

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0063109
(43) 공개일자 2022년05월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03H 9/17 (2006.01) *C12N 5/07* (2010.01)
H03H 9/02 (2006.01) *H03H 9/56* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H03H 9/172 (2013.01)
C12N 5/06 (2022.05)
- (21) 출원번호 10-2021-0152936
 (22) 출원일자 2021년11월09일
 심사청구일자 2021년11월09일
- (30) 우선권주장
 1020200148472 2020년11월09일 대한민국(KR)

- (71) 출원인
 고려대학교 산학협력단
 서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
- (72) 발명자
 임채승
 경기도 안양시 동안구 동편로 135, 402동 903호(관양동, 동편마을)
- 남정훈
 서울특별시 성북구 솔샘로 120, 125동 510호 (정릉동, 정릉풍림아파트)
- 임현정
 인천광역시 연수구 인천타워대로132번길 9, B동 3910호 (송도동, 롯데몰 송도 캐슬파크)
- (74) 대리인
 특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 상판 삽입형 음향파 소자

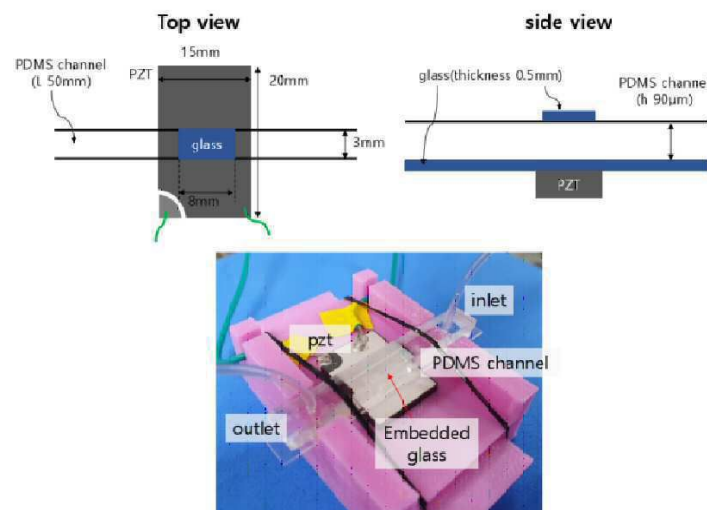
(57) 요약

본 발명의 일 측면에 따르면, 압전소자; 및 상기 압전소자 상에 배치되며 유체가 흘러갈 수 있는 공간을 갖는 PDMS(Polydimethylsilane) 채널; 을 포함하고, 상기 채널의 상부 천장에 기관이 삽입되는 것을 특징으로 하는, 벌크 탄성파(Bulk acoustic wave; BAW)용 상판 삽입형 소자가 개시된다.

이를 통해, 별도의 고가의 미세전극 패터닝 과정 없이 탄성파 기반 미세유체 및 입자/세포 제어에 활용할 수 있으며, 벌크 탄성파 소자에 활용할 수 있다.

또한, 미세유체채널 내에서의 벌크 탄성파의 국부적 조절이 가능하며, 다양한 형태의 탄성파를 추가적으로 활용할 수 있다는 장점이 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H03H 9/02543 (2013.01)

H03H 9/564 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711108599
과제번호	2020R1A2C1014460
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	액체 생검을 위한 혈중 나노 시료 전처리 및 고감도 센서 통합 분석시스템 개발
기 여 율	0.5/1
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1465031664
과제번호	HR20C0021020020
부처명	보건복지부
과제관리(전문)기관명	한국보건산업진흥원
연구사업명	연구중심병원육성(R&D)
연구과제명	신종 감염병 초고속 정밀진단기술 개발 및 사업화
기 여 율	0.5/1
과제수행기관명	고려대학교 구로병원
연구기간	2020.07.16 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

압전소자; 및

상기 압전소자 상에 배치되며 유체가 흘러갈 수 있는 공간을 갖는 PDMS(Polydimethylsilane) 채널; 을 포함하고,

상기 채널의 상부 천장에 기관이 삽입되는 것을 특징으로 하는, 벌크 탄성파(Bulk acoustic wave; BAW)용 상판 삽입형 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기관은, 유리, 실리콘 및 금속으로부터 선택된 하나 이상으로 이루어진 것을 특징으로 하는, 벌크 탄성파용 상판 삽입형 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 기관은, 식각 패터닝된 기관인 것을 특징으로 하는, 벌크 탄성파용 상판 삽입형 소자.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 식각 패터닝된 기관은, 직선형, 대각선형, 물결형 및 반구형으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 패턴을 갖는 것을 특징으로 하는, 벌크 탄성파용 상판 삽입형 소자.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 반구형 패턴은 격자 구조로 배치된 것을 특징으로 하는, 벌크 탄성파용 상판 삽입형 소자.

청구항 6

플레이트 바닥부에 단면 테이프 기반 채널 몰드를 부착하는 단계;

상기 몰드 상에 배치할 기관의 크기만큼 PDMS 를 도포한 후, 도포된 PDMS 상에 기관을 배치하는 단계;

상기 도포된 PDMS 를 경화시키는 단계;

상기 플레이트에 기관이 잠길만큼 PDMS 를 첨가하고 경화시키는 단계; 및

경화된 PDMS 를 플레이트 및 상기 테이프 기반 채널 몰드로부터 분리하는 단계;

를 포함하는, 벌크 탄성파용 상판 삽입형 소자의 제조 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 기판은, 유리, 실리콘 및 금속으로부터 선택된 하나 이상으로 이루어진 것을 특징으로 하는, 벌크 탄성파용 상판 삽입형 소자의 제조 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 기판을 직선형, 대각선형, 물결형 및 반구형으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 패턴을 갖도록 식각 공정을 추가적으로 실시하는 것을 특징으로 하는, 벌크 탄성파용 상판 삽입형 소자의 제조 방법.

청구항 9

벌크 탄성과 및 상판 삽입형 소자를 이용한 세포 농축 방법에 있어서,

상기 상판 삽입형 소자는,

압전소자; 및

상기 압전소자 상에 배치되며 유체가 흘러갈 수 있는 공간을 갖는 PDMS(Polydimethylsilane) 채널; 을 포함하고,

상기 채널의 상부 천장에 기판이 삽입되어 있는 것을 특징으로 하는, 세포 농축 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 기판은, 유리, 실리콘 및 금속으로부터 선택된 하나 이상으로 이루어지고,

직선형, 대각선형, 물결형 및 반구형으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 패턴으로 식각 패턴링된 기판인 것을 특징으로 하는, 세포 농축 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 음향과 기반 세포 제어(농축, 분리, 세척)를 위한 소자에 관한 것이며, 보다 상세하게는 기존 압전 소자 기반 세포 제어 소자의 한계점을 해결하는 소자 제작법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 혈액은 적혈구($4\sim6\mu\text{m}$), 백혈구($9\sim15\mu\text{m}$), 혈소판($\sim2\mu\text{m}$)이 혈장에 부유되어 있으며, 혈장은 혈액의 약 55%의 부피를 차지한다. 혈장 내에는 다양한 바이오마커(혈장 단백질, 혈액 응고 인자, 포도당, 호르몬 등)가 부유되어 있으며, 그 외에도 박테리아($\sim\mu\text{m}$), 바이러스($\sim\text{수십}\sim\text{수백nm}$), 순환종양세포($14\sim27\mu\text{m}$) 등이 포함되어 있다.

[0004] 혈액 내의 이러한 바이오마커, 질환관련 세포를 분석 및 평가하는 것은 질병 진단 및 생리학/병리학 분석 연구에 중요한 역할을 한다. 그러나 다양한 물리적 특징(예를 들어, 크기)을 갖는 이와 같은 대상물은 대상 시

료 내에 극히 희박한 농도로 존재하기 때문에 분석 이전에 생화학적/생물리적 특성을 기반으로 분리 및 농축, 세척하는 기술이 요구된다. 또한 혈액 내에 높은 농도로 포함된 적혈구, 백혈구, 혈소판은 정확한 진단 분석을 방해한다.

[0005] 혈액으로부터 대상 세포나 미세입자를 분리하기 위하여 주로 사용되는 기존 표준 방식은 원심분리이다. 그러나 원심분리는 비싸고 큰 장비가 필요하며, 많은 양의 샘플 및 긴 처리시간이 필요하다.

[0006] 이러한 한계점을 해결하기 위하여 미세유체역학 기반 소자 기술의 개발이 이루어지고 있다. 미세유체역학 기술은 외력 사용 유무에 따라 능동적 방식과 수동적 방식으로 나눌 수 있다. 수동적 방식은 외력을 이용하지 않는, 미세유동채널의 구조 및 유동특성을 이용하는 방식으로, 정교한 미세유동채널 설계 및 이 과정에서의 복잡한 제작과정의 필요 등의 단점이 있다. 한편, 능동적 방식은 외력을 이용하는 방식으로, 외력으로 전기, 자성, 광학, 압력 등이 이용되며, 외력을 이용하기 때문에 유체 및 입자/세포 제어 시간이 크게 단축되며, 가변적 제어가 가능하다는 장점이 있다.

[0007] 능동적 방식 중 음향과 기반의 미세유체소자 기술은 비침습적이며 사용이 간편하고 다른 미세유체소자 기술과의 통합에 용이하다는 장점을 가지고 있다. 음향과 소자는 압전소자(PZT)를 이용하여 발생하는 벌크 탄성파(Bulk acoustic wave, BAW)와 미세전극이 패터닝된 압전기판을 통해 발생하는 표면 탄성파(surface acoustic wave, SAW)로 나눌 수 있다.

[0008] 표면 탄성파 소자는 미세전극 패터닝을 통해 국부적인 영역에 탄성파를 전달할 수 있다는 장점이 있으나, 복잡한 반도체 식각공정을 통한 미세전극의 공정이 필요하고, 이를 위해서는 고가의 특수 공정 시설이 요구된다는 한계점이 있다. 한편 벌크 탄성파 소자는 압전소자 전체의 진동을 통해 전달되는 탄성파력을 이용하여 세포를 제어하는 것으로서 국부적인 영역 제어는 불가능하지만, 고가의 전극 공정이 불필요하다는 장점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 기존 벌크 탄성파 소자는 연속 유동 내에서의 세포 제어(분리, 농축 및 세척)를 위하여 실리콘, 유리 등 경도가 높은 소재를 이용하여 미세유동채널을 구성하였다. 그러나, 실리콘 기반 미세유체소자의 경우 현미경을 통한 가시화가 어려우며, 실리콘, 유리 등을 이용하여 미세유동채널을 제작하기 위해서는 복잡한 식각 공정을 거쳐야 한다는 한계점이 존재하였다.

[0011] 최근 이를 해결하기 위하여 상용화된 유리 모세관(glass capillary)을 활용하는 연구가 이루어졌으며, 유리 모세관은 다양한 치수(너비 및 높이)로 상용화되어 있어 다양한 크기의 모세관을 이용할 수 있다는 장점이 존재한다. 그러나, 상용화된 모세관은 원형 또는 직사각형 단면 형태로 이루어져 있으며, 다양한 유동 제어를 위한 구조 변경이 불가능하고, 국부적인 영역에 탄성파를 전달할 수 없다는 한계점이 존재한다.

[0012] 미세유체역학의 연구 개발에 주로 사용된 미세유동채널은 PDMS(Polydimethylsilane) 재질로 이루어지며, PDMS 채널은 저가로 간편하게 제작이 가능하고, 마스터 몰드를 설계함에 따라 미세유동 채널의 구조를 다양하게 만들 수 있다는 장점이 있으나, PDMS 는 소재의 탄성적인 특성으로 인해 전달되는 특성파를 감쇠시켜 압전소자로부터 전달되는 탄성파를 통해 경도가 있는 채널 전체를 진동시켜 이용하는 벌크 탄성파 소자에는 적합하지 않다는 문제점이 있다.

[0014] 이에, 상기와 같은 실정에 따라 본 연구가 진행되었으며, 본 발명에서는 다양한 구조로 간편하게 제작가능한 PDMS 채널을 벌크 탄성파 소자에 활용할 수 있도록 하기 위하여 PDMS 채널의 윗면에 경도가 높은 재질의 기판이 삽입되도록 제작하는 기술을 개발하게 되었다.

과제의 해결 수단

[0016] 본 발명자들은, 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 측면에 따라,

[0017] 압전소자; 및

- [0018] 상기 압전소자 상에 배치되며 유체가 흘러갈 수 있는 공간을 갖는 PDMS(Polydimethylsilane) 채널; 을 포함하고,
- [0019] 상기 채널의 상부 천장에 기관이 삽입되는 것을 특징으로 하는, 벌크 탄성파(Bulk acoustic wave; BAW)용 상판 삽입형 소자를 제공한다.
- [0021] 또한, 본 발명의 일 측면에 따라,
- [0022] 플레이트 바닥부에 단면 테이프 기반 채널 몰드를 부착하는 단계;
- [0023] 상기 몰드 상에 배치할 기관의 크기만큼 PDMS 를 도포한 후, 도포된 PDMS 상에 기관을 배치하는 단계;
- [0024] 상기 도포된 PDMS 를 경화시키는 단계;
- [0025] 상기 플레이트에 기관이 잠길만큼 PDMS 를 첨가하고 경화시키는 단계; 및
- [0026] 경화된 PDMS 를 플레이트 및 상기 테이프 기반 채널 몰드로부터 분리하는 단계;
- [0027] 를 포함하는, 벌크 탄성파용 상판 삽입형 소자의 제조 방법을 제공한다.
- [0029] 나아가, 본 발명의 또 다른 측면에 따라,
- [0030] 벌크 탄성파 및 상판 삽입형 소자를 이용한, 세포 농축 방법에 있어서,
- [0031] 상기 상판 삽입형 소자는,
- [0032] 압전소자; 및
- [0033] 상기 압전소자 상에 배치되며 유체가 흘러갈 수 있는 공간을 갖는 PDMS(Polydimethylsilane) 채널; 을 포함하고,
- [0034] 상기 채널의 상부 천장에 기관이 삽입되어 있는 것을 특징으로 하는, 세포 농축 방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0036] 본 발명의 일 측면에 따르면, 압전소자 기반의 벌크 탄성파를 이용하여 별도의 고가의 미세전극 패터닝 과정 없이 탄성파 기반 미세유체 및 입자/세포 제어에 활용할 수 있으며, PDMS 채널의 상부 천장에 경도가 높은 기관(유리, 실리콘, 금속판 등)을 삽입함으로써 벌크 탄성파 소자에 활용할 수 있다.
- [0037] 또한, PDMS 채널의 장점으로 미세유동채널의 구조를 다양하게 활용하면서 현미경을 통한 가시화에 용이하며, 상부 삽입 기관의 삽입 위치 및 크기 조절을 통해 미세유동채널 내에서의 벌크 탄성파의 국부적 조절이 가능하며, 미세유동채널의 상부에 삽입되는 기관의 표면 미세구조 가공을 통해 국부적 영역 제어뿐만 아니라 기울어진 형태(tilt-angle)의 탄성파 전달, 반구 형태의 표면 가공을 통한 집중된 탄성파 전달, 격자 구조를 통한 패턴화된 탄성파 전달 등 다양한 형태의 탄성파를 추가적으로 활용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0039] 도 1 은 상판 삽입형 탄성파 소자의 개략도 및 실제 셋업 사진을 나타낸 도면이다.
- 도 2 는 상판 글라스 삽입형 소자의 제작 과정을 나타낸 도면이다.
- 도 3 은 유리(glass) 삽입 소자에서의 주파수별 적혈구 트랩핑을 나타낸 도면이다.
- 도 4 는 채널 높이에 따른 탄성파의 영향을 나타낸 도면이다.
- 도 5 는 유동 속도에 따른 적혈구 패터닝을 나타낸 도면이다.
- 도 6 은 식각 패터닝된 유리(glass) 삽입 기반 부유된 미세입자/세포 패터닝을 나타낸 도면이다.

도 7 은 상판 삽입형 유리(glass)의 식각 패턴에 따른 미세입자/세포의 패턴 특성을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0040] 이하에서, 본 발명에 대해 상세히 설명한다.
- [0041] 본 발명의 일 측면에 따라,
- [0042] 압전소자; 및
- [0043] 상기 압전소자 상에 배치되며 유체가 흘러갈 수 있는 공간을 갖는 PDMS(Polydimethylsilane) 채널; 을 포함하고,
- [0044] 상기 채널의 상부 천장에 기관이 삽입되는 것을 특징으로 하는, 벌크 탄성파(Bulk acoustic wave; BAW)용 상판 삽입형 소자를 제공한다.
- [0046] 이 경우, PDMS 채널의 상부 천장에 삽입된 기관은 경도가 높은 재료로서 유체를 통해 전달되는 탄성파를 반사하여 유체로 다시 longitudinal 탄성파를 내보낼 수 있어야 하며, 추가 활용을 위하여 미세구조 식각 공정이 가능한 것이 유리하므로, 유리, 실리콘 기관, 금속판 등이 기관의 종류로서 사용 가능하다.
- [0048] 또한, 상기 기관은 별도로 식각 패턴링된 기관일 수 있으며, 원하는 목적에 따라 다양한 패턴으로 식각이 가능하다. 예를 들어, 상기 식각된 패턴의 종류로는 직선형, 대각선형, 물결형 및 반구형으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 패턴을 갖는 것일 수 있으며, 보다 구체적으로는, 평행한 여러 개의 직선형 및 대각선형을 갖거나, 물결 형태의 곡선형, 격자 구조로 배치된 반구형 등을 들 수 있다.
- [0050] 한편, 도 6 에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따라, 유리 기관을 식각 공정을 통해 일정 간격을 갖는 반구 형태로 식각하여 채널의 상판에 삽입하였으며, 압전 소자가 작동하지 않을 경우, 미세유동채널 내에 주입된 미세입자/세포는 채널 전반에 퍼져 있는 반면(도 6(b)), 압전 소자가 작동하는 경우, 식각 패턴링된 상판 삽입 유리(glass)에 의하여 미세유동채널 내에 발생하는 파동에 특정 패턴을 가질 수 있음을 알 수 있고(도 6(c)), 반구 형태로 식각된 유리를 이용할 경우 압전 소자에 의해 발생된 파장이 식각된 반구의 해당 위치 아래 쪽으로 집중된 형태로 파가 전달되어, 채널 내에 부유된 미세입자/세포는 특정 영역으로 모여 패턴링되도록 할 수 있다(도 6(d)). 이는 도 6(d)에서와 같이 식각되지 않은 평면 유리를 미세유동채널 상판에 삽입하였을 경우에는 발생할 수 없는 결과에 해당하며, 평면 유리를 이용할 경우에는 도 3 내지 5 에 나타낸 바와 같이, 미세유동채널 내에 부유된 미세입자/세포는 불규칙적 형태로 압전소자의 작동 영역 내에 캡처됨을 알 수 있다.
- [0052] 또한, 본 발명의 일 측면에 따라,
- [0053] 플레이트 바닥부에 단면 테이프 기반 채널 몰드를 부착하는 단계;
- [0054] 상기 몰드 상에 배치할 기관의 크기만큼 PDMS 를 도포한 후, 도포된 PDMS 상에 기관을 배치하는 단계;
- [0055] 상기 도포된 PDMS 를 경화시키는 단계;
- [0056] 상기 플레이트에 기관이 잠길만큼 PDMS 를 첨가하고 경화시키는 단계; 및
- [0057] 경화된 PDMS 를 플레이트 및 상기 테이프 기반 채널 몰드로부터 분리하는 단계;
- [0058] 를 포함하는, 벌크 탄성파용 상판 삽입형 소자의 제조 방법을 제공한다.
- [0060] 상기 제조 방법에 따라 제조되는 벌크 탄성파용 상판 삽입형 소자는, 앞서 기술한 본 발명의 일 실시예에 따른 벌크 탄성파용 상판 삽입형 소자와 실질적으로 동일·유사할 수 있으며, 상기 벌크 탄성파용 상판 삽입형 소자 제조시 사용되는 기관은 유리, 실리콘 및 금속으로부터 선택된 하나 이상으로 이루어진 것일 수 있다.

- [0062] 한편, 상기 벌크 탄성파용 상판 삽입형 소자의 제조 방법은, 상기 기판이 특정 패턴을 갖도록 식각 공정을 추가적으로 실시하는 공정을 포함할 수 있으며, 상기 특정 패턴은 원하는 목적에 따라 다양한 패턴으로 식각이 가능하고, 구체적으로는 직선형, 대각선형, 물결형 및 반구형으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 패턴을 갖는 것일 수 있다.
- [0064] 나아가, 본 발명의 또 다른 측면에 따라,
- [0065] 벌크 탄성과 및 상판 삽입형 소자를 이용한, 세포 농축 방법에 있어서,
- [0066] 상기 상판 삽입형 소자는,
- [0067] 압전소자; 및
- [0068] 상기 압전소자 상에 배치되며 유체가 흘러갈 수 있는 공간을 갖는 PDMS(Polydimethylsilane) 채널; 을 포함하고,
- [0069] 상기 채널의 상부 천장에 기판이 삽입되어 있는 것을 특징으로 하는, 세포 농축 방법을 제공한다.
- [0071] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다. 그러나, 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있어서 특허출원의 권리 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 실시예들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물이 권리 범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.
- [0072] 실시예에서 사용한 용어는 단지 설명을 목적으로 사용된 것으로, 한정하려는 의도로 해석되어서는 안된다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0073] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0074] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0075] 또한, 실시예의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다.
- [0076] 어느 하나의 실시예에 포함된 구성요소와, 공통적인 기능을 포함하는 구성요소는, 다른 실시 예에서 동일한 명칭을 사용하여 설명하기로 한다. 반대되는 기재가 없는 이상, 어느 하나의 실시예에 기재한 설명은 다른 실시예에도 적용될 수 있으며, 중복되는 범위에서 구체적인 설명은 생략하기로 한다.
- [0078] <실시예>
- [0079] 도 1 은 본 발명의 일 실시예에 따른 상판 글라스(glass) 삽입형 탄성과 소자의 개략도 및 구현 예시 셋업 사진을 나타낸 것으로서, 이를 위한 PDMS 채널은 단면 테이프를 마스터 몰드로 이용한 단순한 형태의 일자 채널을 이용하였다. 일자형 PDMS 채널은 3mm 너비, 90μm 높이, 50mm 길이로 구성하였으며, 상판의 글라스 삽입은 채널의 가운데에 위치하도록 하였다. 탄성과 발생을 위하여 이용한 압전소자는 20×15×2.1mm 크기 PZT(Piezoelectric Transducer)를 이용하였다.

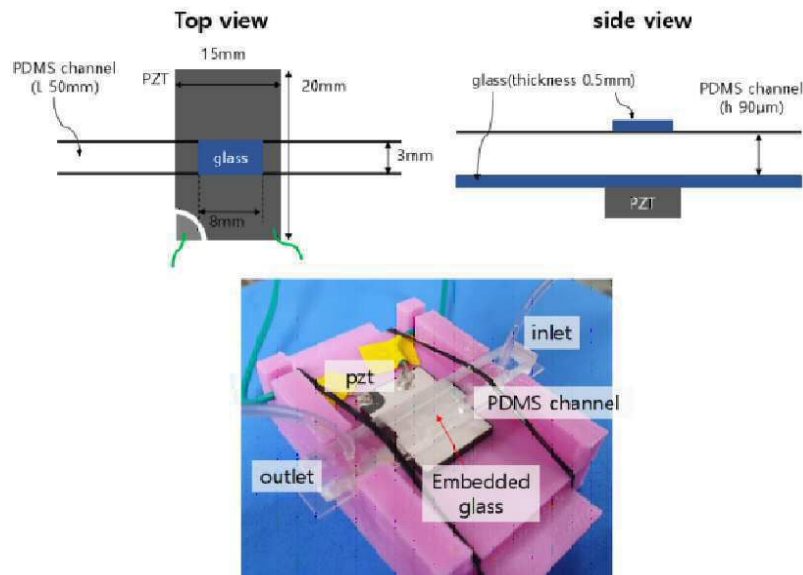
- [0081] 도 2 는 본 발명의 일 실시예에 따른 상판 글라스 삽입형 소자의 예시 제작 과정을 나타낸 것으로서, 예시 소자에서는 상용 단면 테이프를 이용하여 채널 몰드를 제작하였다. 채널 몰드는 오토캐드 프로그램을 통해 설계한 도면을 기반으로 단면 테이프를 커팅 플로터를 이용하여 자른 후 페트리디쉬(petridish)에 부착하여 이용하였다. 이후 원하는 위치에 PDMS 를 얇게 바른 후 상판 삽입을 위한 glass 조각을 올린다. PDMS 를 얇게 바르는 이유는 이후 PDMS 를 붓고 굳히는 과정에서 glass 조각이 움직이는 것을 방지하기 위한 것이다. PDMS 를 얇게 바른 후 glass 조각을 올린 후 핫 플레이트(hot plate)에서 열 경화시켜 위치를 고정하고 이후 PDMS 를 부어 오븐에서 완전히 경화시킨다. 경화된 PDMS 는 채널 중앙부에 glass 가 삽입된 형태이며, 슬라이드 글라스를 바닥판으로 사용하여 본딩(bonding) 후 사용한다.
- [0083] 도 3 은 glass 삽입 유무에 따른 적혈구 패터닝 결과를 나타낸 것으로서, 도 3 에 나타낸 노란색 사각형으로 표시된 부분이 glass 가 삽입된 영역을 나타낸다. 사용 시료는 3% 의 헤마토크릿으로 희석한 혈액을 이용하였고 유동이 없는 상태에서 주파수별, 16V 의 인가전압을 압전소자에 가해주었다. 주파수별로 확인하였을 때, 가장 적혈구 패터닝의 결과가 명확하게 나타난 것은 0.948 MHz 로 확인되었다. 또한 glass 가 위치한 영역과 glass 가 없는 영역을 비교하였을 때, glass 가 있는 영역에서의 적혈구 패터닝 반응이 더 명확하게 나타났다. 이는 glass 가 삽입되지 않은 영역에서는 바닥의 압전소자로부터 전달되는 탄성파의 영향이 PDMS 에 의해 감소되어 벌크 탄성파에 의한 적혈구 패터닝이 보기 어려웠으나, glass 가 삽입된 영역에서는 경도가 높은 glass 에 반사되는 탄성파의 영향으로 채널 내에서 벌크 탄성파를 효과적으로 활용할 수 있기 때문이다.
- [0085] 도 4 는 glass 가 삽입된 영역의 채널 높이에 따른 적혈구의 패터닝 결과를 나타낸다. 상기 도 3 에서와 같이 3% 헤마토크릿으로 희석된 혈액을 이용하였으며, 유동이 없는 상태에서 주파수별, 16V 의 인가전압을 압전소자에 가해주었다. 위 테스트에 사용한 채널은 단면 테이프를 마스터 몰드로 하여 제작하였으며, glass 가 삽입되는 영역의 채널은 4×4mm 크기의 챔버 형태로 제작하였다. 주파수가 달라짐에 따라 적혈구의 패터닝 형태가 달라지는 것을 확인하였고, 채널 높이에 따라서는 높이가 높은 채널에서 패터닝 결과가 더 명확하게 나타나는 것을 알 수 있었다. 또한, 해당 챔버 내에서 glass 가 삽입되지 않은 영역에서는 glass 가 삽입된 영역과 다르게 적혈구가 벌크 탄성파의 영향으로 패터닝되는 현상이 보이지 않음을 알 수 있고, 이를 통해 상판 삽입 glass 가 PDMS 채널에서 벌크 탄성파를 활용할 수 있도록 역할을 하는 것을 확인할 수 있다.
- [0086] 도 4 에서의 결과를 통해, 압전소자로부터 전달되는 벌크 탄성파와 상판 삽입된 glass 에 반사되어 오는 파가 유동 채널 내로 전달될 때 채널의 높이가 영향을 있음을 알 수 있다.
- [0087] 도 5 는 상기 도 4 에서와 동일한 채널 및 탄성파 발생 조건에서 유동율별 적혈구가 패터닝되는 정도를 나타낸 것으로서, 앞의 결과로부터 적혈구 패터닝 결과가 가장 명확하게 나타나는 948 kHz 고전의 주파수를 이용하였다. 유동속도가 빨라질수록 유동 중의 적혈구가 채널 내에서 벌크 탄성파의 영향을 받을 수 있는 시간, 즉 glass 가 삽입된 영역이 통과하는 시간이 짧아지기 때문에 패터닝이 명확하게 나타나지 않음을 확인할 수 있다.
- [0088] 도 7 은 상판 삽입되는 glass의 식각 형태에 따라 미세유동채널 내에 부유된 미세입자/세포의 패터닝 특성이 어떻게 달라지는지를 예측한 것으로서, 도 7(a)는 미세유동채널에서 하늘색 점선 영역에 삽입하는 glass는 단면으로 나타냈을 때 평행한 선형(발고랑 형태)이 되도록 식각한 것이다. 이 경우, 미세유동채널 내의 미세 입자/세포는 평행한 선의 형태로 패터닝될 수 있다(도 7(a)).
- [0089] 한편, 도 7(b)는 하늘색 점선 영역에 삽입한 glass가 격자 구조의 반구 형태(달걀판 형태)로 식각된 glass를 이용한 것으로서, 양쪽에서의 단면을 보면 모두 반구형 식각이 확인되며, 이를 이용하는 경우, 미세유동채널 내의 미세입자/세포는 격자 구조로 패터닝될 수 있다(도 7(b)).
- [0090] 이처럼 상기 실시예 및 도면에서 나타낸 바와 같이, 상판 삽입용으로 사용하는 glass는 원하는 목적에 맞게 다양한 패턴으로 식각이 가능하며, 그 예로서, 평행한 여러 개의 직선형 및 대각선형, 물결 형태의 곡선형, 격자 구조로 배치된 반구형 등을 들 수 있다.
- [0092] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면

상기를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

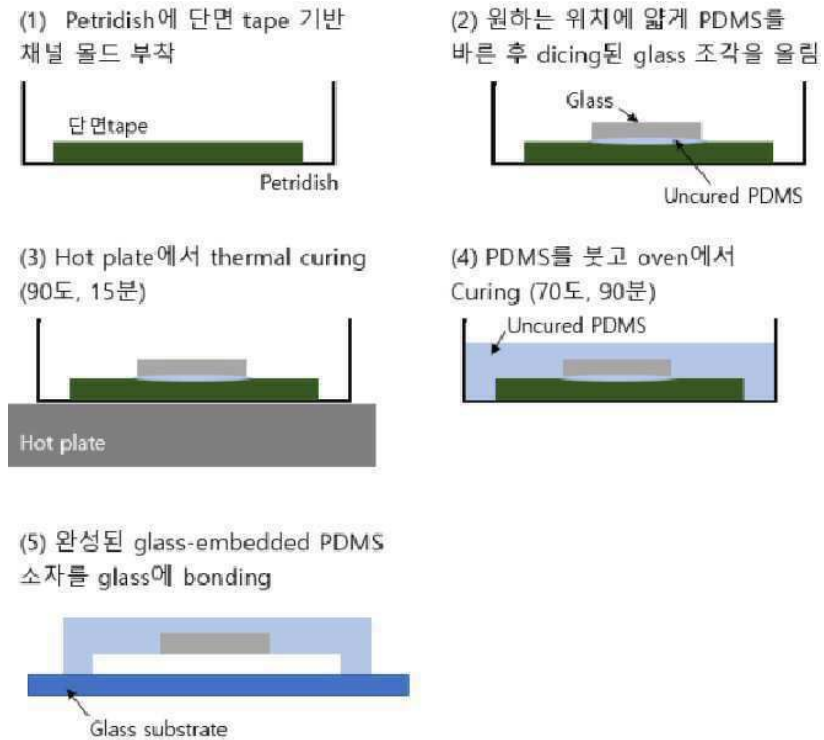
[0093] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 청구범위의 범위에 속한다.

도면

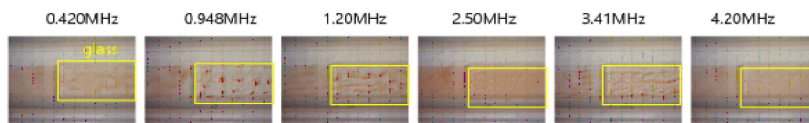
도면1



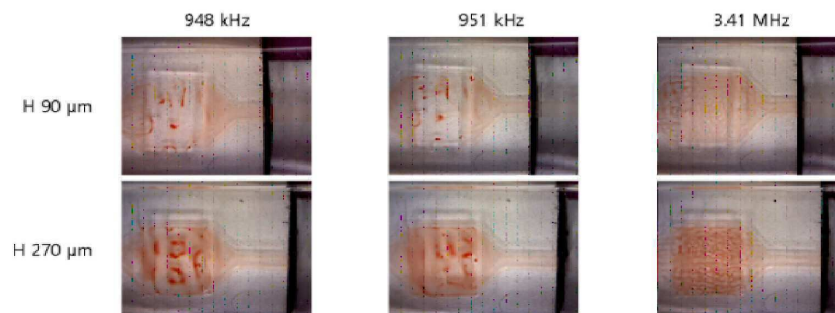
도면2



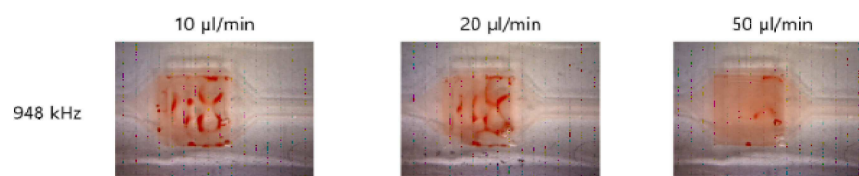
도면3



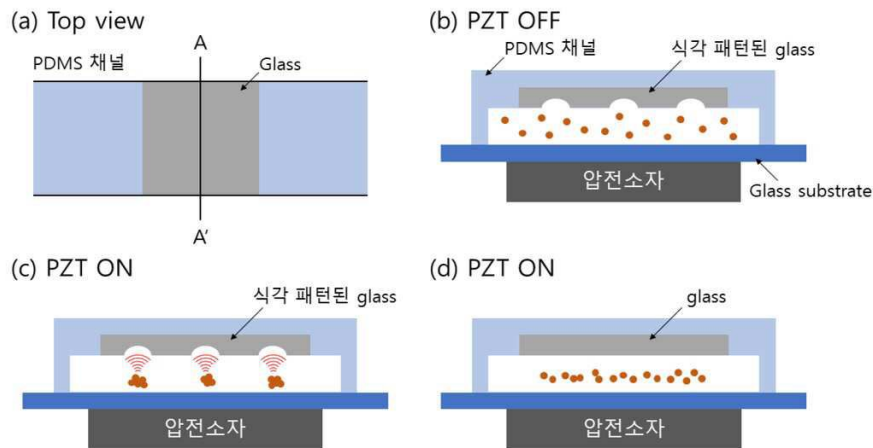
도면4



도면5



도면6



도면7

