



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0053912
(43) 공개일자 2016년05월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 38/00 (2006.01) C04B 35/624 (2006.01)
C04B 35/64 (2006.01) C04B 111/00 (2006.01)
C04B 111/80 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C04B 38/0006 (2013.01)
C04B 35/624 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7003410
(22) 출원일자(국제) 2014년07월10일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2016년02월05일
(86) 국제출원번호 PCT/GB2014/052106
(87) 국제공개번호 WO 2015/004468
국제공개일자 2015년01월15일
(30) 우선권주장
1312390.6 2013년07월10일 영국(GB)

(71) 출원인
스마트 세퍼레이션스 리미티드
영국 엔1 7쥐유 런던 웬릭 로드 20-22
(72) 발명자
마세도, 휴고 미구엘 마갈하에스
영국 에스더블유11 3엔큐 런던 배터시 처치 로드
스파크포드 하우스 66
(74) 대리인
특허법인 무한

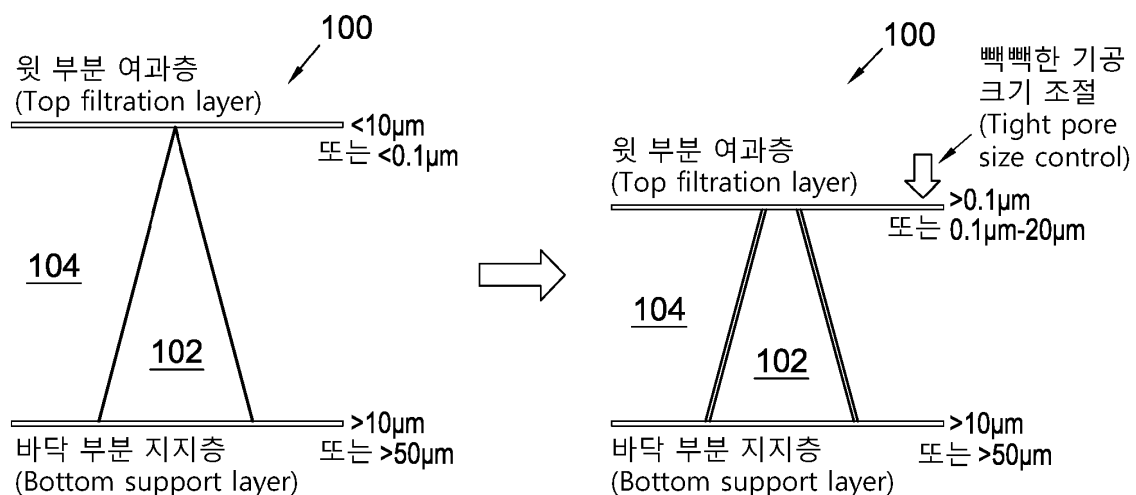
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 장치 및 방법

(57) 요약

우리는 조절된 필터 채널 개구(opening) 크기를 가지는 세라믹 필터를 제조하는 방법을 기재하였고, 상기 방법은, 세라믹 전구체 요소(ceramic precursor element)를 제작하는 단계로서, 상기 전구체 요소는, 제1 및 제2 표면과 상기 제1 및 제2 표면 사이로 연장된 플레어형 기공(flared pores)의 배열을 포함하는 구조를 가지고, 상기 플레어형 기공의 꼭대기(apex)는 상기 제1 표면 쪽으로 향하고, 상기 플레어형 기공의 하단(base)은 상기 제2 표면 쪽으로 향하고, 상기 꼭대기보다 더 크고, 상기 플레어형 기공은 중합체 물질을 함유하고, 상기 플레어형 기공 사이의 영역은 세라믹 물질을 포함하는 것인, 단계; 및 상기 세라믹 물질을 결합시키고 상기 중합체 물질을 제거하도록, 상기 세라믹 전구체 요소를 소결하는 단계; 상기 방법은, 상기 조절된 필터 채널 개구 크기로 상기 플레어형 기공을 열기 위해 상기 제1 표면의 조절된 두께 부분을 제거하는 것을 더 포함한다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

C04B 35/64 (2013.01)

C04B 2111/00793 (2013.01)

C04B 2111/00836 (2013.01)

C04B 2111/805 (2013.01)

C04B 2235/612 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

세라믹 전구체 요소(ceramic precursor element)를 제작하는 단계로서, 상기 전구체 요소는, 제1 및 제2 표면과 상기 제1 및 제2 표면 사이로 연장된 플레어형 기공(flared pores)의 배열을 포함하는 구조를 가지고, 상기 플레어형 기공의 꼭대기(apex)는 상기 제1 표면 쪽으로 향하고, 상기 플레어형 기공의 하단(base)은 상기 제2 표면 쪽으로 향하고, 상기 꼭대기보다 더 크고, 상기 플레어형 기공은 중합체 물질을 함유하고, 상기 플레어형 기공 사이의 영역은 세라믹 물질을 포함하는 것인, 단계; 및

상기 세라믹 물질을 결합하고 상기 중합체 물질을 제거하도록, 상기 세라믹 전구체 요소를 소결하는 단계;

를 포함하는, 조절된 필터 채널 개구(opening) 크기를 가지는 세라믹 필터를 제조하는 방법으로서,

상기 방법은, 상기 조절된 필터 채널 개구 크기로 상기 플레어형 기공을 열기 위해 상기 제1 표면의 조절된 두께 부분을 제거하는 것을 더 포함하는 것인, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 조절된 두께 부분의 제거는, 상기 세라믹 전구체 요소의 상기 제1 표면 위로 용매를 증착하는 것을 포함하는 것인, 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 조절된 두께 부분의 제거는, 상기 세라믹 전구체 요소의 상기 제1 표면으로부터 조절된 두께를 물리적으로 제거하는 것을 포함하는 것인, 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조절된 두께 부분의 제거는, 상기 소결된 세라믹 전구체 요소의 상기 제1 표면을 마모시키는 것을 포함하는 것인, 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 세라믹 전구체 요소의 상기 제작은,

상기 세라믹 물질, 상기 중합체, 및 상기 중합체를 위한 용매를 포함하는 도프(dope)를 상기 세라믹 전구체 요소를 위한 형태로 형성하는 단계; 및

상기 용매가 혼합할 수 있는 액체의 구조에서 상기 형성된 형태를 처리하는 단계;

를 포함하는 것인, 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 세라믹 전구체 요소의 상기 형태는 시트 또는 튜브인 것인, 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 플레어형 기공을 열기 위해 상기 제2 표면의 부분을 제거하는 단계;를 더 포함하는, 방법.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 필터의 여과 특성을 변경하도록, 제조 후에 상기 필터에 표면 변형 처리를 적용하는 단계;를 더 포함하는, 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항의 세라믹 필터를 사용하여, 세포, 특히 혈액 세포를 여과하는 방법.

청구항 10

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항의 방법에 의해 제조된 세라믹 필터.

청구항 11

제1 및 제2 표면과 상기 제1 및 제2 표면 사이로 연장되고 상기 제1 및 제2 표면에 연결되는 플레어형 통로의 배열을 포함하는 구조를 가지는 세라믹 필터(A ceramic filter having a structure comprising first and second surfaces and an arrangement of flared passageways extending between and connecting with said first and second surfaces).

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 플레어형 통로의 개구는 일반적으로 원형이고, 90 % 초과는 0.1 μm 초과의 직경을 가지는 것인, 세라믹 필터.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 플레어형 통로의 상기 개구의 90 % 초과는, 50 μm 미만, 바람직하게 5 μm 미만의 직경을 가지는 것인, 세라믹 필터.

청구항 14

제9항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 필터의 표면은 기능적인(functionalising) 표면 코팅 또는 처리를 가지는 것인, 세라믹 필터.

청구항 15

제9항 내지 제14항 중 어느 한 항의 필터를 포함하는 혈액 여과 장치(Blood filtering apparatus).

청구항 16

전구체 요소를 제작하는 단계로서, 상기 전구체 요소는 제1 및 제2 표면과 상기 제1 및 제2 표면 사이로 연장된 플레어형 기공의 배열을 포함하는 구조를 가지고, 상기 플레어형 기공의 꼭대기는 상기 제1 표면 쪽으로 향하고, 상기 플레어형 기공의 하단은 상기 제2 표면 쪽으로 향하고, 상기 꼭대기보다 더 크고, 상기 플레어형 기공은 중합체 물질을 포함하고, 상기 플레어형 기공 사이의 영역은 무기 물질을 포함하는 것인, 단계; 및

상기 무기 물질을 결합시키고 상기 중합체 물질을 제거하도록, 상기 전구체 요소를 소결하는 단계;

를 포함하는, 무기 필터를 제조하는 방법으로서,

상기 방법은, 상기 플레어형 기공을 열기 위해 상기 제1 표면의 부분을 제거하는 것을 더 포함하는 것인, 방법.

청구항 17

제16항의 방법에 따라 제조된 세라믹 필터.

청구항 18

제9항 내지 제14항 및 제17항 중 어느 한 항에 따른 필터를 사용하여 유체로부터 입자를 여과하는 방법.

청구항 19

세라믹 전구체 요소를 제작하는 단계로서, 상기 전구체 요소는 제1 및 제2 표면과 상기 제1 및 제2 표면 사이로 연장된 플레어형 기공의 배열을 포함하는 구조를 가지고, 상기 플레어형 기공의 꼭대기는 상기 제1 표면 쪽으로 향하고, 상기 플레어형 기공의 하단은 상기 제2 표면 쪽으로 향하고, 상기 꼭대기보다 더 크고, 상기 플레어형 기공은 중합체 물질을 함유하고, 상기 플레어형 기공 사이의 영역은 세라믹 물질을 포함하는 것인, 단계; 및

상기 세라믹 물질을 결합하고 상기 중합체 물질을 제거하도록, 상기 세라믹 전구체 요소를 소결하는 단계;

를 포함하는, 마스크(mask)를 제조하는 방법으로서,

상기 방법은, 상기 조절된 채널 개구 크기로 상기 플레어형 기공을 열기 위해 상기 제1 표면의 조절된 두께 부분을 제거하는 것을 더 포함하는 것인, 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 제1 및 제2 표면의 하나 또는 둘 모두 상에 기공 개구를 패터닝하는 것을 더 포함하는, 방법.

청구항 21

특히 제19항 또는 제20항의 방법에 의해 제조된, 마스크로서, 상기 마스크는, 상기 마스크를 통하여, 플레어형, 광-투과성 통로를 제공하도록, 제1 및 제2 표면과 상기 제1 및 제2 표면 사이로 연장되고 상기 제1 및 제2 표면에 연결되는 플레어형 통로의 배열을 포함하는 구조를 가지고, 상기 플레이트/마스크 구조의 플레어형 통로의 상기 배열은, 상기 마스크를 위한 광-투과성 패턴을 정의하도록 패턴닝된 것인, 마스크.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 분야

[0002] 본 발명은, 세라믹 필터를 제조하는 방법, 이러한 방법에 의해 제조된 필터, 및 이러한 필터를 포함하는 의료용 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 본 발명에 대한 배경

[0004] 하전된 입자(charged particles)를 필름에 쏘아 붓고, 그 다음에 화학적 에칭을 실행하는 트랙-에치 기술을 사용한 박막 플라스틱 필름으로부터의 필터를 제작하는 것은 알려져 있다. 또 다른 기술은, 중합체 막에서 기공(pore)을 뚫기 위한 레이저 빔을 사용하는 것이다. 세 번째 접근은 리소그래피(lithography)를 사용하는 것이다. 그러나, 이러한 필터는, 많은 적용에 대해 적절하지 않고, 약하고, 비용이 비싼 경향이 있다.

[0005] 원칙적으로, 세라믹 물질은 미세여과(microfiltration)를 위해 유리할 수도 있지만, 요구에 따른 기공 크기를 생산하기 위해 기술이 용이하지 않다(there is no easy technique for producing on-demand pore sizes).

[0006] 배경 선행기술은 하기에서 발견될 수 있다:

US6479099B
US5340779A
EP1020276A
US2004091709A
US2002074282A
WO03072233A
US2007142208A
US2011100910A
US2008022644A
US2007119135A
US4746341A
US2006192326A
KR100445768B

[0007]

[0008] 추가적인 배경 선행기술은 하기에서 발견될 수 있다: "Preparation, Characterization And Permeation Property Of Al2O3, Al2O3-SiO2 And Al2O3-Kaolin Hollow Fiber Membranes", Han *Et Al.* Journal Of Membrane Science, Volume 372, Issues 1-2, 15 April 2011, Pages 154-164; and in "Optimization Of Hybrid Hyperbranched Polymer/Ceramic Filters For The Efficient Absorption Of Polyaromatic Hydrocarbons From Water", Tsetsekou A. *Et Al.* Journal Of Membrane Science, Volume 311, Issues 1-2, 20 March 2008, Pages 128-135.

발명의 내용

[0009] 본 발명의 요약

[0010] 본 발명에 따라, 따라서 하기의 단계를 포함하는, 조절된 필터 채널 개구 크기를 가지는 세라믹 필터를 제조하는 방법이 제공된다: 세라믹 전구체 요소를 제작하는 단계로서, 상기 전구체 요소는 제1 및 제2 표면 및 상기

제1 및 제2 표면 사이를 연장하는 플레어형 기공의 배열을 포함하는 구조를 가지고, 상기 플레어형 기공의 꼭대기는 상기 제1 표면 쪽으로 향하고, 상기 플레어형 기공의 맨 아래 부분은 상기 제2 표면 쪽으로 향하고, 상기 꼭대기보다 더 크고, 상기 플레어형 기공은 중합체 물질을 함유하고, 상기 플레어형 기공 사이의 영역은 세라믹 물질을 포함하는 것인, 단계; 및 상기 세라믹 물질을 결합하고 상기 중합체 물질을 제거하도록, 상기 세라믹 전구체 요소를 소결시키는 단계; 상기 방법은, 상기 조절된 필터 채널 개구 크기로 상기 플레어형 기공을 열기 위해 상기 제1 표면의 조절된 두께 부분을 제거하는 것을 더 포함한다(the method comprising: fabricating a ceramic precursor element, said precursor element having a structure comprising first and second surfaces and an arrangement of flared pores extending between said first and second surfaces, wherein an apex of a said flared pore is towards said first surface and a base of said flared pore is towards said second surface and is larger than said apex, wherein said flared pore contains polymer material and regions between said flared pores comprise ceramic material; and sintering said ceramic precursor element to fuse said ceramic material and remove said polymer material; the method further comprising removing a controlled thickness portion of said first surface to open said flared pores to said controlled filter channel opening size).

[0011] 실시형태에서, 상기 세라믹 전구체 요소는, 상기 요소의 원하는 형태로 도프를 형성함으로써 제작되고, 상기 도프는 상기 세라믹 물질, 상기 중합체, 및 상기 중합체를 위한 용매를 포함한다. 그리고 난 다음에, 상기 형성된 형태는, 상기 용매[중합체가 아닌(but not the polymer)]가 혼합할 수 있는 액체의 수조에서 처리된다. 예를 들어, 수성(물) 수조와 결합한 극성 용매가 사용될 수도 있다. 개략적으로, 처리하는 동안에 상기 용매는, 상기 전구체 요소의 표면 사이를 연장하는 일반적인 원뿔 모양의 기공의 실질적으로 규칙적인 배열을 남기는 대류 공간(convection cell)을 형성하는 방식으로 수조에서 액체(물)로 교체된다. 원칙적으로, 세라믹 물질 외에 무기 물질이 사용될 수도 있다. 실시형태에서, 만약 상기 요소가 박막을 포함한다면, 이들은 예를 들어 0.1 μm 미만, 매우 작은 구멍을 남기는 이러한 표면을 교차할 수도 있지만, 상기 플레어형 기공의 꼭대기는 상기 제1 표면에 전적으로 도달하지 않는다. 발화 동안에, 상기 중합체 물질은, 소결된 세라믹에서 플레어형 구멍을 남기면서 태워진다(During firing the polymer material is burnt off leaving flared apertures in the sintered ceramic). 그리고 난 다음에, 상기 제1 표면으로부터 물질의 조절된 두께 층을 제거함으로써, 상기 플레어형 기공이 원하는 정도로 열릴 수 있다.

[0012] 실시형태에서, 상기 전구체 요소는, 얇은 시트 또는 물질의 막, 또는 물질의 튜브를 포함한다. 상기 제1 표면의 부분은, 바람직하게는 상기 세라믹 전구체에서와 같은 동일한 종류(극성 또는 비-극성)의, 이러한 표면 위로 용매를 증착시키고, 임의적으로, 진탕하여, 상기 제1 표면의 얇은 층을 용해시키도록 상기 용매를 떠나게 함으로써 제거될 수도 있다[A portion of the first surface may be removed by depositing a solvent onto this surface, preferably of the same class (polar or non-polar) as that in the ceramic precursor and leaving the solvent to dissolve a thin layer of the first surface, optionally aided by shaking]. 예를 들어, 용매는 막의 윗부분으로 부어질 수도 있거나, 관의 섬유(tubal fibre)가 용매에 잠길 수도 있다. 상기 용매는, 예를 들어, 순서 1 분(order 1 minute) 내지 순서 24 시간의 기간 동안 남겨지고, 상기 용해 과정은 소결 동안에 오븐에 상기 세라믹 전구체를 설치함으로써 중단된다.

[0013] 추가적으로 또는 대안적으로, 상기 세라믹 전구체 요소의 제1 표면의 일부는, 예를 들어, 조절가능한 리드 스크루(adjustable lead screw)에 나이프 블레이드(knife blade)와 같은 조절된 높이 커터(controlled height cutter)에 의해 물리적으로 제거될 수도 있다 - 이러한 배열은 1 μm 보다 더 제거된 물질의 두께를 전형적으로 조절할 수 있다. 이러한 공정은, 소결시키기 전에, 건조시키거나 윤활유와 함께 실행될 수도 있다. 소결시킨 후에, 예를 들어, 다이아몬드 연마기(diamond polisher)와 같은 조절가능한 높이 방사 마모 디스크(controllable height spinning abrading disc)를 사용하고, 상기 필터에서 상기 세라믹 물질로 유사한 물질의 세라믹 입자-예를 들어, 미크론 규모 또는 1 미크론 미만 규모(sub-micron scale) 산화 알루미늄, 다이아몬드 및/또는 산화규소를 사용한 샌드페이퍼-유사 마모 공정(sandpaper-like abrasion process)을 사용함으로써, 물질은 마모(abrasion)에 의해 제거될 수도 있다. 또 다른 접근에서, 섬유 광학의 래핑 필름은 상기 표면을 마모시키기 위해 사용될 수도 있다; 이러한 것은, 산화 규소, 다이아몬드, 산화 알루미늄, 이산화티타늄 등과 같은 다양한 물질을 사용할 수도 있다.

[0014] 본 발명은, 제1 및 제2 표면과 상기 제1 및 제2 표면 사이로 연장되고 상기 제1 및 제2 표면에 연결되는 플레어형 통로의 배열을 포함하는 구조를 가지는 세라믹 필터를 또한 제공한다(The invention also provides a ceramic filter having a structure comprising first and second surfaces and an arrangement of flared

passageways extending between and connecting with said first and second surfaces).

- [0015] 실시형태에서, 상기 세라믹 전구체에서 상기 원뿔 모양의 기공은 모두 실질적으로 동일한 크기이고, 상기 꼭대기에서 실질적으로 동일한 포함된 각도를 가진다. 따라서, -본 기술의 실행 실시형태에서, 기공의 개구의 최대 한의 크기(직경)에서의 상한치를 두는 경향이 있음을 기재하였을지라도- 상기 제1 표면으로부터 물질을 제거함으로써, 필터에 대한 유용한 특성인, 상기 기공의 크기는 정확하게 조절될 수 있다.
- [0016] 상기 필터 구조의 실시형태는, 폐색/차단(obstruction/blocking)의 위험을 감소시키는데 유용한, 플레어형 통로를 가진다. 보다 큰 기공이 제작될 수도 있을지라도(상기 요소의 두께에 따라, 상기 제2 표면에서 기공의 크기에 의해 제한됨), 전형적인 필터 기공 직경은 범위 0.1 내지 20 μm 의 범위에 있다. 따라서, 상기 공정에 의해 제조된 필터의 실시형태에서, 상기 플레어형 통로는 일반적으로 원형이고, 90 % 초과는 0.1 μm , 0.2 μm , 0.5 μm 또는 1 μm 초과 직경(하나 또는 둘 다의 말단에서)을 가진다. 실시형태에서, 상기 통로의 개구는, 100 μm , 50 μm , 30 μm , 20 μm , 10 μm , 5 μm 또는 2 μm 미만의 직경(하나 또는 둘 다의 말단에서)을 가질 수도 있다. 이러한 기공 크기가 그 밖의 기술에 의해 확실하게 생산되기 어려운 것 같은 경우에 유용하다.
- [0017] 상기의 기재된 기술에 의해 제조된 필터의 하나의 유리한 적용은, 혈액의 구성요소를 분리, 특히 그 밖의 혈액 구성요소로부터 적혈구 세포를 분리하는데 있다. 예를 들어, 혈소판은 1 μm 미만의 직경을 가질 수도 있고, 적혈구 세포는 약 7 μm 의 직경을 가질 수도 있고, 백혈구 세포 및 줄기 세포와 같은 혈액에서 그 밖의 세포는 10 내지 20 μm 의 범위의 직경을 가질 수도 있다. 따라서, 5 μm , 4 μm , 3 μm 또는 2 μm 미만의 기공 크기를 선택함으로써(적혈구 세포는 1 내지 3 μm 과 같이 작은 홀(hole)을 통해 압착할 수도 있다), 루코리덕션 필터(leukoreduction filter)가 제조될 수도 있다. 통상적인 혈액 여과 장치(blood filtration apparatus)는 여과 공정에서 순서 5 내지 10 %의 적혈구 세포를 상실할 수 있지만, 우리가 기재한 바와 같은 상기 유형의 세라믹 필터를 포함하는 혈액 여과 장치는 실질적으로 보다 효율적일 수 있다. 게다가, 상기 잔류물의 품질이 증진되고, 상기 잔류물은, 예를 들어 조사를 위해 줄기 세포 또는 백혈구 세포와 같은 물질을 추출하기 위해 회수될 수도 있다.
- [0018] 상기 기술의 실시형태가 조절된 기공 치수를 가지는 필터를 제작하기 위해 특히 유용할 수 있을지라도, 이들은, 상기 기공 치수의 필연적인 조절 없이 세라믹 필터 요소를 제작하고, 잠재적으로 세라믹 물질보다는 그 밖의 무기 물질을 사용하기 위해 보다 일반적으로 사용될 수도 있다.
- [0019] 따라서, 추가적인 측면에서, 본 발명은, 하기를 포함하는, 무기 필터(inorganic filter)를 제조하는 방법을 제공한다: 전구체 요소를 제작하는 단계로서, 상기 전구체 요소는 제1 및 제2 표면과 상기 제1 및 제2 표면 사이로 연장된 플레어형 기공의 배열을 포함하는 구조를 가지고, 상기 플레어형 기공의 꼭대기는 상기 제1 표면 쪽으로 향하고, 상기 플레어형 기공의 하단은 상기 제2 표면 쪽으로 향하고, 상기 꼭대기보다 더 크고, 상기 플레어형 기공은 중합체 물질을 포함하고, 상기 플레어형 기공 사이의 영역은 무기 물질을 포함하는 것인, 단계; 및 상기 무기 물질을 결합시키고 상기 중합체 물질을 제거하도록, 상기 전구체 요소를 소결하는 단계; 상기 방법은, 상기 플레어형 기공을 열기 위해 상기 제1 표면의 부분을 제거하는 것을 더 포함한다.
- [0020] 상기에 기재된 기술은 모두 본 발명의 이러한 측면의 실시형태에 사용될 수도 있다. 특히, 제1 표면의 일부는, 특히 상기에 기재된 기술을 사용하여, 소결하기 전 및/또는 소결 후에 물리적으로 및/또는 화학적으로 제거될 수도 있다. 이러한 방식으로 제조된 필터는 또한, 예를 들어, 혈액 여과 장치 또는 일반적으로 세포 분리에 사용될 수도 있다.
- [0021] 제조 공정의 전형적인 실시형태에서, 얇은(예를 들어, 2 내지 3 μm) 스킨은, 상기 제2 표면 위에 남아있다. 어디에 존재하건 이는 상기 필터 구조를 제조하기 위해 상기에 기재된 바와 같이 공정에 의해, 소결 전 또는 소결 후에 제거될 수 있다. 대안적으로 이는, 조절가능한 구멍의 플레어형 벽의 세트의 제조를 가능하게 하도록 제자리에 둘 수도 있다.
- [0022] 따라서, 본 발명의 추가적인 측면에서, 플레어형 벽의 세트를 정의하기 위해, 제1 및 제2 표면 및 상기 제1 및 제2 표면 사이로 연장하고, 상기 제1 및 제2 표면 중의 하나에 연결되는 플레어형 통로의 배열을 포함하는 구조를 가지는 세라믹 플레이트가 제공된다. 이러한 플레이트를 제조하는 방법이 추가적으로 제공된다.
- [0023] 원칙적으로, 상기 필터 구조는 여과(filtering) 외의 적용을 가질 수도 있다. 예를 들어, 하나 또는 둘 다의 표면은 예를 들어 선택적인 마모(selective abrasion)에 의해 패터닝될 수도 있고, 상기 패터닝된 구조는 가시적인 또는 비-가시적인 광(visible or non-visible light)에 대한 마스크로서 사용될 수도 있다. 이러한 선택적인 마모는 예를 들어 CNC 라우터(CNC router)에 의해 실행될 수도 있다. 이러한 유형의 마스크는, 로고 또는

잠재적으로 포토리소그래피(photolithography)에 대한 마스크로서, 예를 들어, 소규모의 패터닝으로 나타내도록 사용될 수도 있다.

[0024] 따라서, 본 발명은, 하기를 포함하는, 조절된 채널 개구 크기를 가지는 세라믹 플레이트를 제조하는 방법, 보다 특히 마스크를 제조하는 방법을 제공한다: 세라믹 전구체 요소를 제작하는 단계로서, 상기 전구체 요소는 제1 및 제2 표면과 상기 제1 및 제2 표면 사이로 연장된 플레어형 기공의 배열을 포함하는 구조를 가지고, 상기 플레어형 기공의 꼭대기는 상기 제1 표면 쪽으로 향하고, 상기 플레어형 기공의 하단은 상기 제2 표면 쪽으로 향하고, 상기 꼭대기보다 더 크고, 상기 플레어형 기공은 중합체 물질을 함유하고, 상기 플레어형 기공 사이의 영역은 세라믹 물질을 포함하는 것인, 단계; 및 상기 세라믹 물질을 결합하고 상기 중합체 물질을 제거하도록, 상기 세라믹 전구체 요소를 소결하는 단계; 상기 방법은, 상기 조절된 채널 개구 크기로 상기 플레어형 기공을 열기 위해 상기 제1 표면의 조절된 두께 부분을 제거하는 것을 더 포함한다.

[0025] 본 발명은 또한, 제1 및 제2 표면 및 상기 제1 및 제2 표면 사이를 연장하고, 상기 제1 및 제2 표면을 연결되는 플레어형 통로의 배열을 포함하는 플레이트/마스크 구조(plate/mask structure)를 제공하고, 임의적으로, 상기 플레이트/마스크 구조의 플레어형 통로의 배열이 패터닝된 것이다.

[0026] 상기 기재된 제조 방법/필터/플레이트/구조의 실시형태에서, 상기 필터의 표면은, 특히, 표면 코팅을 가지는 필터를 제공하도록, 상기 표면의 물리적, 화학적 또는 생물학적 특성을 변경하기 위해 처리될 수도 있다. 예를 들어, 상기 표면은 상기 표면이 친수성 또는 소수성으로 만들도록 플라즈마 처리될 수도 있고, 및/또는 상기 표면은, 상기 표면을 기능화하도록 분자 물질로 처리될 수도 있다. 실시형태에서, 상기 필터의 표면은, 특히, 하나 또는 그 이상의 타겟들(targets)을 보다 효율적으로 선택하거나 걸러내기 위해, 상기 여과 특성을 변경하도록 코팅된다.

[0027] 본 발명은 또한, 상기-기재된 방법에 의해 제조된 바와 같은/상기 기재된 바와 같은 필터를 사용하여, 유체(액체 또는 기체)로부터 입자를 여과하는 방법을 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0028] 본 발명의 이러한 것들 및 그 밖의 측면은, 수반하는 도면에 관하여, 단지 예로서 추가적으로 기재될 것이다:

도 1a 및 1b는, 본 발명의 실시형태에 따라 세라믹 필터를 제조하는 방법에서 기공 크기 조절의 원리, 및 이러한 방식으로 제조된 필터의 실시형태의 윗 부분 및 바닥 부분으로부터의 도식적인 그림을 도식적으로 나타낸 것이다;

도 2a 및 2b는 각각, 섬유 전구체 요소의 제조 및 막/웨이퍼 전구체 요소의 제조를 나타낸다;

도 3은, 물 수조-처리된 막 전구체 요소를 통한 수직의 횡단면을 도식적으로 나타낸 것이다;

도 4는, 상기 세라믹 전구체 요소로부터 층을 제거하기 위해 사용될 수도 있는 조절된 높이 커터의 예를 나타낸 것이다;

도 5a 및 5b는, 원형의 세라믹 요소, 소결된 세라믹 요소를 마모시키기 위한 다이아몬드 연마기(diamond polisher)의 용도를 나타낸 것이다;

도 6은 본 발명의 실시형태에 따라 세라믹 필터를 사용한 혈액 여과를 도식적으로 나타낸 것이다;

도 7은, 상이한 입자 크기를 위한 그 밖의 분리 원리와 함께, 본 발명에 따른 막 필터의 실시형태의 입자 분리의 범위("미세여과"로 명명된)를 나타낸 것이다.

도 8은, 현미경(100x의 배율) 하의 본 발명의 실시형태에 따른 세라믹 필터의 상면도의 그림 및 나타낸 상기 막 표면의 길이를 따라 상이한 개구 크기를 가지는 기공을 제공하기 위해 사용된, 상기 필터의 윗부분을 가로지르는 사선 커트의 도식적인 설명을 나타낸 것이다; 및

도 9는, 하기를 나타내는, 본 발명의 실시형태에 따른 방법을 사용하여 제조된 기능적인 필터의 이미지의 세트를 나타낸 것이다: 9a) 막의 단면도(100x의 현미경 배율); 9b) 상기 상단 표면의 마모 후의 막의 상면도(100x의 현미경 배율); 9c) 상기 상단 표면의 추가적인 마모 후의 도 9b에서의 막의 상면도(100x의 현미경 배율); 9d) 하단 표면의 마모 후의 막의 하면도(100x의 현미경 배율); 및 9e) 본 발명에 따라 제조된 바와 같은 막 필터의 윗 부분의 투시도(디스크 직경 50 mm).

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 선호하는 실시형태의 상세한 설명
- [0030] 졸-겔 캐스팅의 밖으로 세라믹 물질을 생산하기 위한 기술은, 바인더(또는 분산제), 용매 및 결정 형태에서 세라믹 물질(이로 제한되지 않는, 산화 알루미늄, 산화 지르코니아 등과 같은)로 구성된, 도프 용액(dope solution)을 만드는 것을 포함하고, 상기 바인더는 용해성이 있다. 이러한 것은 조직화된 내부 기공을 생산한다. 우리는, 마이크로미터 범위($0.1 \mu\text{m}$ - $100 \mu\text{m}$)에서 입자의 미세여과를 위한 변형된 이러한 구조를 사용한다. 상기 필터의 장점은, 사용된 안정적인 물질, 낮은 가격 및 단순한 제조 공정으로 인하여 견고성을 포함한다. 적용은, 예를 들어, 높은 온도 및/또는 높은 압력 및/또는 산성 또는 염기성 조건이 존재하는 상황에서, 용매 추출물 및 발효 배양액(fermentation broths)의 처리, 알지네이트, 발열인자(pyrogen) 및 박테리아 제거의 공정(processing of alginates), 항생제 및 그 밖의 것들의 생산을 포함한다. 우리는 또한 혈액 여과를 위한 이들의 사용을 기재할 것이다. 특히, 우리는, 이러한 것이 특정한 미세여과 적용을 위해 조정되기 위해, 상기 막에서 요구에 따른 기공 크기를 생산하기 위한 기술을 기재할 것이다.
- [0031] 우리가 기재한 상기 기술의 실시형태에 의해 수득된 상기 세라믹 막 필터(100)는, 도 1에 나타난 바와 같이, 윗 부분에서 바닥 부분까지 이러한 막(104)을 통해 가로지르는 원뿔 모양의 기공(conical shaped pores)(102)으로 이루어져 있다. 이러한 기공 기하학적 구조와 함께, 상이한 기공 크기 분포의 막(104)의 생산은, 즉, 다양한 기공 크기로, 의도된 적용을 위해 상기 기공(102)을 조절한 후에, 큰 배치(제조 비용을 감소시킴)에서의 막(104)을 생산함으로써 달성될 수 있다. 이러한 방법은, 시간 및 비용 필요조건에서의 감소가 -예를 들어, 상기 도프 용액 비율, 비-용매의 유형, 소결 공정의 온도, 상기 막 필터(104)의 건조 시간, 상기 필터(100)의 두께 등을 변화시킴으로써-맞춤형 필터(tailor-made filter)를 개발하는 것을 가능하게 하고, 하나는 상기 기공 각도/pore angle 및/또는 밀도(pore angle/packing density) 및 그 밖의 필터 파라미터를 변하게 할 수 있다.
- [0032] 따라서, 우리는, 미세여과의 분야, 특히 세포의 여과에서 광범위한 적용에서 이들의 사용을 가능하게 하는, 세라믹 필터(100)에서의 맞춤형-제작된 기공 크기의 제조를 기재한다.
- [0033] 초기에, 도프 용액은, 용매, 세라믹-기초 물질 및 중합체의 혼합물로 제조된다.
- [0034] 상기 용매는 하기일 수도 있지만, 이로 제한되지 않는다: 디메틸포름아미드, 디메틸설폭사이드, 디메틸포름아미드, 디메틸아세트아미드, N-메틸-2-피롤리돈, 헥사메틸포스포르아미드, 디옥산, 그것으로부터 유도된 그 밖의 것들 또는 상기 중합체를 용해시킬 수 있는 입수가 가능한 유기용매.
- [0035] 상기 세라믹-기초된 물질은, 하기일 수도 있지만, 이로 제한되지 않는다: 산화알루미늄, 산화티타늄, 산화지르코늄, 탄화규소, 유리같은 물질(glassy materials), 또는 임의적으로 가교제(cross-linking agent)로 표면-처리된 어떠한 다른 유사한 물질.
- [0036] 상기 중합체 물질은 하기일 수도 있지만 이로 제한되지 않는다: 폴리아미드, 폴리(카프로락톤)[poly(caprolactone)], 폴리우레탄, 폴리(L-락틱-코-글리콜산)[poly(L-lactic-co-glycolic acid)], 폴리아크릴로니트릴, 폴리아미드, 폴리(메틸메타크릴레이트)[poly(methylmethacrylate)], 폴리(D, L-락테이트), 폴리스티렌, 폴리에테르 에테르 케톤, 폴리에테르술폰, 폴리비닐리덴 플루오라이드(polyvinylidene fluoride), 폴리술폰, 폴리에테르술폰 또는 바람직하게는 가교제로 표면-처리된, 어떠한 그 밖의 유사한 물질. 상기 중합체는 도프에서 불수용성 결합제(water-insoluble binder)로서 작용한다; 이는 소결 온도($600-1500^{\circ}\text{C}$)에서 태워져야 한다(it should be burnt away at sintering temperatures).
- [0037] 임의적으로, 분산제/계면활성제는 혼합물에 첨가될 수 있다. 상기 분산제는 하기일 수도 있지만, 이로 제한되지 않는다: 알킬벤젠설포네이트, 리그닌 설포네이트, 지방성 알코올에톡실레이트(fatty alcoholethoxylates), 알킬페놀 에톡실레이트(alkylphenol ethoxylates), PEG 30 디폴리히드록시스테아레이트, 소듐 스테아레이트, 4-(5-도데실) 벤젠설포네이트, 소듐 도데실 설페이트, 세트리모늄 브로마이드(cetrimonium bromide), 플루오로설포액텐트(fluorosurfactants), 실록산 계면활성제, 알킬 에테르, 폴리에틸렌 글리콜 및 폴리프로필렌 글리콜의 블록 공중합체, 그로부터 유도된 그 밖의 것들(others derived therein), 및/또는 어떠한 다른 양친매성 화합물.
- [0038] 예 실시형태에서, 상기 용매는 디메틸설폭사이드, 상기 세라믹 물질은 산화알루미늄이고, 상기 중합체는 폴리에테르술폰이고, 상기 분산제는 PEG 30 디폴리히드록시스테아레이트이다.
- [0039] 그리고 난 다음에, 상기 도프 용액은 상기 캐스트된 코팅(casted coating)의 두께를 조절하기 위한 다른 방법 또는 캐스팅 나이프(casting knife)를 사용하여, 매끄러운 표면으로 만든다(cast). 상기 캐스트 도프 용액의

형태(The shape of the cast dope solution)는 이에 의하여, 제작되도록, 상기 세라믹 전구체 요소의 원하는 형태에 따라 조절될 수도 있다. 그리고 난 다음에, 상기 캐스트 도프 용액은 물 수조로 즉시 이동되고, 굳어지도록 5 분 이상의 기간 동안, 전형적으로 밤새 있다(The cast dope solution is then immediately transferred into a water bath and left standing there for a period longer than 5 minutes, typically overnight, to set). 이러한 공정 동안에, 상기 용매는 상기 물로 서서히 교체되고, 표면 장력은, 원뿔 모양의 중합체-함유하는 영역의 실질적으로 규칙적인 패턴의 발달을 결과적으로 야기하는, 대류, 및 표면에 변화를 초래한다. 상기 중합체 및/또는 상기 중합체/세라믹 물질 혼합물은, 상기 물 수조에 실질적으로 용해되지 않는다. 그리고 난 다음에, 상기 필름은 물로부터 제거되고, 5 분 이상의 기간, 예를 들어 24 시간 동안 건조시켰다.

- [0040] 도 2a는, 물 수조(106)에서 관형 전구체 막(tubular precursor membrane)(104)을 나타낸 것이고; 도 2b는, 관형 전구체 요소(104)를 형성하기 위한 공정을 나타낸 것이다. 도 3은, 상기 물 수조에서 처리 후에, 도 2a 및 b의 상기 막(104)의 단면적을 나타낸 것이다-상기 PES는 소결하는 동안에 태워진다. 전형적으로 상기 막은 순서 50 μm 두께일 수도 있다.
- [0041] 보다 상세하게, 도 2a에 나타낸 바와 같이, 상기 세라믹-기초 물질, 상기 중합체 및 상기 용매를 포함하는 상기 도프 용액(108)은 물 수조(106)로 배치된다. 이러한 예에서, 상기 전구체 요소(104)는 300 내지 1000 μm 의 직경을 가지는 관형 형태 및 20-30 μm 의 벽 두께를 가지는 관형 형태를 가진다. 상기 전구체 요소(104)가 상기 세라믹 막 필터(100)의 특정한 용도에 의해 결정될 수도 있는, 어떠한 형태의 것일 수도 있음을, 인정될 것이다.
- [0042] 도 2b는, 상기 전구체 요소(104)가 관형의 형태를 가진 예를 나타낸 것이다. 상기 전구체 요소(104)는, 매끄러운 전구체 요소(104)가 그 위에 형성되는 것을 가능하게 하는 매끄러운 금속 층(112) 위에 제조될 수도 있다. 도 2b에 설명된 바와 같이, 상기 금속 층(112)은, 매끄러운 전구체 요소(104)를 제조하는 것을 가능하게 하는 매끄러운 유리 또는 그 밖의 적절한 지지대(other suitable support)로 교체될 수도 있다.
- [0043] 상기 전구체 요소(104)가 상기 물 수조(106)에 설치된 경우에, 물은 상기 전구체 요소(104)로 침투하고, 상기 물 수조(106)로 방출되는 용매(110)를 대신하는 것을 볼 수 있다. 상기에 나타낸 바와 같이, 상기 전구체 요소(104)는 5 분 초과 기간 동안 상기 물 수조(106)에 설치될 수도 있다.
- [0044] 도 3은, 도 2b에 나타낸 바와 같이 제조된 상기 전구체 요소(104)의 횡단면도를 나타낸 것이다. 기공(102)이 제작되는 영역에서, 물 및 중합체의 혼합물(114)이 형성됨을 볼 수 있다.
- [0045] 상기 전구체 요소(104)로부터 상기 물/중합체 혼합물(114)을 제거하도록, 상기 필름은 상기 물 수조(106)으로부터 첫 번째로 제거되고, 그 다음에 미리-측정된 양의 시간 동안 둘 것이다. 그 후에, 상기 중합체는, 600 내지 1500 $^{\circ}\text{C}$ 사이의 이러한 예에서, 미리측정된-온도에서 소결시킴으로써 태워질 수도 있다.
- [0046] 상기 전구체 요소(104)를 형성한 후에, 캐스팅 나이프와 같은 도구(400) 또는 그 밖의 유사한 디바이스(도 4)는, 표면을 벗겨내고, 0 μm 에서 상기 필름(104)의 최종 두께 사이의 두께를 제거함으로써, 상기 막 필름(104)의 윗 부분 층(top layer)을 제거하는데 사용된다. 벗겨내도록 상기 필름(104)의 층의 두께는, 벗겨내기 위해 사용된 상기 도구(400)에 의해 조절가능하다. 이러한 절차는 또한, 상기 막의 윗 부분 위에 용매(상기에 기재된 목록으로부터의)를 붓고(pouring), 기간, 전형적으로 1 초 초과 기간 동안, 상기 막 필름의 윗 부분에 있도록 하고, 이러한 것이 상기 공정을 가속화하기 위해 흔들고(shaking), 상기에 기재된 동일한 방법을 사용하여 청소하기 위해 상기 막의 표면을 벗겨내고, 상기 필름을 소결시키도록 즉시 진행됨으로써 성취될 수 있다.
- [0047] 상기 필름은, 도 5a에 나타낸 바와 같이, 상기 필터의 원하는 형태, 예를 들어 원형으로 자른다. 이러한 것은 원형의 나이프를 사용하여 실행될 수도 있다. 그리고 난 다음에 상기 막은, 예를 들어, 대략 2 시간의 기간 동안 600 섭씨 온도 이상의 온도로, 그 다음에 1200 내지 1600 섭씨 온도에서 적어도 1 시간(예를 들어, 3 내지 4 시간) 동안 소결된다. 나중에, 상기 막 필터는 임의적으로, 시간, 압력 및 사용된 마모 물질(abradant material)에 따라 이의 기공을 더 크게 만들도록, 상기 막의 표면을 마모시킴으로써 추가적으로 가공된다. 도 5b는, 가장자리에 마운트(mounts)(504)에 의해 고정된, 상기 필터(100)의 중심의, 활동 영역(active region)(502)의 연마(polishing)를 나타낸 것이다. 이러한 예에서, 다이아몬드 연마 도구(506)는, 상기 필터(100)의 상기 중심의, 활동 영역(502)의 윗 부분에 설치된다. 상기 다이아몬드 연마 도구(506)는 원형의 디스크의 형태를 가지고, 상기 활동 영역(502)에서 상기 필터의 표면을 마모시키도록 설명된 바와 같이, 이의 자신의 축 주위를 회전한다. 본 분야의 통상의 기술자는, 상기 압력이 도구(506)을 통해 상기 활동 영역(502) 위로

가해지고, 상기 다이아몬드 연마 도구(506)의 거칠기 및 마모(abrasiveness), 회전 속도 및 그 밖의 파라미터는 상기 마모 비율을 결정하는 것임을 인정할 것이다. 상기 다이아몬드 연마기가 상기 활동 영역(502)을 마모시키기 위해 또 다른 적합한 물질로 대체될 수도 있음을 인정할 것이다. 상기 다이아몬드 연마 도구(506)는, 마모될 상기 활동 영역(502) 위에 물질의 양을 정의하기 위해, 도 5b에 나타난 바와 같이, 수직 방향으로 조절될 수도 있다.

[0048] 따라서, 두 가지의 주요한 옵션이 상기 기공 크기를 조절하기 위해 이용할 수 있다: 공정 1) 상기 막 필름(104)의 캐스팅 후 및 상기 막(104)의 소결 전; 및 공정 2) 획득된 상기 세라믹 필터(100)를 가지는, 상기 필름(104)의 소결 후. 둘 다의 공정은, 원하는 기공 크기 설명 필터(100)를 제공하기 위해, 단독으로 또는 조합으로 착수될 수 있다.

[0049] 소결 전, 공정 1은, 상기 캐스트 막(cast membrane)(104)의 윗 부분 층을 제거하고, 건조 전 또는 건조 후에, 0 μm 내지 상기 건조된 필름(104)의 최종 두께 사이의 두께를 제거함으로써 달성될 수도 있다. 이러한 것은, 상기 막(104)의 윗 부분 위에 용매를 설치하고, 이를 전형적으로 1 초보다 더 긴 기간 동안 있게 하거나 상기 공정을 가속화하기 위해 흔들고, 그 다음에, 캐스팅 나이프 또는 그 밖의 유사한 것과 같은 도구(400)를 사용하여 청소하기 위해, 상기 막(104)의 표면을 벗겨내고, 그 다음에 뜨거운 오븐에 상기 필름(104)를 즉시 이동시킴으로써 상기 용매를 증발시킴으로써 수행될 수도 있다. 상기 용매에 대한 상기 막(104)의 보다 더 길게 노출될수록, 상기 보다 큰 기공(102)이 생성된다. 공정1에서 사용될 수 있는 또 다른 방법은, 상기 필름(104)의 표면을 부드럽게 긁어내기 위해, 부드러운 도구(soft tool)를 사용함으로써[이러한 것을 실행하는 동안의 시간 및/또는 강도에 따라, 조절가능한 기공 크기를 가지는 막(104)를 생산할 것이다], 또는 상기 막의 윗 부분 층을 제거하기 위해, 캐스팅 나이프 또는 다른 유사한 것과 같은 도구(400)를 사용하는 것이다[상기 사용된 도구(400)의 틈(gap)이 더 두꺼울수록, 결과적으로 생성된 필터(100)에서 기공 크기가 더 작아진다].

[0050] 공정 1에 추가적으로 사용될 수도 있거나 이 자체로의 공정 2는, 소결 후에 실행되고, 상기 기공 크기의 보다 나은 조절할 수 있는 조절(better tuneable control)을 달성할 수 있다. 이러한 것은, 시간, 압력 및 사용된 마모 물질(abradant material)(예를 들어, "샌드페이퍼" 또는 다이아몬드 도구)에 따라 이의 기공(102)을 더 크게 만들기 위해, 상기 막(104)의 표면을 마모시킴으로써 달성된다.

[0051] 이러한 방법을 사용하여, 상기 막(104)의 표면에서 기공 크기는, 사용된 상기 공정(들), 상기 막 필름(104)에 행사하는 수직의 힘, 및 사용된 물질(들)에 따라, 정확하게(tightly) 조절될 수 있다. 이러한 것들은, 공정(들) 1 및/또는 2 후의, 상이한 적용에 조절될 수 있는, 세라믹 막 디스크를 포함하는 하단(base)의 한-단계 보편적인 제조 공정을 가능하게 한다.

[0052] 도 1로부터 나타낼 수 있는 바와 같이, 횡단선으로 나타난 원뿔 모양의 기하학을 가지는 기공(102)에서 및 상기 보다 작은-기공 크기로의 마모의 양을 변화시킴으로써, 2 크기(dimensions)에서, 이는 조절된, 가변적인 크기를 가지는 기공(102)을 생산하는 것을 가능하게 한다.

[0053] 이러한 기술에 의해 제조된 필터(100)는, 백혈구를 제거하기 위해(감염의 위험을 감소시키기 위해) 혈액 세포의 개별적인 분리를 위한 막 여과에 사용된다. 막 여과는 단순하고, 비용이 비싸지 않고, 상기 공정을 통해 무균 상태(sterility)로 유지하는 것이 쉽다. 이러한 혈액 여과 장치(600)의 도식적인 설명의 예는 도 6에 나타내었다.

[0054] 도 6에 나타난 바와 같이, 상기 필터(100)는, 플라스틱 윗 부분(plastic top)(604)과 플라스틱 하단(plastic base)(610) 사이에 끼워져 있다. 두 개의 실(Two seals)[O-링(O-rings)](606)이, 상기 필터(100)과 상기 플라스틱 윗 부분(604) 및 상기 플라스틱 하단(610) 사이에 각각 제공되어 있다. 상기 플라스틱 윗 부분(604)은, 필터(100)에 의해 여과되기 위한 물질이 장치(600) 내로 삽입될 수도 있는 피드(feed)(602)를 포함한다. 상기 플라스틱 하단(610)은, 이를 통해 상기 여과된 물질이 수집될 수 있는 개구(608)을 포함한다. 조립은 금속 스트랩(metal strap)에 의해 함께 유지될 수도 있다.

[0055] 도 7은, 막 필터의 실시형태의 입자 분리의 범위를 나타낸 것이다. 이는, 광범위한 범위의 크기[이러한 예에서 ~0.1 μm 내지 수십 μm (a few tens of μm)]를 가지는 기공을 포함하는 필터의 범위가 본원에 기재된 기술을 사용하여 제작될 수도 있음을 나타낸 것이다. 상기 기공의 크기가 여과될 특정한 물질(들)의 크기에 의해 결정될 수도 있음을 이해할 것이다.

[0056] 도 8은, 본원에 기재된 바와 같은 기술을 사용하여 제조된 세라믹 필터의 상면도를 나타낸 것이다. 도식으로 나타낸 단면도에 나타난 바와 같이, 상기 필터는, 상기 절단 부분(cut)이 상기 필터의 오른손 방향을 향하여 더

깊게 되도록 잘렸다. 나타낼 수 있는 바와 같이, 상기 절단 부분의 깊이는 상기 기공의 개구 크기를 결정한다.

[0057] 도 9a는 상기 필터의 단면도를 나타낸 것이다. 상기 기공의 직경이 상기 막 필터의 바닥을 향하여 증가됨을 볼 수 있다. 도 9b 및 c는, 도 9a에 나타낸 상기 필터의 상면도를 나타낸 것이다. 도 8에 이미 설명된 바와 같이, 상기 필터의 상단 표면에서 상기 기공의 개구의 직경은, 상기 막의 상단 표면의 마모(abrasion)의 깊이를 결정한다. 도 9d는, 상기 필터의 하면도를 나타낸 것이다. 상기 기공의 개구는 상기에 기재된 바와 같이 직경에서 보다 크다. 상기 기공의 개구는 상기에 기재된 바와 같이 직경에서 보다 크다.

[0058] 도 9e는, 이러한 예, 50 mm에서의 직경을 가지는 막 필터의 윗 부분의 투시도(perspective view)를 나타낸 것이다. 상기에 기재된 바와 같이, 상기 막 필터의 형태는 상기 필터의 특정한 실행에 따라 조절될 수도 있다.

[0059] 보다 일반적인 세라믹 필터는 강한 환경 조건(화학적/열적/pH)에서 유용하고, 또한 높은 압력이 상기 분리 공정 동안 또는 후에 필요로 하는 경우(예를 들어, 막 재생을 위한)에 유용하다.

[0060] 이러한 강한 환경이 인간 세포를 여과하는 경우에 일반적으로 존재하지 않지만, 세라믹 필터의 높은 강도는, 보다 밀집하게 포장된 기공 구조의 형성을 가능하게 함으로써 이러한 적용에서 중요한 장점을 부여한다. 이러한 것은 차례로, 상기 필터를 통해 상기 세포의 통로(passage)에서 발행하는 압박(stresses)을 감소시킴으로써 여과된 세포의 생존력 및 형태를 유지하는데 도움이 될 것이다.

[0061] 추가적인 적용

[0062] 본원에 기재된 기술의 추가적인 적용은 현재 기재되어 있다: 상기 미세여과는 많은 상이한 산업에서 적용과 함께 플랫폼 기술(platform technology)이다. 미세여과 막은, 현탁된 고형물(금속 수산화물, 마이크론-크기 입자, 뿐만 아니라 마이크로-물질과 같은), 기체(특히 거품의 형태로), 혼합되지 않는 액체(immiscible liquid)(에멀전과 같은) 등을 분리할 수 있다. 제거된 전형적인 물질은, 세포, 녹말, 박테리아, 곰팡이(molds), 효모, 유화유(emulsified oil), 먼지, 털 입자(hair particle), 기체 거품 등을 포함할 수 있다. 우리는 여기서 추가적인 적용의 비-완전한 목록(non-exhaustive list)을 제공하지만, 대체로, 상기 기술은 0.1 μ m보다 더 큰 크기를 가지는 입자의 분리를 필요로 하는 어떠한 적용에 유용하다. 상기 기술은 또한, 상기 필터의 사용에 대한 장점을 추가적으로 만들기 위해, 예를 들어, 특정한 특성을 가지는 물질 또는 물질들의 그룹으로 상기 무기 물질의 표면을 코팅함으로써, 추가적인 생산물을 위한 출발점으로서 역할을 할 수도 있다.

[0063] 따라서, 몇몇 예의 적용은 하기를 포함한다: 연구 및 개발 목적을 위한 세포 분리(줄기 세포 등); 혈액 루코리덕션(blood leukoreduction); 혈액 세포 분별; 혈액 회수(blood salvage); 생물기술/생물약제학/약제학 적용; 식품 및 음료 적용; 유제품 적용; 식수의 발생을 포함하는 적용; 물의 산업상의 공정을 포함하는 적용; 폐수 처리 적용; 화학적 및 석유화학 적용; 반도체/반도체 처리 공정의 분야에서의 적용; 전기공학 및 포토닉스(photonics)의 분야에서의 적용; 공기 여과 적용; 반응성 벽을 제공하는 구조의 적용; 기체 거품의 제거; 그 밖의 물리학 및 보다 일반적인 적용.

[0064] 이러한 것들의 각각은, 기재된 기술의 크기 범위 내에 또는 상기 크기 범위 이상에 속하는 입자의, 입체 흐름으로부터의, 거부(rejection)를 사용할 수도 있다. 일반적인 용어에서, 상기 미세여과는, 얼마간의 보다 민감한 분리를 위한 "예비-필터(pre-filters)"로서 사용될 수도 있다: 예를 들어, 공기 여과 필터는 먼지 및 그 밖의 입자로 쉽게 막힐 수 있다; 우리가 기재한 상기 기술의 사용은, 보다 민감한 필터 하류(downstream)의 수명을 연장하는, 이러한 보다 큰 잔해(debris)의 굵은 분리(coarse separation)를 가능하게 한다. 상기의 적용의 몇몇의 보다 상세한 내용은 하기에 기재되어 있다.

[0065] 세포 분리

[0066] 본원에 기재된 기술은, 크기 차이를 기초로 세포 분리를 실행하는 방법을 제공한다. 예는, -핵이 제거된 적혈구로부터 유핵 망상적혈구와 같이(such as nucleated reticulocytes from enucleated red blood cells)- 완전한 기능적인 세포로부터 줄기 세포 및 그 밖의 전구 세포(progenitor cell)를 분리하는 것이다.

[0067] 혈액 루코리덕션(Blood leukoreduction)

[0068] 수집된 전체 혈액의 루코데플레션(leukodepletion) 또는 루코리덕션에 의해, 전체 혈액으로부터 백혈구로부터 또는 혈장, 적혈구 또는 혈소판과 같은 구성성분으로부터 제거하는 것을 의미한다. 상기 기술은, 상기 필터 마이크로기공(filter micropores)의 크기를 조절하는 것이 모든 다른 더 작은 혈액 세포/입자(혈장, 혈소판 및 적혈구)로부터 혈액에 존재하는 보다 큰 백혈구를 제거하는 것을 가능하게 한다.

[0069] **혈액 세포 분류(Blood cell fractionation)**

[0070] 상이한 막 기공 크기 및/또는 상이한 필터 배열을 사용함으로써, 상기 시스템은, 이의 주요한 구성요소로 혈액의 분류를 가능하게 한다: 혈장, 혈소판, 적혈구 및 유핵 세포.

[0071] **혈액 회수(Blood salvage)**

[0072] 외과의 혈액 회수는, 자동화된 시스템이 수술 동안 또는 후에 손실한 혈액을 수집하고, 혈액을 깨끗하게 하고, 환자에게 재주입을 위해 이를 가능하게 하기 위해 사용된 병원의 절차이다. 본원에 기재된 상기 기술은, 환자에게 혈액을 다시 주입하기 전에, 이러한 혈액을 오염시키는 어떠한 색전(emboli) 및/또는 어떠한 큰 이질적인 잔해-특히, 수술 장치로부터의 섬유질, 먼지 또는 어떠한 그 밖의 큰 입자-를 제거하기 위해, 혈액을 여과하는 "셀-세이버(cell-saver)" 디바이스로서 사용될 수 있다.

[0073] **생명공학/생물약제학/약제학**

[0074] 상기 기술은, 예를 들어, 세포로부터 항체 또는 다른 유효 성분의 생산/분리에서 상대적으로 큰 입자가 처리되는 것을 필요로 하는 적용을 가진다. 상기 기술은 또한, 세포 채취, 단백질 농축, 정화 및 약제학적으로 보충된 물(pharmaceutical makeup water)의 생산을 돕는, 생물학적 처리에 사용될 수 있다. 그 밖의 적용은 정교한 식사 및 요리를 포함한다: 최소한의 가공처리된 음식(물/염소에 대한 요건을 감소시킴). 추가적인 적용은, 연구를 위한 인간의 대변의 분해이다: 이러한 것들은, 유기농 식품, 박테리아, 단백질 및 작은 대사물질(예를 들어, 당)으로 구성되어 있다 - 예를 들어, 크기를 줄이기 위해, 크기 1은 식품 잔해를 분리할 수 있고; 크기 2는 박테리아를 제거하고; 크기 3은 단백질을 제거하고; 최종적으로 크기 4는 작은 대사물질을 수집한다. 그 밖의 적용은 마이크로캡슐에 대한 크기 분류를 포함한다: 체외 수정을 위한 정자 생존 능력; 개발도상국에서 선별하는 진단 및 질병[예를 들어, 기생충의 알은 이들의 존재를 발견하기 위해 분리될 수 있거나, 또는 분석하기 위한 액체(물, 혈액 등)는 상기 기생충을 모으고 따라서 보통의 방법을 사용하여 검출의 기회를 증가시키기 위해 제거될 수 있다]; 생존가능한 및 조절가능한 크기의 리포솜(lyposomes)(안에 분자를 함유하는 구조); 비드-크기 코딩으로 항원-기초 세포 분류(antigen-based cell sorting with bead-size coding); 세포-세포 신호전달의 매커니즘 분석; 3D 세포 배양; 마이크로캡슐 형성(생산 동안에 마이크로캡슐의 작아짐(shrinking)을 억제함).

[0075] **식품 & 음료**

[0076] 이러한 것은 하기의 분야에서의 적용을 포함한다: 유제품, 알코올성 음료(와인 및 맥주), 설탕 및 감미료, 주스, 단백질 회목 및 폐수 사용. 미세여과 막은, 주스, 와인, 맥주, 식초, 설탕 시럽의 분류; 와인 및 맥주의 냉온 살균; 유장 여과(whey filtration)를 위해; 우유 분류를 위해 및 연장된 유효 기간 우유를 위해 사용될 수 있다. 상기 기술은 또한, 새로운 우유-기초된 액체 및 건조 성분, 및 높은 단백질 함량을 가지는 저-탄수화물 유제품 음료를 생산하는데 사용할 수 있다. 이러한 막 미세여과는 또한, 파울링, 열 및 화학약품과 같은 극단의 식품 처리 조건, 및 유용한 특성인, 뜨거운 물 및 부식제(caustics)에 대한 반복된 노출에 대한 높은 저항을 나타낸다.

[0077] **유제품**

[0078] 현재, 탈지유 산업은, 이의 정화 및 멸균을 위해 미세여과 막을 사용한다. 유제품 산업에서 MF의 두 가지 주요한 적용은, 음료(drinking) 및 치즈 우유를 위해 현재 주요하게 상업화된 1.4 또는 0.1 μm 평균 기공 직경 막을 가지는 필터를 사용한다. 우리의 미세여과는, 잠재적으로 보다 강력하고, 더 높은 흐름 속도를 유도할 수 있는 보다 큰 기공 크기 막의 생산을 가능하게 한다.

[0079] **음료수**

[0080] 상기 기술은, 특히 혼탁도(turbidity), 기생충, 박테리아, 낭포(cysts) 등의 직접적인 제거를 통해 음료수의 생산을 위해 사용될 수 있다. 게다가, 이는 또한, 삼투압 및 나노여과 막 분리(nanofiltration membrane separations)에 대한 예비처리로서 사용될 수 있다. 좁은 증가에서의 상이한 기공 크기를 생산하기 위한 가능성은, 최적의 흐름/분리 실행을 가지는 여과 막의 상황에 따른 시나리오에서의 개발을 용이하게 한다(The potential to produce different pore sizes in narrow increments facilitates the development on a case-by-case scenario of filtration membranes with optimal flux/separation performance). 이러한 범위 내의 그 밖의 적용은, 역삼투를 사용한 담수처리 공장(desalination plants)에 대한 예비처리를 포함한다: 상기 기술은, 보다 비용이 비싼 역삼투 막의 수명을 증가시킬 수 있는, 가공되지 않는 공급물(raw feed)로부터의 박테리아, 콜로이드성 입자, 플랑크톤 및 조류의 제거를 가능하게 한다.

[0081] **산업 공정 물(Industrial Process Water)**

[0082] 이러한 기술의 장점으로부터 이익을 얻는 산업은, 전력 발전기, 오일 및 가스 생산자, 및 화학적 제조업자와 같이 많은 양의 물 사용자를 포함한다. 예로서, 냉각탑이 꽃가루, 먼지, 곤충, 배기가스로 하루 당 3 kg 가까이 차지하면서, 시간이 흐르면서, 재사용을 위한 물 수집의 영역이 바이오필름(biofilm)의 증가를 볼 수 있고, 서서히 속도가 늦춰지고, 완전히 회복 시스템(recovery systems)을 막는다. "음용가능한 품질"일 필요는 없지만, 이러한 물질의 예비-처리는, 이러한 산업의 운영 비용을 감소시키는 도움을 줄 수 있다. 그 밖의 적용은, 역삼투 및 나노여과 막 여과 전에 예비-처리를 포함한다. 상기 기술은 또한, 다른 것들 중에서, 오일/물 에멀전의 분리, 사이징제(sizing agent), 염료, 탈지제(degreasers), 부식제(caustics), 촉매의 분리 및/또는 회수를 위해 사용될 수 있다.

[0083] **폐수**

[0084] 본원에 기재된 기술은, 오염된 물로부터 박테리아, 지아르디아(Giardia) 및 그 밖의 미생물을 제거하고, 예를 들어, 산업 공정으로부터 회수를 위한 중금속을 제거할 수 있다. 이들의 특정한 내구성으로 인하여, 우리가 기재한 상기 막은 또한, 방사성 세탁수(nuclear laundry water)를 처리하고, 수성의 흐름(aqueous stream)으로부터의 우라늄을 제거하는데 있어서, 방사성 폐기물의 정화에 사용될 수 있다. 이들은 또한, 다른 것들 중에서, 오일/물 에멀전의 분리, 사이징제, 염료, 탈지제, 부식제, 촉매의 분리 및/또는 회수를 위해 사용될 수 있다. 상기 기술은 또한, 역삼투, 나노여과 또는 초미세여과(ultrafiltration) 막 분리에 의한 그 밖의 다운스트림 여과 공정에 대한 예비처리로서 사용될 수 있다: 보다 큰 입자 및 오염물질이 없는 폐수는 수명이 증가될 것이고, 이런 이유로 보다 비싼 역삼투, 나노 및 초미세여과 막의 비용 감소를 유도할 것이다.

[0085] **화학적 & 석유 화학 산업**

[0086] 본원에 나타난 미세여과 막은, 특히 예비처리 장벽으로서, 화학적 폐수의 해독을 위해 및 극히 순수한 물 제조 방법의 일부로서 사용될 수 있다. 상기 필터는, 공급스트림 유입 반응기 공정(feedstreams entering reactor processes)으로부터 고체 및 액체 오염물질의 제거를 위한 및 2차 및 3차 촉매 회수, 용매 회수, 화학적인 정화를 위한 화학산업에서 사용될 수 있다. 이러한 분야에서의 그 밖의 사용은, 그 밖의 정제 공정 다운스트림을 위한 것뿐만 아니라, 석유 및 가스 추출로부터의 큰 입자(먼지와 같은)를 제거하기 위한 화학적 용액 증착(박막 기술에서)을 위한 필터로서 포함한다.

[0087] **전자공학/포토닉스/반도체**

[0088] 화학적 정화 및 구리 슬러리 여과에서와 같은 적용은, 상기 나타난 기술을 사용하여 가능하다. 상기 나타난 기술은 또한, 리소그래피 임프린팅(lithography imprinting)과 같은 적용을 위한 마스크로서 사용될 수 있다. 상기 기공은 광-가이드(light-guide)로서 작용할 수 있고, 상기 깔때기의 보다 좁은 말단에서 스폿 크기(spot size)를 효과적으로 줄일 수 있고, 따라서 잠재적으로 광 가이드 정확도를 증가시키고 스캐터(scatter)를 증가시킨다. 다양한 기공 크기를 가지는, 예비측정된 구조에 따라 배열된 막 기공을 통해 빛을 비추는 것은 또한, 예를 들어, 막의 다른 측면에 놓여진 물체로 예비측정된 형태를 형성하도록 관련된 적용을 위해 유용할 수 있다. 상기 기술은 또한, 입자/광 궤도(particle/light trajectories)의 정렬을 위해 사용될 수 있다. 추가적으로 상기 구조의 보다 큰 규모의 실시형태는, 원도우로 유사하게 보고 및/또는 빛을 투영하는데 사용될 수 있는, 예를 들어, 상기 필터로 이미지를 패터닝함으로써, 예를 들어, 홍보 또는 디스플레이 패널로서 사용될 수 있다. 이러한 것은 또한 "암호문(secret messaging)"으로 사용될 수도 있다-상기 필터는, 빛이 상기 필터를 통해 비추는 경우에만 나타난 이미지를 품을 수도 있다.

[0089] **공기**

[0090] 상기 기술은, 특히 공기 또는 그 밖의 가스를 정화하거나 처리하는데, 비-액체 매체(non-liquid media)에 사용될 수 있다. 예로서, 상기 기술은, 나노여과 또는 초미세여과 막 분리에 의해 그 밖의 공기 여과 공정(일반적으로 약취 또는 공기-포함 바이러스의 제거를 위한)에 대한 예비-처리로서 사용될 수도 있다. 먼지, 털 입자 등과 같은 공기-포함 큰 입자를 제거하는 것은, 보다 비용이 비싼 나노- 및 초미세여과 막의 수명을 증가시킬 수 있다. 공기 여과에서의 많은 그 밖의 적용이 가능하다.

[0091] **반응성 벽(Reactive wells)**

[0092] 상기 막의 오직 하나의 면이 마모된다면, 결과적으로 나타난 벽은, 배치 화학적 반응(batch chemical reactions)을 위한 것과 같은 수많은 적용에 사용될 수 있다.

[0093]

물리학

[0094]

적용은 물리적 입자를 여과시키는 것을 못하게 한다. 상기 기술은 광 회절 그레이팅(optical diffraction grating)에 사용될 수 있다: 표면 플라즈몬(surface plasmons); 메타물질 도파관(metamaterial waveguides)[고르게 간격을 둔 기공을 사용한(which use evenly spaced pores)]; 특이한 기하학적 필터(nusual geometry filters); 중량 센서(weighing sensors)와 결합됨(예를 들어, 이를 통해 물질의 양을 측정하는 것을 가능하게 함); 입자의 구형을 테스트하는데 사용됨; 높은-순도 분말 및 나노-분말에 대한 체(sieve)로서; x-ray 회절; 공력 특성에서 (기공으로부터 결과적으로 나타낸 특수한 공기역학 특성을 가지는 구조를 건축함으로써; 상기 기공 구조를 사용한 그래핀의 생성; 3D에서 컴퓨터를 위한 유기 스위치(organic switch); 분광학을 위한 입자 크기 필터로서(광 산란을 저해하기 위한 $<100 \mu\text{m}$ 로 필터); 패터닝된 나노물질을 생산하기 위한; 물질 성장을 조절(물질 처리를 조정)하기 위한 단단한 마스크(hard mask)로서; 등등.

[0095]

기체 거품의 제거

[0096]

공기 거품과 같은 마이크론-크기의 기체 거품(Micron-sized gas bubbles)은 특정한 산업에서 성가신 존재일 수 있다. 예는, 사출 성형이 사용되거나, 자동차 바퀴 가장자리, 윈도우 핸들을 생산하기 위해, 용해된 금속이 몰드(mould) 내로 붓는 산업을 포함한다. 일반적으로, 기체 거품 및/또는 용해되지 않는 물질의 존재는, 매체를 용해시키는 제조 단계를 사용하는 생산물을 생산하고, 이를 몰드 내로 붓고 그 다음에 응결(solidification)하는 공정(예를 들어, 온도 감소, 비-용매와의 접촉, 증발, 또는 그 밖의 기술)에서 문제를 일으킬 수 있다. 특히, 공기 거품 또는 용해되지 않는 입자의 존재는, 균열(cracks) 및 깨짐(breaks)을 잠재적으로 유도하는, 이러한 생산물의 구조에 영향을 끼친다. 상기 매체의 사전 여과는, 임의적으로 증가된 온도에서, 공기 거품(마이크론-크기일 수도 있음) 또는 용해되지 않는 입자(보다 클 수도 있음)를 제거하기 위해 본원 나타낸 기술을 사용하여 가능하다.

[0097]

그 밖의 적용

[0098]

본원에 나타낸 기술은 또한, 많은 다른 분야, 예를 들어: 공기 테스트팅/자동차 잔해 필터; 오일 분리(특히 흡착 및 그 밖의 큰 입자로부터); 가정용수(domestic use)(진공 청소기 등에서); 가스를 보다 효율적으로 태우기 위한 가스 호브(gas hob)에서; 예를 들어 천식에 대한 알레르기 유발 항원 필터로서; 공기 조절(air conditioning) 및 그 밖의 유사한 적용을 위한 꽃가루 필터를 제공하기 위해; 예를 들어 자동차 적용을 위한 셀프-세정 필터로서[세라믹 디스크의 거칠거칠함 및 비-막힘 성질(non-clogging nature)에 의존하여]; 농업에서, 씨앗을 분류하기 위해서; 등등에서 사용될 수 있다.

[0099]

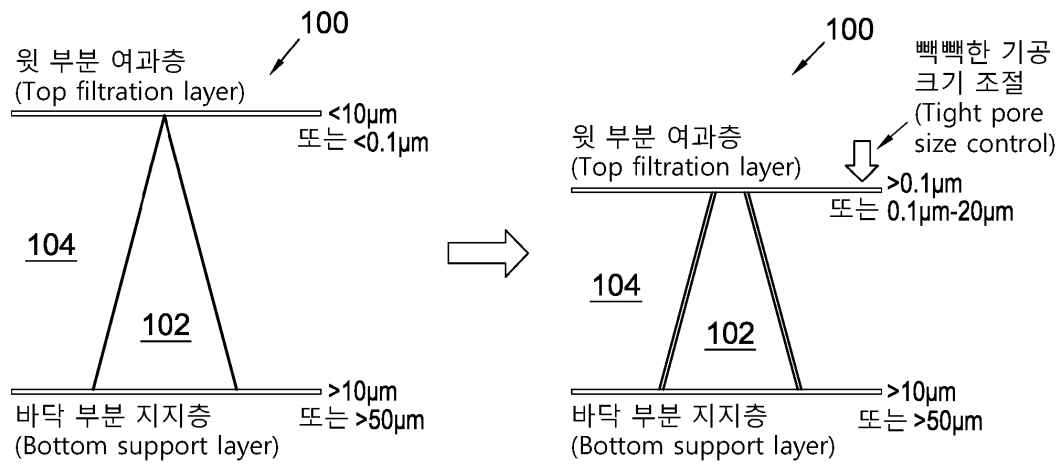
상기 기술은 또한, 상기에 기재된 또는 그 밖의 적용에 상기 기술을 적용하기 위해 후-처리를 위한 출발점으로 사용될 수 있다. 특히, 상기 필터의 표면은, 플라즈마 처리, 화학적 에칭 또는 가교(crosslinking)과 같은 방법, 흡착 또는 코팅의 어떠한 다른 방법에 의해 변형될 수도 있다. 이러한 것은 특히, 하나 또는 그 이상의: 아미노산과 같은 기능적인 생체분자; 구리, 은, 금 또는 어떠한 다른 금속 또는 이러한 것들의 혼합물과 같은 항균성 화합물; 다른 것들 중에서, 산화 붕소(III), 산화 규소(IV), 산화 크롬(III), 산화 망간(IV), 산화 철(III), 산화 철(II,III), 산화 구리(II), 산화 납(II, IV)과 같은 산화제; 및 상기 막이 특정한 또는 입자 또는 물질의 그룹에 보다 낮은 또는 보다 많은 투과성을 가질 수도 있는 그 밖의 화학적 요소 또는 분자(예를 들어, 다른 것들 중에서, 전하, 분자량, 크기, 유동성, 화학적 친화력, 예를 들어 타겟된 세포 유형 또는 관심의 분자를 기초로)를 상기 필터 막에 부가하기 위해 유용하다.

[0100]

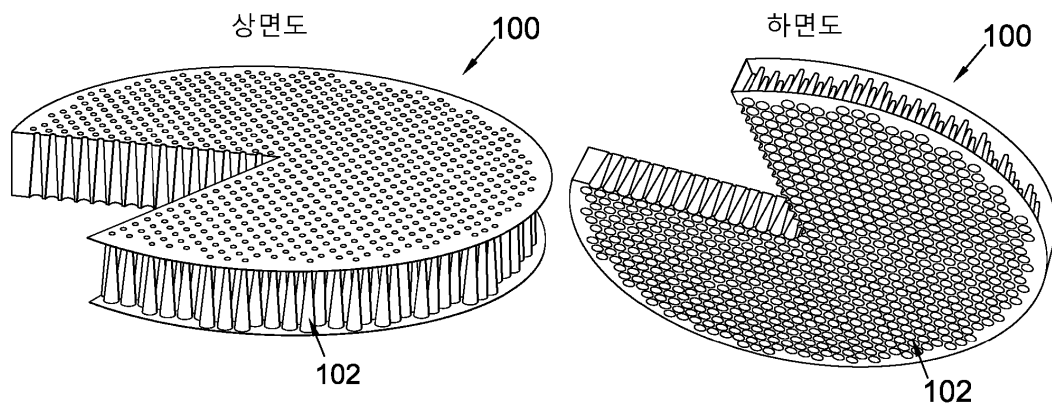
아마도 많은 다른 효과적인 대안들이 본 분야의 통상의 기술자에게 발생할 것이다. 본 발명은, 본원에 기재된 실시형태로 제한되지 않고, 본원에 첨부된 청구범위의 범위 및 본질 내에 있는 본 분야의 통상의 기술자에게 명백한 변형을 포함함을 이해할 것이다.

도면

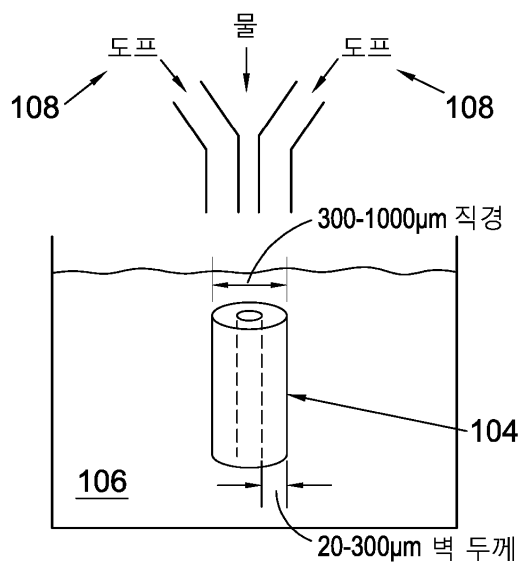
도면1a



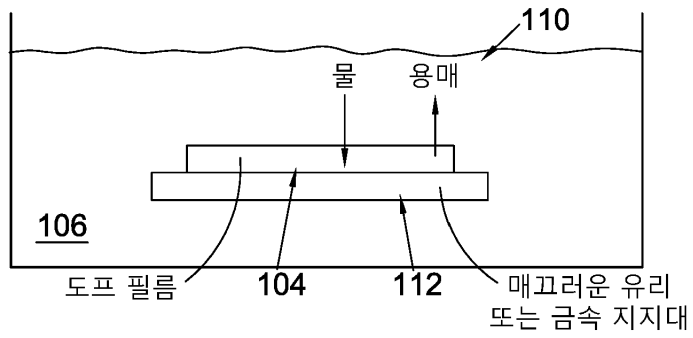
도면1b



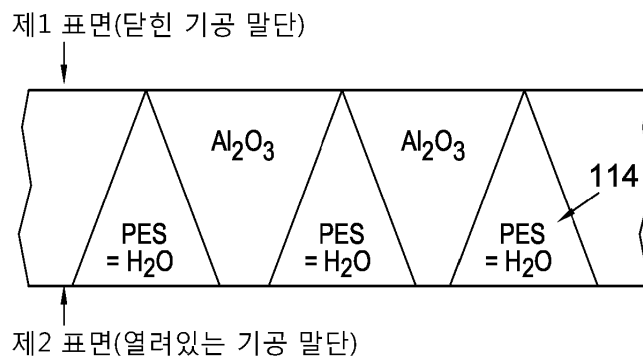
도면2a



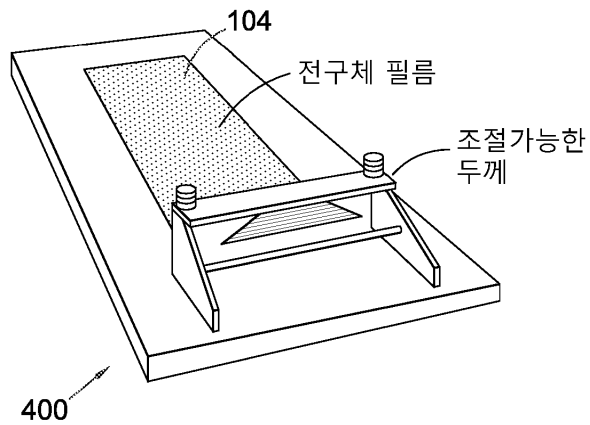
도면2b



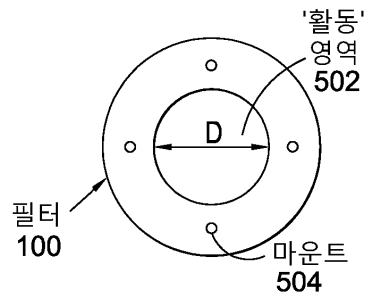
도면3



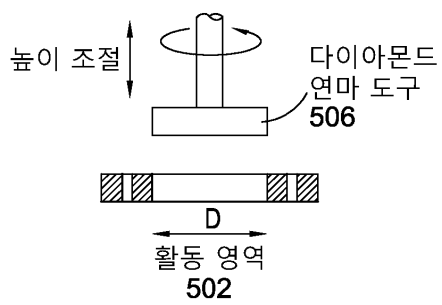
도면4



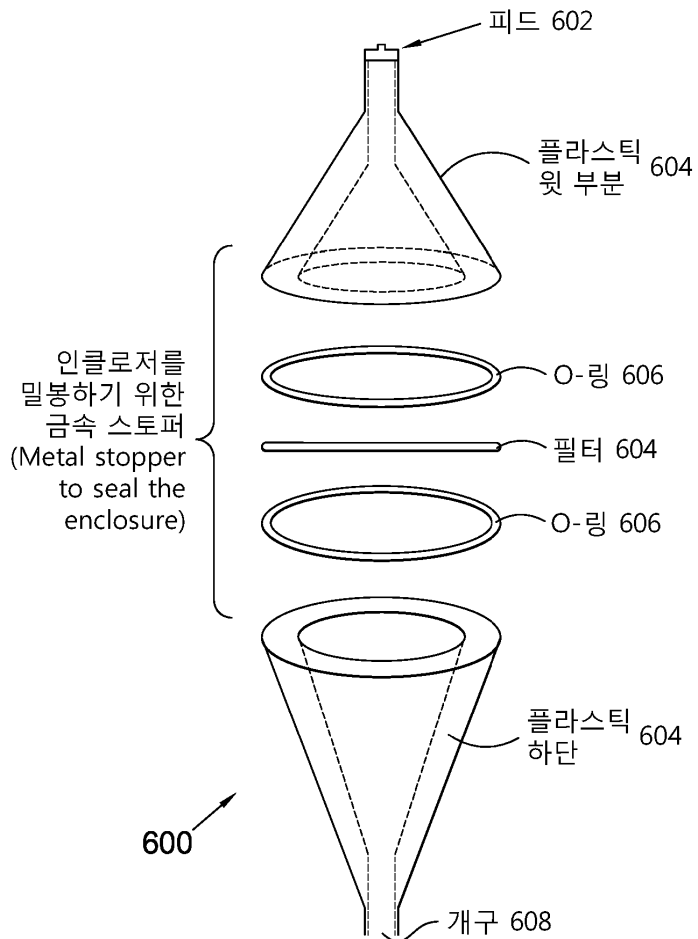
도면5a



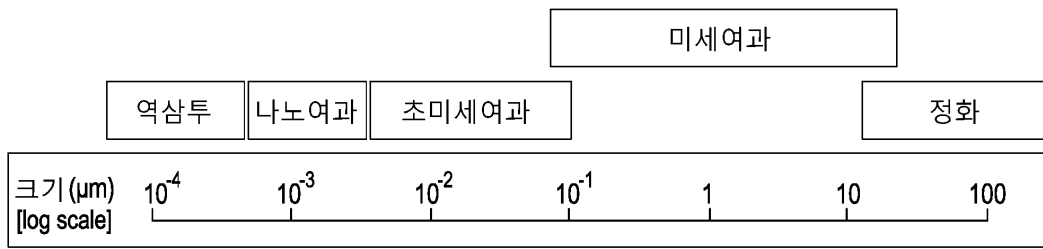
도면5b



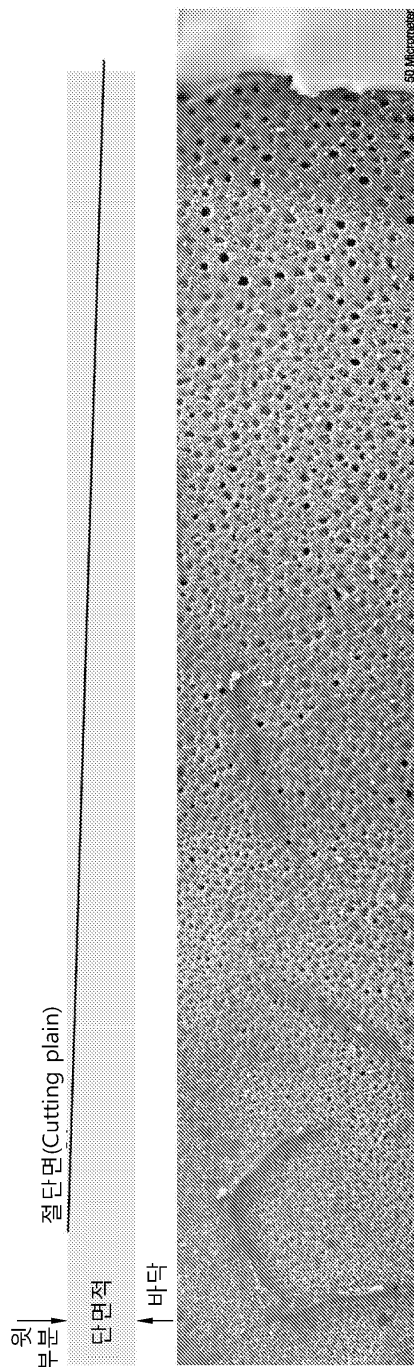
도면6



도면7



도면8



도면9

