



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0026933
(43) 공개일자 2010년03월10일

(51) Int. Cl.

H01L 21/027 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0123963

(22) 출원일자 2008년12월08일

심사청구일자 2008년12월08일

(30) 우선권주장

12/202,000 2008년08월29일 미국(US)

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

이광렬

경기도 남양주시 퇴계원면 강남 아파트 103-603

(74) 대리인

김태홍, 신정건

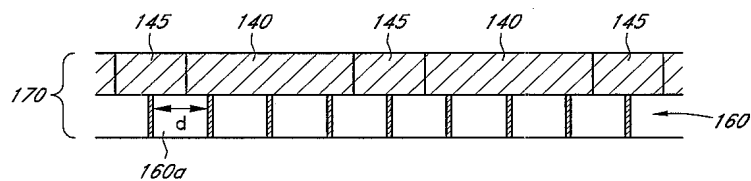
전체 청구항 수 : 총 49 항

(54) 다공성 멤브레인 및 이의 제조 방법

(57) 요약

다공성 멤브레인의 제조 방법이 개시된다. 하나의 이러한 방법은 선택적으로, 기판 상에 배열 형태로 복수의 기둥을 형성하고, 상기 기판 상에 다공성 재료 전구체와 계면 활성제의 혼합물로 층을 형성하는 것을 포함한다. 본 방법은 선택적으로, 상기 층에 캐비티를 남기도록 상기 기둥을 제거하며, 상기 층에서의 캐비티를 캐비티 충전재로 채우고, 상기 층으로부터 상기 계면 활성제를 제거하는 것을 포함한다. 다공성 멤브레인은, 예를 들어 화학 반응으로부터 분자를 분리하기 위한 체로서 사용될 수 있다.

대표도 - 도1h



특허청구의 범위

청구항 1

다공성 멤브레인의 제조 방법으로서,

기관 상에 기둥(pillar) 배열을 형성하고,

상기 기관 상에 층을 증착하는 것을 포함하며, 상기 층은 다공성 재료 전구체 및 계면 활성제의 혼합물을 포함하고, 상기 혼합물은 상기 배열된 기둥 주변에 자가 정렬(self-arrange)하도록 구성되고, 상기 혼합물은 상기 층에 기공을 형성하는 것인, 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 층에 하나 이상의 캐비티를 남기도록 상기 기둥을 제거하며,

상기 층에서의 하나 이상의 캐비티를 캐비티 충전재로 채우며,

상기 층을 고체화하는 것을 더 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 층을 고체화하는 것은 상기 계면 활성제를 제거하는 것을 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 층을 고체화하는 것은 상기 층을 하소하는 것을 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 층을 하소하는 것은 다공성 층을 약 450 °C 내지 약 550 °C로 가열하는 것을 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기관은 실리콘을 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 7

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기둥을 형성하는 것은 상기 기둥을 소수성(hydrophobic) 재료로 형성하는 것을 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 소수성 재료는 포토레지스트를 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 9

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 배열된 기둥 중 적어도 하나는 약 100 nm 내지 약 1 μm의 높이와, 약 100 nm 내지 약 10 μm의 너비를 갖

는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 10

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

두 개의 인접한 기둥 간의 간격은 약 100 nm 내지 약 1 μ m인 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 11

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

둘 이상의 인접한 기둥들 간의 간격이 동일한 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 12

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기둥 배열을 형성하는 것은 상기 기판 상에 기하학 패턴으로 상기 기둥을 패턴 형성하는 것을 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 기하학 패턴은 둘 이상의 기둥 행을 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 기하학 패턴은 둘 이상의 기둥 열을 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 기하학 패턴은 둘 이상의 기둥 대각선을 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 16

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전구체는 MCM(Mobile Crystalline Material)-41 또는 SBA(Santa Barbara Amorphous)-15를 형성하기 위한 하나 이상의 전구체를 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 17

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전구체는 금속 산화물, 실리콘 알루미늄 산화물, 및 실리케이트로 구성되는 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 재료를 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 금속 산화물은 티타늄 산화물(TiO_2), 지르코늄 산화물(ZrO_2), 및 니오븀 산화물(Nb_2O_5)로 구성되는 그룹으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 19

제 17 항에 있어서,

상기 실리케이트는 테트라에틸오소실리케이트(TEOS) 및 소듐 실리케이트로 구성되는 그룹으로부터 선택된 하나

이상을 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 20

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계면 활성제는 소수성 부분을 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 21

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계면 활성제는 양친매성(amphiphilic)인 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 22

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계면 활성제는 상기 기둥으로부터 측방으로 연장되는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 23

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계면 활성제는 CTAB(cetyltrimethylammonium bromide, C_n TMAB(alkyltrimethylammonium bromide; 여기서 n은 14 이상의 정수임), P123 중합체, 및 F127 중합체로 구성되는 그룹으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 24

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기공은 약 2 nm 내지 약 50 nm의 평균 직경을 갖는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 25

제 2 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 캐비티 충전제는 상기 전구체 및 계면 활성제의 혼합물과 동일한 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 26

제 2 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 캐비티 충전제는 상기 전구체 및 계면 활성제의 혼합물과 상이한 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 캐비티 충전제는 실리콘 산화물을 형성하기 위한 전구체 재료인 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 28

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

지지 기관 상에 상기 층을 부착하는 것을 더 포함하고, 상기 지지 기관은 약 50 nm 이상의 직경을 갖는 기공을 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 지지 기관은 양극 산화 알루미늄을 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 30

제 28 항에 있어서,

상기 지지 기관 상에 상기 층을 부착하는 것은 상기 캐비티를 채운 후와 상기 계면 활성제를 제거하기 전에 상기 층을 부착하는 것을 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 31

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 층으로부터 상기 기관을 제거하는 것을 더 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 32

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기공의 내면에 분자를 부착하는 것을 더 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 33

제 32 항에 있어서,

상기 분자를 부착하는 것은 폴리뉴클레오티드, 폴리펩티드, 분기 또는 무분기 C1-C30 알킬기, 및 알콕사이드기를 포함하는 화합물로 구성되는 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 분자를 부착하는 것을 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 34

제 33 항에 있어서,

상기 폴리뉴클레오티드는 헤어핀 DNA를 포함하는 다공성 멤브레인의 제조 방법.

청구항 35

약 100 nm 내지 약 1 μm 의 두께를 갖는 제1 층으로, 약 2 nm 내지 약 50 nm의 제1 직경을 갖는 복수의 제1 기공을 포함하고, 상기 복수의 제1 기공은 상기 제1 직경보다 작은 직경을 갖는 분자 및/또는 유체가 상기 제1 층을 통과할 수 있도록 하는, 상기 제1 층; 및

상기 제1 층에 부착되는 제2 층으로, 상기 제1 직경보다 큰 제2 직경을 갖는 하나 이상의 제2 기공을 포함하고, 상기 하나 이상의 제2 기공은 상기 분자 및/또는 유체가 상기 제1 층으로부터 상기 제2 층을 통하여 통과할 수 있도록 정렬되는, 상기 제2 층을 포함하는 장치.

청구항 36

제 35 항에 있어서,

상기 제1 층은 표면을 포함하고, 상기 복수의 제1 기공은 상기 표면에 실질적으로 수직인 방향으로 연장되는 장치.

청구항 37

제 35 항 또는 제 36 항에 있어서,

상기 제2 직경은 약 50 nm 이상인 장치.

청구항 38

제 35 항 또는 제 36 항에 있어서,

상기 제1 층은 상기 제1 기공을 포함하는 제1 부분을 포함하고, 상기 제1 부분은 MCM-41 또는 SBA-15로 형성되는 장치.

청구항 39

제 38 항에 있어서,

상기 제1 층은 상기 제1 층을 관통하는 기둥을 형성하는 복수의 제2 부분을 더 포함하고, 상기 제2 부분은 비다공성인 장치.

청구항 40

제 39 항에 있어서,

상기 기둥은 기하학 패턴으로 배열되는 장치.

청구항 41

제 37 항에 있어서,

상기 기하학 패턴은 둘 이상의 기둥 행을 포함하는 장치.

청구항 42

제 38 항에 있어서,

상기 기하학 패턴은 둘 이상의 기둥 열을 포함하는 장치.

청구항 43

제 38 항에 있어서,

상기 기하학 패턴은 둘 이상의 기둥 대각선을 포함하는 장치.

청구항 44

제 35 항 또는 제 36 항에 있어서,

상기 제1 기공은 내면을 포함하고, 상기 장치는 상기 제1 기공의 내면에 부착되는 분자를 더 포함하는 장치.

청구항 45

제 44 항에 있어서,

상기 분자는 폴리뉴클레오티드, 폴리펩티드, 분기 또는 무분기 C1-C30 알킬기, 및 알콕사이드기를 포함하는 화합물로 구성되는 그룹으로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 장치.

청구항 46

제 45 항에 있어서,

상기 폴리뉴클레오티드는 헤어핀 DNA를 포함하는 장치.

청구항 47

제 35 항 또는 제 36 항에 있어서,

상기 제1 및 제2 층을 통하여 유체가 흐르도록 구성되는 도관을 더 포함하는 장치.

청구항 48

분자를 분리하는 방법으로서,

제 35 항 또는 제 36 항의 장치의 상기 제1 및 제2 층을 통하여 서로 다른 사이즈의 분자들을 함유하는 유체를 흐르게 하는 것을 포함하는 분자 분리 방법.

청구항 49

제 48 항에 있어서,

상기 서로 다른 사이즈의 분자들은 커플링 반응에 의해 생성되는 분자 분리 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 다공성 멤브레인 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 나노기술은 일반적으로 원자 또는 분자 규모(통상적으로 100 나노미터 이하)로 물질을 제어하는 기술 분야를 칭한다. 나노기술은, 예를 들어 그 규모 내에 속하는 재료 또는 장치의 제조에 사용된다.

[0003] 나노기술은 최근에 다수의 기술 분야에서 다양한 응용에 대하여 급속하게 개발되어 왔다. 이러한 분야의 예로는 응용 물리학, 재료 과학, 계면 및 콜로이드 과학, 소자 물리학, 분자 화학, 자기 복제 머신 및 로봇 공학, 화학 공학, 기계 공학, 생명 공학 및 전기 공학을 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 특정 예로서, 나노기술에 의해 제조된 구조 또는 재료는 다수의 상이한 기술 분야에서 사용될 수 있다.

발명의 내용

[0004] 비한정적인 예로써 일 양태는 다공성 멤브레인을 제조하는 방법을 포함한다. 본 개시는 기판 상에 기둥(pillar) 배열을 형성하고, 기판 상에 층을 증착(deposit)하는 것을 포함할 수 있다. 층(layer)은 다공성 재료 전구체 및 계면 활성제의 혼합물을 포함할 수 있다. 혼합물은 배열된 기둥 주변에 자가 정렬(self-arrange)하도록 구성될 수 있고, 혼합물은 층에 기공을 형성한다.

[0005] 비한정적인 예로써 다른 양태는 약 100 nm 내지 약 1 μ m의 두께를 갖는 제1 층을 포함할 수 있는 장치를 포함한다. 제1 층은 약 2 nm 내지 약 50 nm의 제1 직경을 갖는 복수의 제1 기공을 포함할 수 있다. 복수의 제1 기공은 제1 직경보다 작은 직경을 갖는 분자 및/또는 유체가 제1 층을 통과할 수 있게 한다. 상기 장치는 또한 제1 층에 부착되는 제2 층을 포함할 수 있다. 제2 층은 제1 직경보다 큰 제2 직경을 갖는 하나 이상의 제2 기공을 포함할 수 있다. 하나 이상의 제2 기공은 분자 및/또는 유체가 제1 층으로부터 제2 층을 통하여 통과할 수 있도록 정렬된다.

[0006] 상술한 내용은 본 개시의 요약이기 때문에, 필요에 따라, 상세 설명의 단순화, 일반화 및 생략을 포함하며, 결과적으로, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 지닌 자는 이 요약이 단지 예시적인 것이며, 어떠한 제한을 두는 방식으로 의도된 것이 아님을 이해할 것이다. 본 개시에 설명된 장치들 및/또는 공정들 및/또는 대상들의 다른 양태, 특징 및 이점들은 본 개시의 교시로부터 명백해질 것이다. 이러한 요약은 아래의 상세한 설명에서 보다 자세히 설명되는 선택된 개념들을 간략화된 형태로 도입하기 위해 제공된다. 이러한 요약은 청구대상의 주요 특징들 또는 필수 특징들을 식별하는 것으로 의도된 것이 아니며, 또한 청구대상의 범위를 결정하는데 이용되는 것으로 의도되지 않는다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0007] 본 개시의 상술한 특징 및 다른 특징들은 첨부된 도면과 함께 제공된 아래의 설명 및 첨부된 청구항으로부터 보다 명백해질 것이다. 도면이 본 개시의 따른 몇몇의 실시예들만을 나타내며, 본 개시의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않는다는 이해 하에서, 첨부된 도면을 이용하여 부가적인 세부사항 및 세부설명으로 본 개시를 설명한다.

[0008] 아래의 상세한 설명에서, 본 개시의 일부를 구성하는 첨부 도면이 참조된다. 첨부 도면에서, 문맥에서 다르게 기술하지 않는 한, 유사한 부호는 대체적으로 유사한 요소를 나타낸다. 아래의 상세한 설명, 도면, 및 청구항에 설명된 예시적인 실시형태들은 한정하기 위한 것이 아니다. 본 개시에 제시된 대상의 사상이나 범위를 벗어남이 없이 다른 실시예들이 구현될 수도 있고, 다른 변경들이 이루어질 수도 있다.

[0009] 다음의 상세한 설명은 어떤 특정 실시예에 관한 것이다. 그러나, 실시예들은 다수의 다양한 방식으로 변형될 수

있다. 다음의 설명으로부터 명백하듯이, 실시예들은 다양한 장치 및 방법으로 구현되거나 이와 관련될 수 있다.

- [0010] 재료의 분리는 종종 대량의 용매(예를 들어, 크로마토그래피) 및/또는 시간(예를 들어, 증류, 결정화 등)을 필요로 한다. 분리에 필요한 용매 사용 및/또는 시간을 회피하거나 최소화하는 분리 기술은, 예를 들어 환경에 이로울 뿐만 아니라, 예를 들어 화학, 제약 및 연구 회사에 이로울 것이다. 여기에 개시되는 일부 양태는 물질의 사이즈 배제를 위한 재료 및 방법 뿐만 아니라 재료의 제조 방법에 관한 것이다.
- [0011] 어떤 재료는 원자 또는 분자 상호작용에 의해 다공성 구조로 자가 정렬할 수 있다. 이러한 재료의 예로는 제올라이트(zeolite), 양극 산화 알루미늄(anodic aluminum oxide), MCM-41(Mobil Catalytic Material Number 41), MCM-48(Mobil Catalytic Material Number 48), 및 SBA-15(Santa Barbara Amorphous 15)를 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 그러나, 이러한 다공성 구조는 멤브레인 응용과 같은 다양한 응용에 사용하기에 충분한 구조적 안정성 또는 구조적 조직을 갖지 않을 수 있다.
- [0012] 본 개시의 일부 실시예는 다양한 응용에 사용될 수 있는 구조적 안정성 및/또는 조직을 갖는 다공성 재료, 및 구조적 안정성 및/또는 조직을 갖는 이러한 다공성 재료의 제조 방법에 관한 것이다.
- [0013] 일 양태에서, 다공성 멤브레인의 제조 방법이 제공된다. 이 방법은 기판 상에 소수성(hydrophobic) 특성을 갖춘 기둥 또는 그리지 기둥(greasy pillar)을 형성하는 것을 포함할 수 있다. 기판 상에 계면 활성제 및 다공성 재료 전구체의 혼합물을 증착하여서 층을 형성한다. 기둥은 제거되어 층에 개구부를 형성할 수 있다. 개구부는 지지체를 형성하기 위한 재료 또는 계면 활성제 및 전구체의 동일한 혼합물로 채워질 수 있다. 층은 안정화된 다공성 멤브레인을 형성하도록 하소될(calcined) 수 있다.
- [0014] 다공성 멤브레인은 약 2nm 내지 약 50 nm의 직경을 갖는 기공을 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 기공은 균일한 사이즈 및/또는 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 기공 중 약 50 % 내지 약 100 %는 전반적으로 동일한 기하학적 형상, 기공 사이즈 및/또는 기공 직경을 가질 수 있다. 기공은 기공의 내벽에 분자를 부착함으로써 변형될 수 있다. 이러한 변형으로 기공 사이즈 또는 직경의 추가적인 제어가 가능하다.
- [0015] 특정 실시예에서, 다공성 멤브레인은 다공성 멤브레인의 기공보다 큰 기공을 갖는 기판에 부착될 수 있다. 일부 양태에서, 하나보다 많은 멤브레인이 결합되어 다층 멤브레인 또는 필터 장치를 형성할 수 있다.
- [0016] 다공성 멤브레인은 표면을 갖고, 멤브레인의 기공은 표면에서 전반적으로 수직으로 연장되는 채널을 형성할 수 있다. 예를 들어, 멤브레인은 수직 기공을 포함할 수 있다.
- [0017] 다공성 멤브레인은 다양한 응용예를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 다공성 멤브레인은, 예를 들어 화학적 반응 및 약 제조시에 분자의 분리를 위한 필터 또는 체(seive)로서 사용될 수 있다.
- [0018] 다공성 멤브레인 및 이의 제조 공정
- [0019] 도 1a 내지 도 1h를 참조하여, 하나 이상의 실시예에 따른 다공성 멤브레인 구조 및 다공성 멤브레인 구조의 제조 방법이 아래에 설명될 것이다. 도 1a에 도시된 바와 같이, 기판(110)이 제공된다. 기판(110)은, 예를 들어 실리콘(Si)으로 형성될 수 있다. 본 기재에 비추어, 해당 분야의 기술자는 기판(110)이 이에 한정되는 것은 아니나, 알루미늄이나 유리와 같은 임의의 다른 적합한 재료로 형성될 수 있음을 알 것이다.
- [0020] 기판(110) 상에 그리지 재료의 층(120)이 형성된다. 그리지 재료는 소수성 재료일 수 있다. 일 실시예에서, 그리지 재료는 지방족 사슬 또는 방향족 링을 갖는 중합성 재료 또는 유기 화합물을 포함할 수 있다. 그리지 재료는 물, 알코올, 또는 유사한 특성의 기타 용매에 불용성일 수 있다. 일 실시예에서, 그리지 재료는 소수성(hydrophobicity)을 갖는 포토레지스트(포지티브 또는 네가티브 포토레지스트)를 포함할 수 있다.
- [0021] 그리지 재료의 층(120)은 배열(array) 형태로 기둥 또는 섬(island)을 형성하도록 패턴되어진다. 도 1b에 도시된 바와 같이, 층(120)은 예를 들어 스탬핑(stamping) 또는 임프린팅 방법에 의해 패턴될 수 있다. 도시된 실시예에서, 층(120)은 층(120)에 대하여 몰드(125)를 가압함으로써 형상화된다. 몰드(125)는 금속성 재료 또는 가소성 재료와 같은 임의의 적합한 재료로 형성될 수 있다. 해당 분야의 기술자는 그리지 재료가 예를 들어 이에 한정되는 것은 아니나 포토리소그래피를 포함하는 임의의 기타 적합한 방법에 의해 패턴될 수 있음을 알 것이다. 이렇게 형성한 기판(110) 상에 기둥(130)을 갖는 구조의 예가 도 1c 및 도 2a에 도시되어 있다.
- [0022] 기둥(130)은 평균 높이 H, 예를 들어 약 100 nm 내지 약 1 μ m, 또는 선택적으로 약 100 nm 내지 약 500 nm의 평균 높이를 가질 수 있다. 평균 높이 H는, 예를 들어 약 250 nm 또는 약 400 nm일 수 있다. 각각의 기둥(130)은 직경 또는 너비 W, 예를 들어 약 100 nm 내지 약 10 μ m, 또는 선택적으로 약 150 nm 내지 약 1 μ m의 너비를

갖는 상면(131)을 갖는다. 너비 W는, 예를 들어 약 250 nm, 또는 약 400 nm일 수 있다. 기둥(130)의 상면(131)은 이에 한정되는 것은 아니지만 원형, 육각형, 사각형 등과 같은 다양한 형상을 가질 수 있다. 기둥(130)의 상면의 너비 W는, 기둥(130)을 제조하기 위한 상기 설명된 스탬핑 또는 임프린팅 방법의 분해능(resolution)에 따라, 광범위하게 다양할 수 있다. 기둥(130)은 기둥들 간의 겹 또는 공간(132)을 가질 수 있다. 이웃하는 기둥(130) 간의 간격 D는, 예를 들어 약 100 nm 내지 약 50 μm , 또는 선택적으로 약 100 nm 내지 약 10 μm 일 수 있다. 간격 D는, 예를 들어 약 200 nm 또는 약 1 μm 일 수 있다. 일부 양태에서, 기둥의 약 50% 내지 약 100%는, 예를 들어 인접한 기둥으로부터 약 100 nm 내지 약 1 μm 만큼 이격되어 있을 수 있다.

[0023] 기둥(130)은 반복 및/또는 균일 패턴 뿐만 아니라 비균일, 비정기적, 및/또는 무작위 패턴으로 기판(110) 상에 정렬될 수 있다. 패턴은, 예를 들어 둘 이상의 기둥 행을 포함하는 기하학 패턴일 수 있다. 패턴은 또한 둘 이상의 기둥 열을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 패턴은 둘 이상의 기둥 대각선을 포함할 수도 있다. 도시된 실시예에서는, 도 2b에 도시된 바와 같이, 기둥(130)은 반복하는 삼각형 패턴을 형성하며, 이 삼각형 패턴에서 기둥(130)이 가상의 삼각형(133)의 코너에 위치되어 있다. 두 개의 인접한 가상의 삼각형(133)은 같은 에지를 공유한다. 예를 들어, 제1 가상의 삼각형(133a)은 제1 가상의 삼각형(133a)과 인접한 제2 가상의 삼각형(133b)과 에지(135)를 공유한다. 다른 실시예에서, 기둥(130)은 매트릭스 형태로 정렬될 수 있다. 이러한 개시를 고려하여, 해당 분야의 기술자는 기둥(130)이 기공의 특성, 예를 들어 기공 사이즈, 기공 형상, 간격 등을 결정짓거나 이에 영향을 미칠 수 있는 임의의 특정 패턴으로 정렬될 수 있음을 알 것이다.

[0024] 도 1d에 도시된 바와 같이, 기판(110)의 노출된 부분 위에, 즉 기둥(130) 사이와 주변의 공간(132)(기둥(130)과 접함)으로 하나 이상의 다공성 재료 전구체 및 하나 이상의 계면 활성제의 혼합물이 증착되어 층(140)을 형성한다. 혼합물은 기판(110) 상에 부여될 수 있다. 일부 양태에서 혼합물이 기둥 상에 그리고 기둥 주변에 부여될 수 있음을 주목하여야 한다. 이러한 경우, 혼합물은 기둥으로부터 제거될 수 있다. 층(140)은, 예를 들어 약 100 nm 내지 약 1 μm 의 두께, 또는 선택적으로 약 100 nm 내지 약 500 nm의 두께를 가질 수 있다. 두께는, 예를 들어 약 250 nm 또는 약 400 nm일 수 있다. 하나 이상의 전구체 및 하나 이상의 계면 활성제는 서로 상호작용하여, 다공성 구조를 형성할 수 있다.

[0025] 일부 양태에서, 혼합물은 기판(110) 상에 스핀 코팅될 수 있다. 혼합물은 또한 혼합물이 용해될 수 있는 유기 용매(예를 들어, 알코올, 에테르, 디메틸포름아미드(DMF), 또는 디메틸) 및/또는 물을 포함할 수도 있다. 본 개시를 고려하여, 해당 분야의 기술자는 혼합물이 임의의 기타 적합한 재료를 포함할 수 있음을 알 것이다. 이러한 재료의 예로는 유기 화합물, 중합체, 금속(예를 들어, Ni, Pt, Pd, Au, Ag, Ru, Os, Rh, Ir, 또는 전술한 것들 중 둘 이상의 합금), 또는 금속 산화물(예를 들어, 니켈 산화물 또는 몰리브덴 산화물)을 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0026] 일 실시예에서, 다공성 재료 전구체는, 예를 들어 금속 산화물(예를 들어, 티타늄 산화물(TiO_2), 지르코늄 산화물(ZrO_2), 니오븀 산화물(Nb_2O_5), 또는 실리콘 알루미늄 산화물($\text{SiAlO}_{3.5}$)), 또는 실리케이트를 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 실리케이트의 예는 테트라에틸오소실리케이트(TEOS: tetraethylorthosilicate) 또는 소듐 실리케이트를 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 다른 실시예에서, 금속 클로라이드(예를 들어, TiCl_4)가 전구체로서 사용될 수 있다.

[0027] 일 실시예에서, 계면 활성제는 중성 계면 활성제일 수 있다. 다른 실시예에서, 계면 활성제는 이온성(음이온성 또는 양이온성) 계면 활성제일 수 있다. 특정 실시예에서, 계면 활성제는 스페이서 유닛(예를 들어, 2, 3, 4 또는 그 이상의 메틸렌기)에 의해 같이 연결되는 두 개의 계면 활성제 모이어티(moiety)(부분)를 포함하는 제미니형(gemini) 계면 활성제일 수 있다.

[0028] 계면 활성제는 하나 이상의 소수성기를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 계면 활성제는 소수성 및 친수성기를 둘 다 소유하는 양친매성(amphiphilic) 화합물 또는 중합체일 수 있다. 소수성기는, 예를 들어, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n$ (n은 4보다 큰 정수이며, 선택적으로는 약 30보다 작음) 형태의 긴 사슬과 같은 큰 탄화수소 모이어티일 수 있다. 친수성기는 하전(charged) 기나 비하전(uncharged) 기일 수 있다. 하전 기는 양이온성 또는 음이온성일 수 있다.

[0029] 계면 활성제의 예로는, 세틸트리메틸암모늄 브로마이드(CTAB: cetyltrimethylammonium bromide), 알킬트리메틸암모늄 브로마이드(CnTMAB: alkyltrimethylammonium bromide; 여기서 n은 14 이상의 정수임), P123 중합체, 또는 F127 중합체(미국 뉴저지주 파시페니 소재의 BASF로부터 입수가 가능함)을 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다. P123 중합체는 다음 화학식 1로 표현될 수 있는 3블록 공중합체인 폴리(에틸렌 옥사이드)-폴리(프로필렌

옥사이드)-폴리(에틸렌 옥사이드)($\text{EO}_{20}\text{PO}_{70}\text{EO}_{20}$; 분자량 = 5800)이다.

화학식 1



[0030]

일 실시예에서, 혼합물은, 예를 들어 전구체로서 TiO_2 또는 TiCl_4 를, 그리고 계면 활성제로서 P123 중합체를 포함할 수 있다. 혼합물은 또한 전구체 및 계면 활성제를 용해하는 알코올을 포함할 수 있다.

[0031]

[0032]

다른 실시예에서, 혼합물은 MCM-41을 형성하기 위한 재료를 포함할 수 있다. 이러한 실시예에서, 혼합물은 전구체로서 소듐 실리케이트 또는 테트라에틸오소실리케이트(TEOS)를 포함할 수 있다. 혼합물은 또한 계면 활성제로서 CTAB, C_{14}TMAB , 및/또는 C_{18}TMAB 를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 혼합물은 린(Lin) 등의 화학연구지(Accounts of Chemical Research) 2002년, 35권 제11호의, 927-935페이지에서의 "양이온 계면활성제-주형의 메조포러스 실리카의 구조 및 형태상 제어(Structural and Morphological Control of Cationic Surfactant-Templated Mesoporous Silica)"에 기재되어 있는 공정에 의해 준비될 수 있으며, 상기 문헌은 그 전체가 참조에 의해 여기에 포함된다. 다른 실시예에서, 혼합물은 벙크(Beck) 등의 미국 화학회 저널(Journal of The American Chemical Society) 114 (27), 10834-10843에 1992년 12월 30일에 게재된 "액체-크리스탈 주형으로 제조된 메조포러스 분자-체의 새로운 군(A New Family of Mesoporous Molecular-Sieves Prepared With Liquid-Crystal Templates)"에 기재되어 있는 공정에 의해 준비될 수 있으며, 상기 문헌은 그 전체가 참조에 의해 여기에 포함된다. 또 다른 실시예에서, 혼합물은 크레게(Kresge) 등의 네이처(Nature) 359 (6397), 710-712에 1992년 10월 22일에 게재된 "액체-크리스탈 주형 메카니즘에 의해 합성된 순차적 메조포러스 분자-체(Ordered Mesoporous Molecular-Sieves Synthesized By a Liquid-Crystal Template Mechanism)"에 기재되어 있는 공정에 의해 준비될 수 있으며, 상기 문헌은 그 전체가 참조에 의해 여기에 포함된다. 기타 실시예에서, 혼합물은 미국 특허 제 5,098,684호, 제5,105,051호, 제5,134,242호, 및 제5,134,243호에 기재되어 있는 공정 중 임의의 공정에 의해 준비될 수 있으며, 상기 특허 개시의 각각은 그 전체가 참조에 의해 여기에 포함된다. 해당 분야의 기술자는 MCM-41을 형성하기 위한 임의의 적합한 재료의 혼합물이 층(140)을 형성하는데 사용될 수 있음을 알 것이다.

[0033]

또 다른 실시예에서, 혼합물은 SBA-15를 형성하기 위한 재료를 포함할 수 있다. 예를 들어, 이러한 실시예에서, 혼합물은 전구체로서 테트라에틸오소실리케이트(TEOS)를, 그리고 계면 활성제로서 P123 중합체를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 혼합물은 네왈카르(Newalkar) 등의 화학 2000 로열 학회(The Royal Society of Chemistry 2000), 화학 단체(Chem. Commun), 2000, 2389-2390에 게재된 "마이크로파-열수 과정에 의한 메조포러스 SBA-15 분자 체의 빠른 합성(Rapid Synthesis of Mesoporous SBA-15 Molecular Sieve by a Microwave-Hydrothermal Process)"에 기재되어 있는 공정에 의해 준비될 수 있으며, 상기 문헌은 그 전체가 참조에 의해 여기에 포함된다. 해당 분야의 기술자는 SBA-15를 형성하기 위한 임의의 적합한 재료의 혼합물이 층(140)을 형성하는데 사용될 수 있음을 알 것이다.

[0034]

혼합물은 다공성 구조로 자가 정렬하며, 층(140)에 다공성을 제공한다. 층(140)은 메조기공(meso-pore)을 가질 수 있다. 용어 "메조기공"은 일반적으로 약 2 nm 내지 약 50 nm의 직경을 갖는 기공을 칭한다. 다른 실시예에서, 층(140)은 약 2 nm 내지 약 10 nm의 직경을 갖는 기공을 가질 수 있다. 기공의 평균 직경은, 예를 들어 약 3 nm 또는 약 7 nm일 수 있다. 기공의 직경은, 예를 들어 계면 활성제의 사이즈에 따라 다양할 수 있다.

[0035]

도 3a는 그리지 기둥 및 다공성 재료를 포함하는 중간(intermediate) 다공성 멤브레인 구조의 예시적인 실시예의 개략도이다. 도 3b는 도 3a에서의 X-X 선을 따라 취한 도 3a의 멤브레인 구조의 단면도를 도시한다. 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 층(140)에서의 계면 활성제 분자(142)의 각각은 소수성기(142a) 및 친수성기(142b)를 포함할 수 있다. 기둥(130) 주변의 계면 활성제 분자(142)의 소수성기(142a)는 기둥(130)에 근접하도록 자가 정렬된다. 계면 활성제 분자(142)의 친수성기(142b)는 기둥(130)으로부터 멀어지도록 자가 정렬된다. 층(140)에서의 다른 계면 활성제 분자(142)의 친수성기(142b)는 기둥들(130) 사이에 예를 들어, 이 경우에는 원통형 구조로서 도시된 구조를 형성하며, 소수성기(142a)가 그 원통형 구조 내측에 있도록 소수성기(142a)를 둘러싼다. 다공성 재료 전구체(141)는 인접한 원통형 구조 사이에 있는 갭을 채운다.

[0036]

자가 정렬 또는 자가 조립된 계면 활성제는, 구조의 상면도인 도 4a에 도시된 바와 같이, 층(140)에서의 기공 또는 채널(143)의 형성을 허용하는 구조를 형성한다. 기공(143)은 도 4b에 도시된 바와 같이, 예를 들어 원형 구조를 가질 수 있다. 기공은 육각형 패턴으로 패킹될 수도 있다.

- [0037] 다시 도 1e로 돌아가면, 기둥(130)은 적어도 부분적으로 제거되어, 층(140)에 캐비티(cavity)(140a)를 남길 수 있다. 일 실시예에서, 기둥(130)은 이에 한정되는 것은 아니지만 그리지 재료를 용해시킬 수 있는 용매를 사용하는 것과 같은 임의의 적합한 방법에 의해 기둥을 용해시킴으로써 제거될 수 있다. 용매의 예는 미국 특허 제 6,117,623호, 앵귄(Angew)의 화학지(Chem. Int.) 2007편, 46, 5364-5368, 및 양(Yang) 등의 사이언스(Science) 2000, 287,465에 개시되어 있으며, 이들 문헌들은 그 전체가 참조에 의해 여기에 포함된다.
- [0038] 도 1f에 도시된 바와 같이, 캐비티(140a)는 캐비티 충전재(filler)(145)로 채워질 수 있다. 본 개시와 관련하여, 용어 "캐비티 충전재"는 캐비티(140a)를 채우는 재료를 칭한다. 도 1f에서는, 캐비티 충전재(145)는 층(140)을 형성하는데 사용되었던 재료 또는 혼합물과 같은 재료 또는 혼합물로 도시되어 있다. 다른 실시예에서, 캐비티 충전재(145)는 층(140)을 형성하는 혼합물과 상이한 재료 또는 재료 혼합물일 수 있다. 이러한 실시예에서, 재료 또는 재료 혼합물은 캐비티(140a)에 지지 구조(예를 들어, 포스트 또는 기둥)를 형성하도록 선택될 수 있다. 이러한 재료의 예로는 이에 한정되는 것은 아니지만 티타니아(TiO_2) 또는 알루미나(Al_2O_3)와 같은 실리콘 산화물(SiO_2)의 전구체를 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0039] 일부 실시예에서, 도 1f를 참조하여 상기 설명된 단계로부터의 결과인 다공성 멤브레인 구조(150)는 도 1g에 도시된 바와 같이 지지 기판(160) 상에 전사된다. 도시된 지지 기판(160)은, 예를 들어 약 50 nm 내지 약 10 μm 의 직경 d를 갖는 매크로 기공(macro-pore)(160a)을 포함한다. 다른 실시예에서, 지지 기판(160)은 약 50 nm 내지 약 500 nm의 직경을 갖는 기공을 가질 수 있다. 지지 기판(160)의 기공의 평균 직경은, 예를 들어 약 100 nm, 또는 약 300 nm일 수 있다. 매크로 기공(160a)의 밀도는 약 30% 내지 약 70%, 또는 선택적으로 약 40% 내지 약 60%일 수 있다. 매크로 기공(160a)의 밀도는, 예를 들어 40% 또는 50%일 수 있다. 이러한 지지 기판(160)은 예를 들어, 양극 산화 알루미늄에 의해 형성될 수 있다. 지지 기판(160)은 다공성 멤브레인 구조(150)에 구조적 안정성을 제공하면서, 가능한, 다공성 멤브레인 구조(150)의 기공을 최소한으로 차단한다.
- [0040] 도 1g의 기판(110)은 임의의 적합한 방법에 의해 제거될 수 있으며, 예를 들어 도 1h에 도시된 구조가 된다. 일 실시예에서, 기판(110)은 예를 들어 EDP(ethylenediaminepyrocatechol)와 같은 임의의 적합한 식각제에 의해 제거될 수 있다. 에칭 공정의 하나의 예는 레이즈만(Reisman) 등의 전자화학지 저널(Journal of Electrochemical Society), 1979, 126판, 1406-1415 페이지에 기재되어 있으며, 이 문헌은 그 전체가 참조에 의해 여기에 포함된다.
- [0041] 층(140)과, 선택적으로 캐비티 충전재(145)는 고체화될 수 있다. 일 실시예에서, 도 1h에 도시된 중간 구조(170)는 층(140)과 캐비티 충전재(145)를 형성하는 혼합물을 하소시키도록 가열될 수 있다. 용어 "하소(calcination)"는 일반적으로 열분해, 수분 감소, 환원, 산화, 상전이, 및/또는 휘발성 재료의 제거 중 하나 이상을 일으키는 열처리 공정을 칭한다. 이러한 하소 공정은 계면 활성제를 제거하여, 층(140)에 쓰루홀(through-hole)을 남길 수 있다.
- [0042] 일 실시예에서, 중간 구조(170)는 산소 분위기 하에 약 450 $^{\circ}C$ 내지 약 550 $^{\circ}C$ 로 가열될 수 있다. 해당 분야의 기술자는 하소되고 있는 재료에 따라 온도가 광범위하게 다양할 수 있음을 알 것이다. 예를 들어, 온도는 재료의 용점 이하일 수 있다. 이 단계 동안, 혼합물 내의 계면 활성제는 예를 들어, 분해에 의해 제거될 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 설명된 하소는 도 1g와 관련하여 설명된 단계보다 더 일찍 수행될 수 있다.
- [0043] 다른 실시예에서, 다공성 멤브레인의 기공의 사이즈는 변형될 수 있다. 도 5a는 분자로 변형된 기공을 갖는 다공성 멤브레인의 예시적인 실시예의 상면도이다. 도 5b는 도 5a에서의 Y-Y 선을 따라 취한 도 5a의 다공성 멤브레인의 단면도이다. 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 다공성 멤브레인(140)은 내면(143a)을 갖는 기공(143)을 포함한다. 다공성 멤브레인(140)의 기공(143)의 내면(143a)은 기공 사이즈 감소 분자(170)를 가질 수 있다. 결과적인 기공의 사이즈는, 예를 들어 가스 흡착 등은 실험에 의해 측정될 수 있다.
- [0044] 일 실시예에서, 기공 사이즈 감소 분자(170)는, 예를 들어 헤어핀(hairpin) DNA일 수 있다. 다른 실시예에서, 기공 사이즈 감소 분자(170)는, 예를 들어 -OR(R은 직쇄 또는 분기형 C1-C30 알킬기임)로 표현되는 알콕사이드기를 포함하는 화합물일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 기공 사이즈 감소 분자(160)는, 예를 들어 -Si-OR 기(R은 직쇄 또는 분기형 C1-C30 알킬기임)를 갖는 화합물일 수 있다.
- [0045] 특정 실시예에서, 상기 설명된 것들과 같은 작용기를 사용하여 제1 DNA 서열은 기공(143)의 내면(143a)에 부착될 수 있다. 제1 DNA 서열과 매칭하는 염기쌍을 갖는 제2 DNA 시퀀스는 제1 DNA 서열과 혼성화(hybridized)된다. 제2 DNA 서열은 다양한 길이를 가질 수 있고, 가열에 의해 제1 DNA 서열로부터 분리될 수 있다. 이러한 실시예에서, 기공 사이즈는 특정 수요에 따라 원하는 길이를 갖는 제2 DNA 서열과 혼성화된

로써, 필요한 바에 따라 원하는 대로 다양할 수 있다.

- [0046] DNA 서열을 사용하는 예시적인 기공 사이즈 감소 방법은 루(Lu) 등의 스몰(SMALL), 2008, 4, No. 4, 421-426에 서의 "암세포에서의 빛-활성화 나노임펠러-제어 약물 방출(Light-Activated Nanoimpeller-Controlled Drug Release in Cancer Cells)"에 기재되어 있으며, 이 문헌은 그 전체가 참조에 의해 여기에 포함된다. 다른 예시 적인 기공 사이즈 감소 방법은 이끄발(Iqbal) 등의 네이처 나노기술(Nature Nanotechnology), 제2권, 2007년 4 월호, 243-248에서의 "DNA 선택성을 지닌 고체 상태의 나노포어 채널(Solid-state Nanopore Channels with DNA Selectivity)"에 기재되어 있으며, 이 문헌은 그 전체가 참조에 의해 여기에 포함된다.
- [0047] 소정의 실시예에서, 수소화(hydrogenation), 이중수산화(dihydroxylation), 커플링 반응(예를 들어, Heck 커플 링 반응, Suzuki 커플링 반응 등) 등을 위한 촉매로서의 멤브레인 사용을 위해 다양한 금속 복합체가 기공(14 3)의 내면(143a)에 고정될 수 있다. 일 실시예에서, 이러한 금속 복합체는, 예를 들어 R'-Si-(OR)₃(R'는 산소 원자(O), 질소 원자(N), 인 원자(P), 및/또는 황 원자(S)를 포함하는 유기 리간드 중 하나이고, R은 알킬기임) 으로 표현될 수 있는 유기 리간드와 같은 적합한 연쇄(linkage) 분자를 사용하여, 내면(143a)에 부착될 수 있다.
- [0048] 도 6a 및 도 6b를 참조하여, 하나 이상의 실시예에 따른 다공성 멤브레인 구조 및 이의 제조 방법이 설명될 것 이다. 먼저, 둘 이상의 소형 다공성 멤브레인(540)이 제공된다. 소형 멤브레인은, 예를 들어 도 1a 내지 도 1h 및/또는 도 5와 관련하여 설명된 방법을 포함하여 본 개시의 실시예 중 임의의 것에 의해 형성될 수 있다. 소형 멤브레인(540)은, 예를 들어 도 6a에 도시된 바와 같이, 정사각형, 직사각형, 또는 삼각형 형상을 비롯한 임의 의 형상을 가질 수 있다. 소형 멤브레인은 임의의 적합한 사이즈로 이루어질 수 있다. 일 실시예에서, 소형 멤 브레인(540)의 각각은 제1 너비 W1, 예를 들어 약 0.5 cm, 또는 예를 들어 약 2 cm의 제1 너비를 가질 수 있다. 다른 실시예에서, 제1 너비 W1는, 예를 들어 약 1 cm 내지 약 5 cm, 또는 선택적으로 약 2 cm 내지 약 3 cm일 수 있다.
- [0049] 도 6b에 도시된 바와 같이, 소형 멤브레인(540)은 대형 멤브레인(570)을 형성하도록 서로 부착될 수 있다. 멤브 레인(540)은 더 큰 멤브레인을 형성하도록 서로 나란히 부착될 수 있다. 멤브레인은, 예를 들어 에폭시와 같은 접착제를 사용하여 부착될 수 있다. 대형 멤브레인은 임의의 사이즈로 제조될 수 있다. 예를 들어, 대형 멤브레 인(570)은 제2 너비 W2, 예를 들어 약 2 cm 내지 약 30 cm, 또는 선택적으로 약 5 cm 내지 약 20 cm의 제2 너 비를 가질 수 있다. 제2 너비 W2는, 예를 들어 약 5 cm 또는 약 15 cm일 수 있다. 본 개시를 고려하여, 해당 분 야의 기술자는 소형 및 대형 멤브레인의 사이즈 및 형상이 광범위하게 다양할 수 있음을 알 것이다. 또한, 일부 양태에서, 동일하거나 서로 다른 사이즈 기공을 갖는 둘 이상의 이러한 멤브레인(540 또는 570)이 서로 접촉하 도록 서로 적층될 수 있다.
- [0050] 다공성 멤브레인의 응용
- [0051] 상기 설명된 다공성 멤브레인이나 멤브레인 구조, 또는 상기 설명된 방법에 의해 제조된 다공성 멤브레인이나 멤브레인 구조는 다양한 응용예를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 다공성 멤브레인은 분자들을 분리하기 위한 필터 또는 체(sieve)로서 사용될 수 있다. 특정 예에서, 화학 반응은 서로 다른 사이즈의 분자 또는 화합물을 생 성할 수 있다. 일부 화학 반응에서, 반응의 산물인 특정분자는 상기 설명된 다공성 멤브레인의 기공을 통하여 통과할 수 없는 사이즈를 가지는 반면 다른 분자는 기공을 통과할 만큼 충분히 작을 수 있다. 분자 분리를 위한 분자 체로서의 다공성 멤브레인 사용의 상세한 내용은 스트리머(Strierner) 등의 네이처(Nature), 제445권, 749-753 페이지, 2007년 12월 15일에서의 "아주 얇은 실리콘 멤브레인을 이용한 거대 분자의 하전 및 크기에 기초한 분리(Charge- and Size-Based Separation of Macromolecules Using Ultrathin Silicon Membranes)"에 기재되 어 있으며, 이 문헌은 그 전체가 참조에 의해 여기에 포함된다.
- [0052] 도 7을 참조하여, 일 실시예에 따라 분자들을 분리하는 방법이 아래에 설명된다. 도시된 실시예에서, 파이프 또 는 튜브(715)는 이에 한정되는 것은 아니지만 화학 반응으로부터 야기되는 용액 또는 분산액과 같은 유체를 위 한 도관(720)을 제공한다. 파이프(715)는 유체의 흐름에 실질적으로 수직으로 위치되어 있는 다공성 멤브레인 (710)을 포함한다. 다공성 멤브레인(710)의 세부 사항은, 예를 들어 도 1h, 도 5, 도 6a 또는 도 6b와 관련하여 상기 설명된 바와 같을 수 있다.
- [0053] 유체는 다공성 멤브레인의 기공을 통하여 통과할 수 없는 대형 사이즈 분자(731) 및 기공을 통하여 통과할 수 있는 소형 사이즈 분자(733)를 포함한다. 유체가 다공성 멤브레인(710)을 통과하는 동안, 대형 사이즈 분자 (731)는 다공성 멤브레인(710)에 의해 갇히거나 막히게 되고, 소형 사이즈 분자(733)는 다공성 멤브레인(710)을

통과한다. 이 방식으로, 대형 사이즈 분자(731)는 소형 사이즈 분자(733)로부터 분리될 수 있다.

- [0054] 도 7에 도시된 방법을 채용할 수 있는 화학 반응의 예는, Heck 커플링 반응 또는 Suzuki 커플링 반응과 같은 커플링 반응을 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다. Heck 반응(Mizoroki-Heck 반응으로도 부름)은 치환된 알켄을 형성하도록 불포화 할라이드(또는 트리플레이트)의, 알켄과 강염기 및 팔라듐 촉매의 화학 반응이다. Suzuki 반응은 아릴- 또는 비닐-보로닉 산의, 팔라듐 복합체에 의해 촉매화된 아릴- 또는 비닐 할라이드와의 유기 반응이다. 다른 실시예에서, 도 7과 관련하여 상기 설명된 방법은 약물 분리 단계로서 다양한 약물 제조 공정에 채용될 수 있다.
- [0055] 소정의 실시예에서, 상기 설명된 다공성 멤브레인 또는 상기 설명된 방법에 의해 형성되는 다공성 멤브레인은 이에 한정되는 것은 아니지만 대형 유기 분자의 형상-선택적 촉매반응 및 수착(sorption), 게스트-호스트 화학 및 크로마토그래피 분리와 같은 다양한 기타 응용에 사용될 수 있다.
- [0056] 전술한 실시예 중 적어도 일부에서, 실시예에 사용되는 임의의 요소는, 상호간의 교체가 실행 불가능한 것이 아닌 한, 다른 실시예에서 상호 교환하여 사용될 수 있다. 상기 설명된 방법의 단계들은 합쳐지거나, 분리되거나, 또는 생략될 수 있고, 추가의 단계들이 부가될 수 있음을 알 것이다. 또한, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 지닌 자들이라면, 본 실시예들의 범위로부터 벗어나지 않고서 상기 설명된 방법 및 구조에 다양한 다른 생각, 추가 및 수정이 이루어질 수 있음을 알 수 있을 것이다.
- [0057] 본 개시를 위해, 실시예들의 소정의 양태, 이점 및 신규 특징이 기술된다. 이러한 모든 이점이 임의의 특정 실시예에 따라 필수적으로 달성되는 것은 아님을 이해하여야 한다. 따라서, 예를 들어 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 지닌 자라면, 일부 실시예는, 여기에서 교시되거나 제안되었을 수 있는 다른 이점을 필수적으로 달성해야 할 필요 없이, 여기에 교시된 하나의 이점 또는 일련의 이점들을 달성하는 방식으로 구현되거나 수행될 수 있음을 알 것이다.
- [0058] 여기에 기술된 대상은 때때로 상이한 요소들 내에 포함되거나 결합되는 상이한 요소들을 나타낸다. 이렇게 묘사된 구조는 단지 예시적인 것이며, 실제로는 동일한 기능을 달성하는 많은 다른 구조가 구현될 수 있음을 이해할 것이다. 개념적으로, 동일한 기능을 달성하기 위한 요소들의 임의의 배열이 원하는 기능을 달성하기 위해서 효과적으로 "연관된다(associated)". 따라서, 여기에서 특정 기능을 달성하기 위해 조합된 임의의 두 개의 요소들이, 원하는 기능을 달성하기 위해서, 구조들이나 매개하는 요소들과 상관없이, 서로 "연관된다고(associated with)" 볼 수 있다. 유사하게, 이렇게 연관된 임의의 두 개의 요소들은 또한 원하는 기능을 달성하기 위해, 서로 "작동 가능하게 연결되거나(operably connected)" "작동 가능하게 결합(operably coupled)"된 것으로 볼 수 있으며, 이렇게 연관될 수 있는 임의의 두 개의 요소들은 원하는 기능을 달성하기 위해 "서로 작동 가능하게 결합 가능한(operably couplable)" 것으로 볼 수 있다. 작동 가능하게 결합 가능한 것들의 특정 예들은 물리적으로 대응 가능한 요소들 및/또는 물리적으로 상호작용하는 요소들 및/또는 무선으로 상호작용 가능한 요소들 및/또는 무선으로 상호작용하는 요소들 및/또는 논리적으로 상호작용하는 요소들 및/또는 논리적으로 상호작용 가능한 요소들을 포함하되, 이에 한정되지 않는다.
- [0059] 본 개시에서 실질상 임의의 복수 및/또는 단일 용어의 사용에 대해서는, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자라면 문맥 및/또는 응용에 적절하도록, 복수를 단수로 및/또는 단수를 복수로 해석할 수 있다. 다양한 단수/복수의 변경은 명료화를 위하여 본 개시에서 명시적으로 기술될 수도 있다.
- [0060] 일반적으로 본 개시, 특히 첨부된 청구항들 (예를 들어, 첨부된 청구범위의 본체부)에 사용된 용어는 일반적으로 "개방형" 용어로서 의도된 것임을 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자는 이해할 것이다 (예를 들어, 용어 "포함하는(including)"은 "포함하지만 이로 한정되는 것은 아닌"으로 해석되어야 하며, 용어 "갖는(having)"은 "적어도 가지는"것으로 해석되어야 하며, 용어 "포함한다(includes)"는 "포함하지만 이에 한정되는 것은 아닌" 등으로 해석되어야 함). 도입된 청구항 기재에 대해 특정한 개수가 의도되는 경우, 그러한 의도는 그 청구항에 명시적으로 기재될 것이며, 이러한 기재가 없는 경우는 그러한 의도는 존재하지 않음을 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 지닌 자라면 또한 이해할 것이다. 예를 들어, 이해를 돕기 위해, 다음에 첨부된 청구항은 청구항 기재를 도입하기 위해, 도입 어구 "적어도 하나(at least one)"와 "하나 이상(one or more)"를 사용할 수 있다. 그러나, 이러한 어구의 사용은, 동일한 청구항이 도입 어구 "하나 이상" 또는 "적어도 하나" 및 개수를 의미하는 문구를 포함하지 않는 경우, 이러한 도입된 청구항 기재를 포함하는 임의의 특정 청구항이 이러한 기재 하나만을 포함하는 실시예들로 한정되는 것을 의미하는 것으로 해석되어서는 안되며(예를 들어, 개수를 의미하는 문구가 포함되지 않은 경우에도 통상적으로 "적어도 하나" 또는 "하나 이상"을 의미하는 것으로 해석되어야 함); 청구항 기재를 도입하는데 사용되는 정관사의 이용에 대해서도 동일하게 해석되어야 한다. 부가적

으로, 특정한 개수로 도입된 청구항 기재가 명시적으로 인용되는 경우에도 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자는 이러한 기재가 일반적으로 적어도 인용된 개수를 의미하는 것으로 해석하여야 함을 인식할 것이다 (예를 들어, 다른 수식어구 없이 "두 개~"의 있는 그대로의 기재는 일반적으로 적어도 두 개의(at least two) 또는 둘 이상(two or more)의 을 의미함). 또한, "A, B 및 C 등 중 적어도 하나"와 유사한 약속이 사용되는 예들에서, 일반적으로 이러한 구성은 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자가 이러한 약속을 이해하는 방식으로 의도된다(예, "A, B 및 C 중 적어도 하나를 가진 시스템"은 A만을 가지거나, B만을 가지거나, C만을 가지거나, A와 B 모두를 가지거나, A와 C 모두를 가지거나, B와 C 모두를 가지거나, A, B 및 C 모두를 가지는 시스템들을 포함하되, 이에 한정되지는 않는다.). "A, B 또는 C 등 중 적어도 하나"와 유사한 약속이 사용되는 예들에서, 일반적으로 이러한 구성은 이러한 약속이 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자가 이해하는 방식으로 의도된다 (예, "A, B 또는 C 중 적어도 하나를 가진 시스템"은 A만 가지거나, B만 가지거나, C만 가지거나, A와 B 모두를 가지거나, A와 C 모두를 가지거나, B와 C 모두를 가지거나 및/또는 A, B, C 모두 등을 갖는 시스템을 포함하되, 이에 한정되지 않음). 또한, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자는, 둘 또는 그 이상의 택일적 용어들을 제시하는 사실상 임의의 이접적 접속(disjunctive) 단어 및/또는 어구가, 상세한 설명, 청구항 또는 도면에서, 그러한 용어들 중 하나, 그러한 용어들 중 어느 하나, 또는 그러한 용어 둘 모두를 포함하여 구성될 수 있는 것으로 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어, 어구 "A 또는 B"는 "A" 또는 "B" 또는 "A 및 B"의 가능성들을 포함하는 것으로 이해될 것이다.

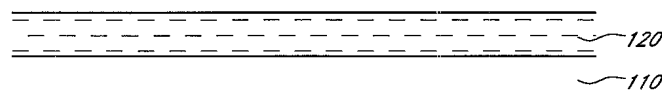
[0061] 다양한 양태들과 실시예들이 개시되었지만, 다른 양태들 및 실시예들 또한 해당 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자에게 명백할 것이다. 본 개시의 다양한 양태들과 실시예들은 단지 예시하기 위한 것이고 한정을 의도하지는 않으며, 진정한 범위와 사상은 이하의 청구항에 의해 표시된다.

도면의 간단한 설명

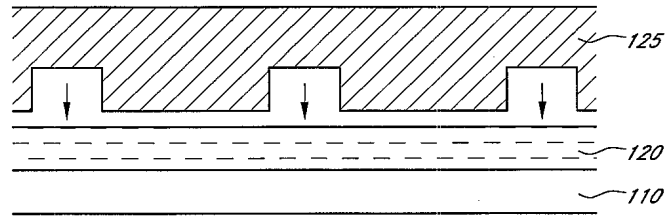
- [0062] 도 1a 내지 도 1h는 다공성 멤브레인 구조를 제조하는 방법의 예시적인 실시예를 도시한다.
- [0063] 도 2a는 그리지 기둥(greasy pillar)을 포함하는 중간 다공성 멤브레인 구조의 예시적인 실시예의 개략 사시도이다.
- [0064] 도 2b는 도 2a의 중간 다공성 멤브레인 구조의 상면도이다.
- [0065] 도 3a는 그리지 기둥 및 다공성 재료를 포함하는 중간 다공성 멤브레인 구조의 예시적인 실시예의 개략도이다.
- [0066] 도 3b는 X-X 선을 따라 취한 도 3a의 멤브레인 구조의 단면도이다.
- [0067] 도 4a는 그리지 기둥 및 다공성 층을 포함하는 중간 다공성 멤브레인 구조의 예시적인 실시예의 상면도이다.
- [0068] 도 4b는 도 4a의 다공성 층의 확대된 상면도이다.
- [0069] 도 5a는 기공 사이즈가 감소된 기공을 갖는 다공성 멤브레인의 예시적인 실시예의 상면도이다.
- [0070] 도 5b는 Y-Y 선을 따라 취한 도 5a의 다공성 멤브레인의 단면도이다.
- [0071] 도 6a 및 도 6b는 다공성 멤브레인 구조를 제조하는 방법의 예시적인 실시예를 도시한다.
- [0072] 도 7은 다공성 멤브레인을 사용하여 분자를 분리하는 방법의 예시적인 실시예의 개략도이다.

도면

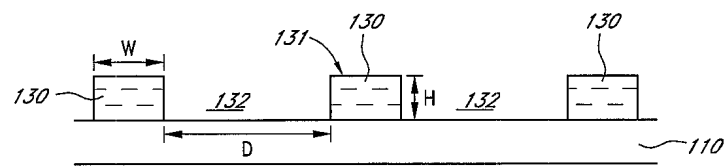
도면1a



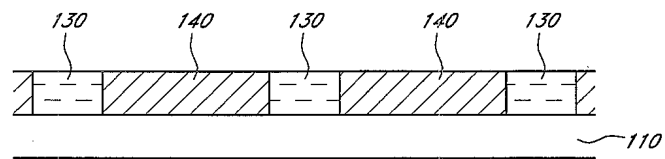
도면1b



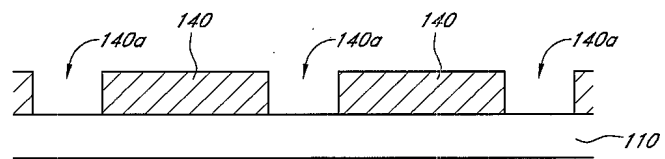
도면1c



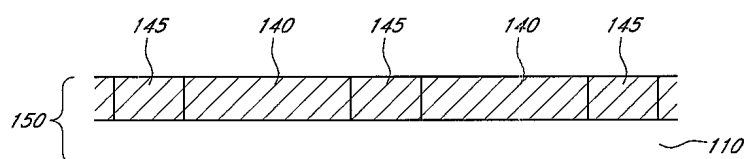
도면1d



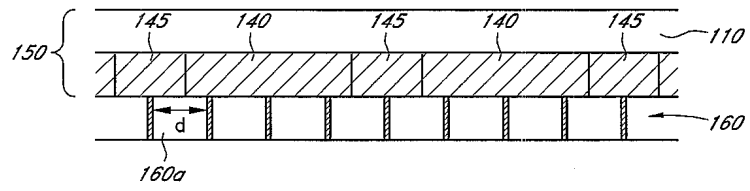
도면1e



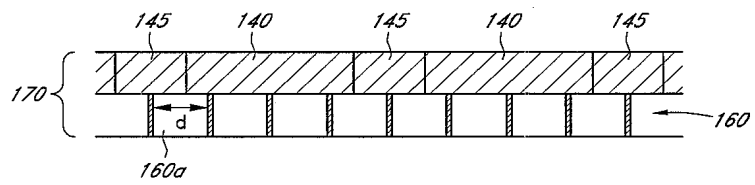
도면1f



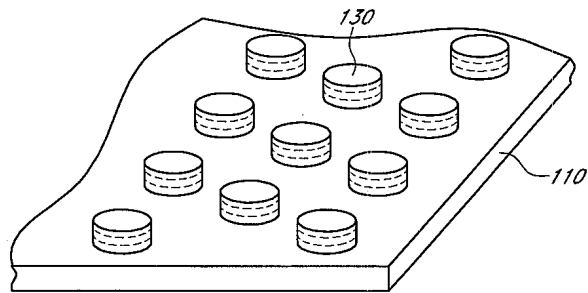
도면1g



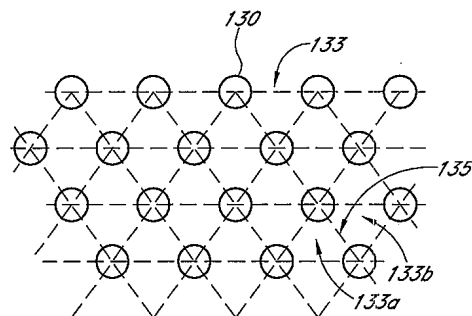
도면1h



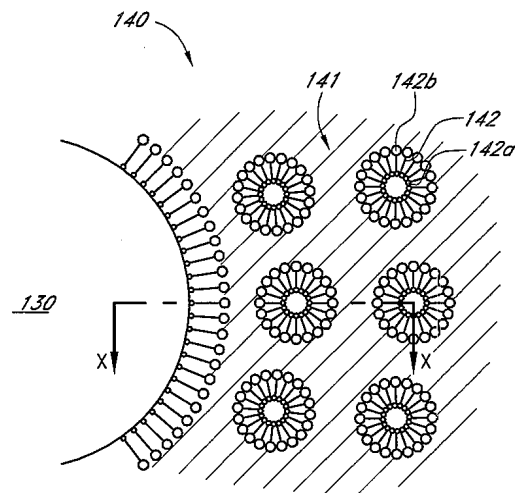
도면2a



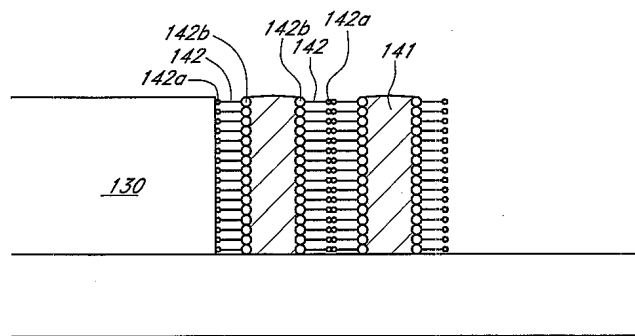
도면2b



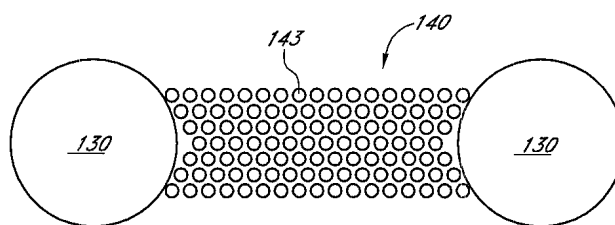
도면3a



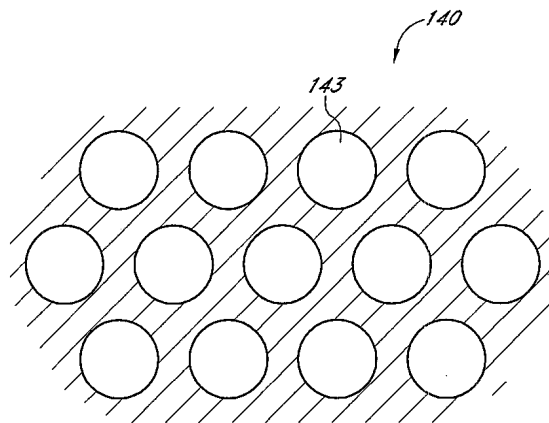
도면3b



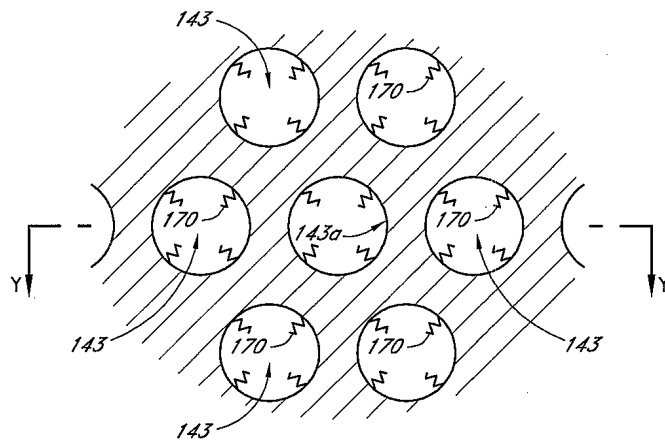
도면4a



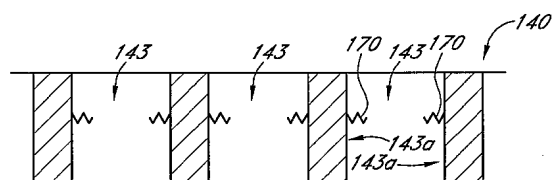
도면4b



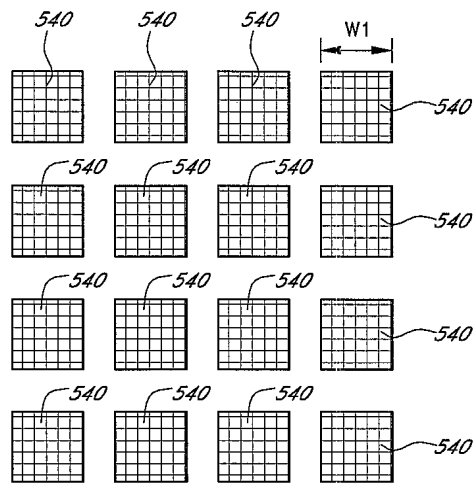
도면5a



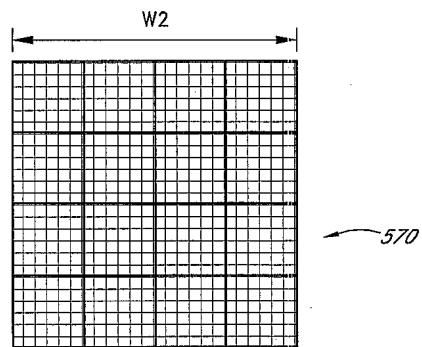
도면5b



도면6a



도면6b



도면7

