



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0082664
(43) 공개일자 2018년07월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01F 3/04 (2006.01) B01F 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01F 3/04446 (2013.01)
B01F 2005/0091 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0002897
(22) 출원일자 2017년01월09일
심사청구일자 2017년01월09일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
정봉근
경기도 과천시 관문로 143 1110동 1004호 (중양동, 래미안에코팰리스아파트)
하장호
서울특별시 마포구 대흥로 131-1 402호 (대흥동, 금강오피스텔)
(74) 대리인
지현조

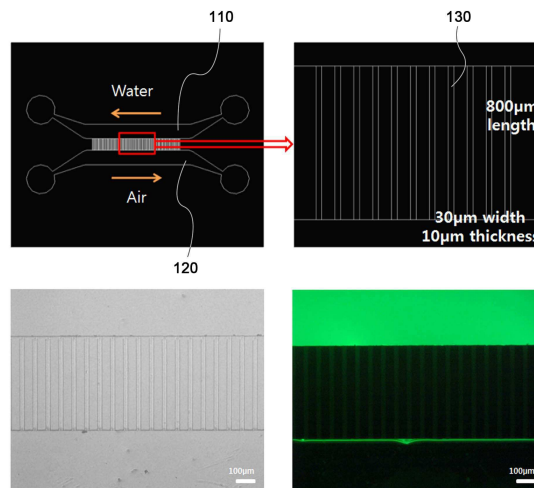
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 미세유체칩에서의 미세기포 생성방법 및 이를 위한 미세유체칩

(57) 요약

액체 채널, 기체 채널 및 양 채널을 연결하는 브릿지 채널을 포함하는 미세유체칩을 이용하여 미세기포를 생성하는 방법은, 액체 채널에는 단일 성분의 극성 액체 및 기체 채널에는 기체를 공급하는 단계, 기체 채널의 압력을 이용하여 브릿지 채널을 통해 액체 채널로 기체를 공급하는 단계, 및 공급된 기체가 단일 성분의 액체로 둘러싸인 미세기포를 생성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김태현

서울특별시 노원구 동일로182길 10(공릉동,
파크빌) 401호

이종민

경기도 안산시 상록구 구룡체육관로 24 301호 (이
동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016M3D3A1A01020784

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 C1가스리파이너리사업

연구과제명 미세기포의 거동분석 및 특성평가

기 여 율 40/100

주관기관 서강대학교

연구기간 2016.03.01 ~ 2017.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20150581

부처명 해양수산부

연구관리전문기관 한국해양과학기술진흥원

연구사업명 해양 고세균이용 바이오수소 생산 실용화 기술 개발

연구과제명 경제적인 CO 공급을 위한 마이크로시스템 개발

기 여 율 30/100

주관기관 서강대학교

연구기간 2016.08.01 ~ 2017.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015M3A9D7030461

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 바이오의료기술개발사업

연구과제명 Dark Matter 진단을 위한 일체형 미세유체 진단 플랫폼 기술개발

기 여 율 30/100

주관기관 서강대학교

연구기간 2016.06.01 ~ 2017.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

액체 채널, 기체 채널 및 상기 기체 채널과 상기 액체 채널을 연결하는 브릿지 채널을 포함하는 미세유체칩을 이용하여 미세기포를 생성하는 방법에 있어서,

상기 액체 채널에는 단일 성분의 극성 액체 및 상기 기체 채널에는 기체를 공급하는 단계;

상기 기체 채널의 압력을 이용하여 상기 브릿지 채널을 통해 상기 액체 채널로 상기 기체를 공급하는 단계; 및

공급된 상기 기체가 단일 성분의 상기 액체로 둘러 싸인 미세기포를 생성하는 단계;를 포함하는 미세유체칩에서의 미세기포 생성방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 극성 액체 및 상기 기체를 공급하는 단계 이전에,

상기 액체 채널 및 상기 브릿지 채널의 내벽에 친수성 코팅을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 미세유체칩에서의 미세기포 생성방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 친수성 코팅으로 트리톤 또는 TEOS(tetraethyl orthosilicate)를 이용하는 것을 특징으로 하는 미세유체칩에서의 미세기포 생성방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

트리톤을 이용하여 상기 친수성 코팅을 형성하는 단계에서,

상기 미세유체칩 내에 증류수 및 트리톤을 혼합한 용액을 공급하며, 상기 혼합한 용액을 공급한 후 소정의 시간 동안 유지한 후 상기 미세유체칩으로부터 배출하는 것을 특징으로 하는 미세유체칩에서의 미세기포 생성방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 액체 채널 및 상기 브릿지 채널 사이에 단차를 형성하되, 상기 액체 채널의 깊이를 상기 브릿지 채널보다 깊게 형성하는 것을 특징으로 하는 미세유체칩에서의 미세기포 생성방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

복수의 상기 브릿지 채널을 형성하되, 상기 브릿지 채널의 단차를 동일 또는 다르게 형성하여, 생성되는 미세기포의 크기도 동일 또는 다르게 형성되도록 하는 것을 특징으로 하는 미세유체칩에서의 미세기포 생성방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

복수의 상기 브릿지 채널이 상기 액체 채널 및 상기 기체 채널을 평행하게 연결하도록 형성하는 것을 특징으로 하는 미세유체칩에서의 미세기포 생성방법.

청구항 8

단일 성분의 극성 액체를 공급하는 액체 채널;

기체를 공급하는 기체 채널; 및

상기 기체 채널과 상기 액체 채널을 연결하는 브릿지 채널;을 포함하며,

상기 기체 채널의 압력을 이용하여 상기 브릿지 채널을 통해 상기 액체 채널로 상기 기체를 공급하고, 공급된 상기 기체가 단일 성분의 상기 액체로 둘러 싸인 미세기포를 생성하는 미세유체칩.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 액체 채널 및 상기 브릿지 채널의 내벽에 친수성 코팅이 형성된 것을 특징으로 하는 미세유체칩.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 친수성 코팅은 트리톤 또는 TEOS(tetraethyl orthosilicate)를 이용하는 것을 특징으로 하는 미세유체칩.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 액체 채널 및 상기 브릿지 채널 사이에 단차가 형성된 것을 특징으로 하는 미세유체칩.

청구항 12

제8항에 있어서,

복수의 상기 브릿지 채널이 상기 액체 채널 및 상기 기체 채널을 평행하게 연결하는 것을 특징으로 하는 미세유체칩.

청구항 13

액체 채널 및 기체 채널을 포함하는 미세유체칩을 이용하여 미세기포를 생성하는 방법에 있어서,

상기 액체 채널로부터 공급되는 액체 및 상기 기체 채널로부터 공급되는 기체가 혼합되는 영역에 노즐을 제공하는 단계; 및

상기 노즐에 단일 성분의 극성 액체 및 기체 채널로부터의 기체를 공급하여 미세기포를 생성하는 단계;를 포함하며,

상기 노즐의 주변 내벽이 친수성 코팅으로 처리되고,

공급된 상기 기체가 상기 노즐을 통과하면서 단일 성분의 상기 극성 액체로 둘러 싸인 미세기포로 공급되는 것을 특징으로 하는 미세유체칩에서의 미세기포 생성방법.

청구항 14

단일 성분의 극성 액체를 공급하는 액체 채널;

기체를 공급하는 기체 채널; 및

상기 액체 채널로부터 공급되는 액체 및 상기 기체 채널로부터 공급되는 기체가 혼합되는 영역에 형성된 노즐;을 포함하며,

상기 노즐의 주변 내벽이 친수성 코팅으로 처리되고,

공급된 상기 기체가 상기 노즐을 통과하면서 단일 성분의 상기 극성 액체로 둘러 싸인 미세기포로 공급되는 것을 특징으로 하는 미세유체칩.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 미세유체칩에서 미세기포를 생성하기 위한 방법에 관한 것으로서, 오일을 사용하지 않고 물을 사용하여 미세기포를 생성하기 위한 방법 및 그 방법을 사용한 미세유체칩에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 미세유체칩에서 드랍렛(droplet)을 생성하기 위해서, 서로 다른 상의 두 종류의 유체를 사용하는데, 하나의 유체가 다른 유체를 끊어주면서 드랍렛을 형성할 수 있다. 유체를 끊어주기 위한 종래의 방법에 따르면, 오일이 주로 사용되는데, 오일은 소수성이기 때문에 마이크로칩을 형성하는 PDMS(폴리디메틸실록산) 채널 벽면에 달라 붙는 경우가 많으며, 이렇게 드랍렛을 형성한 다음에는 마이크로칩에서 오일을 제거해야 하는 워싱 단계가 필요하며, 현실적으로 재사용에 어렵다는 단점이 있다.

[0003] 종래에는 복잡한 단계를 거쳐서 작은 사이즈의 미세기포 형성하는 것이 가능하다. 예를 들어, 한국공개특허 제 2013-0109876호는 "고분자 기반 마이크로 액적 제조 초미세 유체칩 및 이를 이용한 고분자 기반 마이크로 액적 제조 방법"에 대한 것으로서, 미생물이 도입된 크기와 모양이 균일한 마이크로 액적을 형성하는 초미세 유체칩 및 화학적 촉진제를 사용하여 모노머를 경화시키고 폴리머를 형성하는 화학적 경화법을 이용하여 초미세 유체칩 내에서 실시간으로 미생물이 도입된 마이크로 액적을 제조하는 방법을 개시하고 있다. 이 공개발명에 따르면, 고집적 마이크로 구조를 이용한 다중 병렬채널 처리를 통해 크기와 모양이 균일한 마이크로 액적을 대량으로 형성하지만, 역시 오일 주입구를 통해서 오일을 지속적으로 주입하기 때문에 워싱작업의 문제가 발생한다.

[0004] 또한, 미국공개 제2014-0206007호는 "미세유체 시스템"에 관한 것으로서, 미세유체 카트리지와 미세유체 카트리지에 가깝게 배열된 전자기 드랍렛 액츄에이터를 포함하며, 미세유체 카트리지는 인접 웰 사이의 위상 배리어 구조물을 가진 복수의 드랍렛 웰을 포함한다. 이 미국공개특허에 따르면, 위상 배리어 구조물은 자기 입자와 재료가 각각의 웰 안에 있는 드랍렛을 제한하면서 인접 웰 사이를 지나가도록 하면서 드랍렛을 형성한다.

[0005] 또한, 미국공개 제2016-0339430호는 "미세유체칩 상에서 수용액의 드랍렛을 생성하기 위한 방법과 시스템"에 관한 것으로서, 이 미국공개특허에서의 드랍렛 발생기는 수용액의 드랍렛을 미세유체칩 내에 통합되어 제공하며, 칩 채널의 네트워크에서 이동해 드랍렛이 규정되는 방식으로 온칩 트랩에서의 캡처될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 미세기포 생성을 위해 오일 대신 물을 사용하여 별도의 워싱 스텝을 거치지 않고 재사용이 가능한 미세기포 생성방법 및 이를 위한 미세유체칩을 제공한다.

[0007] 본 발명은 미세기포의 사이즈를 작게 생성하여 전체 표면적을 크게 할 수 있으며, 결과적으로 높은 물질 전달계수를 가지게 되어 생성뿐만 아니라 운반 및 처리가 용이한 미세기포 생성방법 및 이를 위한 미세유체칩을 제공한다.

[0008] 본 발명은 단순한 구조와 저렴한 칩의 가격으로 공장 또는 연구실에서 발생하는 유해 기체를 처리하거나 수질 개선 및 수산물 세척 등의 산업 시스템에 사용할 수 있는 미세기포 생성방법 및 이를 위한 미세유체칩을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상술한 본 발명의 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 예시적인 일 실시예에 따르면, 액체 채널, 기체 채널 및 양 채널을 연결하는 브릿지 채널을 포함하는 미세유체칩을 이용하여 미세기포를 생성하는 방법은, 액체 채널에는 단일 성분의 극성 액체 및 기체 채널에는 기체를 공급하는 단계, 기체 채널의 압력을 이용하여 브릿지 채널을 통해 액체 채널로 기체를 공급하는 단계, 및 공급된 기체가 단일 성분의 액체로 둘러 싸인 미세기포를 생성하는 단계를 포함한다.

[0010] 단일 성분의 액체가 공급되는 액체 채널에 브릿지 채널을 통해서 기체가 공급되며, 브릿지 채널에서 배출되는 기체가 액체에 의해서 끊어지면서 미세 기포를 형성할 수가 있다. 기존에는 미세기포를 형성하기 위해서 오일을

함께 공급하여야 하지만, 본 발명에서는 극성 액체, 예를 들어 물 하나만 이용하여 미세기포를 생성할 수 있다.

[0011] 극성 액체 및 기체를 공급하는 단계 이전에, 액체 채널 및 브릿지 채널의 내벽에 친수성 코팅을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있으며, 친수성 코팅을 형성하기 위해서 트리톤 또는 TEOS(tetraethyl orthosilicate) 등을 이용할 수 있다. 구체적으로, 미세유체칩 내에 증류수 및 트리톤을 혼합한 용액을 공급할 수 있으며, 바람직하게는 트리톤의 부피비는 약 1%로 희석하여 사용할 수 있고, 혼합한 용액을 공급한 후 10~30분 채널 내에 유지한 후 미세유체칩으로부터 배출할 수 있다.

[0012] 액체 채널에 비해 브릿지 채널의 단면을 작게 형성하는 경우, 미세기포를 형성하는 데에 유리할 수 있다. 따라서, PDMS로 미세유체칩을 형성함에 있어서 액체 채널 및 브릿지 채널 사이에 단차를 형성하되, 액체 채널의 깊이를 브릿지 채널보다 깊게 형성할 수가 있다.

[0013] 브릿지 채널은 적어도 하나가 형성될 수 있지만, 바람직하게는 복수의 브릿지 채널을 형성하되, 브릿지 채널들이 액체 채널 및 기체 채널을 평행하게 연결하도록 형성할 수도 있다.

[0014] 본 발명의 바람직한 예시적인 일 실시예에 따르면, 미세유체칩은 단일 성분의 극성 액체를 공급하는 액체 채널, 기체를 공급하는 기체 채널, 및 기체 채널과 액체 채널을 연결하는 브릿지 채널을 포함하며, 기체 채널의 압력을 이용하여 브릿지 채널을 통해 액체 채널로 기체를 공급하고, 공급된 기체가 단일 성분의 상기 액체로 둘러싸인 미세기포를 생성할 수 있다.

[0015] 참고로, 기존에는 주로 오일을 이용하여 드랍렛을 생성하였으며, 재사용을 위해 칩 외부에서 별도의 워싱 처리를 진행하였다. 본 발명은 이 문제를 해결하기 위한 것으로서, 극성 액체로서 물을 사용할 수 있지만, 물은 큰 표면장력을 갖기 때문에 반지름이 큰 미세기포 또는 드랍렛이 생성될 수 있다. 이에 따라 미세기포의 사이즈를 줄이기 위해 미세유체 채널을 좁게 만들 경우, 큰 중형비를 가지는 미세기포가 생성되지만, 미세기포의 표면적이나 부피에는 큰 차이가 없을 수 있다.

[0016] 본 발명의 바람직한 예시적인 일 실시예에 따르면, 액체 채널 및 기체 채널을 포함하는 미세유체칩을 이용하여 미세기포를 생성하는 방법은, 액체 채널로부터 공급되는 액체 및 상기 기체 채널로부터 공급되는 기체가 혼합되는 영역에 노즐을 제공하는 단계, 및 노즐에 단일 성분의 극성 액체 및 상기 기체 채널로부터의 기체를 공급하여 미세기포를 생성하는 단계를 포함하며, 상기 노즐의 주변 내벽이 친수성 코팅으로 처리되고, 공급된 기체가 노즐을 통과하면서 단일 성분의 극성 액체로 둘러싸인 미세기포로 공급되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명의 바람직한 예시적인 일 실시예에 따르면, 미세유체칩은 단일 성분의 극성 액체를 공급하는 액체 채널, 기체를 공급하는 기체 채널, 및 액체 채널로부터 공급되는 액체 및 기체 채널로부터 공급되는 기체가 혼합되는 영역에 형성된 노즐을 포함하며, 상기 노즐의 주변 내벽이 친수성 코팅으로 처리되고, 공급된 기체가 노즐을 통과하면서 단일 성분의 극성 액체로 둘러싸인 미세기포로 공급되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 미세기포 생성방법 및 미세유체칩에 따르면, 트리톤 또는 TEOS 등을 이용하여 친수성을 갖도록 채널을 코팅하고, 오일 없이 극성 액체(ex. 물)과 공기만 사용하여 드랍렛을 생성하는 미세유체칩을 개발할 수 있다. 이 칩은 일반적으로 물을 사용하는 것이 가능하기 때문에 별도의 워싱 없이 재사용이 가능하며, 간단한 구조로 반지름이 작은 구형의 미세기포를 생성할 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명의 미세기포 생성방법에서는 다른 높이 채널을 가진 사다리 형태의 미세유체칩에서 미세유체 채널의 디자인에 관계없이 안정적으로 미세기포를 생성할 수 있다는 것을 확인하였다. 결과적으로 물질전달계수를 높게 하여, 산업 공장 및 연구실에서는 실험 중 발생한 유해 기체를 안전하게 처리하는 데에 사용될 수 있으며, 식품 분야에서는 수산물에 포함된 유해 물질을 기존보다 더 깨끗하게 세척할 수 있고, 수질 개선 및 환경시스템을 보존하는 데에도 응용이 가능하다. 이 외에도 크기가 작은 어떤 물질을 운반하는 시스템 개발에 폭 넓게 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 미세유체칩 및 그 미세유체칩을 이용한 미세기포 생성방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 미세유체칩을 이용하여 미세기포를 형성하는 과정에 공기의 압력의 영향을

설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 미세유체칩을 이용하여 미세기포를 형성하는 과정에서 트리톤 코팅의 영향을 설명하기 위한 도면이다.

도 4 및 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 미세유체칩을 이용하여 미세기포를 형성하는 과정에서 채널 형상 및 배열의 영향을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 참고로, 본 설명에서 동일한 번호는 실질적으로 동일한 요소를 지칭하며, 상기 규칙 하에서 다른 도면에 기재된 내용은 인용하여 설명할 수 있고, 당업자에게 자명하다고 판단되거나 반복되는 내용은 생략될 수 있다.
- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 미세유체칩 및 그 미세유체칩을 이용한 미세기포 생성방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0023] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 미세유체칩(100)은 단일 성분의 극성 액체를 공급하는 액체 채널(110), 기체를 공급하는 기체 채널(120), 및 기체 채널(120)과 액체 채널(110)을 연결하는 복수의 브릿지 채널(130)을 포함한다.
- [0024] 참고로, 본 실시예에서 극성 액체로는 일반적인 물을 사용하고, 기체로는 공기를 사용하지만, 다른 실시예는 이에 한정되지 아니하며 극성 액체로 물 이외의 액체 또는 용액을 사용할 수 있고, 기체로도 공기 이외의 다른 기체가 사용될 수가 있다. 또한, 단일 성분이라 하면, 액체 또는 용액을 포함하는 의미로 해석될 수 있으며, 다른 극성을 갖거나 서로 혼합되지 않는 경우가 아닌 경우를 포함하는 것으로 해석될 수 있다. 따라서, 단일 성분의 액체라 하면, 화학적으로 단일 성분인 경우는 물론 혼합된 형태의 용액 등도 포함된다고 할 수 있다.
- [0025] 미세유체칩(100)에서는 기체 채널(120)의 압력을 이용하여 브릿지 채널(130)을 통해 액체 채널(110)로 공기가 공급될 수 있으며, 공급된 공기는 단일 성분으로서의 물에 둘러 싸인 형태로 미세기포를 생성할 수 있다.
- [0026] 미세유체칩(100)의 채널 전부가 친수성 코팅될 수 있으며, 적어도 액체 채널(110) 및 브릿지 채널(130)의 내벽에 친수성 코팅이 형성될 수가 있다. 본 실시예에서는 트리톤을 이용하여 코팅하는 방법을 설명하지만, 다른 실시예에서는 TEOS(tetraethyl orthosilicate) 등과 같이 채널을 친수성을 코팅할 수 있는 다른 재료 또는 다른 처리(ex. 플라즈마)를 이용할 수도 있다.
- [0027] 미세유체칩(100)은 PDMS 등의 재질을 이용할 수 있으며, 이들의 포토리소그래피 공정을 통해서, 구체적으로 적어도 2단계의 포토리소그래피 공정을 통해서 제작될 수 있다. 위 고정을 통해서 액체 채널(110) 및 브릿지 채널(130) 사이에 단차가 형성되도록 할 수 있다. 즉, 높이가 다른 사다리 형태의 미세유체칩(100)을 제작하기 위하여 약 10 μ m 높이로 브릿지 채널을 먼저 만들고, 그 다음 약 100 μ m 높이의 채널을 제작할 수 있다.
- [0028] 위와 같이, 액체 채널(110)과 2단계의 포토리소그래피 공정을 통해 공기와 물이 흐르는 채널과 그 사이를 연결하는 브릿지 채널의 높이를 다르게 하였다. 즉, 10 μ m 높이로 브릿지 채널을 먼저 만들고, 그 다음 100 μ m 높이의 채널을 제작하였다. 이와 같이 브릿지 채널의 높이를 낮게 만들 경우, 작은 사이즈의 미세기포를 만드는 데에 더욱 유리하다.
- [0029] 또한, 도시된 바와 같이, 복수의 브릿지 채널(130)이 약 80 μ m의 길이로 액체 채널(110) 및 기체 채널(120)을 평행하게 연결하며, 깊이는 약 10 μ m이고 폭이 약 30 μ m를 갖도록 형성될 수 있다.
- [0030] 액체 채널(110) 및 브릿지 채널(130)의 내벽에 트리톤으로 코팅하기 위해서, 미세유체칩(100)의 모든 채널에 트리톤을 채워 기존에 존재하던 공기를 제거할 수 있다. 이를 위해서 약 10분간 상온에 두어 미세유체칩(100)을 형성하는 PDMS 채널의 표면을 코팅할 수 있다. 이때, 사용한 트리톤은 3차 증류수에 약 1% 부피비로 희석하여 사용할 수 있다.
- [0031] 그 다음, 액체 채널(110)에는 약 10 μ l/min의 유량으로 물을 주입할 수 있으며, 기체 채널(120)에는 약 5psi의 압력으로 공기를 주입할 수 있다.
- [0032] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 미세유체칩을 이용하여 미세기포를 형성하는 과정에 공기의 압력의 영향을 설명하기 위한 도면이다.

[0033] 도 2를 참조하면, 공기가 브릿지 채널(130)을 통해 액체 채널(110), 즉 물 쪽으로 흐르면서 미세기포가 생성될 수 있다. 형성되는 미세기포의 크기를 측정한 결과, 미세기포는 평균적으로 20.01 μm 의 크기로 가지고 있음을 확인할 수 있다.

[0034] 압력에 따라 다른 변화가 있는지를 확인하기 위해, 기체 채널(120)을 통해 공기를 약 6psi와 약 7psi의 압력으로 주입하였다. 각각에 대해 미세기포 크기를 측정하여 약 5psi로 주입했을 때와 비교해보니, 약 6psi의 압력으로 주입한 경우에는 미세기포가 평균 약 $20.11\mu\text{m}$ (6psi) 크기로 생성되었으며, 약 7psi의 압력으로 주입한 경우에는 미세기포가 평균 약 $22.59\mu\text{m}$ (7psi) 크기로 생성되었다.

[0035] 즉, 기체 채널(120)의 압력을 약 5psi, 약 6psi 및 약 7psi로 변경하여도, 공기의 압력과는 실질적으로 관계 없이 거의 균일한 크기의 미세기포가 생성되었음을 확인할 수 있다.

[0036] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 미세유체칩을 이용하여 미세기포를 형성하는 과정에서 트리톤 코팅의 영향을 설명하기 위한 도면이다.

[0037] 도 3을 참조하면, 미세유체칩에서 트리톤 코팅을 했을 때(b)와 그렇지 않았을 때(a), 미세기포가 어떻게 생성되는지를 비교할 수 있다. 트리톤 코팅을 하지 않았을 때(a)는 미세기포가 매우 크게 생성되는 반면, 트리톤 코팅을 하면(b) 미세기포의 크기가 약 $20\mu\text{m}$ 내외로 형성되는 것을 확인할 수 있다.

[0038] 이를 통해 사전에 트리톤 처리를 하면, 마이크로 채널의 높이와 직경이 같더라도, 더 작은 사이즈의 미세기포를 균일하게 생성할 수 있음을 확인할 수 있다.

[0039] 도 4 및 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 미세유체칩을 이용하여 미세기포를 형성하는 과정에서 채널 형상 및 배열의 영향을 설명하기 위한 도면이다.

[0040] 도 4 및 도 5를 참조하면, 단순한 구조, 즉 노즐 형태의 칩을 사용하여 동일한 실험을 진행할 수 있다. 즉, 도 5의 (a)는 노즐 형태의 채널에서 트리톤 코팅을 하지 않을 것이고, 도 5의 (b)는 노즐 형태의 채널에서 트리톤 코팅을 한 것이다. 도 5의 (a)와 (b)를 비교하면, 트리톤 처리를 통해 미세기포의 사이즈를 작게 하는 기술이 단순한 구조의 미세유체칩에서도 응용이 가능함을 확인할 수 있다.

[0041] 이를 위해 약 40 μm 의 높이를 가지는 미세유체칩을 제작하고, 두 개의 인렛에 각각 물과 공기를 주입하였다. 물과 공기는 동시에 하부의 약 20 μm 크기의 노즐을 통과하여 분출되고, 물에 의해 공기가 끊어지면서 미세기포를 생성할 수 있다.

[0042] 이와 같은 구조의 미세유체 칩에서도 트리톤 처리를 했을 때와 하지 않았을 때를 비교하여 미세기포의 생성을 비교하였다. 이전 실험과 동일하게 트리톤 처리를 하지 않은 경우에는 기포가 불균일하고, 크기가 매우 커지게 됨을 확인할 수 있었고, 트리톤 처리를 했을 때의 미세기포의 크기 역시 이전과 동일한 20~30 μm 정도로 측정되었다.

[0043] 상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술분야의 숙련된 당업자라면 하기의 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

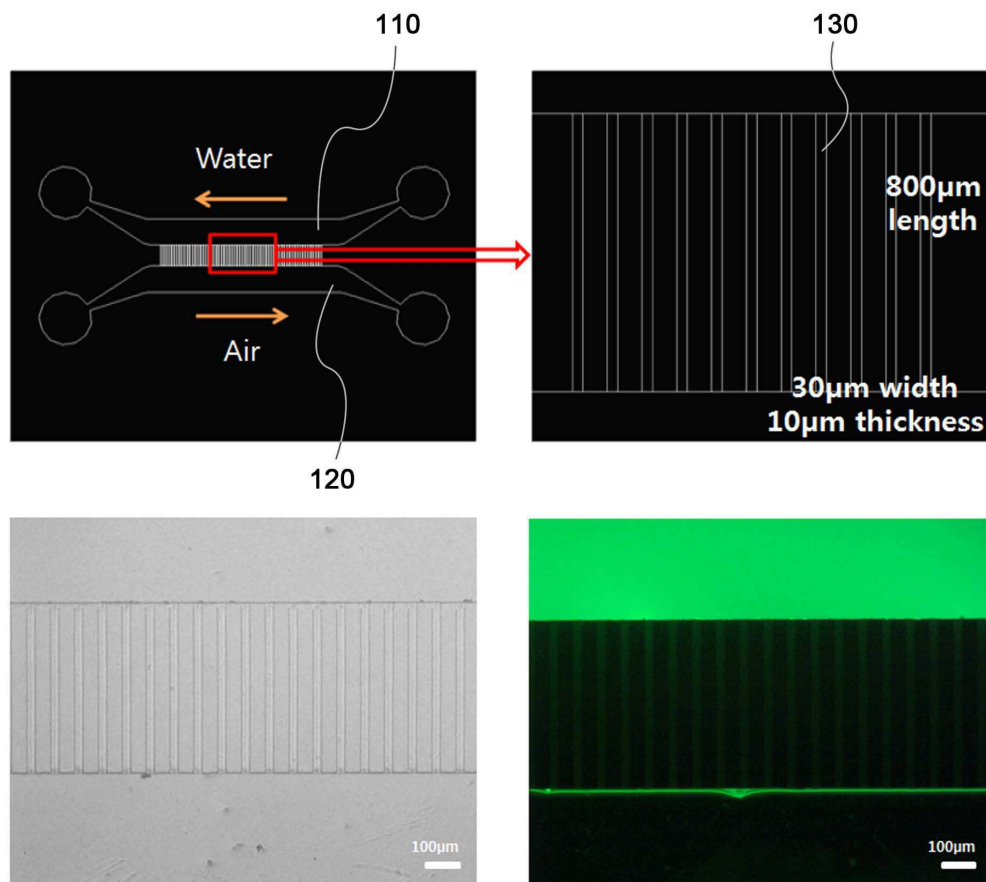
부호의 설명

[0044] 110 : 액체 채널 120 : 기체 채널

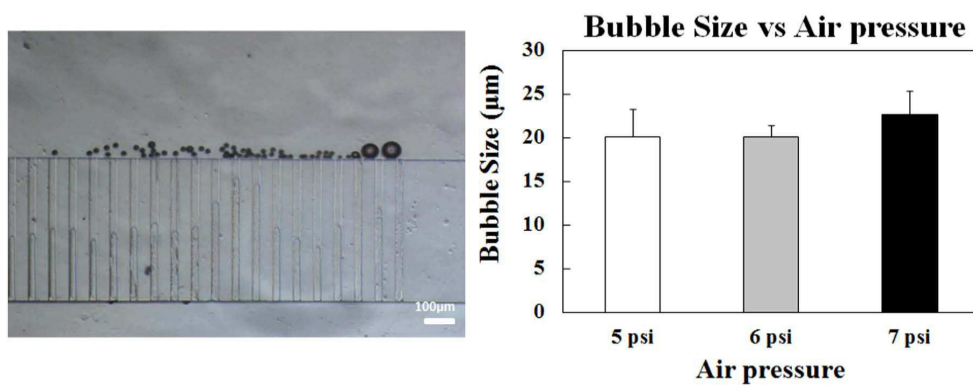
 130 : 브릿지 채널

도면

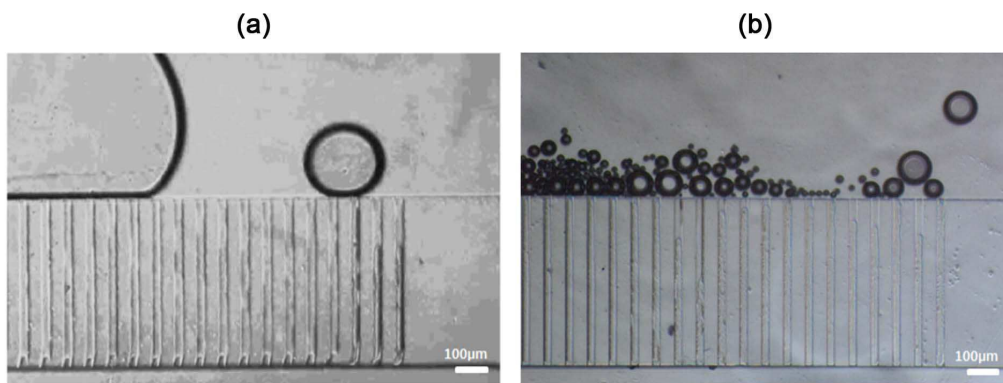
도면1



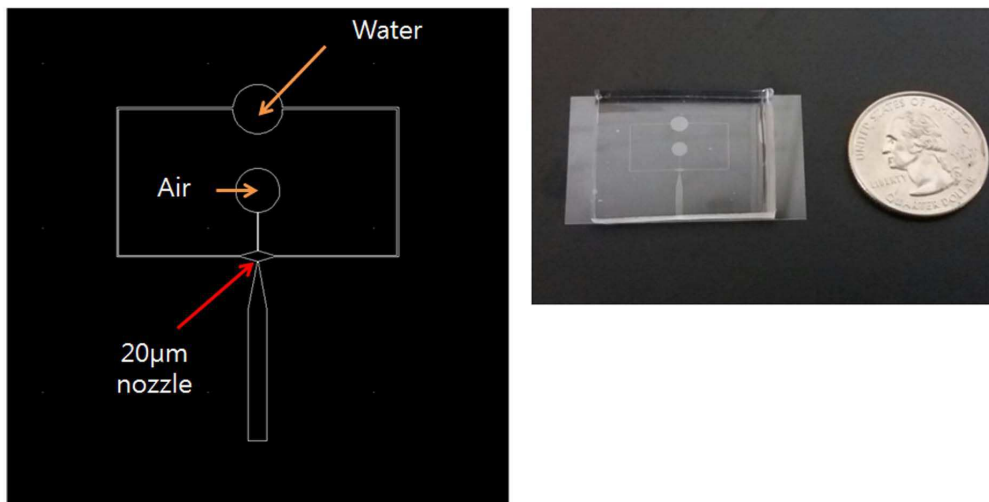
도면2



도면3



도면4



도면5

