



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0084049  
(43) 공개일자 2008년09월19일

(51) Int. Cl.

B01L 3/00 (2006.01) G01N 33/53 (2006.01)

F04B 45/033 (2006.01) G01N 37/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0025148

(22) 출원일자 2007년03월14일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자

박종면

서울 송파구 풍납2동 우성아파트 5동 1010호

허남

서울 서초구 서초동 1335번지 무지개아파트 3-402

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

리앤목특허법인

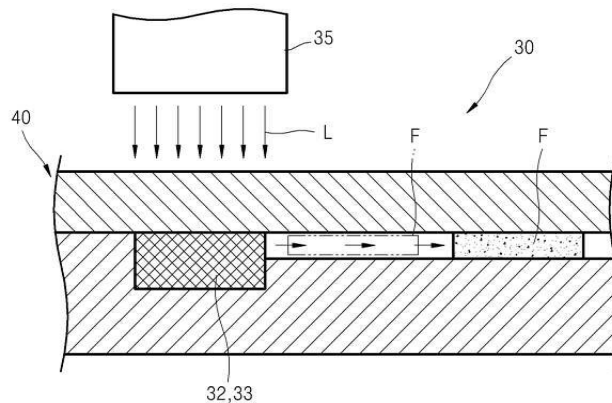
전체 청구항 수 : 총 64 항

(54) 펌프 유닛 및 이를 구비한 원심력 기반의 미세유동 시스템

### (57) 요약

본 발명은, 정체된 유체에 인접한 일 측에 마련되고, 에너지를 흡수하여 발열하는 다수의 미세 발열입자 및, 상기 미세 발열입자와 함께 혼합되는 승화성(昇華性) 물질, 아지드(azide) 또는, 아조 화합물(azo compound)을 포함하는 기체 발생제; 및, 외부로부터 상기 기체 발생제에 비(非)접촉 방식으로 에너지를 공급하는 외부 에너지원;을 구비하고, 상기 외부 에너지원에 의해 상기 기체 발생제에 에너지가 공급되면 상기 다수의 미세 발열입자의 발열로 인해 상기 기체 발생제에서 기체가 발생하여 상기 기체 발생제 주변의 기압이 상승하고, 상기 상승된 기압에 의해 상기 유체가 유동 가능하게 가압되는 것을 특징으로 하는 펌프 유닛과, 이를 구비한 원심력 기반의 미세유동 시스템을 제공한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

**이정건**

서울 서초구 서초4동 삼풍아파트 5동 1001호

**황규연**

인천 부평구 부평4동 12-131, 18/6

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

정체된 유체에 인접한 일 측에 마련되고, 에너지를 흡수하여 발열하는 다수의 미세 발열입자 및, 상기 미세 발열입자와 함께 혼합되는 승화성(昇華性) 물질, 아지드(azide) 또는, 아조 화합물(azo compound)을 포함하는 기체 발생제; 및, 외부로부터 상기 기체 발생제에 비(非)접촉 방식으로 에너지를 공급하는 외부 에너지원;을 구비하고,

상기 외부 에너지원에 의해 상기 기체 발생제에 에너지가 공급되면 상기 다수의 미세 발열입자의 발열로 인해 상기 기체 발생제에서 기체가 발생하여 상기 기체 발생제 주변의 기압이 상승하고, 상기 상승된 기압에 의해 상기 유체가 유동 가능하게 가압되는 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

### 청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 승화성 물질은 나프탈렌(naphthalene), 드라이 아이스, 요오드, 장뇌(樟腦) 및, 파라디클로로벤젠(paradichlorobenzene)으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나인 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

### 청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 아지드는 무기아지드(inorganic azide), 아지드화나트륨( $\text{NaN}_3$ ), 알킬아지드(Alkyl azide) 및, 아릴아지드(aryl azide)로 이루어진 그룹에서 선택된 하나인 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

### 청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 무기아지드는 아지드화나트륨( $\text{NaN}_3$ )인 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

### 청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 아조 화합물은 AIBN(Azobisisobutyronitrile), ADVN(2,2'-Azobis-(4-methoxy-2,4-dimethylvaleronitrile)), AMBN(2,2'-Azobis-(2-methylbutyronitrile)), ACHN(1,1'-Azobis-(4-cyclohexanecarbonitrile)), ACCN(1,1'-Azobis-(cyclohexanecarbonitrile)), ABAH(2,2'-Azobis-(2-methylbutyronitrile)) 및, ACVA(1,1'-Azobis-(cyclohexanecarbonitrile))로 구성되는 그룹에서 선택되는 하나인 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

### 청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 외부 에너지원은 상기 기체 발생제에 전자기파를 조사하는 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

### 청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 전자기파는 레이저빔이고, 상기 외부 에너지원은 레이저빔을 조사하는 레이저 광원을 포함하는 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

### 청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 레이저 광원에서 조사되는 레이저빔은 적어도 10 mW 의 출력을 갖는 연속파동 레이저빔인 것을 특징으로

하는 펌프 유닛.

#### 청구항 9

제6 항에 있어서,

상기 외부 에너지원은 상기 기체 발생체의 일측에서 타측으로 전자기파를 주사(走査)할 수 있게 구성된 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 10

제1 항에 있어서,

상기 유체가 상기 기체 발생체 측으로 유동되지 않도록 상기 기체 발생체와 유체 사이의 유로를 폐쇄하며, 상기 외부 에너지원에 의해 상기 기체 발생체에 에너지가 공급될 때에 상기 기체 발생체와 유체 사이의 유로를 개방하는 밸브(valve)를 더 구비한 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 밸브는, 상기 기체 발생체와 유체 사이의 유로에 채워지며, 상온에서 고체 상태인 상전이 물질(phase transition material)을 포함하는 밸브 충전물을 구비하고, 외부로부터 상기 밸브 충전물에 비접촉 방식으로 에너지가 공급되면 상기 밸브 충전물이 용융되어 상기 기체 발생체와 유체 사이의 유로가 개방되도록 구성된 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 상전이 물질은 왁스, 겔, 및 열가소성 수지로 이루어진 군(群) 중에서 선택된 하나인 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 13

제11 항에 있어서,

상기 밸브 충전물은 상기 상전이 물질에 분산되며, 외부로부터 비접촉 방식으로 공급되는 에너지를 흡수하여 발열하는 다수의 미세 발열입자를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 14

제1 항 또는 제13 항에 있어서,

상기 미세 발열입자는 강자성(強磁性) 물질인 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 15

제1 항 또는 제13 항에 있어서,

상기 미세 발열입자는 미세 금속 산화물인 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 16

제15 항에 있어서,

상기 금속 산화물은  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $Ta_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Fe_3O_4$  또는,  $HfO_2$ 를 포함하는 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 17

제11 항에 있어서,

상기 밸브는, 상기 기체 발생체와 유체 사이의 유로에 상기 용융된 밸브 충전물을 수용할 수 있는 드레인

(drain)을 더 구비한 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 18

징체된 유체에 인접한 일 측에 마련되고, 에너지를 흡수하여 발열하는 다수의 미세 발열입자를 포함하는 발열제; 및, 외부로부터 상기 발열제에 비(非)접촉 방식으로 에너지를 공급하는 외부 에너지원;을 구비하고,

상기 외부 에너지원에 의해 상기 발열제에 에너지가 공급되면 상기 다수의 미세 발열입자의 발열로 인해 상기 미세 발열입자 주위의 공기가 가열되어 기압이 상승하고, 상기 상승된 기압에 의해 상기 유체가 유동 가능하게 가압되는 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 19

제18 항에 있어서,

상기 외부 에너지원은 상기 발열제에 전자기파를 조사하는 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 20

제19 항에 있어서,

상기 전자기파는 레이저빔이고, 상기 외부 에너지원은 레이저빔을 조사하는 레이저 광원을 포함하는 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 21

제20 항에 있어서,

상기 레이저 광원에서 조사되는 레이저빔은 적어도 10 mW 의 출력을 갖는 연속파동 레이저빔인 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 22

제19 항에 있어서,

상기 외부 에너지원은 상기 발열제의 일측에서 타측으로 전자기파를 주사(走査)할 수 있게 구성된 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 23

제18 항에 있어서,

상기 유체가 상기 발열제 측으로 유동되지 않도록 상기 발열제와 유체 사이의 유로를 폐쇄하며, 상기 외부 에너지원에 의해 상기 발열제에 에너지가 공급될 때에 상기 발열제와 유체 사이의 유로를 개방하는 밸브(valve)를 더 구비한 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 24

제23 항에 있어서,

상기 밸브는, 상기 발열제와 유체 사이의 유로에 채워지며, 상온에서 고체 상태인 상전이 물질(phase transition material)을 포함하는 밸브 충전물을 구비하고, 외부로부터 상기 밸브 충전물에 비접촉 방식으로 에너지가 공급되면 상기 밸브 충전물이 용융되어 상기 발열제와 유체 사이의 유로가 개방되도록 구성된 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 25

제24 항에 있어서,

상기 상전이 물질은 왁스, 겔, 및 열가소성 수지로 이루어진 군(群) 중에서 선택된 하나인 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 26

제24 항에 있어서,

상기 밸브 충전물은 상기 상전이 물질에 분산되며, 외부로부터 비접촉 방식으로 공급되는 에너지를 흡수하여 발열하는 다수의 미세 발열입자를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 27

제18 항 또는 제26 항에 있어서,

상기 미세 발열입자는 강자성(強磁性) 물질인 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 28

제18 항 또는 제26 항에 있어서,

상기 미세 발열입자는 미세 금속 산화물인 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 29

제28 항에 있어서,

상기 금속 산화물은  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $Ta_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Fe_3O_4$  또는,  $HfO_2$ 를 포함하는 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 30

제24 항에 있어서,

상기 밸브는, 상기 기체 발생제와 유체 사이의 유로에 상기 용융된 밸브 충전물을 수용할 수 있는 드레인(drain)을 더 구비한 것을 특징으로 하는 펌프 유닛.

#### 청구항 31

유체의 유로를 형성하는 채널(channel)이 형성된 기관과, 상기 기관을 회전시키는 구동 수단과, 상기 기관 내부에 정채된 유체를 상기 채널을 따라 상기 기관의 회전 중심을 향한 방향으로 이동시키기 위한 펌프 유닛을 구비한 원심력 기반의 미세유동 시스템에 있어서, 상기 펌프 유닛은,

상기 기관 내부에서 정채된 유체에 인접한 일 측에 마련되고, 에너지를 흡수하여 발열하는 다수의 미세 발열입자 및, 상기 미세 발열입자와 함께 혼합되는 승화성(昇華性) 물질, 아지드(azide) 또는, 아조 화합물(azo compound)을 포함하는 기체 발생제; 및, 외부로부터 상기 기체 발생제에 비(非)접촉 방식으로 에너지를 공급하는 외부 에너지원;을 구비하고,

상기 외부 에너지원에 의해 상기 기체 발생제에 에너지가 공급되면 상기 다수의 미세 발열입자의 발열로 인해 상기 기체 발생제에서 기체가 발생하여 상기 기체 발생제 주변의 기압이 상승하고, 상기 상승된 기압에 의해 상기 유체가 유동 가능하게 가압되는 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 32

제31 항에 있어서,

상기 승화성 물질은 나프탈렌(naphthalene), 드라이 아이스, 요오드, 장뇌(樟腦) 및, 파라디클로로벤젠(paradichlorobenzene)으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나인 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 33

제31 항에 있어서,

상기 아지드는 무기아지드(inorganic azide), 아지드화나트륨( $NaN_3$ ), 알킬아지드(Alkyl azide) 및, 아릴아지드(aryl azide)로 이루어진 그룹에서 선택된 하나인 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 34

제33 항에 있어서,

상기 무기아지드는 아지드화나트륨( $\text{NaN}_3$ )인 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 35

제31 항에 있어서,

상기 아조 화합물은 AIBN(Azobisisobutyronitrile), ADVN(2,2'-Azobis-(4-methoxy-2,4-dimethylvaleronitrile)), AMBN(2,2'-Azobis-(2-methylbutyronitrile)), ACHN(1,1'-Azobis-(4-cyclohexanecarbonitrile)), ACCN(1,1'-Azobis-(cyclohexanecarbonitrile)), ABAH(2,2'-Azobis-(2-methylbutyronitrile)) 및, ACVA(1,1'-Azobis-(cyclohexanecarbonitrile))로 구성되는 그룹에서 선택되는 하나인 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 36

제31 항에 있어서,

상기 외부 에너지원은 상기 기체 발생체에 전자기파를 조사하는 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 37

제36 항에 있어서,

상기 전자기파는 레이저빔이고, 상기 외부 에너지원은 레이저빔을 조사하는 레이저 광원을 포함하는 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 38

제37 항에 있어서,

상기 레이저 광원에서 조사되는 레이저빔은 적어도 10 mW의 출력을 갖는 연속파동 레이저빔인 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 39

제36 항에 있어서,

상기 외부 에너지원은 상기 기체 발생체의 일측에서 타측으로 전자기파를 주사(走査)할 수 있게 구성된 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 40

제31 항에 있어서,

상기 펌프 유닛은, 상기 유체가 상기 기체 발생체 측으로 유동되지 않도록 상기 기체 발생체와 유체 사이의 유로를 폐쇄하며, 상기 외부 에너지원에 의해 상기 기체 발생체에 에너지가 공급될 때에 상기 기체 발생체와 유체 사이의 유로를 개방하는 밸브(valve)를 더 구비한 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 41

제40 항에 있어서,

상기 밸브는, 상기 기체 발생체와 유체 사이의 유로에 채워지며, 상온에서 고체 상태인 상전이 물질(phase transition material)을 포함하는 밸브 충전물을 구비하고, 외부로부터 상기 밸브 충전물에 비접촉 방식으로 에너지가 공급되면 상기 밸브 충전물이 용융되어 상기 기체 발생체와 유체 사이의 유로가 개방되도록 구성된 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 42

제41 항에 있어서,

상기 상전이 물질은 왁스, 겔, 및 열가소성 수지로 이루어진 군(群) 중에서 선택된 하나인 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 43

제41 항에 있어서,

상기 밸브 충전물은 상기 상전이 물질에 분산되며, 외부로부터 비접촉 방식으로 공급되는 에너지를 흡수하여 발열하는 다수의 미세 발열입자를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 44

제31 항 또는 제43 항에 있어서,

상기 미세 발열입자는 강자성(強磁性) 물질인 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 45

제31 항 또는 제43 항에 있어서,

상기 미세 발열입자는 미세 금속 산화물인 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 46

제15 항에 있어서,

상기 금속 산화물은  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $Ta_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Fe_3O_4$  또는,  $HfO_2$ 를 포함하는 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 47

제41 항에 있어서,

상기 밸브는, 상기 기체 발생제와 유체 사이의 유로에 상기 용융된 밸브 충전물을 수용할 수 있는 드레인(drain)을 더 구비한 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 48

제31 항에 있어서,

상기 유체는 상기 채널과 연결되게 상기 기관 내부에 형성된 유체 챔버(chamber)에 채워진 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 49

제31 항에 있어서,

상기 유체는 상기 채널의 일 부분에 채워진 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 50

유체의 유로를 형성하는 채널(channel)이 형성된 기관과, 상기 기관을 회전시키는 구동 수단과, 상기 기관 내부에 정채된 유체를 상기 채널을 따라 상기 기관의 회전 중심을 향한 방향으로 유동시키기 위한 펌프 유닛을 구비한 원심력 기반의 미세유동 시스템에 있어서, 상기 펌프 유닛은,

상기 기관 내부에서 정채된 유체에 인접한 일 측에 마련되고, 에너지를 흡수하여 발열하는 다수의 미세 발열입자를 포함하는 발열제; 및, 외부로부터 상기 발열제에 비(非)접촉 방식으로 에너지를 공급하는 외부 에너지원;을 구비하고,



상기 외부 에너지원에 의해 상기 발열체에 에너지가 공급되면 상기 다수의 미세 발열입자의 발열로 인해 상기 미세 발열입자 주위의 공기가 가열되어 기압이 상승하고, 상기 상승된 기압에 의해 상기 유체가 유동 가능하게 가압되는 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 51

제50 항에 있어서,

상기 외부 에너지원은 상기 발열체에 전자기파를 조사하는 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 52

제51 항에 있어서,

상기 전자기파는 레이저빔이고, 상기 외부 에너지원은 레이저빔을 조사하는 레이저 광원을 포함하는 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 53

제52 항에 있어서,

상기 레이저 광원에서 조사되는 레이저빔은 적어도 10 mW의 출력을 갖는 연속파동 레이저빔인 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 54

제51 항에 있어서,

상기 외부 에너지원은 상기 발열체의 일측에서 타측으로 전자기파를 주사(走査)할 수 있게 구성된 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 55

제50 항에 있어서,

상기 펌프 유닛은, 상기 유체가 상기 발열체 측으로 유동되지 않도록 상기 발열체와 유체 사이의 유로를 폐쇄하며, 상기 외부 에너지원에 의해 상기 발열체에 에너지가 공급될 때에 상기 발열체와 유체 사이의 유로를 개방하는 밸브(valve)를 더 구비한 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 56

제55 항에 있어서,

상기 밸브는, 상기 발열체와 유체 사이의 유로에 채워지며, 상온에서 고체 상태인 상전이 물질(phase transition material)을 포함하는 밸브 충전물을 구비하고, 외부로부터 상기 밸브 충전물에 비접촉 방식으로 에너지가 공급되면 상기 밸브 충전물이 용융되어 상기 발열체와 유체 사이의 유로가 개방되도록 구성된 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 57

제56 항에 있어서,

상기 상전이 물질은 왁스, 젤, 및 열가소성 수지로 이루어진 군(群) 중에서 선택된 하나인 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 58

제56 항에 있어서,

상기 밸브 충전물은 상기 상전이 물질에 분산되며, 외부로부터 비접촉 방식으로 공급되는 에너지를 흡수하여 발열하는 다수의 미세 발열입자를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 59

제50 항 또는 제58 항에 있어서,

상기 미세 발열입자는 강자성(強磁性) 물질인 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 60

제50 항 또는 제58 항에 있어서,

상기 미세 발열입자는 미세 금속 산화물인 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 61

제60 항에 있어서,

상기 금속 산화물은  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $Ta_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Fe_3O_4$  또는,  $HfO_2$ 를 포함하는 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 62

제56 항에 있어서,

상기 밸브는, 상기 기체 발생제와 유체 사이의 유로에 상기 용융된 밸브 충전물을 수용할 수 있는 드레인(drain)을 더 구비한 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 63

제50 항에 있어서,

상기 유체는 상기 채널과 연결되게 상기 기관 내부에 형성된 유체 챔버(chamber)에 채워진 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

#### 청구항 64

제50 항에 있어서,

상기 유체는 상기 채널의 일 부분에 채워진 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템.

### 명세서

#### 발명의 상세한 설명

##### 발명의 목적

##### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <18> 본 발명은 미세유체공학(microfluidics)에 관한 것으로, 보다 상세하게는 유체가 미세 채널(channel)을 따라 유동하도록 유체를 펌핑(pumping)하는 펌프 유닛 및 이를 구비한 원심력 기반의 미세유동 시스템에 관한 것이다.
- <19> 미세유체 공학 분야에서 유체를 분리하거나 혼합하고, 유체를 이용하여 생화학 반응을 수행하며, 반응 결과를 검출하는 등의 유체를 이용한 다양한 기능들을 수행할 수 있는 미세유동 시스템이 이용되고 있다. 상기 미세유동 시스템은 예컨대, 랩온어칩(lab-on-a-chip)과 같은 기관 형태의 소자를 포함할 수 있다. 이러한 미세유체 처리를 위한 소자에는 유체의 유로를 형성하는 미세 채널과, 유체를 수용하기 위한 챔버(chamber)가 구비되며, 상기 미세유동 시스템은 상기 미세 채널을 따라 유체가 유동하도록 유체를 펌핑(pumping)하는 수단을 구비한다.
- <20> 도 1은 미세 채널 상의 유체를 펌핑(pumping)하기 위한 종래의 펌프 유닛의 일 예로서, USP 10/946,818에 개시된 마이크로 펌프를 도시한 평면도이다.
- <21> 도 1을 참조하면, 종래의 펌프 유닛(10)은 기관(1)에 형성된 메인 채널(main channel, 11)과, 상기 메인 채널(11)의 일 측단(11a)에 형성된 추진제 챔버(13)와, 상기 추진제 챔버(13)와 인접하고 상기 메인 채널(11)과 연결된 유체 주입 채널(14)을 구비한다. 상기 추진제 챔버(13)에는 추진제(propellant, 15)가 채워진다. 상기 추

진제(15)는 AIBN(azobis-isobutyronitrile)과, 테프론(teflon®)이라는 상품명으로 잘 알려진 PTFE(poly tetra fluoro ethylene)의 혼합물로서, 상기 AIBN은 약 70 °C 이상으로 가열되면 질소 기체(N<sub>2</sub>)를 생성한다.

<22> 상기 펌프 유닛(10)은 상기 추진제(15)를 가열하기 위한 히터(20)를 더 구비한다. 상기 히터(20)는 전기 에너지에 의해 발열하며, 기관(1)에 형성되거나, 기관(1) 외부에 형성되어 기관(1)과 접촉되게 위치한다. 상기 유체 주입 채널(14)을 통하여 메인 채널(11)에 유체(F)를 주입하고, 상기 히터(20)에 전기 에너지를 공급하면 추진제(15)가 가열되어 질소 기체(N<sub>2</sub>)가 생성된다. 이렇게 생성된 질소 기체의 압력에 의해 유체(F)는 메인 채널(11)의 일 측단(11a)에서 타 측단(11b)을 향하여 유동하여 가상선으로 도시된 위치에서 실선으로 도시된 위치로 이동한다. 그런데, 상기 펌프 유닛(10)은 기관(1)에 형성되거나, 기관(1)과 접촉되게 위치하는 히터(20)를 구비하므로 기관(1)을 소형화, 집적화하기 어렵다는 문제점이 있다.

<23> 한편, CD(compact disk) 형상의 기관을 구비하고, 상기 CD 형상의 기관을 회전시킴으로써 원심력을 이용하여 유체를 상기 CD 형상 기관의 중심부에서 외주부를 향한 방향으로 펌핑할 수 있는 원심력 기반의 미세유동 시스템이 미세유체공학 분야에서 공지되어 있다. 이러한 미세유동 시스템은 CD 형상 기관의 집적화가 용이한 장점이 있으나, 유체를 기관의 회전 중심에서 외주부를 향한 방향으로만 펌핑할 수 있다는 단점이 있다. 도 1에 도시된 펌프 유닛(10)은 전기 에너지 공급에 의해 발열하는 히터(20)를 구비하여야 하므로, 상기 펌프 유닛(10)을 상기 원심력 기반의 미세유동 시스템에 적용하기 어렵다. 따라서, 유체를 상기 CD 형상 기관의 외주부에서 회전 중심을 향한 방향으로 펌핑할 수 없었다. 이로 인해, 비교적 복잡한 생화학 반응과 그 결과 검출을 포함하는 미세유체 처리 프로세스를 한 장의 CD 형상 기관에서 수행할 수 있는 원심력 기반의 미세유동 시스템을 설계하는 것이 쉽지 않다는 문제점도 있다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<24> 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 비접촉 방식으로 기체 발생체에 에너지를 공급하여 유체를 펌핑하는 가압력을 형성하는 펌프 및 이를 구비한 원심력 기반의 미세유동 시스템을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.

### 발명의 구성 및 작용

<25> 상기한 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명은, 정채된 유체에 인접한 일 측에 마련되고, 에너지를 흡수하여 발열하는 다수의 미세 발열입자 및, 상기 미세 발열입자와 함께 혼합되는 승화성(昇華性) 물질, 아지드(azide) 또는, 아조 화합물(azo compound)을 포함하는 기체 발생체; 및, 외부로부터 상기 기체 발생체에 비(非)접촉 방식으로 에너지를 공급하는 외부 에너지원;을 구비하고, 상기 외부 에너지원에 의해 상기 기체 발생체에 에너지가 공급되면 상기 다수의 미세 발열입자의 발열로 인해 상기 기체 발생체에서 기체가 발생하여 상기 기체 발생체 주변의 기압이 상승하고, 상기 상승된 기압에 의해 상기 유체가 유동 가능하게 가압되는 것을 특징으로 하는 펌프 유닛을 제공한다.

<26> 또한, 본 발명은, 유체의 유로를 형성하는 채널(channel)이 형성된 기관과, 상기 기관을 회전시키는 구동 수단과, 상기 기관 내부에 정채된 유체를 상기 채널을 따라 상기 기관의 회전 중심을 향한 방향으로 유동시키기 위한 펌프 유닛을 구비한 원심력 기반의 미세유동 시스템에 있어서, 상기 펌프 유닛은, 상기 기관 내부에서 정채된 유체에 인접한 일 측에 마련되고, 에너지를 흡수하여 발열하는 다수의 미세 발열입자 및, 상기 미세 발열입자와 함께 혼합되는 승화성(昇華性) 물질, 아지드(azide) 또는, 아조 화합물(azo compound)을 포함하는 기체 발생체; 및, 외부로부터 상기 기체 발생체에 비(非)접촉 방식으로 에너지를 공급하는 외부 에너지원;을 구비하고, 상기 외부 에너지원에 의해 상기 기체 발생체에 에너지가 공급되면 상기 다수의 미세 발열입자의 발열로 인해 상기 기체 발생체에서 기체가 발생하여 상기 기체 발생체 주변의 기압이 상승하고, 상기 상승된 기압에 의해 상기 유체가 유동 가능하게 가압되는 것을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템을 제공한다.

<27> 바람직하게는, 상기 승화성 물질은 나프탈렌(naphthalene), 드라이 아이스, 요오드, 장뇌(樟腦) 및, 파라디클로로벤젠(paradichlorobenzene)으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나일 수 있다.

<28> 바람직하게는, 상기 아지드는 무기아지드(inorganic azide), 아지드화나트륨(Na<sub>3</sub>N<sub>3</sub>), 알킬아지드(Alkyl azide) 및, 아릴아지드(aryl azide)로 이루어진 그룹에서 선택된 하나일 수 있다.

<29> 바람직하게는, 상기 무기아지드는 아지드화나트륨(Na<sub>3</sub>N<sub>3</sub>)일 수 있다.

- <30> 바람직하게는, 상기 아조 화합물은 AIBN(Azobisisobutyronitrile), ADVN(2,2'-Azobis-(4-methoxy-2,4-dimethylvaleronitrile)), AMBN(2,2'-Azobis-(2-methylbutyronitrile)), ACHN(1,1'-Azobis-(4-cyclohexanecarbonitrile)), ACCN(1,1'-Azobis-(cyclohexanecarbonitrile)), ABAH(2,2'-Azobis-(2-methylbutyronitrile)) 또는, ACVA(1,1'-Azobis-(cyclohexanecarbonitrile))로 구성되는 그룹에서 선택되는 하나일 수 있다.
- <31> 바람직하게는, 상기 외부 에너지원은 상기 기체 발생제에 전자기파를 조사할 수 있다.
- <32> 바람직하게는, 상기 전자기파는 레이저빔이고, 상기 외부 에너지원은 레이저빔을 조사하는 레이저 광원을 포함할 수 있다.
- <33> 바람직하게는, 상기 레이저 광원에서 조사되는 레이저빔은 적어도 10 mW의 출력을 갖는 연속파동 레이저빔일 수 있다.
- <34> 바람직하게는, 상기 외부 에너지원은 상기 기체 발생제의 일측에서 타측으로 전자기파를 주사(走査)할 수 있게 구성될 수 있다.
- <35> 바람직하게는, 상기 펌프 유닛은, 상기 유체가 상기 기체 발생제 측으로 유동되지 않도록 상기 기체 발생제와 유체 사이의 유로를 폐쇄하며, 상기 외부 에너지원에 의해 상기 기체 발생제에 에너지가 공급될 때에 상기 기체 발생제와 유체 사이의 유로를 개방하는 밸브(valve)를 더 구비할 수 있다.
- <36> 바람직하게는, 상기 밸브는, 상기 기체 발생제와 유체 사이의 유로에 채워지며, 상온에서 고체 상태인 상전이 물질(phase transition material)을 포함하는 밸브 충전물을 구비하고, 외부로부터 상기 밸브 충전물에 비접촉 방식으로 에너지가 공급되면 상기 밸브 충전물이 용융되어 상기 기체 발생제와 유체 사이의 유로가 개방되도록 구성될 수 있다.
- <37> 바람직하게는, 상기 상전이 물질은 왁스, 겔, 및 열가소성 수지로 이루어진 군(群) 중에서 선택된 하나일 수 있다.
- <38> 바람직하게는, 상기 밸브 충전물은 상기 상전이 물질에 분산되며, 외부로부터 비접촉 방식으로 공급되는 에너지를 흡수하여 발열하는 다수의 미세 발열입자를 더 포함할 수 있다.
- <39> 바람직하게는, 상기 미세 발열입자는 강자성(強磁性) 물질일 수 있다.
- <40> 바람직하게는, 상기 미세 발열입자는 미세 금속 산화물일 수 있다.
- <41> 바람직하게는, 상기 금속 산화물은  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $Ta_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Fe_3O_4$  또는,  $HfO_2$ 를 포함할 수 있다.
- <42> 바람직하게는, 상기 밸브는, 상기 기체 발생제와 유체 사이의 유로에 상기 용융된 밸브 충전물을 수용할 수 있는 드레인(drain)을 더 구비할 수 있다.
- <43> 바람직하게는, 상기 유체는 상기 채널과 연결되게 상기 기관 내부에 형성된 유체 챔버(chamber)에 채워질 수 있다.
- <44> 바람직하게는, 상기 유체는 상기 채널의 일 부분에 채워질 수 있다.
- <45> 또한, 본 발명은, 정체된 유체에 인접한 일 측에 마련되고, 에너지를 흡수하여 발열하는 다수의 미세 발열입자를 포함하는 발열제; 및, 외부로부터 상기 발열제에 비(非)접촉 방식으로 에너지를 공급하는 외부 에너지원;을 구비하고, 상기 외부 에너지원에 의해 상기 발열제에 에너지가 공급되면 상기 다수의 미세 발열입자의 발열로 인해 상기 미세 발열입자 주위의 공기가 가열되어 기압이 상승하고, 상기 상승된 기압에 의해 상기 유체가 유동 가능하게 가압되는 것을 특징으로 하는 펌프 유닛을 제공한다.
- <46> 또한, 본 발명은, 유체의 유로를 형성하는 채널(channel)이 형성된 기관과, 상기 기관을 회전시키는 구동 수단과, 상기 기관 내부에 정체된 유체를 상기 채널을 따라 상기 기관의 회전 중심을 향한 방향으로 유동시키기 위한 펌프 유닛을 구비한 원심력 기반의 미세유동 시스템에 있어서, 상기 펌프 유닛은, 상기 기관 내부에서 정체된 유체에 인접한 일 측에 마련되고, 에너지를 흡수하여 발열하는 다수의 미세 발열입자를 포함하는 발열제; 및, 외부로부터 상기 발열제에 비(非)접촉 방식으로 에너지를 공급하는 외부 에너지원;을 구비하고, 상기 외부 에너지원에 의해 상기 발열제에 에너지가 공급되면 상기 다수의 미세 발열입자의 발열로 인해 상기 미세 발열입자 주위의 공기가 가열되어 기압이 상승하고, 상기 상승된 기압에 의해 상기 유체가 유동 가능하게 가압되는 것

을 특징으로 하는 원심력 기반의 미세유동 시스템을 제공한다.

- <47> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 펌프 유닛과, 이를 구비한 원심력 기반의 미세유동 시스템을 상세하게 설명한다.
- <48> 도 2는 본 발명의 펌프 유닛을 설명하기 위한 도면이다.
- <49> 도 2를 참조하면, 본 발명의 펌프 유닛(30)은 정체된 유체(F)에 인접한 일 측에 마련된 기체 발생체(32)와, 상기 외부로부터 상기 기체 발생체(32)에 에너지를 공급하는 외부 에너지원(35)을 구비한다. 상기 기체 발생체(32)와 유체(F)는 랩온어칩과 같은 유체 처리용 기관(40) 내부에 마련될 수 있다. 상기 외부 에너지원(35)은 기관(40) 및 기체 발생체(32)에 접촉하지 않은 비접촉 방식으로 상기 기체 발생체(32)에 에너지를 공급한다. 상기 외부 에너지원(35)은 기체 발생체(32)에 전자기파를 조사하여 에너지를 공급하는 것일 수 있다. 구체적으로, 상기 외부 에너지원(35)은 레이저빔(L)을 조사하는 예컨대, 레이저 다이오드(LD)와 같은 레이저 광원을 포함할 수 있다. 상기 외부 에너지원(35)에서 조사된 레이저빔(L)이 상기 기체 발생체(32)에 입사될 때 에너지 손실이 최소화될 수 있게 상기 기관(40)은 투명하다.
- <50> 상기 기체 발생체(32)는 에너지를 흡수하여 발열하는 다수의 미세 발열입자와 승화성(昇華性) 물질 가루의 혼합물일 수 있다. 승화성 물질은 대기압 조건에서 온도가 상승함에 따라 액체 상태를 거치지 않고 고체 상태에서 바로 기체 상태로 상변화하는 물질을 지칭한다. 구체적으로, 상기 승화성 물질은 나프탈렌(naphthalene), 드라이 아이스, 요오드, 장뇌(樟腦) 또는, 파라디클로로벤젠(paradichlorobenzene)으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나일 수 있다.
- <51> 상기 미세 발열입자는 수십 내지 수백 나노미터(nm)의 입경(粒徑)을 갖는다. 상기 미세 발열입자는 예컨대, 레이저빔 조사 등과 같은 방법으로 에너지가 공급되면 그 에너지에 의해 온도가 급격히 상승하여 발열하는 성질을 갖는다. 상기 미세 발열입자는 강자성(強磁性)의 미세한 금속 산화물 입자일 수 있다. 구체적으로, 상기 금속 산화물에는  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $Ta_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Fe_3O_4$  또는,  $HfO_2$  이 포함될 수 있다.
- <52> 상기 승화성 물질은 온도가 높을수록 증기압이 높아지는 성질을 갖는다. 외부 에너지원(35)에 의해 상기 기체 발생체(32)에 레이저빔(L)이 조사되면 기체 발생체(32)에 포함된 미세 발열입자가 레이저빔(L)의 에너지를 흡수하여 급격하게 발열하고, 이 발열로 인해 승화성 물질이 기화되면서 기체 발생체(32)와 가상선으로 도시된 정체된 유체(F) 사이의 기압이 상승한다. 이 상승된 기압에 의해 가압되어 상기 유체(F)는 실선으로 도시된 바와 같이 기체 발생체(32)에서 멀어지는 방향으로 유동한다. 적어도 10 mW 출력을 갖는 연속파동 레이저빔(L)이면 기체 발생체(32)를 발열시킬 수 있고, 1.5 W 내지 2.0 W 정도의 출력을 갖는 연속파동 레이저빔(L)이라면 빠른 유체 펌핑(pumping)을 기대할 수 있다.
- <53> 상기 펌프 유닛(30)의 기체 발생체는 다수의 미세 발열입자와 아지드(azide) 또는 아조 화합물(azo compound) 가루의 혼합물일 수도 있다. 상기 아지드 또는 아조 화합물은 가열되면 분해되어 질소( $N_2$ ) 기체가 발생된다. 외부 에너지원(35)에 의해 상기 기체 발생체에 레이저빔(L)이 조사되면 기체 발생체에 포함된 미세 발열입자가 레이저빔(L)의 에너지를 흡수하여 급격하게 발열하고, 이 발열로 인해 아지드 또는 아조 화합물이 가열되어 질소( $N_2$ ) 기체가 발생되어 기체 발생체와 가상선으로 도시된 정체된 유체(F) 사이의 기압이 상승한다. 이 상승된 기압에 의해 가압되어 상기 유체(F)는 실선으로 도시된 바와 같이 기체 발생체에서 멀어지는 방향으로 유동한다.
- <54> 상기 아지드는 무기아지드(inorganic azide), 아지드화나트륨( $NaN_3$ ), 알킬아지드(Alkyl azide) 및, 아릴아지드(aryl azide)로 이루어진 그룹에서 선택된 하나일 수 있으며, 상기 무기 아지드는 예컨대, 아지드화나트륨( $NaN_3$ )일 수 있다. 또한, 상기 아조 화합물은 AIBN(Azobisisobutyronitrile), ADVN(2,2'-Azobis-(4-methoxy-2,4-dimethylvaleronitrile)), AMBN(2,2'-Azobis-(2-methylbutyronitrile)), ACHN(1,1'-Azobis-(4-cyclohexanecarbonitrile)), ACCN(1,1'-Azobis-(cyclohexanecarbonitrile)), ABAH(2,2'-Azobis-(2-methylbutyronitrile)) 및, ACVA(1,1'-Azobis-(cyclohexanecarbonitrile))로 구성되는 그룹에서 선택되는 하나일 수 있다.
- <55> 한편, 상기 펌프 유닛(30)은 승화성 물질, 아지드, 또는 아조 화합물은 포함하지 않고 미세 발열입자만을 포함하여 이루어진 발열체(33)를 포함할 수도 있다. 상기 발열체(33)에 레이저빔(L)이 조사되면 미세 발열입자가 급격하게 발열하여 발열체(33)와 가상선으로 도시된 정체된 유체(F) 사이의 공기의 온도가 상승하고 이로 인해 기압이 상승한다. 이 상승된 기압에 의해 유체(F)는 발열체(33)에서 멀어지는 방향으로 유동한다. 그러나, 미세 발열입자만을 포함하여 이루어진 상기 발열체(33)는 상기 기체 발생체(32)에 비해 유체(F)를 펌핑(pumping)하는



성능은 떨어진다.

- <56> 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 펌프 유닛을 구비한 원심력 기반의 미세유동 시스템을 도시한 사시도이고, 도 4는 도 3의 IV-IV를 따라 절개하여 도시한 단면도이다.
- <57> 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 원심력 기반의 미세유동 시스템(100)은 CD(compact disk) 형상 기관(102)과 상기 기관(102)을 회전시키기 위한 스핀들 모터(145)와 상기 기관(102)을 향해 레이저빔(L)을 조사하는 외부 에너지원(140)을 구비한다. 상기 기관(102)은 서로 본딩(bonding)된 상부 플레이트(103)와 하부 플레이트(104)를 구비한다. 상기 상부 플레이트(103)와 하부 플레이트(104)는 양면 접착 테이프(미도시)에 의해 본딩될 수도 있고, 초음파 용착 등 다른 방법에 의해 본딩될 수도 있다. 레이저빔(L)의 에너지 손실을 줄이기 위하여 적어도 상기 상부 플레이트(103)는 투명하다.
- <58> 상기 기관(102)에는 유체(F)의 유로를 형성하는 메인 채널(main channel, 105)과, 상기 메인 채널(105)의 양단에 연결된 제1 유체 챔버(107) 및 제2 유체 챔버(112)와, 상기 제1 유체 챔버(107)에 인접한 수용 챔버(115)와, 상기 제1 유체 챔버(107)와 수용 챔버(115)를 연결하는 펌프 채널(117)이 형성되어 있다. 유체(F)가 수용되는 상기 제1 유체 챔버(107)는 제2 유체 챔버(112)에 비해 상대적으로 기관(102)의 중심, 즉 스핀들 모터(145)에서 더 이격되어 위치한다. 참조번호 '108'은 제1 유체 챔버(107)로 유체(F)를 주입하기 위한 유체 주입공(108)이고, 참조번호 '109'는 제1 유체 챔버(107)의 통기공(vent hole)이며, 참조번호 '113'은 제2 유체 챔버(112)의 통기공이다.
- <59> 상기 수용 챔버(115)에는 기체 발생제(120) 또는 발열제(121)가 채워진다. 도 2를 참조하여 설명한 바와 같이 기체 발생제(120)는 미세 발열입자와 승화성 물질 가루를 포함하는 것이거나, 미세 발열입자와, 아지드 또는 아조 화합물을 포함하는 혼합물일 수 있다. 또한, 상기 발열제(121)는 승화성 물질, 아지드, 및 아조 화합물을 포함하지 않고 미세 발열입자만을 포함하는 것이다. 참조번호 '116'은 수용 챔버(115)로 기체 발생제(120) 또는 발열제(121)를 주입하기 위한 주입공이다.
- <60> 상기 미세유동 시스템(100)은 수용 챔버(115)와 제1 유체 챔버(107) 사이의 펌프 채널(117)을 통해 제1 유체 챔버(107)에 수용된 유체(F)가 기체 발생제(120) 또는 발열제(121) 측으로 유동되지 않도록 상기 펌프 채널(117)을 폐쇄하는 밸브(valve, 125)를 더 구비한다. 상기 밸브(125)는 상기 펌프 채널(117)에 채워지는 밸브 충전물(130)을 포함한다. 상기 밸브 충전물(130)은 상전이 물질(phase transition material)과, 상기 상전이 물질에 분산되며, 외부로부터 공급되는 에너지를 흡수하여 발열하는 다수의 미세 발열입자를 포함한다.
- <61> 상기 상전이 물질은 왁스(wax), 겔(gel), 또는 열가소성 수지일 수 있다. 왁스로는 예컨대, 파라핀 왁스(paraffin wax)가 채용될 수 있고, 겔로는 예컨대, 폴리아크릴아미드(polyacrylamide), 폴리아크릴레이트(polyacrylates), 폴리메타크릴레이트(polymethacrylates), 또는 폴리비닐아미드(polyvinylamides) 등이 채용될 수 있으며, 열가소성 수지로는 예컨대, COC(cyclic olefin copolymer), PMMA(polymethylmethacrylate), PC(polycarbonate), PS(polystyrene), POM(polyoxymethylene), PFA(perfluoroalkoxy), PVC(polyvinylchloride), PP(polypropylene), PET(polyethylene terephthalate), PEEK(polyetheretherketone), PA(polyamide), PSU(polysulfone), 또는 PVDF(polyvinylidene fluoride) 등이 채용될 수 있다.
- <62> 상기 미세 발열입자는 기체 발생제(120)에 포함되는 미세 발열입자와 동종의 것으로 중복된 설명은 생략한다. 다만, 밸브 충전물(130)을 제조하는데 사용되는 미세 발열입자는 소수성(疏水性) 캐리어 오일에 분산되어 있을 수 있다. 상기 미세 발열입자가 분산된 소수성 캐리어 오일과, 용융된 상전이 물질을 혼합하여 밸브 충전물(130)을 제조할 수 있다.
- <63> 상기 하부 플레이트(104)에는 용융된 밸브 충전물(130)을 수용할 수 있는 드레인(128)이 형성되고, 상기 상부 플레이트(103)에는 용융된 밸브 충전물(130)을 펌프 채널(117) 상에 주입할 수 있도록 밸브 충전물 주입공(126)이 형성되어 있다. 상기 주입공(126)은 드레인(128)과 겹쳐지지 않게 위치한다. 상기 주입공(126)을 통하여 펌프 채널(117)에 용융된 상태의 밸브 충전물(130)을 주입하면, 일부는 펌프 채널(117)을 따라 드레인(128)으로 흘러가 수용되고, 일부는 상기 주입공(126)과 드레인(128) 사이의 펌프 채널(117) 상에 남겨진다. 이렇게 펌프 채널(117) 상에 남겨진 밸브 충전물(130)은 상온에서 응고되어 펌프 채널(117)을 폐쇄한다. 상기 주입공(126)으로 밸브 충전물(130)을 주입한 후에는 테이프(132) 등으로 상기 주입공(126)을 폐쇄하여 통기(通氣)를 차단한다.
- <64> 상기 CD 형상 기관(102)을 스핀들 모터(145)에 장착하고 상기 스핀들 모터(145)를 구동하여 상기 기관(102)을

고속 회전시키면 상기 기관(102) 내부에 주입된 유체는 원심력에 의해 기관(102)의 회전 중심에서 외주부를 향한 방향으로 펌핑(pumping)된다. 따라서, 상기 메인 채널(105) 상에 유체가 존재한다면 그 유체는 상기 기관(102)의 외주부를 향해 유동할 것이다.

<65> 한편, 상기 기관(102)이 회전하지 않는 상태에서 상기 제1 유체 챔버(107)와 수용 챔버(115)에 유체(F)와 기체 발생제(120) 또는 발열제(121)를 각각 주입하고, 유체 주입공(108), 통기공(109) 및, 주입공(116)을 테이프(미도시) 등으로 폐쇄한 다음, 외부 에너지원(140)을 이용하여 기체 발생제(120) 또는 발열제(121)와 펌프 채널(117) 상의 밸브 충전물(130)에 레이저빔(L)을 조사하면, 펌프 채널(117) 상의 밸브 충전물(130)이 용융되어 드레인(128)으로 흘러들어 상기 펌프 채널(117)이 개방되고, 기체 발생제(120) 또는 발열제(121)에 포함된 미세 발열입자가 급격하게 발열하여 펌프 채널(117)의 기압이 상승한다. 제1 유체 챔버(107)에 정채된 유체(F)는 이렇게 상승된 기압에 의해 기체 발생제(120) 또는 발열제(121)에서 멀어지는 방향으로 가압되어, 메인 채널(105)을 따라 기관(102)의 회전 중심을 향한 방향으로 유동한다.

<66> 발명자는 기체 발생제(120)를 구비한 펌프 유닛과, 발열제(121)를 구비한 펌프 유닛의 유체 펌핑(pumping) 성능을 비교하기 위한 시험을 수행하였으며, 그 결과를 활상한 사진이 도 5a 내지 도 5c에 도시되어 있다. 각 시험에서 외부 에너지원(140)은 기체 발생제(120) 또는 발열제(121), 및 밸브 충전물(130)에 1.5 W 출력의 연속파동 레이저빔(L)을 15초 동안 조사하였다.

<67> 도 5a는 미세 발열유체의 일종인 산화철 가루와, 승화성 물질의 일종인 나프탈렌 가루의 혼합물로 이루어진 기체 발생제(P1)를 적용한 경우로서, 제1 유체 챔버(107)에 수용되었던 유체(F)가 메인 채널(105)을 따라 펌핑되어 거의 제2 유체 챔버(112)에 이르고 있음을 보여준다. 이 결과를 통해 미세 발열유체와 승화성 물질로 이루어진 기체 발생제(P1)는 뛰어난 유체 펌핑 성능을 가지고 있음을 확인할 수 있다.

<68> 도 5b는 산화철 가루만으로 이루어진 발열제(P2)를 적용한 경우로서, 제1 유체 챔버(107)에 수용되었던 유체(F)가 메인 채널(105)의 중간부 정도까지 이르고 있음을 보여준다. 이 결과를 통해 발열제(P2)는 기체 발생제(P1, 도 5a 참조)보다는 떨어지지만 상당한 유체 펌핑 성능을 가지고 있음을 확인할 수 있다.

<69> 도 5c는 나프탈렌 가루만으로 이루어진 기체 발생제(P3)를 적용한 경우로서, 제1 유체 챔버(107)에 수용되었던 유체(F)의 이동 정도가 크지 않음을 보여준다. 이는 레이저빔(L)과 같이 비접촉 방식으로 공급된 에너지에 의해서는 나프탈렌과 같은 승화성 물질의 온도를 기화가 활발할 정도로 충분히 상승시키기 어렵다는 것을 보여준다. 따라서, 미세 발열입자 없이 승화성 물질만으로 이루어진 기체 발생제(P3)는 본 발명의 펌프 유닛(30, 도 2 참조)이나 미세유동 시스템(100, 도 3 참조)에 적용되지 않는다.

<70> 도 6 및 도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 펌프 유닛을 도시한 평면도이다.

<71> 도 6을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 펌프 유닛(150)은 유체의 유로를 형성하는 메인 채널(152)과, 상기 메인 채널(152)의 일 측에 연결되는 유체 유입 채널(153)과, 펌프 채널(163)에 의해 상기 메인 채널(152)의 일 측에 연결되는 기체 발생제(160)와, 상기 메인 채널(152)의 타 측에 연결되는 유체 챔버(155)를 구비한다. 또한, 상기 기체 발생제(160)에 레이저빔(L2)을 조사하기 위한 외부 에너지원(35, 도 2 참조)과, 상기 펌프 채널(163)을 폐쇄하고 적시에 개방하기 위한 밸브를 구비한다.

<72> 상기 기체 발생제(160)는 미세 발열입자와, 승화성 물질, 아지드(azid) 또는 아조 화합물(azo compound) 가루의 혼합물로서, 도 2를 참조하여 설명한 펌프 유닛(30)의 기체 발생제(32)와 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다. 한편, 기체 발생제(160)를 대신하여 미세 발열입자만으로 이루어진 발열제(161)가 구비될 수도 있다. 상기 발열제(161)는 도 2를 참조하여 설명한 펌프 유닛(30)의 발열제(33)와 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.

<73> 상기 밸브는 상기 펌프 채널(163)에 채워지는 밸브 충전물(166)을 포함한다. 상기 밸브 충전물(166) 및 이를 포함하는 밸브는 도 3을 참조하여 설명한 미세유동 시스템(100)의 밸브 충전물(130) 및 밸브(125)와 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다. 상기 밸브 충전물(166)에 조사(照査)되는 레이저빔(L1)은 기체 발생제(160)에 레이저빔(L2)을 조사하기 위한 외부 에너지원(35, 도 2 참조)에 의해 조사될 수도 있고, 이와 별개의 외부 에너지원에 의해 조사될 수도 있다.

<74> 상기 유체 유입 채널(153)을 통해 메인 채널(152)에 유체(F)를 주입하고 상기 밸브 충전물(166)에 레이저빔(L1)을 조사하여 펌프 채널(163)을 개방한 후, 상기 기체 발생제(160)에 레이저빔(L2)을 조사하면, 기체 발생제(160)에 포함된 미세 발열입자가 급격하게 발열하여 승화성 물질이 활발히 기화(氣化)하고, 이로 인해 펌프 채널(163)의 기압이 상승한다. 메인 채널(152)의 일 측에 정채된 유체(F)는 이렇게 상승된 기압에 의해 기체 발생

제(160)에서 멀어지는 방향으로 가압되어, 메인 채널(152)을 따라 유체 챔버(155)를 향한 방향으로 유동한다.

- <75> 한편, 기체 발생제(160)의 양이 많을수록 펌프 유닛(150)의 유체 펌핑 성능은 더 향상될 것이다. 그러나, 넓은 범위에 걸쳐 분포된 기체 발생제(160)에 일시에 레이저빔을 조사하기 위해서는 다수 개의 레이저 다이오드(LD)를 구비한 외부 에너지원이 필요하고, 소모되는 전력량도 커져 비용이 증대된다. 따라서, 작은 범위에 레이저빔(L2)을 조사할 수 있는 외부 에너지원(35, 도 2 참조)을 이용하되, 상기 외부 에너지원(35)을 수평 이동시켜 넓은 범위에 분포된 기체 발생제(160)의 일 측에서 타 측으로 화살표를 따라 레이저빔(L2)을 주사(走査)하면 비용 상승을 억제하면서도 유체 펌핑 성능을 향상시킬 수 있다.
- <76> 도 7을 참조하면, 본 발명의 다른 바람직한 실시예에 따른 펌프 유닛(170)은 유체의 유로를 형성하는 메인 채널(172)과, 상기 메인 채널(172)의 일 측에 연결된 제1 유체 챔버(173)와, 상기 메인 채널(172)의 타 측에 연결되는 제2 유체 챔버(175)를 구비한다. 또한, 펌프 채널(182, 183, 184)에 의해 상기 제1 유체 챔버(173)의 일 측에 연결되는 기체 발생제(180)와, 상기 기체 발생제(180)에 레이저빔(L2)을 조사하기 위한 외부 에너지원(35, 도 2 참조)과, 상기 펌프 채널(182, 183, 184)을 폐쇄하고 적시에 개방하기 위한 밸브를 구비한다.
- <77> 상기 제1 유체 챔버(173)는 수용된 유체(F)가 메인 채널(172)로 수렴되어 투입될 수 있게 삼각형 형태로서, 펌프 채널(182, 183, 184)에 연결되는 제1 유체 챔버(173)의 측면이 메인 채널(172)에 연결되는 제1 유체 챔버(173)의 측면보다 확장되어 있다. 이렇게 확장된 면의 일부분에 유체(F)를 펌핑하는 힘이 편중되지 않도록 펌프 채널(182, 183, 184)이 3개 구비되며, 이에 대응하여 밸브도 3개 구비된다. 상기 3개의 밸브는 3개의 펌프 채널(182, 183, 184)에 각각 채워지는 밸브 충전물(187, 188, 189)를 구비한다. 상기 밸브 충전물(187, 188, 189) 및 이를 포함하는 밸브는 도 3을 참조하여 설명한 미세유동 시스템(100)의 밸브 충전물(130) 및 밸브(125)와 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.
- <78> 상기 기체 발생제(180)는 미세 발열입자와, 승화성 물질, 아지드(azid) 또는 아조 화합물(azo compound) 가루의 혼합물로서, 도 2를 참조하여 설명한 펌프 유닛(30)의 기체 발생제(32)와 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다. 한편, 기체 발생제(180)를 대신하여 미세 발열입자만으로 이루어진 발열제(181)가 구비될 수도 있다. 상기 발열제(161)는 도 2를 참조하여 설명한 펌프 유닛(30)의 발열제(33)와 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.
- <79> 상기 밸브 충전물(187, 188, 189)에 조사(照査)되는 레이저빔(L1)은 기체 발생제(180)에 레이저빔(L2)을 조사하기 위한 외부 에너지원(35, 도 2 참조)에 의해 조사될 수도 있고, 이와 별개의 외부 에너지원에 의해 조사될 수도 있다.
- <80> 상기 제1 유체 챔버(173)에 유체(F)를 주입하고 상기 밸브 충전물(187, 188, 189)에 레이저빔(L1)을 조사하여 3개의 펌프 채널(182, 183, 184)을 개방한 후, 상기 기체 발생제(180)에 레이저빔(L2)을 조사하면, 기체 발생제(180)에 포함된 미세 발열입자가 급격하게 발열하여 승화성 물질이 활발히 기화(氣化)하고, 이로 인해 펌프 채널(182, 183, 184)의 기압이 상승한다. 제1 유체 챔버(173)에 수용된 유체(F)는 이렇게 상승된 기압에 의해 기체 발생제(180)에서 멀어지는 방향으로 가압되어, 메인 채널(172)을 따라 제2 유체 챔버(175)를 향한 방향으로 유동한다. 도 6에 도시된 펌프 유닛(150)과 마찬가지로 도 7의 펌프 유닛(170)도 넓은 범위에 분포된 기체 발생제(180)의 일 측에서 타 측으로 화살표를 따라 레이저빔(L2)을 주사(走査)할 수 있는 외부 에너지원을 구비할 수 있다.
- <81> 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 보호범위는 첨부된 특허청구범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

### 발명의 효과

- <82> 본 발명의 펌프 유닛은 히터를 구비하지 않으므로 미세유체공학용 유체 처리 소자를 소형화, 집적화하기 용이하다. 또한, CD 형상 기관을 구비한 원심력 기반의 미세유동 시스템에도 쉽게 적용 가능하다.
- <83> 상기 펌프 유닛을 구비한 원심력 기반의 미세유동 시스템은 CD 형상 기관의 외주부에서 회전 중심을 향한 방향으로 유체를 펌핑할 수 있어, 비교적 복잡한 생화학 반응과 그 결과 검출을 포함하는 미세유체 처리 프로세스를 한 장의 CD 형상 기관에서 수행할 수 있는 원심력 기반의 미세유동 시스템을 용이하게 설계할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명



- <1> 도 1은 종래의 펌프 유닛의 일 예를 도시한 평면도이다.

<2> 도 2는 본 발명의 펌프 유닛을 설명하기 위한 도면이다.

<3> 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 펌프 유닛을 구비한 원심력 기반의 미세유동 시스템을 도시한 사시도이다.

<4> 도 4는 도 3의 IV-IV를 따라 절개하여 도시한 단면도이다.

<5> 도 5a는 산화철 가루와 나프탈렌 가루의 혼합물인 기체 발생제를 구비한 펌프 유닛의 펌핑 성능 시험 결과를 촬영한 사진이다.

<6> 도 5b는 산화철 가루만으로 이루어진 발열제를 구비한 펌프 유닛의 펌핑 성능 시험 결과를 촬영한 사진이다.

<7> 도 5c는 나프탈렌 가루만으로 이루어진 기체 발생제를 구비한 펌프 유닛의 펌핑 성능 시험 결과를 촬영한 사진이다.

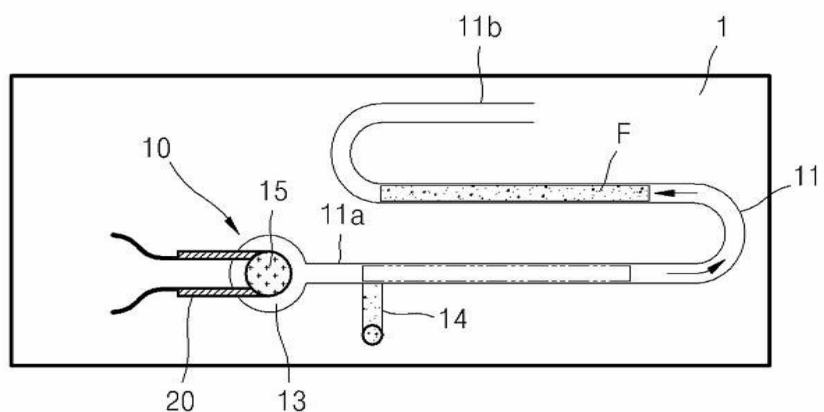
<8> 도 6 및 도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 펌프 유닛을 도시한 평면도이다.

<9> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

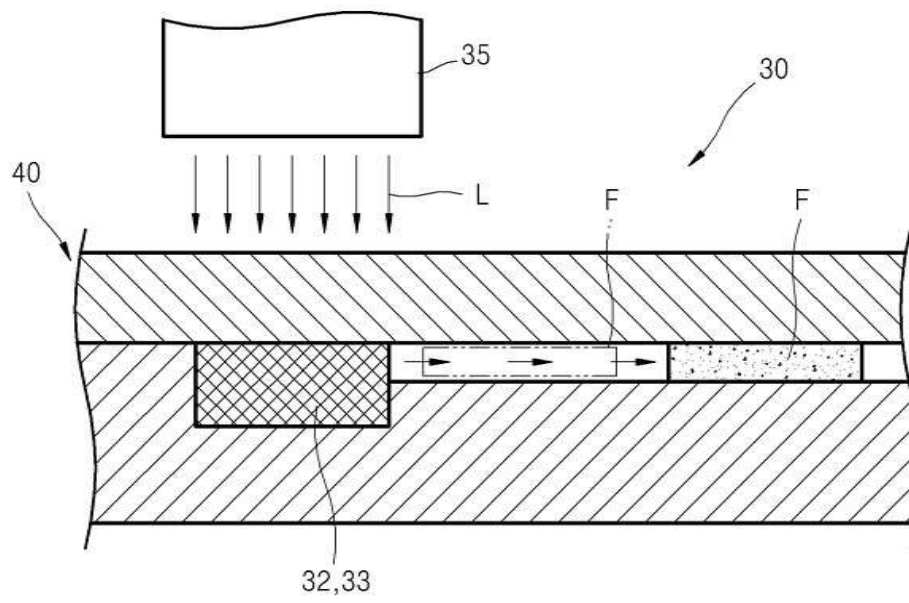
<p>&lt;10&gt; 30 ...펌프 유닛</p> <p>&lt;11&gt; 35 ...외부 에너지원</p> <p>&lt;12&gt; 100 ...미세유동 시스템</p> <p>&lt;13&gt; 105 ...메인 채널(main channel)</p> <p>&lt;14&gt; 115 ...기체 발생제 챔버</p> <p>&lt;15&gt; 120 ...기체 발생제</p> <p>&lt;16&gt; 128 ...드레인(drain)</p> <p>&lt;17&gt; 140 ...외부 에너지원</p>	<p>32 ...기체 발생제</p> <p>40 ...기관</p> <p>102 ...기관</p> <p>107, 112 ...제1, 제2 유체 챔버</p> <p>117 ...펌프 채널(pump channel)</p> <p>125 ...밸브</p> <p>130 ...밸브 충전물</p> <p>145 ...스핀들 모터</p>
--	---

도면

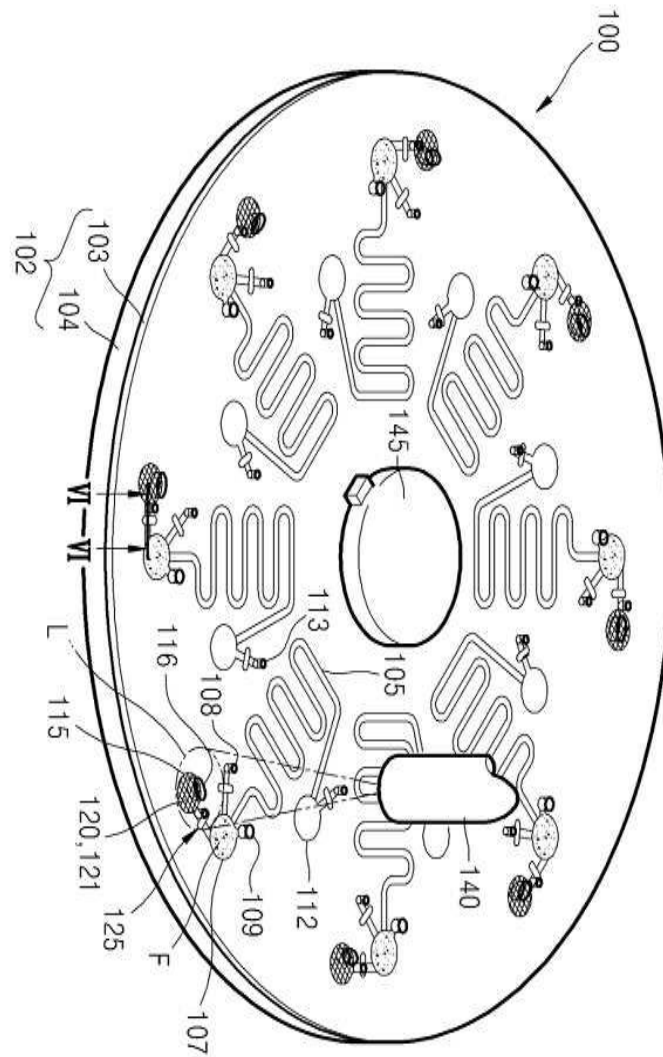
도면1



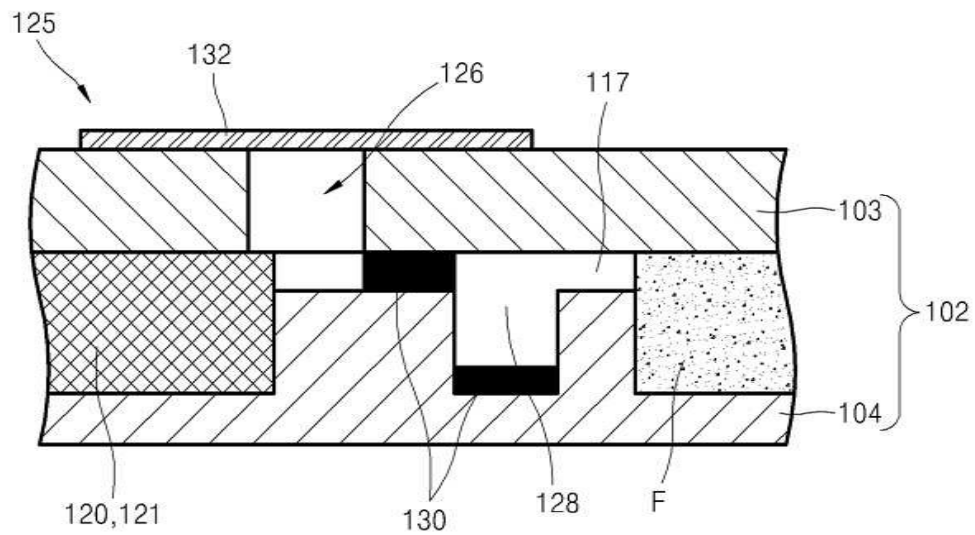
도면2



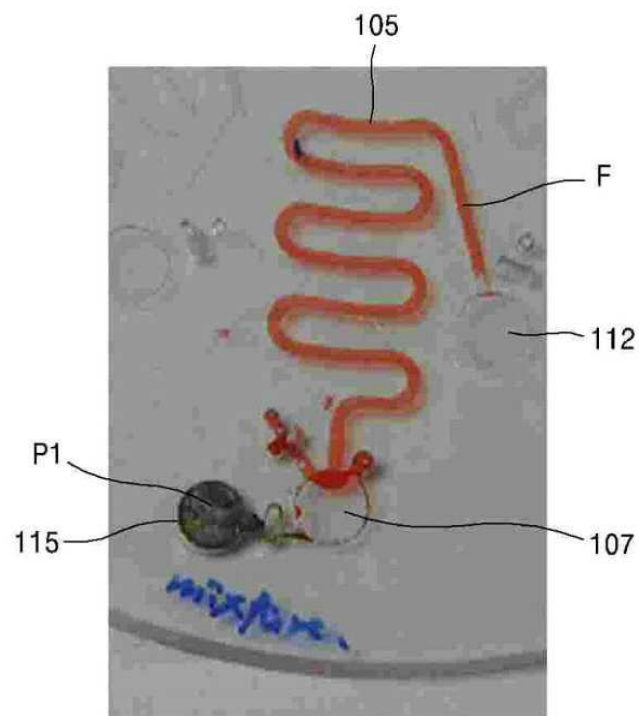
도면3



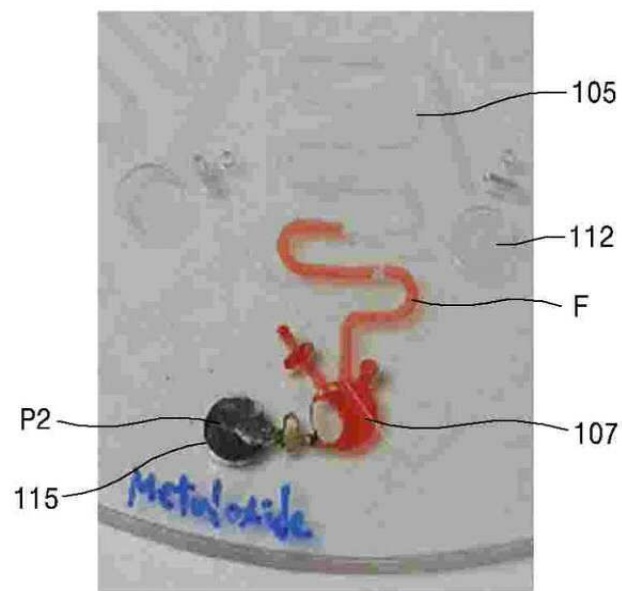
도면4



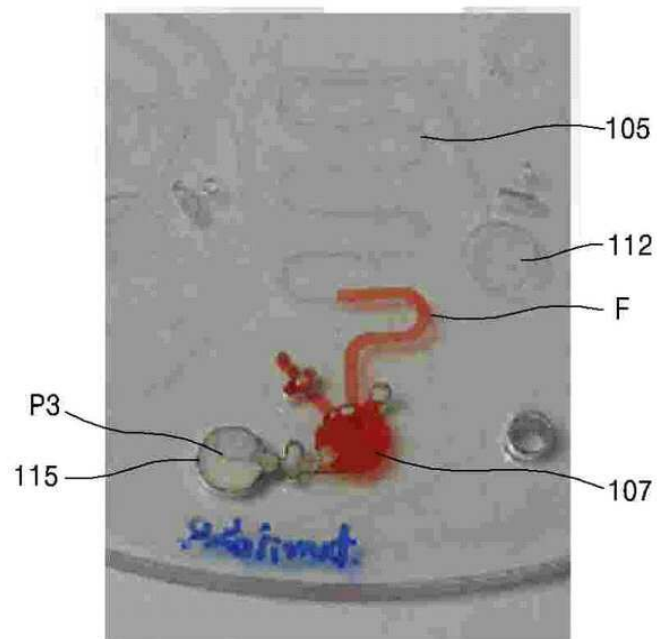
도면5a



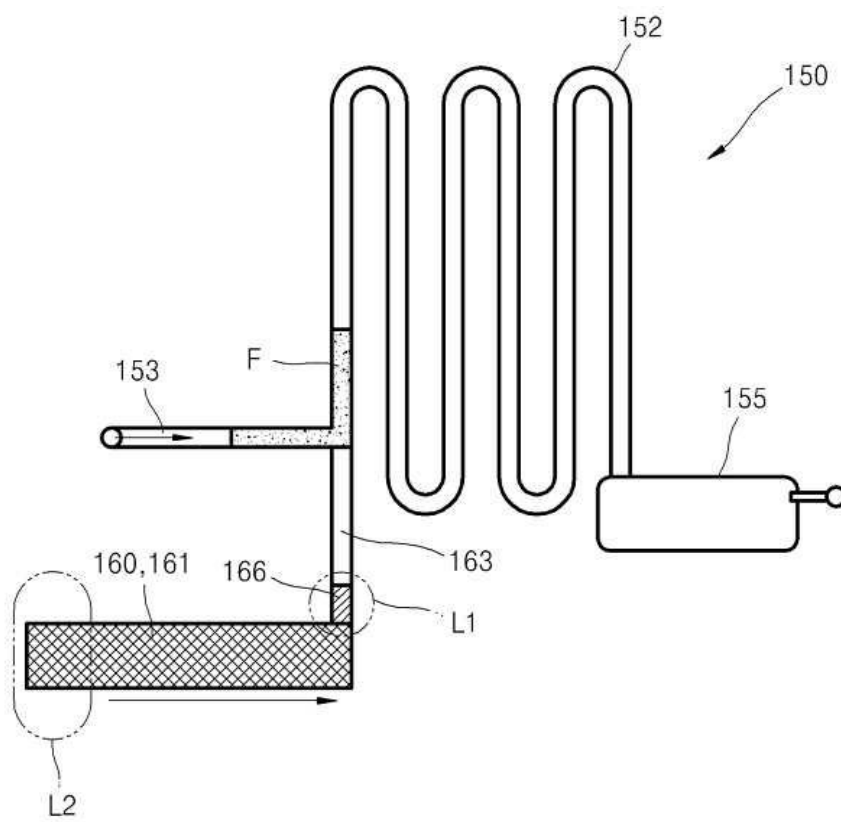
도면5b



도면5c



도면6



도면7

