

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2016-0076915 (43) 공개일자 2016년07월01일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) B01D 67/00 (2006.01) B01D 69/02 (2006.01)		(71) 출원인 울산과학기술원 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(21) 출원번호 10-2014-0187537		(72) 발명자 김태성 울산광역시 울주군 범서읍 구영로 75-9, 303동 1205호 (구영우미린1차아파트)
(22) 출원일자 2014년12월23일 심사청구일자 2014년12월23일		이종완 인천광역시 서구 가정로189번길 7-2 (석남동)
		(74) 대리인 전용준

전체 청구항 수 : 총 17 항

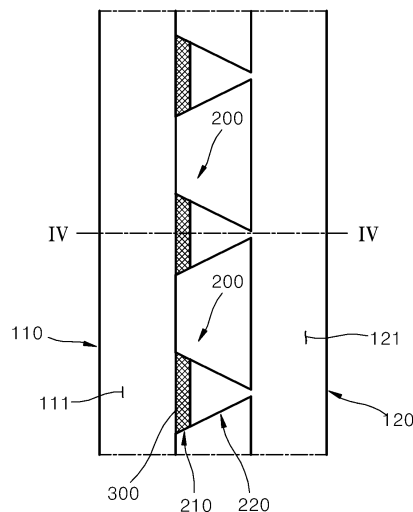
(54) 발명의 명칭 자가조립 분리막의 제조방법 및 자가조립 분리막을 이용한 미세입자 집적기

(57) 요약

본 발명은 미세입자들이 포함된 유체가 유동하는 유로가 형성된 마이크로챔버 및 미세입자들이 유로 내에서 자가조립(Self-assembled)에 의하여 적층 배열되면서 형성되어 유체만 통과하도록 하는 자가조립 분리막을 포함하여, 유체는 자가조립 분리막을 이루는 미세입자들 사이를 통하여 유출되고 미세입자는 상기 마이크로챔버에서 집적되는 미세입자 집적기를 제공한다.

따라서 구조가 간단하고 차지하는 부피가 적어 공간 활용도를 향상시킬 수 있으며, 제조비용을 줄일 수 있어 경제적이며, 자가조립 분리막(SAPM; Self-assembled particle membrane)을 이용하기 때문에 제조가 용이하다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1395036127[PJ009549052014]

부처명 농촌진흥청

연구관리전문기관 농촌진흥청

연구사업명 차세대바이오그린21사업

연구과제명 바이오부품의 기능분석 및 HTS를 위한 미세유체기술개발

기 여 율 1/2

주관기관 울산과학기술대학교

연구기간 2014.01.01 ~ 2014.12.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711015489[2009-0093499]

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기후변화대응기초 원천기술 개발

연구과제명 바이오연료용 인공미생물에 적합한 최적 발효공정 설계 기술 개발

기 여 율 1/2

주관기관 울산과학기술대학교

연구기간 2013.09.30 ~ 2014.09.29

명세서

청구범위

청구항 1

유로가 형성된 마이크로챔버 내로 미세입자들이 포함된 액상 유체를 이동시키는 단계; 및

상기 미세입자들이 상기 유로 내에서 자가조립(Self-assembled)에 의하여 적층 배열되면서 자가조립 분리막(SAPM; Self-assembled particle membrane)이 형성되게 하고 상기 유체는 상기 자가조립 분리막을 이루는 상기 미세입자들 사이를 통하여 유출시키는 단계를 포함하는 자가조립 분리막의 제조방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 마이크로챔버는, 제1채널로부터 상기 미세입자들이 포함된 상기 유체를 공급받고 제1유로가 형성된 제1마이크로챔버와, 상기 제1마이크로챔버와 연통되고 상기 제1유로와 연통되는 제2유로가 형성되며 상기 유체를 제2채널로 유출하는 제2마이크로챔버를 포함하되,

상기 제1유로의 통과단면적은 상기 제1유로의 통과단면적보다 작게 형성되어, 상기 자가조립 분리막이 상기 제1마이크로챔버에서부터 형성되는 자가조립 분리막의 제조방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 마이크로챔버는,

상기 유체의 유동방향에 대하여 상기 제1챔버에서 상기 제2챔버로 갈수록 평단면 형상이 점진적으로 좁아지는 자가조립 분리막의 제조방법.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 제2채널은, 공기로 채워지고 상기 마이크로챔버를 통과한 상기 유체가 증발(Evaporation)하도록 하는 자가조립 분리막의 제조방법.

청구항 5

청구항 2에 있어서,

상기 자가조립 분리막의 형성이 진행된 후 상기 제2채널에 오일을 채워 상기 자가조립 분리막의 형성을 중지하는 단계를 더 포함하는 자가조립 분리막의 제조방법.

청구항 6

청구항 2 내지 청구항 5 중 어느 한 항에 있어서,

상기 미세입자는,

실리카(Silica) 또는 카르복실화 미세입자(Carboxylated particle)를 적용하는 자가조립 분리막의 제조방법.

청구항 7

미세입자들이 포함된 유체가 유동하는 유로가 형성된 마이크로챔버; 및

상기 미세입자들이 상기 유로 내에서 자가조립(Self-assembled)에 의하여 적층 배열되면서 형성되어 상기 유체만 통과하도록 하는 자가조립 분리막을 포함하여, 상기 유체는 상기 자가조립 분리막을 이루는 상기 미세입자들 사이를 통하여 유출되고 상기 미세입자는 상기 마이크로챔버에서 집적되는 미세입자 집적기.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

주입된 상기 미세입자들을 포함하는 상기 유체를 상기 마이크로챔버로 공급하는 제1채널과,

상기 마이크로챔버와 연통되어 상기 자가조립 분리막을 통과한 상기 유체를 공급받아 유출하는 제2채널을 더 포함하는 미세입자 집적기.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 마이크로챔버는,

상기 제1채널과 연통되어 제1유로를 통하여 상기 제1채널로부터 상기 미세입자가 포함된 유체를 공급받는 제1마이크로챔버와,

상기 제1유로와 연통되는 제2유로가 형성되어 상기 제1마이크로챔버로부터 상기 미세입자들이 포함된 상기 유체를 공급받고 상기 제2채널과 연통되는 제2마이크로챔버를 포함하는 미세입자 집적기.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 마이크로챔버는,

상기 제1유로의 통과단면적이 상기 제2유로의 통과단면적보다 작게 형성되는 미세입자 집적기.

청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 마이크로챔버는,

상기 유체의 유동방향에 대하여 상기 제1챔버에서 상기 제2챔버로 갈수록 평단면 형상이 점진적으로 좁아지는 미세입자 집적기.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 마이크로챔버는,

평단면형상이 삼각 형상으로 형성된 미세입자 집적기.

청구항 13

청구항 8에 있어서,

상기 제2채널은, 공기로 채워지고 상기 자가조립 분리막을 통과한 상기 유체가 증발하도록 하는 미세입자 집적기.

청구항 14

청구항 7에 있어서,

상기 자가조립 분리막은,

5 μ m 내지 30 μ m 범위의 높이를 갖는 미세입자 집적기.

청구항 15

청구항 8 내지 청구항 14 중 어느 한 항에 있어서,

상기 미세입자는,
구형(Spherical shape)으로 형성되는 미세입자 집적기.

청구항 16

청구항 15에 있어서,
상기 미세입자는,
200nm 내지 1000nm의 직경을 갖도록 형성되는 미세입자 집적기.

청구항 17

청구항 8 내지 청구항 14 중 어느 한 항에 있어서,
상기 미세입자는,
실리카(Silica) 또는 카르복실화 미세입자(Carboxylated particle)를 적용하는 미세입자 집적기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자가조립 분리막의 제조방법 및 자가조립 분리막을 이용한 미세입자 집적기에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 제조비용을 줄일 수 있어 경제적인 자가조립 분리막의 제조방법 및 자가조립 분리막을 이용한 미세입자 집적기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 나노과학과 나노기술이 출현한 이래, 미세입자들을 포집 및 분리하는 기술의 중요성이 크게 대두되고 있으며, 특히 미세입자를 집적하는 기술은 바이오산업을 비롯하여 다양한 분야에 적용되어 실시되고 있다.

[0003] 이에, 상기한 미세입자를 포집하는 장치로서 대한민국 공개특허 제10-2011-0124427호에는 진공펌프와, 유입관과, 유체공급장치와, 입자포집장치를 포함하여 미세입자의 분리 및 포집장치가 개시된 바 있다.

[0004] 그런데, 상기 미세유체 포집장치는, 그 구조가 복잡하고, 제조비용이 증가하여 경제적이지 못한 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은, 구조가 간단하고 제조비용을 줄일 수 있어 경제적인 자가조립 분리막의 제조방법 및 자가조립 분리막을 이용한 미세입자 집적기를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 측면에 의하면, 본 발명은 유로가 형성된 마이크로챔버 내로 미세입자들이 포함된 액상 유체를 이동시키는 단계; 및 상기 미세입자들이 상기 유로 내에서 자가조립(Self-assembly)에 의하여 적층 배열되면서 자가조립 분리막(SAPM; Self-assembled particle membrane)이 형성되게 하고 상기 유체는 상기 자가조립 분리막을 이루는 상기 미세입자들 사이를 통하여 유출시키는 단계를 포함하는 자가조립 분리막의 제조방법을 제공한다.

[0007] 본 발명의 다른 측면에 의하면, 본 발명은 미세입자들이 포함된 유체가 유동하는 유로가 형성된 마이크로챔버; 및 상기 미세입자들이 상기 유로 내에서 자가조립에 의하여 적층 배열되면서 형성되어 상기 유체만 통과하도록 하는 자가조립 분리막을 포함하여, 상기 유체는 상기 자가조립 분리막을 이루는 상기 미세입자들 사이를 통하여 유출되고 상기 미세입자는 상기 마이크로챔버에서 집적되는 미세입자 집적기를 제공한다.

발명의 효과

- [0008] 본 발명에 따른 자가조립 분리막의 제조방법 및 자가조립 분리막을 이용한 미세입자 집적기는 다음과 같은 효과를 제공한다.
- [0009] 첫째, 구조가 간단하고 차지하는 부피가 적어 공간 활용도를 향상시킬 수 있으며, 제조비용을 줄일 수 있어 경제적이다.
- [0010] 둘째, 별도의 장치나 구성없이 자가조립 분리막을 이용하기 때문에 제조가 용이하다.
- [0011] 셋째, 높은 처리방식을 갖고 있어 미세유체 바이오 리액터(Microfluidic bioreactor)의 적용에 효과적이다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자가조립 분리막의 제조방법을 나타내는 절차도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 미세입자 집적기의 구조를 나타내는 사시도이다.
- 도 3은 도 2의 미세입자 집적기의 평면도이다.
- 도 4는 도 3의 IV-IV선에 따른 단면도이다.
- 도 5는 도 2의 미세입자 집적기에서 자가조립 분리막의 형성과정을 나타내는 사시도이다.
- 도 6은 도 2의 미세입자 집적기에서 자가조립 분리막의 형성 및 유체의 유출을 나타내는 단면도이다.
- 도 7은 도 2의 미세입자 집적기의 시간 경과에 따른 미세입자 집적 과정을 나타내는 도면이다.
- 도 8은 도 2의 미세입자 집적기에서 제2채널에 공기 및 오일이 채워진 경우 미세입자 집적 상태를 나타내는 도면이다.
- 도 9는 도 2의 미세입자 집적기를 포함하는 바이오 리액터를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0014] 먼저, 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 자가조립 분리막의 제조방법은 마이크로챔버(200) 내로 미세입자(10; 도 5참조)가 포함된 액상 유체(20; 도 5참조)를 이동시키는 단계(S10)와, 자가조립 분리막(300; 도 3참조)이 형성되게 하는 단계(S20)를 포함한다.
- [0015] 상기 마이크로챔버(200) 내로 액상 유체(20)를 이동시키는 단계(S10)는, 유로가 형성된 마이크로챔버(200) 내로 모세관압에 의하여 상기 미세입자(10)와 상기 액상 유체(20)를 이동시키는 단계이다.
- [0016] 상기 자가조립 분리막(300, SAPM; Self-assembled particle membrane)이 형성되게 하는 단계(S20)는, 상기 유로로 이동하는 상기 미세입자(10)들이 상기 유로 내에서 자가조립(Self-assembled)에 의하여 적층 배열되면서 자가조립 분리막(300)이 형성되게 하는 단계로서, 상기 미세입자(10)와 액상 유체(20)가 서로 섞여 존재하다가 작은 통과 단면적을 갖는 상기 유로에서 상기 미세입자(10)들이 매트릭스(matrix) 구조로 배열 결합하면서 자가조립 되고, 이에 상기 유체(20)는 상기 자가조립 분리막(300)을 이루는 상기 미세입자(10)들 사이 즉, 공극을 통하여 유출된다.
- [0017] 한편, 상기 자가조립 분리막(300)에 대한 세부내용은 후술하는 미세입자 집적기(400)의 설명에서 상세하게 살펴보기로 한다.
- [0018] 도 2 및 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 미세입자 집적기(400)는, 제1채널(110)과, 제2채널(120)과, 마이크로챔버(200)와, 자가조립 분리막(300)을 포함한다.
- [0019] 먼저, 상기 제1채널(110)은, 제1채널유로(111)를 통하여 주입된 상기 미세입자(10)들을 포함하는 상기 유체(20)를 유동시키고, 일 측에 연통되게 연결된 상기 마이크로챔버(200)로 상기 미세입자(10)들을 포함하는 상기 유체(20)를 공급한다.
- [0020] 여기서, 상기 미세입자(10)는 공극형성이 용이하도록 구형(Spherical shape)으로 형성되는 것이 바람직하며, 나

아가 200nm 내지 1000nm의 직경을 갖도록 형성되는 것이 바람직하다.

- [0021] 또한, 상기 미세입자(10)는, 인접하는 미세입자(10)와의 사이에 형성되는 공극의 크기가 집적되는 미세입자 집적물의 크기보다 작도록 형성되는 것이 바람직하다.
- [0022] 한편, 생성되는 상기 자가조립 분리막(300)의 폭 넓이는 사용자의 용도 및 사용목적에 따라 소프트 리소그래피(Soft Lithography) 기술을 이용해 조절이 가능하며, 높이(두께)는 10 μm 내지 30 μm 이내, 바람직하게는 5 μm 내지 30 μm 이내로 제작하는 것이 바람직하다. 이는, 상기 마이크로챔버(200) 내부의 단차로 인한 유체유입 방지 및 미세입자(10)가 포함된 용액 내부의 수분을 증발시켜 자가조립 분리막(300)의 제작이 용이하기 때문이며, 세부적으로는 만약 상기 자가조립 분리막(300)의 높이가 5 μm 미만일 경우에는 유체 유동이 원활하지 않고, 30 μm 를 초과하게 되면 자가조립 분리막(300)이 생성이 어렵기 때문이다. 여기서, 상기 자가조립 분리막(300)의 최적 높이에 따라 상기 자가조립 분리막(300)이 주로 생성되는 제1마이크로챔버(210)의 높이도 이와 대응하여 형성되는 것이 바람직하다.
- [0023] 또한, 상기 미세입자(10)는 실리카(Silica), 카르복실화 미세입자(Carboxylated particle) 등을 적용할 수 있다.
- [0024] 나아가, 상기 유체는 취급이 용이한 물을 적용하였으나, 이는 일 실시예로 상기 자가조립 분리막(300)의 구조에 영향을 미치는 벤젠(Benzene)류를 제외한 증발 가능한 유체라면 모두 사용 가능한 물론이다.
- [0025] 상기 제2채널(120)은, 상기 제1채널(110)과 이격되게 위치하고 상기 마이크로챔버(200)와 연통되게 연결되며, 제2채널유로(121)를 통하여 상기 자가조립 분리막(300)을 통과한 상기 유체(20)를 공급받아 유출한다. 도면에서, 상기 제1채널(110)의 유체 유동방향과, 상기 제2채널(120)의 유동방향은 서로 반대로 되어 있다. 하지만, 이는 상기 미세입자(10)의 집적효율을 높일 수 있는 실시예로 이와 달리 상기 제1채널(110)과 상기 제2채널(120)의 유체 유동방향을 같은 방향으로 적용할 수 있음은 물론이다.
- [0026] 한편, 상기 제2채널(120)은 공기로 채워져 상기 자가조립 분리막(300)을 통과한 상기 유체(20)가 용이하게 증발할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 이때, 상기 유체(20)의 증발을 위하여, 상기 제2채널(120)은 상기 마이크로챔버(200)보다 압력이 낮은 조건을 갖도록 하여 상기 유체(20)의 증발을 유도할 수 있다. 여기서, 상기 제2채널(120)의 환경이 압력이 낮은 환경이 되도록 하기 위하여 상기 제2채널(120)을 상기 마이크로챔버(200)에 비하여 넓은 공간(부피)을 형성하도록 하여 상기 유체가 팽창하여 증발하도록 할 수 있다. 하지만, 이는 일 실시예로 상기한 유체 증발의 목적을 달성할 수 있다면 다양한 실시예가 적용가능함은 물론이다.
- [0027] 상기 마이크로챔버(200)는, 상기 제1채널(110)과 상기 제2채널(120) 사이에 연통되게 구비되고, 유로가 형성되어 상기 제1채널(110)로부터 상기 미세입자(10)가 포함된 상기 유체(20)를 공급받고, 상기 자가조립 분리막(300)에 의하여 형성된 모세관압을 통하여 상기 제2채널(120)로 상기 유체(20)를 유출 이동시킨다.
- [0028] 상세하게, 상기 마이크로챔버(200)는, 제1마이크로챔버(210)와, 제2마이크로챔버(220)를 포함한다. 상기 제1마이크로챔버(210)는, 유동방향에 대하여 선단에 위치하고 상기 제1채널(110)과 연통되고, 제1유로(211)를 통하여 상기 제1채널(110)로부터 상기 미세입자(10)가 포함된 유체(20)를 공급받는다.
- [0029] 상기 제2마이크로챔버(220)는, 상기 제1마이크로챔버(210)와 연통되고 유동방향에 대하여 후단에 위치하며 상기 제2채널(120)과 연통되며, 상기 제1유로(211)와 연통되는 제2유로(221)가 형성되어 있다.
- [0030] 한편, 상기 마이크로챔버(200)는, 상기 유체(20)의 유동방향에 대하여 상기 제1마이크로챔버(210)에서 상기 제2마이크로챔버(220)로 갈수록 평단면 형상이 점진적으로 좁아지는 형상으로 형성되어 있으며, 도시된 바와 같이 삼각 형상을 이루고 있다. 하지만, 이는 유체의 유속증가 또는 제작상의 필요함 등을 위한 일 실시예로 상기한 목적을 달성할 수 있다면 상기한 삼각형상 외에 다른 형상도 가능함은 물론이다.
- [0031] 도 4를 참조하면, 상기 마이크로챔버(200)는, 상기 제1유로(211)의 통과단면적이 상기 제2유로(221)의 통과단면적보다 작게 형성되어 있으며, 상기 제1유로(211)에서 주로 상기 미세입자(10)들이 자가조립되어 자가조립 분리막(300) 형성을 이룬다.
- [0032] 상기 자가조립 분리막(300)은, 상기 미세입자(10)들이 상기 유로 내에서 자가조립(Self-assembled)에 의하여 적층 배열되고 결합되면서 형성되며, 이에 상기 유체(20)는 상기 자가조립 분리막(300)을 이루는 상기 미세입자(10)들 사이를 통하여 유출된다.

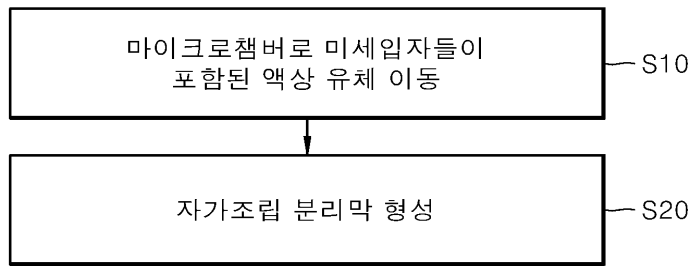
- [0033] 도 5 및 도 6을 참조하여, 상기 미세입자(10) 집적기에서 상기 자가조립 분리막(300)의 형성과정을 살펴보기로 한다.
- [0034] 먼저 도 5의 (a)는 미세입자(10)가 포함된 유체(20)가 상기 제1채널(110)로부터 상기 제1마이크로챔버(210)로 유입된 상태를 나타내고 있다. 그런 다음 미세입자(10)가 포함된 유체(20)의 유입을 중단한 후 일정 시간이 경과하면 도 5의 (b) 및 도 6에 나타난 바와 같이 상기 제1마이크로챔버(210)에서 상기 미세입자(10)들이 자가조립하면서 상기 자가조립 분리막(300)이 생성된다. 이렇게 자가조립 분리막(300)이 생성되면, 상기 자가조립 분리막(300)의 상기 미세입자(10)들 사이에서 모세관압이 생성되면서 상기 모세관압에 의하여 상기 유체(20)가 상기 제2채널(120)로 이동하여 증발하고, 상기 미세입자(10)가 상기 제1채널(110)에서 상기 제2채널(120)방향으로 이동을 하게 된다. 그러면 시간이 지날수록 상기 미세입자(10)들이 상기 제1마이크로챔버(210) 내에서 집적된다. 이러한 매커니즘은 마란고니 효과(Marangoni effect)에 의하여 설명될 수 있으며, 이에 대한 상세한 설명은 공지된 사항으로 생략하기로 한다.
- [0035] 상기한 바와 같이 상기 제1마이크로챔버(210)에서 상기 자가조립 분리막(300)이 형성되면, 도 5의 (c)에 나타난 바와 같이 블로잉(Blowing) 및 건조(Drying) 과정을 거쳐 마무리한다.
- [0036] 도 7은, 상기한 미세입자(10) 집적기의 시간 경과에 따른 미세입자(10) 집적과정을 실험하여 그 결과를 나타낸 사진으로, 도면을 참조하면 시간이 경과할 수록 미세입자(10)들이 집적되고 있음을 확인할 수 있다.
- [0037] 한편, 상기에서 상기 미세입자(10)들의 집적을 중단하고자 할 시에는, 상기 모세관압을 제어하기 위하여 상기 제2채널(120)에 오일을 채워 상기 유체(20)의 증발을 방지하여 상기 자가조립 분리막(300)의 형성을 중지할 수 있다. 이러한 오일을 통한 자가조립 분리막(300)형성의 제어는, 도 8에 나타난 바와 같이, 상기 제2채널(120)에 공기를 채운 상태(도 8의 a)가 아닌 오일을 채웠을 경우(도 8의 b), 미세입자(10)가 집적되지 않는 것을 통하여 확인할 수 있다. 한편, 상기 오일은 상기 자가조립 분리막(300)을 통한 상기 유체(20)의 증발을 방지하기 위한 것으로서, 상기한 증발 방지에 대한 목적을 달성할 수 있다면 다양한 구성이 적용될 수 있음은 물론이다.
- [0038] 도 9는 상기한 미세입자 집적기(400)를 이용한 바이오 리액터(500; Bio reactor)의 일 실시예를 나타낸 도면으로, 상기 바이오 리액터(500)는 양측의 주입구(510)로부터 복수개의 제1채널들을 통하여 미세입자(셀)가 포함된 유체를 주입하고, 내측으로 복수개의 제2채널들의 말단부에 형성된 복수개의 유출구(520)로 유체가 유출되는 구조로 되어 있으며, 상기 제1채널과 상기 제2채널 사이에는 상기 마이크로챔버가 형성되어 있어 복수개의 상기 미세입자 집적기(400)들이 배열되어 있다.
- [0039] 상기한 바에 따르면, 상기 미세입자 집적기(400)를 이용한 상기 바이오 리액터(500)는 구조가 간단하여 제조비용을 줄일 수 있으며, 샘플의 부피를 줄일 수 있음은 물론, 높은 처리 방식을 갖고 있다.
- [0040] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

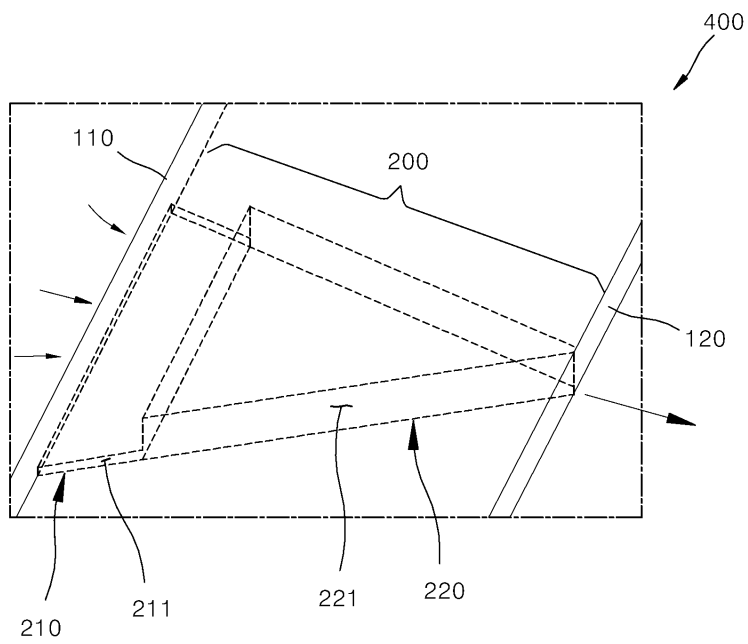
- [0041] 10... 미세입자 20... 유체
110... 제1채널 120... 제2채널
200... 마이크로챔버 210... 제1마이크로챔버
220... 제2마이크로챔버 300... 자가조립 분리막
400... 미세입자 집적기 500... 바이오 리액터

도면

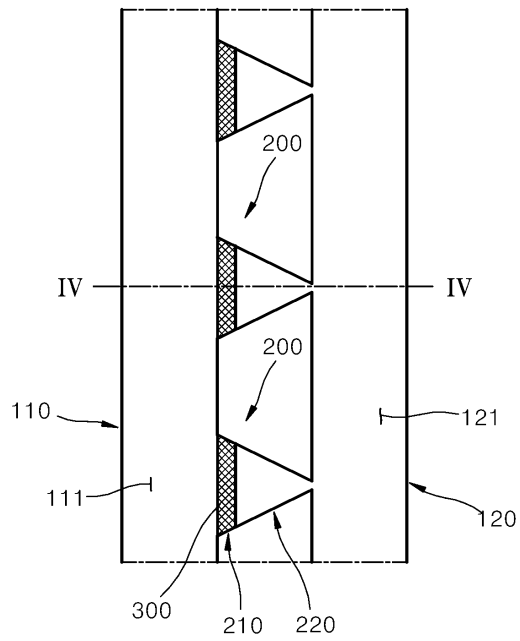
도면1



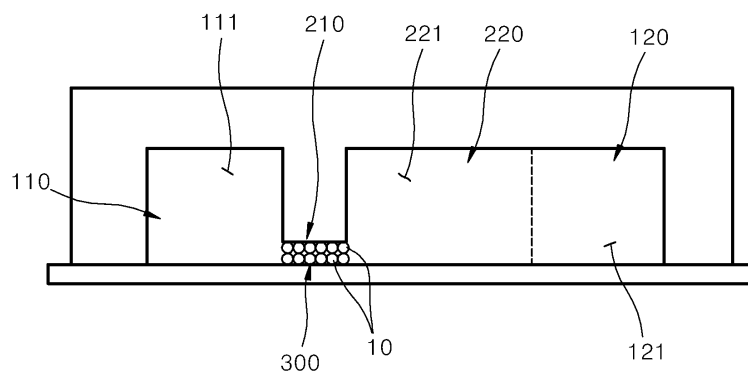
도면2



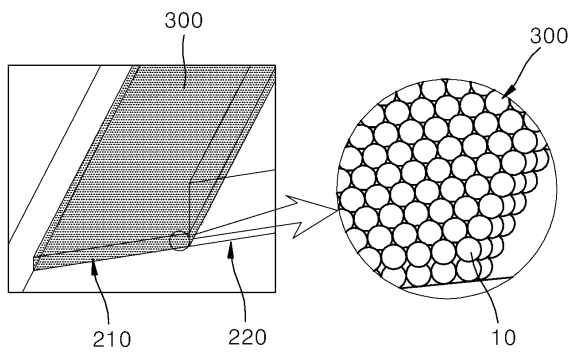
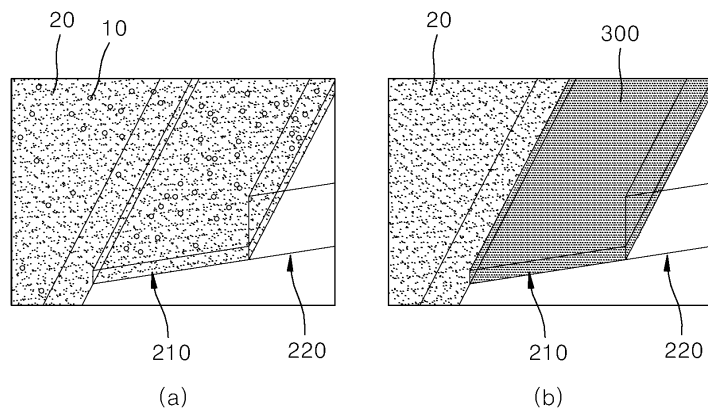
도면3



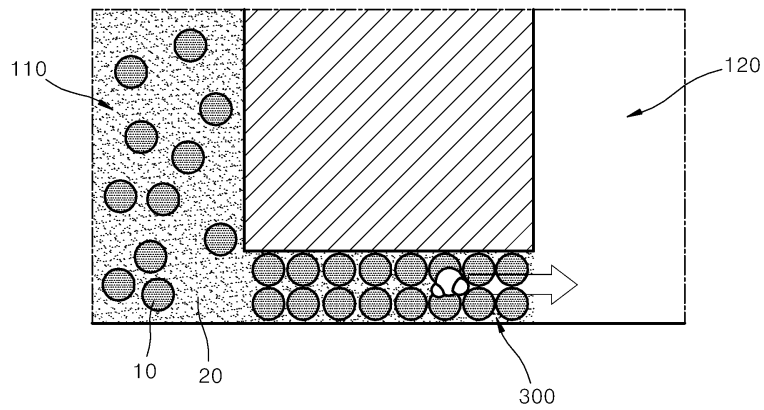
도면4



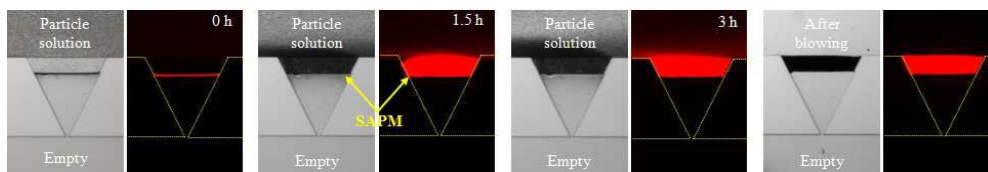
도면5



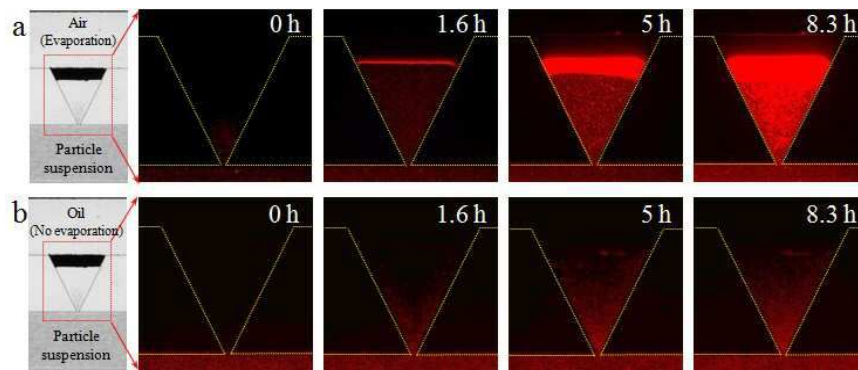
도면6



도면7



도면8



도면9

