

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2010-0111516 (43) 공개일자 2010년10월15일
(51) Int. Cl. <i>B81C 1/00</i> (2006.01) (21) 출원번호 10-2009-0029979 (22) 출원일자 2009년04월07일 심사청구일자 2009년04월07일	(71) 출원인 인하대학교 산학협력단 인천 남구 용현동 253 인하대학교 (72) 발명자 오범환 인천광역시 연수구 동춘동 금호아파트 104-1306 김보순 인천광역시 연수구 송도동 송도신도시현대아이파크 112-1903 (74) 대리인 특허법인무한	

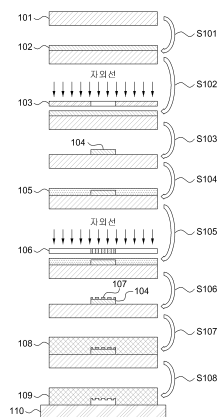
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 방법

(57) 요약

카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 방법을 개시한다. 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 방법은 성질이 다른 두 가지의 감광제를 이용한 두 번의 현상공정을 수행하여, 유체가 흐르는 채널을 형성한 후 채널 위에 카오스 혼합을 유도하기 위한 그루브를 형성한다. 그리고, 채널과 그루브가 형성된 마스터를 PDMS를 이용하여 복제한 후 원하는 기판에 부착시켜 카오스 혼합형 마이크로 채널을 제작할 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

채널 형성용 감광제를 이용한 현상 공정을 수행하여 유체의 유입을 위한 유입구와 유체의 배출을 위한 배출구를 가진 채널 패턴(channel pattern)을 형성하는 단계; 및,

상기 채널 형성용 감광제와 성질이 다른 그루브 형성용 감광제를 이용한 현상 공정을 수행하여 상기 채널 패턴 상에 카오스 혼합을 유도하는 그루브 패턴(groove pattern)을 형성하는 단계

를 포함하는 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 채널 형성용 감광제와 그루브 형성용 감광제의 종류에 따라 상기 채널 패턴과 그루브 패턴의 높낮이를 조절하는, 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 채널 형성용 감광제는 네거티브(negative) 감광제를 이용하고 상기 그루브 형성용 감광제는 포지티브(positive) 감광제를 이용하는, 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 그루브 패턴이 형성된 마스터 상에 PDMS(polydimethylsiloxane)를 도포하여 상기 PDMS에 그루브 패턴을 복제하는 단계;

상기 그루브 패턴이 복제된 PDMS를 기판에 부착하여 카오스 혼합형 마이크로 채널을 제작하는 단계

를 더 포함하는, 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 그루브 패턴이 형성된 마스터 상에서 상기 그루브 패턴을 제거하는 단계;

상기 그루브 형성용 감광제를 이용한 현상 공정을 수행하여 상기 채널 패턴 상에 다른 그루브 패턴을 형성하는 단계

를 더 포함하는, 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 카오스 혼합 형태를 가지는 마이크로 채널을 제작하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] MEMS(microelectromechanical systems) 기술의 개발과 함께 마이크로 시스템의 기능성, 경량화, 저가 대량 생산의 장점이 제시되면서 효율적인 소자를 개발하기 위한 연구들이 수행되고 있다. 이 중 다양한 응용 분야를 가지며 시장성이 높은 마이크로 반응 시스템의 경우 발전 속도가 매우 빠르다.

[0003] 최근에는 생화학(Biochemistry), 생명공학(Biomedical) 분야에 적용되어 초소형 시스템인 랩온어칩(Lab-on-a-

Chip)과 마이크로 총 분석 시스템(μ -TAS, Micro Total Analysis System)과 같은 마이크로 바이오 칩 시스템 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 마이크로 바이오 칩 시스템은 유체의 처리, 반응, 검출, 분리 등을 하나의 칩 상에서 수행할 수 있기 때문에 적은 시료의 양과 저렴한 비용으로 실험이 가능하고 실험 시간도 단축할 수 있다는 장점이 있다.

[0004] 특히, 카오스 혼합 형태를 가지는 마이크로 채널에 관하여 2002년 스트룩(Strook)은 채널 내에 주기적 또는 비주기적인 그루브(groove)를 만들어 일정 거리가 지난 후 미세 유체의 혼합 특성을 실험한 것에 대해 발표하였으며, 이와 비슷한 카오스 혼합형 마이크로 채널에 관한 연구가 많이 진행되고 있다.

[0005] 그러나, 기존의 카오스 혼합형 마이크로 채널은 그 형상이 복잡하고 제조가 어렵다는 문제가 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0006] 본 발명의 일실시예는 간단하고 형태의 제한이 없는 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 방법을 제공한다.

[0007] 본 발명의 일실시예는 정해진 구조가 아닌, 마스크의 형태에 따라 다양한 구조의 채널을 만들고 손쉽게 복제할 수 있는 제조 기술을 제공한다.

[0008] 본 발명의 일실시예는 채널과 그루브 형태를 제작한 후 그루브 형상을 지우고 다른 그루브를 만들 수 있는, 즉 하부 기관의 재사용 기술을 제공한다.

과제 해결수단

[0009] 본 발명의 일실시예에 따른 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 방법은 채널 형성용 감광제를 이용한 현상 공정을 수행하여 유체의 유입을 위한 유입구와 유체의 배출을 위한 배출구를 가진 채널 패턴(channel pattern)을 형성하는 단계; 및, 상기 채널 형성용 감광제와 성질이 다른 그루브 형성용 감광제를 이용한 현상 공정을 수행하여 상기 채널 패턴 상에 카오스 혼합을 유도하는 그루브 패턴(groove pattern)을 형성하는 단계를 포함한다.

[0010] 본 발명의 일실시예에서, 상기 채널 형성용 감광제는 네거티브(negative) 감광제를 이용하고 상기 그루브 형성용 감광제는 포지티브(positive) 감광제를 이용한다.

[0011] 그리고, 본 발명의 일실시예에 따른 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 방법은 상기 그루브 패턴이 형성된 마스터 상에 PDMS(polydimethylsiloxane)를 도포하여 상기 PDMS에 그루브 패턴을 복제하는 단계; 상기 그루브 패턴이 복제된 PDMS를 기관에 부착하여 카오스 혼합형 마이크로 채널을 제작하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 방법은 상기 그루브 패턴이 형성된 마스터 상에서 상기 그루브 패턴을 제거하는 단계; 상기 그루브 형성용 감광제를 이용한 현상 공정을 수행하여 상기 채널 패턴 상에 다른 그루브 패턴을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

효 과

[0013] 본 발명의 일실시예에 따르면, 마스크 형태에 따라 채널 하단부의 그루브 형태를 조절할 수 있는 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 방법을 제공할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일실시예에 따르면, 감광제를 통한 마스터 패턴을 제작하면 손쉽게 여러 번 복제할 수 있는 제작 방법을 제공할 수 있고, 하부 기관을 재사용하여 다른 형태의 그루브 패턴을 가진 마이크로 채널의 제작이 가능하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0015] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0016] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 방법의 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0017] 카오스 혼합형 마이크로 채널은 채널 내에서 혼합을 발생시키기 위하여 채널 하부 벽면에 높이를 지닌 주기적 또는 비주기적인 블록과, 채널로 유체를 유입하기 위한 두 개 이상의 유입구와, 혼합된 유체를 배출하는 하나의

배출구를 포함하는 형태로 구성된다.

- [0018] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 방법은 다음과 같은 과정을 포함할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일실시예는 실리콘 기판(101)의 상부에 네거티브 감광제(102)를 코팅한다(S101). 네거티브 감광제(102)를 코팅하는 단계(S101)는 SU-8 계열의 네거티브 감광제(102)를 설계한 채널 높이에 따라 종류를 정해서 사용한다.
- [0020] 본 발명의 일실시예는 네거티브 감광제(102)가 코팅된 실리콘 기판(101)을 채널 마스크(103)를 이용하여 자외선에 노광시킨 후(S102) 현상 공정을 통하여 유입, 배출구를 가지는 기본적인 채널 패턴(104)을 형성한다(S103). 상기한 구조의 채널 패턴(104)을 형성하기 위한 채널 마스크(103)에 대해서는 도 3을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0021] 본 발명의 일실시예는 채널 패턴(104) 위에 포지티브 감광제(105)를 코팅하고(S104) 이어 그루브 마스크(106)를 이용하여 정렬 과정을 거친 후(S105) 다시 현상 공정을 통하여 그루브 패턴(107)을 형성한다(S106). 포지티브 감광제(105)를 코팅하는 단계(S104)는 AZ 계열의 포지티브 감광제(105)를 설계한 그루브 높이에 따라 종류를 정해서 사용한다. 네거티브 감광제(102)는 자외선을 받으면 크로스링킹(cross-linking)이 일어나 굳어지게 되는 반면, 포지티브 감광제(105)는 자외선을 받으면 크로스링킹이 풀어져 쉽게 제거된다. 또한, 네거티브 감광제(102)와 포지티브 감광제(105)는 다른 현상액을 사용하기 때문에 두 번의 현상 공정이 진행되어도 네거티브 감광제(102)로 구성된 그루브 패턴(107) 하단부에 형성된 채널 패턴(104)의 구조를 손상시키지 않는다. 상기한 구조의 그루브 패턴(107)을 형성하기 위한 그루브 마스크(106)에 대해서는 도 4와 도 5를 참조하여 설명하기로 한다.
- [0022] 본 발명의 일실시예는 그루브 패턴(107)이 완성된 마스터 구조 위에 PDMS(polydimethylsiloxane)(108)를 도포한다(S107). 이때, 굳은 상태의 PDMS(108)를 상기 마스터 구조에서 분리시키면 카오스 혼합형 마이크로 채널 구조(109)가 만들어지므로 PDMS(108)로 만들어진 카오스 혼합형 마이크로 채널 구조(109)를 분리시켜 PDMS 부착용 기판(110)에 부착한다(S108). PDMS 부착용 기판(110)으로는 실리콘 기판 또는 유리 기판을 이용할 수 있다. PDMS(108)는 표면 에너지가 낮아 실리콘이나 유리 기판에 잘 붙지만, 표면을 산소 플라즈마 처리 후 부착시키면 표면이 친수성으로 변하기 때문에 더욱 강한 힘으로 부착될 수 있다. 따라서, 본 발명의 일실시예는 PDMS(108)로 만들어진 카오스 혼합형 마이크로 채널 구조(109)를 PDMS 부착용 기판(110)에 부착한 후 유입, 배출구 부분을 형성하면 채널 구조가 완성된다.
- [0023] 본 발명의 일실시예는 그루브 패턴(107)이 완성된 마스터 구조에 PDMS(108)를 이용하여 복제를 할 경우 마스터에 거의 손상이 가지 않기 때문에 반복 공정이 가능하다.
- [0024] 도 2는 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작시 형성된 하부 기판(201)을 재활용하는 과정을 설명하기 위한 도면이다. 도 2에서, 하부 기판(201)은 도 1에 도시한 과정에서 그루브 패턴(202)이 완성된 마스터 구조를 의미할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일실시예는 도 1에 도시한 과정에서 그루브 구조의 현상 후 패턴 제작에 실패하여 패턴을 다시 제작하거나, 또 다른 그루브 패턴을 형성하기 위하여 PDMS(108)로 만들어진 카오스 혼합형 마이크로 채널 구조(109)를 분리시킨 하부 기판(201)을 다시 사용할 수 있다.
- [0026] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 방법은 다음과 같은 하부 기판(201)을 재활용하는 과정을 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 일실시예는 하부 기판(201)의 상부에 형성된 그루브 패턴(202)을 아세톤 또는 이소프로필 알코올 등을 이용하여 제거한다(S201). 그루브 패턴(202)은 포지티브 감광제로, 그루브 패턴(202)을 제거한 하부 기판(201)은 네거티브 감광제로 만들어져 있기 때문에 그루브 패턴(202)을 제거할 때 하부의 채널은 손상되지 않는다.
- [0028] 본 발명의 일실시예는 그루브 패턴(202)이 제거된 하부 기판에 포지티브 감광제(203)을 코팅하고(S202) 이어 그루브 마스크(204)를 이용하여 노광을 거친 후(S203) 다시 현상 공정을 통하여 그루브 패턴(205)을 형성한다(S204).
- [0029] 본 발명의 일실시예는 그루브 패턴(205)이 형성된 마스터 구조 위에 PDMS(206)를 도포하고(S205) PDMS(206)가 굳으면 상기 마스터 구조에서 분리시킨다(S206). 이때, 상기 마스터 구조에서 분리된 PDMS(206) 즉, PDMS(20

6)로 만들어진 카오스 혼합형 마이크로 채널 구조(207)를 PDMS 부착용 기관(208)에 부착하여 채널 구조를 완성할 수 있다.

[0030] 따라서, 본 발명의 일실시예는 카오스 혼합형 마이크로 채널을 제작하는 과정에서 만들어진 하부 기관(201)을 재활용하여 그루브 패턴을 다시 형성하거나 다른 그루브 패턴을 갖는 채널 구조를 제작할 수 있다

[0031] 도 3은 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 과정에서 이용되는 채널 마스크(103)의 일례를 도시한 도면이다.

[0032] 본 발명의 일실시예에서 채널 마스크(103)는 기본적인 유입, 배출구를 가지는 채널의 형태로 구성될 수 있으며 그 형태는 도 3에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

[0033] 도 3을 참조하면, 채널 마스크(103)는 두 개의 유입구(301)와, 유체가 혼합되는 채널부(303)와, 유입구(301)와 채널부(303)를 연결하는 채널(302)과, 혼합된 유체가 배출되는 배출구(304)로 구성된다. 상기한 구조의 채널 마스크(103)는 네거티브 감광제를 이용하는 과정을 거치기 때문에 마스크 구조 역시 네거티브 형태로 구성한다.

[0034] 도 4와 도 5는 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 과정에서 이용되는 그루브 마스크(106)의 일례를 도시한 도면이다.

[0035] 본 발명의 일실시예에서 그루브 마스크(106)는 채널 구조를 만들기 위하여 유체의 혼합을 유도하는 형태의 마이크로 구성될 수 있으며 그 형태는 도 4와 도 5에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

[0036] 도 4와 도 5를 참조하면, 그루브 마스크(106)는 두 개의 유입구와 하나의 배출구, 및 유체의 혼합을 유도하기 위한 그루브 구조(401)(501)로 구성된다. 상기한 구조의 그루브 마스크(106)는 포지티브 감광제를 이용하는 과정을 거치기 때문에 마스크 구조 역시 포지티브 형태로 구성한다. 그루브 마스크(106)는 채널 마스크(103)로 만들어진 채널 패턴 위에 정확히 정렬하여 현상 공정을 진행하여야 하므로 채널 마스크(103)와 거의 동일한 형태로 구성한다. 그루브 마스크(106)는 빗살무늬 타입의 그루브 구조(401), 격인 빗살무늬 타입의 그루브 구조(501) 등 다양한 구조를 이용하여 유체의 혼합을 유도하는 형태의 마이크로 채널을 만들 수 있다.

[0037] 그루브 마스크(106)는 유입구를 추가하거나 채널의 너비 또는 형태를 변경하는 것이 가능하므로 그루브 부분(401)(501)을 수정하여 채널 내에 주기적 또는 비주기적인 그루브를 만들거나, 또는 그루브의 모양을 바꾸어 효율이 더 높은 채널을 만드는 등 원하는 형태의 카오스 혼합형 마이크로 채널을 제작할 수 있다. 또한, 채널의 설계에 따라 감광제의 종류를 결정하여 채널과 그루브의 높이 제어가 가능하다.

[0038] 따라서, 본 발명의 일실시예는 마스크 형태에 따라 채널 하단부의 그루브 형태를 조절할 수 있는 카오스 혼합형 마이크로 채널을 제작할 수 있으며, 하부 기관을 재활용함으로써 마이크로 채널의 복제와 그루브 패턴의 수정이나 변경이 용이하다.

[0039] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0040] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0041] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 방법의 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0042] 도 2는 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작시 형성된 하부 기관(201)을 재활용하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0043] 도 3은 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 과정에서 이용되는 채널 마스크의 일례를 도시한 도면이다.

[0044] 도 4는 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 과정에서 이용되는 그루브 마스크의 일례를 도시한 도면이다.

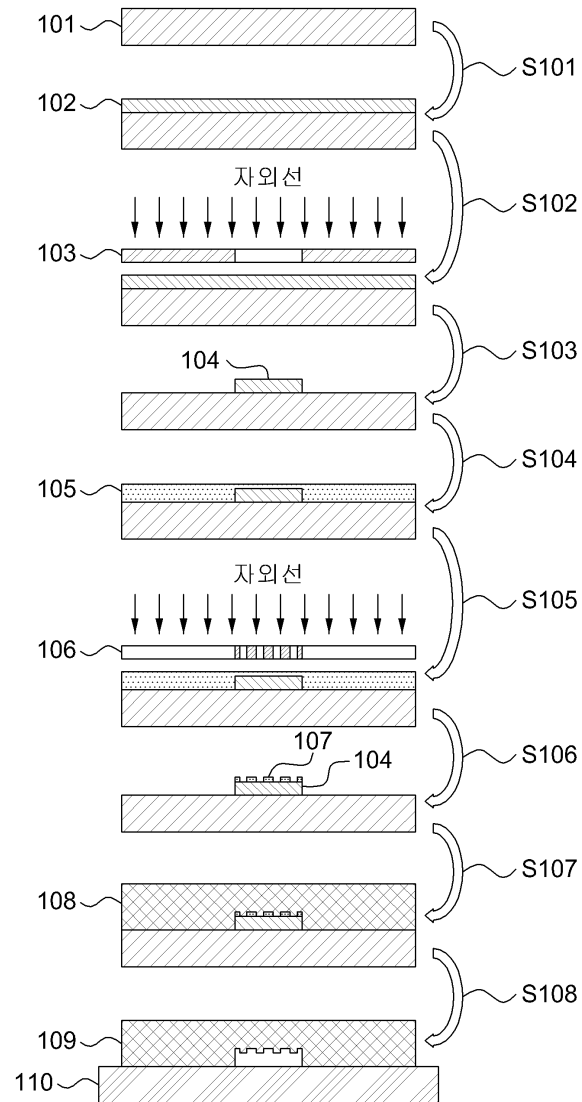
[0045] 도 5는 카오스 혼합형 마이크로 채널의 제작 과정에서 이용되는 그루브 마스크의 다른 일례를 도시한 도면이다.

[0046] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

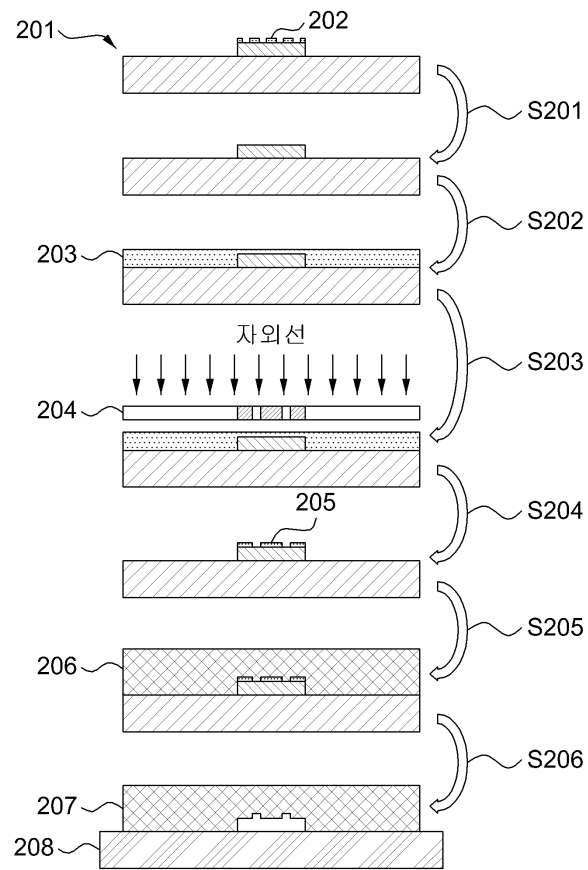
[0047]	101: 실리콘 기판	102: 네거티브 감광제
[0048]	103: 채널 마스크	105: 포지티브 감광제
[0049]	106: 그루브 마스크	108: PDMS
[0050]	110: PDMS 부착용 기판	

도면

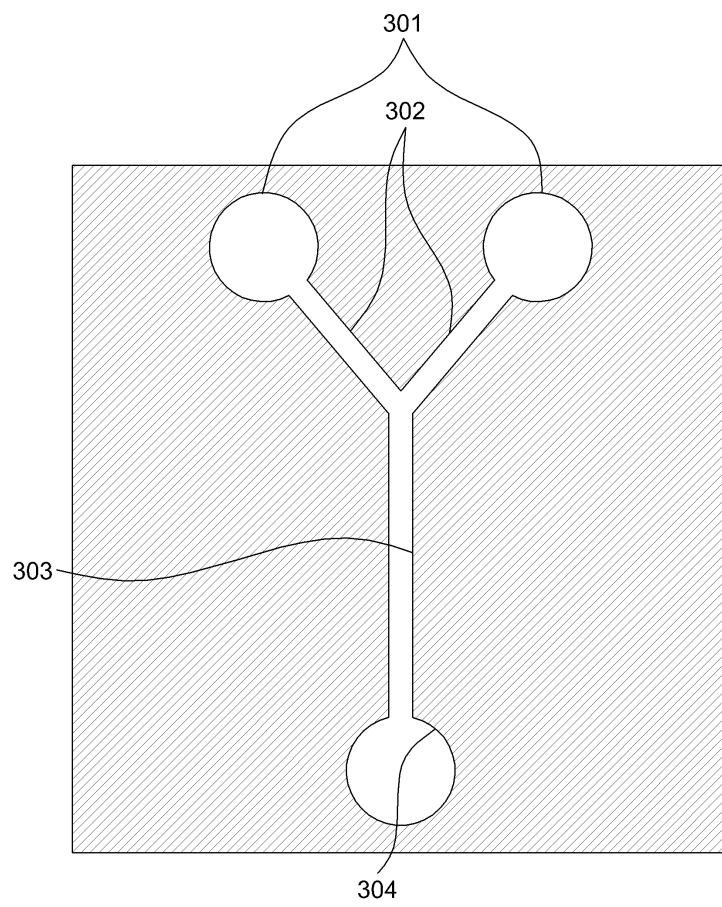
도면1



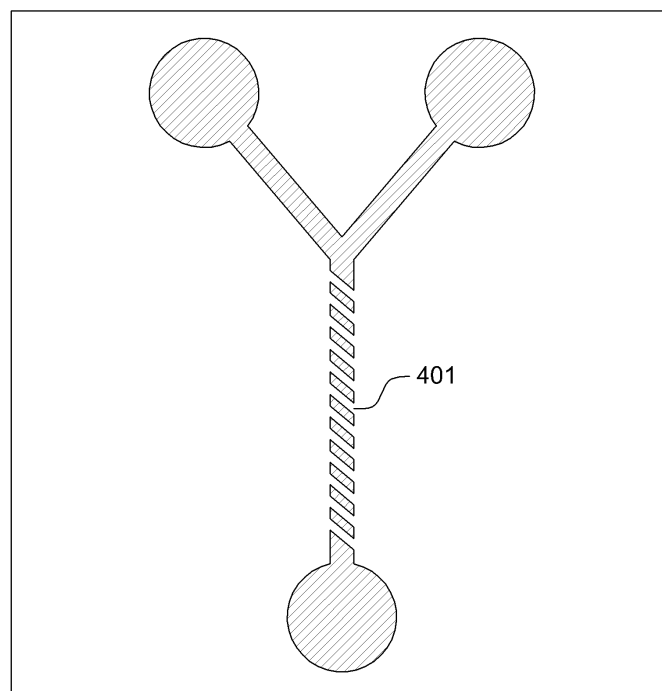
도면2



도면3



도면4



도면5

