



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년04월02일
(11) 등록번호 10-0818787
(24) 등록일자 2008년03월26일

(51) Int. Cl.

B01F 13/08 (2006.01) B01F 5/12 (2006.01)

B01F 5/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0019910

(22) 출원일자 2007년02월27일

심사청구일자 2007년02월27일

(56) 선행기술조사문헌

JP05332247 A

JP09028075 A

JP10021869 A

JP2005054621 A

(73) 특허권자

서강대학교산학협력단

서울 마포구 신수동 1-1 서강대학교

(72) 발명자

최범규

서울 마포구 상수동 396 두산 위브 아파트
104-1904

이승현

서울 강서구 화곡3동 1046-22

강호진

대구 중구 대봉1동 청운맨션 3-602

(74) 대리인

리엔텍특허법인

전체 청구항 수 : 총 18 항

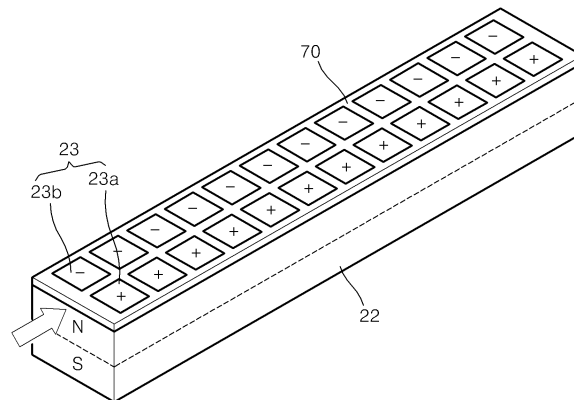
심사관 : 이영완

(54) 마이크로 펌프, 이를 구비한 LOC 시스템 및 마이크로펌프의 사용 방법

(57) 요약

본 발명의 목적은 유체를 원하는 방향으로 흐르게 할 수 있고, 에너지 소모가 적은 마이크로 펌프를 제공하는 것이다. 또한, 본 발명의 목적은 간단한 구조를 가지며 마이크로 사이즈로 제작이 가능하여 LOC(Lab-On-a-Chip)로 구현할 수 있는 마이크로 펌프와 이를 구비한 LOC 시스템을 제공하는 것이다. 이를 위하여 본 발명에서는, 극성 유체가 흐르는 유로의 저면을 형성하는 기관; 상기 기관에 소정 간격으로 이격되어 배치된 복수 개의 전극들; 상기 복수 개의 전극에 전압을 인가하여 전기장이 형성되도록 하는 전원; 및 상기 복수 개의 전극이 형성하는 전기장의 방향에 교차하는 방향으로 자기장을 형성하는 자기장 형성부를 포함하는 마이크로 펌프와, 이를 구비한 LOC 시스템 및 마이크로 펌프의 사용 방법을 제공한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

극성 유체가 흐르는 유로의 저면을 형성하는 기관;

상기 기관에 소정 간격으로 이격되어 배치된 복수 개의 전극들;

상기 복수 개의 전극에 전압을 인가하여 전기장이 형성되도록 하는 전원; 및

상기 복수 개의 전극이 형성하는 전기장의 방향에 교차하는 방향으로 자기장을 형성하는 자기장 형성부를 포함하는 마이크로 펌프.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전극들은 복수 개의 전극들이 유체가 흐르는 방향을 따라 길이 방향으로 2열로 배열된 것을 특징으로 하는 마이크로 펌프.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 2열로 배열된 전극들 중 일측 열의 전극들은 타측 열의 전극들과 다른 전위가 인가되는 것을 특징으로 하는 마이크로 펌프.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 2열로 배열된 전극들 중 유로의 길이 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 서로 마주하는 한 쌍의 전극들이 전극쌍을 이루고, 복수 개의 전극쌍들은 동시에 또는 이시(異時)에 전압이 인가되어 전기장을 형성하는 것을 특징으로 하는 마이크로 펌프.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 2열로 배열된 전극들 중 유로의 길이 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 서로 마주하는 한 쌍의 전극들이 전극쌍을 이루고, 각각의 전극쌍을 구성하는 두 개의 전극은 서로 다른 전압이 인가되는 것을 특징으로 하는 마이크로 펌프.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 자기장 형성부는 영구 자석으로 만들어진 것을 특징으로 하는 마이크로 펌프.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 전극들은 상기 기관의 상면에 형성되고, 상기 자기장 형성부는 상기 기관의 하측에 배치된 것을 특징으로 하는 마이크로 펌프.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 자기장 형성부는 상기 기관에 실질적으로 수직한 방향으로 자기장을 형성하는 것을 특징으로 하는 마이크로 펌프.

청구항 9

극성 유체가 흐르는 유로의 저면을 형성하는 기관;

상기 기관에 소정 간격으로 이격되어 배치된 복수 개의 전극들;

상기 복수 개의 전극에 전압을 인가하여 전기장이 형성되도록 하는 전원; 및

상기 복수 개의 전극이 형성하는 전기장의 방향에 교차하는 방향으로 자기장을 형성하는 자기장 형성부를 포함하는 마이크로 펌프를 구비하고,

상기 마이크로 펌프의 기관 상에 소정의 공간을 형성하는 케이싱을 더 구비하며,

상기 케이싱에는 유체 시료의 유입구와 유출구가 형성되어 있는 LOC 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 전극들은 복수 개의 전극들이 유체가 흐르는 방향을 따라 길이 방향으로 2열로 배열된 것을 특징으로 하는 LOC 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 2열로 배열된 전극들 중 일측 열의 전극들은 타측 열의 전극들과 다른 전위가 인가되는 것을 특징으로 하는 LOC 시스템.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 2열로 배열된 전극들 중 유로의 길이 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 서로 마주하는 한 쌍의 전극들이 전극쌍을 이루고, 복수 개의 전극쌍들은 동시에 또는 이시(異時)에 전압이 인가되어 전기장을 형성하는 것을 특징으로 하는 LOC 시스템.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 2열로 배열된 전극들 중 유로의 길이 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 서로 마주하는 한 쌍의 전극들이 전극쌍을 이루고, 각각의 전극쌍을 구성하는 두 개의 전극은 서로 다른 전압이 인가되는 것을 특징으로 하는 LOC 시스템.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 자기장 형성부는 영구 자석으로 만들어진 것을 특징으로 하는 LOC 시스템.

청구항 15

제9항에 있어서,

상기 전극들은 상기 기관의 상면에 형성되고, 상기 자기장 형성부는 상기 기관의 하측에 배치된 것을 특징으로 하는 LOC 시스템.

청구항 16

제9항에 있어서,

상기 자기장 형성부는 상기 기관에 실질적으로 수직한 방향으로 자기장을 형성하는 것을 특징으로 하는 LOC 시스템.

청구항 17

펌핑 모드 및 믹싱 모드로 작동할 수 있는 마이크로 펌프의 사용 방법으로서,

상기 마이크로 펌프는 유체의 흐름 방향을 따라 2열로 배치된 복수 개의 전극을 포함하고,

펌핑 모드에서, 복수 개의 전극들 중 제1열에 배치된 전극들에는 동일한 전압이 인가되고, 제2열에 배치된 전극들에는 이와 다른 전압이 인가되도록 하는 것을 특징으로 하는 마이크로 펌프의 사용 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

믹싱 모드에서 복수 개의 전극들 중 선택된 인접한 4개의 전극에서 서로 대각선 위치에 배치된 전극들 간에 동일한 전압이 인가되고, 서로 인접한 전극들 간에 다른 전압이 인가되도록 하여 상기 4개의 전극들 상에 혼돈 흐름을 유발하는 것을 특징으로 하는 마이크로 펌프의 사용 방법.

명세서**발명의 상세한 설명****발명의 목적****발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

- <13> 본 발명은 마이크로 펌프에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 마이크로 사이즈로 제작이 가능하고, 유체를 원하는 방향으로 흐르게 할 수 있으며, 에너지 소모가 적고, 제작이 용이하여 LOC(Lab-On-a-Chip) 시스템으로 구현할 수 있는 마이크로 펌프, 이를 구비한 LOC 시스템 및 이를 사용하는 방법에 관한 것이다.
- <14> 마이크로 펌프(micro pump)란, 소량의 유체를 원하는 방향으로 흐르도록 하는 기능을 가진 것으로, 주로 μ -TAS(Micro Total Analysis System), LOC(Lab-On-a-Chip) 등을 포함하는 바이오-MEMS(Bio-Micro Electro Mechanical System) 분야와 관련된다.
- <15> 최근 MEMS 기술을 이용하여 칩 위에 각종 미세유체소자들을 집적함으로써 생물 및 화학 시료의 분리, 정제, 혼합, 반응, 세척, 검출 등 다양한 작업을 하나의 칩 위에서 할 수 있도록 하는 LOC(Lab-on-a-Chip)를 구현하고자 많은 연구자들이 노력하고 있다. LOC가 실제로 구현되면 시료 주입만으로 분석 결과를 얻을 수 있어 검사과정 이 간단해질 뿐만 아니라 분석시간이 크게 단축된다. 또한, 휴대가 가능한 장비의 구현이 가능해지고 고가의 생체 시료를 극소량만 이용하여 분석할 수 있기 때문에 검사 비용이 대폭 절감될 것으로 예상된다. 이러한 장점 때문에 바이오 산업의 규모는 계속 커져가고 있다.
- <16> LOC(Lab-on-a-Chip) 시스템을 구현하기 위해서는 극성 유체인 생체 시료, 예를 들어 혈액 등을 분석 기능을 가지는 부분으로 이송할 수 있는 마이크로 펌프가 요구된다. 지금까지 매크로 영역에서는 모터 등의 회전력을 이용하여 압력 구배를 형성하여 유체를 이송하는 방법이 많이 사용되어 왔다. 그러나 마이크로 크기의 LOC 시스템에서는 비교적 큰 부피를 가지는 모터 등의 액추에이터를 사용하기 곤란하다. 이를 극복하기 위해서 단순한 형상을 가지며, 마이크로 사이즈로 제작이 용이한 마이크로 펌프를 설계할 필요성이 크게 대두된다.
- <17> 한편, LOC(Lab-on-a-Chip)를 구현하는데 있어 매우 중요한 부분의 하나는 마이크로 분석 시스템이다. 특히, 시약이나 샘플을 효과적으로 혼합시키기 위한 혼합기구(Mixer)는 필수적이다. 지금까지 매크로 영역에서는 난류 생성을 통해 혼합을 증진시키는 것이 가장 효과적인 방법으로 여겨왔다. 그러나 마이크로 크기의 유체기구에서는 매우 작은 유로길이와 유동속도로 인해 난류를 생성시키는 것이 불가능하다. 나아가 혼합은 대부분 확산에 의해 일어나므로 매우 느리게 진행되게 된다. 따라서 효과적인 혼합을 위해서는 복잡한 형상을 적용하거나 아주 긴 마이크로 채널을 이용하여야 한다. 이는 큰 압력강하를 수반하게 될 가능성이 있으며, 설계와 제조 공정상의 어려움을 유발시킬 수 있다. 이를 극복하기 위해서 단순한 형상을 가지며, 혼합되는 경로를 줄이면서 면적은 넓게 하는 효과적인 마이크로 사이즈의 믹서를 설계할 필요성이 대두된다.
- <18> 마이크로 믹서에 대한 국내외적인 연구 동향을 살펴보면, 크게 동적 방식과 정적 방식으로 나뉘어진다. 동적 방식은 유체를 휘젓기 위해 외부동력을 이용하는 것이다. 이러한 방식에는 주로 외부로부터의 강제질량이송을 이용하는 동적 혼합(dynamic mixing with the aid of externally forced mass transport), 초음파를 이용하는 혼

합(mixing using ultrasonic waves), 그리고 유체 제트를 이용하는 혼합(mixing by forming nanoscale fluid jets) 등이 있다. 한편, 정적 방식의 믹서는 외부입력 없이 혼합 경로의 변화를 통하여 혼합을 증대시키는 방식이다. 여기에는 T-채널 마이크로 믹서(T-channel micro mixer), 유로의 분할 및 통합을 이용한 혼합(mixing by geometrically splitting and recombining substreams), 유동방향의 수직변환을 이용한 혼합(mixing by altering flow direction laterally) 등이 있다. 동적 방식의 믹서들은 뛰어난 혼합특성을 얻을 수는 있으나 제작이 어렵고 외부입력을 이용하기 때문에 비경제적이라 할 수 있다. 이와는 달리 정적 방식의 마이크로 믹서들은 외부동력을 사용하지 않기에 현재로서는 동적 방식보다는 정적방식을 더 많이 연구하고 있다.

<19> 하지만, 이러한 정적 방식은 확산에 의한 혼합효율과 비교해 큰 차이가 없을 정도로 혼합 효율이 낮다. 이에 혼합 효율을 높일 수 있고, 에너지 소모가 적으며, 제작이 용이하고 마이크로 사이즈로 제작이 가능한 믹서를 개발할 필요성이 매우 크게 대두되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<20> 본 발명은 상기와 같은 문제점을 포함하여 여러 가지 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 유체를 원하는 방향으로 흐르게 할 수 있고, 에너지 소모가 적은 마이크로 펌프 및 그 사용 방법을 제공하는 것이다.

<21> 또한, 본 발명의 목적은 간단한 구조를 가지며 마이크로 사이즈로 제작이 가능하여 LOC(Lab-On-a-Chip)로 구현할 수 있는 마이크로 펌프와 이를 구비한 LOC 시스템을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

<22> 상기와 같은 본 발명의 목적은,

<23> 극성 유체가 흐르는 유로의 저면을 형성하는 기관;

<24> 상기 기관에 소정 간격으로 이격되어 배치된 복수 개의 전극들;

<25> 상기 복수 개의 전극에 전압을 인가하여 전기장이 형성되도록 하는 전원; 및

<26> 상기 복수 개의 전극이 형성하는 전기장의 방향에 교차하는 방향으로 자기장을 형성하는 자기장 형성부를 포함하는 마이크로 펌프를 제공함으로써 달성된다.

<27> 여기서, 상기 전극들은 복수 개의 전극들이 유체가 흐르는 방향을 따라 길이 방향으로 2열로 배열될 수 있다.

<28> 여기서, 상기 2열로 배열된 전극들 중 일측 열의 전극들은 타측 열의 전극들과 다른 전위가 인가될 수 있다.

<29> 여기서, 상기 2열로 배열된 전극들 중 유로의 길이 방향에 실질적으로 수직한 방향으로 서로 마주하는 한 쌍의 전극들이 전극쌍을 이루고, 복수 개의 전극쌍들은 동시에 또는 이시(異時)에 전압이 인가되어 전기장을 형성할 수 있다.

<30> 여기서, 상기 자기장 형성부는 영구 자석으로 만들어질 수 있다.

<31> 여기서, 상기 전극들은 상기 기관의 상면에 형성되고, 상기 자기장 형성부는 상기 기관의 하측에 배치될 수 있다.

<32> 여기서, 상기 자기장 형성부는 상기 기관에 실질적으로 수직한 방향으로 자기장을 형성하는 것이 바람직하다.

<33> 또한, 상기와 같은 본 발명의 목적은,

<34> 극성 유체가 흐르는 유로의 저면을 형성하는 기관;

<35> 상기 기관에 소정 간격으로 이격되어 배치된 복수 개의 전극들;

<36> 상기 복수 개의 전극에 전압을 인가하여 전기장이 형성되도록 하는 전원; 및

<37> 상기 복수 개의 전극이 형성하는 전기장의 방향에 교차하는 방향으로 자기장을 형성하는 자기장 형성부를 포함하는 마이크로 펌프를 구비하고,

<38> 상기 마이크로 펌프의 기관 상에 소정의 공간을 형성하는 케이싱을 더 구비하며,

<39> 상기 케이싱에는 유체 시료의 유입구와 유출구가 형성되어 있는 LOC 시스템을 제공함으로써 달성된다.

<40> 또한, 상기와 같은 본 발명의 목적은,

- <41> 펌핑 모드 및 믹싱 모드로 작동할 수 있는 마이크로 펌프의 사용 방법으로서,
- <42> 상기 마이크로 펌프는 유체의 흐름 방향을 따라 2열로 배치된 복수 개의 전극을 포함하고,
- <43> 펌핑 모드에서, 복수 개의 전극들 중 제1열에 배치된 전극들에는 동일한 전압이 인가되고, 제2열에 배치된 전극들에는 이와 다른 전압이 인가되도록 하는 것을 특징으로 하는 마이크로 펌프의 사용 방법을 제공함으로써 달성된다.
- <44> 한편, 믹싱 모드에서는 복수 개의 전극들 중 선택된 인접한 4개의 전극에서 서로 대각선 위치에 배치된 전극들 간에 동일한 전압이 인가되고, 서로 인접한 전극들 간에 다른 전압이 인가되도록 하여 상기 4개의 전극들 상에 혼돈 흐름을 유발할 수 있다.
- <45> 이하에서는, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 보다 상세히 설명한다.
- <46> 도 1에는 본 발명에 따른 마이크로 펌프의 구성을 개략적으로 보여주는 도면이 도시되어 있고, 도 2에는 도 1에 도시된 마이크로 펌프의 평면도를 보여주는 도면이 도시되어 있다.
- <47> 도 1 및 도 2에 도시된 것과 같이, 본 발명에 따른 마이크로 펌프는 기관(70), 상기 기관(70) 상에 배치된 복수 개의 전극(23a, 23b) 및 자기장 형성부(22)를 포함한다.
- <48> 상기 기관(70)은 극성 유체인 시료가 흐르는 유로를 형성하는 것으로, 통상 시료와 반응성이 거의 없는 소재로 만들어진다. 또한, 상기 기관(70)은 상기 전극들(23a, 23b)에 인가되는 전류가 통전되지 않도록 절연체로 만들어지는 것이 바람직하다. 한편, 상기 기관(70)에는 그 길이 방향을 따라 측벽이 배치되어 유로를 형성할 수 있다.
- <49> 상기 전극들(23a, 23b)은 상기 기관(70) 상에서 2열로 배치되고, 전원(미도시)으로부터 전압이 인가될 수 있도록 구성된다.
- <50> 상기 자기장 형성부(22)는 상기 전극들(23a, 23b)이 놓인 평면에 대해 실질적으로 수직한 방향(도면의 상측 방향)으로 자기장을 형성하는 것으로, 도면에 도시된 것과 같이 기관 저면에 배치 하나의 자석일 수도 있고, 도면과 달리 기관의 상측과 하측에 배치된 두 개의 자석을 포함할 수도 있다. 또는 기관 저면에 배치된 여러 개의 자석들을 포함할 수도 있고, 자기장의 방향을 기관에 대해 실질적으로 수직한 상방향으로 형성할 수 있는 구성이면 어떤 구성이라도 적용될 수 있다. 다만, 도 1에 도시된 것과 같은 구성을 가지는 경우, 하나의 자석만 사용하여도 되어 제작이 용이한 이점을 가질 수 있다. 사용되는 자석은 영구 자석 또는 전자석 중 어느 것이어도 무방하다.
- <51> 이와 같이 구성된 마이크로 펌프의 기관 상에 극성 유체가 놓이면, 기관의 평면에 대해 수직으로 위로 향하는 자기장과, 일측의 전극과 타측의 전극에 의해 형성되는 전기장에 의해 극성 유체에 포함된 극성 입자들에는 로렌츠의 힘이 작용하게 된다. 로렌츠의 힘의 방향은 입자의 극성에 따라 다르게 나타날 것이지만, 전체적으로 극성유체는 도 2에서 전극 상에 화살표로 도시된 방향으로 회전을 하면서 도 2의 우측 방향으로 진행하게 된다.
- <52> 이때, 전기장의 형성방향은 극성유체를 이송하려는 방향에 대해 우측에서 좌측으로 형성되도록 하면 된다. 이를 위해 극성유체를 이송하려는 방향에 대해 우측에 위치하는 전극에는 (+) 전압을 인가하고, 이송하려는 방향에 대해 좌측에 위치하는 전극에는 (-) 전압을 인가하도록 할 수 있다.
- <53> 상기 전극들(23a, 23b)은 복수의 전극쌍(23)을 이루면서 2열로 배치되어 있는데, 각각의 전극쌍(23)은 시간차를 두고 이시(異時)에 전압이 인가되도록 전원과 각각의 전극쌍 사이에 스위치가 배치될 수 있다. 또한, 2열의 전극들 중 제1열의 전극들에 동일한 전압이 인가되고 제2열의 전극들에 이와 다른 전압이 인가되도록 동일한 열의 전극들이 함께 연결되어 있을 수도 있다.
- <54> 지금까지는 본 발명에 따른 마이크로 펌프가 유체의 이송 기능을 수행하는 것에 대해서만 설명하였으나, 전극들 중 일부 전극에 인가되는 전압을 조절하면 이송은 물론 유체의 혼합기능을 하도록 할 수도 있다. 즉, 본 발명에 따른 마이크로 펌프는 유체의 이송 기능을 수행하는 펌핑 모드와, 유체의 혼합 기능을 수행하는 믹싱 모드의 두 가지 모드로 작동이 가능하다. 믹싱 기능에 대해서는 본 발명에 따른 마이크로 펌프를 구비하는 LOC 시스템에 대해 설명하면서 보다 상세히 설명하도록 하겠다.
- <55> 이하에서는 앞서 설명한 마이크로 펌프를 구비하여 펌핑 및 믹싱 기능을 수행할 수 있는 LOC 시스템에 대해 설

명한다.

- <56> 도 3에는 본 발명에 따른 펌핑 및 믹싱 기능을 수행할 수 있는 LOC 시스템의 부분 절개 사시도가 도시되어 있고, 도 4에는 도 3에 도시된 LOC 시스템의 평면도가 도시되어 있으며, 도 5에는 도 4에서 부재번호 110으로 표시되는 부분의 확대도로서 믹싱 기능을 상세히 보여주는 도면이 도시되어 있다.
- <57> 도 3에 도시된 것과 같이, 본 발명에 따른 펌핑 및 믹싱 기능을 수행할 수 있는 LOC 시스템은 기관(70), 상기 기관(70) 상에 배치된 복수의 전극, 상기 기관에 수직한 자기장을 형성하는 자기장 형성부(미도시) 및 상기 기관 상에 소정의 공간을 형성하는 케이싱(140)을 포함한다.
- <58> 상기 기관, 전극 및 자기장 형성부의 구성은 앞서 마이크로 펌프를 설명하면서 언급한 내용과 실질적으로 동일하다.
- <59> 상기 케이싱(140)은 상기 기관과의 사이에 소정의 공간을 형성하도록 내부에 중공부(144)가 형성되어 있다. 또한, 케이싱(140)에는 상기 중공부로 혼합될 유체가 주입되는 주입구(141, 142)와 혼합된 유체가 배출되는 유출구(143)가 형성되어 있다. 상기 유입구 및 유출구의 형태는 도면에 도시된 것으로 반드시 한정되는 것은 아니다. 특히, 유입구는 두 개가 형성되는 것으로 한정되지 않으며, 유출구의 경우 유체의 흐름 방향에 대응하는 측방향으로 형성될 수 있다. 한편, 도 3에서 케이싱은 내부의 구성을 볼 수 있도록 투명한 부재로 만들어진 경우가 도시되어 있다. 케이싱의 소재로는 투명한 부재인 유리가 사용될 수 있고, 소정의 형상으로 성형이 가능한 PDMS 등의 소재도 사용 가능하다. 단, 케이싱의 소재는 본 발명의 내용을 한정하지 않는다.
- <60> 한편, 상기 케이싱에 의해 상기 기관 상에 소정의 중공부가 형성됨을 명시적으로 보여주기 위해 상기 케이싱을 일부 절개하여 도시하였으나, 실제 상기 케이싱에 이러한 절개부가 형성되는 것은 아님을 밝혀둔다.
- <61> 이상과 같은 구성을 가지는 LOC 시스템은 다음과 같이 동작할 수 있다.
- <62> 일측의 유입구로 생체 시료가 투입되고, 타측의 유입구로 생체 시료와 혼합될 용매가 투입된 후, 전극들에 전압이 인가되면 유출구 측으로 생체 시료 및 용매가 이송될 수 있다. 이때의 전극들에 인가되는 전압은, 유체 흐름 방향에 대해 우측으로부터 좌측으로 전기장이 형성되도록 인가되면 된다. 유체가 일정 정도 유출구 방향으로 이송된 후에는 전극들 중 일부에 인가되는 전압을 변화시킨다. 예를 들어, 도 4에 도시된 것과 같이, 이송을 위해 (-) 전압이 인가되던 전극들 중 일부 전극들(232b, 234b)에 (+) 전압을 인가하고, 이송을 위해 (+) 전압이 인가되던 전극들 중 일부 전극들(232a, 234a)에 (+) 전압을 인가하면 도 4에서 점선으로 표시된 두 영역에서는 유체를 혼합하는 혼돈 흐름이 발생된다. 도 5에는 이러한 혼돈 흐름의 방향을 도시한 도면이 도시되어 있다.
- <63> 도 6a 및 도 6b에는 혼돈 흐름의 발생 원리를 보여주는 도면이 도시되어 있다.
- <64> 도 6a에 도시된 것과 같이 타원을 그리면서 회전하는 유체에 장애물(barrier)(B)을 설치하였을 경우, 도 6b에 도시된 것과 같은 혼돈 흐름이 발생한다. 이와 유사한 원리로, 도 5에 도시된 본 발명에 따른 LOC 시스템에서도 혼돈 흐름이 발생하게 된다. 즉, 도 5에 도시된 것과 같이, 직경이 작은 원을 그리며 회전하는 유체의 흐름이 두 개가 서로 대각선 방향으로 발생하는데, 이 두 개의 유체의 흐름이 해당 영역에서는 유체를 혼합하는 작용을 하지만 다른 영역에 있는 유체들에 대해서는 장애물(B)로 작용하게 된다. 이에 따라 도 6b에서 볼 수 있는 것과 유사한 혼돈 흐름이 발생하고, 이러한 혼돈 흐름은 본 발명에 따른 LOC 시스템의 혼합 효율을 크게 증가시킨다.
- <65> 또한, 전극들(234a, 234b, 235a, 235b)에 인가되는 전압이 변화되면 혼돈 흐름이 형성되는 양상이 변화된다. 예를 들어, 도 5에 도시된 것과 같이 두 개의 전극들(234b, 235a)에 인가되는 전압에 비해 다른 두 개의 전극들(234a, 235b)에 인가되는 전압을 더 낮게 하면 도 5에 도시된 것과 동일한 방향의 혼돈 흐름을 유도할 수 있다. 다시, 두 개의 전극들(234b, 235a)에 인가되는 전압에 비해 다른 두 개의 전극들(234a, 235b)에 인가되는 전압을 더 높게 하면 도 5에 도시된 것과 반대 방향의 혼돈 흐름을 유도할 수 있다. 이와 같이 혼돈 흐름의 형성 방향을 바뀌어가면서 극성 유체를 혼합하는 경우 LOC 시스템에서의 혼합 효율을 크게 증가시킬 수 있다.
- <66> 또한, 본 발명에 따른 LOC 시스템에서 믹싱 기능을 수행할 때에 혼돈 흐름을 발생하도록 하는 전원을 교류 전원을 사용하면 교류 전원에서 인가되는 전압의 주기에 따라 혼합 양상이 변화하게 된다. 이러한 교류를 이용하는 방식을 채택하여 LOC 시스템에서의 혼합 효율을 극대화시킬 수 있다.
- <67> 한편, 도 4에서 전극들(231a, 231b, 232a, 232b)을 포함하여 부재번호 110'으로 표시된 부분은 부재번호 110으로 표시된 부분과 동일한 기능을 수행하며, 110 및 110'으로 표시된 부분에 속한 전극들이 믹싱 기능을 수행할

패에는 사이에 위치하는 전극들(233a, 233b)에는 전압이 인가되지 않을 수 있다. 또는 전압이 인가되지 않는 전극들이 없이 모든 전극들이 인접한 전극과 서로 다른 전압이 인가되어 믹싱을 수행하는 부분이 연달아 위치하도록 할 수도 있다. 즉, 본 발명에 따른 LOC 시스템은 필요에 따라 믹싱을 수행하는 전극들을 선택하여 믹싱 기능을 구현하도록 전압을 인가하는 방식으로 동작할 수 있다.

<68> 한편, 지금까지 본 발명을 설명하면서 도 1 및 도 2에서는 12개의 전극쌍이 배치된 경우를 도시하였고, 도 3 및 도 4에서는 5개의 전극쌍이 배치된 경우를 도시하였으나, 본 발명은 전극쌍의 개수, 전극 사이의 간격 등에 의해 제한되지 않는다.

<69> 또한, 전극들은 기관의 상면에 형성되는 것으로 도시하고 설명하였으나 반드시 기관의 상면에 전극이 형성될 필요는 없으며 극성 유체에 적절한 전자기력이 영향을 미칠 수 있다면 시료가 놓이는 기관의 후방에 배치되거나 상측에 설치되어도 무방하다.

발명의 효과

<70> 본 발명에 따르면, 로렌츠의 힘과 전기장 내에서의 하전 입자에 작용하는 힘에 의한 하전 입자의 운동을 이용하여 극성 유체를 원하는 방향으로 이송할 수 있는 마이크로 펌프를 제공할 수 있다.

<71> 또한, 위와 같은 마이크로 펌프는 일부 전극에 인가되는 전압을 조절하여 이송 중간에 극성 유체를 혼합하는 기능을 수행할 수 있다. 이러한 마이크로 펌프를 이용하여 LOC 시스템을 구현하는 경우, 시료의 이송 및 믹싱 기능을 동일한 구성요소들을 이용하여 구현할 수 있게 되어 전체 시스템의 구성을 간소화 할 수 있는 장점이 있다. 이에 따라 구성이 간단하면서 제작이 용이하고, 대량 생산이 가능한 마이크로 펌프 및 이를 구비한 LOC 시스템을 제작할 수 있다.

<72> 특히, 마이크로 사이즈의 LOC 시스템에서는 그 크기의 제약으로 인해 여러 가지 기능을 하나의 시스템에서 구현하도록 하는 것이 바람직하는데, 이전에는 펌프 기능을 수행하는 부분이나 믹싱 기능을 수행하는 부분이 별도로 제작되었으나, 본 발명에서는 펌핑 기능과 믹싱 기능을 필요에 따라 수행할 수 있는 LOC 시스템을 제공할 수 있는 장점이 있다.

<73> 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명에 따른 마이크로 펌프의 구성을 개략적으로 보여주는 사시도.

〈2〉 도 2는 도 1에 도시된 마이크로 펌프의 평면도.

<3> 도 3은 본 발명에 따른 LOC 시스템의 부분 절개 사시도.

<4> 도 4는 도 3에 도시된 LOC 시스템의 평면도.

<5> 도 5는 극성 유체의 회전 방향을 보여주는 LOC 시스템의 부분 확대도.

<6> 도 6a 및 도 6b는 혼돈 흐름의 위리를 설명하는 도면.

<7> < 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

<8> 22 : 자기장 형성부 23 : 전극쌍

<9> 23a, 23b, 231a, 231b, 232a, 232b, 233a, 233b, 234a, 234b, 235a, 235b : 전극

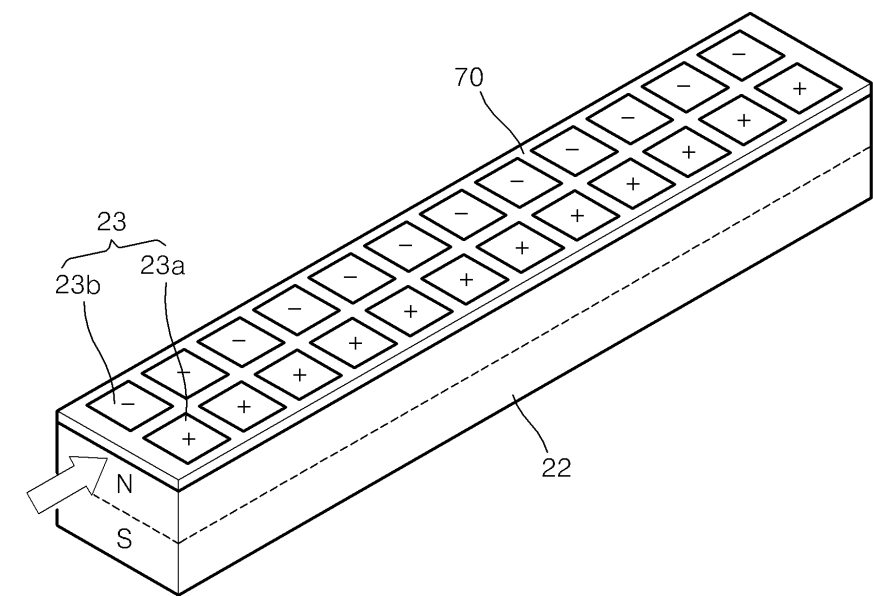
<10> 70 : 기판 B : 장애물(barrier)

<11> 140 : 케이싱 141, 142 : 유입구

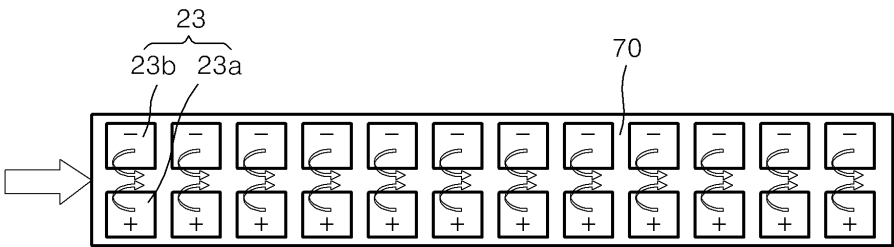
<12> 143 : 배출구 144 : 중공부

도면

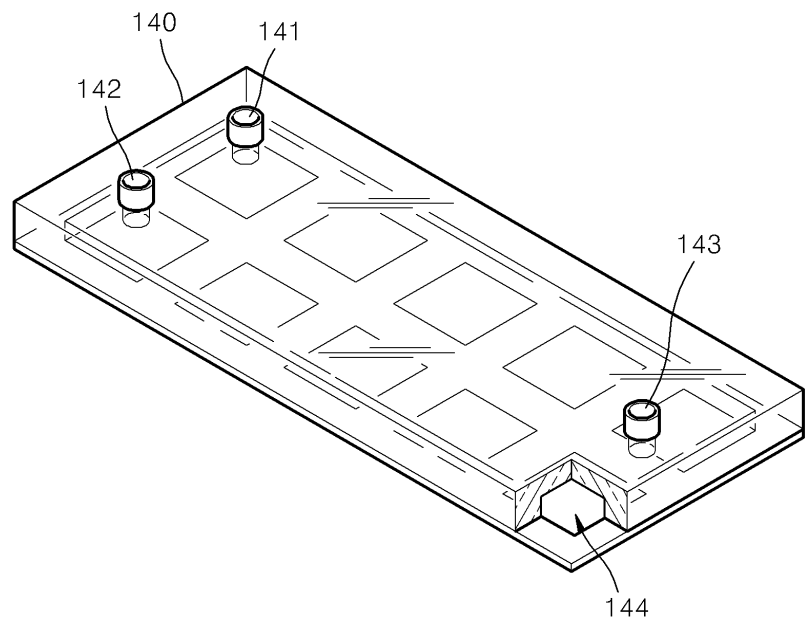
도면1



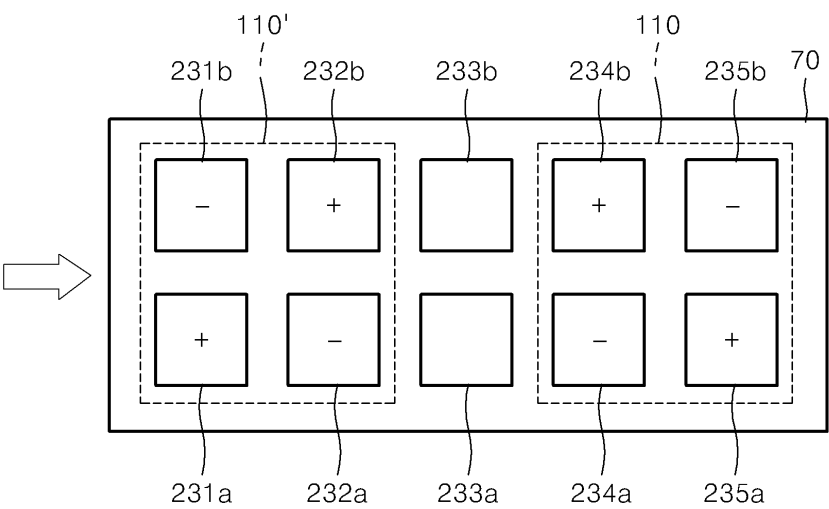
도면2



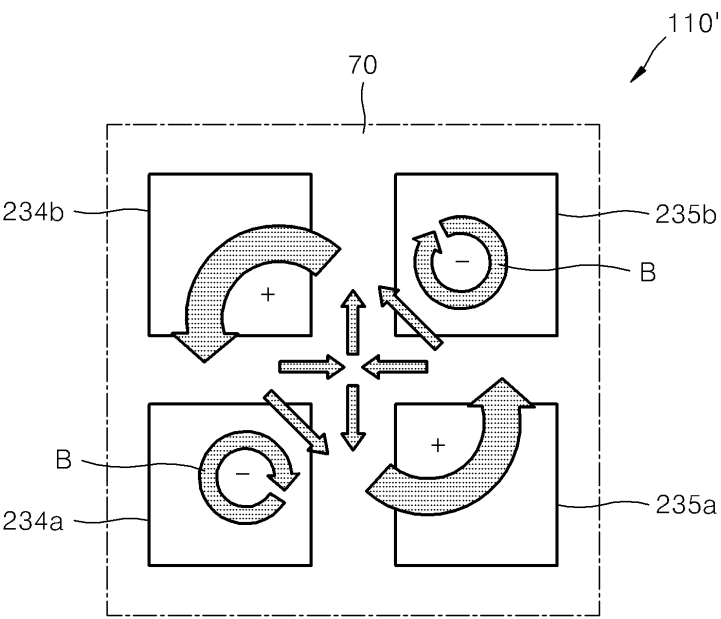
도면3



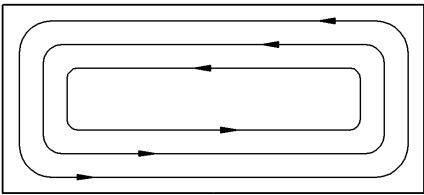
도면4



도면5



도면6a



도면6b

