부재들(113)에 의해 상기 지지 구조 도처에 분포된 복수의 지점들에서 서로에 대해 고정되고 이격되며, 상기 제1 및 제2 외부 표면 층들(111, 112) 사이에 배수 구획(114)을 정의하고, 여과액이 배수되도록 구성되며, 적어도 하나의 상기 제1 및 제2 외부 표면 층들(111, 112)은 상기 배수 구획(114)과 유체 연결 상태에 있는 관통-개구들(115)을 포함하고, 상기 관통-개구들은 상기 외부 표면 층들 도처에 분포되고 상기 외부 표면 층 내 서로 사이에 내부 연결들을 가지지 않으며,

상기 적어도 하나의 외부 표면 층(111, 112)은, 상기 관통-개구들(115, 515, 615)을 무시할 때, 상기 외부 표면 층 도처에 연속적으로 연장하는 물질로 형성되고,

상기 적어도 하나의 여과 층(12, 13, 52, 62)은 관통 개구들(115, 515, 615)을 포함하는 상기 적어도 하나의 외부 표면 층(111, 112)을 덮고,

상기 제1 및 제2 외부 표면 층들은 적어도 200 μ m의 두께를 갖고, 상기 여과 층(12, 13, 52, 62)의 멤브레인 물질이 상기 관통 개구들을 관통하여, 상기 배수 구획을 향해 돌출부들(122, 521, 622)을 형성하고, 상기 돌출부들은 상기 관통-개구들(115, 515, 615)의 크기보다 더 큰 크기를 구비하여, 상기 지지 구조에 상기 여과 층을 앵커링(anchoring)하기 위한 언더컷형(undercut-type) 앵커들(anchors)을 형성하는 것을 특징으로 하는 평면 여과 요소(10, 60).

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 외부 표면 층들(111, 112)은 모두 관통-개구들(115, 515, 615)을 포함하고 상기 관통-개구들을 관통하는 상기 멤브레인 물질로 여과 층들(12, 13, 52, 62)이 덮여 언더컷형 앵커들을 구비하는 상기 돌출부들을 형성하는 평면 여과 요소(10, 60).

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 적어도 하나의 외부 표면 층 및 상기 여과 층은 상기 관통-개구들 사이에 연장하는 실질적으로 편평한 인터페이스를 나타내는 평면 여과 요소(10, 60).

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 지지 구조(11, 61)는 적어도 150MPa의 굴곡 탄성률(flexural modulus)을 구비하는 평면 여과 요소(10, 60).

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 관통-개구들(115, 615)은 천공들(perforations)인 평면 여과 요소(10, 60).

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 적어도 하나의 외부 표면 층의 총 단위 표면적 당 상기 관통-개구들(115, 515, 615)의 면적은 2%와 70% 사이의 범위 내에 위치하는 평면 여과 요소(10, 60).

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 관통-개구들(115, 515, 615)은 0.1mm 및 2mm 사이의 크기를 구비하는 평면 여과 요소(10, 60).

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 돌출부들은 상기 관통-개구들(115, 615)을 통해 스템들(stems; 121) 및 상기 배수 구획을 향해 상기 관통-개구들을 지나 연장하는 돌출 헤드들(projecting heads)을 포함하고, 상기 돌출 헤드들은 상기 지지 구조와 맞물리는 평면 여과 요소(10, 60).

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 돌출 헤드들의 크기는 대응하는 관통-개구들(115, 615)의 크기보다 큰 평면 여과 요소(10, 60).

청구항 10

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 적어도 하나의 외부 표면 층은 외부 포일(618)과 내부 층(611)의 중첩(superposition)으로 형성되고, 상기 외부 포일(618)은 상기 내부 층(611)에 접합되고 상기 포일 및 상기 내부 층은 모두 대응하는 관통-개구들(615)을 포함하고, 상기 외부 포일(618)의 관통-개구들은 상기 내부 층(611)의 대응하는 것들보다 작고, 상기 돌출부들(622)은 상기 외부 포일(618)에 적어도 앵커되는 평면 여과 요소(60).

청구항 11

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 배수 구획(114)은 적어도 부분적으로 멤브레인 물질이 없는 액체 통로를 포함하는 평면 여과 요소(10, 60).

청구항 12

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1 및/또는 제2 외부 표면 층은 주변 경계부(151-154)를 따라 관통-개구들(115)이 없고, 상기 여과 층(12)은 상기 경계부에서 상기 대응하는 외부 표면 층에 추가적으로 접합되어 비-여과된 액체들과 여과된 액체들 사이에 밀폐를 제공하는 평면 여과 요소(10, 60).

청구항 13

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 여과 층(12, 13, 52, 62)은 25 μ m 및 500 μ m 사이의 범위 내에 위치되는 두께를 구비하는 평면 여과 요소(10, 60).

청구항 14

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 지지 구조는 2mm 및 50mm 사이의 범위 내에 위치하는 두께를 구비하는 평면 여과 요소(10, 60).

청구항 15

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 관통 개구들(115, 515, 615)의 크기, 상기 적어도 하나의 외부 표면 층의 단위 면적 당 상기 관통-개구들의 면적, 멤브레인 물질 및 돌출부들의 크기는 적어도 1.4 bar의 백(back) 압력을 저지하는 여과 층 및 외부 표면 층 사이의 앵커리지(anchorage)를 획득하도록 선택되는 평면 여과 요소(10, 60).

청구항 16

제1항 또는 제2항에 따른 복수 개의 수직으로 배치된 평면 여과 요소들을 포함하는 평면 여과 디바이스.

청구항 17

제1 및 제2 반대되는 외부 표면 층들(111, 112, 511, 611, 618)을 포함하고 상기 제1 및 제2 반대되는 외부 표면 층들 도처에 연속적으로 연장하는 물질로 형성된 단단한(rigid) 평면 지지 구조(11, 61)를 제공하는 단계, 상기 제1 및 제2 반대되는 외부 표면 층들은 이격되고 스페이싱 부재들(113)에 의해 상기 지지 구조 도처에 분포된 복수의 지점들에서 서로에게 고정되어 상기 제1 및 제2 반대되는 외부 표면 층들(111, 112) 사이에 개재된 배수 구획(114)을 정의하고, 상기 제1 및 제2 반대되는 외부 표면 층들은 적어도 200 μ m의 두께를 가짐;

상기 각각의 제1 또는 제2 반대되는 외부 표면 층과 서로 사이에 내부 연결들을 구비하지 않고 상기 배수 구획(114)과 유체 연결 상태에 있는 관통-개구들을 구비하는 상기 각각의 제1 또는 제2 반대되는 외부 표면 층 도처에 분포된 복수의 지점들에 적어도 하나의 상기 제1 및 제2 반대되는 외부 표면 층들을 제공하는 단계;

코팅된 지지 구조를 얻기 위해 멤브레인을 형성하는 액체 용액으로 상기 적어도 하나의 제1 및 제2 반대되는 외부 표면 층을 코팅하는 단계, 상기 용액은 상기 관통-개구들(115, 515, 615)을 관통함; 및

상기 코팅된 용액으로부터, 상기 적어도 하나의 제1 및 제2 반대되는 외부 표면 층을 덮는, 멤브레인 물질로 구성된 여과 층(12, 13, 52, 62)을 얻기 위해 상기 코팅된 지지 구조에 적어도 하나의 멤브레인을 형성하는 단계를 적용하는 단계, 멤브레인 물질의 돌출부들(122, 521, 622))은 상기 관통-개구들을 통해 상기 여과 층으로부터 돌출하고 상기 관통-개구들의 크기보다 큰 크기를 구비하여 상기 지지 구조에 상기 여과 층을 앵커링하기 위한 언더컷형 앵커들을 형성함;

를 포함하는 평면 여과 요소(10, 60)를 제조하는 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 돌출부들은 상기 배수 구획을 향해 상기 관통-개구들을 지나 연장하는 방법.

청구항 19

제17항 또는 제18항에 있어서,

상기 관통-개구들은 크기가 0.1mm 및 2mm 사이의 범위 내에 위치하고, 상기 적어도 하나의 외부 표면 층의 총 단위 표면적 당 상기 관통-개구들의 면적이 2% 및 70% 사이의 범위 내에 위치하도록 선택되는 방법.

청구항 20

평면 여과 요소가 적어도 1.4 bar의 압력에서 역세척 사이클을 겪게 되는 여과 디바이스 내에서 제1항 또는 제2항에 따른 평면 여과 요소의 이용방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 고체-액체, 액체-액체 또는 가스-액체 분리에서 사용을 위한, 편평하거나 평면인 유형의 여과 부재들(filtration members) 또는 필터 요소들(filter elements)에 관한 것이다.

배경 기술

[0001]

- [0002] 진술된 유형의 필터 요소들은 일반적으로 단단한 평면 지지 구조 및 보통 유기 멤브레인 물질로 마련되고, 일반적으로 지지 구조의 양측면들 상 및 적어도 하나의 측 상에 제공되는, 하나 또는 그 이상의 여과 층들을 포함한다.
- [0003] 중래 기술에서 공지된 지지 구조들은 일반적으로 여과 층들을 지지하는 유일한 기능을 가지고, 그 경우에 구별 가능한 배수 층은 내부에 투과된(permeate) 석션 작용에 의해 유발된 음압에 저항하기 위해 지지 구조와 적어도 하나의 여과 층 사이에 위치될 필요가 있다. 그러한 지지 구조를 구비하는 필터 요소의 예시는 멤브레인 지지 플레이트의 양쪽 표면들 상에 배치된 한 쌍의 여과 부재들을 포함하는 여과 멤브레인 카트리지를 설명하는 EP 0 602 560 A1에 개시된다. 펠트-형 부직 직물(felt-like non-woven cloths) 같은 스페이서들 또는 배수 층들은 멤브레인 지지 플레이트와 여과 멤브레인들 사이에, 멤브레인 지지 플레이트의 양쪽 표면들 상에 제공된다. 여과 멤브레인들은 개별적으로 오직 주변 가장자리들을 따라 지지 플레이트와 퓨즈된다(fused). 지지 플레이트는 여과 멤브레인들과 배수 층들을 향해 개방된 복수 개의 채널들을 양쪽 표면들에 포함한다. 채널들은 투과를 위한 유체 통로를 출구에 제공한다.
- [0004] 유사한 필터 요소는 US 2003/0150808에서 설명된다. 그 문서의 도 7-9를 참조하여, 분리 요소는 양쪽 외부 표면들 상에 그 안에 제공된 채널들을 구비하는 단단한 지지 플레이트를 포함하는 것으로 설명된다. 지지 플레이트의 양쪽 측면들에서, 채널 부재 및 분리 멤브레인은 느슨하게 적층된다. 프레임은 주변 가장자리들을 따라 지지 플레이트, 채널 부재 및 분리 멤브레인을 고정하기 위해 지지 플레이트 주위에 제공된다. 그 문서는 게다가 분리 멤브레인 그 자체가 멤브레인 물질에 의해 주입된 다공성 지지체(porous support)에 의해 강화된다고 설명한다.
- [0005] 다른 유형의 필터 요소는 US 2008/000827로부터 공지되고, 지지 구조는 복수 개의 너브-형 범프들(nub-like bumps)을 포함하는 내부 층에 의해 서로에 대해 고정되고 멀리 이격된 한 쌍의 외부 층들로 형성된다. 그러므로 생성된 외부 층들 사이의 공간은 배수 층을 형성한다. 외부 층들은 배수 층 안으로 여과액을 유도하기 위한 홀들을 포함한다. 여과 (멤브레인) 층들은 외부 층들 상에 제공되고, 사이에 유체-투과 가능한 거즈(fluid-permeable gauze)가 구비된다. 다른 구성요소들은 요소 유체 기밀(element fluid tight)을 이루기 위해 가장자리 영역들 내에 용접되거나, 압축되거나, 접촉된다.
- [0006] 또 다른 필터 요소는 US 2008/156730로부터 공지되고, 그것은 지지 부재들 사이에 흐름 공간을 형성하는 길이방향 벽들에 의해 멀리 이격되는 외부 멤브레인 지지 부재들을 포함하는 돌출된 스페이서 구조로 형성된다.
- [0007] 그 문서는 또한 하나의 멤브레인 유닛으로서 멤브레인들 및 스페이서 구조를 함께 주조하거나 압출하는 것을 설명하나, 그 경우에 스페이서 구조는 다공성 물질로 되어야 하고 천공들을 포함할 수 없다.
- [0008] 진술된 유형들의 필터 요소들의 이점은 지지체들은 적은 비용으로 제조될 수 있고 시장에서 쉽게 입수할 수 있다는 것이다.
- [0009] 이러한 필터 요소들의 가장자리 영역들은 그것들을 유체-기밀로 만들기 위해 밀폐되고 결과적인 카트리지는 여과 모듈들 내에서 사용되며, 그 경우 그것들은 직렬 또는 병렬 배치로 멀리 이격되어 장착된다. 액체 현탁물(liquid suspension), 에멀전, 용액, 분산액 또는 여과될 다른 액체는 카트리지를 사이에서 흐를 수 있도록 마련된다. 카트리지는 카트리지의 외부 및 내부 사이에 압력 차이를 유지하기 위해 석션 유닛에 모두 연결되고 이에 의해 여과액이 멤브레인들을 통과하고 중앙 배수 구획 내에서 수집된다.
- [0010] 여과 (멤브레인) 층들은 일반적으로 지지체 또는 백킹(backing) 구조 상에 적층되기 전에 미리 만들어지거나 미리 형성되고, 자체적으로 지지한다. 그것들은 일반적으로 유기 물질로 마련되고, 여과 특성들을 정의하는 매우 작은 기공들(pores)이 있는 표면 층을 구비한다. 보다 내적으로, 멤브레인 층들의 기공들은 백킹 측면을 향해 더 커져서 높은 유량(flow rate)이 유지될 수 있다. 멤브레인을 가로지르는 액체 흐름은 고체 입자들 및 다른 불순물들이 멤브레인의 외부에 달라붙게 하고, 그에 의해 소위 케이크 층(cake layer)을 만들며, 이는 다른 액체가 쉽게 통과하는 것을 방지한다.
- [0011] 케이크 층은 유량이 너무 크게 감소하는 것을 피하기 위해, 규칙적인 간격으로 제거될 필요가 있다. 이는 거친 에어 버블링(coarse air bubbling)에 의해서와 같이, 기계적으로 수행될 수 있다. 대안으로서, 멤브레인들은 화학적으로 세정될 수 있다.
- [0012] 에어 버블들(Air bubbles)은 여과 모듈 바로 아래 비-여과된 액체에 안내된다. 그것들은 인접한 여과 카트리지를 사이에 일으켜지고, 그에 의해 두 가지의 효과들을 발생시킨다. 첫 번째 효과는 그것들이 시작하고 카트리지를

들 사이에 충분한 가스/액체 흐름을 개시하고 유지하고, 그것과 함께 슬러지 집합물(sludge concentration)을 벌크(bulk)로 균등화한다는 것이다. 두 번째 효과는 그것들이 케이크 층을 제거하는 데 도움이 된다는 것이다.

- [0013] 어떠한 경우에는, 특히 높은 고체 집합물의 슬러지와 함께 작동하는 멤브레인 생물 반응기들(bioreactors)을 구비하여, 거친 에어 버블링은 케이크 층을 제거하기 위한 기계적인 수단으로서 충분하지 않을 것이다.
- [0014] 전술된 평면 여과 요소들 대신에 모세관 멤브레인들(capillary membranes)이 구비된 생물반응기들에서, 케이크 층을 기계적으로 제거하기 위한 수단으로서 역세척(backwashing)을 적용하는 것은 잘 알려져 있다. 역세척은 규칙적인 간격으로 수행된다. 역세척 동안, 멤브레인을 통한 흐름은 반대로 되고, 또한 압력 차이도 마찬가지이다. 효과적인 역세척 작용을 얻기 위해, 반대 유동(inverse flux) (유량)은 여과 유량 보다 약 1.5배 또는 그 이상이어야 한다.
- [0015] 그러나, 앞서 가리켜진 평면 필터 요소들 모두, 특히 크기가 큰 것들은 역세척 압력들을 견딜 수 없다. 예외적으로, 멤브레인 층들이 가장자리 영역들에서 지지 구조 상에 퓨즈되거나 접합된 경우, 최소한의 역세척 압력이 지지될 수 있다. 그러나, 일반적인 역세척 압력들은 필터 또는 멤브레인 층들이 지지 구조로부터 멀리 밀리게 하고, 즉, 백킹 구조로부터 멀리 튀어 나오게 할 것이며, 멤브레인 층들이 부서지고 손상되게 한다. 이러한 튀어 나옴(bulging)은 연속적인 (마주보는) 멤브레인들의 바람직하지 않은 접촉을 유발할 수 있으며, 그에 의해 심각하게 방해되는 여과 성능을 유발할 수 있다. 이러한 이유에서 이러한 유형의 필터 요소들을 기계적으로 세정하는 새로운 방법이 개발되었다. 소위 완화법(relaxation)이라 하고 단속적인 여과와 함께 거친 에어-버블링을 연속하는 것을 수반한다. 완화법은 그러나 역세척만큼 효율적이지 않다.
- [0016] 접착, 용접 등에 의해서와 같이, 가장자리 영역들에만 고정된 멤브레인 층들을 구비하는, 앞서 가리켜진 평면 필터 요소들의 두 번째 단점은, 멤브레인 층(들)이 비-여과된 액체/공기 혼합물의 상향 흐름의 결과로서 상당한 점성 저항(viscous drag)을 경험하게 된다는 것이다. 이러한 점성 저항은 멤브레인 층들 내 인장 응력을 야기시키고 장시간 연장(elongation) 및 크리프(creep)를 생기게 하며, 결국 멤브레인 층들이 부서지게 된다.
- [0017] 필터 요소들의 크기가 더 커질수록, 전술된 효과들은 더 현저해진다. 그러므로, 멤브레인 층들은 장시간 확장(enlarge)/신장(stretch)하고 멤브레인 층 내 폴드들(folds)의 형성을 야기하여 멤브레인 층들이 단단한 지지체들에 대하여 흡입될 때 여과 단계(filtration phase) 동안 특히 상부 영역 내에 위치한 파동 패턴(waving pattern)을 유발한다. 이러한 파동 패턴은 용접 심(weld seam) 같은, 지지체에 대한 부착에 의해 상부 가장자리에서 정지되고, 특히 이 지점에서 멤브레인 층이 찢어지고 손상되는 경향이 있다. 완화 단계 동안 멤브레인 층들이 손상되는 형상은 보다 현저해지고 너무 큰 멤브레인 층들은 심지어 플래핑(flapping)하기 시작하고 피로 파괴에 매우 민감해진다.
- [0018] 이러한 점성 저항 문제점은 JP 08-10587에서 해결되고, 여과 표면 상에 분포된 방식으로 단단한 백킹 구조에 대해 멤브레인 층을 용접하는 것을 설명했다. 그 백킹 구조는 US 2008/156730의 백킹 구조와 유사하다. 용접 심들이 백킹 구조의 외부 표면 내 배수 홀들 사이에 제공된다. 제안된 해결책이 전술된 플래핑 문제점들을 감소시켰으나, 용접 심들은 약한 지점들을 형성하고 에어레이션(aeration) 및 역세척은 멤브레인이 용접 심들에서 부서지게 할 것이다.
- [0019] 전술된 여과 요소들의 또 다른 단점은, 지지 플레이트의 양쪽 측면들에서 배수 층 및 (강화된) 멤브레인 층의 적층에 의해, 필터 요소가 부피가 커지는 경향이 있고 그러므로 단위 부피 당 여과 면적이 감소된다는 것이다.
- [0020] EP 1462154는 오직 멤브레인 층의 두께를 감소시키는 것에 의해 전술된 문제점을 부분적으로 해결한다. 이 문서는 매끈한 전방 표면 및 거친 후방 표면을 얻기 위해 멤브레인 층을 위한 다공성 지지체로 사용되는 부직 직물(non-woven fabric)을 엠보스하거나(emboss) 캘린더하는(calender) 것을 설명한다. 멤브레인 용액(solution)은 매끈한 표면 상에 코팅되어 그것이 후방 표면에 도달하는 것을 방지한다. EP 1462154는 오직 멤브레인 층 그 자체의 두께 문제점들을 해결한다. 결과적으로, 전술된 것과 같이 지지체, 배수 층들 및 멤브레인 층들을 구비하는, 전체 평면 여과 요소의 구조는 이전과 똑같다. 이는 놀라운 것이 아니며, EP 1462154의 멤브레인 층들은 오직 나선형으로 권선된 여과 카트리지들(spirally wound filtration cartridges)에서 사용을 위해 설명된다.
- [0021] 그러나 앞선 문서들에서 설명된 지지 구조들은 충분히 단단하다는 이점을 제공하고, 큰 크기로 된 여과 모듈들에서 또는 멤브레인들이 집중 버블링을 받게 되는 경우에 유익하다. 이는 특히 높은 (또는 깊은) 여과 시스템들에서의 경우이고, 에어 버블들이 감소하는 정수압(hydrostatic pressure)에 의해 일어남에 따라 에어 버블들은 확장한다. 이는 필터 요소들 상에 상당한 단속적인 측면 힘들을 야기한다. 그러한 경우에 단단한 지지체는 필터 요소의 측면 처짐(lateral deflection)을 최소화하는 이점을 제공한다. 그러므로, 본 발명의 목적은 특히 멤브

레인 층(들) 및 지지체 사이에 상호작용과 관련하여, 종래 기술의 단점들을 추가적으로 제거하고 지지체의 강성(rigidity) 이점들을 유지하는 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0022] 그러므로 본 발명의 목적은 앞서 5, 6 및 18 단락에서 설명된 것과 같이 종래 기술의 필터 요소들의 동일 또는 유사한 백킹 구조들을 포함하는 평면 필터 요소를 제공하는 것이고, 더 나아가 높고, 유효한 역세척 압력들에서 역세척 가능하고 따라서 종래 기술의 필터 요소들의 단점들을 나타내지 않는다. 본 발명의 목적은 그것의 멤브레인 층들 상에 비-여과된 액체로부터 상향 점성 저항을 어떠한 문제점들 없이 견디는 필터 요소를 제공하는 것이다.

[0023] 게다가, 제조하기에 쉽고 경제적인 필터 요소들 제공하는 것을 목적으로 한다. 그러므로 또한 그러한 필터 요소들을 제조하는 방법을 제공하는 것을 본 발명의 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0024] 본 발명에 따라서, 그러므로 첨부된 청구항들에서 설명된 바와 같이 편평하거나 평면인 유형의 여과 요소가 제공된다. 본 발명에 따른 평면 여과 요소들은 평면 지지 구조 및 바람직하게 폴리머 멤브레인 물질로 마련된 적어도 하나의 여과 층을 포함한다. 평면 지지 구조는 제1 및 제2 반대되는 외부 표면 층들을 포함하고, 그것들은 이격되고 제1 및 제2 외부 표면 층들 사이에 연장하는 스페이싱 부재들(spacing members)에 의해 서로 고정된다. 스페이싱 부재들은 지지 구조 도처에 분포된 많은 지점들에 배치된다. 상기 제1 및 제2 외부 표면 층들 사이에 배수 구획이 정의되고, 상기 배수 구획은 여과액을 배수하도록 구성된다.

[0025] 적어도 하나의 상기 제1 및 제2 외부 표면 층들은 외부 표면 층들 도처에 분포된 관통-개구들(through-openings)을 포함한다. 관통-개구들은 배수 구획과 유체 연결(fluid connection) 상태에 있다. 그러나, 이점으로서, 관통-개구들은 외부 표면 층 내에서 서로 사이에 내부 연결들을 가지지 않는다. 이점으로서, 관통-개구들을 무시할 때, 적어도 하나의 외부 표면 층은 외부 표면 층 도처에 연속적으로 연장하는 물질로 형성된다.

[0026] 적어도 하나의 여과 층은 관통-개구들을 포함하는, 적어도 외부 표면 층을 덮는다. 본 발명의 일 측면에 따라, 여과 층의 멤브레인 물질은 관통-개구들을 관통하여, 배수 구획을 향해 돌출부들을 형성한다. 이점으로서, 돌출부들은 관통-개구들의 크기보다 큰 크기를 가져, 언더컷형 앵커들을 형성한다. 그러한 앵커들은 지지 구조에 대한 여과 층의 강한 앵커링을 제공한다.

[0027] 본 발명의 다른 측면에 따라, 첨부된 청구항들에서 설명된 것과 같이 앞선 유형의 여과 요소들을 제조하는 방법이 제공된다. 본 발명의 방법들은 제1 및 제2 반대되는 외부 표면 층들을 포함하는 평면 지지 구조를 제공하는 단계를 포함한다. 제1 및 제2 반대되는 외부 표면 층들은 이격되고 제1 및 제2 외부 표면 층들 사이에 연장하는 스페이싱 부재들에 의해 서로에 대해 고정된다. 스페이싱 부재들은 지지 구조 도처에 분포된 많은 지점들에 배치된다. 제1 및 제2 외부 표면 층들 사이에 배수 구획이 정의된다. 이점으로서, 외부 표면 층들은 외부 표면 층들 도처에 연속적으로 연장하는 물질로 형성된다.

[0028] 본 발명에 따른 방법들에서, 적어도 하나의 상기 제1 및 제2 외부 표면 층들, 및 양쪽에는 층 도처에 분포된 많은 지점들에 배치된 관통-개구들이 제공된다. 관통-개구들은 배수 구획과 유체 연결 상태에 있다. 그러나, 이점으로서, 관통-개구들은 외부 표면 층 내에서 서로 사이에 내부 연결들을 구비하지 않는다.

[0029] 본 발명의 다른 방법들의 다음 단계에서, 상기 적어도 하나의 외부 표면 층에는 코팅된 지지 구조를 얻기 위해 멤브레인 형성 액체 용액이 코팅된다. 용액은 적어도 하나의 외부 표면 층의 상부에 코팅/적용되고 관통-개구들을 관통한다. 적어도 하나의 멤브레인 형성 단계는 이어서 코팅된 용액으로부터 여과 층을 얻기 위해 코팅된 지지 구조에 적용된다. 여과 층은 바람직하게 폴리머 멤브레인 물질로 이루어지고 적어도 하나의 외부 표면 층을 덮는다. 게다가, 멤브레인 형성 단계는 또한 관통-개구들을 관통한 용액에 영향을 미치고, 관통-개구들을 통해, 배수 구획을 향해 여과 층으로부터 돌출하는 멤브레인 물질의 돌출부들을 형성한다. 돌출부들은 관통-개구들의 크기보다 큰 크기를 가져서 언더컷형 앵커들을 형성하고 지지 구조에 대해 여과 층을 앵커한다.

[0030] 추가적인 바람직한 측면들은 종속항들에 설명된다.

발명의 효과

[0031] 본 명세서 내에 포함되어 있음.

도면의 간단한 설명

[0032] 본 발명의 측면들은 첨부된 도면들을 참조하여 보다 상세히 설명될 것이고, 그것들은 비제한적이며 다음과 같다:

도 1은 본 발명에 따른 필터 요소의 섹션의 사시도를 나타낸다.

도 2는 도 1의 필터 요소의 단면도를 나타낸다.

도 3은 도 1의 필터 요소의 평면도를 나타낸다.

도 4는 본 발명의 필터 요소들에 적합한 지지 구조들의 비-제한적인 예시들을 단면도로 나타낸다.

도 5는 본 발명에 따른 필터 요소의 다른 예시의 단면도를 나타낸다.

도 6은 본 발명에 따른 필터 요소의 또 다른 예시의 단면도를 나타낸다.

도 7은 본 발명에 따른 여과 요소들을 제작하기 위한 가능한 배치(setup)를 나타낸다.

도 8은 천공된 PET 포일의 주사형 전자 현미경(SEM) 사진이다.

도 9는 멤브레인 물질로 전방 측면을 코팅한 후에 도 8의 포일의 배면의 SEM 사진이다.

도 10은 도 9의 코팅된 포일의 단면의 SEM 사진이다.

도 11은 본 발명의 측면에 따라 맞물림 헤드를 구비하는 멤브레인 층 및 지지체의 확대 단면도이고, 멤브레인 층의 기공들은 개략적으로 나타내진다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 도 1을 참조하여, 여과 요소(filter element; 10)는 평면이고 바람직하게 단단한 지지 구조(support structure; 11) 및 하나 또는 양쪽의 지지 표면들(support surfaces; 111 및 112) 상에 여과 층(filtering layer; 12, 13)을 포함한다. 지지 구조(11)는 스킨(skin), 시트, 포일(foil) 또는 심지어 멀티-층 시트의 외관을 구비하는 두 개의 반대되는 외부 표면들 또는 표면 층들(111 및 112)을 포함한다. 외부 표면들은 이하에서 설명될 여과 (멤브레인) 층의 앵커리지(anchorage)를 가능하게 하도록 설계된 관통-개구들(through-openings; 115)을 포함한다. 외부 표면들(111 및 112)은 배수 구조(drainage structure)에 의해 이격된다. 배수 구조는 바람직하게 외부 표면들(111, 112)을 이격시키고 그것들을 서로에 대해 연결하는 스페이싱 부재들(spacing members; 113)의 설치를 포함한다. 본 발명에 다른 지지 구조들은 두 개의 반대되는 앵커리지 영역들 사이에 끼워진 내부 배수 영역 또는 구획을 구별한다. 이러한 구성은 단일의 형성 단계에서 하나의 유닛으로 일체로 될 수 있거나 별개의 유닛들 같이 구별 가능한 부품들을 하나로 조립하는 것에 의해 이루어질 수 있다.

[0034] 스페이싱 부재들(113) 그 자체는 두 개의 외부 표면들(111, 112) 사이에 배수 영역을 제공하기 위해 이격된다. 이 배수 영역은 개방된 구조이고, 여과액(filtrate)이 수집되고 배수되게 한다. 도시된 바와 같이, 배수 영역을 형성하는 스페이싱 요소들의 설치는 다양한 설계들을 취할 수 있고 언급된 기능을 수행할 수 있는 설계가 본 발명에서 사용될 수 있다.

[0035] 스페이싱 부재들(113)은 단지 가장자리들에 존재하지 않으며, 바람직하게 서로에 대한 외부 표면 층들(111, 112)의 고정을 많은 지점들에서 제공하기 위해 지지 구조(11) 도처에 분포되고, 바람직하게 지지체 도처에 규칙적으로 또는 균일하게 분포된다.

[0036] 스페이싱 부재들(113)은 도 1에 도시된 바와 같이, 지지 구조(11)의 일 차원을 따라 -연속적으로 또는 단속적으로- 연장하는 돌기들(ridges) 같이 형성될 수 있다. 그것들은 S 또는 지그재그(zigzag) 형상을 형성하는 선들 같이 배치된, 이 차원을 따라 연장할 수 있다. 균등하게 적합한 스페이서 부재 설치들은 필러들(pillars), 너브들(nubs), 주름진 시트들(pleated sheets), 골진 시트들(corrugated sheets) 등으로 형성된 스페이서 부재들을 포함할 수 있다. 배수 구획을 제공하면서 서로에 대해 외부 표면들을 고정하고 바람직하게 미리 정해진 거리로 지지 외부 표면들을 이격시키는 스페이싱 부재들의 설치는 본 발명에서 사용을 위해 적합할 것이다.

[0037] 배수 구획은 여과액 또는 투과액(permeate)이 배수되게 하기 위한 통로들(passages)을 수반한다. 이러한 통로들은 도 1에 도시된 것과 같이 채널들(channels; 114)의 형상을 구비할 수 있으나, 균등하게 적합한 통로들은 내

적으로 한쪽 또는 많은-측면 코리도들(corridors), 예를 들어 규칙적으로 배치된 너브들 또는 돌기들 사이에 통로들일 수 있다. 스페이싱 부재들(113)은 또한 다공성이고 액체-투과 가능한(liquid-permeable) 물질 또는 구조로 형성될 수 있다.

- [0038] 이하에서 더 설명되는 것과 같이, 통로들(114)은 예를 들어 수집기(미도시)를 향해 필터 요소로부터 투과액을 배수한다.
- [0039] 각각의 통로가 출구와 유체 연결(fluid connection) 상태에 있는 한, 모든 통로들(114)은 지지 구조(11) 그 자체에 연결될 필요는 없다. 필터 요소는 몇몇의 출구들을 구비할 수 있다.
- [0040] 외부 표면들(111 및 112)에는 관통-개구들(115)이 제공되고, 그것은 바람직하게 배수 구획 안으로(통로들 또는 채널들(114) 안으로) 여과액을 안내하기 위한, 천공들(perforations) 같은, 고의로 마련된 홀들(deliberately made holes)이다.
- [0041] 도 1에서 보여지는 바와 같이, 관통-개구들(115)은 외부 표면 층들(111, 112)의 외부에서 채널들(114)에 직접적으로 연결한다. 관통-개구들은 외부 표면 층들(111, 112) 내에 연결되지 않는, 고립된 홀들(isolated holes)이고, 관통-개구들은 내부 연결들(internal connections)을 가지지 않는다. 관통-개구들(115)이 연결되지 않는다는 것(내부 연결들을 가지지 않는다는 것)은 물과 같은 액체가 하나의 관통-개구로부터 표면 층 내 인접한 것에 지나게 할 수 없다는 사실을 언급한다. 또한 관통-개구들(115)을 무시할 때, 지지 외부 표면들이 액체들을 투과할 수 없다는 것을 의미한다. 이 점에서 관통-개구들을 무시하는, 표면 층들은 다공성일 수 있고, 기공들은 연결되지 않고, 즉 관통-개구들(115) 사이에 상호연결성(interconnectivity)을 제공하지 않는다는 것을 주목하기에 편리할 것이다.
- [0042] 지지 외부 표면 층들(111, 112)은 그 안에 마련된 관통-개구들(115)을 무시할 때, 표면들 도처에 연속적으로 및 바람직하게 균일하게 연장하는 물질로 형성된다. 이는, 관통-개구들로부터 멀리, 지지 외부 표면들은 연속적이고 바람직하게 균일한 및 바람직하게 견고한(solid) 물질 표면을 파손 없이 형성한다는 것을 의미한다.
- [0043] 관통-개구들을 무시할 때, 지지 외부 표면 층들은, 그러한 기공들이 서로 연결되지 않고 및/또는 액체 투과성을 제공하지 않는 한, 특정한 정도의 다공률(porosity)을 나타낼 수 있다.
- [0044] 연결된 관통-개구들이 없는 표면 층들의 중요성은 그러한 표면 층들이 더 높은 강도(stiffness)을 나타내고, 본 발명에 따른 필터 요소들 내에서 사용되는 지지 구조들의 강성에 유익하다는 사실에서 알 수 있다.
- [0045] 본 발명에 따른 필터 요소들의 지지 구조들은 압출(extrusion)에 의해, 라미네이팅(laminating)에 의해, 몰딩(moulding)에 의해, 캐스팅(casting)에 의해, 급속 성형 기법(rapid prototyping)에 의해, 적층 가공(additive manufacturing)에 의해 또는 다른 이용 가능한 기술에 의해 마련될 수 있다. 지지 구조의 구성요소들, 즉 지지 외부 표면 층들(111, 112) 및 스페이싱 부재들(113)이 라미네이션(lamination)에 의해 조립되는 경우, 모든 또는 부분적인 구성요소들은 압출, 롤링 및 이를 위해 이용 가능한 다른 기술에 의해 연속적인 시트, 필름 또는 포일로 마련될 수 있다.
- [0046] 지지 구조(11)(외부 표면들(112) 및 스페이싱 부재들(113))를 위한 적합한 물질들은, 제한 없이, 폴리페닐렌 설파이드(PPS), 폴리클로로트리플루오로에틸렌(PCTFE), 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌(ABS), 폴리스티렌(PS), 폴리카보네이트(PC), 나일론, PET-GAG(A-PET 코어를 구비하는 다층 PET-G 포일), 비정질 PET(A-PET), PET-G(글리콜-모디파이드(Glycol-modified)) 같은 공중합에 의해 변형된, 폴리(에틸렌 테레프탈레이트)(PET), 폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌(PE)을 포함한다. 지지 구조들은 시트 금속, 같은 금속으로 마련될 수 있다.
- [0047] 관통-개구들(115)은 오직 지지 구조(11)가 일체로 마련되거나 조립된 후에만 지지 구조 외부 표면들(111, 112) 안에 생성될 수 있다. 그 대신에, 관통-개구들(115)은 외부 표면들이 스페이싱 부재들에 (예를 들어, 라미네이션에 의해) 고정되지 전에 외부 표면들 내에 형성될 수 있다.
- [0048] 직물(fabric) 내 메쉬들(meshes)은 메쉬 개구들이 명백하게 서로 연결되므로, 본 발명에서 언급되는 관통-개구들로 고려되지 않는다는 것에 주목하기에 편리할 것이다. 또한, 직물은 일반적으로 본 발명에 따른 지지 외부 표면 층을 구성하지 않는데, 외부 표면 도처에 연속적으로 연장하는 물질로 마련되지 않기 때문이다. 실은, 직물(fabric) - 편성물(knit), 직물(woven) 또는 부직 직물(non-woven) - 은 일반적으로 복수 개의 얽어 매고(entangling) 맞물리는(interlocking) 섬유들 또는 실들로 이루어진다. 특히, 얽어 맴 또는 맞물림의 관점에서, 물질 구조는 불연속성이 존재한다.
- [0049] 지지 외부 표면 층들(111, 112)은 그러므로 바람직하게 직물(편성물 또는 직물 중 어느 하나)로 이루어지지 않

는다. 바람직하게, 그것들은 부직 직물로 이루어지지 않는다. 직물은 웹(web) 안에 형성된 맞물리고 및/또는 엮여 매는 섬유들, 필라멘트들(filaments) 또는 실들을 제외하고 이루어진 구조를 언급한다.

[0050] 그러나, 지지 외부 표면 층들(111, 112)은, 섬유들, 필라멘트들 또는 실들이 기공들/메쉬들 사이에 연결들 및 또한 관통-개구들(115) 사이의 연결을 폐쇄하는 매트릭스(matrix)로 주입되거나(impregnated) 매트릭스 내에 내장되는(embedded) 한, 섬유들, 필라멘트들(모노(mono)필라멘트들, 멀티(multi)필라멘트들), 또는 실들을 포함할 수 있다. 바람직하게, 매트릭스는 지지 외부 표면 층(111, 112)을 형성하는 고체들(다공물을 제외하고, 총 고체들)의 부피 대비 적어도 20%, 바람직하게 부피 대비 적어도 30%, 바람직하게 부피 대비 적어도 40%, 바람직하게 부피 대비 적어도 50%, 바람직하게 부피 대비 적어도 60%를 차지한다. 그러한 매트릭스는 열가소성(thermoplastic) 물질로 형성될 수 있다. 그 대신에, 매트릭스는 열경화성(thermosetting) 물질로 형성될 수 있다. 섬유들, 필라멘트들 또는 실들은 유리, 탄소 또는 현무암(basalt)으로 마련될 수 있다.

[0051] 서로 연결되지 않은 관통-개구들(115)을 제공하는 것에 의해, 여과액/투과액 배출 개구들(filtrate/permeate evacuation openings; 115)의 배치 및 크기는 외부 표면 층들(111, 112)의 강성 특성들에 따라 절충 없이 맞춰질 수 있다. 추가적으로 설명되는 바와 같이, 단단한(평면 내(in-plane)) 또는 탄력 없는(비-신축하는) 외부 표면 층들(111, 112)에 대한 이용 가능성(possibility)은 단단한 지지체들을 얻게 하며, 이러한 것들은 US 2008/0156730 및 US 2008/0000827에서 설명된다. 종래 기술의 지지체들의 강도 및 강성이 지지체에 대한 멤브레인 층들의 우수한 부착을 방지했던 반면, 본 발명의 발명자들은 이러한 문제점들에 대한 해결책을 발견했고, 본 발명에 따른 필터 요소들은 하나의 단일 제품 내에서 두 가지 영역들의 이점, 즉, 단단하고, 강한 지지체들 및 타의 추종을 불허하는 그러한 지지체들에 대한 멤브레인 앵커리지를 제공한다.

[0052] 관통-개구들(115)을 구비하는 표면 층들(111, 112)을 포함하여, 지지 구조(11)는 바람직하게 단단하다. 그것은 바람직하게 적어도 150MPa, 바람직하게 적어도 250MPa, 바람직하게 적어도 350MPa, 바람직하게 적어도 500MPa, 바람직하게 적어도 700MPa, 바람직하게 적어도 900MPa의 굴곡 탄성률(flexural modulus)을 구비한다. 굴곡 탄성률은 5000MPa와 같거나 더 작을 수 있고, 바람직하게 50GPa와 같거나 더 작을 수 있고, 바람직하게 100GPa와 같거나 더 작을 수 있다.

[0053] 굴곡 탄성률의 가리켜진 값들은 ISO 표준 178에 기초되고 지지 외부 표면들에 수직인 방향으로 지지 구조의 층 두께에 미치는 견본(specimen)의 두께를 구비하고 폭이 10mm이고 길이가 80mm인 견본에 기초하여 결정될 수 있고, 견본들의 길이는 굽힘에 대한 가장 큰 저항을 구비하고 외부 표면 층들의 평면에 평행인 축을 따라 모두 향해진다. 시험대(test bench)는 ISO 178에 따른 거리(span; L)이 70mm가 되고 5 mm/min의 속도가 사용되도록 구성되어야 한다.

[0054] 앞선 굴곡 탄성률의 값들은 지지 구조의 구성요소들을 통해 획득될 수 있고, 즉 지지 외부 표면들과 스페이싱 부재들은 본질 대로 유연하다(flexible). 이는 신축하지 않고 바람직하게 단단한 지지 외부 표면 층들을 이용하는 것에 의해 및 바람직하게 단단한 방식으로 양쪽의 지지 외부 표면 층들에 스페이싱 부재들을 고정하는 것에 의해 획득될 수 있고, 이에 의해 지지 외부 표면들에 의해 범위가 정해진 단단한 스캐폴드-같은(scaffold-like) 구조 또는 패널을 얻을 수 있다.

[0055] 본 발명에 따른 지지 구조들의 강성 및 굴곡 탄성률은 유리 섬유, 탄소 섬유 또는 현무암 섬유들로 강화된 물질은 같은, 그러한 구조들을 위한 섬유 강화 폴리머 물질들을 이용하여 증가될 수 있다.

[0056] 여과 또는 멤브레인 층(filtering or membrane layer; 12, 13)은 각각의 외부 표면(111, 112)의 상부에 제공된다. 그것은 종래 기술에서 공지된(폴리머) 멤브레인 물질로 마련될 수 있다. 본 발명에 따라 여과 층들(12, 13)은 외부 표면들(111 및 112) 상에 직접적으로 형성되어, 미리 만들어진 필터 층들의 이용을 피한다.

[0057] 그러므로, 여과 층들(12, 13)을 형성하는 액체(liquid formulation)(즉, 멤브레인 형성 도프(membrane forming dope)가 지지 외부 표면들(111, 112) 상에 적용된다. 액체는 관통-개구들(115)을 포함하는 외부 표면 층들(111 및 112)을 덮을 것이다. 다른 것들 중에서, 관통-개구들(115)의 크기, 범위(incidence) 및 배치, 도프의 점성 및 공급물의 적절한 선택에 의해, 액체 도프(liquid dope)는 추가적으로 관통 개구들(115) 안으로 관통할 것이고, 그러나 통로들(114)을 막히게 하지 않을 것이다. 상 분리 프로세스(phase separation process)에 의해서와 같이, 멤브레인 도프의 응고 후에, 멤브레인 층들(12, 13)은 관통-개구들(115) 내 지지 외부 표면들(111, 112)에 물리적으로 강하게 앵커된다.

[0058] 도 2는 지지 구조(11)의 단면을 도시하고, 멤브레인 물질은 외부 표면들(111 및 112) 상에 여과 층들(12, 13)을 형성한다. 추가적으로, 멤브레인 물질은 관통-개구들(115)을 관통하여 개별적으로 외부 표면 층들(111 및 112)

의 배면(내면)(116, 117)에서 돌출부들(protuberances)을 형성한다. 그러한 돌출부들은 플러그들(plugs)로 작용하고 관통-개구들(115)의 (가장 작은) 크기를 초과하는 크기를 구비하는 헤드들(heads; 122)의 형상으로 될 수 있고 지지 외부 표면(111)과 맞물린다. 헤드들(122)은 관통-개구들(115)을 통해 연장하는 스템들(stems; 121)을 통해 여과 층들(12, 13)에 연결되고 지지 구조(11)에 여과 층들(12, 13)을 앵커한다.

[0059] 관통-개구들(115)은 우선적으로 지지 외부 표면들(111, 112) 상에 균일하게 또는 규칙적으로 분포되어 여과 층들(12, 13)을 위한 대응하는 분포된 앵커 지점들이 지지 외부 표면들(111, 112) 내에 획득된다.

[0060] 헤드들(122) 및 스템들(121)은 버섯형 돌출부들(mushroom-type protuberances)을 형성하고, 이것은 언더컷(undercut)형이고, 외부 표면 층(111)과 돌출부 사이에 연동에 의해 여과 층(12, 13)의 앵커링을 제공한다. 언더컷은 몰딩 및 에칭 기술로부터 취해지는 용어이고 본 발명과 관련하여 (여과 층(12)을 향해) 외부를 향해 관통-개구들(115)을 통해 밀어지거나 이젝트되는(ejected) 것을 방지하는 몸체의 형상을 언급한다. 언더컷 형상으로 되는 몸체는 그것이 형성되는 주위 또는 안에서 몸체와 연동한다. 이는 제2 위치에서 관통-개구들(115)의 크기보다 큰 제1 위치에서 크기를 구비하는 돌출부들에 의해 획득되고, 제2 위치는 여과 층 및 제1 위치 사이에 개재되고, 또는 제2 위치는 제1 위치에 대해 외측으로 위치된다. 이에 관하여, 도 5를 참조하여 더 자세히 설명되는 것과 같이, 제1 위치는 (배면들(116, 117)에서) 관통-개구를 지나 위치될 필요가 없으나, 관통-개구를 따라 또는 내부에 위치될 수 있다. 돌출부(protuberance; 121, 122)는 여과 층과 일체로 형성되므로, 언더컷은 지지체에 대한 여과 층의 앵커링을 제공한다. 또한, 코팅 변수들에 따라, 인접한 돌출부들의 헤드들(122)은 표면 층들(111, 112)의 배면들(116, 117)에서 서로 일체로 되거나 접촉할 수 있다.

[0061] 도 2를 다시 참조하여, 외부 표면 층들(111, 112) 및 여과 층들(12, 13) 사이의 인터페이스들은 돌출부들(121, 122)을 제외하고, 개별적으로 실질적으로 편평하다. 표면 층들(111, 112)의 외부 표면과 바람직하게 동일한 평면성(planarity)을 구비하는 실질적으로 편평한 인터페이스는 고립된 관통-개구들 사이에 연장한다.

[0062] 그러한 여과는 점차 커지는 내부 기공들과 서로 연결되는, 여과 층들(12, 13)의 표면 기공들에 의해 주로 결정되고, 층(12)을 들어가는 여과액은 관통-개구들(115)을 향해 쉽게 유도될 수 있고, 이를 통해 내부 배수 구조 내 통로들(114) 안으로 안내된다. 관통-개구들(115) 내 멤브레인 물질의 관통은 부정적인 방식으로 여과액 플럭스(filtrate flux)에 영향을 미치지 않는다.

[0063] 그러므로 멤브레인 층들 또는 여과 층들(12, 13)은 지지 구조(11)의 외부 표면 층들(111, 112)에 많은 분포된 지점들에서 효과적으로 앵커될 수 있다. 이는 멤브레인이 따라 흐르는 여과되지 않은 액체로부터 점성 저항을 견디게 할 뿐 아니라, 유사한 지지 구조들을 구비하는 종래 기술의 여과 요소들에 비해 더 높은 역세척 압력들을 견디게 할 수 있다. 게다가, 본 발명에 따른 여과 요소들의 지지 구조는 종래 기술의 그것들과 균등한 강성을 구비하는데, 이는 관통-개구들의 개수 및 크기만이 지지체의 굴곡 강도에 약간의 범위에서 영향을 미치고 스페이싱 부재들의 설치에 의해 제공된 강성에는 영향이 미치지 않기 때문이다.

[0064] 도 3을 참조하여 작업에 대해서, 지지 구조(11)는 그것의 가장자리들(151-154)을 따라 유체-기밀로(fluid-tightly) 밀폐되어, 카트리지(15)를 형성하고, 모든 통로들(114)은 카트리지(15)의 주된 출구(14)와 연통된다. 여과 층(12)은 (초음파) 용접, 라미네이션 또는 접착에 의해서와 같이, 그것의 가장자리들(151-154)을 따라 지지 구조(11)(외부 표면(111))에 바람직하게 유체-기밀로 밀폐된다. 이는 (용접) 심(seam; 123)을 제공할 수 있다. 그러므로, 지지 구조(11)의 주변부 가장자리(151-154)를 따라, 지지 외부 표면들(111, 112)은 관통-개구들(115)을 포함하지 않는다.

[0065] 가장자리-밀폐의 다른 방식들이 가능하며, 예를 들어 지지 구조 및 여과 층들을 프레이밍(framing) 할 수 있다.

[0066] 또한 멤브레인 층들(12, 13)은 (공간의 모든 방향들에서) - 또한 앵커 지점들(개구들(115)) 내에서 - 전부 다공성이고, 필터 요소들(11)의 가장자리 영역들을 제외하고, 멤브레인 층들은 용접 심들 같은, 추가적인 앵커링 수단을 포함할 필요가 없으며, 멤브레인을 국부적으로 비-다공성인 재료 둔다. 멤브레인 층들 내의 기공들은 서로 연결된다.

[0067] 도 1-3에 나타내진, 지지 구조, 특히 스페이싱 부재들의 설치 설계는 단지 본 발명에서 사용될 수 있는 가능한 스페이싱 부재 조직의 예시이다. 적절한 지지 구조들은 종래 기술에서 공지되고, 예를 들어 Makrolon®multi UV sheets (Bayer, Germany) 같은 리브 더블-스킨으로 된(ribbed doubleskinned) 폴리카보네이트 시트(polycarbonate sheet)를 형성하기 위해 열가소성 폴리머의 압출에 의해 획득될 수 있다. 다른 적합한 예시들은 EP 1543945에 설명된 POLISNAKE®폴리카보네이트 패널들(Politec Polimeri Tecnici SA, Switzerland), 폴리프로필렌 KIBO X-패널들 및 KIBO M-패널들(KIBO Kunststoff GmbH, Germany) 및 TRIPLEX 3 및 TRIPLEX 5 복합체

(TRIPLEX Kunststoffe GmbH)이다. 바이-라미네이트들(두 개의 라미네이트 된 리브 시트들) 같은, 또는 더블 사이드 리브 시트(double side ribbed sheet)에 두 개의 시트들의 라미네이션에 의해 마련된 트리라미네이트(trilaminates), 또는 너브들(nubs)에 의해 이격된 외부 스킨들을 구비하는 US 2008/000827 또는 EP 1215037에서 설명된 것과 같은 트리-라미네이트 같은 라미네이트 된 패널들 또한 적합할 수 있다.

- [0068] 전술된 구조들에서, 지지 외부 표면 층들(111, 112) 사이의 스페이싱 부재들(113)은, 그것들이 여과액의 배수를 담보하는 통로들(114)을 형성하도록 허용하는 한, 다양한 형상들 또는 프로파일들을 취할 수 있다. 도 4는 지지 구조의 많은 예시들, 특히 스페이싱 부재들의 설치들, 예를 들어 H-, M-, 또는 X-형상의 단면들을 도시한다. 예시로서, 지지 구조들(41-43)은 직선 돌기들(113, 413, 423)과 함께 또는 대신에, 비스듬한 연결 부재들(oblique connecting members; 414, 424, 434)을 포함한다. 비스듬한 연결 부재들은 지지 구조의 굴곡 강성을 증가시키게 한다.
- [0069] 본 발명에 따른 지지 구조로서 기능하기 위해, 전술된 지지 구조들의 외부 표면 층들은, 관통-개구들(115)을 제공하기 위해, 기계적인 천공 기술들, 예를 들어 바람직하게 뜨거운 니들 펀칭(hot needle punching), 피어싱(piercing) 등과 같은 펀칭에 의해, 또는 레이저에 의해서와 같이 천공된다. 서로로부터 고립되는, 관통-개구들(115)은 바람직하게 규칙적인 패턴으로 배치되고, 바람직하게 지지 외부 표면 층들(111, 112) 상에 균일하게 배치된다.
- [0070] 지지 구조가 라미네이션에 의해 마련되는 경우, 관통-개구들(115)은, 지지 구조를 형성하기 위해 시트들을 라미네이팅하기 전에, 외부 표면들을 형성하는 시트들 내에 마련될 수 있다.
- [0071] 관통 개구들은 바람직하게 0.1mm와 같거나 큰, 바람직하게 0.2mm와 같거나 큰, 바람직하게 0.3mm와 같거나 큰 (가장 큰) 선형 크기를 구비한다. 관통-개구들은 바람직하게 2mm와 같거나 작은, 바람직하게 1.5mm와 같거나 작은, 바람직하게 1.2mm와 같거나 작은, 바람직하게 1.0mm와 같거나 작은 크기를 구비한다. 너무 작은 관통 개구들은 멤브레인 물질이 개구들 내에 효과적으로 관통하는 것을 방해하고 너무 약한 앵커리지를 제공한다. 이는 너무 낮은 역세척 압력 저항을 초래한다. 너무 큰 홀들은 멤브레인 도프와 함께 채널들 배수 층의 막힘을 유발할 수 있고, 내부 흐름 저항을 상당히 증가시키며 너무 큰 부피의 멤브레인 도프를 요구할 수 있다. 게다가, 매끄러운 코팅은 천공들이 너무 클 때 문제가 될 수 있고 큰 개구들은 지지체의 기계적인 강도를 상당히 감소시킨다.
- [0072] 지지 외부 표면은 바람직하게 적어도 2%, 바람직하게 적어도 5%, 바람직하게 적어도 10%, 바람직하게 적어도 15%, 바람직하게 적어도 20%, 바람직하게 적어도 25%, 바람직하게 적어도 30%, 바람직하게 적어도 35%의 개방 영역(관통-개구들에 의한 다공률)을 나타낸다. 개방 영역은 바람직하게 최대 70%, 바람직하게 최대 60%, 바람직하게 최대 55%, 바람직하게 최대 50%이다. 지지 외부 표면들의 개방 영역은 한편으로는 바람직하게 지지 외부 표면 층들을 통해 충분한 유동을 제공하기에 너무 낮지 않고, 또한 다른 한편으로는 지지 구조의 강성을 절충하지 않도록 너무 높지도 않다. 개방 영역은 퍼센트 값으로 표시된, (관통-개구들을 포함하는) 외부 표면의 총 단위 면적 당 관통-개구들의 면적을 언급한다. 외부 표면의 총 면적을 정의할 때, 멤브레인 층이 유체-기밀로 밀폐되는 주변부 가장자리들은 무시된다.
- [0073] 관통-개구들(115)의 단면 형상에 대한 제한은 없으며, 즉, 그것들은 원형, 정사각형, 다각형, 별-형상 또는 슬릿 형상으로 된 홀들, 또는 다른 적절한 형상의 홀들일 수 있다.
- [0074] 바람직하게, 관통-개구들은 (두 개의 측들 사이의 직선 거리에 대한 홀들을 통해 일 측으로부터 타 측으로 가기 위한 최단 거리의 길이 사이의 비율로 정의되는) 1과 동일한 만곡부(tortuosity)를 구비한다. 이는 관통-개구들 안으로 멤브레인 물질의 관통을 촉진시키고, 투과성을 증가시키고 추가적으로 설명될 멤브레인의 균일한 앵커링 효과를 획득하는 것을 수월하게 한다.
- [0075] 1과 동일한 만곡부는 관통-개구의 형상이 바람직하게 프리즘 또는 원통형, 바람직하게 직각 프리즘(right prism) 또는 직각 원통형(right cylinder)의 그것이라는 것을 의미한다. 바람직하게, 관통-개구들은 지지 외부 표면 층의 두께를 통하여 일정한 단면을 구비한다. 관통-개구들의 형성은 또한, 절단된 원뿔형(frusto-conical)일 수 있고, 바람직하게 원형, 또는 다각형 베이스, 또는 다른 적절한 형상의 베이스를 구비하는 직각 원뿔(right cone)로부터 나온다.
- [0076] 전술된 것과 같이, 관통-개구들(115)을 완전히 통과하여 그리고 지나서 멤브레인 물질의 관통은, 언더컷을 제공하는 형상을 구비하는 것과 같이, 물리적(기계적) 앵커링 효과가 획득되는 한, 요구되지 않는다. 도 2를 참조하여 도시된 바와 같이, 앵커링 효과는 바람직하게 맞물림에 의해 기계적으로 제공된다. 멤브레인 물질의 관통 부

분들(121, 122)은 관통-개구들(115) 내에서 버섯형 플러그들(mushroom-like plugs)로서 작용한다. 도 5를 참조하여, 그리고 관통-홀의 단면 형상에 따라, 멤브레인 물질이 관통-개구를 지나 관통할 필요가 없다는 것이 명백해진다. 도 5에 도시된 바와 같이, 관통-개구들(515)은 예를 들어 비스듬하거나 경사진 벽들을 구비하여, 구멍이 지지 구조의 내부를 향해 확장한다. 이러한 경우에, 멤브레인 물질의 돌출부들(521)은 관통-개구들(515)을 오직 부분적으로 채울 수 있다. 그렇게 하는 것에 의해, 돌출부들은 원뿔 형상을 획득하고 층(511)의 외부 표면에서 관통-개구(525)의 구멍에 대해 언더컷을 형성하고, 지지 외부 표면(511)에 대해 멤브레인 층(52)의 충분한 앵커링을 제공한다.

- [0077] 도 6은 도 2 및 5의 구성에 대해 대안적인 구성을 구비하는 평면 여과 요소(planar filtration element; 60)를 도시한다. 지지 구조의 외부 표면 층은 두 개의 천공된 시트들 또는 층들(611 및 618)을 적층하는 것에 의해 형성된다. 시트들(611 및 618)은 모두 동일하거나 대응하는 패턴으로 배치된 관통-개구들(615)을 특징으로 한다. 외부 시트(618)의 개구들 또는 홀들은 그러나 내부 시트(611)의 대응하는 것들 보다 작다. 시트들(611 및 618)은 바람직하게 배치되어 대응하는 관통-개구들이 동축으로 정렬된다. 그 후에, 그것들은 예를 들어 용접, 접착 또는 라미네이션에 의해, 고정된다.
- [0078] 도 6의 지지 구조는 예를 들어 도 1 및 2의 지지 구조(11)와 유사한 지지 구조(61)의 제공에 의해 획득되나, 도 1 및 2에서의 개구들(115)보다 더 큰 관통-개구들을 구비한다. 천공된 포일 또는 시트(618)는 지지 구조(61)의 외부 표면 층들(611)의 상부에 고정되거나 라미네이트될 수 있다.
- [0079] 외부 시트(618) 상에 멤브레인 도프를 적용할 때, 멤브레인 층(62)을 발전시키기 위해, 도프는 관통-개구들(615)을 관통하고 외부 시트(618)의 배면에 연장하는 버섯형 플러그들을 형성할 것이다. 플러그들은 외부 시트(618)에 멤브레인 층(62)을 앵커하는 외부 시트(618)의 관통-개구(615)에 대한 언더컷형 앵커를 형성하는 맞물림 헤드들(engagement heads; 622)을 포함한다. 헤드들(622)은 효과적인 앵커링을 제공하기 위해 오직 외부 시트(618)에 맞물릴 필요가 있다.
- [0080] 전술된 구성의 이점은 외부 시트(618)가 얇게 마련될 수 있고, 결과적으로 플러그들을 형성하기 위해 요구되는 도프 물질의 양이 감소될 수 있다는 것이다. 동시에, 지지 구조의 강성은 내부 시트(611)의 두께가 바람직하게 선택될 수 있으므로 영향을 미치지 않는다.
- [0081] 관통-개구들(115, 515, 615)의 가장자리들이 충분히 매끄럽게 마련될 때, 가장 효과적인 앵커링 돌출부들이 바람직하게 획득된다. 그러므로, 관통-개구들 주위에 과도하게 갈쭉갈쭉한 부분들(burrs)이 피해질 수 있다.
- [0082] 도 1을 다시 참조하여, 지지 외부 표면 층들(111 및 112)의 외부 표면들이 충분히 매끄럽게 마련될 때 멤브레인 층들(11, 12)의 두께가 최소화될 수 있다.
- [0083] 바람직하게, 표면 층들(111, 112)의 외부 표면들은 충분히 균일한 두께의 여과 층들의 코팅을 가능하게 하기 위해 적절하게 평면이다. 바람직하게, 표면 층(11)의 외부 표면의 가장 내부(최하) 지점 및 가장 외부(최상) 지점을 개별적으로 통해 나아가는 두 개의 평행하는 평면들 사이의 거리는 1000 μm , 바람직하게 750 μm , 바람직하게 500 μm 보다 작다. 평면성 계량들은 100mm의 측면들을 구비하는 정사각형 샘플들에 대해서 수행될 것이다.
- [0084] 바람직하게, 지지 외부 표면들(111 및 112)은 적어도 100 μm , 바람직하게 적어도 150 μm , 바람직하게 적어도 200 μm 의 두께를 구비하는 시트들, 포일들 또는 스킨들을 구비하여 형성된다. 그러한 스킨, 포일 또는 시트는 바람직하게 750 μm 을 초과하지 않는 두께를 구비한다. 외부 표면들(111, 112)을 포함하는 전체 지지 구조(11) 및 스페이싱 부재들(13)은 바람직하게 2mm 와 50mm 사이의 범위, 바람직하게 4mm와 50mm 사이의 범위 내에 포함되는 두께를 구비한다.
- [0085] (외부 표면들(111, 112) 상에 코팅된 것과 같이) (건조한) 멤브레인 층들(12, 13)의 두께는 바람직하게 500 μm 와 동일하거나 작거나, 바람직하게 400 μm 와 동일하거나 작거나, 바람직하게 300 μm 와 동일하거나 작거나, 바람직하게 250 μm 와 동일하거나 작거나, 바람직하게 200 μm 와 동일하거나 작다. 그러한 두께는 바람직하게 25 μm 와 동일하거나 크거나, 바람직하게 30 μm 와 동일하거나 크거나, 바람직하게 40 μm 와 동일하거나 크거나, 바람직하게 50 μm 와 동일하거나 크다.
- [0086] 바람직하게, 맞물림 헤드들(122, 622) 및 돌출부들의 다른 언더컷형 형상들(521)은 관통-개구들(115)의 (가장 작은) 크기보다 큰 단면 선형 크기를 구비하며, 바람직하게 적어도 5% 크거나, 바람직하게 적어도 10% 크거나, 바람직하게 적어도 15% 크거나, 바람직하게 적어도 30% 크다. 맞물림 헤드들(122, 622)은 바람직하게 적어도 50 μm 의 높이를 구비한다(그것의 배면으로부터, 외부 표면에 수직 방향으로 측정됨). 도 6의 경우에, 높이는 외부

시트(618)의 배면으로부터 계산된다. 높이는 바람직하게 50 μ m 및 250 μ m 사이에 놓인다.

- [0087] 멤브레인 층들(12, 13)은 도 7에 도시된 바와 같이 듀플렉스형 코팅 시스템(duplex type coating system)의 도움으로 지지 구조(11) 안으로 및 지지 구조(11) 상에 직접적으로 형성되고 적용될 수 있다. 이 시스템에서, 지지 구조들(11)은 화살표에 의해 가리켜진 바와 같이, 듀플렉스형 코팅 시스템(70)을 통해 연속적으로 및 바람직하게 수직으로 공급된다. 듀플렉스형 코팅 시스템(70)은 그것들이 서로 마주보도록 배치된 두 개의 코팅 장치들(71 및 72)을 포함한다. 각각의 코팅 장치들(71, 72)은 슬롯(slot) 코팅을 위해 사용되는 유형이며 멤브레인 도프가 미터링 펌프(metering pump; 미도시)에 의해 공급되는 분배 챔버(distribution chamber; 701)를 포함한다. 슬롯(702)은 분배 챔버로부터 출구로 연장한다. 코팅 장치들(71 및 72)의 출구들은 서로 마주보도록 배치되고, 지지 구조가 사이에 공급될 때, 각각의 출구가 지지 외부 표면(111, 112)을 향하도록 이격된다. 실질적으로 편평한 립들(flat lips; 703 및 704)은 슬롯 출구의 상류 및 하류 측들에서, 개별적으로 연장한다.
- [0088] 미리 계측되고(Premetered) 실질적으로 동일한 양의 멤브레인 형성 도프(액체)는 지지 외부 표면들(111 및 112)에 코팅 장치들(71 및 72)의 슬롯들(701)에 의해 공급되는 반면, 지지 구조(11)는 코팅 장치들(71, 72) 사이에 실질적으로 수직하게 운송된다. 멤브레인 형성 도프는 양쪽의 지지 외부 표면 층들 상에 적용되고 그에 의해 관통-개구들(115)을 관통한다. 관통-개구들(115)의 크기 및 범위에 대한 올바른 선택에 의해 그리고 도프 공급률 및 도프 점성의 신중한 조절에 의해, 도프가 채널들(114)의 막힘(clogging) 없이, 개구들(115)을 통해, 외부 표면들의 배면들에서 연장하는 버섯형 플러그들을 형성하는 것을 얻을 수 있다.
- [0089] 본 발명에 따른 방법들에서 높은 점성 도프를 이용하는 것이 바람직하다. 그러한 도프는 75 $^{\circ}$ C에서 바람직하게 적어도 50 Pa.s, 바람직하게 적어도 100 Pa.s의 점성을 구비한다. 점성은 35mm 직경의 두 개의 티타늄 디스크들을 이용하는 HAAKE MARS rotational rheometer(Thermo Electron, Germany)으로 측정될 수 있다. 언더컷들/맞물림 헤드들의 형성 및 관통-개구들의 코팅을 가능하게 함과 더불어, 높은-점성 도프는 또한 높은 응집 강도를 구비하는 멤브레인들을 얻게 하고, 따라서 높은-저항 멤브레인 층들을 얻게 한다. 이는 종래 기술에서 일반적으로 사용되는 낮은-점성 도프들을 구비해서는 불가능하다.
- [0090] 앞서 가리켜진 바와 같이 높은 점성 도프는 약 80%와 같거나 작은, 바람직하게 약 50% 및 80% 사이의 범위 내에 포함되는 총 다공률을 구비하는 멤브레인을 얻을 수 있다. 총 다공률은 100%로 곱해진 (1-멤브레인 물질의 상대 밀도) 것과 같이 계산된다.
- [0091] 코팅된/주입된 지지 구조는 그런 다음 종래 기술에서 공지된 것과 같이 하나 또는 그 이상의 멤브레인 형성 단계들을 거쳐, 도프가 넓은 범위의 기공 크기 및 기공 구조들을 구비하는 솔리드(solid) 멤브레인을 형성하게 한다. 이는 또한 멤브레인 응고(membrane coagulation)로 언급된다. 바람직한 도프 형성 기술들은 액체 유도 상 분리(liquid induced phase separation; LIPS), 증기 유도 상 분리(vapour induced phase separation; VIPS) 및 또한 열 유도 상 분리(thermally induced phase separation; TIPS)를 포함한다. 이러한 프로세스들은 또한 상 전도(phase inversion)로 언급된다. 즉, 멤브레인 형성 도프는 멤브레인 폴리머의 용액으로 이루어진다. 도프는 이어서 폴리머 용액의 디믹싱(demixing)을 유도하기 위해 멤브레인 폴리머를 위한 용매가 없는 유체와 접촉하게 된다. 폴리머는 응결하게 되고(precipitates), 멤브레인을 형성한다.
- [0092] 상 전도는 듀플렉스 코팅 시스템(700)을 나가면서, 코팅된 지지 구조들()을 비-용매(non-solvent)를 포함하는 액체 배스(liquid bath; 73) 내에 담그는 것에 의해 획득될 수 있다. 게다가, 또는 그 대신에, 비-용매를 포함하는 액체 또는 비-용매의 농축된 증기는 듀플렉스 코팅 시스템(70) 바로 아래서 유지될 수 있다. 그러한 농축된 증기는 멤브레인 층들의 외부 표면들에서 바람직한 표면 기공들을 형성하는 데 도움이 될 수 있다.
- [0093] 또한, 멤브레인의 배면들, 즉 도 2, 5, 6에서의 돌출부들(122, 521 및 622) 각각이, 소위 대칭적인 멤브레인 층(12, 52, 62)을 얻기 위해 비-용매의 농축된 증기와 함께 및/또는 비-용매를 포함하는 액체 배스(73)와 접촉하게 되는 것은 바람직하다. 이는 채널들(114)이 그것들 안으로 들어가는 농축된 증기 및/또는 배스(73)의 액체를 자유롭게 허용하는 것을 담보하는 것에 의해 획득될 수 있다.
- [0094] 대칭적인 멤브레인 층은 멤브레인을 가로질러 대칭적인 기공 크기를 구비하는 멤브레인 층을 언급한다. 즉, 멤브레인 층의 외측을 향하는 표면 측들에서 기공들은 멤브레인 층의 중심 또는 코어(core) 내 기공들보다 작다. 도 11은 시트(1110) 상에, 본 발명에 따라 형성된, 멤브레인 층(1200) 내에 대칭적인 기공 크기 분포를 도시한다. 그러한 대칭적인 기공 크기 분포에서, 시트(1110)의 배면에서 맞물림 헤드(1220)의 외부 영역(1221)은 멤브레인 층(1200)의 외부 영역(1201)에서 기공들과 유사한(크기 및 형상) 기공들을 특징으로 한다. 멤브레인 층의 코어(1201) 내 (또한 돌출부/맞물림 헤드(1220)의 코어(1222) 내) 기공들(1203)은 적어도 10배(one order of

magnitude) 더 크다. 더 작은 기공 크기를 구비하는 외측을 향하는 영역들(1201 및 1221)은 멤브레인 층의 스킨들로 언급된다. 스킨 층(1201) 내 기공 크기는, 즉, 여과 요소로부터 멀리 향하는 외부 표면 층은, 여과 특성들을 결정한다.

- [0095] 배수 구획을 향하는, 멤브레인 층의 배면에서 스킨(1221)을 제공하는 이점은 스킨 층(1221)이 역세척(즉, 내부 채널들(114)로부터 외부로 향해 여과 요소를 플러싱(flushing)) 동안 압력 강하를 고려하고, 외부 스킨 영역(1201) 상에 가해지는 압력을 감소시킬 수 있다. 사실, 큰 내부 기공들(1203)은 미미한 압력 강하(이는 멤브레인의 투과성에 이롭다)를 고려하고, '내부' 스킨(1221)이 없다면, 거의 전체의 압력 강하는 역세척 동안 '외부' 스킨(1201) 상에서 겪게 되고, 멤브레인 코어(1202)로부터 그것을 찢고 멤브레인을 고칠 수 없게 손상시킨다.
- [0096] 따라서, 보통의 여과 작업(외부에서 내부로) 동안, 주된 압력 강하는 외부 스킨 영역(1201)을 가로질러 겪게 되고, 지지체(1110)를 향해 내측으로 그것을 밀며, 멤브레인은 쉽게 건널 수 있다. 역세척 동안, 주된 압력 강하는 내부 스킨 영역(1221)을 가로질러 겪게 되고, 코어(1201)를 향해 그것을 민다. 이는 문제가 되지 않으며, 헤드(1220)가 그러한 부하를 견디도록 지지체(1110)와 충분한 맞물림을 제공하기 때문이다. 결과적으로, 멤브레인의 무결성은 모든 환경들 하에서 보존되고 게다가 더 높은 역세척 압력들이 사용될 수 있다.
- [0097] 본 발명에 따른 필터 요소들(10)의 지지 구조들(11)은 일반적으로 단단하기 때문에, 반-연속적인 프로세스가 제안되고, 개별적인 지지구조들(11)은 컨베이어 체인에 지지 구조들(11)을 부착하는 것에 의해, 배스(73) 안으로 그리고 듀플렉스 코팅 시스템(70)을 통해 연속하여 운송된다. 듀플렉스 코팅 시스템(70)은 오직 지지 구조(11)를 통과하는 경우에만 멤브레인 도프를 계량하도록 구성될 수 있다.
- [0098] 세척 단계는 멤브레인 층들(12, 13)로부터 잔여물 성분들을 제거하기 위해 멤브레인 형성 또는 응고 단계 후에 제공될 수 있다. 마지막으로, 멤브레인들은 건조 단계에서 건조된 채로 있을 수 있다.
- [0099] 프로세싱 단계 후에 (예를 들어 초음파 용접에 의해) 가장자리들에 멤브레인 층들의 밀폐를 하고, 지지 구조를 밀폐 또는 프레이밍하는 것을 포함하고, 그에 의해 카트리지를 만든다.
- [0100] 듀플렉스 코팅에 대한 대안은 공지된 기술들에 의해 연속적으로 두 개의 지지 구조 표면들을 코팅하는 것이다. 일 측 상에 멤브레인 형성 후에, 지지 구조는 반대 측 상에 처리될 수 있다.
- [0101] 다른 대안은 오직 일 측 상에만 지지 구조들을 코팅하는 것이다. 이를 위해, 단일-측 코팅 시스템이 활용될 수 있고, 오직 하나의 코팅 장치들(다이들)(71 또는 72)가 제공된다. 이러한 경우에, 코팅 동안, 도 7에 도시된 것과 같이 수직 대신에, 수평으로 지지 구조를 배치하는 것이 바람직할 수 있다. 코팅 장치(71, 72)는 그런 다음 도 7에 도시된 바와 같이 수평 대신에 수직으로 위치될 수 있다.
- [0102] 단일-측 코팅은 오직 일 측(하나의 외부 표면 층) 상에 멤브레인 층으로 코팅된 지지 구조들을 획득하게 한다. 두 개의 지지 구조들은 그런 다음 반대되는 외부 면들에서 멤브레인 층들을 구비하는 평면 필터 요소를 형성하기 위해 서로에 대해 그것들의 비-코팅된 외부 표면들로 배치될 수 있다.
- [0103] 코팅 장치들(71 및/또는 72)(듀플렉스 또는 단일-측)을 구비하는 코팅에 대한 대안으로서, 멤브레인 용액은 닥터 블레이드(doctor blade)로 코팅될 수 있다.
- [0104] 닥터 블레이드는 코팅 표면을 매끄럽게 하고 과도한 멤브레인 용액을 긁어 내기 위해 코팅 장치(71 및/또는 72)의 하류에 추가적으로 제공될 수 있다. 그렇게 함으로써, 관통-개구들의 위치에서 멤브레인 표면 내 소위 '밸리들(valleys)'의 발생을 감소시키거나 방지할 수 있다.
- [0105] 지지 구조 상에 멤브레인 층들의 직접적인 형성은 종래 기술에 대해 더 간단한 제조 방법을 허용한다. 종래 기술에서, 멤브레인 층은 강화된 완전히-기능하는 멤브레인(reinforced full-functioning membrane)으로 미리 만들어지고, 이후에 지지체 상에 위치되고 가장자리들을 따라 밀폐된다. 펠트 같은 거즈 층(felt-like gauze layer)은 보통 미리-만들어진 멤브레인 및 지지체 사이에 위치된다. 종래 기술의 카트리지들에서 멤브레인 층들의 올바른 적용 및 배치는 시간이 많이 소요되고 어려운 일일 수 있으며, 본 발명에서는 완전히 피해진다. 그러므로, 본 발명의 필터 요소들은 보다 제작하기에 경제적일 수 있다.
- [0106] 더욱이, 본 발명에서, 전술된 종래 기술의 멤브레인들과 비슷한 두께를 구비하는 멤브레인 층들(12, 13)이 지지 구조들 상에 형성될 수 있다.
- [0107] 멤브레인 층들은 바람직하게 친수성 필터 물질(hydrophilic filler material) 및 유기 바인더 물질(organic binder material)을 포함한다. 필터 물질은 유기물(organic)일 수 있고, 바람직하게 하이드록시프로필셀룰로오

스, 카프복시메틸셀룰로오스, 폴리비닐피롤리돈, 교차-링크된 폴리비닐 피롤리돈, 폴리비닐 알코올, 폴리비닐 아세테이트, 폴리에틸렌 옥사이드로 이루어지는 그룹으로부터 바람직하게 선택된다. TiO₂, HfO₂, Al₂O₃, ZrO₂, Zr₃(PO₄)₄, Y₂O₃, SiO₂, 페로브스카이트 옥사이드 파우더 물질들 및 실리콘 카르바이드 같은 무기물질 수 있다. 전술된 유기 및 무기 물질들의 결합은 필러(filler) 물질과 같이 사용될 수 있다. 유기 바인더 물질은 바람직하게 폴리염화비닐, 염소 처리된 폴리염화비닐, 폴리술폰(polysulfone), 폴리에테르술폰(polyethersulfone), 폴리페닐렌 설파이드, 폴리우레탄, 폴리비닐이딘 플루오라이드(polyvinylidene fluoride), 폴리이미드, 폴리아크릴로니트릴, 셀룰로오스 아세테이트, 셀룰로오스 트리아세테이트 및 그것들의 접목된 변형들로 이루어지는 그룹으로부터 선택된다.

- [0108] 멤브레인 도프는 (앞서 설명된 유기 바인더들 같은) 폴리머 바인더, 디메틸포름아미드(dimethylformamide; DMF), 디메틸설폭시화물(dimethylsulfoxide; DMSO), 디메틸아세테이트(DMAc), N-메틸-2-피롤리돈(NMP), 또는 N-에틸-2-피롤리돈(NEP) 같은 비양자성 용매(aprotic solvent), 및 (앞서 설명된 유기 필러들 같은) 필러 물질의 유형을 포함할 수 있다. 상 전이에서 사용되는 비-용매는 액체 물, 또는 비양자성 용매와 물의 혼합물일 수 있다.
- [0109] 양쪽의 지지 구조 외부 표면들 상에 멤브레인 층들을 구비하는 여과 요소들이 설명되었으나, 멤브레인 층이 오직 지지 구조(11)의 일 측에 제공되는 필터 요소들은 또한 제조될 수 있다. 그러한 경우에, 비-코팅된 외부 표면은 관통-개구들(115)이 제공될 필요가 없다.
- [0110] 본 발명에 따른 필터 요소들은 정밀여과(microfiltration), 한외여과(ultrafiltration), 나노여과(nanofiltration), 역삼투(reverse osmosis), 정삼투(forward osmosis), 압력 지연 삼투(pressure retarded osmosis), 멤브레인 생물반응기들(membrane bioreactors), 투과증발(pervaporation), 멤브레인 증류(membrane distillation), 지지된 액체 멤브레인들(supported liquid membranes), 퍼트랙션(pertraction), 멤브레인 흡수기들, 엔자임 반응기들 및 다른 멤브레인 접촉기들(membrane contractors) 같은 적용들에서 사용될 수 있다.
- [0111] 예시들
- [0112] 예시1: 본 발명에 따른 필터 요소들의 실현 가능성을 시험하기 위해, 250 μ m 두께의 PET 포일이 30%의 개방 영역(다공률)을 얻기 위해 0.55mm 직경의 홀들로 천공된다. 획득된 포일의 SEM 사진은 815로 나타내진 관통-개구들을 구비하여 도 8에 도시된다. 그러한 포일은 본 발명에 따른 지지 구조들을 형성하기 위해 라미네이트되거나 고정될 수 있다.
- [0113] 예시2: 동일한 유형의 포일은 50%의 개방 영역을 얻기 위해 1.5mm 직경의 홀들로 천공된다.
- [0114] 실험의 목적을 위해, 멤브레인 접착을 시험하기 위해, 예시들 1 및 2의 양쪽 포일들은 전술된 것과 같이 지지 구조를 형성하도록 라미네이트되지 않고, 상부에 약 100 μ m(건조)의 멤브레인 층을 형성하기 위해 멤브레인 도프로 일 측 상에 코팅된다. 멤브레인 도프의 구성은 중량 대비 20%의 폴리에테르술폰(PES), 중량 대비 10%의 폴리비닐피롤리돈(PVP) 유형 K90, 중량 대비 61%의 NEP 및 중량 대비 9%의 글리세롤이다. 멤브레인 도프는 20 $^{\circ}$ C에서 150 Pas의 점성을 구비한다. 멤브레인 도프는 닥터 블레이드에 의해 가장자리-지지된 포일 상에 적용되어 약 150 μ m 두께의 습한 코팅 층을 제거한다(leaving). 코팅 동안, 도프는 포일의 배면에서 그리고 개구들을 통해 버섯-형상으로 되는 돌출부들을 형성하기 위해 천공들을 관통한다.
- [0115] 코팅된 포일은 (0.1 μ m보다 작은 크기의) 한외여과 표면 기공들을 형성하고 도프를 응고시키기 위해 중량 대비 65%의 물과 중량 대비 35%의 NEP로 이루어지는 배스 내에 침지된다. 이후에, 코팅된 포일은 50 $^{\circ}$ C에서 물로 세척되고 30분 동안 pH가 7.5인 4000 ppm NaOCl 용액 내에서 처리되고, 다시 50 $^{\circ}$ C 물로 세척된다. 그 다음에, 코팅된 포일들은 중량 대비 10% 글리세롤 용액에 침지되고 밤새도록 그대로 둔다. 후자의 단계는 건조 동안 기공 붕괴를 방지한다. 코팅된 포일들은 그런 다음 대기 조건들에서 건조된 채로 둔다.
- [0116] 미세여과 멤브레인에서, 더 큰 표면 기공들(0.1 및 0.5 μ m 사이의 크기)이 요구되고, 예를 들어 중량 대비 35%의 물과 중량 대비 65%의 NEP를 포함하는 응고 배스를 구비하고 전술된 처리를 추가적으로 하여 획득될 수 있다. 전술된 밤새도록 글리세롤 처리는 필수적이지 않은데, 기공 붕괴가 그러한 더 큰 기공들을 구비하여 발생하지 않기 때문이다.
- [0117] 포일들의 상부에 획득된 건조한 멤브레인 두께는 약 100 μ m이다. 도 9 및 10은 각각 예시 1의 코팅된 포일의 단면 및 배면의 SEM 사진들이고, 양쪽은 맞물림 헤드들(922)을 도시한다. 도 10은 게다가 지지 포일(911), 멤브레인 층(92) 및 맞물림 헤드들(922)과 멤브레인 층(92) 사이에 멤브레인 물질의 스태프들(921)로 채워진 관통-개구

들(915)을 도시한다.

[0118] 각각의 포일(예시 1 및 2)에서, 34mm 직경의 원형 단면을 구비하는 세 개의 샘플들이 취해지고 멤브레인 앵커리지를 시험하기 위해 두 개의 플랜지 사이에 연속하여 고정된다. 물보다 50배 높은 점성을 구비하는 액체(Baysilone Fluid M50, Bayer)는, 역세척 사이클을 구현하기 위해, (맞물림 헤드의 측면에서) 포일의 배면에 압력을 축적하는 데 사용된다. 압력은 멤브레인 층이 포일들로부터 탈착될 때 알 수 있도록 증가된다. 표 1은 양쪽 예시들에 대한 시험 결과를 도시한다. 예시 1의 포일에 코팅된 멤브레인은 5bar를 초과하는 역-압력들을 견딜 수 있는 반면, 예시 2의 포일에 코팅된 멤브레인은 1.4bar의 평균 압력에서 탈착된다.

표 1

[0119] PES/PVP 멤브레인(100 μ m)이 코팅된 천공된 PET 포일(250 μ m 두께, 550 μ m(예시 1) 및 1.5mm(예시 2) 직경 천공들)에 대한 측정된 멤브레인 탈착 압력들

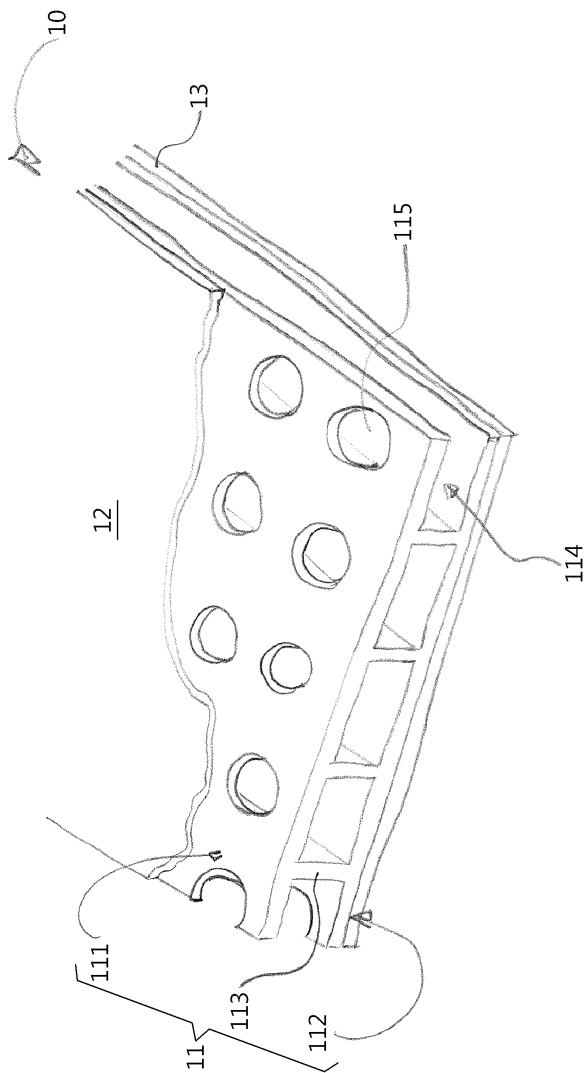
샘플 번호	멤브레인 탈착 압력(bar)	
	포일 예시 1	포일 예시 2
1	>5	1.7
2	>5	1.2
3	>5	1.5

부호의 설명

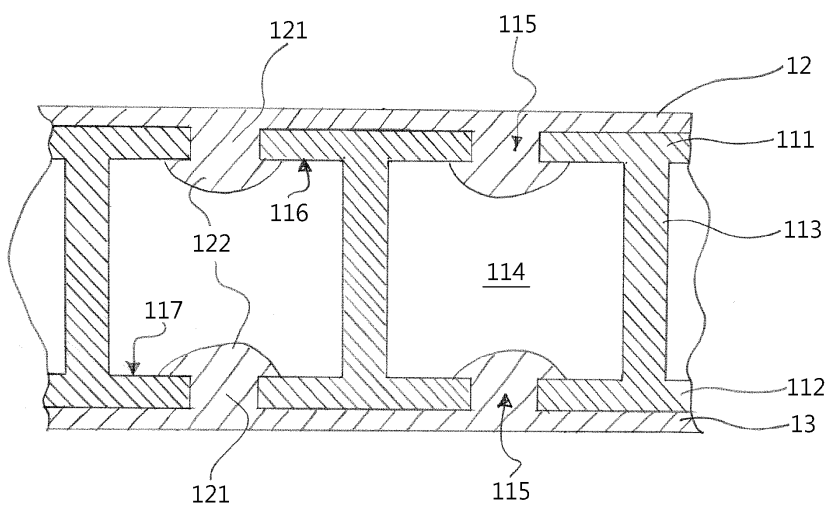
- [0120] 10, 60: 평면 여과 요소
 11, 61: 지지 구조
 12, 13, 52, 62: 여과 층
 111, 112: 외부 표면 층
 113: 스페이싱 부재
 114: 배수 구획
 115, 515, 615: 관통-개구
 122, 521, 622: 돌출부
 121: 스템
 611: 내부 층
 618: 외부 포일

도면

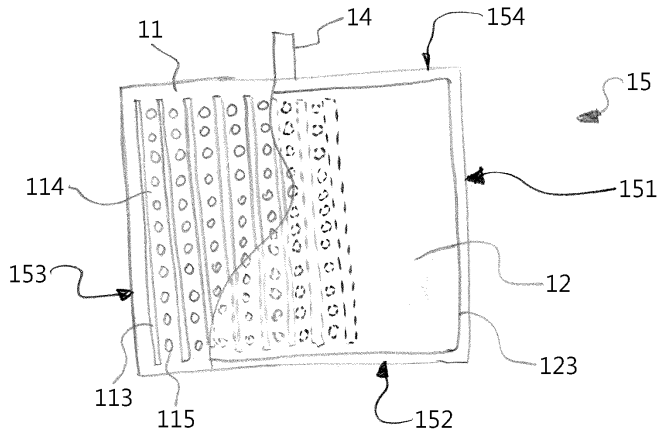
도면1



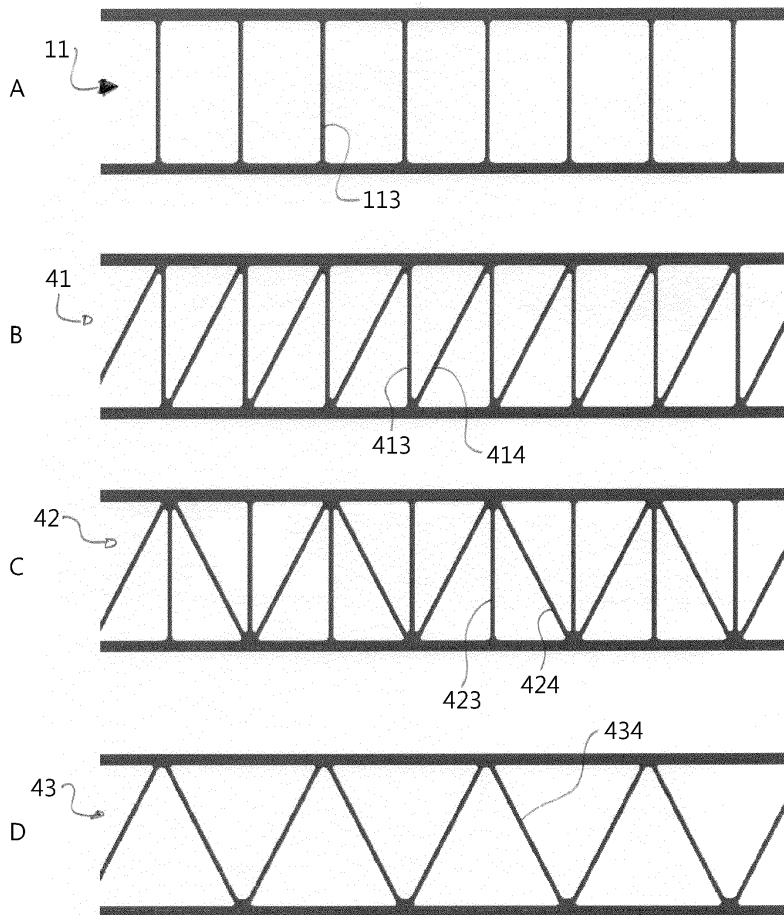
도면2



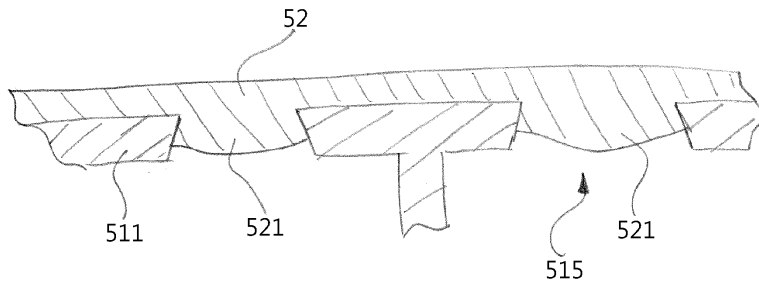
도면3



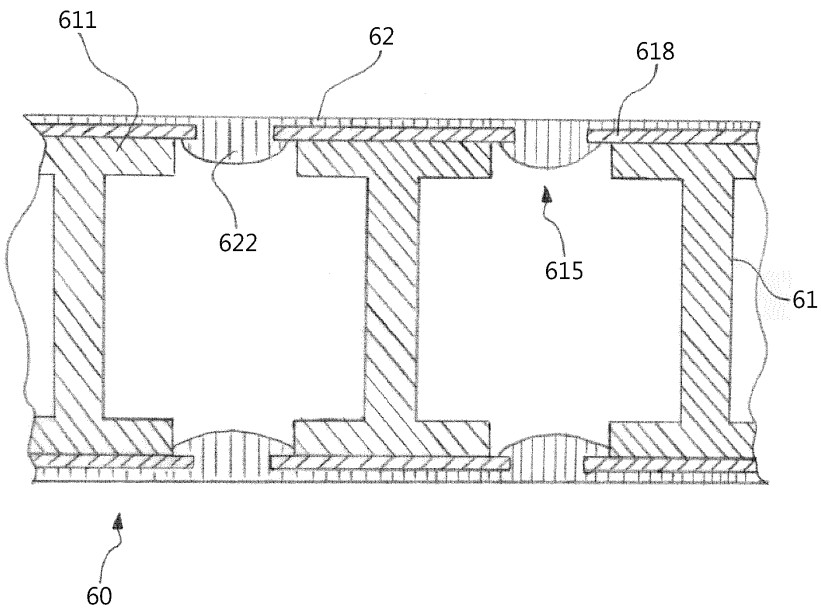
도면4



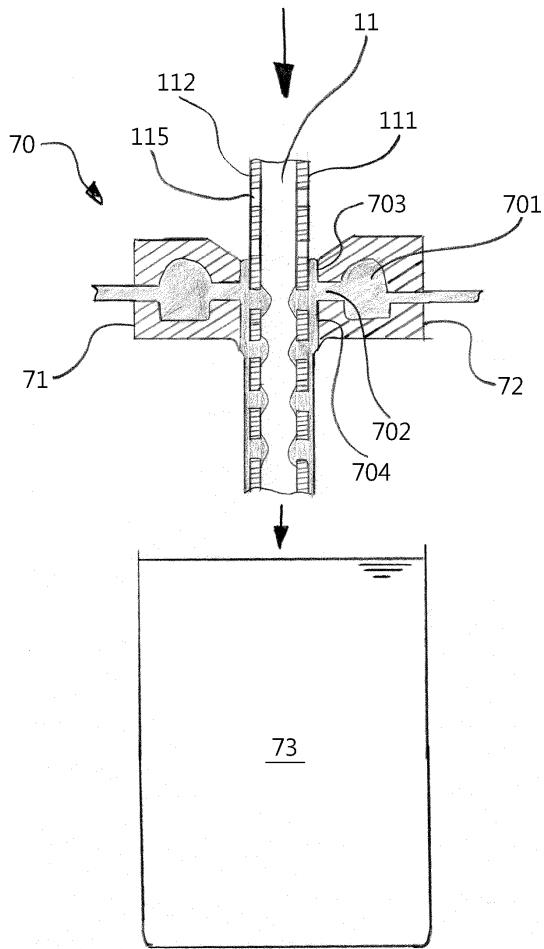
도면5



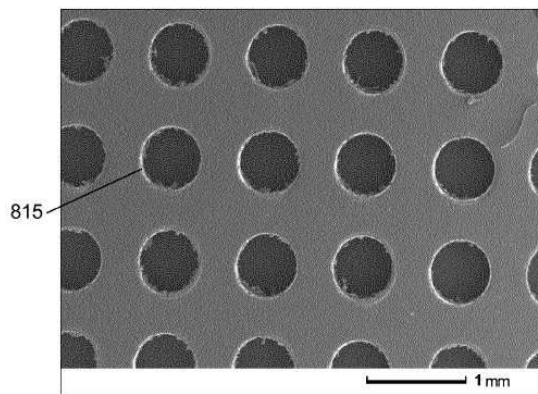
도면6



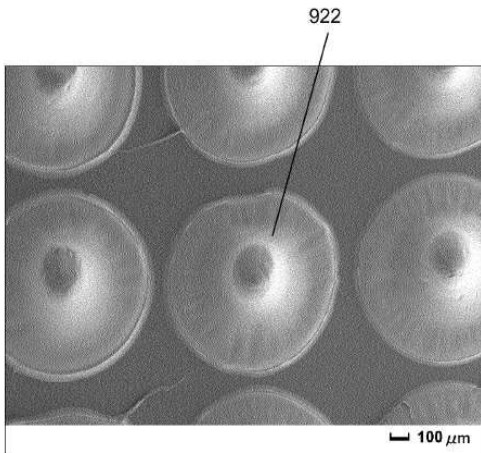
도면7



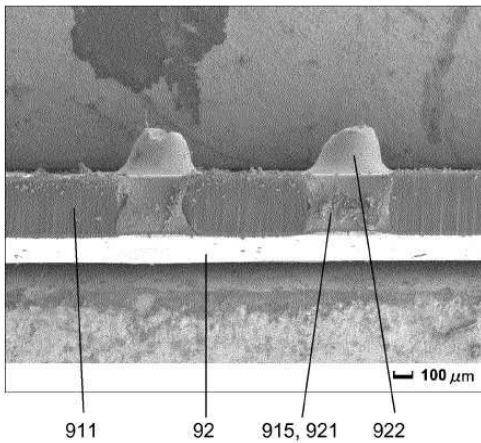
도면8



도면9



도면10



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 8

【변경전】

돌출 헤드들(projecting heads: 122, 622)

【변경후】

돌출 헤드들(projecting heads)

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 17

【변경전】

내부 연결들(115, 515, 615)

【변경후】

내부 연결들

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 8

【변경전】

상기 헤드들은

【변경후】

상기 돌출 헤드들은

【직권보정 4】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 9

【변경전】

돌출 헤드들(122, 622)

【변경후】

돌출 헤드들