(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0043462
(43) 공개일자 2023년03월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B81B 1/00 (2017.01) *B81C 3/00* (2006.01)
B81C 99/00 (2010.01)
(52) CPC특허분류
B81B 1/004 (2013.01)
B81C 3/001 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0126358
(22) 출원일자 2021년09월24일
심사청구일자 2021년09월24일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
김태성
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
배주열
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
전용준

전체 청구항 수 : 총 16 항

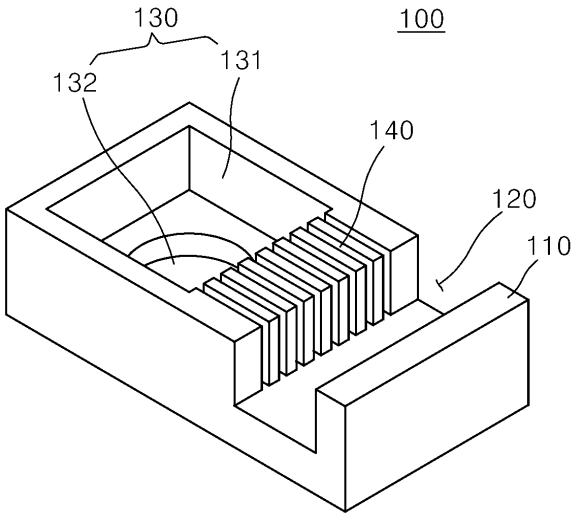
(54) 발명의 명칭 **미세 유체 모듈 및 그 미세 유체 모듈 제작방법**

(57) 요 약

본 발명은 제1베이스 필름, 상기 제1베이스 필름 상에 형성되어 있으며, 유체가 유동되는 제1미세 채널, 상기 제1베이스 필름을 관통하도록 형성되어 있는 제1관통 유로를 포함하는 제1미세 유체 필름 및 상기 제1베이스 필름 상에 적층되는 제2베이스 필름, 및 상기 제2베이스 필름을 관통하도록 형성되어 있으며, 상기 제1관통 유로와 연통되는 제2관통 유로를 포함하는 제2미세 유체 필름을 포함하는, 미세 유체 모듈을 제공한다.

따라서 베이스 필름에 미세 채널 및 베이스 필름의 상부 또는 하부에 적층되는 다른 베이스 필름과 유체가 연통되기 위한 관통 유로가 모두 형성되어 있어서 적층되는 베이스 필름 간의 유체 이동이 가능한 장점이 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B81C 99/0085 (2013.01)
G03F 7/0002 (2013.01)
G03F 7/0015 (2013.01)
B81B 2201/05 (2013.01)
B81C 2201/034 (2013.01)
B81C 2203/03 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711134026
과제번호	2020R1A4A2002728
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원(R&D)
연구과제명	급속·정밀 냉각 기반 신경 신호전달 모델링 및 제어 기초연구실
기 여 율	1/2
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711128400
과제번호	2020R1A2C3003344
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	Soft/Hard 나노플루이딕스 플랫폼 기반의 다중물리 전달현상 제어 및 모델링
기 여 율	1/2
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1베이스 필름, 상기 제1베이스 필름 상에 형성되어 있으며, 유체가 유동되는 제1미세 채널, 상기 제1베이스 필름을 관통하도록 형성되어 있는 제1관통 유로를 포함하는 제1미세 유체 필름; 및

상기 제1베이스 필름 상에 적층되는 제2베이스 필름, 및 상기 제2베이스 필름을 관통하도록 형성되어 있으며, 상기 제1관통 유로와 연통되는 제2관통 유로를 포함하는 제2미세 유체 필름을 포함하는,

미세 유체 모듈.

청구항 2

제1베이스 필름, 상기 제1베이스 필름 상에 형성되어 있으며, 유체가 유동되는 제1미세 채널, 상기 제1베이스 필름을 관통하도록 형성되어 있는 제1관통 유로를 포함하는 제1미세 유체 필름; 및

상기 제1베이스 필름 상에 적층되는 제2베이스 필름, 및 상기 제2베이스 필름 상에 형성되어 있으며, 상기 제1관통 유로와 연통되는 제2미세 채널을 포함하는 제2미세 유체 필름을 포함하는,

미세 유체 모듈.

청구항 3

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 제1관통 유로는,

하부로부터 위쪽으로 연장되어 있는 제1관통 유로 하부 홀; 및

상기 제1관통 유로 하부 홀의 상부와 연통되어 위쪽으로 연장되고, 상기 제1관통 유로 하부 홀과 단차를 형성하도록 상기 제1관통 유로 하부 홀보다 폭이 넓게 형성되는 제1관통 유로 상부 홀을 포함하는,

미세 유체 모듈.

청구항 4

베이스 부재, 상기 베이스 부재 상에 길이 방향으로 연장되도록 형성되어 있으며, 내부에 저장 공간을 갖는 제1베이스 홈, 상기 베이스 부재 상에 형성되어 있으며, 상기 제1베이스 홈과 이격되어 형성되고, 내부에 저장 공간을 갖는 제2베이스 홈 및 상기 제1베이스 홈과 상기 제2베이스 홈이 연통되도록 상기 제1베이스 홈과 상기 제2베이스 홈 사이에 형성되는 제3베이스 홈을 포함하는 기본 몰드를 제작하는 단계;

상기 기본 몰드를 주형으로 이용하여 반복적인 사용이 가능한 마스터 몰드를 제작하는 단계;

상기 마스터 몰드를 주형으로 이용하여 유체가 유동하는 제1미세 채널 및 상부 또는 하부에 적층되는 미세 유체 필름과 연통되기 위한 제1관통 유로를 포함하는 제1미세 유체 필름을 제작하는 단계;

상기 마스터 몰드를 주형으로 이용하여 유체가 유동하는 제2미세 채널 및 상기 제1관통 유로 또는 상기 제1미세 채널과 연통되기 위한 제2관통 유로를 포함하는 제2미세 유체 필름을 제작하는 단계; 및

상기 제1관통 유로가 상기 제2관통 유로 또는 상기 제2미세 채널과 연통되도록, 상기 제1미세 유체 필름 상에 상기 제2미세 유체 필름을 정렬하여 접합시키 단계를 포함하는,

미세 유체 모듈 제작방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 기본 몰드를 제작하는 단계는,

웨이퍼 상에 제1포토레지스트를 도포하고, 상기 미세 채널과 상기 관통 유로를 연통시키는 연결 채널에 대응되는 제1패턴이 형성되어 있는 제1마스크를 상기 제1포토레지스트 위쪽에 배치하고 빛을 비추는 제1노광 단계; 및

상기 제1노광 단계를 거친 웨이퍼를 현상액을 이용하여 에칭하는 제1에칭 단계를 포함하는,

미세 유체 모듈 제작방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 제1포토레지스트를 제거한 후, 상기 웨이퍼 상에 제2포토레지스트를 도포하고, 상기 관통 유로에 대응되는 제2패턴이 형성되어 있는 제2마스크를 상기 제2포토레지스트 위쪽에 배치하고 빛을 비추는 제2노광 단계; 및

상기 제2노광 단계를 거친 웨이퍼를 현상액을 이용하여 에칭하는 제2에칭 단계를 더 포함하는,

미세 유체 모듈 제작방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 제2포토레지스트를 제거한 후, 상기 웨이퍼 상에 제3포토레지스트를 도포하고, 상기 미세 채널 중 마이크로 채널에 대응되는 위치에 형성되어 있는 제3패턴 및 상기 제3패턴과 이격되도록 형성되되, 상기 제2마스크의 제2패턴과 대응되는 위치에 상기 제2마스크의 제2패턴보다 폭이 넓게 제4패턴이 형성되어 있는 제3마스크를 상기 제3포토레지스트 위쪽에 배치하고 빛을 비추는 제3노광 단계; 및

상기 제3노광 단계를 거친 웨이퍼를 현상액을 이용하여 에칭하는 제3에칭 단계를 포함하는,

미세 유체 모듈 제작방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 웨이퍼에서, 상기 제3패턴에 의해 상하 방향으로 형성되는 길이와 상기 제4패턴에 의해 상하 방향으로 형성되는 길이는 동일한,

미세 유체 모듈 제작방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 제2패턴에 의해 형성되는 구조의 단면은 상기 제4패턴에 의해 형성되는 구조의 단면보다 폭이 좁아서, 상기 제2패턴에 의해 형성되는 구조는 상기 제4패턴에 의해 형성되는 구조와 단차를 형성하는,

미세 유체 모듈 제작방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 제2패턴에 의해 상하 방향으로 형성되는 길이는 상기 제4패턴에 의해 상하 방향으로 형성되는 길이보다 긴,

미세 유체 모듈 제작방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 마스트 몰드를 제작하는 단계에서는,

상기 미세 유체 필름에 상응하는 형상을 갖는 상기 기본 몰드 내부에 폴리머를 주입하여 경화시킴으로써 상기 마스트 몰드를 제작하는,

미세 유체 모듈 제작방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 폴리머는,

폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane)을 포함하는,

미세 유체 모듈 제작방법.

청구항 13

청구항 4에 있어서,

상기 미세 유체 필름을 제작하는 단계는,

상기 마스트 몰드의 표면을 개질하는 단계;

상기 마스트 몰드와 함께 상기 미세 유체 필름을 제작하기 위한 주형을 형성하는 유리 기판을 준비하는 단계;

상기 마스트 몰드 중에서 상기 기본 몰드와 상보적으로 결합 가능한 요철 구조가 형성되어 있는 부분을 상기 유리 기판상에 접합시키는 단계;

상기 미세 유체 필름을 형성하기 위한 수지를 상기 마스트 몰드와 상기 유리 기판 사이에 로딩시키고 경화시키는 단계;

상기 마스트 몰드를 상기 경화된 수지로부터 분리하는 단계;

상기 경화된 수지로부터 상기 유리 기판을 분리하는 단계를 포함하는,

미세 유체 모듈 제작방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 유리 기판을 준비하는 단계에서는,

상기 마스트 몰드가 상기 유리 기판 상에 잘 접합되도록 상기 유리 기판 상에 폴리비닐 알콜을 코팅하는 단계를 더 포함하는,

미세 유체 모듈 제작방법.

청구항 15

청구항 13에 있어서,

상기 유리 기판을 준비하는 단계와 상기 마스터 몰드를 상기 유리 기판 상에 접합시키는 단계 사이에,

상기 유리 기판 상에 경화제를 배치시키는 단계; 및

상기 경화제를 상기 마스터 몰드 중에서 상기 기본 몰드와 상보적으로 결합 가능한 요철 구조가 형성되어 있는 부분으로 눌러서 상기 경화제가 상기 유리 기판과 상기 마스터 몰드 사이에 고르게 형성되도록 하는 단계를 더 포함하는,

미세 유체 모듈 제작방법.

청구항 16

청구항 4에 있어서,

상기 마스터 몰드를 제작하는 단계에서,

상기 마스터 몰드는 폴리디메틸실록산을 소프트 리소그래피(Soft-lithography) 방법을 이용해서 제작하는,

미세 유체 모듈 제작방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 미세 유체 모듈 및 그 미세 유체 모듈 제작방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 미세 채널 및 베이스 필름의 상부 또는 하부에 적층되는 다른 베이스 필름과 유체가 연통되기 위한 관통 유로가 구비되어 있는 미세 유체 필름을 포함하는 미세 유체 모듈 및 그 미세 유체 모듈 제작방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 각종 전자 부품들이 개발되고 2차원적 공간에서 집적화 되어 현대의 IC칩으로 발전되어 왔다. 그런데 전자회로가 2차원적 평면에서 이루어지면 공간적 제약으로 회로 구성이 복잡해진다. 현재는 이러한 문제를 해결하기 위해 각 논리 회로들을 수평 방향이 아닌 수직 방향으로 쌓고 있다. 다만 2차원적 평면에서 회로를 구성할 때보다 상하 방향으로 쌓인 3차원적 회로를 구성할 때 각각의 회로들을 유기적으로 연결하는 것이 쉽지 않다. 이러한 3차원적인 회로들간의 유기적인 연결을 위해 TSV (through-silicon via) 기술에 관심이 높아지고 있다.

[0003] 이러한 점들은 미세 유체공학에서도 비슷하게 응용될 수 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위한 방안으로 미세 유체공학에서는 포토리소그래피를 이용한 실리콘 식각 방식의 through-hole 제작 방법이 도입될 수 있다. 하지만 포토리소그래피 공정에는 고가의 포토마스크가 필요하며, 노광 및 현상과 같은 복잡한 공정이 요구되므로 공정비용이 과다한 문제점이 있다. 따라서 이러한 비용 문제 해결을 위해 소프트 리소그래피 방식으로 원하는 구조를 갖는 몰드를 계속 찍어내어 through-hole을 제작하는 방식이 도입될 수 있지만, 이 또한 몰드가 일회용이어서 비용 절감은 가능하더라도 대량 생산이 어려운 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국등록특허 제10-2127574호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 미세 채널 및 베이스 필름의 상부 또는 하부에 적층되는 다른 베이스 필름과 유체가 연통되기 위한 관통 유로가 구비되어 있는 미세 유체 필름을 포함하는 미세 유체 모듈 및 그 미세 유체 모듈 제작방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 제1베이스 필름, 상기 제1베이스 필름 상에 형성되어 있으며, 유체가 유동되는 제1미세 채널, 상기 제1베이스 필름을 관통하도록 형성되어 있는 제1관통 유로를 포함하는 제1미세 유체 필름 및 상기 제1베이스 필름 상에 적층되는 제2베이스 필름, 및 상기 제2베이스 필름을 관통하도록 형성되어 있으며, 상기 제1관통 유로와 연통되는 제2관통 유로를 포함하는 제2미세 유체 필름을 포함하는, 미세 유체 모듈을 제공한다.

[0007] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 본 발명은 제1베이스 필름, 상기 제1베이스 필름 상에 형성되어 있으며, 유체가 유동되는 제1미세 채널, 상기 제1베이스 필름을 관통하도록 형성되어 있는 제1관통 유로를 포함하는 제1미세 유체 필름 및 상기 제1베이스 필름 상에 적층되는 제2베이스 필름, 및 상기 제2베이스 필름 상에 형성되어 있으며, 상기 제1관통 유로와 연통되는 제2미세 채널을 포함하는 제2미세 유체 필름을 포함하는, 미세 유체 모듈을 제공한다.

[0008] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 본 발명은 베이스 부재, 상기 베이스 부재 상에 길이 방향으로 연장되도록 형성되어 있으며, 내부에 저장 공간을 갖는 제1베이스 홈, 상기 베이스 부재 상에 형성되어 있으며, 상기 제1베이스 홈과 이격되어 형성되고, 내부에 저장 공간을 갖는 제2베이스 홈 및 상기 제1베이스 홈과 상기 제2베이스 홈이 연통되도록 상기 제1베이스 홈과 상기 제2베이스 홈 사이에 형성되는 제3베이스 홈을 포함하는 기본 몰드를 제작하는 단계, 상기 기본 몰드를 주형으로 이용하여 반복적인 사용이 가능한 마스터 몰드를 제작하는 단계, 상기 마스터 몰드를 주형으로 이용하여 유체가 유동하는 제1미세 채널 및 상부 또는 하부에 적층되는 미세 유체 필름과 연통되기 위한 제1관통 유로를 포함하는 제1미세 유체 필름을 제작하는 단계, 상기 마스터 몰드를 주형으로 이용하여 유체가 유동하는 제2미세 채널 및 상기 제1관통 유로 또는 상기 제1미세 채널과 연통되기 위한 제2관통 유로를 포함하는 제2미세 유체 필름을 제작하는 단계 및 상기 제1관통 유로가 상기 제2관통 유로 또는 상기 제2미세 채널과 연통되도록, 상기 제1미세 유체 필름 상에 상기 제2미세 유체 필름을 정렬하여 접합시키 단계를 포함하는, 미세 유체 모듈 제작방법을 제공한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명에 따른 미세 유체 모듈 및 그 미세 유체 모듈 제작방법은 다음과 같은 효과가 있다.

[0010] 첫째, 베이스 필름에 미세 채널 및 베이스 필름의 상부 또는 하부에 적층되는 다른 베이스 필름과 유체가 연통되기 위한 관통 유로가 모두 형성되어 있어서 적층되는 베이스 필름 간의 유체 이동이 가능한 장점이 있다.

[0011] 둘째, 미리 만들어진 마스터 몰드를 이용하여 미세 채널과 관통 유로가 모두 형성되어 있는 미세 유체 필름을 저렴한 비용으로 생산할 수 있는 장점이 있다.

[0012] 셋째, 마스터 몰드가 반복적인 사용이 가능하기 때문에 미세 채널과 관통 유로가 모두 형성되어 있는 미세 유체 모듈을 대량으로 생산할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 미세 유체 모듈을 구성하는 하나의 미세 유체 필름의 모식도이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 미세 유체 모듈 제작방법에서 미세 유체 필름 제작방법을 나타내는 블록도이다.

도 3은 도 2에 따른 미세 유체 필름 제작방법의 마스터 몰드를 제작하기 위한 주형이 되는 기본 몰드를 제작하는 방법을 나타내는 모식도이다.

도 4는 도 2에 따른 미세 유체 필름 제작방법의 마스터 몰드를 제작하는 방법을 나타내는 모식도이다.

도 5는 도 4에 따라 제작된 마스터 몰드를 기본 몰드로부터 분리하는 모습을 나타내는 모식도이다.

도 6은 도 2에 따른 미세 유체 필름 제작방법의 마스터 몰드를 이용해서 미세 유체 필름을 제작하는 방법을 나타내는 모식도이다.

도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 미세 유체 모듈 제작방법에서 미세 유체 필름 제작방법을 나타내는 모식도이다.

도 8은 본 발명의 도 2에 따른 미세 유체 필름 제작방법으로 제작된 미세 유체 필름을 단단한 기질에 옮기는 방법을 나타내는 모식도이다.

도 9는 도 2에 따른 미세 유체 모듈 제작방법에서 복수 개의 미세 유체 필름을 접합하여 미세 유체 모듈을 제작하는 방법을 나타내는 블록도이다.

도 10은 도 9에 따른 미세 유체 모듈을 제작하기 위해서 복수 개의 미세 유체 필름을 접합시키는 방법을 나타내는 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 미세 유체 모듈은 제1미세 유체 필름 및 제2미세 유체 필름을 포함한다. 본 실시예에서 제1미세 유체 필름 및 제2미세 유체 필름은 동일한 것을 예로 든다. 따라서 이하에서는 상기 제1미세 유체 필름 및 상기 제2미세 유체 필름을 구분하지 않고 편의상 미세 유체 필름으로 표현하여 설명한다. 구분이 필요

한 경우에는 상기 제1미세 유체 필름 및 상기 제2미세 유체 필름과 같이 구체적으로 명명한다. 먼저 상기 미세 유체 모듈을 구성하는 미세 유체 필름에 대해 설명한다.

[0016] 도 1 내지 도 6을 참조하면, 상기 미세 유체 필름(100)은 베이스 필름(110), 미세 채널(120), 관통 유로(130) 및 연결 채널(140)을 포함한다. 상기 베이스 필름(110)은 상기 미세 유체 필름(100)의 외관(뼈대)을 구성하는 부분이다. 즉, 상기 미세 유체 필름(100)은 상기 베이스 필름(110) 상에 상기 미세 채널(120), 상기 관통 유로(130) 및 상기 연결 채널(140)이 형성되어 있는 구조이다. 본 실시예에서 상기 베이스 필름(110)은 수지로 형성되는 것을 예로 든다. 구체적으로는 상기 베이스 필름(110)은 오스티머(OSTEmer) 수지로 만들어지는 것을 예로 들지만, 상기 베이스 필름(110)의 소재는 얼마든지 변경이 가능하다.

[0017] 상기 미세 채널(120)은 유체가 유동할 수 있도록 상기 베이스 필름(110) 상에 형성되어 있다. 상기 미세 채널(120)은 상기 베이스 필름(110) 상에 길이 방향으로 형성되어 있다. 본 실시예에서 상기 미세 채널(120)은 상기 베이스 필름(110) 상에 홈 형태로 형성되어 있는 것을 예로 든다. 그리고 본 실시예에서 상기 미세 채널(120)은 마이크로 스케일 또는 나노 스케일의 채널인 것을 예로 들지만, 상기 미세 채널(120)의 사이즈는 얼마든지 변경이 가능하다.

[0018] 상기 관통 유로(130)는 상기 베이스 필름(110)을 관통하도록 형성되어 있다. 상기 관통 유로(130)는 상기 베이스 필름(110)의 상부 또는 하부에 적층되는 다른 베이스 필름과 유체가 연통되도록 하기 위해서 형성된다. 즉, 상기 관통 유로(130)는 상기 베이스 필름(110) 내부에서만 상기 유체가 유동하도록 하는 것이 아니라 상기 베이스 필름(110) 외부의 다른 베이스 필름으로 유체가 유동해 갈 수 있도록 하는 통로인 것이다. 본 실시예에서 상기 관통 유로(130)는 상기 미세 채널(120)과 이격되어 상기 베이스 필름(110)의 상면에서 하면까지 관통하는 홀 구조이다.

[0019] 상기 관통 유로(130) 관통 유로 하부 홀(131) 및 관통 유로 상부 홀(132)을 포함한다. 상기 관통 유로 하부 홀(131)은 상기 관통 유로(130) 중에서 하부로부터 위쪽으로 설정 길이 연장되어 있는 부분이다. 상기 관통 유로 상부 홀(132)은 상기 관통 유로 하부 홀(131)의 상부와 연통되어 위쪽으로 연장되는 부분이다. 이 때 본 실시예에서 상기 관통 유로 상부 홀(132)은 상기 관통 유로 하부 홀(131)보다 폭이 넓게 형성되어 있다. 따라서 상기 관통 유로 상부 홀(132)과 상기 관통 유로 하부 홀(131) 사이에는 단차가 형성된다. 그리고 본 실시예에서 상기 관통유로 상부 홀(132)의 상하 방향의 길이는 상기 관통 유로 하부 홀(131)의 상하 방향의 길이 보다 길게 형성된다. 구체적으로 상기 관통 유로 상부 홀(132)은 상기 상하 방향의 길이가 60㎛이고 상기 관통 유로 하부 홀(131)은 상기 상하 방향의 길이가 20㎛인 것을 예로 든다.

[0020] 상기 연결 채널(140)은 상기 미세 채널(120)과 상기 관통 유로(130)를 연통시키는 역할을 한다. 즉, 상기 연결 채널(140)의 일측은 상기 미세 채널(120)과 연통되고, 상기 연결 채널(1400의 타측은 상기 관통 유로(130)와 연통되어 있다. 본 실시예에서 상기 연결 채널(140)은 상기 베이스 필름(110) 상의 2차원적 평면에서 상기 길이 방향과 교차하는 수평 방향으로 형성되어 있는 것을 예로 든다. 본 실시예에서 상기 연결 채널(140)은 상기 길이 방향을 따라 복수 개가 이격되어 형성되어 있는 것을 예로 든다. 물론 상기 연결 채널(140)의 구조는 상기 미세 채널(120)과 상기 관통 유로(130)를 연통시킬 수 있는 구조라면 얼마든지 변경이 가능하다. 본 실시예에서 상기 연결 채널(140)은 상기 베이스 필름(110) 상에 홈 형태로 형성되어 있는 것을 예로 든다.

[0021] 이하에서는 도 1 내지 6을 참조하여, 상기 미세 유체 필름(100)을 제작하는 방법에 대해 설명한다.

[0022] 상기 미세 유체 필름 제작방법은 기본 몰드를 제작하는 단계(S100), 기본 몰드를 이용하여 마스터 몰드를 제작하는 단계(S200) 및 상기 마스터 몰드를 이용하여 미세 유체 필름을 제작하는 단계(S300)를 포함한다. 상기 기본 몰드를 제작하는 단계(S100)는 상기 마스터 몰드(S200)를 제작하기 위한 주형을 제작하는 과정이다. 본 실시예에서 상기 기본 몰드를 제작하는 단계(S100)에서 기본 몰드(B)는 포토리소그래피 공정을 통해 제작한다. 상기 기본 몰드(B)는 실리콘 웨이퍼 소재의 베이스 부재를 포함하되, 상기 베이스 부재에는 내부에 저장 공간을 갖는 제1베이스 홈, 상기 제1베이스 홈(130)과 이격되도록 형성되고, 내부에 저장 공간을 갖는 제2베이스 홈 및 상기 제1베이스 홈과 상기 제2베이스 홈을 연통되도록 하는 제3베이스 홈이 형성되어 있다. 본 실시예에서 상기 제1베이스 홈은 아래쪽의 폭이 좁은 제1베이스 하부 홈 및 상기 제1베이스 하부 홈의 상부와 연통되어 위쪽으로 연장되어 있는 제1베이스 상부 홈을 포함한다.

[0023] 이하에서 설명하겠지만, 상기 제1베이스 홈은 상기 미세 유체 필름(100)의 관통 유로(130)를 형성하기 위한 구조이다. 그리고 상기 제2베이스 홈은 상기 미세 유체 필름(100)의 미세 채널(120)을 형성하기 위한 구조이다. 그리고 상기 제3베이스 홈은 상기 미세 유체 필름(100)의 연결 채널(140)을 형성하기 위한 구조이다.

[0024] 상기 기본 몰드를 제작하는 단계(S100)는, 먼저 실리콘 웨이퍼(W) 상에 제1포토레지스트를 도포하고, 상기 제3베이스 홈을 형성하기 위한 제1패턴이 형성되어 있는 제1마스크를 상기 제1포토레지스트 위쪽에 배치한 후 빛을 비추는 제1노광 단계를 거친다. 다음으로 상기 제1노광 단계를 거친 웨이퍼(W)를 현상액을 이용하여 에칭하는 제1에칭 단계 거친다. 본 실시예에서 상기 제1포토레지스트는 SU-8 포토레지스트인 것을 예로 든다.

[0025] 다음으로 상기 제1포토레지스트를 제거한 후, 상기 웨어퍼(W) 상에 제2포토레지스트를 도포한다. 그리고 상기 제1베이스 하부 홈을 형성하기 위한 제2패턴이 형성되어 있는 제2마스크를 상기 제2포토레지스트 위쪽에 배치하고 빛을 비추는 제2노광 단계를 진행한다. 그리고 상기 제2노광 단계를 거친 웨이퍼(W)를 현상액을 이용하여 에칭하는 제2에칭 단계를 진행한다.

[0026] 다음으로 제2포토레지스트를 제거한 후, 상기 웨이퍼 상에 제3포토레지스트를 도포하고, 상기 제1베이스 상부 홈을 형성하기 위한 제3패턴 및 상기 제2베이스 홈을 형성하기 위한 제4패턴이 형성되어 있는 제3마스크를 상기 제3포토레지스트 위쪽에 배치하고 빛을 비추는 제3노광 단계를 진행한다. 그리고 상기 제3노광 단계를 거친 웨이퍼(W)를 현상액을 이용하여 에칭하는 제3에칭 단계를 진행한다.

[0027] 본 실시예에의 상기 웨이퍼(W)에서, 상기 제1베이스 상부 홈의 상하 방향의 길이와 상기 제2베이스 홈의 상하 방향의 길이는 동일한 것을 예로 든다. 하지만 상기 제1베이스 하부 홈의 상하 방향의 길이는 상기 제1베이스 상부 홈의 상하 방향의 길이 및 상기 제2베이스 홈의 상하 방향의 길이보다 짧게 형성된다. 구체적으로 상기 제1베이스 상부 홈의 상하 방향의 길이와 상기 제2베이스 홈의 상하 방향의 길이는 60㎛로 동일하게 형성되고, 상기 제1베이스 하부 홈의 상하 방향의 길이는 20㎛로 형성된다.

[0028] 그리고 상기 제1베이스 하부 홈의 단면은 상기 제1베이스 상부 홈의 단면보다 폭이 좁게 형성된다. 따라서 상기 제1베이스 하부 홈과 상기 제1베이스 상부 홈은 단차를 형성한다. 이는 상기 기본 몰드(B)를 이용해서 상기 마스터 몰드(M)를 소프트리소그래피 공정을 통해 제작할 때, 상기 마스터 몰드(M)를 상기 기본 몰드(B)로부터 쉽게 분리할 수 있도록 돕는 역할을 한다.

[0029] 상기 마스터 몰드를 제작하는 단계(S200)는, 상기 기본 몰드(B)를 주형으로 이용하여 마스터 몰드(M)를 제작한다. 본 실시예에서는 소프트리소그래피 공정을 통해 폴리디메틸실록산(PDMS, Polydimethylsiloxane) 재질의 마스터 몰드(M)를 제작한다. 즉, 본 실시예에서는 상기 기본 몰드(B) 내부에 상기 액상의 폴리디메틸실록산을 주입한 후, 경화시킴으로써 상기 마스터 몰드(M)를 제작한다. 그리고 상기 마스터 몰드(M)를 제작하기 위한 폴리머의 종류는 얼마든지 변경 가능하다.

[0030] 상기 마스터 몰드(M)는 상기 기본 몰드(B)와 상보적으로 결합되기 때문에 상기 제1베이스 홈에 대응되는 부분은 제1돌출부가 형성되고, 제2베이스 홈에 대응되는 부분은 제2돌출부가 형성되며, 상기 제3베이스 홈에 대응되는 부분은 홈이 형성된다. 특히 상기 제2돌출부는 상하 방향으로 폭이 모두 동일한 구조를 가지지만, 상기 제1돌출부는 상기 제1베이스 하부 홈에 대응되는 부분은 폭이 좁고, 상기 제1베이스 상부 홈에 대응되는 부분은 폭이 넓게 형성된다.

[0031] 본 실시예에서 상기 마스터 몰드(M)는 상기 기본 몰드(B) 보다 높은 강성을 갖는 재질로 형성된다. 따라서 상기 마스터 몰드(M)는 상기 기본 몰드(B)와 달리 반복적인 사용이 가능하다. 따라서, 본 실시예에 따른 미세 유체 밀름 제작방법은 실리콘 웨이퍼(W)를 이용해서 상기 기본 몰드(B)를 제작하는 방식으로 직접 상기 미세 유체 필름을 제작할 경우보다 비용을 절감할 수 있고, 대량 생산도 가능한 장점이 있다.

[0032] 상기 미세 유체 필름을 제작하는 단계(S300)는 상기 마스터 몰드(M)를 주형으로 이용하여 상기 미세 채널(120) 및 상기 관통 유로(130)를 포함하는 미세 유체 필름(100)을 제작하는 과정이다. 먼저 상기 마스터 몰드(M)의 표면을 PFOCTS(Perfluorooctyltrimethoxysilane)로 표면 처리한다. 다음으로 상기 마스터 몰드(M)와 함께 상기 미세 유체 필름(100)을 제작하기 위한 주형을 형성하는 유리 기판을 준비한다. 이 때 상기 마스터 몰드(M)가 상기 유리 기판 상에 잘 접합되도록 하며, 물에 용해가능한 폴리비닐 알콜(polyvinyl alcohol, PVA)이 스핀 코팅된다.

[0033] 다음으로 상기 마스터 몰드(M)의 돌출된 하부가 폴리비닐 알콜로 코팅된 유리 기판과 마주보도록 유리 기판 위에 접합시킨다. 다음으로 상기 마스터 몰드(M)와 상기 유리 기판 사이로 오스티머(OSTEmer) 수지를 로딩시킨다. 이후, 오스티머(OSTEmer) 수지를 자외선(ultra violet light, UV 312nm)으로 경화(curing)한다. 이때, 자외선에 의한 경화 과정은 오스티머(OSTEmer) 수지를 단단하지만 부드럽게 한다.

[0034] 다음으로 재사용이 가능한 상기 마스터 몰드(M)를 제거한다. 그리고 마스터 몰드(M)가 제거된 상태에서 상기 경

화된 오스티머(OSTEmer) 수지를 80℃에서 베이킹한다. 그리고 유리 기판 및 폴리비닐 알콜을 제거하여 상기 미세 유체 필름(100)을 제작한다.

[0035] 도 7을 참조하면, 도 2 내지 6과는 다른 미세 유체 필름 제작방법이 나타나 있다. 도 7에 따른 미세 유체 필름 제작방법은 도 2 내지 6에 따른 미세 유체 필름 제작방법과 비교할 때 폴리디메틸실록산 소재의 마스터 몰드(M)가 아닌 실리콘 소재의 마스터 몰드(M)를 이용하여 미세 유체 필름을 제작하는 점에 차이가 있다. 즉, 도 3에서 만들어진 기본 몰드(B)를 이용하여 실리콘 소재의 마스터 몰드(M)를 제작한 후, 상기 실리콘 소재의 마스터 몰드(M)를 이용하여 미세 유체 필름을 제작하는 것이다. 그 외 다른 과정은 도 2 내지 6에 따른 미세 유체 필름 제작방법과 유사하므로 구체적인 설명을 생략한다.

[0036] 먼저 상기 마스터 몰드(M)의 표면을 PFOCTS(Perfluorooctyltrimethoxysilane)로 표면 처리한다. 다음으로 상기 마스터 몰드(M)와 함께 상기 미세 유체 필름(200)을 제작하기 위한 주형을 형성하는 유리 기판을 준비한다. 이때 상기 마스터 몰드(M)가 상기 유리 기판 상에 잘 접합되도록 하며, 물에 용해 가능한 폴리비닐 알콜(polyvinyl alcohol, PVA)이 스핀 코팅된다. 그리고 상기 폴리비닐 알콜이 코팅된 유리 기판 상에 경화제를 한 방울 떨어뜨린다.

[0037] 다음으로 상기 경화제를 상기 마스터 몰드(M) 중에서 상기 마스터 몰드(M)와 상보적으로 결합 가능한 요철 구조(돌출부 및 홈)가 형성되어 있는 부분으로 눌러서 상기 경화제가 상기 유리 기판과 상기 마스터 몰드(M) 사이에 고르게 형성되도록 한다.

[0038] 다음으로 상기 마스터 몰드(M)와 상기 유리 기판 사이로 오스티머(OSTEmer) 수지를 로딩시킨다. 이후, 오스티머(OSTEmer) 수지를 자외선(ultra violet light, UV 312nm)으로 경화(curing)한다. 이때, 자외선에 의한 경화 과정은 오스티머(OSTEmer) 수지를 단단하지만 부드럽게 한다.

[0039] 다음으로 상기 마스터 몰드(M)를 제거한다. 그리고 마스터 몰드(M)가 제거된 상태에서 상기 경화된 오스티머(OSTEmer) 수지를 80℃에서 베이킹한다. 그리고 유리 기판 및 폴리비닐 알콜을 제거하여 상기 미세 유체 필름(200)을 제작한다.

[0040] 도 8을 참조하면, 도 6에 따라 제작되는 미세 유체 필름(100)을 단단한 기질 상에 배치시키는 과정이 도시되어 있다. 이는 상기 미세 유체 필름(100)을 상기 단단한 기질과 접합하여 2차원적인 유체 모듈을 제작하는 과정이다. 이 때 상기 단단한 기질은 상기 미세 유체 필름(100) 보다 높은 강성을 갖는 소재로 형성된다.

[0041] 도 9 내지 10을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 미세 유체 모듈 제작방법은, 기본 몰드를 준비하는 단계(S100`), 기본 몰드를 이용하여 마스터 몰드를 제작하는 단계(S200`), 마스터 몰드를 이용하여 제1미세 유체 필름을 제작하는 단계(S300`), 마스터 몰드를 이용하여 제2미세 유체 필름을 제작하는 단계(S400`) 및 제1미세 유체 필름과 제2미세 유체 필름을 적층하여 접합시키는 단계(S500`)를 포함한다. 즉, 본 실시예에 따른 방법에 의해서 제작되는 미세 유체 모듈은 제1미세 유체 필름 및 제2유세 미체 필름을 포함한다.

[0042] 본 실시예에 따른 미세 유체 모듈 제작방법에서 기본 몰드를 준비하는 단계(S100`), 기본 몰드를 이용하여 마스터 몰드를 제작하는 단계(S200`), 마스터 몰드를 이용하여 제1미세 유체 필름을 제작하는 단계(S300`), 마스터 몰드를 이용하여 제2미세 유체 필름을 제작하는 단계(S400`)는 도 2 내지 5의 미세 유체 제작방법과 유사하다. 즉, 본 실시예에 따른 미세 유체 모듈 제작방법은 도 2 내지 5에서 제작된 미세 유체 필름을 복수 개 준비하여 적층시키는 것이다. 따라서 기본 몰드를 준비하는 단계(S100`), 기본 몰드를 이용하여 마스터 몰드를 제작하는 단계(S200`), 마스터 몰드를 이용하여 제1미세 유체 필름을 제작하는 단계(S300`), 마스터 몰드를 이용하여 제2미세 유체 필름을 제작하는 단계(S400`)에 대한 구체적인 설명은 생략한다.

[0043] 도 10을 참조하면, 도 9는 제1미세 유체 필름(1100) 및 제2미세 유체 필름(1100`)을 접합시키는 과정을 나타낸다. 먼저 제1미세 유체 필름(1100) 및 제2미세 유체 필름(1100`)을 준비한다. 본 실시예에서 제1미세 유체 필름(1100)은 제1베이스 필름, 상기 제1베이스 필름 상에 형성되어 있으며, 유체가 유동되는 제1미세 채널, 상기 제1베이스 필름을 관통하도록 형성되어 있는 제1관통 유로 및 상기 제1미세 채널과 상기 제1관통 유로를 연통시키는 제1연결 채널을 포함한다. 상기 제2유체 필름(1100`)은 상기 제1베이스 필름 상에 적층되는 제2베이스 필름, 상기 제2베이스 필름을 관통하도록 형성되어 있으며, 상기 제1관통 유로와 연통되는 제2관통 유로를 포함한다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 제2베이스 필름에 유체가 유동하는 제2미세 채널 및 상기 제2미세 채널과 상기 제2관통 유로를 연통시키는 제2연결 채널을 더 포함할 수 있다. 또한 상기 제1관통 유로는 상기 제2관통 유로가 아닌 상기 제2미세 채널과 연통되도록 형성될 수도 있다.

[0044] 본 실시예에 따른 제1미세 유체 필름(1100)은, 도 5에서 오스티머(OSTEmer) 수지를 자외선(ultra violet

light, UV 312nm)으로 경화(curing)시키고, 재사용이 가능한 상기 마스터 몰드(M)를 제거한 상태까지의 과정을 거쳐서 제작한다. 그리고 제2미세 유체 필름(1100`)은, 도 6의 모든 공정을 거쳐서 제작한다.

[0045] 다음으로 상기 제1미세 유체 필름(1100)과 상기 제2미세 유체 필름(1100`)을 접합시키는 단계(S500`)를 설명한다. 먼저 상기 제1미세 유체 필름(1100)을 유리 기판이 하부에 위치하도록 배치한다. 그리고 상기 제2미세 유체 필름(1100`) 상에 기저층을 접합시킨다. 본 실시예에서 상기 기저층은 H-PDMS(Hard-Polydimethylsiloxane) 복합체인 것을 예로 들지만 상기 기저층의 소재는 얼마든지 변경이 가능하다. 이 때 표면 개질을 먼저 수행한다. 그리고 상기 제2미세 유체 필름(1100`) 중에서 상기 기저층이 형성되어 있는 부분의 반대쪽을 상기 제1미세 유체 필름(1100) 상에 정렬시키고, 80℃로 베이킹한다. 다음으로 제1미세 유체 필름(1100) 하부에 배치되어 있는 유리 기판 및 폴리비닐 알콜을 제거하여 미세 유체 모듈을 제작한다.

[0046] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허 청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0047] 100, 200: 미세 유체 필름

110: 베이스 필름

120, 220: 미세 채널

130, 230: 관통 유로

131, 231: 상부 유로

132, 232: 하부 유로

140, 240: 연결 채널

M: 마스터 몰드

B: 기본 몰드

P1: 제1포토레지스트

P2: 제2포토레지스트

P2: 제3포토레지스트

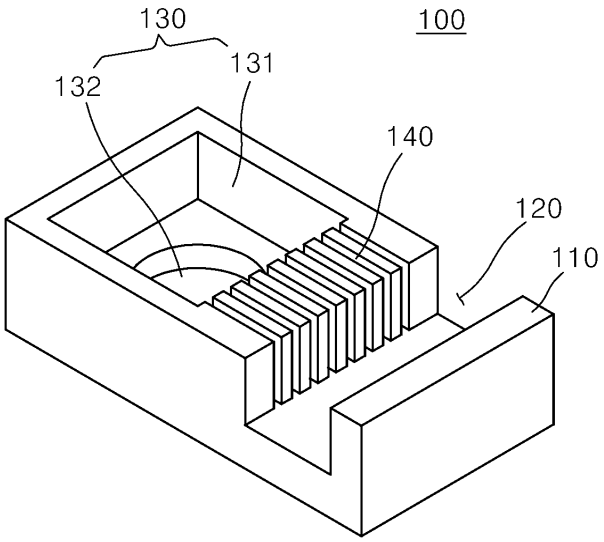
1000: 미세 유체 모듈

1100: 제1미세 유체 필름

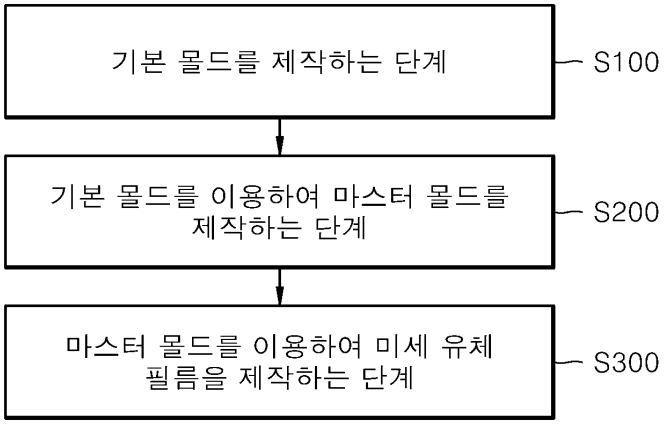
1100`: 제2미세 유체 필름

도면

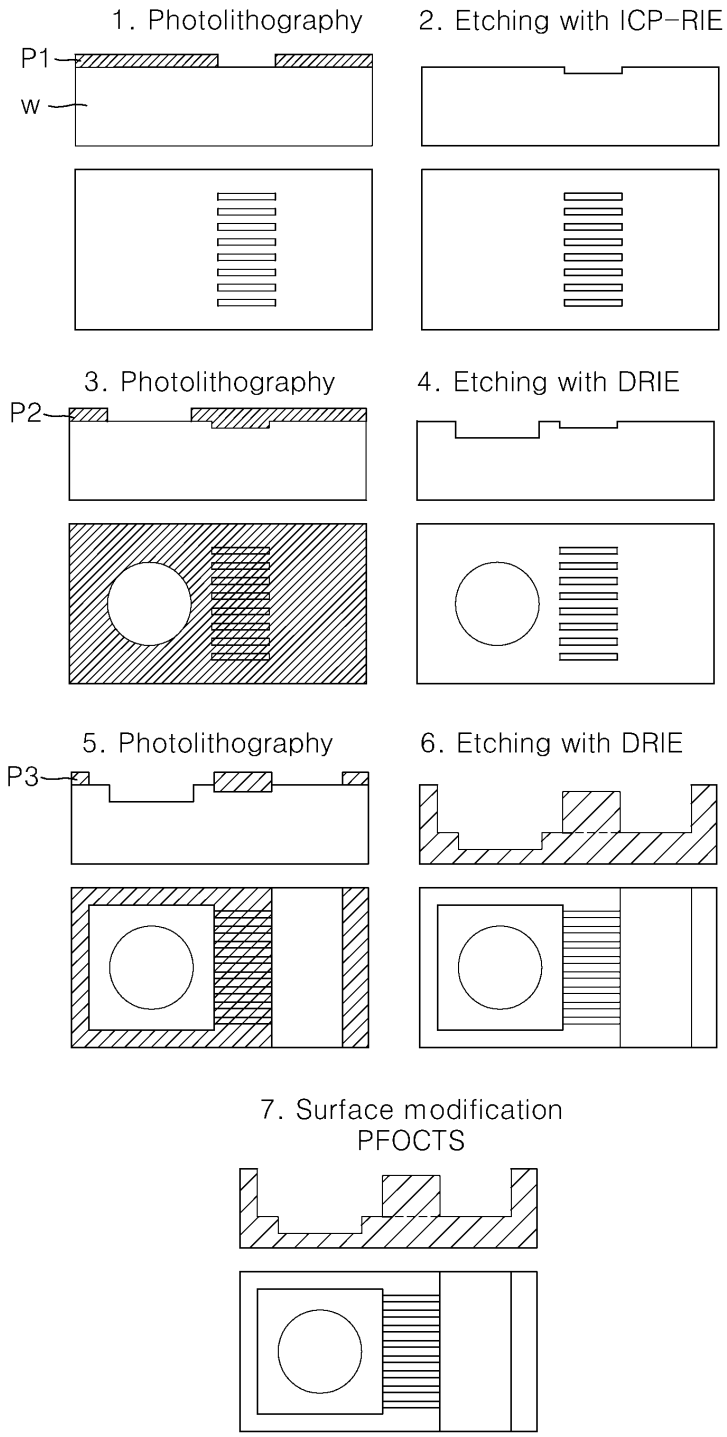
도면1


130
100
131
132
140
120
110

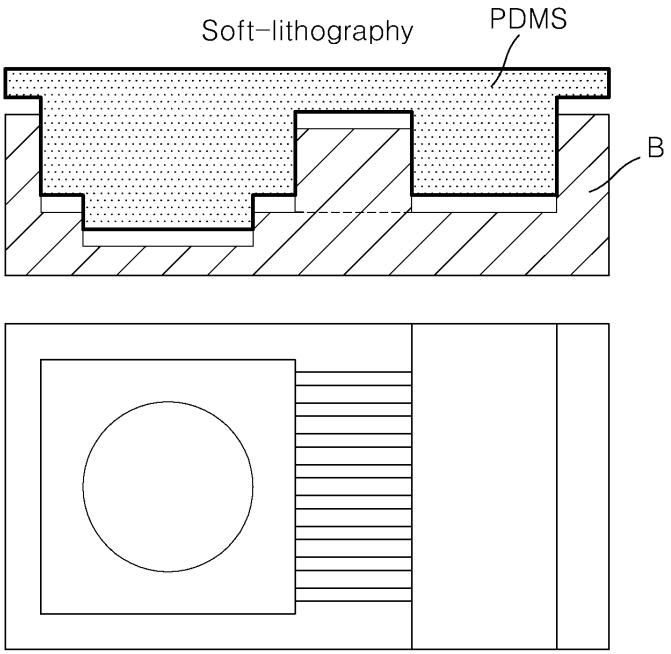
도면2


기본 몰드를 제작하는 단계
S100
기본 몰드를 이용하여 마스터 몰드를 제작하는 단계
S200
마스터 몰드를 이용하여 미세 유체 필름을 제작하는 단계
S300

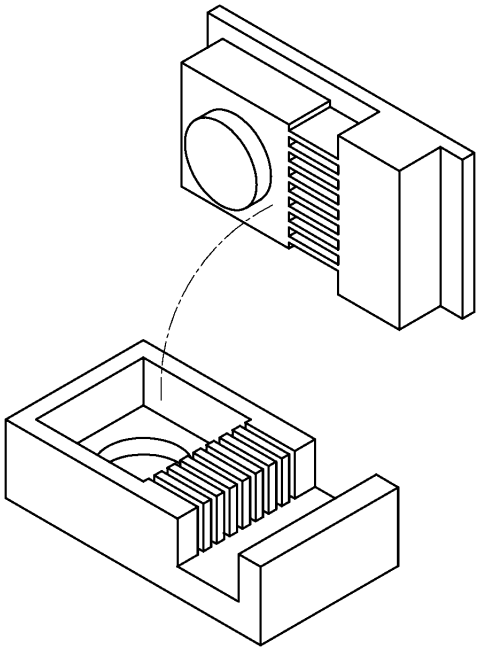
도면3


1. Photolithography
2. Etching with ICP-RIE
P1
w
3. Photolithography
4. Etching with DRIE
P2
5. Photolithography
6. Etching with DRIE
P3
7. Surface modification
PFOCTS

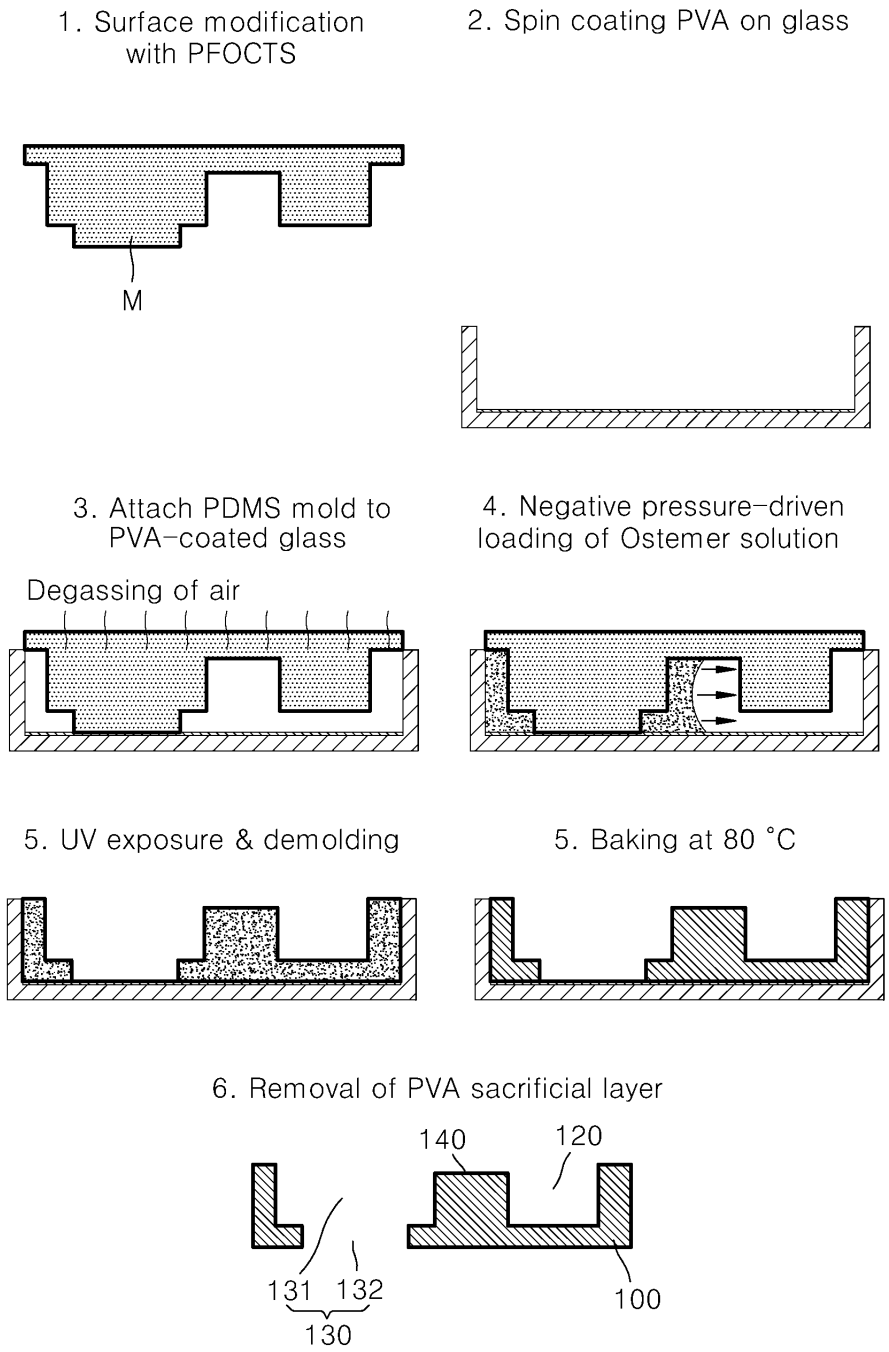
도면4



도면5

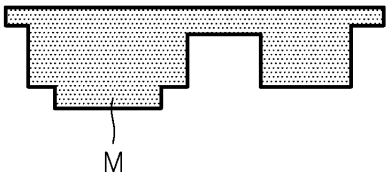


도면6

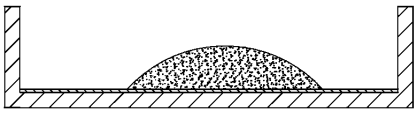

1. Surface modification with PFOCTS
M
2. Spin coating PVA on glass
3. Attach PDMS mold to PVA-coated glass
Degassing of air
4. Negative pressure-driven loading of Ostemer solution
5. UV exposure & demolding
5. Baking at 80 °C
6. Removal of PVA sacrificial layer
140
120
131
132
130
100

도면7

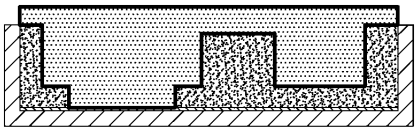
1. Surface modification with PFOCTS



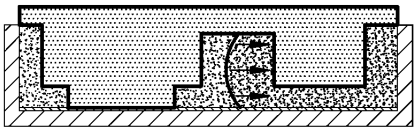
2. 경화제를 한방울 떨어뜨림



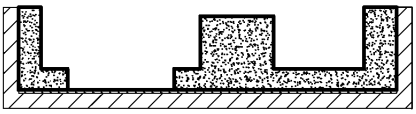
3. 경화제를 silicon mold로 찍어 누름



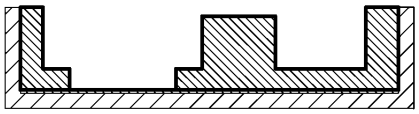
4. Negative pressure-driven loading of Ostemer solution



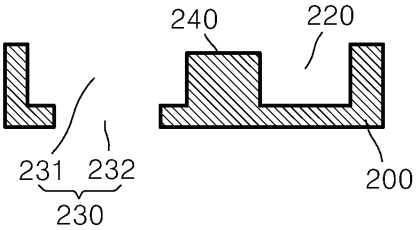
5. UV exposure & demolding



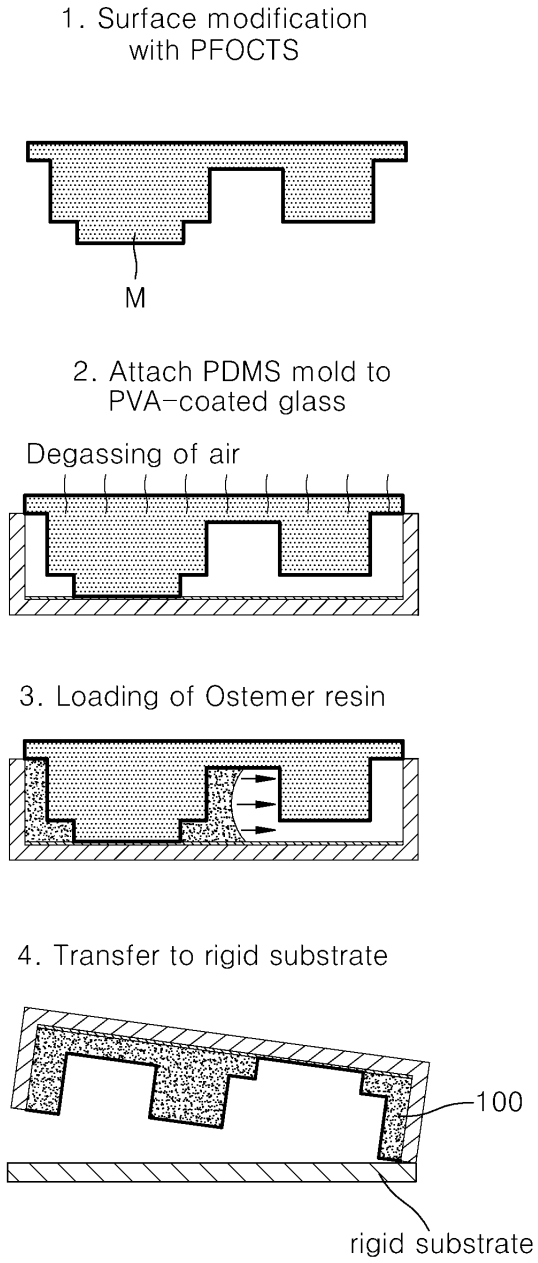
5. Baking at 80 °C



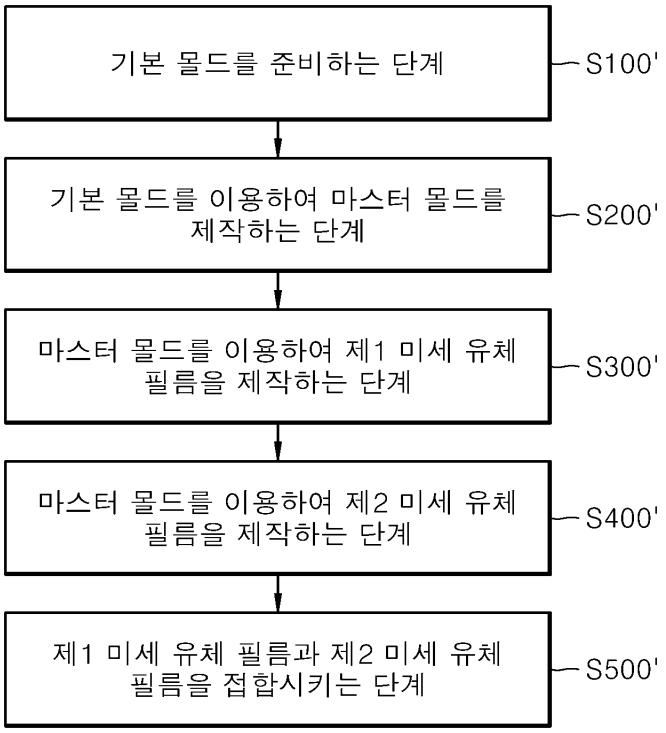
6. Removal of PVA sacrificial layer



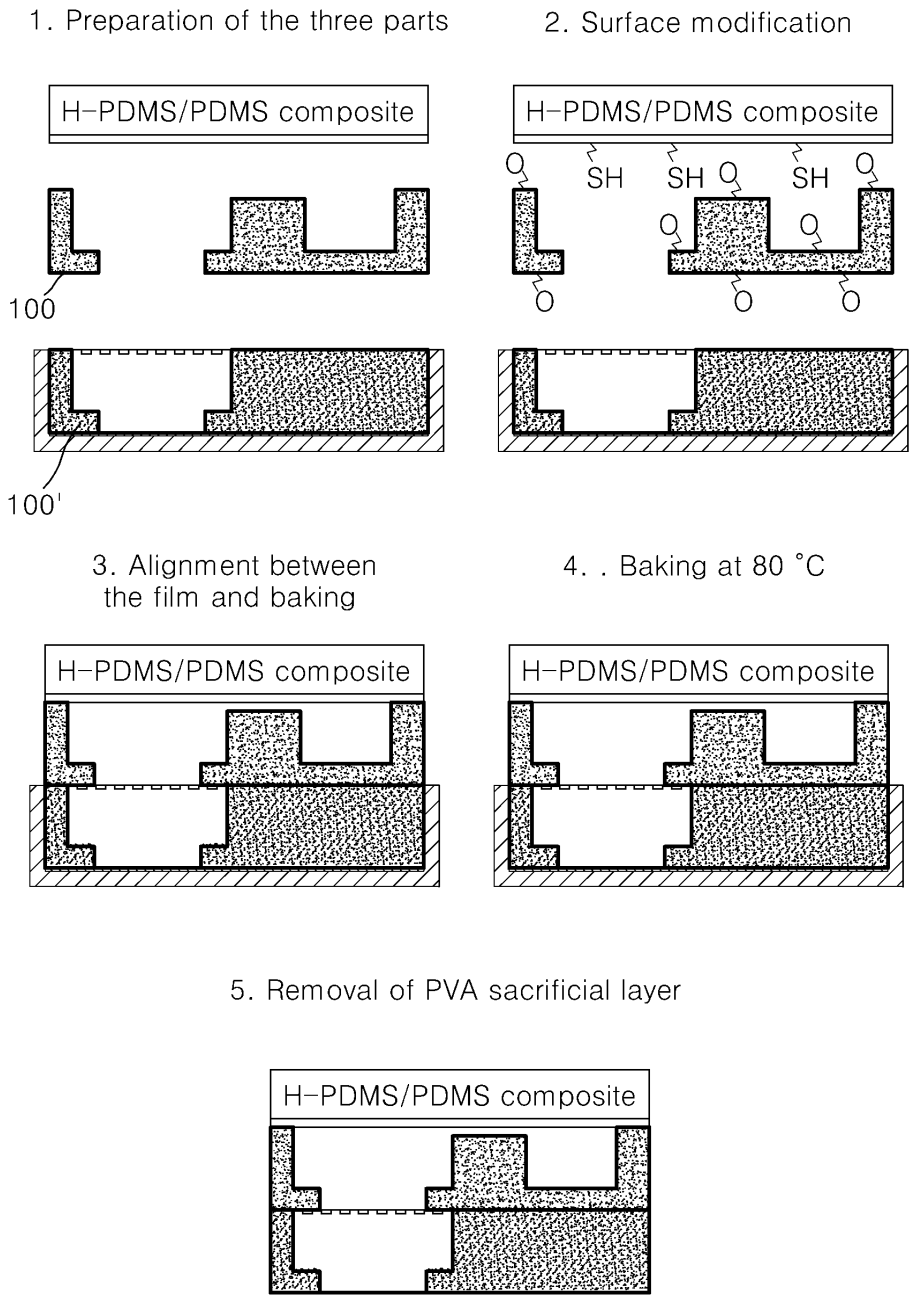
도면8


1. Surface modification
with PFOCTS
M
2. Attach PDMS mold to
PVA-coated glass
Degassing of air
3. Loading of Ostemer resin
4. Transfer to rigid substrate
100
rigid substrate

도면9


기본 몰드를 준비하는 단계
S100'
기본 몰드를 이용하여 마스터 몰드를 제작하는 단계
S200'
마스터 몰드를 이용하여 제1 미세 유체 필름을 제작하는 단계
S300'
마스터 몰드를 이용하여 제2 미세 유체 필름을 제작하는 단계
S400'
제1 미세 유체 필름과 제2 미세 유체 필름을 접합시키는 단계
S500'

도면10


1. Preparation of the three parts
H-PDMS/PDMS composite
100
100'
2. Surface modification
H-PDMS/PDMS composite
SH
SH
SH
O
3. Alignment between the film and baking
H-PDMS/PDMS composite
4. . Baking at 80 °C
H-PDMS/PDMS composite
5. Removal of PVA sacrificial layer
H-PDMS/PDMS composite