



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0083784
(43) 공개일자 2021년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01L 3/00 (2006.01) B01L 7/00 (2006.01)
B01L 9/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
B01L 3/502761 (2013.01)
B01L 3/502738 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0176420
(22) 출원일자 2019년12월27일
심사청구일자 2019년12월27일

(71) 출원인
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)

(72) 발명자
이태재
충청북도 청주시 서원구 장전로 51, 103동 901호
(성화동, 남양휴튼아파트)

이석재
대전광역시 유성구 은구비남로 56, 904동 103호
(노은동, 열매마을9단지아파트)
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
특허법인인벤싱크

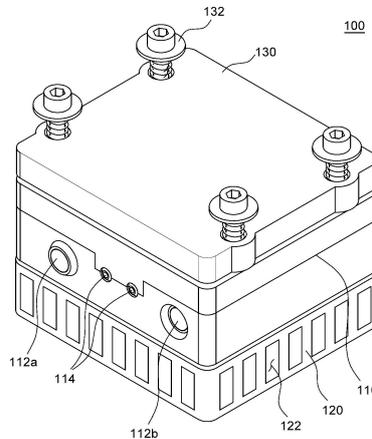
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 모듈형 미세 유체 장치 및 이를 이용한 유전자 증폭 방법

(57) 요약

본 발명은, 유체가 유입 가능한 주입부, 유체가 배출 가능한 배출부 및 다른 모듈형 미세 유체 장치와 연결 가능한 결합부를 포함하는 하우징부, 적어도 일부가 하우징부 내측에 수용되고, 미리 결정된 수준의 온도를 제공하도록 구성된 온도 조절부, 주입부로부터 상기 유체가 주입되어 배출부로 유동하는 유동 채널, 유체의 유동을 조절하는 밸브부가 배치된 반응부를 포함하는, 모듈형 미세 유체 장치 및 이를 이용한 유전자 증폭 방법, 및 유전자 증폭을 위한 키트를 제공한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

- B01L 7/52* (2013.01)
- B01L 9/527* (2013.01)
- B01L 2200/028* (2013.01)
- B01L 2200/0663* (2013.01)
- B01L 2300/1805* (2013.01)
- B01L 2300/1894* (2013.01)

(72) 발명자

이문근

대전광역시 유성구 은구비남로 55, 704동 904호 (노은동, 열매마을7단지아파트)

배남호

대전광역시 유성구 반석서로 98, 609동 1504호 (반석동, 반석마을6단지아파트)

이경균

대전광역시 유성구 어은로 57, 127동 604호 (어은동, 한빛아파트)

신철이

대전광역시 대덕구 계족로663번길 29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2017M3A7B4039936
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	나노소재원천기술개발사업
연구과제명	전기 나노바이오센서 모듈화 원천 요소기술 및 준양산 모듈칩 개발(3/5)
기 여 율	4/5
과제수행기관명	나노종합기술원
연구기간	2019.02.01 ~ 2019.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2018K000275
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	과학기술일자리진흥원
연구사업명	2018년 연구산업활성화지원 추가R&D(1차)
연구과제명	식중독균 판별을 위한 전자동 랩온어칩 대량 생산 기술 개발(2/2)
기 여 율	1/5
과제수행기관명	나노종합기술원
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

모듈형 미세 유체 장치로서,

유체가 유입 가능한 주입부, 상기 유체가 배출 가능한 배출부 및 다른 모듈형 미세 유체 장치와 연결 가능한 결합부를 포함하는 하우징부;

적어도 일부가 상기 하우징부 내측에 수용되고, 미리 결정된 수준의 온도를 제공하도록 구성된 온도 조절부, 및 상기 주입부로부터 상기 유체가 주입되어 상기 배출부로 유동하는 유동 채널과 상기 유체의 유동을 조절하는 밸브부가 배치된 반응부를 포함하는, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 하우징부 또는 상기 온도 조절부와 연결된 방열부를 더 포함하는, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 방열부는,

복수의 필러 및 냉각팬 중 적어도 하나를 포함하는, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 방열부는,

상기 복수의 필러 및 상기 냉각팬을 포함하고,

상기 복수의 필러는,

상기 방열부의 일면에 배치되고,

상기 냉각팬은,

상기 복수의 필러와 일정한 거리로 이격되도록 상기 방열부 상에 배치된, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 온도 조절부 및 상기 반응부 사이에 배치되고, 상기 온도 조절부와 미리 결정된 간격으로 이격되고, 적어도 일면이 상기 하우징부의 상기 주입부에 대응하여 상기 유체를 상기 주입부로부터 상기 반응부의 상기 유동 채널로 유동시키도록 구성된, 유체 유동부를 더 포함하는, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 하우징부는 트렌치부 (trench) 를 더 포함하고,

상기 유체 유동부는,

상기 트렌치부에 삽입되고 상기 트렌치부에 삽입 시 상기 주입부에 대응하는 제1 홀이 배치되고, 상기 제1 홀을

통해 상기 유체를 상부로 유동시키도록 구성된 수직부, 및

상기 바닥면과 수평을 이루고, 상기 수직부의 상부에 배치되고, 상기 반응부의 상기 유동 채널에 대응하는 제2 홀이 배치된 수평부를 포함하고,

상기 수직부로부터 상부로 유동한 유체는,

상기 제2 홀을 통해 상기 반응부 내의 상기 유동 채널로 유동되는, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 수평부는,

메인홀을 포함하고,

상기 메인홀을 통해, 상기 반응부의 적어도 일면이 상기 온도 조절부와 직접 맞닿는, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 하우징부는,

하부를 형성하는 제1 하우징부, 및

상부를 형성하고, 상기 제1 하우징부의 적어도 일면과 체결 가능하고, 수용부를 포함하는 제2 하우징부를 포함하고,

상기 수용부는,

상기 온도 조절부 및 상기 반응부의 적어도 일부를 수용하도록 구성된, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 주입부 및 배출부 각각은,

상기 제1 하우징부 및 상기 제2 하우징부의 체결에 의한 주입홀 및 배출홀에 대응하고,

상기 결합부는 상기 제1 하우징부 상에 배치된, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 온도 조절부는,

전압의 인가에 따라 열을 전도하도록 구성된 열 전도부 및 상기 열 전도부와 연결된 전극을 포함하는, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 반응부의 상부면의 적어도 일부를 덮고, 상기 하우징부와 체결 가능한 커버부를 더 포함하는, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 반응부를 고정하도록 구성된 체결부를 더 포함하고,

상기 커버부 및 상기 하우징부는, 서로 대응하는 위치에 일방향으로 관통하는 체결홀을 각각 포함하고,

상기 체결부는,

상기 체결홀을 통해 상기 커버부 및 상기 하우징부를 관통하여 고정하도록 구성된, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 체결부는, 상기 체결부의 외부 감싸는 스프링부를 더 포함하고,

상기 스프링부는,

상기 체결홀과 동일하거나 상기 체결홀보다 작은 직경을 갖고,

상기 체결부의 체결 시, 상기 체결홀 내부에 존재하는, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 반응부는,

온도에 따른 상기 유체 내 반응이 일어나는 반응 챔버, 및

상기 반응 챔버를 둘러싸는 열 확산 차단부를 더 포함하는, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 반응부는,

공기를 배출하도록 구성된 공기 배출부를 더 포함하는, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 반응부는,

상기 유동 채널 및 상기 벨브부가 배치된 박막의 필름 형태 또는, 높이를 갖는 챔버 형태인, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 온도 조절부로부터 발생된 열을 상기 반응부로 전달하도록 구성되고, 하부면이 상기 온도 조절부와 접촉하고, 상부면이 상기 반응부와 접촉하는 열 확산부를 더 포함하는, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 온도 조절부는,

상부면 상에 배치된 금속 코팅층을 더 포함하는, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 온도 조절부는,

IR 광 조사에 의하여 온도가 상승하는 시스템, 또는 전자기파 유도가열에 의하여 온도가 상승하는 시스템에 기초한 것인, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 20

제1항에 있어서,

상기 온도 조절부는,

상부면 또는 하부면에 열 전도성 물질이 도포되거나, 또는 열 전도성의 박막 시트가 더욱 배치되는, 모듈형 미세 유체 장치.

청구항 21

제1항 내지 20항 중 어느 한 항의 모듈형 미세 유체 장치의 반응부에 표적 유전자를 포함하는 유체를 주입하는 단계, 및

상기 반응부 내의 상기 표적 유전자의 증폭을 유도하도록, 상기 모듈형 미세 유체 장치의 온도 조절부를 이용하여 미리 결정된 수준으로 온도를 조절하는 단계를 포함하는, 유전자 증폭 방법.

청구항 22

제1항 내지 20항 중 어느 한 항의 모듈형 미세 유체 장치, 및

표적 유전자의 증폭을 위한 시약을 포함하는, 유전자 증폭을 위한 키트.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 모듈형 미세 유체 장치 및 이를 이용한 유전자 증폭 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 유체 시료 내의 표적 유전자에 대한 증폭이 가능한, 모듈형의 미세 유체 장치, 이를 이용한 유전자 증폭 방법, 및 유전자 증폭을 위한 키트에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기존의 진단 기법의 단점을 극복하기 위해 랩온어칩 (Lab-on-a-chip, LOC) 기술이 각광을 받고 있다. 랩온어칩 기술은 NT, IT, BT의 융합기술의 대표적인 예로 MEMS나 NEMS와 같은 기술을 이용하여 시료의 희석, 혼합, 반응, 분리, 정량 등 시료의 모든 전처리 및 분석 단계를 하나의 칩 위에서 수행하도록 하는 기술을 의미할 수 있다.

[0003] 이와 같은, 랩온어칩 기술이 적용된 미세 유체 장치 (microfluidic devices) 는 반응 채널을 흐르는 유체 시료의 유동 혹은 반응 채널에 공급된 유체 시료와 시약의 반응을 분석할 수 있다. 나아가, 상기와 같은 미세 유체 장치는 유체 시료의 제어와 관련된 여러 단계의 처리 및 조작을 하나의 칩에서 수행할 수 있도록 유리, 실리콘 또는 플라스틱으로 된 수 cm² 크기의 소형의 칩 상에 분석에 필요한 다수의 유닛이 구비된 형태로 제작될 수 있다.

[0004] 이와 같은 구조적 특징에 의해 미세 유체 장치는 휴대성이 높고 복잡한 분석 절차를 간소화할 수 있어, 현장 진단에 적용될 수 있다. 예를 들어, 유체 시료가 이송되는 미세 채널 및 분석 챔버가 구비된 미세 유체 장치는, 외부의 PCR (polymerase chain reaction) 장치에 삽입되어 분석 챔버 내의 표적 유전자에 대한 온도 변화에 따른 PCR 반응이 유도될 수 있다. 그 결과, 증폭된 표적 유전자의 획득 및, 표적 유전자에 대한 정성 및 정량 분석이 가능하고, 이에 미세 유체 장치는 현장 진단에 적용될 수 있다.

[0005] 한편, 종래의 미세 유체 장치에 기초한 유전자 증폭 시스템은, 유전자 증폭을 유도하는 온도 환경 제공을 위한 PCR 장치가 필수적으로 존재해야 하고, PCR 장치 내의 삽입에 따른 구조적 한계를 가질 수 있다. 즉, 종래의 미세 유체 장치는 단독으로 유전자의 증폭을 유도하기 어려울 수 있다.

[0006] 더욱이, 종래의 미세 유체 장치는 유전자 증폭과 같은 실험 목적에 따라 다수의 미세 유체와 연관된 기능을 가지도록 제작되므로, 하나의 기능에 문제가 생기거나 변동사항이 생겨도 장치 전체를 새로 제작해야만 하고, 이로 인해 제조비용이 증가함은 물론, 관리가 용이하지 못한 문제점이 있었다.

[0007] 나아가, 한번 제작된 미세 유체 장치는 설계의 변경이 어렵고, 다른 미세 유체 장치와의 호환이 불가능하여 정

해진 실험 이외에 다른 실험을 수행할 수 없는 문제점이 있었다.

- [0008] 이에, 종래의 미세 유체 장치들의 구조적 특성에 의해 야기되는 문제점들을 해결하고, 보다 간단하게 유체 시료에 대한 유전자 분석이 가능한, 새로운 미세 유체 장치의 개발이 지속적으로 요구되고 있는 실정이다.
- [0009] 발명의 배경이 되는 기술은 본 발명에 대한 이해를 보다 용이하게 하기 위해 작성되었다. 발명의 배경이 되는 기술에 기재된 사항들이 선행기술로 존재한다고 인정하는 것으로 이해되어서는 안 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 진술한 바와 같은 문제점들을 해결하기 위해, 본 발명의 발명자들은, 유전자 증폭과 같은 핵심 기술의 구현이 가능한 미세 유체 장치를 개발하는 것에 주목하였다.
- [0011] 특히, 본 발명의 발명자들은, 개별 핵심 요소가 구현될 수 있는 모듈화된 미세 유체 장치를 상호 체결 및 연결 가능하도록 설계함으로써, 종래의 미세 유체 장치의 구조적 한계를 극복할 수 있음을 인지할 수 있었다.
- [0012] 그 결과, 본 발명의 발명자들은 유체 분석에 있어서 핵심 기술의 구현이 가능하며 현장에 적용하기 용이한 모듈형의 미세 유체 장치를 개발하기에 이르렀다.
- [0013] 이때, 본 발명의 발명자들은, 모듈형의 미세 유체 장치에 대하여 별도의 PCR 장치 없이도 유전자 증폭 기술의 구현이 가능하도록 설계하였고, 이에 표적 유전자에 대한 신속하고 정확한 검출 및 진단이 가능할 수 있음을 기대할 수 있었다.
- [0014] 보다 구체적으로, 본 발명의 발명자들은, 유전자 증폭 환경을 유도하는 온도 사이클링을 제공하는 온도 조절부가 구비된 미세 유체 장치를 제공함으로써, 미세 유체 장치 단독으로 표적 유전자에 대한 증폭이 가능함을 인지할 수 있었다.
- [0015] 나아가 본 발명의 발명자들은, 모듈형 미세 유체 장치에 기초한 유전자 증폭 시스템이, 빠른 검출 결과가 요구되는 식중독 균과 같은 병원체의 검출과 같은 현장 진단 검사 (point-of-care-testing, POCT) 시스템에 적용될 수 있음을 더욱 인지할 수 있었다.
- [0016] 한편, 본 발명의 발명자들은, 모듈형 미세 유체 장치를 복수의 기능성 유닛들이 적층된 구조를 갖도록 설계하였다. 특히, 본 발명의 발명자들은, 모듈형 미세 유체 장치내의 온도 조절부에 대하여 반응부로의 열 전도 효율을 높이는 구성들을 배치하였고, 유전자 증폭 반응이 일어나는 반응부에 대하여 열의 확산을 방지하는 구성들을 배치하였다.
- [0017] 나아가, 본 발명의 발명자들은, 모듈형 미세 유체 장치에 대하여, 온도 조절부에 의해 상승된 모듈형 미세 유체 장치의 바디의 온도를 낮추는 방열부를 더욱 배치하고자 하였다.
- [0018] 이에, 본 발명의 발명자들은, 유전자 증폭 효율이 높은 모듈형의 미세 유체 장치를 제공할 수 있었다.
- [0019] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 모듈형 미세 유체 장치의 바디를 형성하는 하우징부, 미리 결정된 수준의 온도를 제공하는 온도 조절부 및 유체가 주입되어 실질적으로 유체 내의 표적 유전자에 대한 유전자 증폭 반응이 일어나는 반응부를 포함하는, 모듈형 미세 유체 장치를 제공하는 것이다.
- [0020] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는, 모듈형 미세 유체 장치의 반응부에 표적 유전자를 포함하는 유체를 주입하고, 표적 유전자의 증폭을 유도하도록 온도 조절부를 이용하여 온도를 조절하는 단계를 포함하는, 유전자 증폭 방법을 제공하는 것이다.
- [0021] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0022] 진술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 기관을 포함하는 모듈형 미세 유체 장치가 제공된다. 이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치는, 유체가 유입 가능한 주입부, 유체가 배출 가능한 배출부 및 다른 모듈형 미세 유체 장치와 연결 가능한 결합부를 포함하는 하우징부, 적어도 일부가 하우징부 내측에 수용되고, 미리 결정된 수준의 온도를 제공하도록 구성된 온도 조절부, 및 주입부로부터

유체가 주입되어 배출부로 유동하는 유동 채널과 유체의 유동을 조절하는 밸브부가 배치된 반응부를 포함한다.

- [0023] 본 발명의 특징에 따르면, 본 발명의 일 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치는 하우징부 또는 온도 조절부와 연결된 방열부를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 방열부는 복수의 필러 및 냉각팬 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 방열부는, 복수의 필러 및 냉각팬을 포함하고, 복수의 필러는, 방열부의 일면에 배치될 수 있다. 나아가, 냉각팬은, 복수의 필러와 일정한 거리로 이격되도록 방열부 상에 배치될 수 있다.
- [0026] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 본 발명의 일 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치는 온도 조절부 및 반응부 사이에 배치되고, 온도 조절부와 미리 결정된 간격으로 이격되고, 적어도 일면이 하우징부의 주입부에 대하여 유체를 주입부로부터 반응부의 유동 채널로 유동시키도록 구성된, 유체 유동부를 더 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 하우징부는 트렌치부 (trench) 를 더 포함하고, 유체 유동부는, 트렌치부에 삽입되고 트렌치부에 삽입 시 주입부에 대응하는 제1 홀이 배치되고, 제1 홀을 통해 유체를 상부로 유동시키도록 구성된 수직부, 및 바닥면과 수평을 이루고, 수직부의 상부에 배치되고, 반응부의 유동 채널에 대응하는 제2 홀이 배치된 수평부를 포함할 수 있다. 이때, 수직부로부터 상부로 유동한 유체는, 제2 홀을 통해 반응부 내의 유동 채널로 유동될 수 있다.
- [0028] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 수평부는 메인홀을 포함하고, 메인홀을 통해 반응부의 적어도 일면이 온도 조절부와 직접 맞닿을 수 있다.
- [0029] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 하우징부는, 하부를 형성하는 제1 하우징부, 및 상부를 형성하고, 제1 하우징부의 적어도 일면과 체결 가능하고, 수용부를 포함하는 제2 하우징부를 포함할 수 있다. 이때, 수용부는, 온도 조절부 및 반응부의 적어도 일부를 수용하도록 구성될 수 있다.
- [0030] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 주입부 및 배출부 각각은, 제1 하우징부 및 제2 하우징부의 체결에 의한 주입홀 및 배출홀에 대응하고, 결합부는 제1 하우징부 상에 배치될 수 있다.
- [0031] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 온도 조절부는, 전압의 인가에 따라 열을 전도하도록 구성된 열 전도부 및 열 전도부와 연결된 전극을 포함할 수 있다.
- [0032] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 본 발명의 일 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치는, 반응부의 상부면의 적어도 일부를 덮고, 하우징부와 체결 가능한 커버부를 더 포함할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 모듈형 미세 유체 장치는, 반응부를 고정하도록 구성된 체결부를 더 포함할 수 있다. 이때, 커버부 및 하우징부는, 서로 대응하는 위치에 일방향으로 관통하는 체결홀을 각각 포함하고, 체결부는 체결홀을 통해 커버부 및 하우징부를 관통하여 고정하도록 구성될 수 있다.
- [0034] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 체결부는, 체결부의 외부를 감싸는 스프링부를 더 포함할 수 있다. 이때, 스프링부는, 체결홀과 동일하거나 체결홀보다 작은 직경을 갖고, 체결부의 체결 시, 체결홀 내부에 존재할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 반응부는, 온도에 따른 유체 내 반응이 일어나는 반응 챔버, 및 반응 챔버를 둘러싸는 열 확산 차단부를 더 포함할 수 있다.
- [0036] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 반응부는, 공기를 배출하도록 구성된 공기 배출부를 더 포함할 수 있다.
- [0037] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 반응부는, 유동 채널 및 밸브부가 배치된 박막의 필름 형태 또는, 높이를 갖는 챔버 형태일 수 있다.
- [0038] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 모듈형 미세 유체 장치는, 온도 조절부로부터 발생된 열을 반응부로 전달하도록 구성되고, 하부면이 온도 조절부와 접촉하고, 상부면이 반응부와 접촉하는 열 확산부를 더 포함할 수 있다.
- [0039] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 온도 조절부는, 상부면 상에 배치된 금속 코팅층을 더 포함할 수 있다.
- [0040] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 온도조절부의 상부면과 하부면에는 각각 열 전달을 용이하게 하는 물질이 도포되거나 박막형태로 삽입될 수 있다.

- [0041] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 하우징부는 알루미늄 소재일 수 있다.
- [0042] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치에 기초한 유전자 증폭 방법이 제공된다. 상기 방법은, 모듈형 미세 유체 장치의 반응부에 표적 유전자를 포함하는 유체를 주입하는 단계, 및 반응부 내의 표적 유전자의 증폭을 유도하도록, 모듈형 미세 유체 장치의 온도 조절부를 이용하여 미리 결정된 수준으로 온도를 조절하는 단계를 포함한다.
- [0043] 본 발명의 특징에 따르면, 상기 방법은, 유체를 주입하는 단계 이전에 표적 유전자의 증폭을 위한 전처리를 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0044] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치에 기초한 유전자 증폭 키트가 제공된다. 상기 키트는, 모듈형 미세 유체 장치, 및 표적 유전자의 증폭을 위한 시약을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0045] 본 발명은, 개별 핵심 요소가 구현될 수 있는 모듈화된 미세 유체 장치를 제공함으로써, 고가의 장비의 요구, 이송의 어려움 및 기술의 난제 등에 따라 현장에서 적용하기 어려운 종래의 미세 유체 장치의 한계를 극복할 수 있는 효과가 있다.
- [0046] 본 발명은, 유전자 증폭과 같은 하나의 기능을 수행할 수 있는 유체 장치를 모듈 형태로 제공함으로써, 필요에 따라 서로 다른 기능을 수행 가능한 복수개의 유체 장치를 서로 연결하여 형상 혹은 크기의 제약 없이 다양한 구조의 유체 유동 시스템을 구현할 수 있다.
- [0047] 이에, 본 발명은 상기와 같은 구조의 미세 유체 장치를 제공함으로써, 다양하고 정확한 실험 데이터를 획득할 수 있음은 물론, 특정 부위의 변형 혹은 파손 시 해당 부분의 유체 칩만을 교체 가능하여 제조 및 유지 비용을 절감할 수 있는 효과가 있다.
- [0048] 특히, 본 발명은, 유전자 증폭 환경을 유도하는 온도 사이클링을 제공하는 온도 조절부가 구비된 모듈형 미세 유체 장치를 제공할 수 있다. 이에, 본 발명은 별도의 PCR 장치 없이도 유전자 증폭 기술의 구현이 가능하며, 저 농도로 존재하고 빠른 검출 결과가 요구되는 식중독 균과 같은 병원체의 검출과 같은 현장 진단 검사 시스템에 적용될 수 있다.
- [0049] 보다 구체적으로, 본 발명은, 장치 내의 온도 조절부에 대하여 반응부로의 열 전도 효율을 높이는 구성들이 배치되고, 유전자 증폭 반응이 일어나는 반응부에 대하여 열의 확산을 방지하는 구성들이 배치된 모듈형 미세 유체 장치를 제공할 수 있다. 나아가, 본 발명은, 온도 조절부에 의해 상승된 모듈형 미세 유체 장치의 바디의 온도를 낮추고, 유전자 증폭을 위한 온도 사이클링을 제공하는 방열부가 배치된 모듈형 미세 유체 장치를 제공할 수 있다.
- [0050] 이에, 본 발명은, 유전자 증폭 효율이 높은 모듈형의 미세 유체 장치를 제공할 수 있다.
- [0051] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

- [0052] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치가 수평 방향으로 연결된 유체 유동 시스템을 예시적으로 도시한 것이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치 및 이의 구성을 예시적으로 도시한 것이다.
- 도 3a 및 3b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치 및 이의 구성을 예시적으로 도시한 것이다.
- 도 4a 및 4b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 하우징부를 예시적으로 도시한 것이다.
- 도 5a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 온도 조절부를 예시적으로 도시한 것이다.
- 도 5b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 온도 조절부 상의 열 확산부를 예시적으로 도시한 것이다.

도 6a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 유체 유동부를 예시적으로 도시한 것이다.

도 6b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 유체 유동부 및 하우징부의 결합 구조를 예시적으로 도시한 것이다.

도 6c는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 유체 유동부를 통한 반응부로의 유체 이동 경로를 예시적으로 도시한 것이다.

도 6d 및 6e는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 유체 유동부와 온도 조절부의 결합 구조를 예시적으로 도시한 것이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 반응부의 구조를 예시적으로 도시한 것이다.

도 8a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 커버부 및 체결부의 구조를 예시적으로 도시한 것이다.

도 8b 및 8c는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 커버부 및 체결부의 결합 구조를 예시적으로 도시한 것이다.

도 9a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 냉각팬의 구조를 예시적으로 도시한 것이다.

도 9b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 냉각팬과 방열부의 결합 구조를 예시적으로 도시한 것이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치에 기초한 유전자 증폭의 절차를 예시적으로 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0053] 발명의 이점, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0054] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 명세서 상에서 언급된 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우, '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.
- [0055] 구성요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [0056] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하며, 당업자가 충분히 이해할 수 있듯이 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시 가능할 수도 있다.
- [0057] 본 명세서의 해석의 명확함을 위해, 이하에서는 본 명세서에서 사용되는 용어들을 정의하기로 한다.
- [0058] 본 명세서에서 사용되는 용어, "유체"는 본 발명의 모듈형 미세 유체 장치를 이용하여 분석하고자 하는 모든 유체 시료를 의미할 수 있다. 예를 들어, 유체 시료는 세포 용해물, 전혈, 혈장, 혈청, 침, 안구액, 뇌척수액, 땀, 뇨, 젖, 복수액, 활액 및 복막액일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0059] 한편, 본원 명세서 내에 유체는, 표적 유전자, 병원균, 호르몬, 단백질 중 적어도 하나의 표적 물질을 포함할 수 있다.
- [0060] 본 명세서에서 사용되는 용어, "하우징부"는 모듈형 미세 유체 장치의 바디를 형성하는 유닛을 의미할 수 있다.
- [0061] 이때, 하우징부는 유체가 유입 가능한 주입부, 유체가 배출 가능한 배출부 및 타 모듈형 미세 유체 장치와 연결 가능한 결합부를 포함할 수 있다.

- [0062] 한편, 하우징부는 금속, 세라믹 및 폴리머 중 적어도 하나의 물질로 형성될 수 있다. 여기서 금속은, Au, Mg, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Al, Zr, Nb, Mo, Ru, Ag, Sn, 등과 같이 화학주기율표에서 금속으로 명명되는 원소로 구성된 물질로, 전술한 금속 물질 중 어느 하나로 형성되거나, 적어도 1종 이상 혼합된 금속 혼합물로 형성될 수 있다. 나아가, 세라믹은, 실리콘, 알루미늄, 타이타늄, 지르코늄과 같이 금속원소가 산소, 탄소, 질소와 결합하여 만든 산화물, 탄화물, 질화물로 구성된 물질 중 적어도 하나, 또는 이들의 혼합물일 수 있다. 또한, 폴리머는, COC, PMMA, PDMS, PC, TIPP, CPP, TPO, PET, PP, PS, PEEK, Teflon, PI, PU, 등으로 구성된 물질 중 적어도 하나, 또는 이들의 혼합물일 수 있다.
- [0063] 바람직하게, 하우징부는 열 전도율이 높은 금속, 보다 바람직하게 Al 소재로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0064] 본 발명의 특징에 따르면, 하우징부는 가로 세로 길이가 각각 상이한 직사각형 구조를 갖고, 일정한 두께의 프레임 가질 수 있다. 예를 들어, 하우징부는 가로 길이 4 cm, 세로 길이 8 cm의 직사각형의 형태를 가질 수 있다. 나아가, 하우징부 상에 약 5mm 두께의 프레임이 형성될 수 있다. 그러나, 하우징부의 형태 및 크기는 이에 제한되는 것이 아니다.
- [0065] 본 발명의 특징에 따르면, 하우징부는 제1 하우징부 및 제2 하우징부를 포함할 수 있다.
- [0066] 이때, 본 명세서에서 사용되는 용어, "제1 하우징부"는 하우징부의 하부를 형성하는 바디로, 타 모듈형 미세 유체 장치와 결합 가능하도록 구성된 결합부가 배치될 수 있다. "제2 하우징부"는 제1 하우징부의 적어도 일면과 체결 가능하고, 하우징부의 상부를 형성하는 바디로, 다양한 유닛을 수용하도록 구성된 수용부를 포함할 수 있다.
- [0067] 한편, 제1 하우징부 및 제2 하우징부는 체결 시 홀을 형성하도록 대응하는 면 각각에 대칭을 이루는 홈을 포함할 수 있다. 이때, 하우징부의 체결에 의해 생성된 홈은, 유체의 주입이 가능한 주입부 및 유체가 배출되는 배출부 각각에 대응할 수 있다. 나아가, 상기 홈 상에 튜브가 배치될 수 있어, 유체는, 누수 없이 미세 유체 장치 내부로 유동하거나, 누수 없이 타 유체 장치로 유동할 수도 있다.
- [0068] 본 명세서에서 사용되는 용어, "결합부"는 모듈의 외측, 즉 하우징부에 형성되어 다른 모듈형 미세 유체 장치와 연결 가능하도록 구성된 유닛일 수 있다.
- [0069] 이때, 결합부는, 하우징부의 외측에 형성된 제1 결합부, 및 다른 모듈형 미세 유체 장치의 결합부와 체결 가능한 제2 결합부로 이루어질 수 있다.
- [0070] 예를 들어, 제1 결합부 및 상기 제2 결합부 각각은, 오목부 또는 볼록부거나, 후크 형상 또는 후크 형상에 대한 홈이거나, 나사산을 구비한 볼트 형상 또는 나사산에 대한 홈일 수 있다. 나아가, 제1 결합부 및 제2 결합부는 자성 물질로 구성될 수도 있고, 각각의 결합부가 N극 또는 S극을 이루어 다른 모듈형 미세 유체 장치와 체결되도록 구성될 수 있다.
- [0071] 본 명세서에서 사용되는 용어, "온도 조절부"는 미리 결정된 수준의 온도를 제공하기 위한 유닛으로, 유체 내의 표적 유전자의 증폭을 유도하도록 미리 결정된 온도 사이클을 제공할 수 있다.
- [0072] 이때, 온도 조절부 상에는 온도 센서가 배치될 수 있어, 미리 결정된 수준의 온도를 제공하는지가 모니터링될 수 있다.
- [0073] 한편, 온도 조절부는, 전압의 인가에 따라 열을 전도하도록 구성된 열 전도부 및 상기 열 전도부와 연결된 전극을 포함할 수 있다. 바람직하게, 온도 조절부는 전류의 방향에 따라 열 방출 또는 열 흡수되는 면이 상이한 펠티어 소자일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0074] 본 발명의 특징에 따르면, 온도 조절부의 적어도 일 면은 온도 편차를 줄이기 위한 금속층이 더욱 코팅될 수 있다. 본 발명의 다른 특징에 따르면, 온도조절부의 상부면과 하부면에는 각각 열 전달을 용이하게 하는 물질이 도포되거나 박막형태로 삽입될 수 있다.
- [0075] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 온도 조절부 및 타 모듈형 미세 유체 장치와 결합 가능한 하우징부의 조합은 온도 조절 모듈로서 이용될 수도 있다. 즉, 온도 조절부 및 하우징부로 이루어진 온도 조절 모듈 상에 다양한 반응부가 배치될 수 있어, 시료의 반응 효율을 높이고, 온도 변화에 따른 반응을 유도할 수 있다.
- [0076] 본 명세서에서 사용되는 용어, "반응부"는 실질적으로 유체 내의 표적 유전자에 대한 PCR 반응이 일어나는 유닛을 의미할 수 있다. 이때, 반응부는, 유체가 유동하는 유동 채널, 유체의 유동을 조절하는 밸브부가 배치될 수

있다. 이때, 유동 채널의 적어도 일부는 하우징부의 주입부 또는 배출부와 직/간접적으로 연결될 수 있다. 나아가, 밸브부는 유체의 흐름을 조절하도록 구성되어, PCR 반응이 일어나는 동안 유동 채널 내의 유체의 흐름을 멈추도록 구성될 수 있다.

- [0077] 한편, 반응부는 온도에 따른 유체 내 반응이 일어나는 반응 챔버, 및 상기 반응 챔버를 둘러싸는 열 확산 차단부를 더 포함할 수 있다. 나아가, 반응부는 공기를 배출하도록 구성된 공기 배출부를 더 포함할 수 있다.
- [0078] 본 발명의 특징에 따르면, 반응부는 유동 채널 및 밸브부가 배치된 박막의 필름 형태를 가질 수 있으나, 이에 제한되는 것이 아니다. 예를 들어, 반응부는 일정한 높이를 갖는 챔버 형태를 가질 수 있다.
- [0079] 본 명세서에서 사용되는 용어, "방열부"는 온도 조절부에 의해 상승된 모듈형 미세 유체 장치의 하우징부의 온도를 낮추도록, 열을 방출하도록 구성된 유닛일 수 있다. 이때, 방열부는 하우징부 또는 온도 조절부의 적어도 일부와 연결되도록 배치될 수 있다.
- [0080] 한편, 방열부는 하우징부의 일면이 연장된 영역일 수도 있다. 예를 들어, 하우징부는, 온도 조절부 및 반응부가 배치되어 실질적으로 표적 유전자에 대한 증폭이 진행되는 반응 영역과, 온도 조절부 및 반응부가 배치되지 않고 공기를 외부로 배출할 수 있는 홀이 형성된 방열 영역으로 구성될 수도 있다.
- [0081] 방열부는, 열의 방출을 유도하는 냉각팬 또는 표면적을 넓혀 열 방출의 효율을 높이는 복수의 필러를 포함할 수 있다.
- [0082] 이때, 냉각팬은 복수의 필러와 일정한 간격으로 이격되어 배치될 수 있다.
- [0083] 예를 들어, 냉각 팬은 복수의 필러와 2mm의 간격으로 이격되도록 배치될 수 있다. 그러나, 이들의 간격은 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0084] 본 명세서에서 사용되는 용어, "유체 유동부"는 유체를 유동시키도록 구성된 유닛일 수 있다.
- [0085] 이때, 유체 유동부는, 하우징부에 삽입되어 하우징부의 주입부에 대응하는 제1 홀을 포함하여 유체를 상부로 유동시키는 수직부, 및 바닥과 수평을 이루고 반응부가 상부에 배치되며, 반응부의 유동 채널에 대응하는 제2 홀을 포함하는 수평부로 구성될 수 있다.
- [0086] 즉, 이러한 구조적 특징에 의해 수직부로부터 상부로 유동한 유체는, 제2 홀을 통해 상기 반응부 내의 유동 채널로 유동될 수 있다.
- [0087] 한편, 유체 유동부는 온도 조절부 및 반응부 사이에 배치될 수 있다. 이때, 유체 유동부는 온도 조절부로부터 방출된 열이 반응부로 전달되도록, 온도 조절부와 이격되어 배치될 수 있다. 나아가, 상부에 배치된 반응부와 하부에 배치된 온도 조절부의 적어도 일면이 직접 맞 닿도록, 수평부는 메인홀을 포함할 수 있다.
- [0088] 본 명세서에서 사용되는 용어, "커버부"는 반응부의 열 방출을 막기 위해 적어도 일부를 덮는 유닛일 수 있다. 이때, 커버부는 반응부를 덮고, 하우징부와 체결 가능하도록 구성될 수 있다.
- [0089] 이때, 커버부 및 하우징부는 서로 대응하는 위치에 일방향으로 관통하는 체결홀이 배치될 수 있고, 체결홀을 관통하는 체결부를 통해 고정될 수 있다. 한편, 커버부는 반응부의 양측에 배치된 밸브부를 막거나 열 수 있는 압력 인가 구조 또는 압력 인가 장치를 포함 할 수 있다.
- [0090] 한편, 체결부는, 체결부의 외부를 둘러싸는 스프링부와 스프링부와 체결부 사이에 존재하는 와셔부를 더 포함할 수 있다. 이에, 복수의 체결부가 커버부와 하우징부에 삽입 (체결) 되는 정도가 상이하더라도, 커버부 및 하우징부는 밸런스를 유지할 수 있고, 반응부의 열 방출을 효율적으로 막을 수 있다.
- [0091] 본 명세서에서 사용되는 용어, "열 확산부"는 온도 조절부로부터 발생된 열의 온도 편차를 줄이기 위한 유닛일 수 있다. 이에, 온도 조절부로부터 발생된 열은, 열 확산부에 의해 반응부의 전면에 일정한 수준으로 전달될 수 있다.
- [0092] 한편, 열 확산부는 온도 조절부가 하우징부에 보다 안정적으로 고정되도록, 하우징부와 체결 가능한 유닛일 수도 있다.
- [0093] 본 명세서에서 사용되는 용어, "유전자 증폭을 위한 키트"는 표적 유전자의 증폭을 위한 키트로서, 바람직하게 현장 진단을 위한 키트를 의미할 수 있다.
- [0094] 본 명세서에서 사용되는 용어, "표적 유전자의 증폭을 위한 시약"은, 적어도 표적 유전자의 서열에 상보적으로

결합하는 서열로, 표적 유전자의 증폭 과정에서 이의 합성을 개시하는 서열인 프라이머, 및/또는 표적 유전자의 임의의 염기 서열에 상보적인 서열을 갖는 절편으로, 방사선 원소 또는 형광으로 표지된 말단 염기를 지닐 수 있어, 표적 유전자의 여부 나아가 이의 수준을 측정하는 것에 이용될 수 있는 프로브를 포함할 수 있다. 그러나, 상기 시약은 이에 제한되는 것은 아니다.

- [0095] 이하에서는, 도 1, 2, 3a 및 도 3b를 참조하여, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0096] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치가 수평 방향으로 연결된 유체 유동 시스템을 예시적으로 도시한 것이다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치 및 이의 구성을 예시적으로 도시한 것이다. 도 3a 및 3b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치 및 이의 구성을 예시적으로 도시한 것이다.
- [0097] 먼저, 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치 (100) 는, 유체의 유전자 증폭과 같은 하나의 기능을 수행할 수 있는 모듈 형태로 형성되고, 타 모듈형 미세 유체 장치 (200) 와 연결되어, 다양한 구조의 유체 유동 시스템 (1000) 을 구현할 수 있다.
- [0098] 보다 구체적으로, 유체 유동 시스템 (1000) 에서, 모듈형 미세 유체 장치 (100) 는, 체액, 혈액, 타액, 노 등을 포함하는 액체 시료 등과 같은 유체로부터 샘플 채취, 샘플 과쇄, 채취된 샘플로부터 유전자 또는 단백질 등과 같은 물질 추출, 필터링, 믹싱 각각을 수행하는 타 모듈형 미세 유체 장치 (200) 로부터 유동된 유체 내의 표적 유전자에 대한 증폭을 수행할 수 있다. 더욱이, 모듈형 미세 유체 장치 (100) 로부터 표적 유전자의 증폭이 완료된 유체 시료는, 추가 분석을 위해, 항원 항체 반응, 친화크로마토그래피 (Affinity Chromatography) 및 전기적 센싱, 전기화학적 센싱, 커패시터형 전기적 센싱, 형광물질을 포함하거나 포함하지 않는 광학적 센싱 등의 분석/검출 각각을 수행할 수 있는 타 모듈형 미세 유체 장치 (200) 로 유동할 수도 있다.
- [0099] 그러나, 모듈형 미세 유체 장치 (100) 를 통해 구현 가능한 유체 유동 시스템 (1000) 은 전술한 기능으로 한정되는 것은 아니며, 유체 분석 및 진단을 위한 다양한 기능을 수행할 수 있다.
- [0100] 또한, 모듈형 미세 유체 장치 (100) 를 통해 구현 가능한 유체 유동 시스템 (1000) 은 또 다른 유체 유동 시스템 (1000) 과의 연결을 통하여, 랩온어칩 (Lab-on-a-chip) 기술의 상위 개념인 팩토리온어칩 (Factory-on-a-chip) 기술을 구현할 수 있다. 이를 통해 각 유체 유동 시스템 (1000) 에서 서로 다른 유체에 관한 유체 분석 및 진단을 동시에 수행할 수 있을 뿐만 아니라, 복수의 유체 유동 시스템 (1000) 을 이용하여 수행할 수 있는 유체와 관련된 모든 실험 (예를 들어, 화학 반응 및 물질 합성 등) 을 동시에 수행할 수 있다.
- [0101] 또한, 모듈형 미세 유체 장치 (100) 는 타 모듈형 미세 유체 장치 (200) 들과 수평 방향 (X 축 및 Y 축 방향) 으로 연결되어 하나의 유체 유동 시스템 (1000) 을 구현할 수 있다.
- [0102] 보다 구체적으로, 모듈형 미세 유체 장치 (100) 는 도면 상에서 수평 방향을 나타내는 X 축 및 Y 축 방향을 따라 타 모듈형 미세 유체 장치 (200) 와 연결되어 복수개의 유체 유동 및 분석 구간을 구비한 하나의 유체 유동 시스템 (1000) 을 구현할 수 있다. 이에 따라, X 축 및 Y 축 방향으로 유체가 자유롭게 이동할 수 있다. 예를 들어, 타 모듈형 미세 유체 장치 (200) 는 모듈형 미세 유체 장치 (100) 를 중심으로, X 축 및 Y 축 방향을 따라 1 개 내지 10,000 개 사이의 수량만큼 연결이 가능할 수도 있다.
- [0103] 다음으로, 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치 (100) 가 도시된다.
- [0104] 본 발명의 일 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치 (100) 는, 모듈형 미세 유체 장치의 바디를 형성하는 하우징부 (110), 하우징부 (110) 의 하부면에 배치된 방열부 (120), 하우징부 (110) 의 상부면을 커버하는 커버부 (130) 로 구성될 수 있다.
- [0105] 보다 구체적으로, 하우징부 (110) 의 내측에, 미리 결정된 수준 이상의 온도를 제공하는 온도 조절부 (미도시), 상기 온도 조절부 상에 배치되어 실질적으로 유체 내의 표적 유전자에 대한 PCR 반응이 일어나는 반응부 (미도시) 가 배치될 수 있다.
- [0106] 한편 하우징부 (110) 의 외측에는 타 모듈형 미세 유체 장치와 물리적으로 연결 가능하도록 구성된 결합부 (112a, 112b) 가 배치될 수 있다. 나아가, 하우징부 (110) 의 외측에 유체의 주입이 가능한 주입부 (114) 가 더욱 배치될 수 있다. 이때, 주입부 (114) 를 통해, 타 모듈형 미세 유체 장치로부터 하우징부 (110) 의 내부로 유체가 유동할 수 있다. 나아가, 주입부 (114) 는 반응부 내부의 유동 채널과 직/간접적으로 연결될 수 있

어, 유체는 주입부 (114) 를 통해 반응부로 유동할 수 있다.

- [0107] 하우징부 (110) 의 하부에 배치된 방열부 (120) 는, 온도 조절부에 의해 상승된 하우징부 (110) 의 온도를 낮추도록 구성될 수 있다. 한편, 방열부 (120) 는 온도 조절부의 온도 상승에 따른 열기의 배출이 가능한 슬릿 (122) 을 포함할 수 있다. 이때, 방열부 (120) 는, 하우징부 (110) 의 측면, 상부면 등, 하우징부 (110) 또는 온도 조절부의 온도를 낮추는 한 보다 다양한 위치에 배치될 수 있다.
- [0108] 커버부 (130) 는 하우징부 (110) 와 체결부 (132) 를 통해 체결 가능하며, 이를 통해 하우징부 (110) 내측의 반응부에서 표적 유전자의 증폭이 일어나는 동안 열의 방출을 막을 수 있다.
- [0109] 한편, 모듈형 미세 유체 장치 (100) 의 구조는 진술한 것에 제한되는 것은 아니다.
- [0110] 도 3a를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치 (100') 가 도시된다.
- [0111] 보다 구체적으로, 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치 (100') 는, 모듈형 미세 유체 장치의 바디를 형성하는 하우징부 (110), 하우징부 (110) 가 연장된 방열 영역에 대응하는 방열부 (120), 온도 조절부 및 반응부가 배치된 하우징부 (110) 의 상부면을 커버하는 커버부 (130) 로 구성될 수 있다.
- [0112] 보다 구체적으로, 하우징부 (110) 는, 내측에 온도 조절부 (미도시), 상기 온도 조절부 상의 반응부 (미도시) 등의 다양한 기능성 유닛이 배치되어 실질적으로 표적 유전자에 대한 증폭이 진행되는 반응 영역과, 온도 조절부 및 반응부가 배치되지 않고 공기를 외부로 배출할 수 있는 홀이 형성된 방열 영역으로 구성될 수도 있다.
- [0113] 즉, 방열부 (120) 는 하우징부 (110) 가 연장된 일부 영역에 포함될 수 있다. 이때, 방열부 (120) 는 표면적을 넓혀 열 방출의 효율을 높이는 복수의 필터 (124) 를 포함할 수 있다. 본 발명의 특징에 따르면, 방열부 (120) 의 상부면에 냉각팬 (미도시) 이 더욱 배치될 수 있다. 이때, 냉각팬은 복수의 필터 (124) 와 일정한 높이로 이격되도록 방열부 (120) 의 상부면에 배치될 수 있다.
- [0114] 방열부 (120) 를 제외한 하우징부 (110) 의 외측에 타 모듈형 미세 유체 장치와 물리적으로 연결 가능하도록 구성된 결합부 (112a, 112b) 가 배치될 수 있다. 나아가, 유체의 주입이 가능한 주입부 (114) 가 더욱 배치될 수 있다.
- [0115] 이하에서는 도 3b를 참조하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치 (100') 의 기능성 유닛들의 결합 관계에 대하여 설명한다.
- [0116] 먼저, 하우징부 (110) 는, 하우징부의 하부를 형성하는 바디로, 다양한 기능성 모듈이 배치되는 반응 영역과 방열부 (120) 에 대응하는 방열 영역을 포함하는 제1 하우징부 (110a), 및 제1 하우징부 (110b) 와 체결 가능하고, 하우징부 (110) 의 상부를 형성하는 바디로, 다양한 기능성 유닛을 수용하는 수용부가 배치된 제2 하우징부 (110b) 로 이루어진다. 이때, 제2 하우징부 (110b) 는 제1 하우징부 (110a) 의 반응 영역 및 방열 영역 각각에 대응하는 홀이 형성될 수 있다.
- [0117] 이때, 제1 하우징부 (110a) 및 제2 하우징부 (110b) 사이에, 온도 조절부 (140), 열 확산부 (150), 유체 유동부 (160), 반응부 (170) 가 순차적으로 배치될 수 있다. 보다 구체적으로, 제2 하우징부 (110b) 의 수용부는 제1 하우징부 (110a) 의 반응 영역 상에 배치된 온도 조절부 (140), 열 확산부 (150), 유체 유동부 (160), 반응부 (170) 를 수용할 수 있다. 다음으로, 제2 하우징부 (110b) 의 상부에 커버부 (130) 및 냉각팬 (126) 이 배치될 수 있다. 이때, 냉각팬 (126) 은 제1 하우징부 (110a) 의 방열 영역에 대응하도록 배치될 수 있고, 커버부 (130) 는 제1 하우징부 (110a) 의 반응 영역에 대응하도록 배치될 수 있다.
- [0118] 이하에서는, 도 4a 및 4b, 도 5a 및 5b, 도 6a 내지 6e, 도 7, 도 8a 및 8b, 9a 및 9b를 참조하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치 (100') 를 이루는 구성에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0119] 먼저, 도 4a 및 4b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 하우징부를 예시적으로 도시한 것이다.
- [0120] 도 4a의 (a) 및 (b)를 참조하면, 바디부 (110) 는 하우징부의 하부를 형성하는 바디로, 결합부 (112a, 112b) 가 배치된 제1 하우징부 (110a), 및 제1 하우징부 (110b) 와 체결 가능하고, 하우징부 (110) 의 상부를 형성하는 제2 하우징부 (110b) 로 이루어진다. 이때, 제1 하우징부 (110a) 및 제2 하우징부 (110b) 는 체결 시 홀을 형성하도록 대응하는 면 각각에 대칭을 이루는 홈을 포함할 수 있다. 하우징부들 (110a, 110b) 의 체결에 의해 생성된 홀은, 유체의 주입이 가능한 주입부 (114) 및 유체가 배출되는 배출부 (미도시) 각각에 대응할 수 있다. 한편, 주입부 (114) 상에, 누수 없이 미세 유체 장치 내부로 유체를 유동시키거나, 누수 없이 타 모듈형 미세

유체 장치로 유체를 유동시키도록 구성된, 튜브가 배치될 수 있다. 본 발명의 특징에 따르면, 제1 하우징부 (110a) 는 다양한 기능성 모듈이 배치되는 반응 영역과 방열부 (120) 에 대응하는 방열 영역을 포함한다. 이때, 제2 하우징부 (110b) 는 두 개의 수용부를 포함할 수 있다. 하나의 수용부는 방열 영역에 대응하는 방열부 (120) 의 적어도 일부 영역과 대응하고, 나머지 수용부는 기능성 유닛들이 배치되는 반응 영역에 대응할 수 있다.

- [0121] 한편, 제2 하우징부 (110b) 의 상부에, 후술할 커버부 및 냉각팬이 배치될 수 있다.
- [0122] 다음으로, 도 4b를 참조하면, 제1 하우징부 (110a) 는 트렌치부 (116) 를 더 포함할 수 있다. 이때, 트렌치부 (116) 는, 후술할 유체 유동부의 일부가 삽입 가능한 홈일 수 있다. 보다 구체적으로, 트렌치부 (116) 의 높이는 후술할 유체 유동부에 형성된 유체의 유동을 위한 홈의 위치에 따라 다양하게 설정될 수 있다.
- [0123] 다음으로, 도 5a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 온도 조절부를 예시적으로 도시한 것이다. 도 5b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 온도 조절부 상의 열 확산부를 예시적으로 도시한 것이다.
- [0124] 먼저, 도 5a를 참조하면, 온도 조절부 (140) 는, 전압의 인가에 따라 열을 전도하도록 구성된 열 전도부 (140a) 및 상기 열 전도부와 연결된 전극 (140b) 를 포함할 수 있다. 바람직하게, 온도 조절부 (140) 는 전류의 방향에 따라 열 방출 또는 열 흡수되는 면이 상이한 펠티어 (Peltier) 소자일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 온도 조절부 (140) 는 단순 전기식 히터, 광 방식 히터 (IR히터), 유도가열 히터일 수도 있다.
- [0125] 본 발명의 특징에 따르면, 온도 조절부 (140) 의 열 전도부 (140a) 는 제1 하우징부 (110a) 의 반응 영역에 배치되고, 전극 (140b) 은 제1 하우징부 (110a) 의 방열 영역에 배치될 수 있다. 그러나, 이에 제한되는 것은 아니며, 전극 (140b) 은 하우징부 (110) 의 형태에 따라 보다 다양하게 위치될 수 있다.
- [0126] 본 발명의 특징에 따르면, 온도 조절부 (140) 의 적어도 일 면은 온도 편차를 줄이기 위한 금속층 (미도시) 이 더욱 배치될 수 있다. 보다 구체적으로, 온도 조절부 (140) 의 상부 및/또는 하부에 후술할 열 확산부 및 제1 바디부와와의 물리적 접촉성 향상 및 열 전달을 향상을 위해, 액상의 열전도성 물질이 도포되거나, 박막 형태의 열 전도성 물질 (예를 들어, 금속, 카본, 폴리머 등) 이 더욱 배치될 수 있다.
- [0127] 도 5b를 함께 참조하면, 온도 조절부 (140) 의 상부면에 열 확산부 (150) 가 배치될 수 있다. 이때, 열 확산부 (150) 는 열 전도성을 갖고 있으며 평탄한 표면을 가져 온도 조절부 (140) 로부터 발생된 열의 전달 균일성 편차를 줄이도록 구성될 수 있다. 즉, 열 확산부 (150) 에 의해, 온도 조절부 (140) 로부터 발생된 열은 후술할 반응부의 전면에 일정한 수준으로 전달될 수 있다. 이때, 반응부에 열을 전달하는 열 확산부 (150) 의 일부면은, 다른면 보다 높이가 높을 수 있다.
- [0128] 본 발명의 특징에 따르면, 열 확산부 (150) 상에, 온도 조절부 (140) 가 제1 하우징부 (110a) 에 보다 안정적으로 고정되도록, 체결홀과 체결 가능한 체결홀 (152) 이 더 구비될 수 있다.
- [0129] 다음으로, 도 6a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 유체 유동부를 예시적으로 도시한 것이다. 도 6b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 유체 유동부 및 하우징부의 결합 구조를 예시적으로 도시한 것이다. 도 6c는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 유체 유동부를 통한 반응부로의 유체 이동 경로를 예시적으로 도시한 것이다. 도 6d 및 6e는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 유체 유동부와 온도 조절부의 결합 구조를 예시적으로 도시한 것이다.
- [0130] 도 6a를 참조하면, 유체 유동부 (160) 는, 수직부 (160a) 및 바닥면과 수평을 이루는 수직부 (160a) 상의 수평부 (160b) 로 구성될 수 있다. 보다 구체적으로, 도 6b를 함께 참조하면, 수직부 (160a) 는 제1 하우징부 (110a) 의 트렌치부 (116) 에 삽입될 수 있고, 제1 하우징부 (110a) 의 주입부 (114) 에 대응하는 제1 홀 (162) 을 포함할 수 있다. 이에, 수직부 (160a) 는 주입부 (114) 를 통해 유입된 유체를 상부로 유동시킬 수 있다. 한편, 수평부 (160b) 는, 반응부가 상부에 배치되며, 반응부의 유동 채널에 대응하는 제2 홀 (164) 를 포함할 수 있다.
- [0131] 보다 구체적으로 도 6c의 (a), (b) 및 (c)를 참조하면, 제1 하우징부 (110a) 에 유체 유동부 (160) 가 삽입되고, 유체 유동부 (160) 상에 반응부 (170) 가 배치된다. 도 6c의 (a)를 참조하면, 수직부 (160a) 가 제1 하우징부 (110a) 제1 하우징부 (110a) 의 트렌치부 (116) 에 삽입될 경우, 제1 홀 (162) 이 제1 하우징부 (110a) 의 주입부 (114) 에 대응함에 따라, 유체는 주입부 (114) 를 통해 제1 홀 (162) 로 유동할 수 있다. 다음으로, 도 6c의 (b)를 참조하면, 수직부 (160a) 의 유체는 상부로 유동한 후, 수평부 (160b) 에 도달하게

된다. 이때, 상부로 유동한 유체는, 수평부 (160b) 의 제2 홀 (164) 을 통해 반응부 (170) 로 유동될 수 있다. 최종적으로, 도 6c의 (c)를 참조하면, 유체는 반응부 (170) 내부의 유동 채널 (172) 로 유동하게 되며, 표적 유전자의 증폭을 위한 온도 처리에 따라 반응부 (170) 내에서 반응한다.

[0132] 즉, 이러한 구조적 특징에 의해 유체는, 수직부 (160a) 에 의해 반응부가 위치한 상부로 유동한 후, 수평부 (160b) 에 의해 반응부 내의 유동 채널로 유동할 수 있다.

[0133] 다음으로, 도 6d를 참조하면, 유체 유동부 (160) 는 열 확산부 (150) 의 상부에 배치될 수 있다. 이때, 유체 유동부 (160) 의 수평부 (160b) 는, 열 확산부 (150) 의 일부 면과 동일한 높이로 배치될 수 있다. 보다 구체적으로, 도 6e를 함께 참조하면, 유체 유동부 (160) 의 수직부 (160a) 및 수평부 (160b)는 온도 조절부 (140) 로부터 방출된 열이 열 확산부 (150) 를 통해 반응부 (170) 로 전달되도록, 열 확산부 (150) 와 이격되어 배치될 수 있다. 특히, 유체 유동부 (160) 및 온도 조절부 (140) 의 이격된 공간에 공기층이 형성될 수 있다. 이러한 공기층은, 반응부 (170) 에 전달된 열이 외부로 빠져나가는 것을 방지할 수도 있다. 이때, 이들의 이격된 간격은 2mm일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 나아가, 수평부 (160b) 는, 수평부 (160b) 상에 배치된 반응부 (170) 와 하부에 존재하는 열 확산부 (150) 의 적어도 일면이 직접 맞닿도록 메인홀을 포함할 수 있다. 이에, 온도 조절부 (140) 의 열 전도부 (140a) 와 결합된 열 확산부 (150) 는 반응부 (170) 에 열을 높은 효율로 전달할 수 있다.

[0134] 다음으로, 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 반응부의 구조를 예시적으로 도시한 것이다.

[0135] 이때, 반응부 (170) 는 실질적으로 유체 내의 표적 유전자에 대한 PCR 반응이 일어나는 유닛으로, 유체가 주입되는 주입홀 (171), 유체가 유동하는 유동 채널 (172), 유체의 유동을 조절하는 밸브부 (174) 를 포함할 수 있다. 나아가, 반응부 (170) 는 실질적으로 온도에 따라 유체 내 유전자의 증폭 반응이 일어나는 반응 챔버 (176), 및 반응 챔버 (176) 를 둘러싸는 열 확산 차단부 (178), 및 반응이 끝난 유체 시료를 유동시키는 배출홀 (179) 을 포함할 수 있다.

[0136] 이때, 주입홀 (171) 은, 전술한 바와 같이 유체 유동부 (160) 의 제2 홀 (164) 에 대응함에 따라, 하우징부 (110) 의 주입부 (114) 로부터 유입된 유체가 유동 채널 (172) 내부로 유동할 수 있다. 밸브부 (174) 는 유체의 흐름을 조절하도록 구성되어, PCR 반응이 일어나는 동안, 반응 챔버 (176) 내에 유체를 가두도록 유동 채널 (172) 내의 유체의 흐름을 멈추도록 구성될 수 있다. 특히, 밸브부 (174) 상에는 밸브부를 상부에서 막는 체결부 (미도시) 가 더욱 배치될 수 있다. 이에, 유체의 흐름은, 체결부 및 밸브부의 체결 정도에 따라 조절될 수 있다.

[0137] 본 발명의 특징에 따르면, 반응부 (170) 중, 밸브부 (174) 및 반응 챔버 (176) 가 배치된 반응 영역은, 표적 유전자의 증폭을 위한 온도 환경이 조성되도록, 전술한 열 확산부 (150) 와 직접 맞닿는 영역일 수 있다. 나아가, 반응 영역을 둘러싸는 열 확산 차단부 (178) 는, 전술한 유체 유동부 (160) 의 수평부 (160b) 및 열 확산부 (150) 가 이격된 공간에 대응하는 슬릿일 수 있다. 이에 반응부 (170), 특히 반응 영역에 전달된 열의 확산이 차단될 수 있다.

[0138] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 반응부 (170) 는 내부 채널과 함께 밸브부가 배치된 박막의 필름 형태를 가질 수 있으나, 이에 제한되는 것이 아니다. 예를 들어, 반응부는 일정한 높이를 갖는 챔버 형태를 가질 수 있다.

[0139] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 반응부 (170) 는 공기를 배출하도록 구성된 공기 배출부 (미도시) 를 더 포함할 수 있다. 이때, 공기 배출부는 공기만을 외부로 배출시키도록 공기 필터를 포함할 수 있다. 한편, 공기 배출부는 반응부의 주입홀과 연결된 유동 채널과 연결되도록 구성될 수 있다. 이에, 유동 채널 내의 유체는 공기 필터에 의해, 밸브부에 도달하기 이전에 오토 스탑 (auto stop) 될 수 있다. 이후, 유체는 밸브부가 열리면 반응 챔버 내로 유동할 수 있다.

[0140] 다음으로, 도 8a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 커버부 및 체결부의 구조를 예시적으로 도시한 것이다. 도 8b 및 8c는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 커버부 및 체결부의 결합 구조를 예시적으로 도시한 것이다.

[0141] 먼저, 도 8a의 (a)를 참조하면 전술한 반응부의 열 방출을 막기 위한 유닛인 커버부 (130) 는, 반응부를 덮고, 제2 하우징부와 체결 가능하도록 구성될 수 있다. 이때, 커버부 (130) 는 제2 하우징부와 서로 대응하는 위치

에 일방향으로 관통하는 복수의 체결홀 (134) 이 배치될 수 있다.

- [0142] 또한, 도 8a의 (b)를 참조하면 체결홀 (134) 을 관통하는 체결부 (132) 를 통해 고정될 수 있다. 본 발명의 특징에 따르면 체결부 (132) 는 체결부의 바디 (132a) 를 둘러싸는 스프링부 (132b) 와 스프링부 (132b) 와 체결부의 바디 (132a) 사이에 존재하는 와셔부 (132c) 를 포함할 수 있다.
- [0143] 도 8b를 참조하면, 복수의 체결부의 바디 (132a) 가 커버부 (130) 및 제2 하우징부 (132b) 의 체결홀 (134) 를 통해 삽입될 경우, 스프링부 (132b) 는 체결홀 (134) 의 내부에 존재할 수 있다. 이에, 복수의 체결부 (132) 가 커버부 (130) 와 제2 하우징부 (110b) 에 삽입 (체결) 되는 정도가 상이하더라도, 이들 커버부 (130) 및 제2 하우징부 (110b) 는 밸런스를 유지할 수 있다.
- [0144] 더욱이, 도 8c를 참조하면, 체결부 (132) 에 의한 커버부 (130) 및 제2 하우징부 (110b) 의 체결에 의해 이들 사이에 배치된 반응부 (170) 가 보다 안정적으로 모듈형 미세 유체 장치 (100') 내부에 고정될 수 있다. 나아가, 반응부 (170) 의 열 확산이 차단될 수 있다.
- [0145] 다음으로, 도 9a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 냉각팬의 구조를 예시적으로 도시한 것이다. 도 9b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 냉각팬과 방열부의 결합 구조를 예시적으로 도시한 것이다.
- [0146] 먼저, 도 9a를 참조하면, 방열부에 배치되는 선택적으로 배치되는 냉각팬 (126) 이 도시된다. 이때 냉각팬 (126) 은 공기의 유동을 발생시키는 펜 (미도시), 펜의 회전을 유도하는 모터 (미도시), 전력 공급부 (미도시) 로 이루어질 수 있다. 이러한 냉각팬은, 온도 조절부에 의해 상승된 하우징부의 온도를 식힐 수 있다.
- [0147] 도 9b를 함께 참조하면, 냉각팬 (126) 은 방열부 (120) 의 상부에 배치될 수 있고, 하우징부 내부의 고온의 공기를 슬릿 (122) 을 통해 외부로 유동시킬 수 있다. 이에, 표적 유전자의 증폭 유도에 따라 상승된 하우징부의 온도, 나아가 온도 조절부의 온도를 저하시킬 수 있다.
- [0148] 본 발명의 특징에 따르면, 냉각팬 (126) 은 방열부 내부의 복수의 필터와 일정한 간격으로 이격되도록 배치될 수도 있다. 예를 들어, 냉각팬 (126) 은 방열부의 하부면에 배치된 복수의 필터와 2mm의 간격으로 배치될 수 있다. 그러나, 이에 제한되는 것은 아니다. 이에, 공기의 접촉면이 넓어짐에 따라, 온도 저하가 보다 빠르게 진행될 수 있다.
- [0149] 본 발명의 다양한 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치는, 전술한 구조적 특징에 따라, 별도의 PCR 장치 없이도 유전자 증폭 기술의 구현이 가능하며, 저 농도로 존재하고 빠른 검출 결과가 요구되는 식중독 균과 같은 병원체의 검출과 같은 현장 진단 검사 시스템에 적용될 수 있다.
- [0150] 따라서, 다양한 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치는, 유전자 증폭을 위한 시료와 함께 유전자 증폭을 위한 키트로서 제공될 수 있다.
- [0151] 특히, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치는, 온도 조절부에 대하여 반응부로의 열 전도 효율을 높이는 구성들이 배치되고, 유전자 증폭 반응이 일어나는 반응부에 대하여 열의 확산을 방지하는 구성들이 배치될 수 있다. 나아가, 온도 조절부에 의해 상승된 모듈형 미세 유체 장치의 바디의 온도를 낮추고, 유전자 증폭을 위한 온도 사이클링을 제공하는 방열부가 배치될 수 있다.
- [0152] 이에, 본 발명은, 유전자 증폭 효율이 높은 모듈형의 미세 유체 장치를 제공할 수 있다.
- [0153] 더욱이, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치는, 고가의 장비의 요구, 이송의 어려움 및 기술의 난제 등에 따라 현장에서 적용하기 어려운 종래의 미세 유체 장치의 한계를 극복할 수 있다.
- [0154] 이에, 본 발명은 상기와 같은 구조의 미세 유체 장치를 제공함으로써, 다양하고 정확한 실험 데이터를 획득할 수 있음은 물론, 특정 부위의 변형 혹은 파손 시 해당 부분의 유체 칩만을 교체 가능하여 제조 및 유지비용을 절감할 수 있다.
- [0155] 이하에서는, 도 10을 참조하여, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치에 기초한 유전자의 증폭 방법을 설명한다. 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치에 기초한 유전자 증폭의 절차를 예시적으로 도시한 것이다.
- [0156] 도 10을 참조하면, 먼저 표적 유전자의 증폭을 위해, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 모듈형 미세 유체 장치의 반응부 상에 표적 유전자를 포함하는 유체가 주입된다 (S110). 그 다음, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 모듈

형 미세 유체 장치의 온도 조절부에 의해 미리 결정된 온도 환경이 조절되고, 표적 유전자의 증폭이 유도된다 (S120).

- [0157] 보다 구체적으로, 표적 유전자를 포함하는 유체가 주입되는 단계 (S110) 에서, 유체는 모듈형 미세 유체 장치의 주입부를 통해 주입될 수 있다.
- [0158] 예를 들어, 표적 유전자를 포함하는 유체가 주입되는 단계 (S110) 에서, 유체는 모듈형 미세 유체 장치와 연결된 타 모듈 미세 유체장치로부터 주입부를 통해 내부로 주입될 수 있다. 그 다음, 유체는 모듈형 미세 유체 장치의 유체 유동부의 수직부에 의해 상부로 유동하고, 유체 유동부의 수평부를 통해 이의 상부에 위치한 반응부, 보다 구체적으로 반응부 내부의 유동 채널로 유동할 수 있다. 다음으로, 유체는 반응부의 밸브부가 열리면 유동 채널과 연결된 반응 챔버에 도달하게 된다. 유체가 반응 챔버에 도달하게 되면, 반응부의 밸브부가 닫히게 된다.
- [0159] 본 발명의 특징에 따르면, 표적 유전자를 포함하는 유체가 주입되는 단계 (S110) 이전에, 표적 유전자의 증폭을 위한 전처리가 수행되는 단계가 더 수행될 수 있다.
- [0160] 예를 들어, 전처리가 수행되는 단계에서, 유체 시료는, 유체 시료의 종류에 따라 유전자의 추출은 위한 용균 (lysis) 과정, 또는 유체 시료 내의 불순물을 제거하기 위한 필터링 과정, 또는 PCR의 수행을 위한 프라이머, PCR 리액션 버퍼 (PCR reaction buffer) 등의 시료들과의 믹싱 과정을 거칠 수 있다.
- [0161] 마지막으로, 표적 유전자의 증폭이 유도되는 단계 (S120) 에서, 표적 유전자의 증폭을 위해 미리 결정된 온도 환경이 조성된다.
- [0162] 예를 들어, 표적 유전자의 증폭이 유도되는 단계 (S120) 에서, 유체가 포집된 반응 챔버는, 미리 결정된 수준의 온도를 제공하는 온도 조절부에 의해 PCR을 위한 온도 환경이 조성될 수 있다. 보다 구체적으로, 온도 조절부는 DNA의 변성 (Denaturation), 결합 (Annealing), 신장 (Elongation) 의 유도를 위해 미리 결정된 온도를 반응 챔버에 전달할 수 있다. 최종적으로, 반응 챔버 상의 증폭된 표적 유전자가 획득될 수 있다.
- [0163] 이상의 본 발명의 다양한 실시예에 따른 유전자 증폭 방법은, 별도의 PCR 장치 없이도 유전자 증폭 기술의 구현이 가능하다. 이에, 상기 방법은 저 농도로 존재하고 빠른 검출 결과가 요구되는 식중독 균과 같은 병원체의 검출과 같은 현장 진단 검사 시스템에 적용될 수 있다.
- [0164] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예를 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시 예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 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.

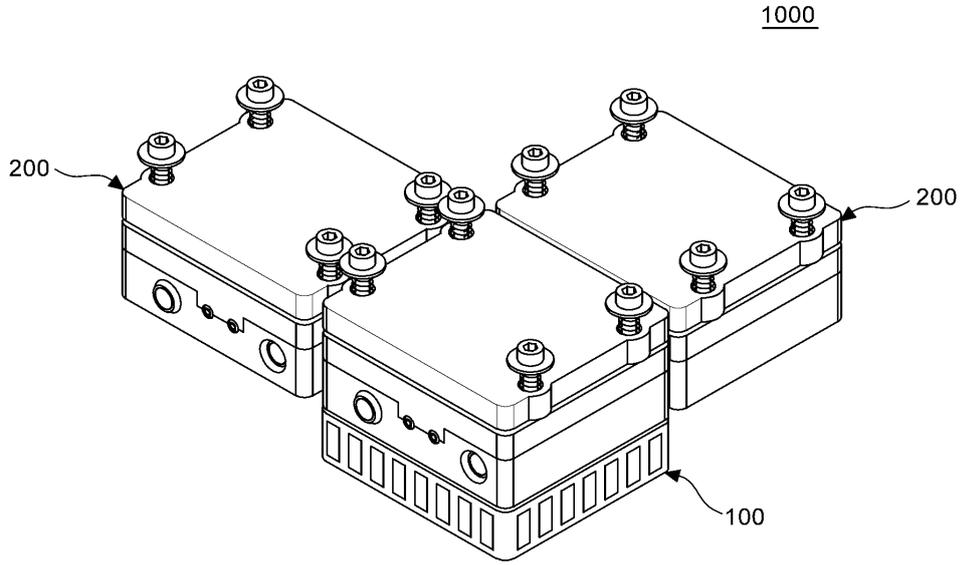
부호의 설명

- [0165] 100: 모듈형 미세 유체 장치
- 200: 타 모듈형 미세 유체 장치
- 110: 하우징부
- 110a: 제1 하우징부
- 110b: 제2 하우징부
- 112a: 제1 결합부
- 112b: 제2 결합부
- 114: 주입부
- 116: 트렌치부
- 120: 방열부

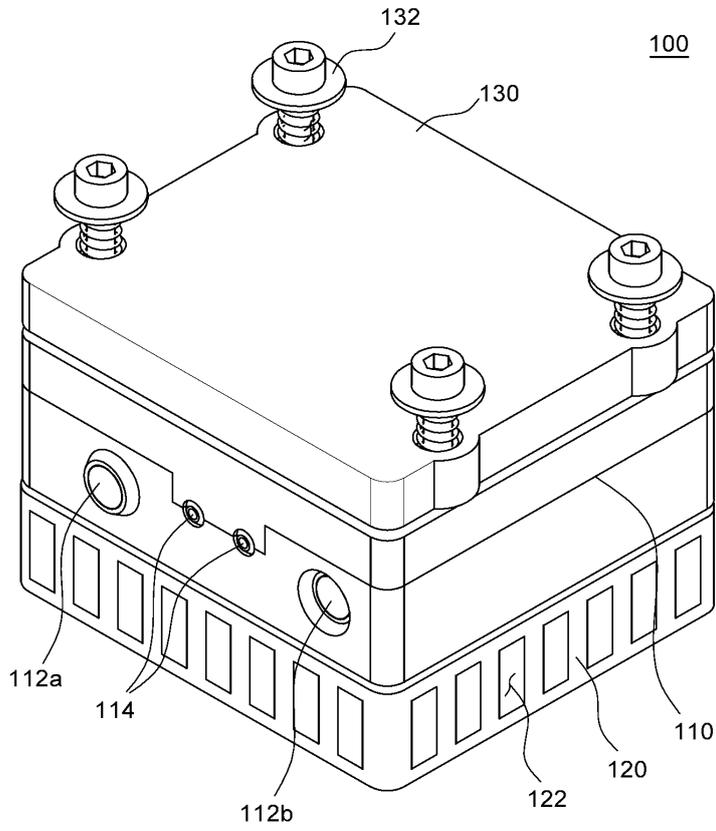
- 122: 슬릿
- 124: 필터
- 126: 냉각팬
- 130: 커버부
- 132: 체결부
- 132a: 체결부의 바디
- 132b: 스프링부
- 132c: 와셔부
- 134, 152: 체결홀
- 140: 온도 조절부
- 140a: 열 전도부
- 140b: 전극
- 150: 열 확산부
- 160: 유체 유동부
- 160a: 수직부
- 160b: 수평부
- 162: 제1 홀
- 164: 제2 홀
- 166: 제3 홀
- 170: 반응부
- 171: 주입홀
- 172: 유동 채널
- 174: 벨브부
- 176: 반응 챔버
- 178: 열 확산 차단부
- 179: 배출홀
- 1000: 유체 유동 시스템

도면

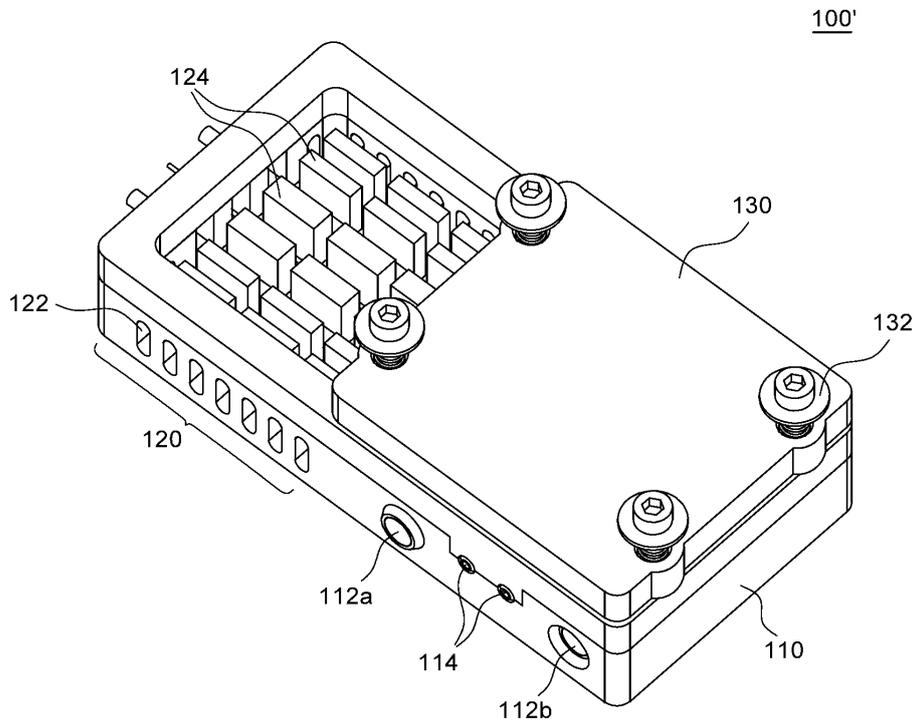
도면1



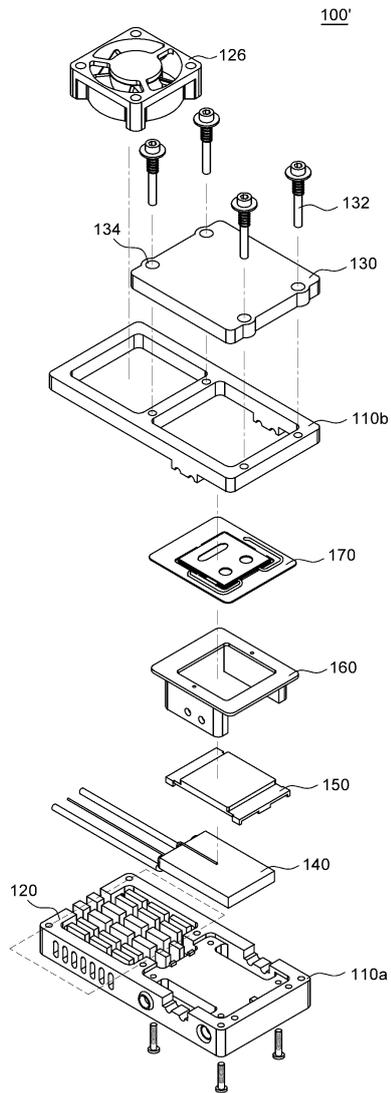
도면2



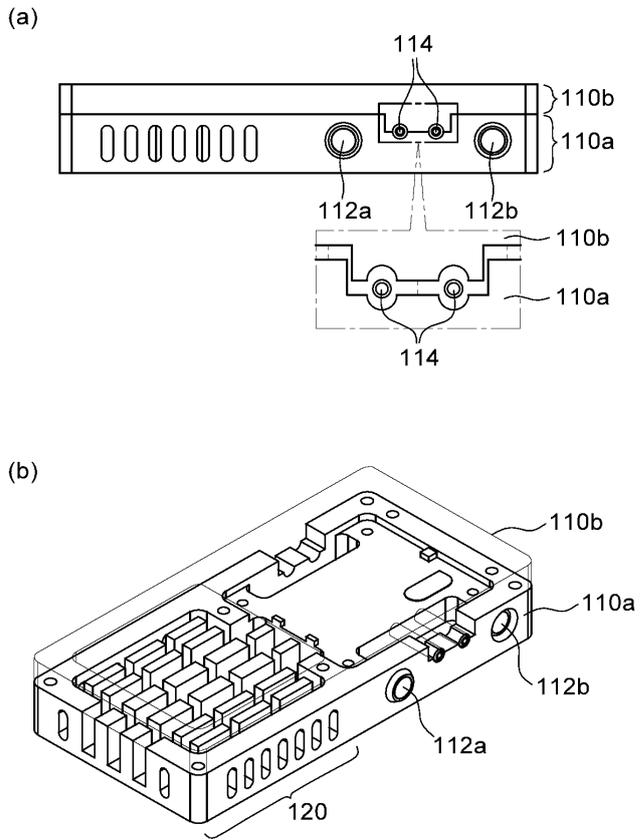
도면3a



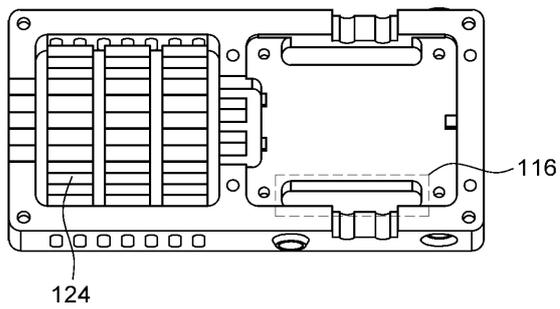
도면3b



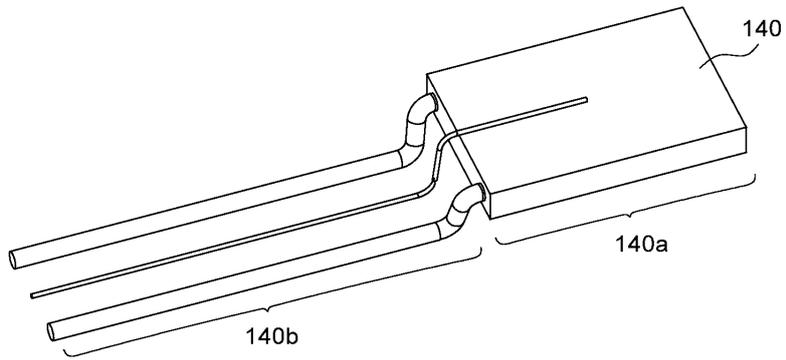
도면4a



도면4b

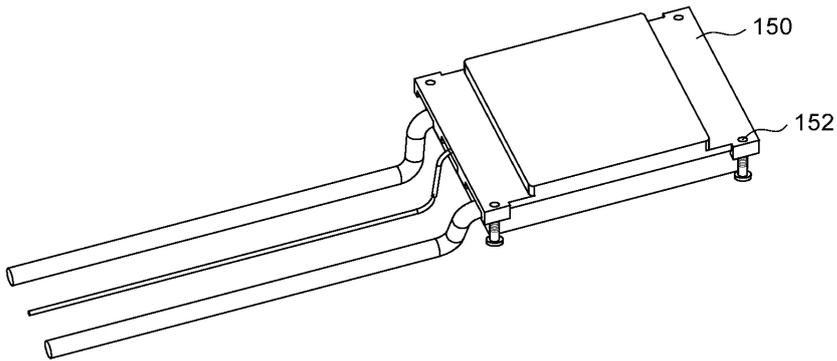


도면5a

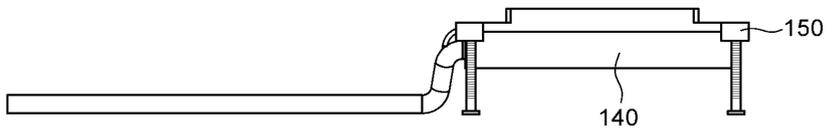


도면5b

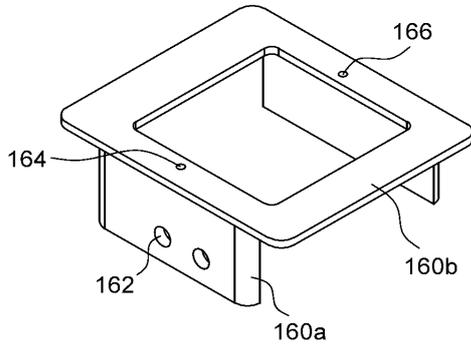
(a)



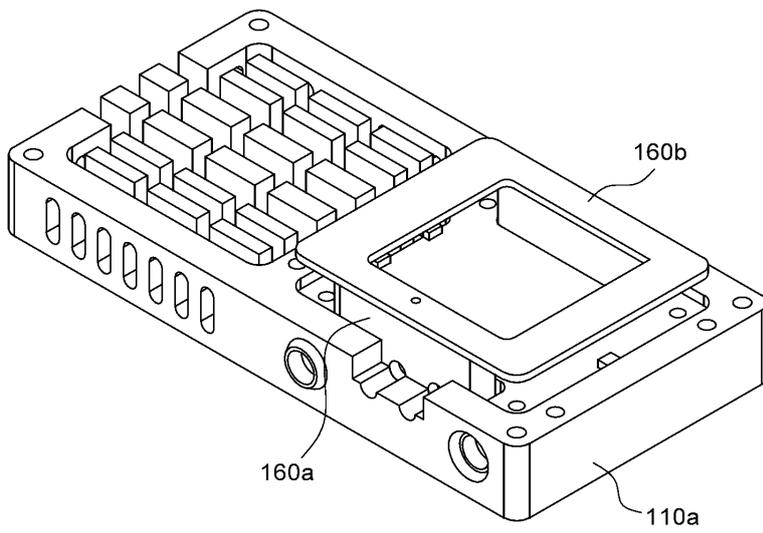
(b)



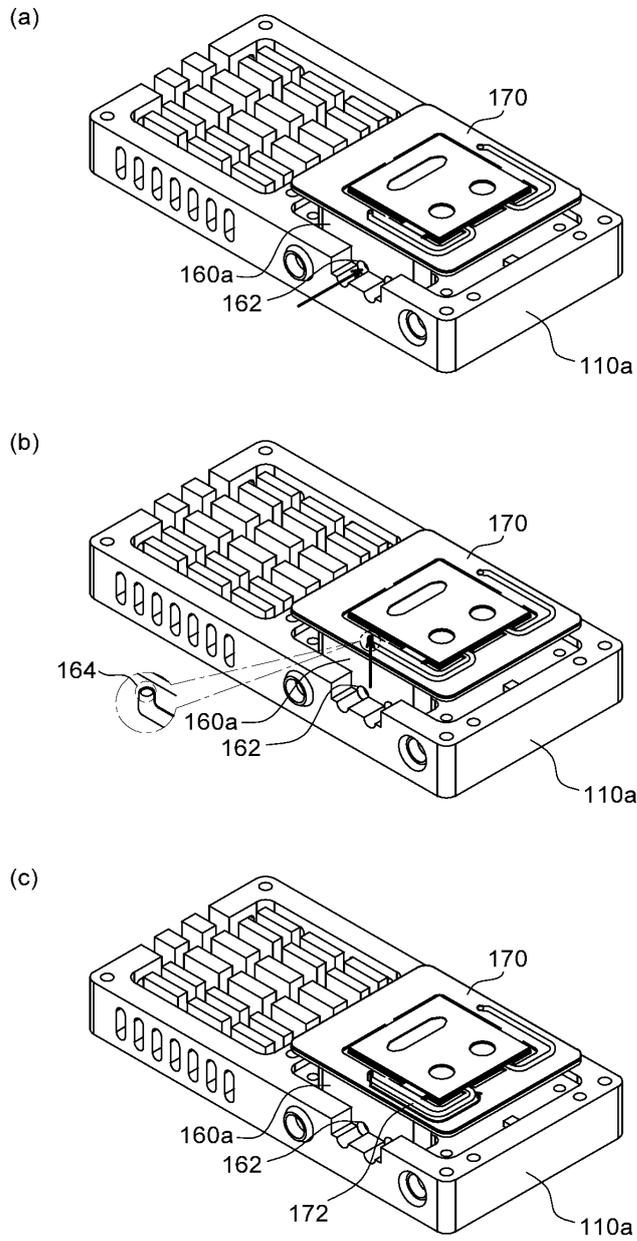
도면6a



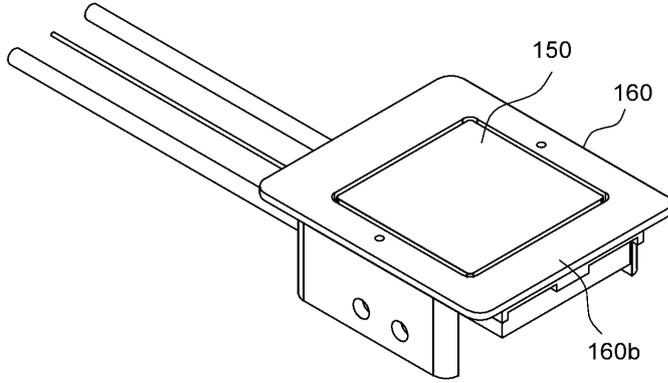
도면6b



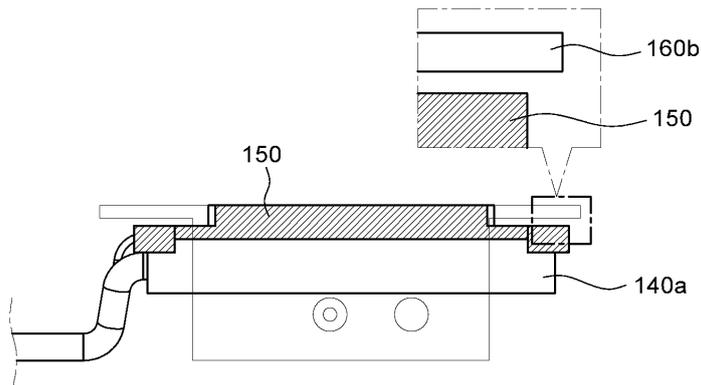
도면6c



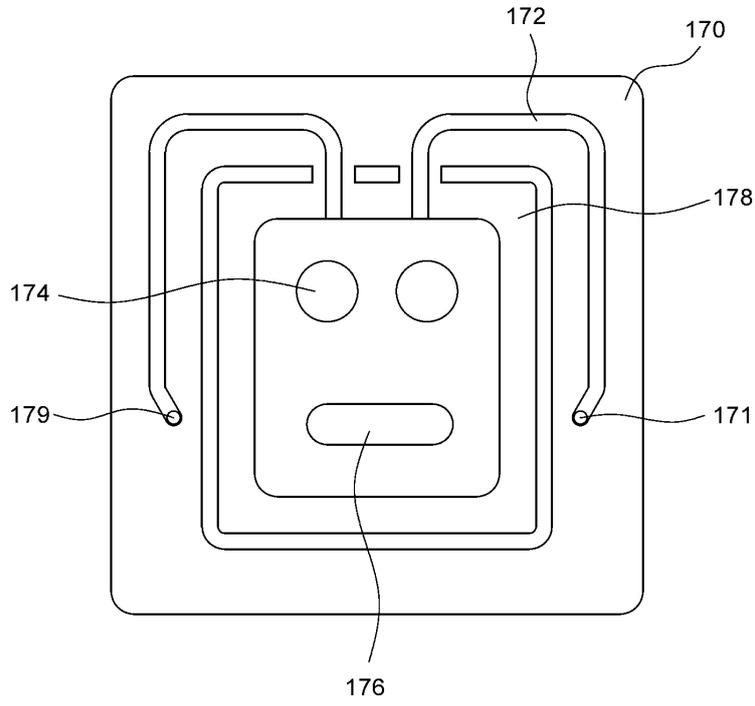
도면6d



도면6e

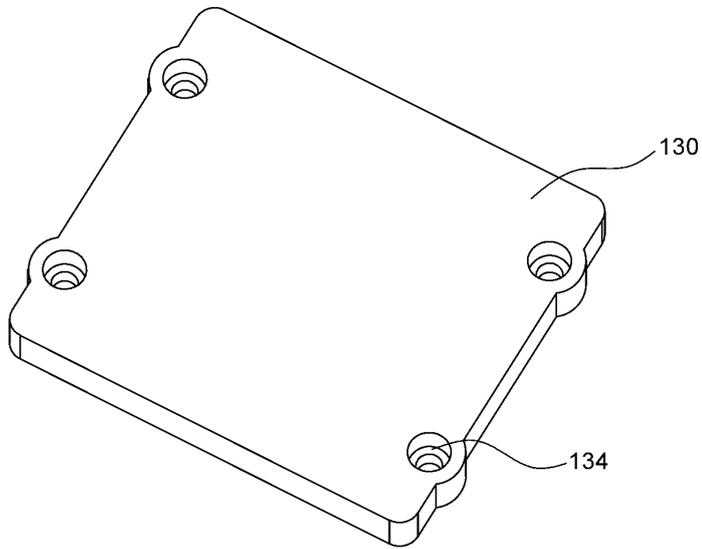


도면7

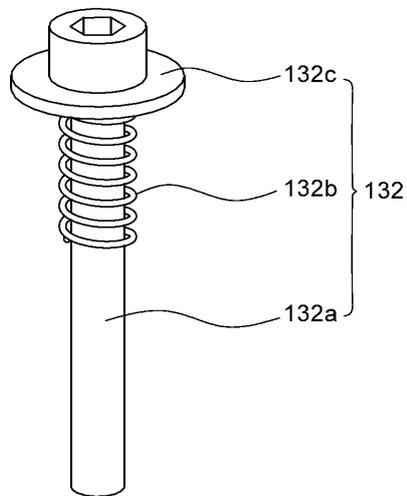


도면8a

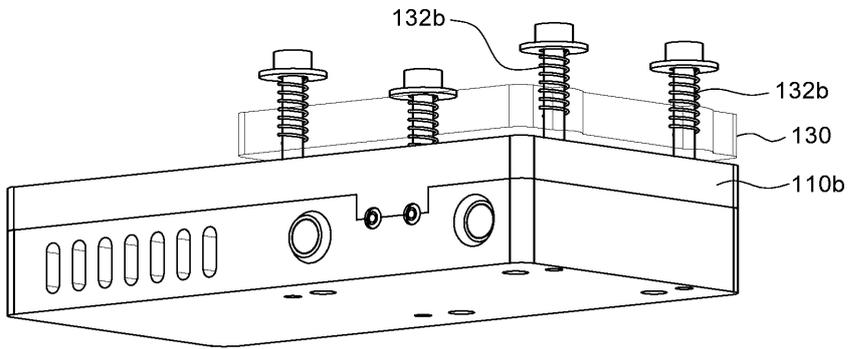
(a)



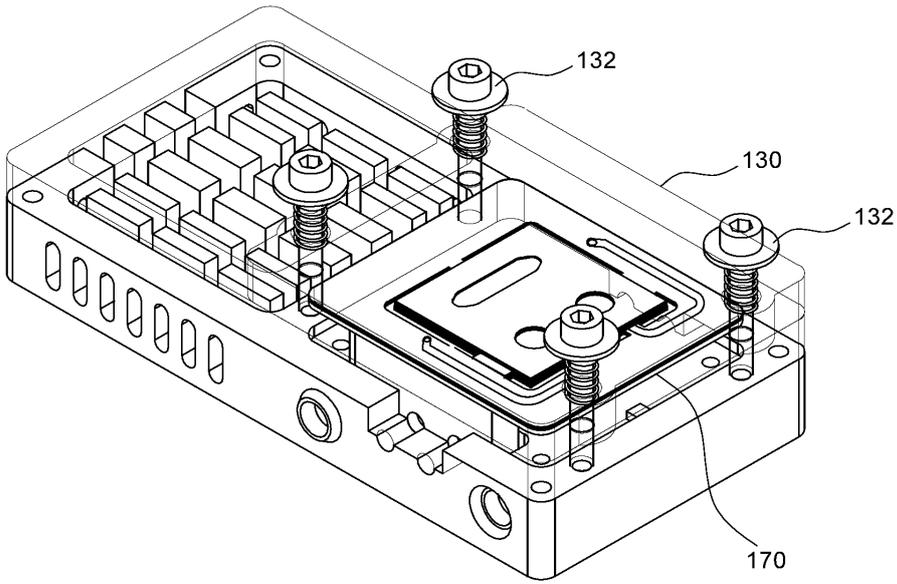
(b)



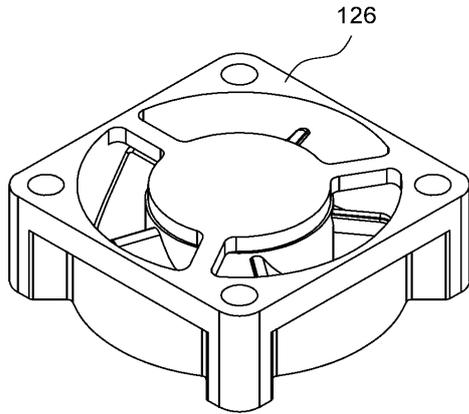
도면8b



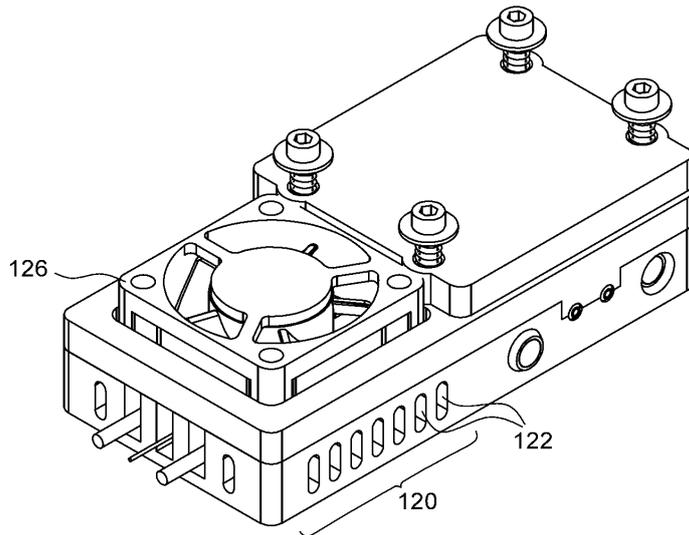
도면8c



도면9a



도면9b



도면10

