



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2011년09월20일  
 (11) 등록번호 10-1065614  
 (24) 등록일자 2011년09월09일

(51) Int. Cl.

*B81B 3/00* (2006.01) *B81B 7/02* (2006.01)

*B81B 1/00* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0119446

(22) 출원일자 2008년11월28일

심사청구일자 2008년11월28일

(65) 공개번호 10-2010-0060723

(43) 공개일자 2010년06월07일

(56) 선행기술조사문헌

US20040162375 A1

(73) 특허권자

한국전기연구원

경상남도 창원시 성산구 성주동 28-1

(72) 발명자

이경희

경기도 안산시 단원구 원곡2동 경남아너스빌  
104-2304호

최영욱

경기도 안양시 동안구 평촌동 932-6 꿈라이프아파트 101동 806호

송준명

서울특별시 관악구 봉천동 서울대학교 교수아파트  
122A-405호

(74) 대리인

특허법인명문

전체 청구항 수 : 총 16 항

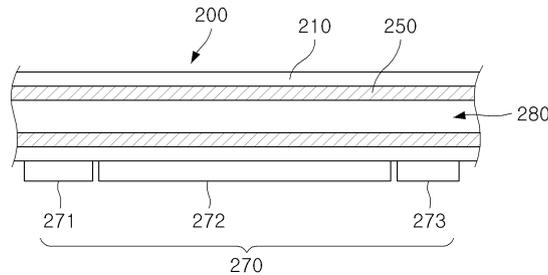
심사관 : 김기현

**(54) 랩온어칩용 마이크로 펌프 및 마이크로 펌프 제조 방법.**

**(57) 요약**

본 발명은 랩온어칩용 마이크로 펌프, 마이크로 펌프 제조 방법 및 이를 이용한 유체 이동 방법에 관한 것으로서, 랩온어칩(Lab on a chip)용 마이크로 펌프에 있어서, 랩온어칩의 마이크로 채널 내부의 적어도 일부분에 온도변화에 따라 수축 또는 팽창하는 온도감응성 고분자를 고정시키고, 상기 온도감응성 고분자가 고정된 마이크로 채널 부분의 온도를 조절하여 상기 온도감응성 고분자의 수축 또는 팽창으로 상기 마이크로 채널 내의 미세 유체를 이동시키는 것을 특징으로 하는 랩온어칩용 마이크로 펌프이며, 본 발명에 의하면, 간단한 구성으로 마이크로 채널 상의 유체를 이동시킬 수 있어 랩온어칩을 단순화 및 소형화하는데 기여할 수 있다.

**대표도 - 도7**



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

랩온어칩(Lab on a chip)용 마이크로 펌프에 있어서,

랩온어칩의 마이크로 채널 내부에 형성된 모세관의 내면의 둘레를 따라 온도변화에 따라 수축 또는 팽창하는 온도감응성 고분자가 고정되며,

상기 마이크로 채널은 복수개의 구역으로 구분되어, 상기 마이크로 채널의 복수개의 구역에는 각각 개별적인 온도조절수단이 구비되며,

상기 온도조절수단이 상기 마이크로 채널의 내부 온도를 제어하여 상기 온도감응성 고분자의 수축 또는 팽창으로 상기 마이크로 채널 내의 미세 유체를 상기 마이크로 채널의 각 구역별로 이동시키는 것을 특징으로 하는 랩온어칩용 마이크로 펌프.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 마이크로 채널은,

일측에는 미세 유체가 유입되는 유입구가 형성되고 타측에는 상기 미세 유체가 배출되는 배출구가 형성된 모세관;

상기 모세관 내면을 따라 고정된 온도감응성 고분자; 및

상기 모세관 외면 또는 상기 모세관이 접하는 상기 마이크로 채널 상에 위치하여 상기 온도감응성 고분자에 열을 가하는 온도조절수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 랩온어칩용 마이크로 펌프.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 마이크로 채널은 복수개의 구역으로 구분되며,

상기 온도조절수단은, 상기 복수개의 구역마다 각각 위치하는 복수개의 미세전극과 상기 복수개의 미세전극에 전류 공급을 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 랩온어칩용 마이크로 펌프.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 온도조절수단은,

상기 랩온어칩 기관 상의 상기 마이크로 채널의 입구 부근에 위치하는 제1 미세전극;

상기 랩온어칩 기관 상의 상기 마이크로 채널의 출구 부근에 위치하는 제2 미세전극; 및

상기 제1 미세전극 및 제2 미세전극 사이에 위치하는 제3 미세전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 랩온어칩용 마이크로 펌프.

### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 온도감응성 고분자는, 고분자 하이드로겔(Hydrogel)인 것을 특징으로 하는 랩온어칩용 마이크로 펌프.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 온도감응성 고분자는, 폴리 N 이소프로필아크릴아미드(PNIPAAm)인 것을 특징으로 하는 랩온어칩용 마이크로 펌프.

**청구항 7**

랩온어칩(Lab on a chip)용 마이크로 펌프의 제조 방법에 있어서,

- a) 모세관 상으로 온도감응성 고분자와 상기 온도감응성 고분자를 고정시키기 위한 가교제를 주입한 후 상기 모세관을 기설정된 온도로 가열하여 상기 온도감응성 고분자를 상기 모세관 내면의 둘레를 따라 고정시키는 단계; 및
- b) 마이크로 채널이 위치할 랩온어칩 기관 상에 상기 모세관에 열을 가하는 온도조절수단을 형성하고 상기 마이크로 채널에 상기 온도감응성 고분자가 고정된 모세관을 장착시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 랩온어칩용 마이크로 펌프의 제조 방법.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,

상기 a) 단계는,

- a-1) 상기 모세관의 내면 처리를 위하여 상기 모세관의 내부로 계면활성제를 주입하는 단계;
- a-2) 상기 내면 처리된 모세관의 내부로 온도감응성 고분자와 상기 온도감응성 고분자를 상기 모세관의 내면에 고정시키는 가교제를 주입하는 단계; 및
- a-3) 상기 모세관을 기설정된 온도로 가열하여 상기 온도감응성 고분자가 상기 모세관의 내면에 고정되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 랩온어칩용 마이크로 펌프의 제조 방법.

**청구항 9**

제 8 항에 있어서,

상기 a-2) 단계는,

상기 모세관의 내면에 상기 온도감응성 고분자의 고정을 촉진시키기 위한 촉매제를 더 주입하는 것을 특징으로 하는 랩온어칩용 마이크로 펌프의 제조 방법.

**청구항 10**

제 8 항에 있어서,

상기 온도감응성 고분자는, 폴리 N 이소프로필아크릴아미이드(PNIPAAm)인 것을 특징으로 하는 랩온어칩용 마이크로 펌프의 제조 방법.

**청구항 11**

제 8 항에 있어서,

상기 a-2) 단계에서의 계면활성제는, 3-프로필 메타크릴산(3-(trimethoxysilyl) propyl methacrylate)인 것을 특징으로 하는 랩온어칩용 마이크로 펌프의 제조 방법.

**청구항 12**

제 8 항에 있어서,

상기 a-2) 단계의 가교제는, N,N'-메틸렌비스아크릴아미드(N,N'-methylenebisacrylamide)인 것을 특징으로 하는 랩온어칩용 마이크로 펌프의 제조 방법.

**청구항 13**

제 9 항에 있어서,

상기 촉매제는, 2,2'-아조비스(2,2'-아조비스(isobutyronitrille))인 것을 특징으로 하는 랩온어칩용 마이크로 펌프의 제조 방법.

**청구항 14**

제 7 항에 있어서,

상기 b) 단계는,

b-1) 상기 마이크로 채널을 길이방향으로 복수개의 구역으로 구분하고 상기 복수개의 구역 각각에 온도조절수단을 형성하는 단계; 및

b-2) 상기 온도조절수단이 형성된 마이크로 채널 상에 상기 온도감응성 고분자가 고정된 모세관을 장착시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 랩온어칩용 마이크로 펌프의 제조 방법.

**청구항 15**

제 14 항에 있어서,

상기 b-1) 단계는,

상기 마이크로 채널이 형성될 상기 랩온어칩의 기관 상에 상기 마이크로 채널의 복수개의 구역에 대응되는 위치마다 미세전극을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 랩온어칩용 마이크로 펌프의 제조 방법.

**청구항 16**

제 14 항에 있어서,

상기 b-1) 단계는,

상기 랩온어칩의 기관 상에, 상기 마이크로 채널의 입구가 위치할 부근에 제1 미세전극, 상기 마이크로 채널의 출구가 위치할 부근에 제2 미세전극 및 상기 제1 미세전극과 제2 미세전극 사이에 제3 미세전극을 형성하는 단계를 포함하는 것을 랩온어칩용 마이크로 펌프의 제조 방법.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 랩온어칩용 마이크로 펌프 및 마이크로 펌프의 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 랩온어칩의 마이크로 채널 상에 온도감응성 고분자를 고정시키고, 온도조절에 따른 상기 온도감응성 고분자의 수축 또는 팽창으로 상기 마이크로 채널 상의 유체를 이동시키는 마이크로 펌프 및 이를 제조하는 방법에 대한 것이다.

**배경기술**

[0002] 바이오칩이란 유리, 실리콘 또는 나일론 등의 재질로 된 작은 기관 위에 DNA, 단백질 등의 생물분자(Biomolecule)들을 집적시켜 놓은 것을 말하며, 이때 DNA를 집적시켜 놓으면 DNA칩이라 칭하고, 단백질을 집적시켜 놓으면 단백질칩이라 칭한다. 또한 바이오칩은 마이크로어레이칩(Microarray Chip)과 마이크로플루이딕스칩(Micro fluidics chip)으로 크게 나눌 수 있다.

[0003] 마이크로어레이칩은 수천 혹은 수만개 이상의 DNA나 단백질 등을 일정 간격으로 배열하여 붙이고, 분석 대상 물질을 처리하여 그 결합 양상을 분석할 수 있는 바이오칩을 말한다. 그리고 마이크로플루이딕스칩은 미량의 분석 대상물질을 흘려보내면서 칩에 집적되어 있는 각종 생물분자 혹은 센서와 반응하는 양상을 분석할 수 있는 바이오칩으로서, 랩온어칩(Lab on a chip)이라 불리기도 하며, 생화학물질의 분석시 사용되는 자동분석장치의 시료 전처리 과정에 필수적인 펌프, 밸브, 반응기, 추출기, 분리 시스템 등의 기능과 센서기술이 같이 접목된 첨단 기술이다.

[0004] 랩온어칩을 좀 더 살펴보면, 랩온어칩은 화학 및 생화학 물질을 분석하기 위해 연구실 단위에서 거치

게 되는 시료주입, 전처리, 화학반응, 분리/분석 등의 과정을 수 cm<sup>2</sup>의 칩 내부에서 이루어지도록 제작한 미세 분석장치이다.

- [0005] 랩온어칩 기술은 수 피코 리터(pL)에서 수십 마이크로 리터( $\mu$ L) 용량의 시료를 정확하게 이송, 분배, 혼합하는 극미량 유동 제어 기술과 멤스(MEMS) 미세가공기술이 복합된 것으로 미세종합분석시스템의 핵심기술이다.
- [0006] 극미량의 시료를 사용하고 화학성분을 빠르고 간편하게 분석하는 랩온어칩은 수많은 신약후보물질 중 유용한 신약을 고속으로 선별하기 위해 많이 사용되고 있으며, 최근 들어서는 환경오염물질의 검출, 질병진단 등을 목적으로 하는 여러 종류의 랩온어칩이 연구개발 중에 있다.
- [0007] DNA칩이나 단백질(protein)칩과 같은 마이크로어레이칩(micro-array chip)과는 달리 랩온어칩은 아직 세계적으로 연구개발 단계에 머물러 있으며, 상용화도 제한적이며 소규모로 이루어지고 있는 실정이고, 현재 상용화되어 있는 랩온어칩의 경우 미세 채널의 네트워크가 단순하며 반응과정 역시 복잡하지 않은 단계에서 구현되고 있다.
- [0008] BT산업에서 랩온어칩이 본격적으로 제 역할을 하기 위해서는 병원에서 거치는 복잡한 검사과정을 정확하고 빠르게 수행할 수 있는  $\mu$ -TAS (micro total analysis system)로서의 기능을 가져야 한다. 따라서 복잡한 미세채널 네트워크에서 미소유체를 효과적으로 제어할 수 있는 새로운 방식의 미세유동 제어시스템 개발이 필요하다.
- [0009] 현재 랩온어칩 내부 미세 유동을 제어하는 시스템은 간단한 압력부하나 전기 구동 방식 등을 사용하고 있는데, 압력부하 방식으로 랩온어칩 내의 미세 채널을 흐르는 시료 및 시약의 흐름을 제어하기 위하여 종래에는 외부에 연결된 소형펌프나 기계적 압력을 가하여 유체를 흐르도록 하였다.
- [0010] 도 1은 종래기술에 따른 랩온어칩 등의 기관 내에서 유체를 조작하는 방법을 도시한다.
- [0011] 종래기술로서 기관내에서 유체를 조작하는 방법(특허등록번호:10-0451154)은 도 1에 도시된 바와 같이 탄성고분자로 만들어진 기관 내부의 미세 채널을 기관의 외부에서 기관과 직접 접촉하는 기계적인 압력을 주어 유체의 흐름을 막은 상태에서 외부에서 압력을 가하는 부분을 미세 채널의 길이 방향으로 이동시켜 미세 채널 내에 들어있는 유체를 도 1의 A와 같이 원하는 방향으로 밀거나 또는 도 1의 B와 같이 원하는 방향에서 당겨서 이송시킨다.
- [0012] 허나 이와 같은 종래기술에 의할 때 미세 채널 내의 유체를 이동시키기 위하여 별도의 구동장치가 필요하며 랩온어칩 등의 바이오칩의 구성도 복잡해지는 문제점이 있다.
- [0013] 나아가서 기술발달에 따라 바이오칩은 NT 분야의 기술이 접목되고 있는 실정으므로 그 크기는 더욱 작아질 수밖에 없는데, 별도의 구동장치 등이 요구되는 종래기술에 의할 경우 그 크기를 줄이는데 제한이 따르므로 바이오칩의 단순화와 소형화에 장애가 되고 있다.

**발명의 내용**

**해결 하고자하는 과제**

- [0014] 본 발명은 랩온어칩 상의 미세 채널 내의 유체를 이동시키기 위하여 별도의 구동장치 장착에 따른 랩온어칩 등의 바이오칩의 구성이 복잡해지는 문제점을 해결하고자 한다.
- [0015] 나아가서 추가적인 외부 기계장치가 필요 없어 랩온어칩의 소형화에 기여할 수 있는 랩온어칩용 마이크로 펌프 및 이를 제조하는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제 해결수단**

- [0016] 이상과 같은 과제를 해결하고자 본 발명은, 랩온어칩(Lab on a chip)용 마이크로 펌프에 있어서, 랩온어칩의 마이크로 채널 내부의 적어도 일부분에 온도변화에 따라 수축 또는 팽창하는 온도감응성 고분자를 고정시키고,
- [0017] 상기 온도감응성 고분자가 고정된 마이크로 채널 부분의 온도를 조절하여 상기 온도감응성 고분자의 수축 또는 팽창으로 상기 마이크로 채널 내의 미세 유체를 이동시키는 것을 특징으로 하는 랩온어칩용 마이크로 펌프이다.

- [0018] 바람직하게는 상기 마이크로 채널은, 일측에는 미세 유체가 유입되는 유입구가 형성되고 타측에는 상기 미세 유체가 배출되는 배출구가 형성된 모세관; 상기 모세관 내면을 따라 고정된 온도감응성 고분자; 및 상기 모세관 외면 또는 상기 모세관이 접하는 상기 마이크로 채널 상에 위치하여 상기 온도감응성 고분자에 열을 가하는 온도조절수단을 포함할 수 있다.
- [0019] 나아가서 상기 마이크로 채널은 복수개의 구역으로 구분되며, 상기 온도조절수단은, 상기 복수개의 구역마다 각각 위치하는 복수개의 미세전극과 상기 복수개의 미세전극에 전류 공급을 제어하는 제어부를 포함할 수 있다.
- [0020] 바람직하게는 상기 온도조절수단은, 상기 랩온어칩 기관 상의 상기 마이크로 채널의 입구 부근에 위치하는 제1 미세전극; 상기 랩온어칩 기관 상의 상기 마이크로 채널의 출구 부근에 위치하는 제2 미세전극; 및 상기 제1 미세전극 및 제2 미세전극 사이에 위치하는 제3 미세전극을 포함할 수 있다.
- [0021] 여기서 상기 온도감응성 고분자로는 고분자 하이드로겔(Hydrogel)이 적용될 수 있으며, 보다 바람직하게는 상기 온도감응성 고분자로는 폴리 N 이소프로필아크릴아미이드(PNIPAAm)가 적용될 수 있다.
- [0022] 또한 본 발명은, 랩온어칩(Lab on a chip)용 마이크로 펌프의 제조 방법에 있어서, a) 모세관 상으로 온도감응성 고분자와 상기 온도감응성 고분자를 고정시키기 위한 가교제를 주입한 후 상기 모세관을 소정의 온도로 가열하여 상기 온도감응성 고분자를 상기 모세관 내면에 고정시키는 단계; 및 b) 마이크로 채널이 위치할 랩온어칩 기관 상에 상기 모세관에 열을 가하는 온도조절수단을 형성하고 상기 마이크로 채널에 상기 온도감응성 고분자가 고정된 모세관을 장착시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 랩온어칩용 마이크로 펌프의 제조 방법이다.
- [0023] 바람직하게는 상기 a) 단계는, a-1) 상기 모세관의 내면 처리를 위하여 상기 모세관의 내부로 계면활성제를 주입하는 단계; a-2) 상기 내면 처리된 모세관의 내부로 온도감응성 고분자와 상기 온도감형 고분자를 상기 모세관의 내면에 고정시키는 가교제를 주입하는 단계; 및 a-3) 상기 모세관을 소정의 온도로 가열하여 상기 온도감응성 고분자가 상기 모세관의 내면에 고정되는 단계를 포함할 수 있다.
- [0024] 나아가서 상기 a-2) 단계는, 상기 모세관의 내면에 상기 온도감응성 고분자의 고정을 촉진시키기 위한 촉매제를 더 주입할 수도 있다.
- [0025] 여기서 상기 온도감응성 고분자로는, 폴리 N 이소프로필아크릴아미이드(PNIPAAm)가 이용될 수 있다.
- [0026] 또한 상기 a-2) 단계에서의 계면활성제로는, 3-프로필 메타크릴산(3-(trimethoxysilyl) propyl methacrylate)가 이용될 수 있으며, 상기 a-2) 단계의 가교제로는, N,N'-메틸렌비스아크릴아미드(N,N'-methylenebisacrylamide)가 이용될 수 있으며, 상기 촉매제로는, 2,2'-아조비스(2,2'-azobis(isobutyronitrile))가 이용될 수 있다.
- [0027] 나아가서 상기 b) 단계는, b-1) 상기 마이크로 채널을 길이방향으로 복수개의 구역으로 구분하고 상기 복수개의 구역 각각에 온도조절수단을 형성하는 단계; 및 b-2) 상기 온도조절수단이 형성된 마이크로 채널 상에 상기 온도감응성 고분자가 고정된 모세관을 장착시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0028] 바람직하게는 상기 b-1) 단계는, 상기 마이크로 채널이 형성될 상기 랩온어칩의 기관 상에 상기 마이크로 채널의 복수개의 구역에 대응되는 위치마다 미세전극을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0029] 보다 바람직하게는 상기 b-1) 단계는, 상기 랩온어칩의 기관 상에 상기 마이크로 채널의 입구가 위치할 부근에 제1 미세전극, 상기 마이크로 채널의 출구가 위치할 부근에 제2 미세전극 및 상기 제1 미세전극과 제2 미세전극 사이에 제3 미세전극을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

**효 과**

- [0030] 본 발명에 의하면, 부피가 큰 기계적인 장치를 이용하지 않고 마이크로 채널 상의 유체를 이동시킬 수 있는 마이크로 펌프를 제공함으로써 랩온어칩의 구성을 단순화시킬 수 있으며, 동시에 랩온어칩의 소형화에도 이바지할 수 있게 된다.
- [0031] 나아가서 간단한 제조 과정을 거쳐 미세 유체를 효과적으로 제어할 수 있는 랩온어칩용 마이크로 펌프를 제공할 수 있으므로 랩온어칩의 제조단가를 낮출 수 있게 된다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

- [0032] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 설명하기 위하여 이 하에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하고 이를 참조하여 살펴본다.
- [0033] 도 2는 랩온어칩의 마이크로 채널에 본 발명에 따른 마이크로 펌프가 장착된 실시예를 나타낸다.
- [0034] 랩온어칩(100)은 인렛(Inlet)으로 시료를 주입하고 시약챔버(400) 상의 시약을 투입하여 상기 시료와 시약은 마이크로 채널을 통해 반응챔버로 이동되고 반응챔버 상에서 상기 시료와 시약이 반응되어 아웃렛(Outlet)으로 배출되게 된다.
- [0035] 랩온어칩(100)은 복잡한 미세채널 네트워크에서 미소유체의 이동을 효과적으로 제어해야 되는데, 본 발명에서는 시료 또는 시약 등의 미소유체의 이동을 제어하기 위한 마이크로 펌프를 제공하며, 도 2는 시약의 이동을 제어하기 위한 본 발명에 따른 마이크로 펌프(200)가 장착된 실시예를 도시하고 있다.
- [0036] 본 발명에서는 랩온어칩(100)의 마이크로 채널 내부의 적어도 일부분에 온도변화에 따라 수축 또는 팽창하는 온도감응성 고분자를 고정시키고, 상기 온도감응성 고분자가 고정된 마이크로 채널 부분의 온도를 조절하여 상기 온도감응성 고분자의 수축 또는 팽창으로 상기 마이크로 채널 내의 미세 유체를 이동시키게 된다. 여기서 보다 바람직하게는 상기 마이크로 채널을 모세관을 이용하여 형성시키고 상기 모세관 내면에 온도감응성 고분자를 고정시킬 수 있다.
- [0037] 온도감응성 고분자로써는 젤형태인 고분자 하이드로겔(Hydrogel)이 이용될 수 있으며, 그 중에서도 폴리 N 이소프로필아크릴아미아드(PNIPAAm)이 이용될 수 있다. 상기 폴리 N 이소프로필아크릴아미아드(PNIPAAm)는 보통 40도이상에서는 수축되고 실온에서는 팽창하는 특성을 가지므로 본 발명에 따른 온도감응성 고분자로 활용되기에 적합하다.
- [0038] 도 3은 본 발명에 따른 모세관을 이용한 마이크로 펌프의 실시예에 대한 사시도를 나타낸다.
- [0039] 랩온어칩 상의 마이크로 채널을 모세관으로 형성시킬 수 있는데, 본 발명에서는 모세관으로 형성한 마이크로 채널 상에 마이크로 펌프(200)를 장착할 수 있으며, 도 3은 이에 따른 모세관(210)에 온도감응성 고분자(250)가 고정된 실시예를 나타낸다.
- [0040] 도 3에 도시된 바와 같이, 랩온어칩(100)의 마이크로 채널에는, 일측에는 미세유체가 유입되는 유입구가 형성되고 타측에는 상기 미세유체가 배출되는 배출구가 형성된 모세관(210)의 내면을 따라 온도감응성 고분자(250)를 형성시켜 온도감응성 고분자(250)의 온도를 조절하여 온도감응성 고분자(250)가 수축 또는 팽창함에 따라 모세관(210) 내의 미세유체를 이동시키는 마이크로 펌프(200)가 장착될 수 있다.
- [0041] 도 4는 도 3과 같은 온도감응성 고분자(250)가 고정된 모세관(210)의 온도를 조절하기 위한 온도조절수단의 실시예를 나타낸다.
- [0042] 도 4에 도시된 바와 같이 온도감응성 고분자(250)의 온도를 조절하기 위하여 미세한 미세전극을 형성하고 상기 미세전극의 전류흐름을 제어하여 상기 미세전극에서 발생하는 열로 온도감응성 고분자(250)의 온도를 조절할 수 있다.
- [0043] 도 4의 실시예에서는 랩온어칩(100) 상의 마이크로 채널을 복수개의 구역으로 구분하고, 랩온어칩(100) 기관(101) 상의 마이크로 채널이 위치할 부분(130)이 상기 복수개의 구역 각각에 대응되도록 복수개의 미세전극(261, 262, 263, 264, 265, 266)을 형성시키고, 제어부(290a)가 복수개의 미세전극(261, 262, 263, 264, 265, 266)의 전류 흐름을 제어하여 복수개의 미세전극(261, 262, 263, 264, 265, 266)에서의 열발생으로 모세관(210)에 고정된 온도감응성 고분자(250)의 온도를 조절할 수 있다.
- [0044] 여기서 제어부(290a)는 랩온어칩(100)의 외부에 위치하여 전류를 공급하여 복수개의 미세전극(261, 262, 263, 264, 265, 266)에서의 열발생을 제어할 수도 있다.
- [0045] 도 5a 내지 도 5c는 본 발명에 따른 마이크로 펌프의 작동원리를 나타내기 위한 마이크로 채널의 단면을 도시한 실시예이다.
- [0046] 도 5a에서 모세관(210)의 내부면을 따라 온도감응성 고분자(250)가 고정되어 있으며, 모세관(210)을 이

용하는 마이크로 채널은 복수개의 구역으로 구분되고 각 구역마다 미세전극(261~266)이 형성되어 있다.

- [0047] 온도감응성 고분자(250)로 폴리 N 이소프로필아크릴아미아드(PNIPAAm)가 이용되는 경우에 도 5a는 복수개의 미세전극(261~266) 모두가 열을 발생시키고 있으며 온도감응성 고분자(250)는 수축된 상태이다.
- [0048] 도 2b에서와 같이 첫 번째 미세전극(261a)에 흐르는 전류를 차단하여 첫 번째 미세전극(261a)에 대응되는 마이크로 채널 부분의 온도를 하강시키면 온도감응성 고분자(250)인 폴리 N 이소프로필아크릴아미아드(PNIPAAm)는 팽창하여 마이크로 채널 상의 통로를 차단시키게 된다.
- [0049] 도 2c는 도 2b에서와 동일한 과정으로 두 번째 미세전극(262a)까지 전류를 차단하게 되면, 이 부분의 온도는 하강하게 되어 온도감응성 고분자(250)인 폴리 N 이소프로필아크릴아미아드(PNIPAAm)는 팽창하게 되므로 두 번째 미세전극(262a)에 대응되는 마이크로 채널 상의 통로까지 차단되게 된다.
- [0050] 도 6은 본 발명에 따른 온도감응성 고분자(250)가 고정된 모세관(210)의 온도를 조절하기 위한 온도조절수단의 또 다른 실시예를 나타낸다.
- [0051] 도 6에서 온도조절수단은, 랩온어칩(100) 기관(101) 상의 마이크로 채널이 위치할 부분(130)의 입구 부근에 제1 미세전극(271)을 형성시키고, 마이크로 채널이 위치할 부분(130)의 출구 부근에 제2 미세전극(273)을 형성시키며, 제1 미세전극(271)과 제2 미세전극(273)의 사이에 제3 미세전극(272)을 형성시켰고, 제1 미세전극(271), 제2 미세전극(273) 및 제3 미세전극(272)을 제어하는 제어부(290b)를 형성시켰다.
- [0052] 도 7은 도 6의 실시예에 대한 단면도를 나타낸다.
- [0053] 도 7은 도 5a 내지 도 5c의 실시예와 동일한 과정이므로 자세한 설명은 생략하는데, 여기서 제1 미세전극(271)을 통해 마이크로 채널의 입구를 차단하는 동시에 마이크로 채널 상의 유체를 밀어낼 수 있으며, 제3 미세전극(272)은 실제로 마이크로 채널 상의 유체를 밀어내는 기능을 수행하며, 제2 미세전극(273)은 마이크로 채널 상의 남은 유체를 최종적으로 밀어내면서 마이크로 채널의 출구를 차단하게 된다.
- [0054] 그럼 이하에서는 본 발명에 따른 랩온어칩용 마이크로 펌프를 이용하여 유체를 이동시키는 과정에 대하여 살펴보기로 한다.
- [0055] 도 8은 도 4 내지 도 5의 실시예에서 유체를 이동시키는 과정을 도시한다.
- [0056] 도 8의 (a)에서 마이크로 펌프(200)의 모든 미세전극(261~266)의 작동에 따라 열을 발생시켜 온도감응성 고분자(250)를 수축시킴으로써 마이크로 채널의 통로를 개방시킨다. 그리고 마이크로 채널 상의 모세관(210)의 유입구로 유체(285)를 유입시켜 마이크로 채널 상에는 유체(285)가 충전하게 된다.
- [0057] 도 8의 (b)에서와 같이 첫 번째 미세전극(261a)의 전류흐름을 차단시켜 첫 번째 미세전극(261a)에 대응되는 마이크로 채널 상의 모세관(210)에 고정된 온도감응성 고분자(250)가 팽창하여 첫 번째 미세전극(261a)에 대응되는 마이크로 채널 상의 통로부분이 차단되면서 이부분에 위치하던 유체가 오른쪽 방향으로 밀려나게 된다.
- [0058] 도 8의 (c)에서와 같이 두 번째 미세전극(262a)의 전류흐름을 차단시켜 두 번째 미세전극(262a)에 대응되는 마이크로 채널 상의 모세관(210)에 고정된 온도감응성 고분자(250)가 팽창하면서 이부분에 위치하던 유체를 더 오른쪽 방향으로 밀어낸다.
- [0059] 도 8의 (d) 내지 (e)도 마찬가지로 각각의 미세전극(263a, 264a, 265a)의 전류흐름을 제어하여 각각의 미세전극(263a, 264a, 265a)의 열발생이 차단되어 대응되는 위치의 온도감응성 고분자(250)가 팽창하면서 각각의 위치에 존재하는 유체를 계속적으로 오른쪽 방향으로 밀어내게 된다.
- [0060] 결국 도 8의 (f)에 도달하면 모든 미세전극(261a~266a)에 흐르는 전류는 차단되고 대응되는 모세관(250) 상의 온도가 하강하여 온도감응성 고분자(250)는 팽창하게 되므로 도 8의 (a) 상에서 마이크로 채널 상에 충전되었던 유체는 모두 오른쪽 화살표방향으로 이동되게 된다.
- [0061] 도 9는 도 6 내지 도 7의 실시예에서 유체를 이동시키는 과정을 도시한다.
- [0062] 도 9의 (a)에서는 도 8의 (a)와 마찬가지로 마이크로 펌프(200)의 모든 미세전극(271, 272, 273)의 작동에 따라 열을 발생시켜 온도감응성 고분자(250)를 수축시킴으로써 마이크로 채널의 통로를 개방시킨다. 그리고 마이크로 채널 상의 모세관(210)의 유입구로 유체(285)를 유입시켜 마이크로 채널 상에는 유체(285)가 충전하게 된다.

- [0063]           도 9의 (b)에서 제1 미세전극(271a)의 전류흐름을 차단시켜 제1 미세전극(271a)에 대응되는 마이크로 채널 상의 모세관(210)에 고정된 온도감응성 고분자(250)가 팽창하여 제1 미세전극(271a)에 대응되는 마이크로 채널 상의 통로부분이 차단되면서 이부분에 위치하던 유체가 오른쪽 방향으로 밀려나게 된다. 여기서 도 9의 (b)에 도시된 바와 같이 제1 미세전극(271)을 통해 마이크로 채널의 입구를 차단하는 동시에 마이크로 채널 상의 유체를 오른쪽으로 밀어낼 수 있다.
- [0064]           이후에 도 9의 (c)에서와 같이 제3 미세전극(272a)의 전류를 차단함으로써 제3 미세전극(272a)에 대응하는 모세관(210) 상의 온도감응성 고분자(250)의 온도가 하강하면서 이부분의 온도감응성 고분자가 점점 팽창하게 되며, 이로 인해 이부분의 마이크로 채널 상의 통로는 더욱 좁아지면서 그 부피만큼의 유체가 오른쪽으로 밀려나게 된다.
- [0065]           나아가서 도 9의 (d)에서와 같이 제3 미세전극(272a)에 대응되는 모세관(210)의 온도감응성 고분자(250)가 실온의 온도가 되면 이부분의 마이크로 채널의 통로는 완전히 막히게 되며, 이에 따라 유체는 더욱 오른쪽으로 밀려나게 된다.
- [0066]           결국 도 9의 (e)와 같이 제2 미세전극(273a)의 전류도 차단되면 제2 미세전극(273a)에 대응되는 모세관(210)의 온도감응성 고분자(250)까지도 팽창하게되어 마이크로채널의 통로는 완전히 막히게 되며, 남아 있던 유체마저도 오른쪽으로 배출되게 된다.
- [0067]           이와 같이 본 발명에 따른 랩온어칩용 마이크로 펌프는 상대적으로 부피가 큰 기계적인 장치를 이용하지 않고 마이크로 채널 상의 유체를 이동시킬 수 있게 되어 랩온어칩의 구성을 단순화시킬 수 있으며, 동시에 랩온어칩의 소형화에도 이바지 할 수 있게 된다.
- [0068]           본 발명에서는 랩온어칩용 마이크로 펌프의 제조 방법을 제공하는데, 이하에서 이를 살펴보기로 한다.
- [0069]           도 10은 본 발명에 따른 랩온어칩용 마이크로 펌프의 제조 방법에 대한 개략적인 흐름도를 나타낸다.
- [0070]           본 발명에서 마이크로 채널은 모세관을 이용하여 형성될 수 있는데, 본 발명에 따른 랩온어칩용 마이크로 펌프의 제조 방법은 개략적으로, 모세관 상으로 온도감응성 고분자와 상기 온도감응성 고분자를 고정시키기 위한 가교제를 주입한 후 상기 모세관을 소정의 온도로 가열하여 상기 온도감응성 고분자를 상기 모세관 내면에 고정시키는 단계와 상기 마이크로 채널이 위치할 랩온어칩 기관 상에 상기 모세관에 열을 가하는 온도조절수단을 형성하고 상기 마이크로 채널에 상기 온도감응성 고분자가 고정된 모세관을 장착하는 단계로 구성이 된다.
- [0071]           상기 모세관에 온도감응성 고분자를 고정시키는 과정을 도 11을 통해 보다 자세히 살펴보면, 랩온어칩의 마이크로 채널로 이용될 모세관(210)을 형성하는데, 모세관(210)으로는 실리카 튜브 등을 신장시켜 미세한 채널을 갖는 모세관을 형성시킬 수 있다.
- [0072]           모세관(210) 내부에 온도감응성 고분자(250)를 효과적으로 고정시키기 위하여 모세관(210) 내면을 처리하는데, 도 11의 (b)와 같이 상기 마이크로 채널로 이용될 모세관(210) 내부로 내면 처리를 위한 계면활성제를 주입(S10)하고 상기 계면활성제에 의해 온도감응성 고분자의 고정이 용이하도록 내면을 처리(S20)한다. 이때 계면활성제로는 3-프로필 메타크릴산(3-(trimethoxysilyl) propyl methacrylate)이 이용될 수 있다. 도 11의 (c)는 상기 계면활성제로 모세관(210)의 내면(220)이 처리된 모습을 나타낸다.
- [0073]           모세관(210) 내면 처리가 완료되면, 도 11의 (d)와 같이 모세관(210) 내부로 온도감응성 고분자(250)와 가교제를 주입(S30)하는데, 여기서 상기 온도감응성 고분자는 고분자 하이드로겔(Hydrogel)로서 폴리 N 이소프로필아크릴아미드(PNIPAAm)가 이용될 수 있으며, 가교제로는 N,N'-메틸렌비스아크릴아미드(N,N'-methylenebisacrylamide)가 이용될 수 있다.
- [0074]           나아가서 보다 빠른 시간에 상기 온도감응성 고분자가 고정될 수 있도록 상기 온도감응성 고분자의 고정을 촉진시키는 촉매제가 추가로 주입될 수 있으며, 이때 촉매제로는 2,2'-아조비스(2,2'-아조비스(isobutyronitrile))가 사용될 수 있다.
- [0075]           도 11의 (e)는 모세관(210) 내부에 온도감응성 고분자, 가교제, 및 촉매제가 주입된 모습을 나타낸다.
- [0076]           이와 같이 상기 온도감응성 고분자, 가교제 및 촉매제를 상기 모세관 내부로 주입한 후 상기 모세관을 약 40℃로 열을 가하면 상기 온도감응성 고분자인 폴리 N 이소프로필아크릴아미드(PNIPAAm)의 특성에 의해 상기 모세관의 내면을 따라 상기 온도감응성 고분자가 고정(S40)되게 되는데, 도 11의 (f)는 모세관(210)에 열을 가하여 온도감응성 고분자(250)가 고정된 모습을 나타낸다.

[0077] 온도감응성 고분자(250)의 온도를 조절하기 위한 온도조절장치를 형성하는 과정을 살펴보면, 상기 마이크로 채널이 위치할 상기 랩온어칩의 기관 상에 온도조절 수단을 형성(S50)하는데, 여기서 상기 마이크로 채널을 길이방향으로 복수개의 구역으로 구분하고 상기 복수개의 구역 각각에 대응되도록 온도조절수단을 형성할 수 있다.

[0078] 바람직하게는 상기 마이크로 채널이 형성될 상기 랩온어칩의 기관 상에 상기 마이크로 채널의 복수개의 구역에 대응되는 위치마다 미세전극을 형성하여 미세전극을 포함하는 온도조절수단을 형성할 수도 있으며, 보다 바람직하게는 상기 랩온어칩의 기관 상에, 상기 마이크로 채널의 입구가 위치할 부근에 제1 미세전극, 상기 마이크로 채널의 출구가 위치할 부근에 제2 미세전극 및 상기 제1 미세전극과 제2 미세전극 사이에 제3 미세전극을 형성하여 상기 온도조절수단으로 이용할 수도 있다.

[0079] 이와 같이 상기 온도조절수단이 형성되면 상기 랩온어칩의 기관 상에 상기 온도감응성 고분자가 고정된 모세관을 장착(S60)하여, 본 발명에 따른 랩온어칩용 마이크로 펌프가 형성되게 된다.

[0080] 여기서, 온도조절수단을 온도감응성 고분자(250)가 고정된 모세관(210)의 제조 이후의 과정으로 설명하였지만, 이는 설명의 편의를 위한 과정에 불과하고 상기 온도조절수단의 형성과정 이후에 온도감응성 고분자(250)가 고정된 모세관(210)을 제조하여 상기 랩온어칩 상에 장착할 수도 있을 것이다.

[0081] 이와 같이 간단한 과정을 통해 랩온어칩용 마이크로 펌프를 제작할 수 있으며, 부가적인 기계적 장치가 별도로 요구되지 않으므로 구성도 간단하고 제조 단가 또한 낮출 수 있어 랩온어칩의 제작에 효율을 극대화시킬 수 있게 된다.

[0082] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 기재된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상이 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0083] 도 1은 종래기술에 따른 랩온어칩 등의 기관 내에서 유체를 조작하는 방법을 도시하며,

[0084] 도 2는 랩온어칩의 마이크로 채널에 본 발명에 따른 마이크로 펌프가 장착된 실시예를 나타내며,

[0085] 도 3은 본 발명에 따른 모세관을 이용한 마이크로 펌프의 실시예에 대한 사시도를 나타내며,

[0086] 도 4는 도 3과 같은 온도감응성 고분자가 고정된 모세관의 온도를 조절하기 위한 온도조절수단의 실시예를 나타내며,

[0087] 도 5a 내지 도 5c는 본 발명에 따른 마이크로 펌프의 작동원리를 나타내기 위한 마이크로 채널의 단면을 도시한 실시예이며,

[0088] 도 6은 본 발명에 따른 온도감응성 고분자가 고정된 모세관의 온도를 조절하기 위한 온도조절수단의 또 다른 실시예를 나타내며,

[0089] 도 7은 도 6의 실시예에 대한 단면도를 나타내며,

[0090] 도 8은 도 4 내지 도 5의 실시예에서 유체를 이동시키는 과정을 도시하며,

[0091] 도 9는 도 6 내지 도 7의 실시예에서 유체를 이동시키는 과정을 도시하며,

[0092] 도 10은 본 발명에 따른 랩온어칩용 마이크로 펌프의 제조 방법에 대한 개략적인 흐름도를 나타내며,

[0093] 도 11은 본 발명에 따른 랩온어칩의 마이크로 채널로 이용될 모세관에 온도감응성 고분자를 고정시키는 과정을 도시한다.

[0094] <도면의 주요부호에 대한 설명>

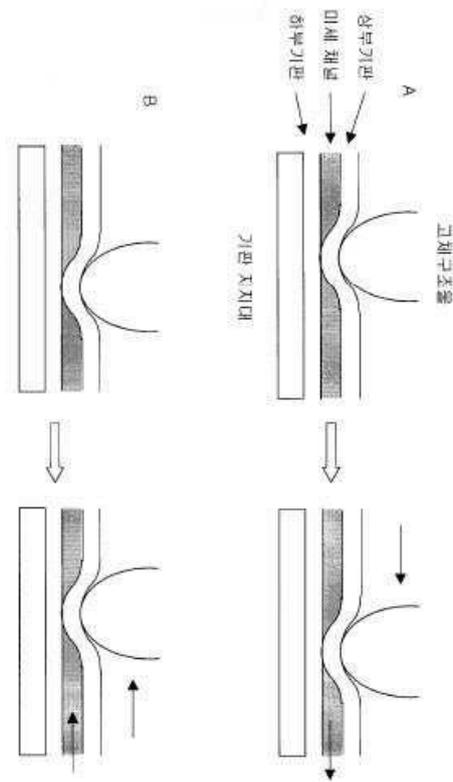
[0095] 100 : 랩온어 칩, 200 : 마이크로 펌프,

[0096] 210 : 모세관, 250 : 온도감응성 고분자,

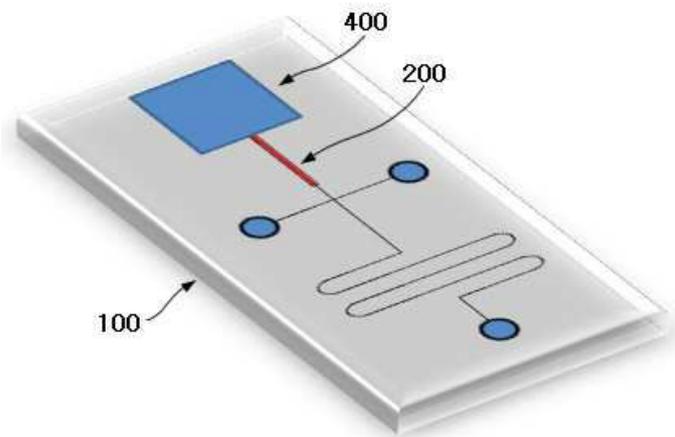
- [0097] 260 ~ 273 : 미세전극,
- [0098] 290, 290, 290a, 290b, 295 : 마이크로 채널 상의 통로,
- [0099] 290a, 290b : 미세전극 제어부.

도면

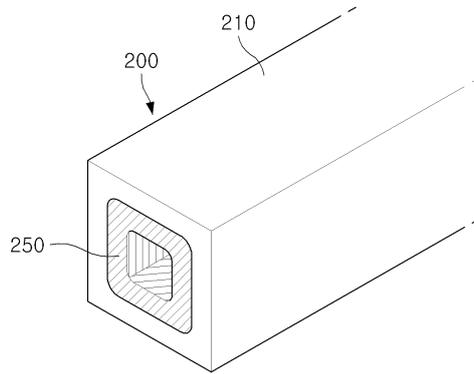
도면1



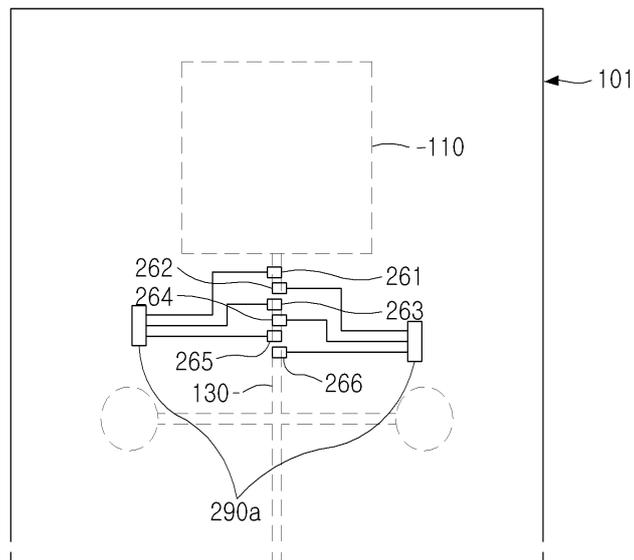
도면2



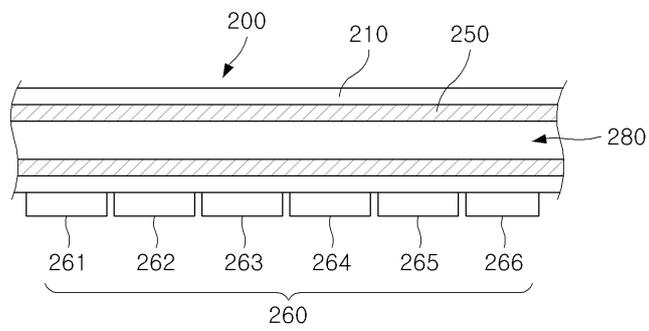
도면3



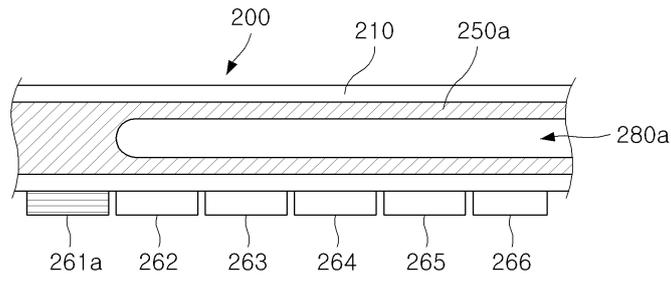
도면4



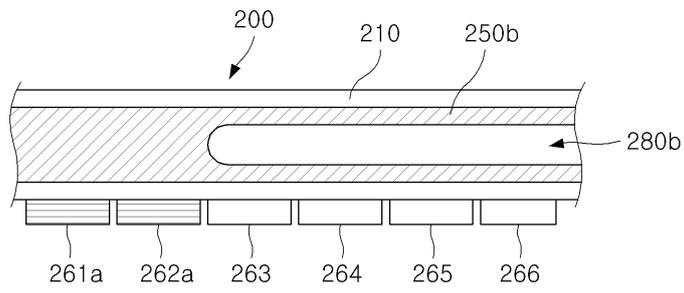
도면5a



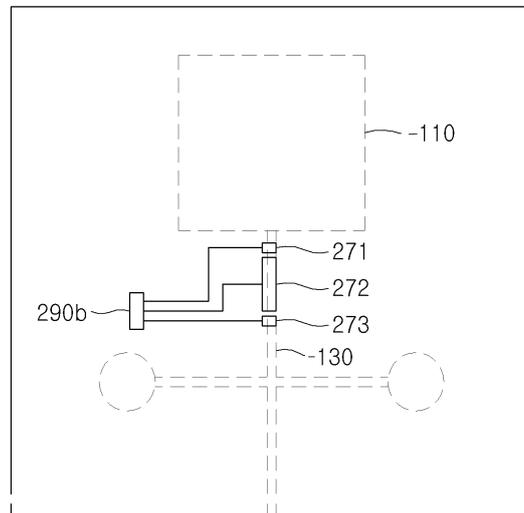
도면5b



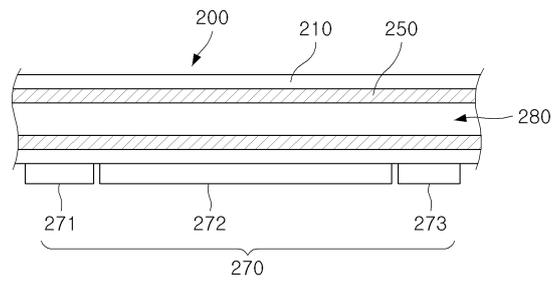
도면5c



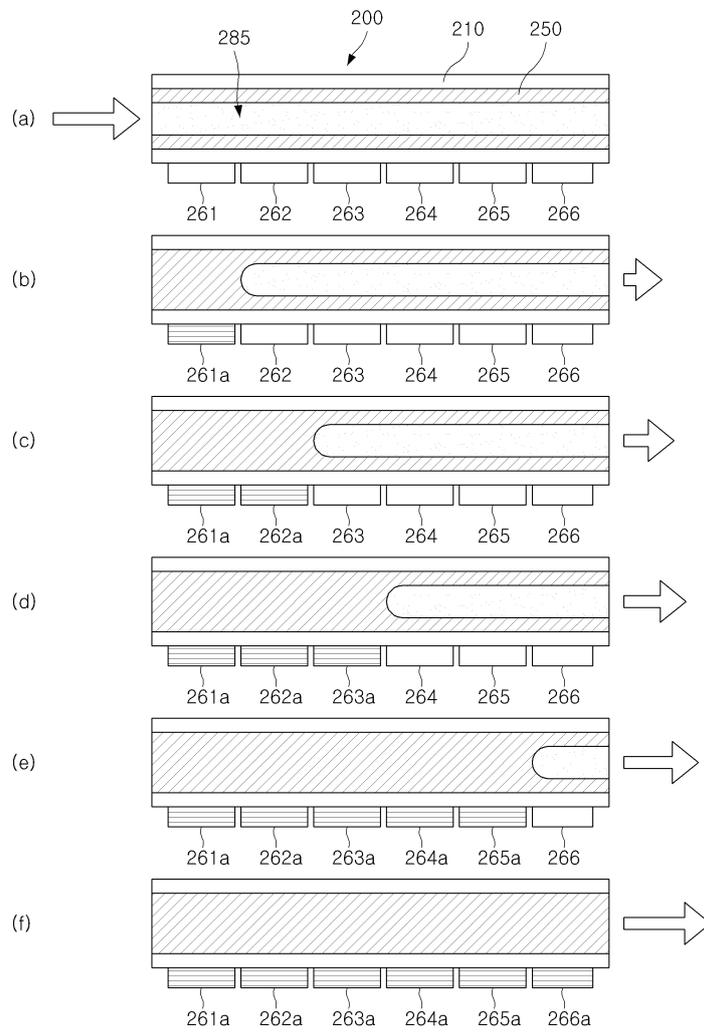
도면6



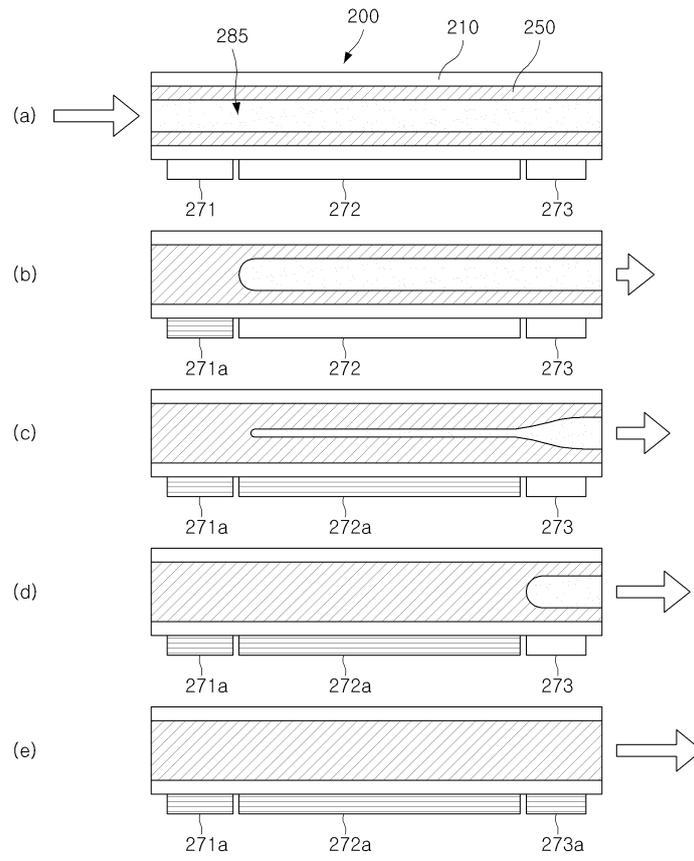
도면7



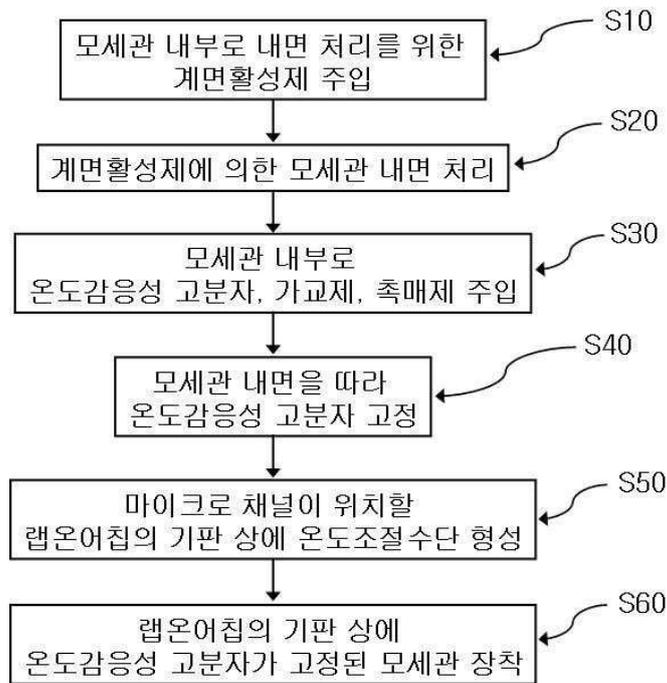
도면8



도면9



도면10



도면11

