



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0071810
(43) 공개일자 2008년08월05일

(51) Int. Cl.

B01F 13/08 (2006.01) *B01F 13/00* (2006.01)
B01F 5/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0010129

(22) 출원일자 2007년01월31일

심사청구일자 2007년01월31일

(71) 출원인

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

리엔목특허법인

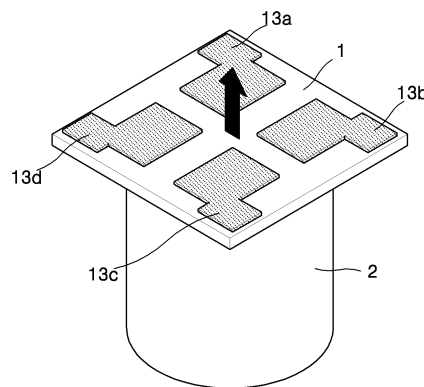
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 마이크로 믹서

(57) 요약

본 발명의 목적은 마이크로 사이즈로 제작이 가능하고, 동시에 유체의 혼합 효율을 높일 수 있으며, 에너지 소모가 적고, 제작이 용이한 마이크로 믹서를 제공하는 것이다. 또한, 본 발명의 목적은 간단한 구조를 가지며 마이크로 사이즈로 제작이 가능하여 LOC(Lab-On-a-Chip)로 구현할 수 있는 마이크로 믹서를 제공하는 것이다. 이를 위하여 본 발명에서는, 극성 유체 시료가 놓이는 기관; 상기 기관에 형성된 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 믹서를 제공한다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

극성 유체 시료가 놓이는 기관;

상기 기관에 형성된 복수 개의 전극들;

상기 복수 개의 전극에 전압을 인가하여 전기장이 형성되도록 하는 전원;

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

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전극들은 4개의 전극으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 마이크로 믹서.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전극들은 상기 기관의 특정 지점을 중심으로 실질적으로 동일한 거리를 유지하도록 배치된 것을 특징으로 하는 마이크로 믹서.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 4개의 전극 중 대각선 방향으로 마주하는 두 개의 전극들은 동일한 전위를 갖는 것을 특징으로 하는 마이크로 믹서.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전극들 중 하나 이상은 다른 전극들과 다른 전위를 가지는 것을 특징으로 하는 마이크로 믹서.

청구항 6

제1항에 있어서,

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

청구항 7

제1항에 있어서,

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

청구항 8

제1항에 있어서,

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

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <13> 본 발명은 마이크로 믹서에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 마이크로 사이즈로 제작이 가능하고, 동시에 유체의 혼합 효율을 높일 수 있으며, 에너지 소모가 적고, 제작이 용이하여 LOC(Lab-On-a-Chip)로 구현할 수 있는 마이크로 믹서에 관한 것이다.
- <14> 마이크로 믹서(micro mixer)란, 소량의 유체를 혼합할 수 있는 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)를 구현하는데 있어 가장 중요한 부분은 마이크로 분석 시스템이다. 특히, 시약이나 샘플을 효과적으로 혼합시키기 위한 혼합기구(Mixer)는 필수적이다. 지금까지 매크로 영역에서는 난류생성을 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.
- <17> 마이크로 믹서에 대한 국내외적인 연구 동향을 살펴보면, 크게 동적 방식과 정적 방식으로 나누어진다. 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 혼합(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.
- <18> 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 용이한 마이크로 믹서를 개발할 필요성이 매우 크게 대두되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <19> 본 발명은 상기와 같은 문제점을 포함하여 여러 가지 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 마이크로 사이즈로 제작이 가능하고, 동시에 유체의 혼합 효율을 높일 수 있으며, 에너지 소모가 적고, 제작이 용이한 마이크로 믹서를 제공하는 것이다.
- <20> 또한, 본 발명의 목적은 간단한 구조를 가지며 마이크로 사이즈로 제작이 가능하여 LOC(Lab-On-a-Chip)로 구현할 수 있는 마이크로 믹서를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

- <21> 상기와 같은 본 발명의 목적은,

- <22> 극성 유체 시료가 놓이는 기관;
- <23> 상기 기관에 형성된 복수 개의 전극들;
- <24> 상기 복수 개의 전극에 전압을 인가하여 전기장이 형성되도록 하는 전원; 및
- <25> 상기 복수 개의 전극이 형성하는 전기장의 방향에 교차하는 방향으로 자기장을 형성하는 자기장 형성부를 포함하는 마이크로 믹서를 제공함으로써 달성된다.
- <26> 여기서, 상기 전극들은 4개의 전극으로 이루어질 수 있다.
- <27> 여기서, 상기 전극들은 상기 기관의 특정 지점을 중심으로 실질적으로 동일한 거리를 유지하도록 배치될 수 있다.
- <28> 여기서, 상기 4개의 전극 중 대각선 방향으로 마주하는 두 개의 전극들은 동일한 전위를 가질 수 있다.
- <29> 여기서, 상기 전극들 중 하나 이상은 다른 전극들과 다른 전위를 가질 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 형성할 수 있다.
- <33> 이하에서는, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 보다 상세히 설명한다.
- <34> 도 1에 도시된 것과 같이, 본 발명의 실시예1에 따른 마이크로 믹서는 기관(1), 상기 기관(1) 상에 형성된 전극들(3a, 3b), 자기장 형성부(2)를 포함한다.
- <35> 상기 기관(1)은 마이크로 믹서에 의해 혼합되는 시료가 놓이는 곳으로 통상시료와 반응성이 거의 없는 소재로 만들어진다. 또한, 상기 기관(1)은 상기 전극들(3a, 3b)에 인가되는 전류가 통전되지 않도록 절연체로 만들어지는 것이 바람직하다.
- <36> 상기 전극들(3a, 3b)은 상기 기관(1) 상에서 대향되는 위치에 배치되어 서로 다른 극성의 전압이 인가될 수 있도록 배선(미도시)이 연결된다. 예를 들어 상기 전극들(3a, 3b)은 도 1에 도시된 것과 같이 두 개가 서로 평행하게 배치될 수 있다.
- <37> 상기 자기장 형성부(2)는 상기 기관(1)에 수직한 방향으로 자기장을 형성하도록 배치되는 것으로, 예를 들어 영구 자석으로 이루어질 수 있다. 도 1에는 자기장 형성부(2)로 하나의 영구 자석이 상기 기관에 인접하여 배치된 것을 예시하고 있으나, 본 발명에 사용되는 자기장 형성부(2)의 구성은 반드시 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 두 개의 자석이 서로 반대 자극이 마주하도록 상기 기관을 사이에 두고 배치되는 형태로 이루어질 수도 있다. 다만, 도 1에 도시된 것과 같은 구성을 가지는 경우, 하나의 영구 자석만 사용하여도 되어 제작이 용이한 이점을 가질 수 있다.
- <38> 도 1 및 도 2에 도시된 것과 같은 구성을 가지는 마이크로 믹서의 경우, 상기 전극들(3a, 3b)에 소정의 전압 차이가 형성되도록 전압을 인가하면 전기장은 도 2를 기준으로 두 개의 전극들(3a, 3b)의 길이 방향에 수직한 방향으로 형성되고, 자기장의 방향이 도 2의 지면에 대해 수직하게 나오는 방향으로 형성된다. 이에 따라 로렌츠의 힘은 두 개의 전극들(3a, 3b) 사이에서 도 2를 기준으로 아래 방향 또는 위 방향으로 작용하게 된다. 상기 전극들 중 일측의 전극(3a)에 (+) 전압이 인가되고, 타측의 전극(3b)에 (-) 전압이 인가되는 경우에는 도 2의 지면을 기준으로 아래 방향으로 로렌츠의 힘이 작용하게 된다. 상기 기관(1) 상에 극성 유체가 놓여 있는 상태에서 이와 같이 로렌츠의 힘이 작용하게 되면 극성 유체에 포함된 하전 입자들은 전극이 놓인 길이 방향에 대해 경사를 이루면서 아래쪽으로 힘을 받게된다. 하전 입자의 극성에 따라 전기력은 서로 반대방향으로 작용하고, 로렌츠의 힘은 도 2의 아래 방향으로 작용하여 서로 일치하지 않는 방향으로 힘을 받게 되지만 결과적으로 극성 유체는 도 2에 도시된 것과 같이 회전하게 된다. 이에 따라 극성 유체를 믹싱하는 작업을 수행할 수 있다.
- <39> 도 3에는 도 1 및 도 2에 도시된 것과 같은 마이크로 믹서에서 전압을 전극들에 인가했을 때의 극성 유체의 유동의 속도와 유동의 스트림 라인(stream line)을 보여주는 시뮬레이션 결과가 도시되어 있다.
- <40> 도 3의 시뮬레이션에서 사용된 극성 유체는 PBS 용액으로, 밀도 1000kg/m^3 , 전도도(conductivity) 1.5S/m , 점도 $60000\text{Pa}\cdot\text{s}$, 상대 투과율(relative permeability) 1, 상대 유전율(relative permittivity) 72, pH 7.4인 용액

이다. 시뮬레이션에 사용된 기관(1)은 가로 10mm, 세로 10mm의 정사각형 단면을 가지고, 전극은 폭이 1.5mm이며, 상기 자기장 형성부(2)에 의해 형성되는 자기장의 자속밀도는 5000 Gauss인 경우이다.

- <41> 도 3의 상측의 사진에서 볼 수 있는 것과 같이, 두 개의 전극에 가해지는 전압의 차이는 최대 4V인 경우로, 두 개의 전극에 가해지는 전압의 차이가 4V일 때의 스트림 라인의 형상을 도시한 것이 도 3의 하좌측(下左側) 그림이고, 전압의 차이가 -4V로 역전될 때의 스트림 하인의 형상을 도시한 것이 도 3의 하우측(下右側) 그림이다.
- <42> 도 3에 도시된 것과 같이 두 개의 전극 사이 부분에서 스트림 라인이 촘촘하게 형성되고 속도가 가장 빠른 것을 알 수 있다. 또한, 스트림 라인이 전체적으로 전극을 중심으로 회전하는 형상이며, 두 개의 전극에 대해 대칭된 스트림 라인의 배치를 볼 수 있다. 하좌측 그림과 하우측 그림을 비교하면, 전압이 역전될 때 동일한 패턴의 스트림 라인이 속도의 방향이 반대로 바뀌어 형성되는 것을 알 수 있다. 이를 통해 전압을 바꿔줌으로써 극성 유체에 정회전과 역회전을 발생시킬 수 있음을 알 수 있다. 정회전과 역회전을 반복하면 마이크로 믹서의 혼합 효율을 증가시킬 수 있다. 이에 따라 전극에 가해주는 전압을 교류전압으로 하면 손쉽게 정회전과 역회전을 일으킬 수 있고, 효율이 비교적 높은 마이크로 믹서를 제작할 수 있게 된다.
- <43> 도 4에는 본 발명의 실시예2에 따른 마이크로 믹서의 구성을 보여주는 사시도가 도시되어 있고, 도 5에는 도 4에 도시된 마이크로 믹서의 평면도가 도시되어 있다.
- <44> 도 4에 도시된 것과 같이, 본 발명의 실시예2에 따른 마이크로 믹서는 기관(1), 상기 기관(1) 상에 형성된 전극들(13a, 13b, 13c, 13d) 및 자기장 형성부(2)를 포함한다.
- <45> 도 4에 도시된 실시예2가 도 1에 도시된 실시예1과 다른 점은 전극이 네 개가 형성된다는 것이다. 실시예2에서는 네 개의 전극들(13a, 13b, 13c, 13d)이 기관(1)의 특정 지점(예를 들어 중심점)을 중심으로 실질적으로 동일한 거리에 동일한 간격으로 대칭을 이루면서 배치되어 있다. 상기 기관(1) 및 상기 자기장 형성부(2)의 구성은 도 1의 실시예1과 실질적으로 동일하다.
- <46> 도 4 및 도 5에 도시된 것과 같은 구성을 가지는 마이크로 믹서의 경우, 상기 기관(1) 상에 극성 유체 시료를 놓고, 상기 전극들(13a, 13b, 13c, 13d)에 적절한 전압을 인가하면 상기 극성 유체에 정방향과 역방향으로의 흐름을 만들어 극성 유체를 혼합할 수 있다. 즉, 상기 전극들(13a, 13b, 13c, 13d) 중 대각선 방향으로 마주하는 두 개의 전극들(13a, 13c)에 대해 동일한 전압을 인가하고, 다른 두 개의 전극들(13b, 13d)에 대해 이와 다른 전압을 인가하는 방식으로 전압을 인가한다. 이와 같이 전압이 인가되면, 극성 유체를 이루는 입자들에 로렌츠의 힘과 전자기력이 작용하여 극성 유체를 혼합하는 흐름을 만들 수 있다.
- <47> 극성 유체에 발생하는 흐름은 도 5의 화살표로 도시된 것과 같은 방향이 되는데, 이와 같은 흐름은 일종의 혼돈 흐름(chaotic flow)이라고 할 수 있다.
- <48> 도 6a 및 도 6b에는 혼돈 흐름의 발생 원리를 보여주는 도면이 도시되어 있다.
- <49> 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 4 및 도 5에 도시된 본 발명에 따른 마이크로 믹서에서도 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 마이크로 믹서의 혼합 효율을 크게 증가시킨다. 특히, 도 1을 참조하여 설명된 실시예1과 비교하면, 도 1의 실시예1에서 양측으로 갈라져서 섞이는 유체 간에는 비교적 물질이동이 일어나기 힘들다. 즉, 일정한 경로를 따라 정회전과 역회전만을 반복하기 때문에, 초기에 유체가 회전을 시작할 때와 정회전에서 역회전으로 바뀔 때에만 양측으로 갈라져서 섞이는 유체 간에 물질이동이 일어날 수 있다. 그러나, 혼돈 흐름이 발생하는 경우 회전 방향이 바뀌지 않고 지속적으로 회전하는 경우에도 흐름들 간의 물질 이동이 지속적으로 일어나서 혼합 효율을 크게 증가시킬 수 있다.
- <50> 또한, 전극들(13a, 13b, 13c, 13d)에 인가되는 전압의 극성이 변화되면 혼돈 흐름이 형성되는 양상이 변화된다. 예를 들어, 두 개의 전극들(13a, 13c)에 인가되는 전압에 비해 다른 두 개의 전극들(13b, 13d)에 인가되는 전압을 더 높게 하여 혼돈 흐름을 유도할 수 있다. 다시, 두 개의 전극들(13a, 13c)에 인가되는 전압에 비해 다른 두 개의 전극들(13b, 13d)에 인가되는 전압을 더 낮게 하여 장애물로 작용하는 흐름의 위치를 변화시키면, 혼돈 흐름이 형성되는 양상이 변화한다. 따라서 혼돈 흐름의 형성 방향을 바꿔가면서 극성 유체를 혼합하는 경우 마

이크로 믹서의 혼합 효율은 크게 증가시킬 수 있다.

- <51> 또한, 혼돈 흐름을 발생하도록 하는 전원을 교류 전원을 사용하면 교류 전원에서의 인가되는 전압의 주기에 따라 마이크로 믹서의 혼합 양상이 변화하게 된다. 이러한 교류를 이용하는 방식을 채택하여 마이크로 믹서의 혼합 효율을 극대화시킬 수 있다.
- <52> 본 발명의 실시예2에 따른 마이크로 믹서의 혼합 효율을 보여주는 실험 결과가 도 7 및 도 8의 사진에 도시되어 있다. 종래의 확산에 의존하는 비교예를 보여주는 사진이 도 7에 도시되어 있고, 도 4 및 도 5에 도시된 본 발명의 실시예2를 활용한 경우가 도 8에 도시되어 있다.
- <53> 도 7에 도시된 비교예에서는 마이크로 믹서 위에 PBS 용액을 소정량 떨어뜨린 후, 그 위에 잉크를 마이크로 피펫을 이용하여 소정량 주입하였다. 시간의 경과에 따라 잉크가 얼마나 확산되는지를 고속카메라로 15초 동안 0.5초 간격으로 촬영하였다. 총 30장의 사진을 시간 순서에 따라 우측으로 배열하고 일곱 번째 사진이 첫 번째 사진의 아래에 배치되는 방식으로 정렬하였다.
- <54> 도 7의 사진들을 살펴보면 15초 동안 잉크가 PBS 용액에서 조금씩 확산되는 양상임을 확인할 수는 있지만 결과적으로 확산이 원활하게 이루어지거나 완전히 확산되지는 않음을 확인할 수 있다.
- <55> 도 8의 사진은 동일한 조건에서 혼돈 흐름이 발생하는 마이크로 믹서를 사용하였을 경우에 혼합이 일어나는 정도를 관측한 것이다. 이 경우에도 도 7의 경우와 동일한 조건으로 마이크로 믹서 위에 PBS 용액을 소정량 떨어뜨린 후, 그 위에 잉크를 마이크로 피펫을 이용하여 소정량 주입하였다. 시간의 경과에 따라 잉크가 얼마나 확산되는지를 고속카메라로 15초 동안 0.5초 간격으로 촬영하였다. 총 30장의 사진을 시간 순서에 따라 우측으로 배열하고 일곱 번째 사진이 첫 번째 사진의 아래에 배치되는 방식으로 정렬하였다. 인가된 전압은 최대 4V, 최소 -4V의 전압을 가지는 교류 전압을 6초의 주기로 인가하였다.
- <56> 도 8의 사진에서 볼 수 있듯이, 처음상태와 비교했을 때, 15초 후에는 완벽하게 잉크가 혼합되어 있음을 알 수 있다. 믹서를 사용하였을 때의 혼합효율은 확산에만 의지한 혼합효율보다 월등히 높다는 것을 사진으로 관찰할 수 있었다.
- <57> 한편, 지금까지 본 발명을 설명하면서 전극이 두 개인 경우와 전극이 네 개인 경우들만을 설명하였으나, 본 발명은 전자기력을 이용하여 극성 유체를 혼합하는 구성이라면 전극의 개수, 치수, 배열 형태 등에 구애되지 않고 모두 본 발명의 범위에 속하는 것이다.
- <58> 다만, 전극을 네 개로 하여 도 4 및 도 5에 도시된 것과 같이 균일한 간격으로 배치하는 경우에는 간단한 구성으로 혼돈 흐름을 발생시켜 마이크로 믹서의 혼합 효율을 극대화할 수 있게 되는 효과를 얻을 수 있다.
- <59> 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

- <60> 본 발명에 따르면, 로렌츠의 힘과 전기장 내에서의 하전 입자에 작용하는 힘에 의한 하전 입자의 운동을 이용하여 극성 유체가 회전하도록 하는 마이크로 믹서를 제공할 수 있다. 또한, 마이크로 믹서의 전극 배치를 달리 함으로써, 마이크로 믹서에서의 극성 유체의 흐름에 혼돈 흐름을 발생시킬 수 있다. 이에 따라 혼합 효율이 극대화되고, 구성이 간단하면서 제작이 용이하고, 대량 생산이 가능한 마이크로 믹서를 제작할 수 있다.
- <61> 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.

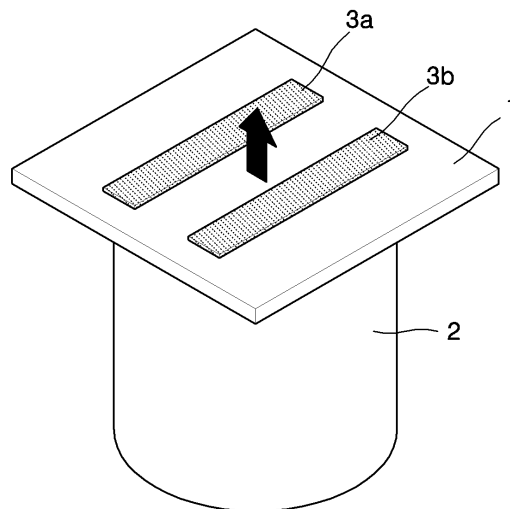
도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 본 발명의 실시예1에 따른 마이크로 믹서의 구성을 개략적으로 보여주는 사시도.
- <2> 도 2는 도 1에 도시된 마이크로 믹서에서 극성 유체의 흐름 방향을 보여주는 평면도.
- <3> 도 3은 도 1 및 도 2에 도시된 마이크로 믹서에서 극성 유체의 흐름 방향을 예측한 시뮬레이션 결과를 보여주는 도면.

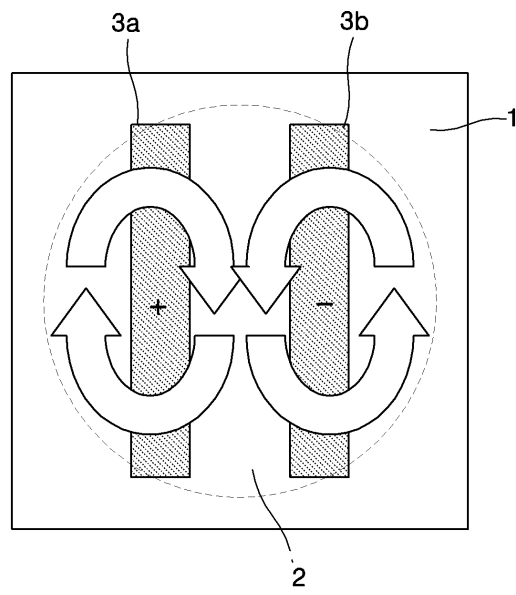
- <4> 도 4는 본 발명의 실시예2에 따른 마이크로 믹서의 구성을 개략적으로 보여주는 사시도.
- <5> 도 5는 도 4에 도시된 마이크로 믹서에서의 극성 유체의 흐름 방향을 보여주는 평면도.
- <6> 도 6a 및 도 6b는 혼돈 흐름의 원리를 설명하는 도면.
- <7> 도 7은 확산에 의한 잉크와 PBS 용액의 혼합 양상을 시간에 따라 보여주는 사진.
- <8> 도 8은 본 발명의 실시예2에 따른 마이크로 믹서에 의한 잉크와 PBS 용액의 혼합 양상을 시간에 따라 보여주는 사진.
- <9> < 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >
- <10> 1 : 기판 2 : 자기장 형성부
- <11> 3a, 3b, 13a, 13b, 13c, 13d : 전극
- <12> B : 장애물(barrier)

도면

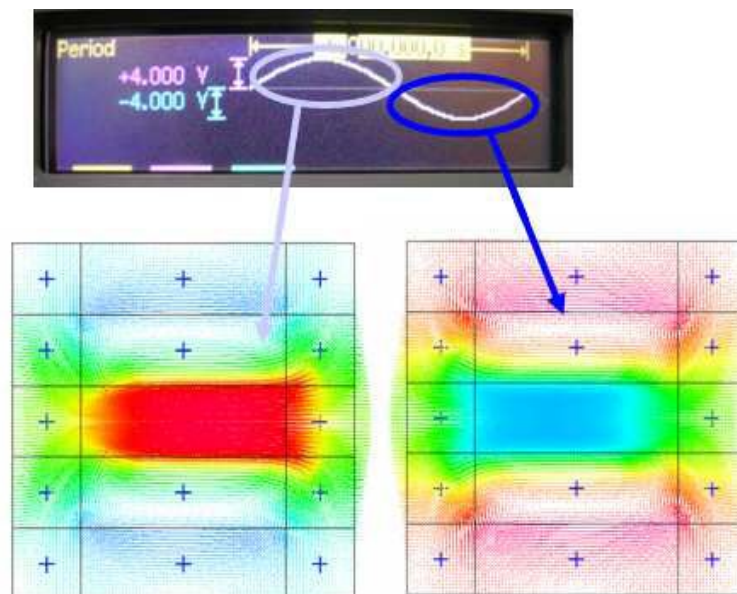
도면1



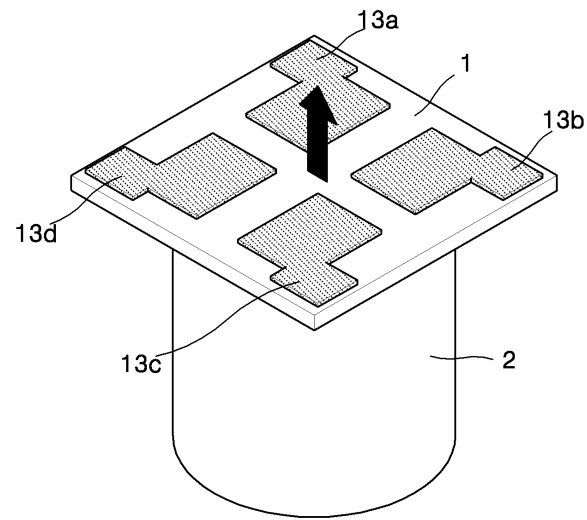
도면2



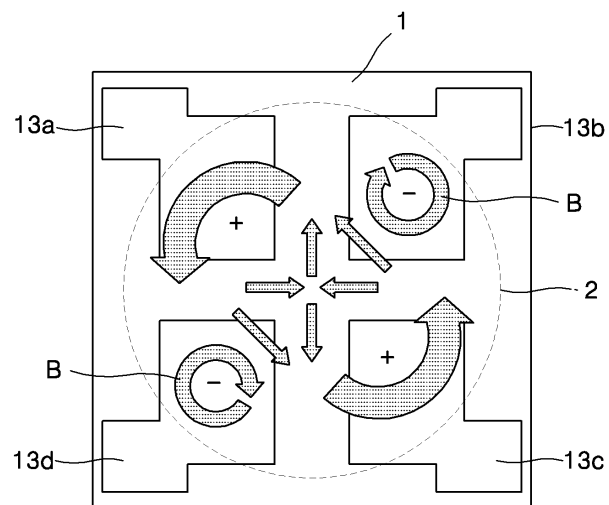
도면3



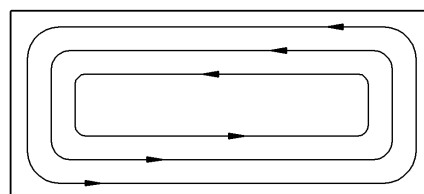
도면4



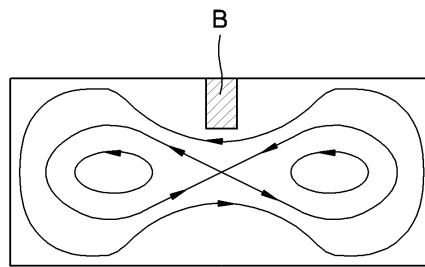
도면5



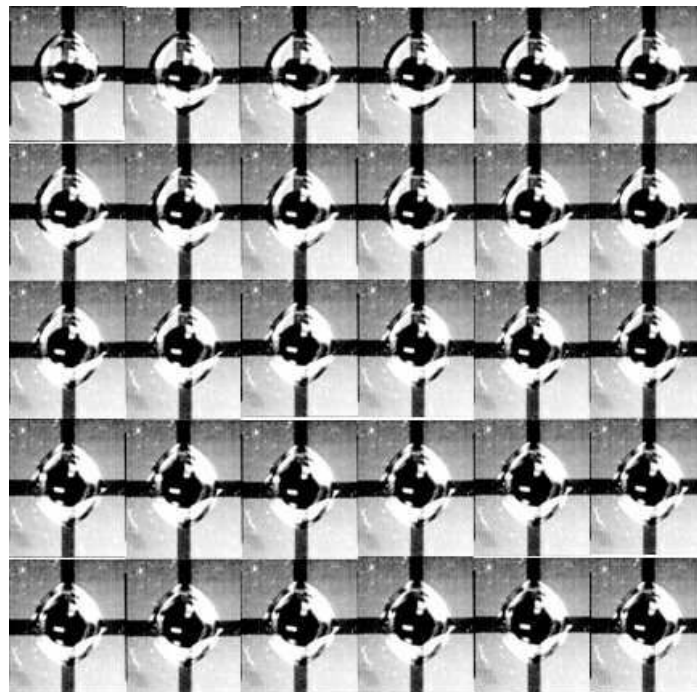
도면6a



도면6b



도면7



도면8

