



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년03월21일
 (11) 등록번호 10-1125060
 (24) 등록일자 2012년03월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 GOIN 33/50 (2006.01) GOIN 33/536 (2006.01)
 C12Q 1/02 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2009-0066811
 (22) 출원일자 2009년07월22일
 심사청구일자 2009년07월22일
 (65) 공개번호 10-2011-0009422
 (43) 공개일자 2011년01월28일
 (56) 선행기술조사문헌
 US20060128006 A1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 한국과학기술원
 대전 유성구 구성동 373-1
 (72) 발명자
 박계균
 대전광역시 유성구 어은로 57, 101동 1001호 (어은동, 한빛아파트)
 연주현
 경상남도 창원시 마산합포구 가포로 36 (월영동)
 황현두
 부산광역시 수영구 광안로 12, SK VIEW 104동 3501호 (광안동)
 (74) 대리인
 특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 10 항

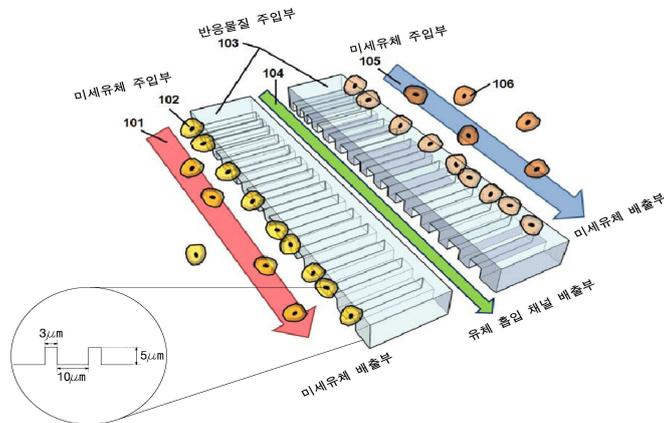
심사관 : 정두한

(54) 발명의 명칭 입자를 포획하는 미세유체 소자 및 이를 이용한 입자 포획 방법

(57) 요약

본 발명은 입자를 포획하는 미세유체 소자에 관한 것으로서, 입자가 포함된 미세유체가 흐르는 챔버; 챔버를 흐르는 미세유체 내에 포함된 입자를 포획하는 미세 채널; 및 챔버와 연결된 미세 채널의 반대편에 연결된 유체 흡입 채널을 포함하는 것을 특징으로 하며, 미세 채널을 통한 미세유체 흡입에 의하여 빠르고 간편하게 세포 포획이 가능하도록 하고, 미세 채널을 통한 세포 간 신호전달 및 물질 상호 전달과정의 관찰 및 실험이 용이하도록 한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

입자가 포함된 미세유체가 흐르는 챔버;

상기 입자의 크기보다 작은 구멍으로 구성되고, 상기 챔버를 흐르는 상기 미세유체 내에 포함된 입자를 포획하는 복수의 미세 채널들; 및

상기 챔버와 연결된 미세 채널의 반대편에 연결된 유체 흡입 채널을 포함하고,

상기 복수의 미세 채널들 중 인접한 미세 채널들에 포획된 입자들은 단층(monolayer)을 형성하여, 상기 포획된 입자들 간에 상호작용을 하도록 하고,

상기 유체 흡입 채널이 상기 챔버로부터 미세유체를 흡입하는 압력을 조절하여, 상기 미세유체가 상기 미세 채널을 통해 흐름으로써, 상기 입자가 상기 미세 채널에 포획되거나 방출되는 것을 특징으로 하는 입자를 포획하는 미세유체 소자.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 입자의 크기와 상기 복수의 미세 채널들 간의 간격을 같게 하는 것을 특징으로 하는 입자를 포획하는 미세유체 소자.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 챔버에 미세유체를 주입하기 위한 미세유체 주입부를 적어도 하나 이상 더 포함하는 것을 특징으로 하는 입자를 포획하는 미세유체 소자.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 챔버 또는 상기 미세 채널은 PDMS, PMMA 등의 고분자성 물질, 감광체(Photoresist), 유리, 실리콘 등의 물질 중 어느 하나로 형성되는 것을 특징으로 하는 입자를 포획하는 미세유체 소자.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 챔버로 주입되는 미세유체는 세포, 단백질, 또는 고분자성 입자 중 적어도 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 입자를 포획하는 미세유체 소자.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 유체 흡입 채널 또는 상기 챔버를 통해 상기 입자와 반응하는 물질을 통과시킴으로써 상기 물질이 상기 미세 채널에 포획된 입자와 반응하도록 하는 것을 특징으로 하는 입자를 포획하는 미세유체 소자.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 미세 채널 또는 상기 챔버는 상기 유체 흡입 채널과 45도 각도의 기울기를 갖고 있는 것을 특징으로 하는 입자를 포획하는 미세유체 소자.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 챔버와 상기 미세 채널은 상기 유체 흡입 채널을 중심으로 양쪽에 하나씩 존재하여 서로 다른 종류의 입자를 동시에 포획할 수 있는 것을 특징으로 하는 미세유체 소자.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 입자와 반응하는 물질을 상기 유체 흡입 채널로 흘려주는 적어도 하나 이상의 반응물질 주입부와 상기 유체 흡입 채널을 흐르는 미세유체를 모으는 유체 흡입 채널 배출부를 더 포함하고,

상기 유체 흡입 채널 배출부에 모인 미세유체를 다시 상기 반응물질 주입부로 흐르도록 하는 것을 특징으로 하는 미세유체 소자.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 챔버를 흐르는 미세유체 및 상기 미세 채널에 포획되지 않은 입자를 모으는 적어도 하나 이상의 미세유체 배출부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 미세유체 소자.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 입자를 포획하는 미세유체 소자 및 이를 이용한 입자 포획 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 미세 채널을 통한 미세유체 흡입에 의하여 빠르고 간편하게 세포 포획이 가능하도록 하고, 미세 채널을 통한 세포 간 신호전달 및 물질 상호 전달과정의 관찰 및 실험이 용이하도록 하는 미세유체 소자 및 이를 이용한 입자 포획 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 복수의 세포 포획을 통해 세포 간 상호작용을 관찰하거나, 세포에 약물 테스트를 하기 위한 장치 및 방법에 관

한 연구는 오랫동안 활발히 이루어져 왔다. 두 가지 이상의 세포 간의 상호작용을 연구하기 위해서는 반 투과막 (Semi-permeable membrane) 위에 세포를 부착시키고 장시간 배양하는 시스템 (Gastroenterology 96(3), 736-749, 1989)을 이용하였다. 이와 같이 기존에 폴리카보네이트(polycarbonate) 필름과 같은 반 투과막(Semi-permeable membrane)을 사이에 두고 두 가지 이상의 세포를 장시간 배양한 후 세포간의 상호작용을 연구하였던 실험 과정은 시간과 노동력 그리고 비용이 많이 드는 단점이 있었다.

발명의 내용

해결 하고자 하는 과제

- [0003] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 미세 채널을 통한 미세유체 흡입에 의하여 빠르고 간편하게 세포 포획이 가능하도록 하는 입자를 포획하는 미세유체 소자를 제공하는 것이다.
- [0004] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 미세 채널을 통한 미세유체 흡입에 의하여 빠르고 간편하게 세포 포획이 가능하도록 하는 미세유체 소자를 이용한 입자 포획방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- [0005] 본 발명은 상기 첫 번째 과제를 달성하기 위하여, 입자가 포함된 미세유체가 흐르는 챔버; 상기 챔버를 흐르는 상기 미세유체 내에 포함된 입자를 포획하는 미세 채널; 및 상기 챔버와 연결된 미세 채널의 반대편에 연결된 유체 흡입 채널을 제공한다.
- [0006] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 챔버와 상기 유체 흡입 채널 내의 압력 차에 의해 상기 미세유체가 상기 챔버에서 상기 유체 흡입 채널로 상기 미세 채널을 통해 흐름으로써, 상기 미세유체에 포함된 입자가 상기 챔버와 연결된 미세 채널에 포획될 수 있다.
- [0007] 또한, 상기 미세 채널은 상기 미세유체 내에 포함된 입자의 크기보다 작은 구멍으로 구성될 수 있다.
- [0008] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 챔버에 미세유체를 주입하기 위한 미세유체 주입부를 적어도 하나 이상 더 포함할 수 있다.
- [0009] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 상기 미세 채널을 통해 미세유체를 흡입하는 압력을 조절하여 상기 미세유체의 흡입, 유지, 배출을 조절함으로써 입자의 포획을 조절할 수 있다.
- [0010] 또한, 상기 미세 채널을 통해 미세유체를 흡입하는 압력은 상기 챔버를 흐르는 미세유체의 속도와 상기 유체 흡입 채널을 흐르는 미세유체의 속도 차에 의하여 조절된다.
- [0011] 상기 챔버 또는 상기 미세 채널은 PDMS, PMMA 등의 고분자성 물질, 감광체(Photoresist), 유리, 실리콘 등의 물질 중 어느 하나로 형성되고, 상기 챔버로 주입되는 미세유체는 세포, 단백질, 또는 고분자성 입자 중 적어도 하나 이상을 포함한다.
- [0012] 또한, 상기 미세 채널에서 미세유체를 흡입할 경우 상기 챔버 내에 존재하는 입자가 상기 미세 채널 방향으로 이동하여 포획되고, 상기 미세 채널에서 미세유체를 배출할 경우 상기 미세 채널에 포획된 입자가 다시 풀려나 상기 챔버로 이동한다.
- [0013] 상기 유체 흡입 채널 또는 상기 챔버를 통해 상기 입자와 반응하는 물질을 통과시킴으로써 상기 물질이 상기 미세 채널에 포획된 입자와 반응하도록 할 수 있다. 이때 상기 미세 채널 또는 상기 챔버는 상기 유체 흡입 채널과 45도 각도의 기울기를 갖는 것이 바람직하다.
- [0014] 상기 챔버와 상기 미세 채널은 두 개 이상 존재하여 서로 다른 종류의 입자를 동시에 포획할 수 있다.
- [0015] 상기 입자와 반응하는 물질을 상기 유체 흡입 채널로 흘려주는 적어도 하나 이상의 반응물질 주입부, 상기 유체 흡입 채널을 흐르는 미세유체를 모으는 유체 흡입 채널 배출부, 및 상기 챔버를 흐르는 미세유체 및 상기 미세 채널에 포획되지 않은 입자를 모으는 적어도 하나 이상의 미세유체 배출부를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 본 발명은 상기 두 번째 과제를 달성하기 위하여, 입자가 포함된 미세유체를 챔버로 주입하는 단계; 상기 챔버로부터 상기 미세유체를 미세 채널을 통해 유체 흡입 채널로 흡입하는 단계; 및 상기 미세유체에 포함된 입자가 상기 미세 채널의 미세구멍에 포획되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 미세유체 소자를 이용한 입자 포획 방법을 제공한다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 입자는 상기 유체 흡입 채널과 상기 챔버 간의 압력차에 의해 이동하는 미세유체에 의해 이동한 후, 상기 미세구멍에 포획된다.

효과

[0018] 본 발명에 따르면, 미세 채널을 통한 미세유체 흡입에 의하여 빠르고 간편하게 세포 포획이 가능하도록 함으로써, 미세 채널을 통한 세포 간 신호전달 및 물질 상호 전달과정의 관찰 및 실험이 용이하도록 한다. 또한, 본 발명에 따르면 기존 연구에서 수행되지 못했던 실제 인체 내의 환경과 유사한 마이크로 환경에서의 세포 간 상호작용을 관찰할 수 있다. 나아가, 본 발명에 따르면, 쉽고 간편하게 빠른 속도로 세포를 특정 위치에 포획시킬 수 있으며, 이를 통해 서로 다른 두 개 이상의 세포가 미세 채널을 사이에 두고 위치하여 서로 간의 물질전달이 원활하게 이루어질 수 있도록 한다. 이러한 세포간 상호작용 및 물질전달을 광학적 또는 전자적 감지 기술을 집적화하여 관찰하기에 용이하며, 한번에 많은 수의 세포를 포획하여 어레이화 함으로써 초고속 분석에도 용이하다. 이러한 장점을 지닌 본 발명은 신속하고 정확한 세포 기반 분석 장치를 개발하는 데 큰 도움이 되는 획기적이고 새로운 수단을 제공해 줄 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 본 발명을 상세하게 설명한다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 입자를 포획하는 미세유체 소자는 포획하고자 하는 입자가 포함된 미세유체가 흐르는 챔버; 상기 챔버를 흐르는 상기 미세유체 내에 포함된 입자를 포획하는 미세 채널; 및 상기 챔버와 연결된 미세 채널의 반대편에 연결된 유체 흡입 채널을 포함한다.
- [0021] 본 발명의 다른 실시예에 따른 미세유체 소자를 이용한 입자 포획방법은 포획하고자 하는 입자가 포함된 미세유체를 챔버로 주입하는 단계; 상기 챔버로부터 상기 미세유체를 미세 채널을 통해 유체 흡입 채널로 흡입하는 단계; 및 상기 미세유체에 포함된 입자가 상기 미세 채널의 미세구멍에 포획되는 단계를 포함한다.
- [0022] 이하, 바람직한 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이에 의하여 제한되지 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.
- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 입자를 포획하는 미세유체 소자의 개념도이다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 입자를 포획하는 미세유체 소자는 챔버(101,105), 미세 채널(103), 및 유체 흡입 채널(104)로 구성된다.
- [0025] 챔버(101,105)는 미세유체가 저장되거나 흐르는 공간이며, 유체 흡입 채널(104)을 중심으로 양쪽으로 하나씩 존재한다. 챔버(101,105)는 유체 흡입 채널(104)을 중심으로 적어도 하나 이상 존재할 수 있다. 챔버(101,105)는 미세유체를 주입하기 위한 적어도 하나 이상의 미세유체 주입부(미도시)와 연결되어 있다. 미세유체 주입부(미도시)에 대한 실시예는 도 4 내지 도 6에서 상세히 살펴보기로 한다.
- [0026] 미세 채널(103)은 챔버(101,105)를 흐르는 미세유체 내에 포함된 세포(102,106)를 포획한다. 미세 채널(103)은 세포(102,106)보다 크기가 작은 미세 구멍(microhole)을 하나 이상 포함하고, 미세유체는 이 미세 채널(103)을 통해 챔버(101,105)로부터 유체 흡입 채널(104)로 흐른다. 세포(102, 106)를 포함하는 미세유체가 챔버(101,105) 내부를 흘러가다가 미세 채널(103)을 통해 유체 흡입 채널(104)로 흘러가게 되면 세포가 미세 채널(103)로 이동하여 포획된다. 즉, 유체 흡입 채널(104)이 챔버(101,105)를 흐르는 미세유체를 흡입할 경우 챔버(101,105) 내에 존재하는 세포가 미세 채널(103) 방향으로 이동하여 포획되며, 유체 흡입 채널(104)이 챔버(101,105)로 미세유체를 배출할 경우 미세 채널(103)에 포획된 세포가 다시 풀려나게 된다. 미세 채널(103)을 구성하는 미세 구멍은 세포의 크기(10 μm)를 고려하여 너비는 약 3 μm 로 하고 미세구멍 사이의 간격은 10 μm가 되게 하여 세포가 단층(Monolayer)으로 포획되도록 할 수 있다. 미세구멍의 높이는 5 μm로 세포가 미세구멍의 입구를 빠져나가지 않고 포획될 수 있도록 제작할 수 있고, 챔버(101,105)의 높이는 25 μm로 충분한 유체가 흘러갈 수 있도록 디자인 할 수 있다. 미세 채널(103)을 구성하는 미세구멍의 갯수는 목적에 따라 원하는 수만큼 다양하게 제작할 수 있다.
- [0027] 유체 흡입 채널(104)은 미세 채널(103)의 복수의 미세구멍들을 통해 챔버(101,105)와 연결되어 있으며, 챔버(101,105)로부터 미세유체를 흡입한다. 유체 흡입 채널(104)이 미세유체를 흡입함으로써, 미세 채널(103)에 세포가 포획된다. 유체 흡입 채널(104)은 챔버(101,105)로부터 미세유체를 흡입하는 압력을 조절함으로써 세포의

포획을 조절할 수 있다. 즉, 유체 흡입 채널(104)은 미세유체를 흡입하는 압력, 미세유체를 흡입한 결과 포획된 세포를 미세구멍에 유지하는 압력, 및 포획된 세포를 배출하는 압력을 조절함으로써 세포의 포획을 조절한다. 이러한 압력 조절은 챔버(101,105)와 유체 흡입 채널(104) 내부를 흐르는 유체의 속도 차이에 의하여 조절하는 것이 가능하다.

- [0028] 챔버(101,105), 미세 채널(103), 유체 흡입 채널(104)은 유기 및 실리콘 계열의 경화성 고분자들(PMMA; polymethylmethacrylate, PDMS; polydimethylsiloxane 등), 감광체(Photoresist), 유리, 실리콘 등의 물질 중 하나로 형성될 수 있으며, 챔버(101,105)로 주입되는 미세유체는 세포, 단백질, 고분자성 입자 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0029] 또한, 하나 이상의 미세유체 배출부(미도시)가 챔버(101,105)를 흐르는 미세유체 및 미세 채널(103)에 포획되지 않은 세포를 배출하거나 모을 수 있으며, 유체 흡입 채널 배출부(미도시)가 유체 흡입 채널(104)을 흐르는 미세유체를 모을 수 있다.
- [0030] 미세 채널(103)에 포획된 세포들 간의 상호 작용 및 물질 전달이 원활히 일어나기 때문에, 이를 광학적 또는 전기적 방법에 의해 원활하게 관찰할 수 있으며, 유체 흡입 채널(104) 또는 챔버(101,105)를 통해 약물 등의 물질을 통과시킴으로써 미세 채널(103)에 포획된 세포에 작용하는 약물 등의 영향을 광학적 또는 전기적으로 원활하게 관찰할 수 있다. 세포들 간의 상호 작용 및 물질 전달을 관찰하기 위한 광학적인 방법으로는 형광(Fluorescence), 라만 산란(Raman scattering) 등이 있으며, 전극패턴을 집적화하여 전기 신호를 검출할 수도 있다.
- [0031] 미세 채널(103)과 챔버(101,105)는 유체 흡입 채널(104)을 기준으로 일정한 기울기 또는 각도를 갖고 있어 포획되는 세포의 분포와 세포에 작용하는 압력 분포를 조절할 수 있으며, 세포에 작용하는 압력의 세기를 최소화하고 그 분포를 균일하게 하는 것이 바람직하다. 또한 세포의 분포는 균일하고 포획된 세포는 단층을 형성하는 것이 바람직하다.
- [0032] 챔버(101,105) 및 미세 채널(103)은 두 개 이상 존재하여 서로 다른 종류의 세포를 동시에 포획할 수 있다. 또한 하나 이상의 약물 주입부가 유체 흡입 채널(104) 또는 챔버(101,105)로 약물을 흘려줄 수 있다. 챔버(101,105)와 연결된 미세유체 배출부(미도시)는 챔버(101,105)를 흐르는 미세유체 및 포획되지 않은 세포를 모을 수 있다. 한편, 유체 흡입 채널(104)과 연결된 유체 흡입 채널 배출부(미도시)는 유체 흡입 채널(104)을 흐르는 미세유체를 모을 수 있다.
- [0033] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 입자를 포획하는 미세유체 소자에 미세유체를 흘려주었을 때의 시뮬레이션 결과를 나타낸다.
- [0034] 한가지 이상의 세포(203)를 포함하는 미세유체와 또다른 한가지 이상의 세포 (204)를 포함하는 미세유체를 제1 챔버(201)와 제2챔버(202)를 통해 각각 흘려주고, 미세유체가 제1챔버(201)와 제2챔버(202)로부터 미세 채널(205,206)을 통과하여 흐름으로써 유체 흡입 채널(207)로 흡입되면, 각각의 챔버에 존재하는 세포(203, 204)가 미세 채널(205, 206)에 포획됨을 시뮬레이션 결과로 확인할 수 있다. 이때 압력 차이는 시뮬레이션 결과와 같으며 화살표 방향을 통해 미세유체의 흐름과 세포의 포획 방향을 확인할 수 있다.
- [0035] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 입자를 포획하는 미세유체 소자의 미세 채널(103)을 구성하는 미세구멍(205, 206)의 제작공정을 나타낸 도면이다.
- [0036] (a) 단계에서 실리콘 웨이퍼(302)위에 포토레지스트(Photoresist)(301)를 스핀 코팅한다. 스핀 코팅이란 회전하는 원판에 코팅 대상 물질을 고정시켜 놓고 슬러리(slurry)를 중앙에 떨어뜨려 원심력으로 슬러리가 퍼져 나가면서 막이 코팅되는 방법이다. 포토레지스트(301)는 자외선(Ultra Violet,UV)이 조사된 부분만 경화되는 Negative 포토레지스트인 SU-8인 것이 바람직하다.
- [0037] (b) 단계에서 스핀 코팅(Spin Coating)된 포토레지스트에 포토마스크(305)를 이용하여 패턴을 만들고자 하는 부분만 자외선(304)을 조사해 줌으로써 자외선이 조사된 부분의 포토레지스트만 경화시킨다. 이후 포토레지스트 부분을 디벨롭핑(developing)하여 원하는 패턴만 실리콘 웨이퍼(302) 위에 남게 한다.
- [0038] (c) 단계에서 패턴이 형성된 실리콘 웨이퍼(302) 위에 두번째 포토레지스트(306)를 붓는다.
- [0039] (d) 단계에서는 (b) 단계에서 제작한 패턴의 제작 방법과 동일하게 자외선(304)과 포토마스크(305)를 이용하여 두번째 패턴을 만든다. (d) 단계를 참조하면 (b) 단계에서 제작한 패턴과 (d) 단계에서 제작한 패턴이 구별되어

표시되어 있다.

- [0040] (e) 단계에서 (d) 단계까지 제작된 패턴 위에 PDMS(307)를 붓고 (d) 단계까지 제작된 패턴이 PDMS(307)에 형성될 수 있도록 일정 시간 경화한 후 이를 실리콘 웨이퍼(302)에 형성된 패턴으로부터 분리시킨다.
- [0041] (f) 단계에서 (e) 단계에서 분리된 PDMS(307)는 플라즈마(Plasma) 처리 후에 슬라이드 글라스(308)에 붙임으로써 미세 채널(103)을 구성하는 미세 구멍(205, 206)을 제작하게 된다.
- [0042] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 입자를 포획하는 미세유체 소자의 구조를 나타낸 것이다.
- [0043] 도 4에 도시한 바와 같이 본 발명의 다른 실시예에 따른 입자를 포획하는 미세유체 소자의 구조는 제1유체주입부(401), 제2유체주입부(402), 입자 포획부(405), 미세유체 배출부(406,407), 및 유체 흡입 채널 배출부(408)로 구성된다. 도 2를 참조하면, 입자 포획부(405)는 제1챔버(201), 제2챔버(202), 미세 채널(205, 206), 및 유체 흡입 채널(207)로 구성된다.
- [0044] 제1유체주입부(401)는 한가지 이상의 세포(403)를 포함하는 미세유체를 입자포획부(405)의 제1챔버(201)로 흘러보낸다.
- [0045] 제2유체주입부(402)는 한가지 이상의 세포(404)를 포함하는 미세유체를 입자포획부(405)의 제2챔버(202)로 흘러보낸다. 제1유체주입부(401)의 세포(403)와 제2유체주입부(402)의 세포(404)는 같은 종류일 수도 있고 다른 종류일 수도 있다.
- [0046] 제1유체 주입부(401)와 제2유체 주입부(402)에 의해 주입된 세포(403, 404)가 각각 A 방향과 B 방향으로 흘러가게 된다. 입자 포획부(405)의 유체 흡입 채널(207)이 제1챔버(201)와 제2챔버(202)를 흐르는 미세유체를 흡입함에 따라 세포들(403, 404)은 입자 포획부(405)를 구성하는 미세 채널(205, 206)에 포획된다.
- [0047] 제1유체주입부(401)에 의해 주입된 세포는 A 방향으로 흘러가다가 세포를 포획하는 입자 포획부(405)를 구성하는 미세 채널(205, 206)에 포획된다. 제2유체주입부(402)에 의해 주입된 세포는 B 방향으로 흘러가다가 세포를 포획하는 입자 포획부(405)를 구성하는 미세 채널(205, 206)에 포획된다. 제1유체 주입부(401)와 제2유체 주입부(402)에 의해 주입된 미세유체에 포함된 세포들 중 입자 포획부(405)에 포획되지 않은 세포 및 배지를 포함하는 미세유체는 미세유체 배출부(406, 407)로 흘러가게 된다.
- [0048] 이 때 입자 포획부(405)의 제1챔버(201)와 제2챔버(202) 또는 미세 채널(205,206)이 유체 흡입 채널(207)과 이루는 각도 또는 기울기에 따라 세포가 포획되는 분포 및 세포에 작용하는 압력이 달라질 수 있으며 기울기 또는 각도에 따라 세포의 포획을 다양하게 구성할 수 있다.
- [0049] 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 입자를 포획하는 미세유체 소자의 구조를 나타낸 것이다.
- [0050] 도 5에 도시한 바와 같이 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 입자를 포획하는 미세유체 소자의 구조는 제1유체주입부(501), 제2유체주입부(502), 입자 포획부(505), 미세유체 배출부(506,507) 및 유체 흡입 채널 배출부(508)로 구성된다. 도 2를 참조하면, 입자 포획부(505)는 제1챔버(201), 제2챔버(202), 미세 채널(205, 206), 및 유체 흡입 채널(207)로 구성된다.
- [0051] 제1유체주입부(501)는 한가지 이상의 세포(503)를 포함하는 미세유체를 입자포획부(505)의 제1챔버(201)로 흘러보낸다.
- [0052] 제2유체주입부(502)는 한가지 이상의 세포(504)를 포함하는 미세유체를 입자포획부(505)의 제2챔버(202)로 흘러보낸다. 제1유체주입부(501)의 세포(503)와 제2유체주입부(502)의 세포(504)는 같은 종류일 수도 있고 다른 종류일 수도 있다.
- [0053] 제1챔버(201)와 제2챔버(202)를 흐르는 미세유체를 미세 채널(205, 206)을 통해 유체 흡입 채널(207)로 뽑아내게 되면 양쪽의 세포(503, 504)가 미세 채널(205, 206)에 포획된다.
- [0054] 이때 입자 포획부(505)의 제1챔버(201)와 제2챔버(202) 또는 미세 채널(205,206)이 유체 흡입 채널(207)과 일정한 기울기 또는 각도를 가질 수 있으며 이로 인해 세포에 인가되는 미세유체의 압력을 최소화함으로써 세포가 미세 채널(205,206)에 골고루 포획되도록 조절할 수 있다. 또한 다양한 각도 중에서 45° 각도일 때 세포가 미세 채널(205,206)의 입구에 골고루 분포되며, 세포에 작용하는 압력분포가 균일하여 세포가 터지는 것을 방지할 수 있다.
- [0055] 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 입자를 포획하는 미세유체 소자의 구조를 나타낸 것이다.

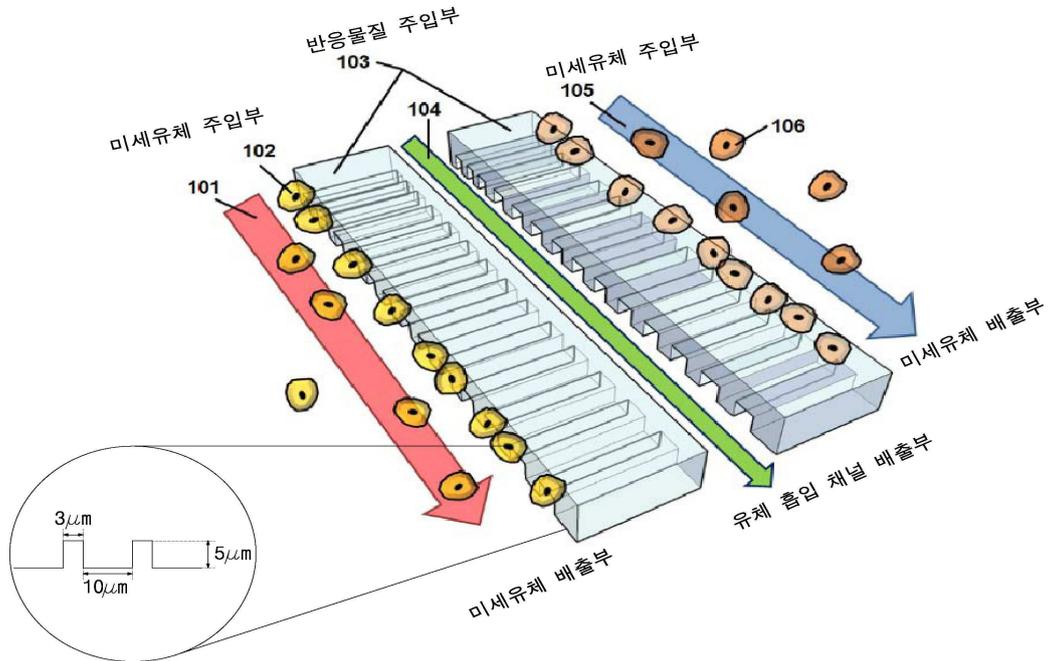
- [0056] 도 6에 도시된 입자를 포획하는 미세유체 소자는 도 5에 도시된 입자를 포획하는 미세유체소자에 반응물질 주입부(608)가 하나 이상 추가된 구조로, 유체 흡입 채널(207)을 통해 테스트를 위한 약물이나 시약이 주입될 수 있으며, 약물 또는 시약이 세포에 미치는 영향을 원활하게 관찰할 수 있도록 한다. 또한 유체 흡입 방향도 양방향인 것이 가능하도록 고안한 구조이다. 즉 C방향으로 미세유체가 흐르거나 그 반대방향으로 미세유체가 흐르도록 하는 것이 가능하다.
- [0057] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 미세유체 소자를 이용한 입자 포획방법의 흐름도이다.
- [0058] 본 발명의 일 실시예에 따른 입자를 포획하는 미세유체 소자를 이용한 입자 포획 방법을 도 2, 도 4 및 도 7을 참조하여 살펴보기로 한다.
- [0059] 710 단계에서 입자를 포획하는 미세유체 소자의 제1유체주입부(401)와 제2유체주입부(402)는 입자가 포함된 미세유체를 챔버(201,202)로 주입한다. 여기서 입자란 세포, 고분자성 입자 중 하나를 포함한다.
- [0060] 720 단계에서 입자를 포획하는 미세유체 소자의 입자 포획부(405)는 미세 채널(205, 206)을 통해 미세유체를 챔버(201,202)로부터 흡입한다. 흡입된 미세유체는 유체 흡입 채널(207)로 유입된다.
- [0061] 730 단계에서 입자를 포획하는 미세유체 소자의 입자 포획부(405)는 미세 채널(205,206)의 미세구멍입구에 미세 유체에 포함된 입자를 포획한다. 제1챔버(201)와 제2챔버(202)에 닿아있는 미세 채널(205,206)의 입구와 유체 흡입 채널(207)에 닿아 있는 미세 채널(205,206)의 출구와의 압력차에 의해 입자가 미세 채널(205,206)의 입구에 포획된다. 즉, 미세유체에 포함된 입자는 유체 흡입 채널(207)과 챔버(201,202) 간의 압력차에 의해 이동하는 미세유체에 의해 이동하여 포획된다. 이후 포획된 입자들 간의 상호 작용 및 물질전달과 이에 의한 입자의 변형을 관찰하고 분석하는 것이 가능하다.
- [0062] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

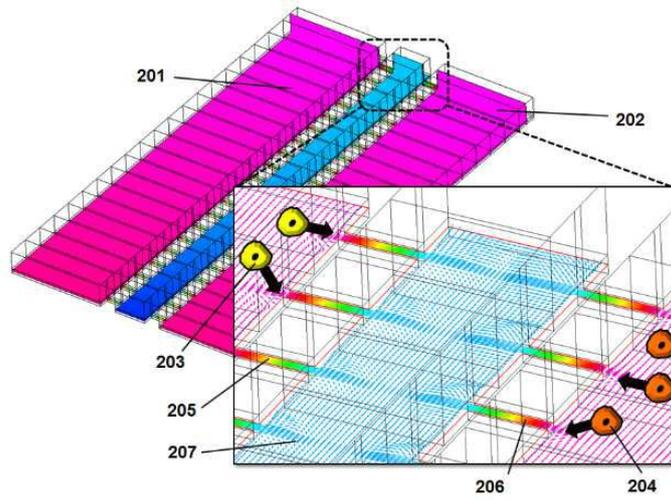
- [0063] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 입자를 포획하는 미세유체 소자의 개념도이다.
- [0064] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 입자를 포획하는 미세유체 소자에 미세유체를 흘려주었을 때의 시뮬레이션 결과를 나타낸다.
- [0065] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 입자를 포획하는 미세유체 소자의 미세 채널(103)을 구성하는 미세구멍(205, 206)의 제작공정을 나타낸 도면이다.
- [0066] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 입자를 포획하는 미세유체 소자의 구조를 나타낸 것이다.
- [0067] 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 입자를 포획하는 미세유체 소자의 구조를 나타낸 것이다.
- [0068] 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 입자를 포획하는 미세유체 소자의 구조를 나타낸 것이다.
- [0069] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 미세유체 소자를 이용한 입자 포획방법의 흐름도이다.

도면

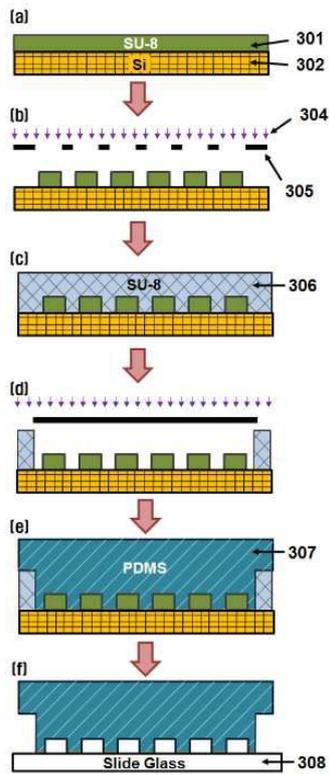
도면1



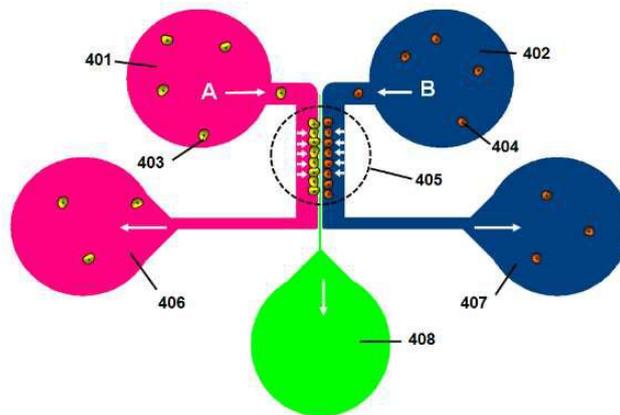
도면2



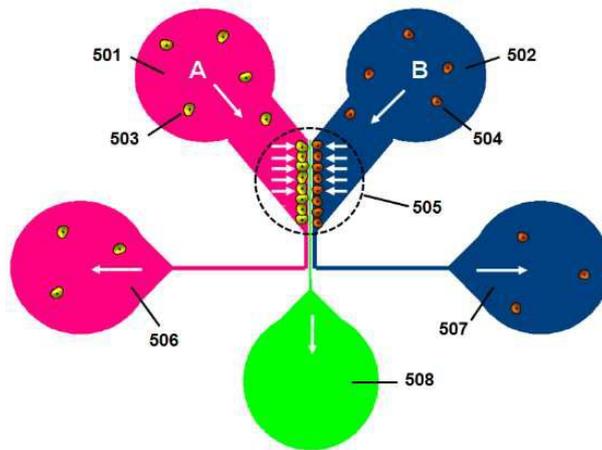
도면3



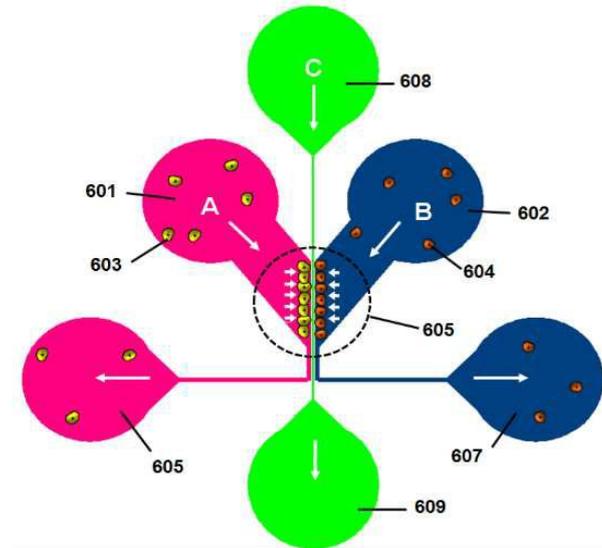
도면4



도면5



도면6



도면7

