



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0132855  
(43) 공개일자 2022년10월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B01L 7/00 (2006.01) C12Q 1/6844 (2018.01)  
(52) CPC특허분류  
B01L 7/52 (2013.01)  
C12Q 1/6846 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2021-0037923  
(22) 출원일자 2021년03월24일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
(72) 발명자  
정원중  
경기도 수원시 영통구 광고호수공원로 80, 102동  
4301호 (원천동, 광고아이파크)  
남궁각  
경기도 수원시 영통구 삼성로 130 ,본관동5층(삼  
성전자소재연구단지)  
윤영준  
서울특별시 관악구 신림로7가길 20 (신림동)  
(74) 대리인  
특허법인 신지

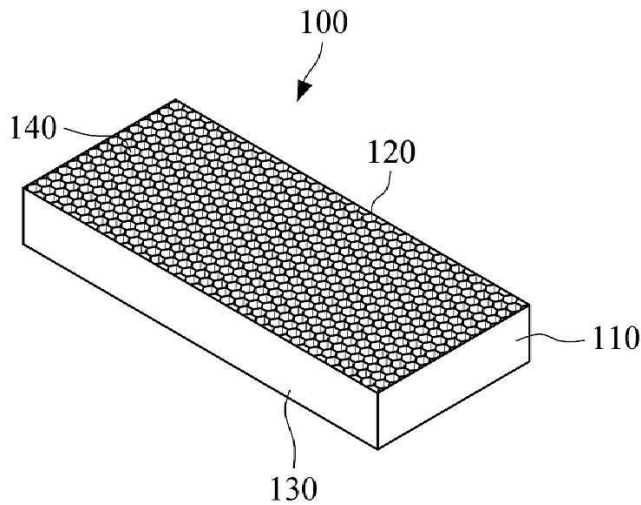
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 유전자 증폭 칩, 유전자 증폭 장치, 및 유전자 증폭 칩의 제조방법

(57) 요약

일 양상에 따른 유전자 증폭 칩은, 기관, 기관의 상부면에서 하부면 방향으로 관통되도록 형성되고, 내부에서 유전자 증폭반응이 발생하는 관통 홀을 포함하는 관통 홀 어레이, 및 기관의 상부면 및 하부면 중 적어도 하나의 면에 증착되며, 광을 이용해 열을 발생시키는 광-열 필름을 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*B01L 2200/0663* (2013.01)

*B01L 2300/0829* (2013.01)

*B01L 2300/0861* (2013.01)

*B01L 2300/12* (2013.01)

*B01L 2300/16* (2013.01)

*B01L 2300/1805* (2013.01)

*C12Q 2563/107* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기관;

상기 기관의 상부면에서 하부면 방향으로 관통되도록 형성되고, 내부에서 유전자 증폭반응이 발생하는 관통 홀을 포함하는 관통 홀 어레이; 및

상기 기관의 상부면 및 하부면 중 적어도 하나의 면에 증착되며, 광을 이용해 열을 발생시키는 광-열 필름을 포함하는 유전자 증폭 칩.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서

상기 기관은,

실리콘(Si), 유리(Glass), 고분자(polymer), 및 금속(metal) 중 어느 하나로 구성되는 유전자 증폭 칩.

#### 청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 기관의 두께는 1mm 이하인 유전자 증폭 칩.

#### 청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 관통 홀 각각의 부피는 1nL 이하인 유전자 증폭 칩.

#### 청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 관통 홀의 개수는 적어도 2만개 이상인 유전자 증폭 칩.

#### 청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 관통 홀의 형태는,

원통, 또는 다각기둥인 유전자 증폭 칩.

#### 청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 관통 홀의 형태가 육각기둥 인 경우,

상기 관통 홀의 단면적의 빗 거리(diagonal distance)는  $100\mu\text{m}$  이하인 유전자 증폭 칩.

#### 청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 광-열 필름의 두께는  $10\mu\text{m}$  이하인 유전자 증폭 칩.

#### 청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 광-열 필름은,

상기 관통 홀 각각의 격벽에 더 증착된 유전자 증폭 칩.

#### 청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 광-열 필름은,

금속층(metal layer)으로 형성되는 유전자 증폭 칩.

#### 청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 광-열 필름은,

나노 입자, 나노 막대, 나노 디스크, 및 나노 섬 중 적어도 어느 하나로 형성되는 유전자 증폭 칩.

#### 청구항 12

제 1항에 있어서,

상기 광-열 필름에 부착되는 보조 필름을 더 포함하는 유전자 증폭 칩.

#### 청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 보조 필름은,

이산화 규소( $\text{SiO}_2$ ), 이산화 타이타늄( $\text{TiO}_2$ ), 이산화 탄탈( $\text{TaO}_2$ ), SiN, 및 폴리머(polymer) 중 어느 하나로 형성되는 유전자 증폭 칩.

#### 청구항 14

제 1항에 있어서,

상기 기판과 상기 광-열 필름 사이에 배치되어 광-열 필름의 접착력을 향상시키는 접착 막을 더 포함하는 유전

자 증폭 칩.

#### 청구항 15

본체;

유전자 증폭 칩;

상기 본체의 일면에 배치되며, 유전자 증폭 칩이 삽입되도록 형성되고, 용액 주입구 및 용액 배출구와 유관을 통해 연결된 챔버;

유전자 증폭 칩에 광을 조사하는 광원; 및

증폭된 유전자로부터 방출된 형광을 검출하는 디텍터를 포함하되,

상기 유전자 증폭 칩은,

기판;

상기 기판의 상부면에서 하부면 방향으로 관통되도록 형성되고, 내부에서 유전자 증폭반응이 발생하는 관통 홀을 포함하는 관통 홀 어레이; 및

상기 기판의 상부면 및 하부면 중 적어도 하나의 면에 증착되며, 광을 이용해 열을 발생시키는 광-열 필름을 포함하는 유전자 증폭장치.

#### 청구항 16

제 15항에 있어서,

상기 챔버는,

상부면 및 하부면을 포함하고,

상기 유전자 증폭 칩은,

상기 상부면 및 하부면 사이에 삽입되는 유전자 증폭장치.

#### 청구항 17

제 15항에 있어서,

상기 용액 주입구를 통해 용액이 로딩되어 상기 유관을 따라 챔버 내로 유입되면, 상기 용액은 모세관 현상에 의하여 상기 관통 홀 내부로 주입되는 유전자 증폭장치.

#### 청구항 18

제 15항에 있어서,

상기 용액 주입구를 통해 로딩된 용액이 상기 관통 홀 내부로 주입된 후, 상기 관통홀의 내부를 제외한 챔버 내에 남아있는 용액을 용액 배출구로 배출시키는 커팅부를 더 포함하는 유전자 증폭장치.

#### 청구항 19

제 15항에 있어서,

광원을 온 오프 방식으로 구동시켜 상기 광-열 필름을 가열 및 냉각 시키는 광원 제어부를 더 포함하는 유전자

증폭장치.

#### 청구항 20

제 15항에 있어서,  
상기 광-열 필름은,  
관통홀 내부에서 증폭된 유전자로부터 방출된 형광을 상기 디텍터 방향으로 반사시키는 유전자 증폭장치.

#### 청구항 21

기관의 상부면에서 하부면 방향으로 관통 홀이 형성되도록 에칭(Etching)하는 단계;  
상기 기관의 하부면을 평탄화시키는, CMP공정을 포함하는 시닝(Thinning) 단계;  
상기 기관의 상부면 및 하부면 중 적어도 어느 하나의 면에 광-열 필름을 증착시키는 단계를 포함하는 유전자 증폭 칩 제조방법.

#### 청구항 22

제 21항에 있어서,  
상기 광-열 필름을 관통 홀 각각의 격벽에 증착시키는 단계를 더 포함하는 유전자 증폭 칩 제조방법

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 유전자 증폭 칩 및 장치와 관련된다.

#### 배경 기술

[0002] 임상 혹은 환경과 관련된 시료의 분석은 일련의 생화학적, 화학적, 기계적 처리과정을 통하여 이루어진다. 최근에는 생물학적인 시료의 진단이나 모니터링을 위한 기술개발이 상당한 관심을 끌고 있다. 최근 핵산을 기반으로 한 분자진단 방법은 그 정확도 및 민감도가 우수하여 감염성 질환이나 암진단, 약물유전체학, 신약 개발 등에서 활용도가 상당히 증가하고 있다. 이러한 다양한 목적에 따라 시료를 간편하고 정밀하게 분석하기 위하여 미세 유체 소자가 널리 사용되고 있다.

#### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0003] 유전자 증폭 칩과, 유전자 증폭 칩을 이용한 유전자 증폭 장치, 및 유전자 증폭 칩의 제조방법이 제시된다.

#### 과제의 해결 수단

[0004] 일 양상에 따르면, 유전자 증폭 칩은 기관, 기관의 상부면에서 하부면 방향으로 관통되도록 형성되고, 내부에서 유전자 증폭반응이 발생하는 관통 홀을 포함하는 관통 홀 어레이, 및 기관의 상부면 및 하부면 중 적어도 하나의 면에 증착되며, 광을 이용해 열을 발생시키는 광-열 필름을 포함할 수 있다.

[0005] 기관은, 실리콘(Si), 유리(Glass), 고분자(polymer), 및 금속(metal) 중 어느 하나로 구성될 수 있다.

[0006] 기관의 두께는 1mm 이하일 수 있다.

[0007] 관통 홀 각각의 부피는 1nL 이하일 수 있다.

- [0008] 관통 홀의 개수는 적어도 2만개 이상일 수 있다.
- [0009] 관통 홀의 형태는, 원통, 또는 다각기둥일 수 있다.
- [0010] 이때, 관통 홀의 형태가 육각기둥 인 경우, 관통 홀의 단면적의 빗 거리(diagonal distance)는 100 μm 이하일 수 있다.
- [0011] 광-열 필름의 두께는 10 μm 이하일 수 있다.
- [0012] 광-열 필름은, 관통 홀 각각의 격벽에 더 증착될 수 있다.
- [0013] 광-열 필름은 금속층(metal layer)으로 형성될 수 있다.
- [0014] 광-열 필름은 나노 입자, 나노 막대, 나노 디스크, 및 나노 섬 중 적어도 어느 하나로 형성될 수 있다.
- [0015] 일 양상에 따른 유전자 증폭 칩은 광-열 필름에 부착되는 보조 필름을 더 포함할 수 있다.
- [0016] 이때, 보조 필름은, 이산화 규소(SiO2), 이산화 타이타늄(TiO2), 이산화 탄탈(TaO2), SiN, 및 폴리머(polymer) 중 어느 하나로 형성될 수 있다.
- [0017] 일 양상에 따른 유전자 증폭 칩은, 기판과 광-열 필름 사이에 배치되어 광-열 필름의 접착력을 향상시키는 접착 막을 더 포함할 수 있다.
- [0018] 일 양상에 따른 유전자 증폭 장치는, 본체, 유전자 증폭 칩, 본체의 일면에 배치되며, 유전자 증폭 칩이 삽입 되도록 형성되고, 용액 주입구 및 용액 배출구와 유관을 통해 연결된 챔버, 유전자 증폭 칩에 광을 조사하는 광원, 및 증폭된 유전자로부터 방출된 형광을 검출하는 디텍터를 포함하되, 유전자 증폭 칩은, 기판, 기판의 상부면에서 하부면 방향으로 관통되도록 형성되고, 내부에서 유전자 증폭반응이 발생하는 관통 홀을 포함하는 관통 홀 어레이, 및 기판의 상부면 및 하부면 중 적어도 하나의 면에 증착되며, 광을 이용해 열을 발생시키는 광-열 필름을 포함할 수 있다.
- [0019] 챔버는, 상부면 및 하부면을 포함하고, 유전자 증폭 칩은, 상부면 및 하부면 사이에 삽입될 수 있다.
- [0020] 용액 주입구를 통해 용액이 로딩되어 유관을 따라 챔버 내로 유입되면, 용액은 모세관 현상에 의하여 관통 홀 내부로 주입될 수 있다.
- [0021] 일 양상에 따른 유전자 증폭 장치는, 용액 주입구를 통해 로딩된 용액이 관통 홀 내부로 주입된 후, 관통홀의 내부를 제외한 챔버 내에 남아있는 용액을 용액 배출구로 배출시키는 커팅부를 더 포함할 수 있다.
- [0022] 일 양상에 따른 유전자 증폭 장치는, 광원을 온 오프 방식으로 구동시켜 광-열 필름을 가열 및 냉각 시키는 광원 제어부를 더 포함할 수 있다.
- [0023] 광-열 필름은, 관통홀 내부에서 증폭된 유전자로부터 방출된 형광을 디텍터 방향으로 반사시킬 수 있다.
- [0024] 일 양상에 따른 유전자 증폭 칩의 제조방법은, 기판의 상부면에서 하부면 방향으로 관통 홀이 형성되도록 에칭(Etching)하는 단계, 기판의 하부면을 평탄화시키는, CMP공정을 포함하는 시닝(Thinning) 단계, 기판의 상부면 및 하부면 중 적어도 어느 하나의 면에 광-열 필름을 증착시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0025] 이때, 유전자 증폭 칩의 제조방법은, 광-열 필름을 관통 홀 각각의 격벽에 증착시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0026] 복수 개의 관통 홀, 및 광열 필름을 이용하여 포토닉(Photonic), 및 디지털(Digital) PCR을 구현함으로써 유전자 증폭시간을 단축하고, 민감도와 정확성을 향상시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0027] 도 1은 일 실시예에 따른 유전자 증폭 칩을 도시한 것이다.
- 도 2는 광열 필름이 증착된 유전자 증폭 칩의 측면을 도시한 것이다.
- 도 3은 다른 실시예에 따른 유전자 증폭 칩을 도시한 것이다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 유전자 증폭 장치를 도시한 것이다.

도 5는 도 4의 챔버의 측면을 도시한 것이다.

도 6a 내지 6e는 용액이 관통 홀에 주입되는 과정을 도시한 것이다.

도 6f 내지 6k는 커팅부에 의해 관통홀의 내부를 제외한 챔버 내에 남아있는 용액을 용액 배출구로 배출시키는 과정을 도시한 것이다.

도 7은 일 실시예에 따른 유전자 증폭장치의 블록도이다.

도 8은 다른 실시예에 따른 유전자 증폭장치의 블록도이다.

도 9는 일 실시예에 따른 유전자 증폭 칩의 제조방법의 흐름도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다. 기재된 기술의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0029] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0030] 이하, 유전자 증폭 칩, 유전자 증폭 장치 및 유전자 증폭 칩의 제조방법의 다양한 실시예들을 도면들을 참고하여 자세히 설명한다.
- [0031] 도 1은 일 실시예에 따른 유전자 증폭 칩을 도시한 것이다.
- [0032] 도 1을 참조하면, 유전자 증폭 칩(100)은 기관(110), 기관의 상부면(120), 기관의 하부면(130), 및 관통 홀(140) 어레이를 포함한다.
- [0033] 기관(110)은 실리콘(Si), 유리(Glass), 고분자(polymer), 금속(metal), 세라믹, 그래파이트(graphite) 등의 무기물, 아크릴계, PET(PolyEthylene Terephthalate), 폴리카보네이트(polycarbonate), 폴리스틸렌(polystyrene), 폴리프로필렌(polypropylene) 중 어느 하나로 구성될 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다. 기관의 두께, 즉 기관(110)의 상부면(120)에서부터 하부면(130)까지의 길이는 1mm 이하일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니고 자유로이 변형이 가능하다.
- [0034] 관통 홀(140)은 도시된 바와 같이 기관(110)의 상부면(120)에서 하부면(130)방향으로 관통되도록 형성될 수 있다. 관통 홀(140)을 형성할 때, 심도 반응성-이온 에칭(DRIE)을 포함하는 에칭, CMP 공정을 포함하는 시닝이 수행될 수 있다. 관통 홀의 형성방법과 관련하여서는 도 9에서 자세히 설명한다.
- [0035] 관통 홀(140)의 부피는 1nL이하일 수 있으며, 관통 홀(140)의 개수는 적어도 2만개 이상일 수 있다. 관통 홀(140)은 원통 또는 육각 기둥일 수 있으나, 이에 제한되지 않고 기타 다각기둥 등 다양한 형태로 형성될 수 있다. 관통 홀(140)의 형태가 육각기둥인 경우, 관통 홀(140)의 단면적의 빗 거리(diagonal distance)는 100 μm 이하일 수 있다. 다만 이러한 관통 홀(140)의 개수, 형태, 또는 부피와 같은 특성은 이에 제한되는 것이 아니고, 자유로이 변형이 가능하다.
- [0036] 관통 홀(140) 내부에서는 유전자 증폭반응이 일어난다. 이때, 각 관통 홀(140)에서 RNA 샘플을 역전사 효소를 이용하여 역전사하는 과정이 수행될 수도 있다. 유전자 증폭반응은 예컨대 PCR(polymerase chain reaction) 증폭 및 등온 증폭 중의 적어도 하나를 포함하는 핵산 증폭 반응, 산화-환원 반응 및 가수분해 반응 등을 포함할 수 있다. 이때 유전자는 RNA(ribonucleic acid), DNA(deoxyribonucleic acid), PNA(peptide nucleic acid), LNA(locked nucleic acid) 중의 하나 또는 둘 이상의 복합체(duplex)등을 포함할 수 있다. 다만, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0037] 유전자 증폭 칩(100)은 광-열 필름(도 2, 220)을 포함할 수 있다. 광-열 필름이 증착된 유전자 증폭 칩(100)의

형태를 도 2를 참조하여 설명한다.

- [0038] 도 2는 광열 필름이 증착된 유전자 증폭 칩의 측면을 도시한 것이다.
- [0039] 도 2를 참조하면, 유전자 증폭 칩은 전술한 기관(110), 기관의 상부면(120), 기관의 하부면(130), 및 관통 홀(140) 어레이 외에, 광-열 필름(220)을 더 포함할 수 있다. 도 2는 기관의 상부면(120), 기관의 하부면(130), 및 관통 홀의 격벽(210)에 광-열 필름(220)이 증착된 상태를 도시하였다. 이때 광-열 필름(220)은 패턴으로 증착될 수 있다.
- [0040] 도 2에 도시된 바와 달리, 기관의 상부면(120), 기관의 하부면(130), 및 관통 홀의 격벽(210) 중 어느 하나에만 광-열 필름(220)이 증착될 수 있고, 기관의 상부면(120), 및 기관의 하부면(130)에만 광-열 필름(220)이 증착될 수도 있다. 이때, 기관의 상부면(120), 기관의 하부면(130), 및 관통 홀의 격벽(210)에 모두 광-열 필름(220)이 증착된 경우보다, 공정 복잡도 또는 제조비용 측면에서 유리할 수 있다.
- [0041] 광-열 필름(220)의 두께는 10 μm 이하일 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 또한 광-열 필름(220)은 금속층(metal layer)으로 형성될 수 있으나, 이에 제한되지 않고 광-열 필름(220)은 금속을 산화시킨 물질, 준금속, 및 비금속으로 구성될 수도 있다. 예를 들어 광-열 필름(220)은 적외선 흡수능이 우수하여 레이저 조사시 광열 변환 효과가 우수한 산화 텅스텐계 물질로 구성될 수도 있다.
- [0042] 광-열 필름(220)은 나노 구조로 형성될 수 있다. 예를 들어, 광-열 필름(220)은 지름 50nm 이하, 두께 50nm 이하의 나노 입자, 나노 막대(nanorod), 나노 디스크(nanodisc), 또는 나노 섬(nanoisland)으로 형성될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니고 이외에도 다양한 나노 구조로 형성되는 것이 가능하다.
- [0043] 또한 광-열 필름(220)은 도 2에 도시되지는 않았지만, 카본블랙, 가시광선 염료, 자외선 염료, 적외선 염료, 형광 염료, 방사선 편광 염료, 안료, 금속 화합물, 및 다른 적합한 흡수 재료를 광-열 변환 물질로 추가적으로 포함할 수도 있다.
- [0044] 광-열 필름(220)은 예컨대 도 4의 광원(460)으로부터 광을 수신하고, 수신된 광을 통해 열을 발생(photonic heating)시킬 수 있다. 이때 광-열 필름(220)이 유전자 증폭 칩(100)의 복수의 위치에 증착 됨으로써, 온도를 균일하게 제어하는 것이 가능하고, 열 발생 효율이 증가한다.
- [0045] 도 3은 다른 실시예에 따른 유전자 증폭 칩을 도시한 것이다.
- [0046] 도 3을 참조하면, 유전자 증폭 칩은 기관(110)과 광-열 필름(220) 사이에 배치되어 광-열 필름(220)의 접착력을 향상시키는 접착 막(310)을 더 포함할 수 있다. 접착 막(310)의 성분에는 제한이 없으며, 접착 막(310)에는 접착제가 도포될 수 있다. 또한 접착제를 보호하기 위한 이형지가 부착될 수도 있다. 또한, 접착 막(310)은 광-열 필름(220)과 기관(110) 사이의 접착력을 향상시키는 별도의 구성(미도시)을 추가적으로 포함할 수도 있다.
- [0047] 유전자 증폭 칩(100)은 보조 필름(320)을 더 포함할 수 있다.
- [0048] 보조 필름(320)은 광-열 필름(220)이 관통 홀 내부에서의 유전자 증폭과정을 방해하는 것을 방지하여, 유전자 증폭과정을 보호할 수 있다. 광-열 필름(220)에 전하가 대전될 경우, 유전자 증폭과정에 사용되는 바이오 물질(미도시)이 광-열 필름(220)쪽으로 당겨질 수 있고, 그에 따라 전체적인 유전자 증폭과정이 저해될 수 있다. 보조 필름(320)은 바이오 물질(미도시)이 광-열 필름(220)의 방향으로 당겨지는 것을 방지하여 유전자 증폭과정을 보호할 수 있다.
- [0049] 또한 보조 필름(320)은 광-열 필름(220)의 광열효과를 증폭시키기 위한 물질을 포함할 수도 있다. 이때, 보조 필름(320)은 광열 효과를 증폭시키기 위한 다양한 물질을 포함한 복수의 필름이 다층 구조로 적층 형성될 수 있다. 보조 필름(320)은 광-열 필름(220)이 관통 홀 내부에서의 유전자 증폭과정을 저해하지 못하게 함과 동시에, 광열효과를 증폭시킬 수도 있다.
- [0050] 보조 필름(320)은 도시된 바와 같이, 광-열 필름(220)을 감싸도록 부착될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어 보조 필름(320)은 기관(110)의 상부면(120), 및/또는 하부면(130)에 배치된 광-열 필름(220)에는 부착되지 않고, 관통 홀(140)의 격벽(210)에 배치된 광-열 필름(220)에만 부착될 수 있다. 보조 필름(320)은, 이산화 규소(SiO<sub>2</sub>), 이산화 타이타늄(TiO<sub>2</sub>), 이산화 탄탈(TaO<sub>2</sub>), SiN, 및 폴리머(polymer) 중 어느 하나로 형성될 수 있으나, 이에 제한됨이 없이 자유로이 변형이 가능하다.
- [0051] 이때 접착 막(310), 및 보조 필름(320)은 광-열 필름(220)이 기관의 상부면(120)등에 증착된 방식과 마찬가지로 화학적 증기 증착법(CVD), 물리적 기상 증착법(PVD), 원자층 증착법(ALD), 스퍼터링(sputtering), 및 증발 탈수

법(evaporation) 등을 이용하여 각각 관통 홀과 광-열 필름(220) 사이 또는 광-열 필름을 감싸도록 배치될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

- [0052] 도 3에는 접착 막(310), 및 보조 필름(320)이 함께 도시되어 있으나, 유전자 증폭 칩(100)은 접착 막(310), 및 보조 필름(320) 중 어느 하나 만을 포함할 수 있다.
- [0053] 도 4는 일 실시예에 따른 유전자 증폭 장치를 도시한 것이다.
- [0054] 도 4를 참조할 때, 유전자 증폭장치(400)는 본체(410), 용액 주입구(420), 용액 배출구(430), 본체의 일면에 배치되며 용액 주입구(420) 및 용액 배출구(430)와 유관(440a, 440b)을 통해 연결된 챔버(450), 및 챔버(450) 내에 삽입된 유전자 증폭 칩(100)을 포함할 수 있다. 본체(410)는 챔버(450)가 삽입될 수 있는 홈(미도시)을 포함할 수 있다
- [0055] 유전자 증폭반응에 이용되는 용액은 용액 주입구(420)를 통해 로딩된다. 이때, 용액은 호흡기 분비물, 혈액, 소변, 땀, 눈물, 침 중의 적어도 하나를 포함하는 체액(bio-fluid), 폐결핵(upper respiratory tract)의 스왑(swab) 샘플, 또는 이러한 체액이나 스왑 샘플 등을 다른 매질에 분산시킨 용액을 포함할 수 있다. 이때, 다른 매질은 물, 식염수, 알코올, 인산 완충 식염수, 바이러스 전달 매체(vital transport media) 등을 포함하며 이에 한정되는 것은 아니다. 이때, 샘플의 부피는 1~ 1000  $\mu$ L일 수 있으며, 예컨대 20  $\mu$ L일 수 있다.
- [0056] 용액 주입구(420)에서 로딩된 용액은 챔버(450)로 유입되기 전에 전처리 될 수 있다. 예를 들어, 가열, 화학적 처리, 마그네틱 비드(magnet beads)를 이용한 처리, 고상 추출(solid phase extraction), 초음파를 이용한 처리 등의 전처리를 수행할 수 있다. 용액 주입구(420) 내부 또는 외부에 이러한 전처리를 위한 물질이나 구조물(미도시) 등이 형성될 수 있다.
- [0057] 또한, 용액 주입구(420)는 전계 효과 트랜지스터(field effect transistor, FET), 실리콘(Si) 포토닉스(photonic) 구조물, 2D 마이크로/나노 소재/구조 등을 포함할 수 있다. 또한, 용액 주입구(420)는 샘플의 온도를 조절하기 위한 광학(optical) 또는 전기적(electrical) 발열 특성을 갖는 구조물을 포함할 수 있다. 예컨대, 용액 주입구(420)는 예컨대 LED(light emitted diode), 레이저(laser), VCSEL(Vertical-cavity surface-emitting laser) 등과 같은 광원에 대하여 반응하는 광학적 발열 소재/구조 또는, 펠티어(peltier) 소자 등의 전기적 발열 소자 등을 포함할 수 있다.
- [0058] 유전자 증폭장치(400)는 증폭하고자 하는 유전자 별로 반응물을 포함하고 있는 저장소(미도시)를 더 포함할 수 있다. 이때, 유전자별 반응물은 동결 건조되어 저장소(미도시)에 고정될 수 있다. 이때, 유전자에 대한 반응물은 역전사 효소, 중합 효소, 리가아제(ligase), 페록시다아제(peroxidase), 프라이머(primer) 및 프로브(probe) 등을 포함할 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 프라이머는 올리고뉴클레오타이드(oligonucleotide) 예컨대, 대상 특정 단일 가닥 올리고뉴클레오타이드(target specific single strand oligonucleotide)로 구성될 수 있다. 또한, 프로브는 올리고뉴클레오타이드(oligonucleotide) 예컨대, 대상 특정 단일 가닥 올리고뉴클레오타이드(oligonucleotide), 형광 물질 및 활성 감소제(quencher) 등을 포함할 수 있다. 프로브는 여러 다른 종류의 물질들이 용해된 용액 상에서 특정 표적 분자와 상호 작용하여 특징적인 형광 신호를 나타낼 수 있다. 이러한 특징적인 신호는 유전자 증폭장치(400)의 디텍터(470) 및/또는 프로세서(미도시)에 의해 소정 시간 동안 추적, 검출 및 처리되어 유전자 검출에 활용될 수 있다.
- [0059] 도 4에는 용액 주입구(420)가 원형 인 것으로 도시되어 있으나, 용액 주입구(420)의 크기, 형태, 개수 등은 제한 없이 자유로이 변형될 수 있다.
- [0060] 용액 주입구(420)를 통해 로딩된 용액은 유관(440a)을 따라 챔버(450)내로 유입될 수 있다.
- [0061] 이때, 유관(440a, 440b)은 용액의 흐름을 제어하는 밸브(미도시)를 포함할 수 있다. 이때 밸브(미도시)는 유관(440a, 440b)을 개폐하는 다양한 방식의 마이크로 밸브 일 수 있다. 예컨대, 공압/열공압식(pneumatic/thermopneumatic actuated), 정전기식(electrostatically actuated), 압전식(piezoelectrically actuated), 전자기식(electromagnetically actuated) 등의 능동형(active microvalve) 밸브, 또는, 인위적인 외부의 동작 없이 시스템이 유체 흐름의 방향이나 계면장력의 차 등에 의하는 수동형(passive microvalve) 방식의 마이크로밸브를 포함할 수 있으며 특별히 제한되지 않는다.
- [0062] 유관(440a)은 용액 주입구(420)에 로딩되어 전처리된 샘플에서 미세입자를 차단하고 유체만을 통과시키는 필터(미도시)를 더 포함할 수 있다. 필터(미도시)는 미세 구멍을 갖는 일층 또는 다층의 막 형태의 필터일 수 있으며, 구멍의 크기에 따라 원하는 크기의 미세입자를 차단할 수 있다. 필터(미도시)는 예컨대, 실리콘(Silicon),

PVDF(polyvinylidene fluoride), 폴리에테르술폰(Polyethersulfone), 폴리카보네이트(Polycarbonate), 유리섬유(Glass Fiber), 폴리프로필렌(Polypropylene), 셀룰로스(Cellulose), 혼합 셀룰로스 에스테르(Mixed cellulose esters), PTFE(Polytetrafluoroethylene), 폴리에틸렌 테레프타레이트(Polyethylene Terephthalate), PVC(Polyvinyl chloride), 나일론(Nylon), 포스포셀룰로스(Phosphocellulose), DEAE(Diethylaminoethyl cellulose) 등의 재료로 제조될 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 구멍의 모양은 예컨대 원형, 사각형, 슬릿 형상, 글래스 파이버에 의한 불규칙한 형상 등 다양한 모양일 수 있다.

[0063] 도 4에는 유관(440a, 440b)이 직선의 형태로 챔버(450)의 좌우에 각각 하나씩 도시되어 있으나, 이에 제한되지 않는다. 예를 들어, 유관(440a, 440b)은 직선의 형태가 아닌 다양한 곡선의 형태일 수 있으며, 복수의 채널(미도시)을 포함할 수도 있다.

[0064] 용액 주입구(420)를 통해 로딩된 용액은 모세관 현상에 의해 유관(440a)을 따라 챔버(450)내로 유입될 수 있다. 다만 이와 달리, 유전자 증폭장치(400)는 능동/수동 구동 장치, 전기습윤(electro-wetting) 등 용액을 이동시키기 위한 구조물(미도시)을 더 포함할 수 있다. 이때, 능동(active)/수동(passive) 구동 장치는 수동 진공 펌프(passive vacuum void pump), 시린지 펌프(syringe pump), 진공 펌프(vacuum pump), 공기 펌프(pneumatic pump) 등을 포함할 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다.

[0065] 챔버(450)는 상부면 및 하부면을 포함하고, 상부면 및 하부면 사이에 유전자 증폭 칩(100)이 삽입될 수 있다. 이하 도 5를 통해 유전자 증폭 칩(100)이 챔버(450)내에 삽입된 형태를 살펴본다.

[0066] 도 5는 도 4의 챔버의 측면을 도시한 것이다. 상부면(450a), 및 하부면(450b) 사이에 유전자 증폭 칩(100)이 삽입되어 있다. 이때, 상부면(450a), 및 하부면(450b)은 유리(glass) 층일 수 있으나, 이에 제한되지 않고 다양한 성분으로 구성될 수 있다.

[0067] 설명의 편의를 위해 도 5에는 도시하지 않았으나, 도 2에서 설명한 바와 같이 유전자 증폭 칩(100)의 상부면(120), 하부면(130), 및 관통 홀(140)의 격벽(210)에는 광-열 필름(220)이 증착될 수 있고, 도 3에서 설명한 바와 같은 접착 막(310), 및/또는 보조 필름(320)이 증착될 수도 있다.

[0068] 도 6a 내지 6e를 통해 챔버(450)내로 용액이 유입되는 과정을 설명한다. 도 6a 내지 6e는 용액이 관통 홀에 주입되는 과정을 도시한 것이다.

[0069] 용액 주입구를 통해 로딩된 용액이 유관(440a)을 따라 챔버 내로 유입되면, 용액은 챔버의 상부면(450a)과 유전자 증폭 칩의 상부면(120) 사이의 통로(610)를 따라 이동하게 된다.

[0070] 통로(610)에 유입된 용액은 모세관 현상에 의하여 각 관통 홀(140a, 140b, 140c, 140d, 140e)에 주입될 수 있다. 도 6a는 통로(610)에 용액이 유입되어, 첫번째 관통 홀(140a)에 용액이 주입된 상태로 도시되어 있다. 그후 시간이 지남에 따라 모세관 현상에 의해 두번째 관통홀(140b), 세번째 관통홀(140c), 네번째 관통 홀(140d), 다섯번째 관통 홀(140e)에 용액이 차례대로 주입되고, 도 6b 내지 6e에 이러한 과정이 도시되어 있다.

[0071] 또는 이와 달리, 유전자 증폭장치(400)은 통로(610)에 유입된 용액이 각 관통 홀(140a, 140b, 140c, 140d, 140e)로 주입될 수 있도록, 슬라이딩(sliding), 원심분리(centrifuge) 또는 스탬핑(stamping) 등을 수행하기 위한 기기(미도시)를 포함할 수도 있다.

[0072] 각 관통 홀(140a, 140b, 140c, 140d, 140e)에 용액이 모두 주입되고 나면, 통로(610)에 남아있는 용액은 용액 배출구로 배출 될 수 있다. 도 6f 내지 6k는 관통홀의 내부를 제외한 챔버 내에 남아있는 용액을 용액 배출구로 배출시키는 과정을 도시한 것이다.

[0073] 각 관통 홀(140a, 140b, 140c, 140d, 140e)에 주입되고 나면 챔버(450)내부는 도 6e와 같은 상태가 된다. 이때, 통로(610)에 남아있는 용액이 제거되는 과정이 도 6f 내지 6k에 도시되어 있다.

[0074] 일 예로, 유전자 증폭장치(400)는 용액이 각 관통 홀(140a, 140b, 140c, 140d, 140e)에 주입되고 난 후, 관통 홀의 내부를 제외한 챔버 내, 예컨대 통로(610)에 남아있는 용액을 용액 배출구로 배출시키는 커팅부(도 7, 730)를 더 포함할 수 있다. 이때 커팅부(도 7, 730)는 오일(oil), 또는 공기(air)를 이용하여 통로(610)에 남아있는 용액을 유관(440b)을 통해 용액 배출구(430)로 배출 시킬 수 있다. 또는 이와 달리, 용액 배출구(430)에 포함될 수 있는 흡수패드(미도시)에 의한 모세관 현상을 통해 통로(610)의 용액이 배출될 수도 있다.

[0075] 통로(610)에 남아있는 용액이 배출되어도 각 관통 홀(140a, 140b, 140c, 140d, 140e)에 주입된 용액은 모세관 현상에 의해 관통 홀(140a, 140b, 140c, 140d, 140e)외부로 이탈되지 않는다. 이때, 통로(610)에 남아있는 용

액이 배출됨으로써, 각 관통 홀(140a, 140b, 140c, 140d, 140e)은 더 이상 용액으로 연결되지 않기 때문에 디지털 PCR의 구현이 가능하고, 그에 따라 유전자 증폭의 민감도와 정확도가 향상될 수 있다.

- [0076] 다시 도 4를 참조하면, 챔버(450)의 통로(610)에 남아있던 용액은 유관(440b)을 따라 용액 배출구(430)로 배출된다.
- [0077] 이때 용액 배출구(430)는 흡수패드(미도시)를 포함할 수 있다. 흡수패드(미도시)는 모세관 현상을 이용하여 용액의 이동 및 드레인(drain)을 수행할 수 있다. 흡수패드(미도시)를 포함함으로써 용액의 이송 속도를 용이하게 제어할 수 있다. 다만, 이에 제한되지 않으며 흡수패드(미도시)의 위치, 크기 및 종류를 다르게 함으로서 챔버(450)을 통과하는 용액의 유속과 유량을 제어할 수 있고, 일례로서 효소 반응시에는 샘플을 느리게 이동시키고, 세척시에는 빠르게 이동시켜서 반응감도를 향상시킬 수 있다.
- [0078] 도 7은 일 실시예에 따른 유전자 증폭장치의 블록도이다.
- [0079] 유전자 증폭장치(700)는 유전자 증폭 칩(100), 광학부(710), 프로세서(720), 및 커팅부(730)를 포함할 수 있다.
- [0080] 유전자 증폭 칩(100)은 관통 홀(140)을 포함하며, 관통 홀(140)내부에서 유전자 증폭반응이 발생한다. 유전자 증폭 칩(100)에 대해서는 위에서 상세히 설명한 바와 같으므로 여기서는 생략한다.
- [0081] 광학부(710)는 유전자 증폭 칩(100)의 각 관통 홀(140) 내부에서 유전자 증폭 반응이 수행되는 동안 광학적 신호를 측정한다. 이때, 광학적 신호는 형광, 인광, 흡광, 표면 플라즈몬 공명 등을 포함한다. 광학부(710)는 광원(711), 및 디텍터(712)를 포함할 수 있다.
- [0082] 광원(711)은 유전자 증폭 칩(100)의 광-열 필름(220)에 광을 조사할 수 있다. 광원은 LED, 레이저(laser), VCSEL(Vertical-cavity surface-emitting laser) 등을 포함할 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 또한 광원(711)이 조사하는 광은 다양한 영역대의 파장을 포함할 수 있다. 예컨대 광원(711)은 자외선(UV) 내지 적외선(IR) 영역대의 파장을 갖는 광을 조사할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0083] 디텍터(712)는 증폭된 타겟 유전자로부터 방출된 광학적 신호를 검출할 수 있다. 디텍터(712)는 광전자 증폭관(photomultiplier tube), 포토 디텍터(photo detector), 광전자증폭관(photomultiplier tube) 어레이, 포토 디텍터(photo detector) 어레이, CMOS 이미지 센서(complementary metal-oxide semiconductor) 등을 포함할 수 있으나 이에 제한되지 않는다.
- [0084] 이때, 디텍터(712)는 증폭된 유전자로부터 방출된 형광을 검출할 때, 광-열 필름의 형광 반사를 이용할 수 있다. 예를 들어, 유전자 증폭 칩(100)의 관통 홀의 격벽에 반사도가 높은 구성물질로 이루어진 광-열 필름이 증착되는 경우, 광-열 필름은 관통 홀 내부에서 증폭된 유전자로부터 방출된 형광을 디텍터 방향으로 반사시킬 수 있다. 이때 디텍터(712)는 광-열 필름으로부터 반사된 형광을 검출할 수 있다.
- [0085] 또한, 광학부(710)는 특정 파장을 통과시키기 위한 필터, 타겟 유전자 로부터 방출되는 형광을 검출기 방향으로 향하도록 조절하는 미러(mirror), 타겟 유전자로부터 방출되는 형광을 집광하는 렌즈(lens) 등을 더 포함할 수 있다.
- [0086] 유전자 증폭 칩(100)의 각 관통 홀(140)에서 유전자 증폭 반응이 수행되는 동안, 유전자 증폭장치(700)의 광원(711), 디텍터(712) 및/또는 프로세서(720)에 의해 광학적 신호가 측정되며, 측정된 광학적 신호를 기초로 증폭된 유전자가 검출될 수 있다. 이때, 광학적 신호는 형광, 인광, 흡광, 표면 플라즈몬 공명 등을 포함할 수 있다. 이와 같이 유전자 증폭장치(700)는 중합 효소의 복제 과정 중에 표적 DNA 주형의 유무 및 정량 정보 등을 감지하는데 활용될 수 있다.
- [0087] 프로세서(720)는 광학부(710)와 전기적으로 연결될 수 있으며 디텍터(712)로부터 광학적 신호를 수신하여 광학적 신호를 분석할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(720)는 검출기에 의해 검출된 디지털 핵산 증폭 결과를 푸아송 분포(Poisson distribution)를 기반으로 유전자의 정량을 분석할 수 있다.
- [0088] 프로세서(720)는 광원 제어부(721)를 포함할 수 있다.
- [0089] 광원 제어부(721)는 광원(711)의 구동 여부, 및 구동 조건 등을 제어할 수 있다. 이때 광원 제어부(721)는 온 오프 방식으로 구동시켜 광-열 필름을 가열 및 냉각시킬 수 있다. 광-열 필름이 가열 및 냉각됨에 따라 서머 사이클링(thermal cycling)이 발생하고, 그에 따라 타겟 유전자가 증폭될 수 있다. 또한 광원 제어부(721)는 광원(711)의 광의 종류, 파장, 전류세기, 지속 시간, 온 오프의 간격 중 적어도 하나를 제어할 수 있다.

- [0090] 프로세서(720)는 전처리부(722), 및/또는 온도 제어부(723)를 더 포함할 수 있다.
- [0091] 전처리부(722)는 예컨대 용액 주입구에 로딩된 샘플을 가열하거나, 화학적 처리, 마그네틱 비드(magnet beads)를 이용한 처리, 고상 추출(solid phase extraction), 초음파를 이용한 처리 등의 전처리를 수행할 수 있다. 이를 위해, 전처리부(722)는 용액 주입구 내부 및/또는 외부에 배치된 마그네틱 비드, 초음파 장치, 광학적/전기적 가열 장치 등의 전처리를 위한 다양한 물질이나 구조물 등을 포함할 수 있으며, 이러한 물질이나 구조물 등을 제어할 수 있다. 전처리부(722)의 적어도 일부 기능은 프로세서(720)에 통합될 수 있다.
- [0092] 온도 제어부(723)는 용액 주입구, 또는 도 4의 유관(440a)에 존재하는 용액의 온도를 조절할 수 있다. 예를 들어, 온도 제어부(723)는 용액 주입구에 용액이 로딩되면 샘플의 온도가 95℃ 이상의 등온을 유지하도록 제어할 수 있다. 또한, 유관을 따라 용액이 이동할 때, 온도가 일정 범위 내의 온도를 유지하도록 제어할 수 있다.
- [0093] 온도 제어부(723)는 유전자 증폭장치(700)의 용액 주입구, 또는 유관의 내부 또는 외부에 온도를 조절하기 위한 물질이나 구조물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 용액 주입구, 또는 유관의 내부에 용액의 전기적인 가열을 위한 전기적 가열부(미도시)가 형성될 수 있다. 전기적 가열부는 예컨대 발열 소자 및/또는 펠티에 소자 등을 포함할 수 있다. 또한, 온도 제어부(723)는 유전자 증폭장치(700) 내부 또는 외부에 배치되어 용액 주입구, 또는 유관에 존재하는 용액의 온도를 측정하는 온도 센서를 포함할 수 있다. 이때, 온도 센서는 온도의존성 전동기력(EMF)을 생성하는 바이메탈 접합을 갖는 서모커플, 온도 비례의 전기 저항을 갖는 재료를 포함하는 저항성 서모미터, 서미스터(thermistors), IC 온도센서, IR 온도센서, IR 카메라, Quarz(quartz) 서모미터 등을 사용할 수 있다.
- [0094] 커팅부(730)는 도 6f 내지 6k에서 설명한 바와 같이, 관통 홀 각각에 용액이 주입된 후, 관통홀의 내부를 제외한 챔버 내에 남아있는 용액을 용액 배출구로 배출시킬 수 있다. 이때 챔버 내 공간 중, 관통 홀의 내부를 제외한 곳은 도 6a 내지 6k의 통로(도 6, 610)일 수 있다.
- [0095] 이때, 커팅부(730)는 용액 배출시, 오일(oil), 또는 공기(air)를 이용하여 통로(도 6, 610)에 남아있는 용액을 유관을 통해 용액 배출구로 배출시킬 수 있다. 이때, 통로(도 6, 610)에 남아있는 용액이 배출됨으로써, 각 관통 홀은 더 이상 용액으로 연결되지 않기 때문에 디지털 PCR의 구현이 가능하고, 그에 따라 유전자 증폭의 민감도와 정확도가 향상될 수 있다.
- [0096] 도 8은 다른 실시예에 따른 유전자 증폭장치의 블록도이다. 도 8을 참조하면, 본 실시예의 유전자 증폭장치(800)는 도 7의 실시예의 유전자 증폭장치(700)의 구성에 저장부(810), 출력부(820), 및 통신부(830)를 더 포함할 수 있다.
- [0097] 저장부(810)는 예를 들어 유전자 증폭을 위한 각종 기준 정보 및/또는 유전자 증폭결과 등을 출력할 수 있다. 저장부(810)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드 디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예컨대, SD 또는 XD 메모리 등), 램(Random Access Memory, RAM), SRAM(Static Random Access Memory), 롬(Read Only Memory, ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory), PROM(Programmable Read Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 등 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.
- [0098] 출력부(820)는 예를 들어 유전자 증폭 과정, 유전자 증폭, 분석 결과등을 출력할 수 있다. 출력부(820)는 시각적 출력 모듈(예: 디스플레이), 음성 출력 모듈(예: 스피커), 햅틱 모듈 등을 이용하여 시각적, 청각적 및 촉각적 방법 등으로 사용자에게 정보를 제공할 수 있다.
- [0099] 통신부(830)는 외부 장치와 통신을 수행할 수 있다. 예컨대, 통신부(830)는 유전자 증폭장치(700, 800)에서 생성된 데이터, 예컨대 유전자 검출 결과 등을 외부 장치로 전송할 수 있으며, 외부 장치로부터 유전자 검출에 필요한 데이터를 수신할 수 있다. 이때, 외부 장치는 의료 장비, 결과물을 출력하기 위한 프린트 또는 디스플레이 장치일 수 있다. 이외에도 외부 장치는 디지털 TV, 데스크탑 컴퓨터, 휴대폰, 스마트 폰, 태블릿, 노트북, PDA(Personal Digital Assistants), PMP(Portable Multimedia Player), 네비게이션, MP3 플레이어, 디지털 카메라, 웨어러블 디바이스 등일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0100] 통신부(830)는 블루투스(bluetooth) 통신, BLE(Bluetooth Low Energy) 통신, 근거리 무선 통신(Near Field Communication, NFC), WLAN 통신, 지그비(Zigbee) 통신, 적외선(Infrared Data Association, IrDA) 통신, WFD(Wi-Fi Direct) 통신, UWB(ultra-wideband) 통신, Ant+ 통신, WIFI 통신, RFID(Radio Frequency Identification) 통신, 3G 통신, 4G 통신 및 5G 통신 등을 이용하여 외부 장치와 통신할 수 있다. 그러나, 이는

일 예에 불과할 뿐이며, 이에 한정되는 것은 아니다.

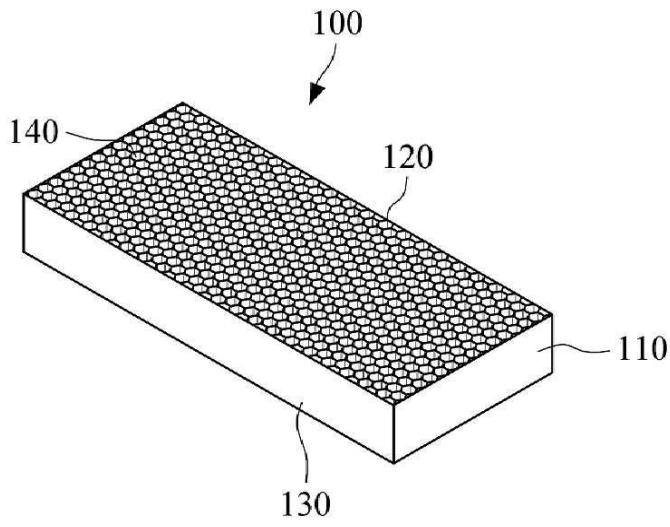
- [0101] 도 9는 일 실시예에 따른 도 1의 유전자 증폭 칩(100)의 제조방법의 흐름도이다. 기관(도 1, 110)상에 관통 홀(도 1, 140) 형성하고, 광-열 필름(도 2, 220)을 증착하는 과정을 도 9를 참조하여 설명한다.
- [0102] 우선, 기관의 상부면에서 하부면 방향으로 관통 홀이 형성되도록 에칭(Etching)할 수 있다(910). 이때 상부면에서부터 에칭하여 하부면으로 관통홀이 형성될 수 있다. 에칭의 구체적인 방식으로는 심도 반응성-이온 에칭(DRIE) 또는 반응성-이온 에칭(RIE)이 이용될 수 있다. 다만 이에 제한되지 않고 에칭의 종류와 방식은 다양하게 변형될 수 있다. 예를 들어 젯(Wet) 에칭, 드라이(dry) 에칭, 및 가스(gas) 에칭을 이용할 수 있다.
- [0103] 다음, 기관의 하부면을 평탄화시키는 시닝(Thining)을 수행할 수 있다(920). 이때 시닝은 CMP공정을 포함할 수 있으며, CMP공정의 평탄도, 균일성, 및 연마속도 등은 자유로이 정의될 수 있다. 다만, 시닝은 CMP공정에 제한되지 않고 그라인딩(Grinding), 및 기타 폴리싱(Polishing) 이 이용될 수도 있다.
- [0104] 다음, 위 단계(910), 및 단계(920)을 거쳐 관통 홀이 형성되면, 기관의 상부면 및 하부면 중 적어도 어느 하나의 면에 광-열 필름을 증착할 수 있다(930). 이때, 광-열 필름을 관통 홀의 격벽에 더 증착시키는 단계를 포함할 수도 있다. 또한, 광-열 필름은 패턴으로 증착될 수 있다.
- [0105] 광-열 필름의 구체적인 증착 방식으로는 화학적 증기 증착법(CVD), 물리적 기상 증착법(PVD), 원자층 증착법(ALD), 스퍼터링(sputtering), 및 증발 탈수법(evaporation) 등이 사용될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0106] 한편, 본 실시 예들은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.
- [0107] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현하는 것을 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 실시예들을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의하여 용이하게 추론될 수 있다.
- [0108] 본 개시가 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 개시된 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

**부호의 설명**

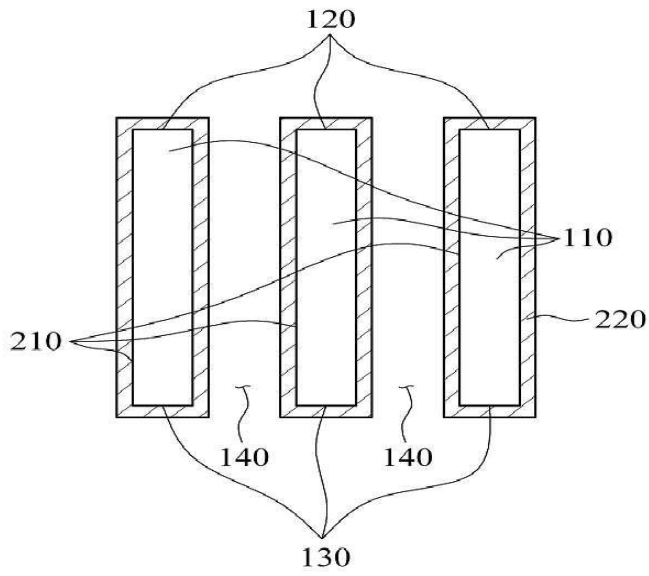
- [0109] 100: 유전자 증폭 칩
- 110: 기관      140: 관통 홀
- 220: 광-열 필름      400, 700, 800: 유전자 증폭장치
- 450: 챔버      710: 광학부
- 711: 광원      712: 디텍터
- 720: 프로세서      721: 광원 제어부
- 722: 전처리부      723: 온도 제어부      730: 커팅부      810: 저장부
- 820: 출력부      830: 통신부

도면

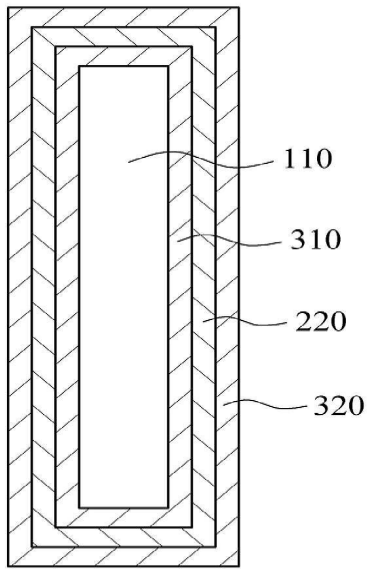
도면1



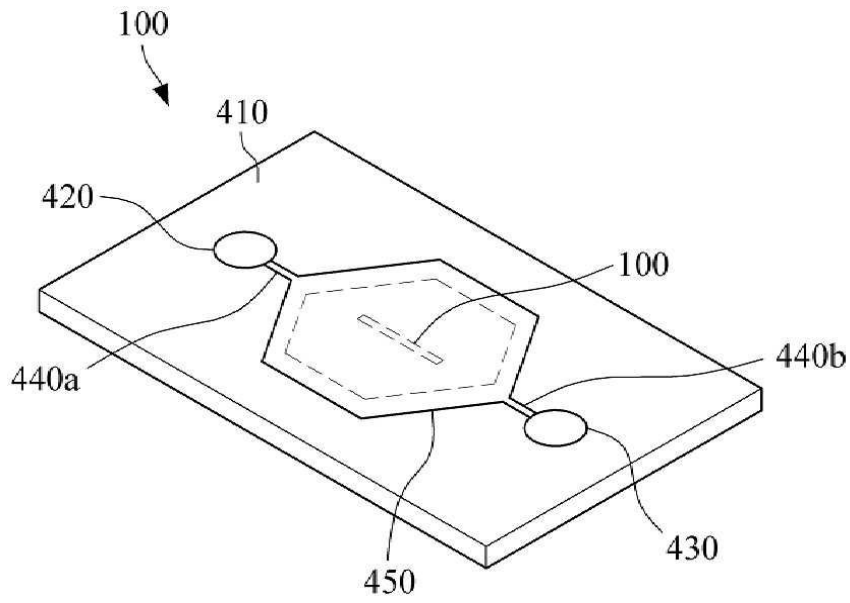
도면2



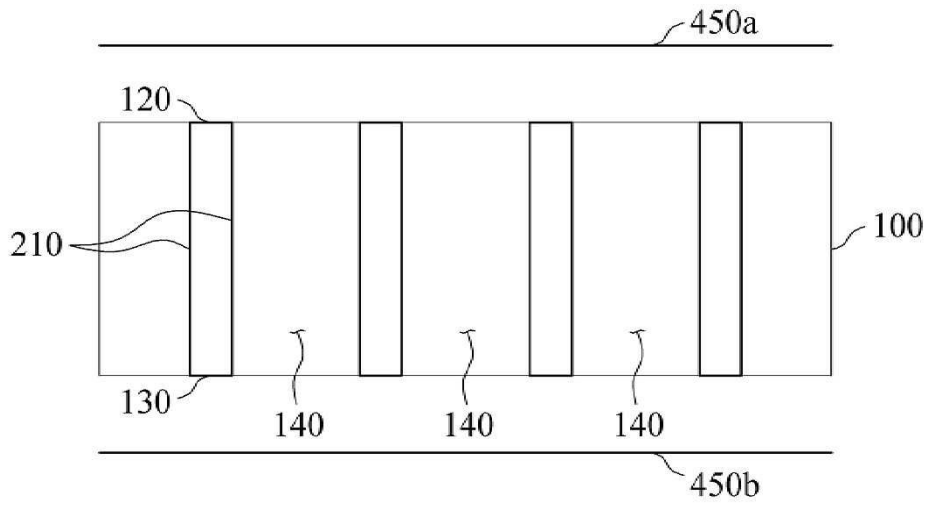
도면3



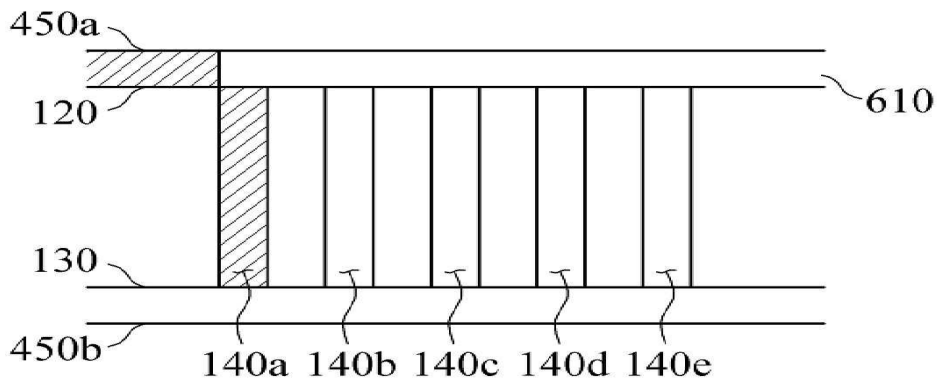
도면4



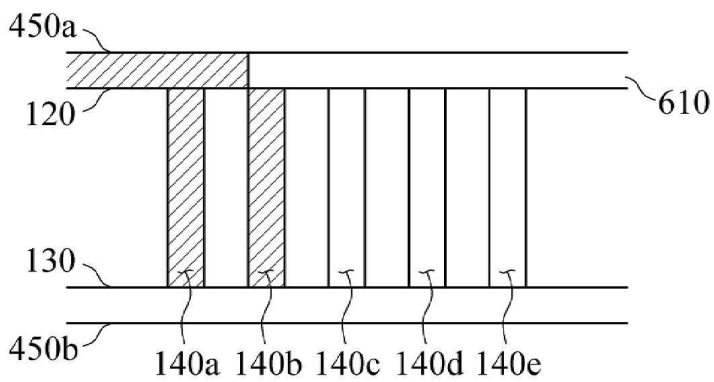
도면5



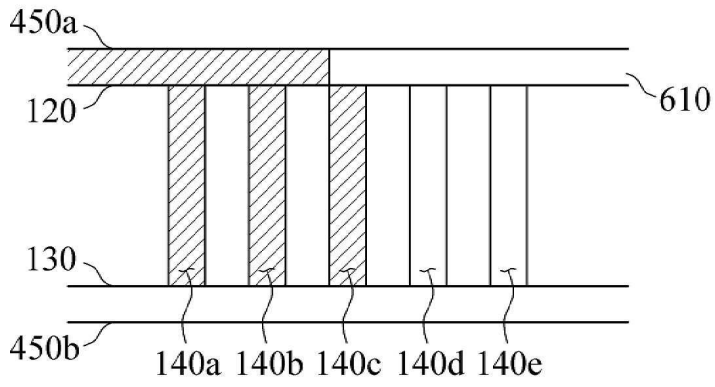
도면6a



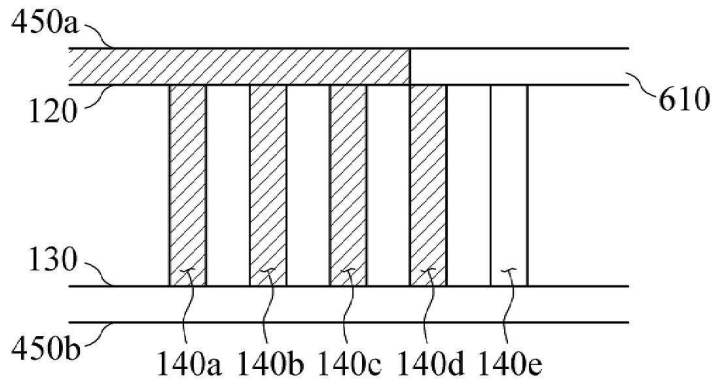
도면6b



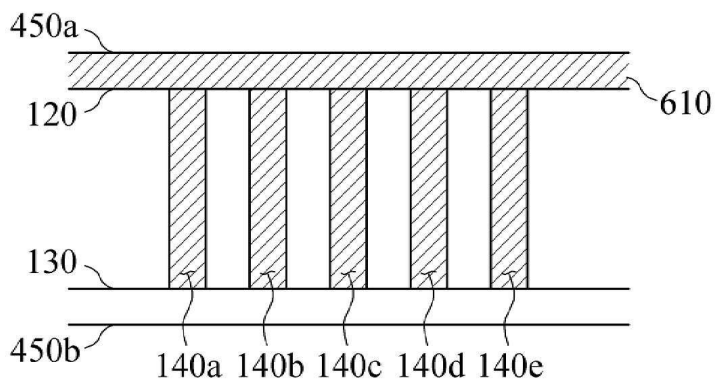
도면6c



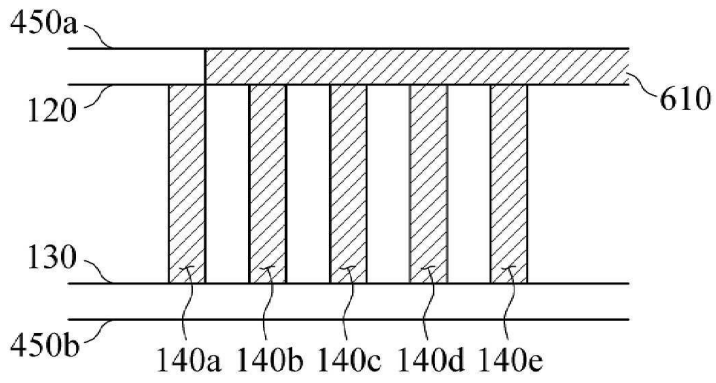
도면6d



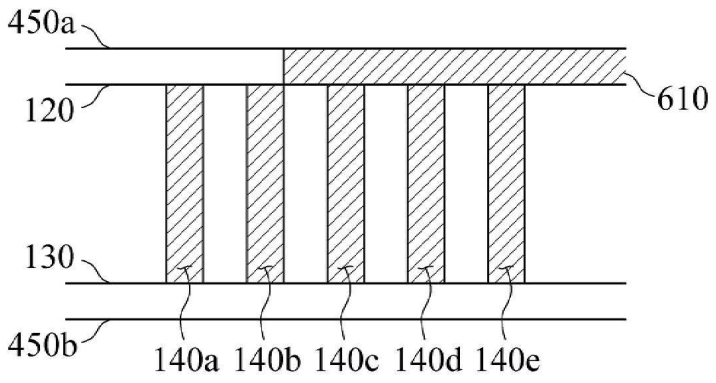
도면6e



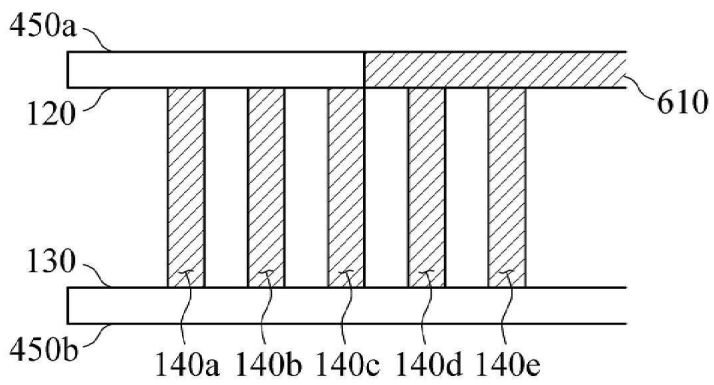
도면6f



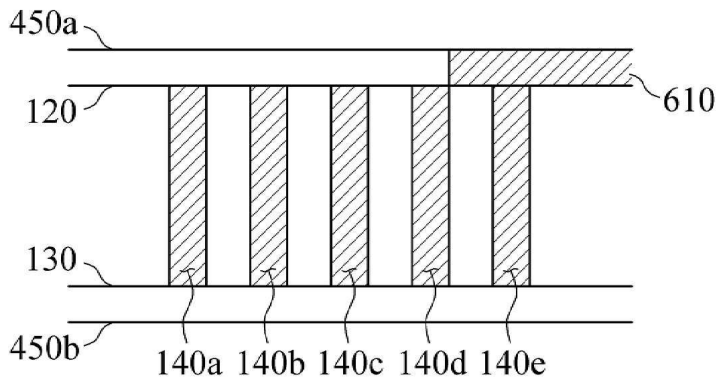
도면6g



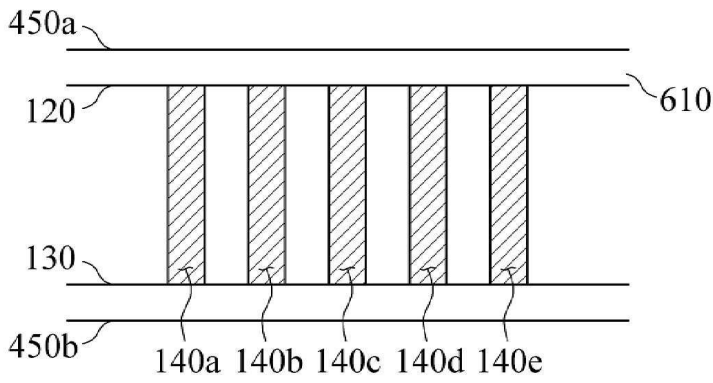
도면6h



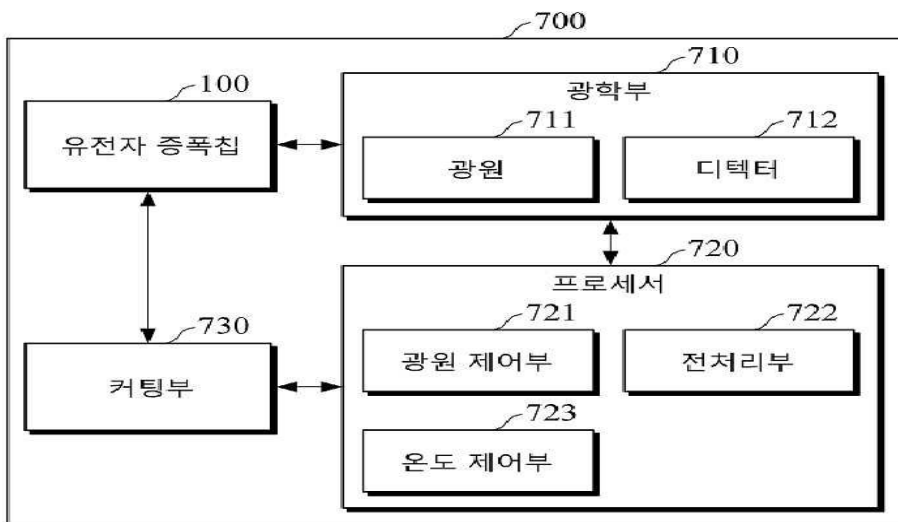
도면6i



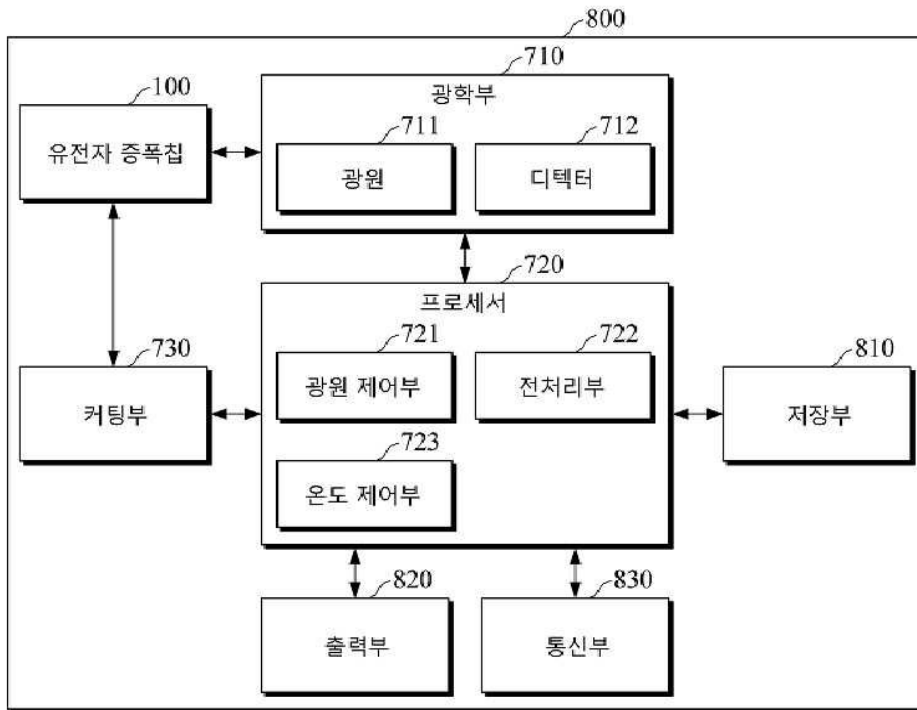
도면6j



도면7



도면8



도면9

