(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년12월31일
(11) 등록번호 10-2060810
(24) 등록일자 2019년12월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01L 3/00 (2006.01) *B01L 7/00* (2006.01)
G01N 21/64 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01L 3/502761 (2013.01)
B01L 3/502715 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0094827
(22) 출원일자 2018년08월14일
심사청구일자 2018년08월14일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020150094811 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
한림대학교 산학협력단
강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교(옥천동)
주식회사 바이오메듀스
경기도 수원시 영통구 대학4로 17 308호,309호 (이의동,에이스광교타워1)
(72) 발명자
김종대
강원도 춘천시 퇴계로 128 휴먼시아남춘천2단지아파트 201동 906호
황지수
강원도 춘천시 동내면 외솔길 19번길 80-7 호반베르디움아파트 103동 703호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김남혁

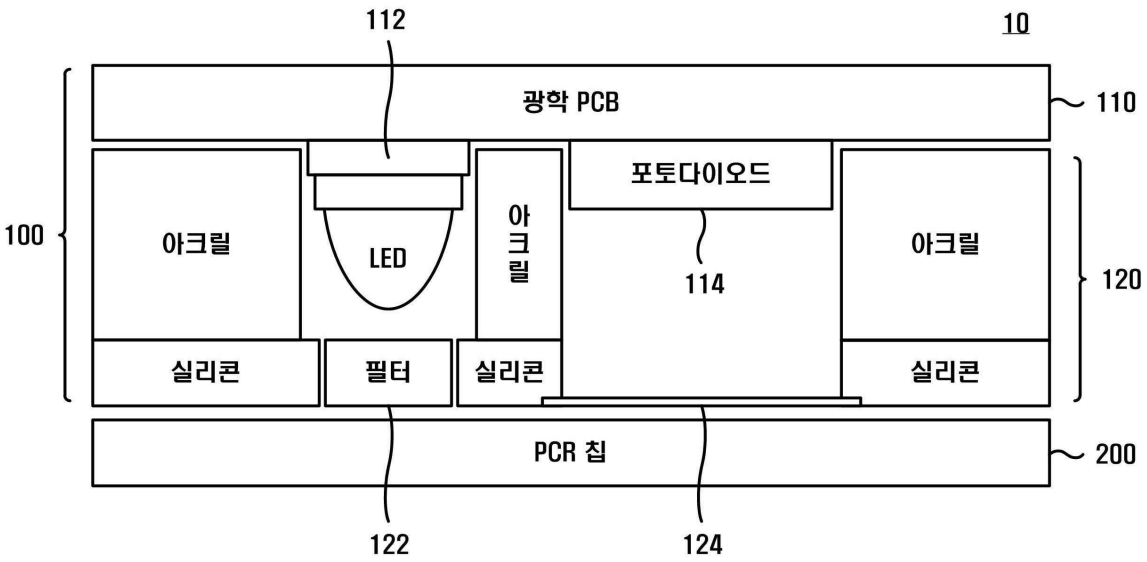
전체 청구항 수 : 총 7 항 심사관 : 김민석

(54) 발명의 명칭 **PCR 칩, 광학 PCB 보드 및 이를 포함하는 단일 칩 PCR 장치 및 시스템**

(57) 요 약

PCR(Polymerase Chain Reaction) 칩 및 광학 PCB(Printed Circuit Board) 모듈을 포함하고, 상기 PCR 칩은, PCR 챔버 및 상기 PCR 챔버를 수용하는 하우징; 을 포함하고, 상기 광학 PCB 모듈은, 상기 PCR 챔버에 빛을 조사하는 발광부, 상기 발광부와 상기 PCR 챔버 사이에 배치되어, 상기 발광부의 빛을 필터링하는 간섭 필터(Interference Filter), 상기 PCR 챔버로부터 형광을 검출할 수 있는 형광 검출센서 및 상기 PCR 챔버와 상기 형광 검출센서 사이에 배치되어, 상기 PCR 챔버의 빛을 필터링하는 래튼 필터(Wratten Filter)를 포함하는, 단일 칩 PCR 장치가 개시된다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
B01L 7/52 (2013.01)
G01N 21/6486 (2013.01)
B01L 2200/0663 (2013.01)
B01L 2200/10 (2013.01)
B01L 2300/0636 (2013.01)
B01L 2300/0819 (2013.01)
B01L 2300/168 (2013.01)
G01N 2035/00158 (2013.01)
G01N 2035/00366 (2013.01)

(72) 발명자
이득주
강원도 춘천시 삭주로70번길 17(교동) 201호
박지성
강원도 춘천시 후석로326번길 31 301동 1002호

(56) 선행기술조사문헌
WO2016053986 A1*
KR1020170098193 A
KR101683437 B1
KR1020150007026 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 H20170439
부처명 산업자원부
연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원
연구사업명 수요자연계형기술개발사업
연구과제명 광원/수광 반도체 소자가 내장된 현장진단형 일회용 PCR칩 및 플랫폼 연구
기 여 율 1/1
주관기관 (주)바이오메듀스
연구기간 2015.06.01 ~ 2018.05.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

PCR(Polymerase Chain Reaction) 칩; 및

광학 PCB(Printed Circuit Board) 모듈; 을 포함하고,

상기 PCR 칩은,

PCR 챔버; 및

상기 PCR 챔버를 수용하는 하우징; 을 포함하고,

상기 광학 PCB 모듈은,

상기 PCR 챔버에 빛을 조사하는 발광부;

상기 발광부와 상기 PCR 챔버 사이에 배치되어, 상기 발광부의 빛을 필터링하는 간섭 필터(Interference Filter);

상기 PCR 챔버로부터 형광을 검출할 수 있는 형광 검출센서; 및

상기 PCR 챔버와 상기 형광 검출센서 사이에 배치되어, 상기 PCR 챔버의 빛을 필터링하는 래튼 필터(Wratten Filter); 를 포함하고,

상기 하우징은,

상기 PCR 챔버 이외의 부분에서 빛의 반사를 막기 위하여 검은 색의 소재로 구성되고,

상기 PCR 챔버 부분은 형광 검출이 용이하도록 흰색으로 프린트되는 것을 특징으로 하고,

상기 PCR 챔버는 검은 색의 PCB를 기준으로 상부와 하부로 구분되고,

상기 PCR 챔버의 하부에는,

발열부; 및

온도센서; 가 마련되고,

상기 PCR 챔버의 상부에는,

방열판; 및

챔버 공간; 이 마련되고,

상기 PCR 챔버는,

상기 PCR 챔버의 하부로부터 상기 챔버 공간으로 시약을 주입할 수 있는 시약 주입구;

상기 검은 색의 PCB; 및

상기 하우징과 상기 검은 색의 PCB를 부착하는 양면 테이프; 를 포함하는,

단일 칩 PCR 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 발광부는 청색 LED를 포함하고,

상기 간섭 필터는 여기 필터(Excitation Filter)를 포함하고,

상기 형광 검출센서는 포토 다이오드를 포함하고,

상기 래튼 필터는 황색 래튼 필터를 포함하는,

단일 칩 PCR 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 챔버 공간은,

상기 검은 소재의 PCB 위에 부착되는 PP(Polypropylene) 테이프;

상기 PP 테이프 위에 부착되며, 상기 챔버 공간을 구성할 수 있도록 소정의 두께를 갖는 양면 테이프; 및

상기 양면 테이프 위에 부착되는 PC(Poly Carbonate) 커버; 를 포함하는,

단일 칩 PCR 장치.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 광학 PCB 모듈은,

상기 발광부 및 상기 형광 검출센서가 구비되는 광학 PCB; 및

상기 광학 PCB를 상기 하우징에 고정하는 보드 고정판; 을 포함하고,

상기 보드 고정판은,

상기 발광부의 측면을 감싸는 발광부 암실;

상기 형광 검출센서의 측면을 감싸는 센서 암실;

상기 발광부 암실의 일 측면에 구비되는, 상기 간섭 필터; 및

상기 센서 암실의 일 측면에 구비되는, 상기 래튼 필터; 를 포함하는,

단일 칩 PCR 장치.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 발광부 암실 및 상기 센서 암실은,

상기 발광부 및 상기 형광 검출센서의 측면을 각각 감싸는 검정 아크릴판;

상기 간섭 필터 및 상기 래튼 필터를 각각 고정하는 실리콘 판; 및

상기 검정 아크릴판과 상기 실리콘 판을 부착하는 차폐 테이프; 를 포함하는,

단일 칩 PCR 장치.

청구항 8

PCR 챔버; 및

상기 PCR 챔버를 수용하는 하우징; 을 포함하고,

상기 PCR 챔버는 검은 색의 PCB를 기준으로 상부와 하부로 구분되고,

상기 PCR 챔버의 하부에는,

발열부; 및

온도센서; 가 마련되고,

상기 PCR 챔버의 상부에는,

방열판; 및

챔버 공간; 이 마련되고,

상기 PCR 챔버는,

상기 PCR 챔버의 하부로부터 상기 챔버 공간으로 시약을 주입할 수 있는 시약 주입구;

상기 검은 색의 PCB; 및

상기 하우징과 상기 검은 색의 PCB를 부착하는 양면 테이프; 를 포함하는,

PCR 칩.

청구항 9

삭제

청구항 10

제1 항의 단일 칩 PCR 장치; 및

상기 PCR 장치에 포함된 센서로부터 센서 정보를 수집하고, 상기 PCR 장치의 온도를 조절하는 제어장치; 를 포함하는,

단일 칩 PCR 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 PCR 칩, 광학 PCB 보드 및 이를 포함하는 단일 칩 PCR 장치 및 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 기존의 PCR(Polymerase Chain Reaction: 중합효소 연쇄반응)의 경우 단백질 혹은 유전자 증폭 과정인 thermal cycling외에 증폭의 여부를 확인하기 위한 젤-전기영동 검사를 추가적으로 진행한다. 이때 젤-전기영동 검사가 추가됨에 따라 전체 검사 시간이 길어져서 결과를 얻기까지 오랜 시간이 걸릴 수 있으며, 샘플을 옮겨서 추가 검사를 수행하는 과정에서 발생할 수 있는 오염으로 인하여 정확한 결과를 분석하는데 방해가 될 수 있다는 문제점이 있다.

[0003] 따라서, 실시간 중합효소 연쇄반응(RT-PCR)은 형광 리포터 분자를 이용하여 PCR 사이클 동안 증폭된 산물을 실시간으로 모니터링 함으로써 젤-전기영동 검사와 같은 추가적인 실험없이 DNA 증폭 여부 및 정량적 분석이 가능해졌다.

[0004] 또한, 최근에는 바이오 장비들도 실험 제어 및 결과 분석을 위하여 그래픽 사용자 인터페이스(Graphical User Interface, GUI)를 필요로 하는 경우가 많다. 다만 생체 측정 및 제어를 위한 기본 기능과 사용자가 제어하는 인터페이스를 장비에 내장된 형태로 구현할 경우 그 인터페이스가 복잡하여 제품의 개발 기간이 길어지고 제품의 가격도 높아질 수 있다.

[0005] 따라서, PC를 비롯하여 스마트폰, 태블릿 PC 등의 스마트 디바이스로 쉽게 제어할 수 있는 소프트웨어를 갖추고, 장비에는 스마트 디바이스와 통신할 수 있는 USB, IRDA, 블루투스, 무선랜 등의 표준 통신 인터페이스

를 장착하는 것이 바람직하다.

[0006] 이와 같은 표준 통신 인터페이스를 통하여 바이오 장비와 통신을 한다면, 바이오 장비에 필요한 키패드, 버튼, LCD와 같은 사용자 인터페이스를 표준 컴퓨팅 장치가 대신할 수 있다. 표준 컴퓨팅 장치들은 사용자 인터페이스의 개발을 돕는 각종 개발 툴들을 제공하기 때문에 개발 기간을 줄이고 유지보수를 편리하게 할 수 있다.

[0007] 한편 표준 컴퓨팅 장치의 계산 능력은 급격히 증가하고 있으므로 바이오 장비에서 일부 혹은 전부의 기능을 표준 컴퓨팅 장치로 옮겨서 바이오 장비를 저가격 소형화하는 데 이용할 수도 있다.

[0008] 기존에 이용되고 있는 분자진단 기기들의 경우 플레이트형 웰에 샘플을 넣고 규격이 큰 장치를 통한 단백질 혹은 유전자의 증폭 및 분석이 이루어지고 있다. 특히 형광 검출을 위하여 Roche 사의 LightCycler 480처럼 CCD(Charge Coupled Device)카메라나 Bio-Rad사의 CFX96 Touch처럼 광다이오드를 주로 이용하는데, 이외에 렌즈나 프리즘, 큐브 등의 기타 광학기기를 추가하여 복잡한 구조의 형광 검출부를 구성하는 경우가 많다.

[0009] 조금 더 자세히 설명하면 기존에 형광 검출을 위해 LED나 laser와 같은 조명부품과 CCD 카메라, 광 다이오드 같은 센서들, 필터들(Excitation/Emission filter), 대물렌즈, 접안렌즈, dichroic mirror, cube, pin hole과 같은 여러 가지 광학 부품을 사용하여 형광 검출을 위한 복잡한 구조물을 구성한 경우가 많았다. 따라서, 보다 간단한 구조의 형광 검출을 위한 시스템의 개발이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 공개특허공보 제10-2015-0007026호, 2015.01.20 공개

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 PCR 칩, 광학 PCB 보드 및 이를 포함하는 단일 칩 PCR 장치 및 시스템을 제공하는 것이다.

[0012] 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 면에 따른 단일 칩 PCR 장치는, PCR(Polymerase Chain Reaction) 칩 및 광학 PCB(Printed Circuit Board) 모듈을 포함하고, 상기 PCR 칩은, PCR 챔버 및 상기 PCR 챔버를 수용하는 하우징; 을 포함하고, 상기 광학 PCB 모듈은, 상기 PCR 챔버에 빛을 조사하는 발광부, 상기 발광부와 상기 PCR 챔버 사이에 배치되어, 상기 발광부의 빛을 필터링하는 간섭 필터(Interference Filter), 상기 PCR 챔버로부터 형광을 검출할 수 있는 형광 검출센서 및 상기 PCR 챔버와 상기 형광 검출센서 사이에 배치되어, 상기 PCR 챔버의 빛을 필터링하는 래튼 필터(Wratten Filter)를 포함한다.

[0014] 또한, 상기 발광부는 청색 LED를 포함하고, 상기 간섭 필터는 여기 필터(Excitation Filter)를 포함하고, 상기 형광 검출센서는 포토 다이오드를 포함하고, 상기 래튼 필터는 황색 래튼 필터를 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 하우징은, 상기 PCR 챔버 이외의 부분에서 빛의 반사를 막기 위하여 검은 색의 소재로 구성되고, 상기 PCR 챔버 부분은 형광 검출이 용이하도록 흰색으로 프린트되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 PCR 챔버는 검은 색의 PCB를 기준으로 상부와 하부로 구분되고, 상기 PCR 챔버의 하부에는, 발열부, 냉각부 및 온도센서가 마련되고, 상기 PCR 챔버의 상부에는, 방열판 및 챔버 공간이 마련되고, 상기 PCR 챔버는, 상기 PCR 챔버의 하부로부터 상기 챔버 공간으로 시약을 주입할 수 있는 시약 주입구, 상기 검은 색의 PCB 및 상기 하우징과 상기 검은 색의 PCB를 부착하는 양면 테이프를 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 챔버 공간은, 상기 검은 소재의 PCB 위에 부착되는 PP(Polypropylene) 테이프, 상기 PP 테이프 위에 부착되며, 상기 챔버 공간을 구성할 수 있도록 소정의 두께를 갖는 양면 테이프 및 상기 양면 테이프 위에 부착

되는 PC(Poly Carbonate) 커버를 포함할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 광학 PCB 모듈은, 상기 발광부 및 상기 형광 검출센서가 구비되는 광학 PCB 및 상기 광학 PCB를 상기 하우징에 고정하는 보드 고정판을 포함하고, 상기 보드 고정판은, 상기 발광부의 측면을 감싸는 발광부 암실, 상기 형광 검출센서의 측면을 감싸는 센서 암실, 상기 발광부 암실의 일 측면에 구비되는, 상기 간섭 필터 및 상기 센서 암실의 일 측면에 구비되는, 상기 래튼 필터를 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 발광부 암실 및 상기 센서 암실은, 상기 발광부 및 상기 형광 검출센서의 측면을 각각 감싸는 검정 아크릴판, 상기 간섭 필터 및 상기 래튼 필터를 각각 고정하는 실리콘 판 및 상기 검정 아크릴판과 상기 실리콘 판을 부착하는 차폐 테이프를 포함할 수 있다.

[0020] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 면에 따른 PCR 칩은 PCR 챔버 및 상기 PCR 챔버를 수용하는 하우징을 포함하고, 상기 PCR 챔버는 검은 색의 PCB를 기준으로 상부와 하부로 구분되고, 상기 PCR 챔버의 하부에는, 발열부, 냉각부 및 온도센서가 마련되고, 상기 PCR 챔버의 상부에는, 방열판 및 챔버 공간이 마련되고, 상기 PCR 챔버는, 상기 PCR 챔버의 하부로부터 상기 챔버 공간으로 시약을 주입할 수 있는 시약 주입구, 상기 검은 색의 PCB 및 상기 하우징과 상기 검은 색의 PCB를 부착하는 양면 테이프를 포함한다.

[0021] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 면에 따른 광학 PCB는, PCR 챔버에 빛을 조사하는 발광부, 상기 발광부와 상기 PCR 챔버 사이에 배치되어, 상기 발광부의 빛을 필터링하는 간섭 필터, 상기 PCR 챔버로부터 형광을 검출할 수 있는 형광 검출센서 및 상기 PCR 챔버와 상기 형광 검출센서 사이에 배치되어, 상기 PCR 챔버의 빛을 필터링하는 래튼 필터를 포함한다.

[0022] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 면에 따른 단일 칩 PCR 시스템은, 개시된 실시 예에 따른 단일 칩 PCR 장치 및 상기 PCR 장치에 포함된 센서로부터 센서 정보를 수집하고, 상기 PCR 장치의 온도를 조절하는 제어 장치를 포함한다.

[0023] 본 발명의 기타 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0024] 개시된 실시 예에 따르면, PCR 반응 챔버의 하우징과 Optic 모듈의 고정판이 암실의 역할을 하기 때문에, RT-PCR 시스템의 소형화가 가능한 장점이 있다.

[0025] 또한, 저렴하고 작은(초소형) 부품을 사용하여 시스템 제작이 가능하기 때문에 가격 경쟁력을 얻을 수 있는 장점이 있다.

[0026] 또한, PCB나 아크릴판 등 쉽게 얻을 수 있는 재료로 모듈 제작이 가능하기 때문에 저렴한 가격으로 제작이 가능한 장점이 있다.

[0027] 또한, 기존에 형광검출을 위해서 사용했던 렌즈, 큐브, dichroic mirror, pinhole, 프리즘 같은 여러종류의 광학 부품을 사용하여 복잡한 구조로 형광 검출부를 구성하지 않고, Optic PCB 한면에 조명(LED, Laser 등 +excitation filter)과 검출센서 (광다이오드+Emission filter)를 한면에 붙여 반응챔버와 가깝게 하여 단순한 구조로 형광 검출 모듈을 제작할 수 있는 장점이 있다.

[0028] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급된 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1 및 도 2는 일 실시 예에 따른 단일 칩 PCR 장치를 도시한 도면이다.

도 3 및 도 4는 일 실시 예에 따른 PCR 칩의 구조를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 일 실시 예에 따른 단일 칩 PCR 시스템을 도시한 도면이다.

도 6은 PCR 구동 프로그램의 일 예를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 제한되는 것이 아니라 서

로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에게 본 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0031] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소 외에 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 도면 부호는 동일한 구성 요소를 지칭하며, "및/또는"은 언급된 구성요소들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다. 비록 "제1", "제2" 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.

[0032] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0033] 명세서에서 사용되는 "부" 또는 “모듈”이라는 용어는 소프트웨어, FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, "부" 또는 “모듈”은 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만 "부" 또는 “모듈”은 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. "부" 또는 “모듈”은 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 "부" 또는 “모듈”은 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 "부" 또는 “모듈”들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 "부" 또는 “모듈”들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 "부" 또는 “모듈”들로 더 분리될 수 있다.

[0034] 공간적으로 상대적인 용어인 "아래(below)", "아래(beneath)", "하부(lower)", "위(above)", "상부(upper)" 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 구성요소와 다른 구성요소들과의 상관관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 또는 동작시 구성요소들의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다. 예를 들어, 도면에 도시되어 있는 구성요소를 뒤집을 경우, 다른 구성요소의 "아래(below)"또는 "아래(beneath)"로 기술된 구성요소는 다른 구성요소의 "위(above)"에 놓여질 수 있다. 따라서, 예시적인 용어인 "아래"는 아래와 위의 방향을 모두 포함할 수 있다. 구성요소는 다른 방향으로도 배향될 수 있으며, 이에 따라 공간적으로 상대적인 용어들은 배향에 따라 해석될 수 있다.

[0035] 본 명세서에서, 컴퓨터는 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 모든 종류의 하드웨어 장치를 의미하는 것이고, 실시 예에 따라 해당 하드웨어 장치에서 동작하는 소프트웨어적 구성도 포괄하는 의미로서 이해될 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터는 스마트폰, 태블릿 PC, 데스크톱, 노트북 및 각 장치에서 구동되는 사용자 클라이언트 및 애플리케이션을 모두 포함하는 의미로서 이해될 수 있으며, 또한 이에 제한되는 것은 아니다.

[0036] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다.

[0037] 도 1 및 도 2는 일 실시 예에 따른 단일 칩 PCR 장치를 도시한 도면이다.

[0038] 도 1 및 도 2는 단일 칩 PCR 장치(10)의 단면을 측면 방향에서 도시한 것이다.

[0039] 도 1을 참조하면, 단일 칩 PCR 장치(10)는 PCR(Polymerase Chain Reaction) 칩(200) 및 광학 PCB(Printed Circuit Board) 모듈(100)을 포함한다.

[0040] 일 실시 예에서, PCR 칩(200)은 PCR 챔버 및 PCR 챔버를 수용하는 하우징을 포함한다. 도 2를 참조하면, PCR 챔버(210) 및 하우징(220)이 도시되어 있다.

[0041] 또한, 광학 PCB 모듈(100)은 PCR 챔버(210)에 빛을 조사하는 발광부(112) 및 상기 발광부(112)와 상기 PCR 챔버(210) 사이에 배치되어, 상기 발광부(112)의 빛을 필터링하는 간섭 필터(Interference Filter, 122)를 포함한다.

[0042] 또한, 광학 PCB 모듈(100)은 상기 PCR 챔버(210)로부터 형광을 검출할 수 있는 형광 검출센서(114) 및 상기 PCR 챔버(210)와 상기 형광 검출센서(114) 사이에 배치되어, 상기 PCR 챔버(210)의 빛을 필터링하는 래튼 필터(Wratten Filter, 124)를 포함한다.

[0043] 일 실시 예에서, 발광부(112)는 LED를 포함할 수 있으며, 특히 청색 LED를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0044] 또한, 상기 간섭 필터(122)는 여기 필터(Excitation Filter)를 포함하며, 예를 들어 chroma의 excitation filter를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예로, 간섭 필터(122)는 1mm두께일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0045] 또한, 상기 형광 검출센서(114)는 포토 다이오드(PD)를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0046] 또한, 상기 래튼 필터(124)는 황색 래튼 필터를 포함할 수 있으며, 예를 들어 Kodak Wratten Yellow filter를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예로, 래튼 필터(124)의 두께는 약 100㎛일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0047] 일 실시 예에서, 하우징(220)은, 상기 PCR 챔버(210) 이외의 부분에서 빛의 반사를 막기 위하여 검은 색의 소재로 구성될 수 있다. 예를 들어, 하우징(220)은 검은 색 PCB 또는 아크릴 판으로 구성될 수 있으며, 그 자체로서 암실의 역할을 할 수 있다.

[0048] 또한, 상기 PCR 챔버(210) 부분은 형광 검출이 용이하도록 흰색으로 프린트될 수 있다. 예를 들어, white silk legend printing될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 이를 통해, 형광 밝기의 변화를 쉽게 구별하도록 할 수 있다.

[0049] 일 실시 예에서, 상기 광학 PCB 모듈(100)은, 상기 발광부(112) 및 상기 형광 검출센서(114)가 구비되는 광학 PCB(110) 및 상기 광학 PCB(110)를 상기 하우징(220)에 고정하는 보드 고정판(120)을 포함한다.

[0050] 일 실시 예에서, 상기 하우징은 발광부(112)에 포함되는 LED의 높이에 기초하여 그 깊이가 결정될 수 있다. 예를 들어, 하우징은 LED의 높이보다 소정의 크기 이상 크도록 구성되되, 최대한 LED의 높이와 유사하게 구성됨으로써, 전체 장치(10)의 크기를 줄일 수 있으며, 또한 발광부(112)와 PCR 챔버(210)와의 거리가 가깝도록 할 수 있다. 실시 예에 따라서, LED의 밝기가 일정 수준 이상이 되어야 하므로, LED의 두께가 전체 장치의 두께를 좌우할 수 있다. 따라서, 하우징(220)은 LED의 두께에 기초하여 그 깊이가 정해지되, 전체 장치(10)의 크기를 최소화하는 방향으로 구성될 수 있다.

[0051] 또한, 상기 보드 고정판(120)은, 상기 발광부(112)의 측면을 감싸는 발광부 암실 및 상기 형광 검출센서(114)의 측면을 감싸는 센서 암실을 포함한다.

[0052] 또한, 보드 고정판(120)은, 상기 발광부 암실의 일 측면에 구비되는, 상기 간섭 필터(122) 및 상기 센서 암실의 일 측면에 구비되는, 상기 래튼 필터(124)를 포함한다.

[0053] 또한, 상기 발광부 암실 및 상기 센서 암실은, 상기 발광부 및 상기 형광 검출센서의 측면을 각각 감싸는 검정 아크릴판 및 상기 간섭 필터 및 상기 래튼 필터를 각각 고정하는 실리콘 판을 포함한다.

[0054] 또한, 상기 발광부 암실 및 상기 센서 암실은, 상기 검정 아크릴판과 상기 실리콘 판을 부착하는 차폐 테이프를 포함한다. 또한, 암실 틈으로 새어나오는 빛을 차단하는 페인트가 암실 외부에 도포될 수 있다.

[0055] 도 3 및 도 4는 일 실시 예에 따른 PCR 칩의 구조를 설명하기 위한 도면이다.

[0056] 도 3은 일 실시 예에 따른 PCR 칩의 단면을 측면에서 도시한 도면이고, 도 4는 일 실시 예에 따른 PCR 칩의 적층구조를 설명하기 위한 도면이다.

[0057] 도 3을 참조하면, PCR 칩(200)에 포함된 PCR 챔버(210)는 검은 색의 PCB(213)를 기준으로 상부와 하부로 구분된다.

[0058] 일 실시 예에서, PCR 챔버(210)의 하부에는, 발열부 및 냉각부가 포함될 수 있으며, 발열부 및 냉각부는 도 3 및 도 4에 도시된 공간(219)에 마련될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0059] 또한, PCR 챔버(210)의 하부에는, 온도센서(212)가 마련될 수 있으며, 온도센서(212)는 서미스터(thermistor)를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0060] 또한, 상기 PCR 챔버(210)의 상부에는, 방열판 및 챔버 공간(218)이 마련될 수 있다.

[0061] 예를 들어, 방열판은 PCB(213)의 상부에 부착되어, PCB(213) 하부의 열이 시약 주입구(217)의 substrate를 통해 챔버 공간(218)으로 전달되거나, 마찬가지로 시약 주입구(217)의 substrate를 통해 챔버 공간(218)이 냉각될 수 있도록 한다.

[0062] 또한, 상기 PCR 챔버(210)는, 상기 PCR 챔버(210)의 하부로부터 상기 챔버 공간(218)으로 시약을 주입할 수 있는 시약 주입구(217)를 포함한다.

[0063] 또한, 상기 PCR 챔버(210)는, 상기 검은 색의 PCB(213) 및 상기 하우징(220)과 상기 검은 색의 PCB(213)를 부착하는 양면 테이프(211)를 포함한다. 예로, 양면 테이프(211)의 두께는 약 200㎛일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0064] 또한, 상기 PCR 챔버(210)는, 상기 검은 소재의 PCB(213) 위에 부착되는 PP(Polypropylene) 테이프(214)를 포함한다. 예를 들어, PP 테이프(214)는 형광물질이 PCB에 달라붙는 것을 방지하기 위하여 PCB 위에 부착되는 PP 박스 테이프일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, PP 테이프(214)의 두께는 약 50㎛일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, PCB(213)의 두께는 약 200㎛일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0065] 또한, 상기 PCR 챔버(210)는, 상기 PP 테이프(214) 위에 부착되며, 상기 챔버 공간을 구성할 수 있도록 소정의 두께를 갖는 양면 테이프(215)를 포함한다. 예로, 양면 테이프(215)의 두께는 약 400㎛일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0066] 또한, 상기 PCR 챔버(210)는, 상기 양면 테이프 위에 부착되는 PC(Poly Carbonate) 커버(216)를 포함한다. 예로, PC 커버(216)의 두께는 약 200㎛일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0067] 즉, 챔버 공간(218)은 PP 테이프(214), 양면 테이프(215) 및 PC 커버(216)로 둘러싸인 형태로 구성된다.

[0068] 도 5는 일 실시 예에 따른 단일 칩 PCR 시스템을 도시한 도면이다.

[0069] 도 5를 참조하면, 시스템은 단일 칩 PCR 장치(10), 상기 PCR 장치(10)에 포함된 센서로부터 센서 정보를 수집하고, 상기 PCR 장치(10)의 온도를 조절하는 제어장치(20)를 포함한다.

[0070] 일 실시 예에서, 제어장치(20)는 로컬 시스템을 의미할 수 있다.

[0071] 또한, 시스템은 제어장치(20)와 데이터를 송수신하고, 제어장치(20)로부터 수신된 정보를 분석하며, 제어장치(20)를 제어하기 위한 인터페이스를 표시하며, 사용자로부터 수신되는 입력을 제어장치(20)로 전달하는 컴퓨터(30)를 포함할 수 있다.

[0072] 도 5를 참조하면, 단일 칩 PCR 장치(10)는 PD(포토다이오드), LED, 센서, 발열부 및 냉각부를 포함한다. 실시 예에 따라서, 냉각부는 단일 칩 PCR 장치(10)에 내장될 수도 있고, 외부에 구비될 수도 있으며, 별도로 구비될 수도 있다.

[0073] 예를 들어, 냉각부는 팬을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 센서는 단일 칩 PCR 장치(10)의 온도를 측정하며, 제어장치(20)는 측정된 온도에 기반하여 냉각부 또는 발열부를 제어함으로써 단일 칩 PCR 장치(10)의 온도를 조절한다.

[0074] 일 실시 예에서, 제어장치(20)의 프로세서는 PIC18F4553(Microchip Technology Inc.)로 analog-to-digital converter(ADC)와 pulse width modulation(PWM)과 USB 인터페이스를 포함할 수 있다. 제어장치(20)는 PCR chip을 가열하고 냉각시키기 위해 PWM과 Field Effect Transistor(FET)를 이용하여 발열부와 냉각부를 제어한다. 일 실시 예에서, 센서에 포함된 서미스터의 저항이 voltage divider와 ADC에서 비롯된 digital form에서 온도값으로 변환된다.

[0075] 일 실시 예에서, USB 2.0은 제어장치(20)와 컴퓨터(30)를 연결해 주는 역할을 하며 5ms마다 local system에 온도 값을 기록하고 값의 데이터를 host로 보내고 host에서는 local system으로부터 온도 값을 읽어서 Proportional-Integral-Derivative(PID) controller mechanism 을 기반으로 PWM 값을 계산하게 된다. 즉, 제어장치(20)를 포함하는 호스트에서는 온도 control 뿐만 아니라 PCR protocol 수행에 관련된 기능도 GUI 환경과 file 입출력을 통하여 처리하게 된다.

[0076] 일 실시 예에서, 프로세서는 하나 이상의 코어(core, 미도시) 및 그래픽 처리부(미도시) 및/또는 다른 구성 요소와 신호를 송수신하는 연결 통로(예를 들어, 버스(bus) 등)를 포함할 수 있다.

[0077] 한편, 프로세서는 프로세서 내부에서 처리되는 신호(또는, 데이터)를 일시적 및/또는 영구적으로 저장하는 램(RAM: Random Access Memory, 미도시) 및 롬(ROM: Read-Only Memory, 미도시)을 더 포함할 수 있다. 또한, 프로세서는 그래픽 처리부, 램 및 롬 중 적어도 하나를 포함하는 시스템온칩(SoC: system on chip) 형태로 구현될 수 있다.

[0078] 메모리에는 프로세서의 처리 및 제어를 위한 프로그램들(하나 이상의 인스트럭션들)을 저장할 수 있다. 메모리에 저장된 프로그램들은 기능에 따라 복수 개의 모듈들로 구분될 수 있다.

[0079] 개시된 실시 예에 따른 시스템에 포함된 제어부는 생화학적 동작과 사용자 인터페이스 동작을 포함한다. 생화학적 기능의 프로세스는 프로토콜과 칩의 온도제어부로 구성되어 있다. PCR Protocol은 일정 시간 동안 설정된 온도로 동작하도록 한 액션들을 반복적으로 수행하도록 한 것을 의미한다.

[0080] 일 예로, 개시된 실시 예에 따른 시스템은 온도를 센싱하여 발열부를 통해 설정된 온도로 가열할 수 있으며, 냉각부를 통해 설정된 온도로 냉각할 수 있도록 설계되어 있다.

[0081] 또한, 개시된 실시 예에 따른 시스템은 이러한 기본적 생화학적 기능에 사용자 인터페이스를 통하여 직접 관리하고 수정 및 제어할 수 있도록 설계하여 제작되었다.

[0082] 이 두 가지의 기능은 하나의 프로세스로 임베디드 시스템 안에 집적 되어 있다. 개시된 실시 예에 따른 시스템은 쉬운 제어를 위해서 컴퓨터(30)를 통하여 제공되는 사용자 인터페이스를 이용하여 임베디드 시스템에 접근하는 구성을 취하고 있다.

[0083] PCR 칩의 온도는 온도 측정과 발열부 및 냉각부의 주기적인 제어를 통해 적절한 온도로 맞춰져 제어된다. PCR 칩의 온도는 초당 약 10℃ 증가하거나 감소할 수 있도록 설계되어 있으며, 1/20sec(50ms)이내에 0.5℃ 이내의 오차범위로 온도제어를 할 수 있도록 하였다.

[0084] Windows PC에서 제공하는 normal timer의 경우로는 적절한 resolution을 맞추기가 어려울 수 있어, high precision event timer(HPET)를 사용하여 resolution을 1ms보다 작도록 구성하였으며 이는 앞으로의 다양한 multimedia application의 사용도 가능하도록 한다. PC를 이용한 로컬-호스트 시스템은 주요기능을 호스트에서 수행할 수 있도록 했기에 전체 드는 비용을 줄일 수 있다는 이점이 있다. 즉, 로컬-호스트 시스템에서 제어장치(20)는 로컬 시스템이며, 컴퓨터(30)는 호스트 시스템이다.

[0085] 도 6은 PCR 구동 프로그램의 일 예를 도시한 도면이다.

[0086] 프로그램은 PCR protocol 구동 관련 부분과 시스템을 제어하는 PWM control 부분으로 구성되어 있다. PCR 구동 부분은 Board와 USB 연결 상태를 알려주는 status, 칩의 온도를 표시해 주는 Device Temperature 부분과 PCR protocol을 설정한 파일의 입출력을 통하여 PCR을 수행할 수 있도록 하고 PCR 수행과정동안 온도나 포토다이오드가 검출한 형광 밝기의 값을 기록할 수 있도록 설정되어 있다. 포토다이오드로 읽어 온 ADC값을 0부터 4096까지의 값으로 표현하며 이를 실시간으로 확인할 수 있도록 그래프 형태로 그려주는 부분과, 서미스터가 감지한 온도값도 실시간으로 확인 할 수 있도록 하는 부분도 포함되어 있다.

[0087] PWM control 부분은 로컬 호스트에서 기록하고 값의 데이터를 Proportional-Integral-Derivative(PID) controller mechanism 을 기반으로 PWM 값을 계산하게 되는데, 이때 PID 설정을 할 수 있는 인터페이스와 PCR 칩의 내부온도와의 차이를 최소화하기 위한 보정 값을 설정할 수 있는 부분이 포함되어 있다.

[0088] 본 발명의 실시예와 관련하여 설명된 방법 또는 알고리즘의 단계들은 하드웨어로 직접 구현되거나, 하드웨어에 의해 실행되는 소프트웨어 모듈로 구현되거나, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM(Random Access Memory), ROM(Read Only Memory), EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM), 플래시 메모리(Flash Memory), 하드 디스크, 착탈형 디스크, CD-ROM, 또는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 잘 알려진 임의의 형태의 컴퓨터 판독가능 기록매체에 상주할 수도 있다.

[0089] 이상, 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자는 본 발명이 그 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, 제한적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

부호의 설명

[0090] 10 : 단일 칩 PCR 장치

100 : 광학 PCB 모듈

110 : 광학 PCB

112 : 발광부

114 : 형광 검출센서

120 : 보드 고정판

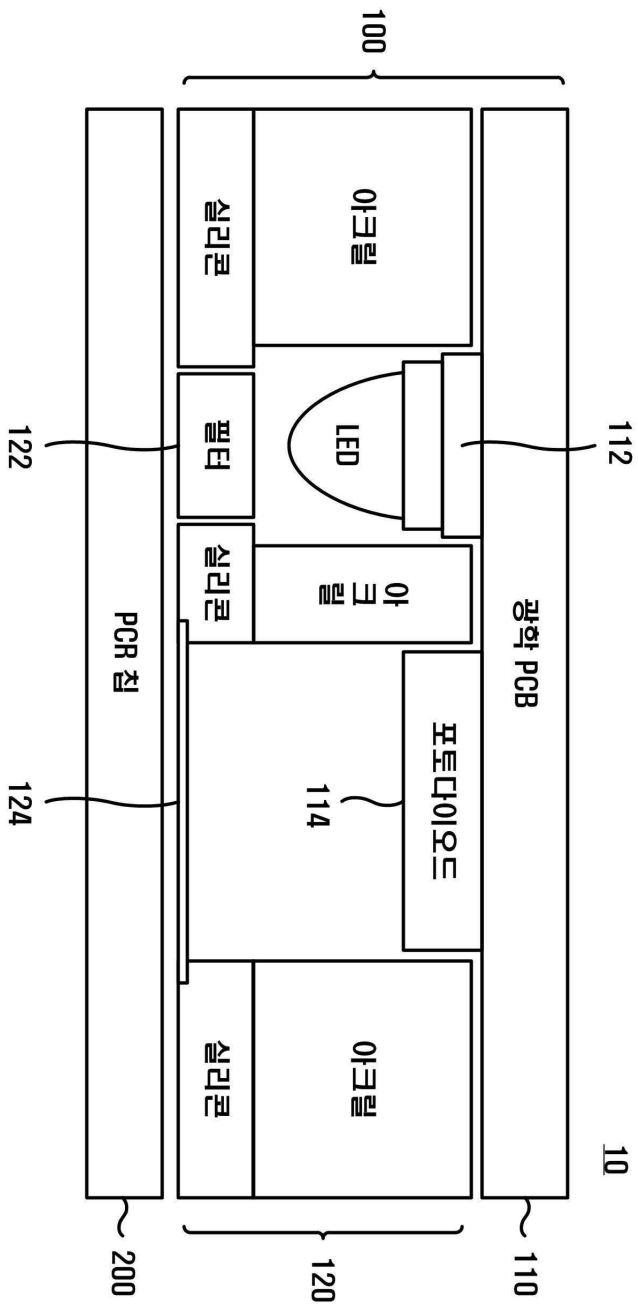
122 : 간섭 필터

124 : 래튼 필터

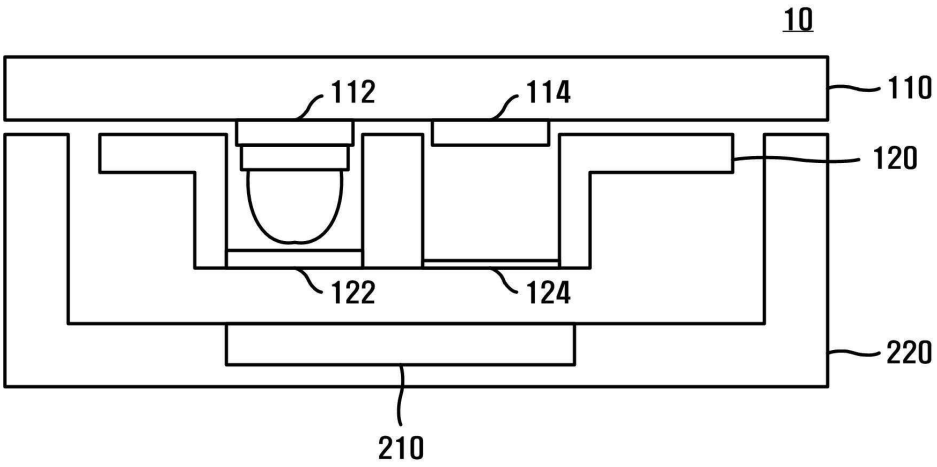
200 : PCR 칩

도면

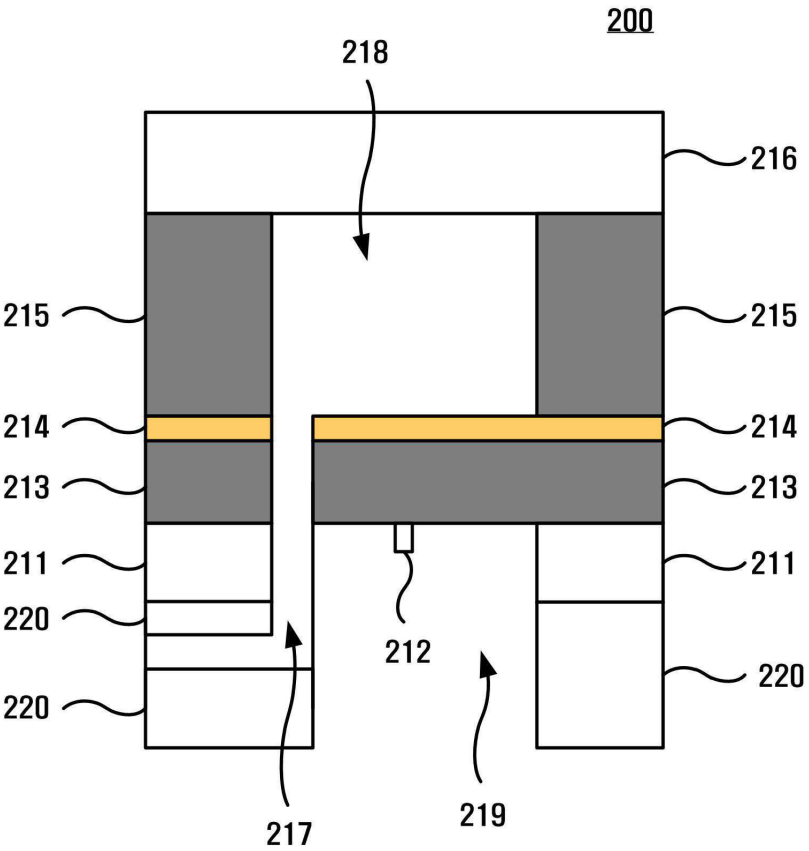
도면1


100
글라스
아크릴
필터
LED
112
122
글라스
아크릴
광학 PCB
PCR 칩
포토다이오드
114
124
글라스
아크릴
10
200
120
110

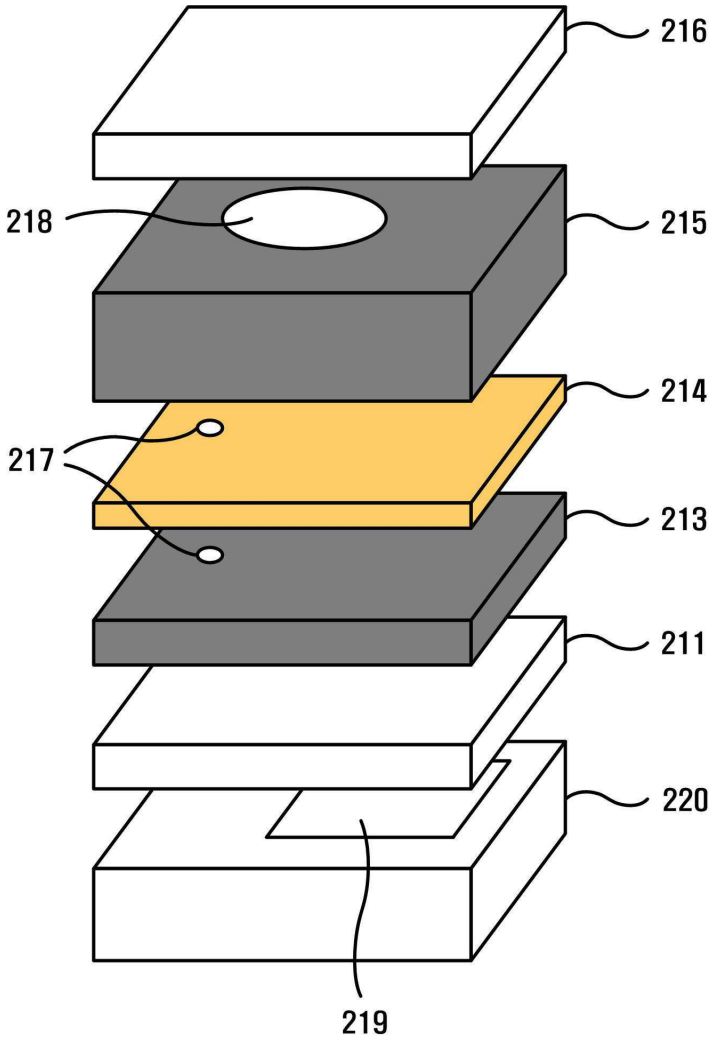
도면2


10
112
114
110
120
122
124
220
210

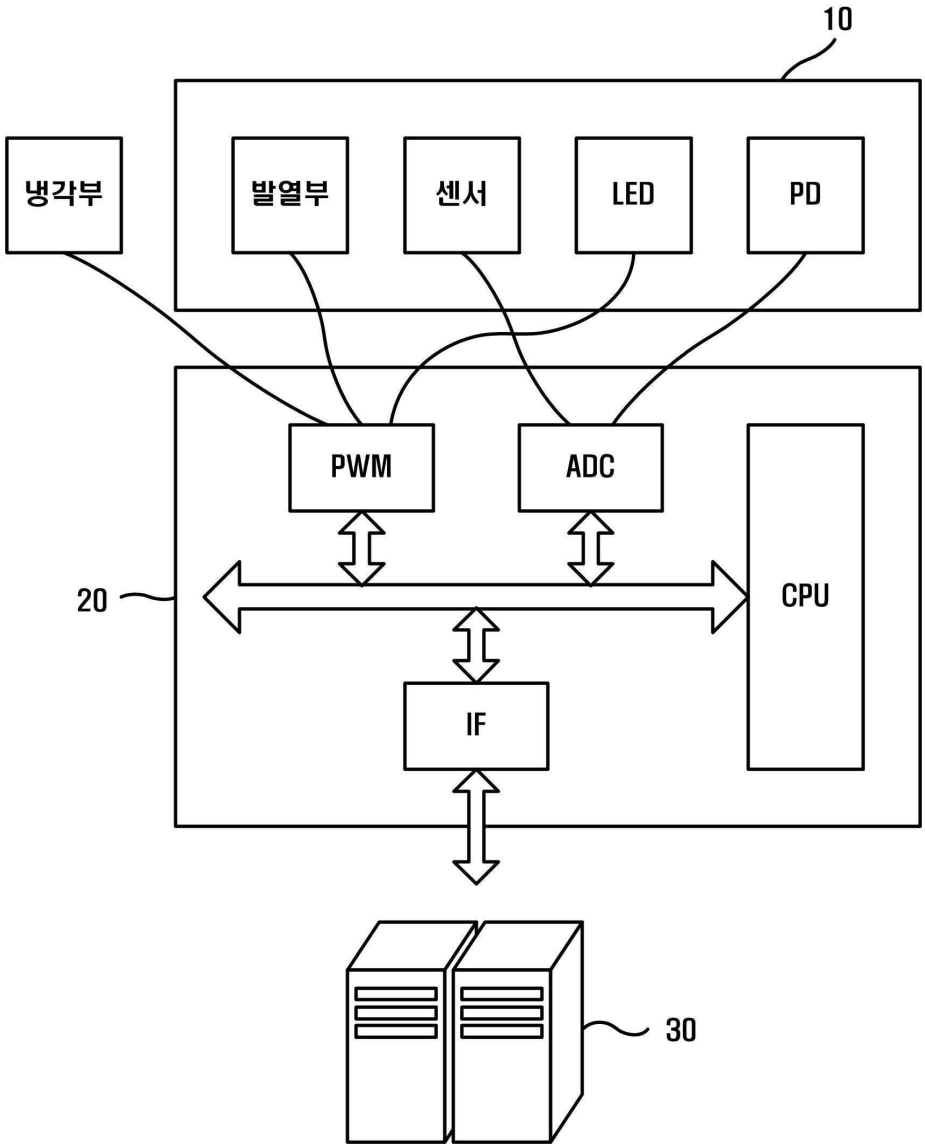
도면3


200
218
216
215
215
214
214
213
213
211
211
220
212
220
220
217
219

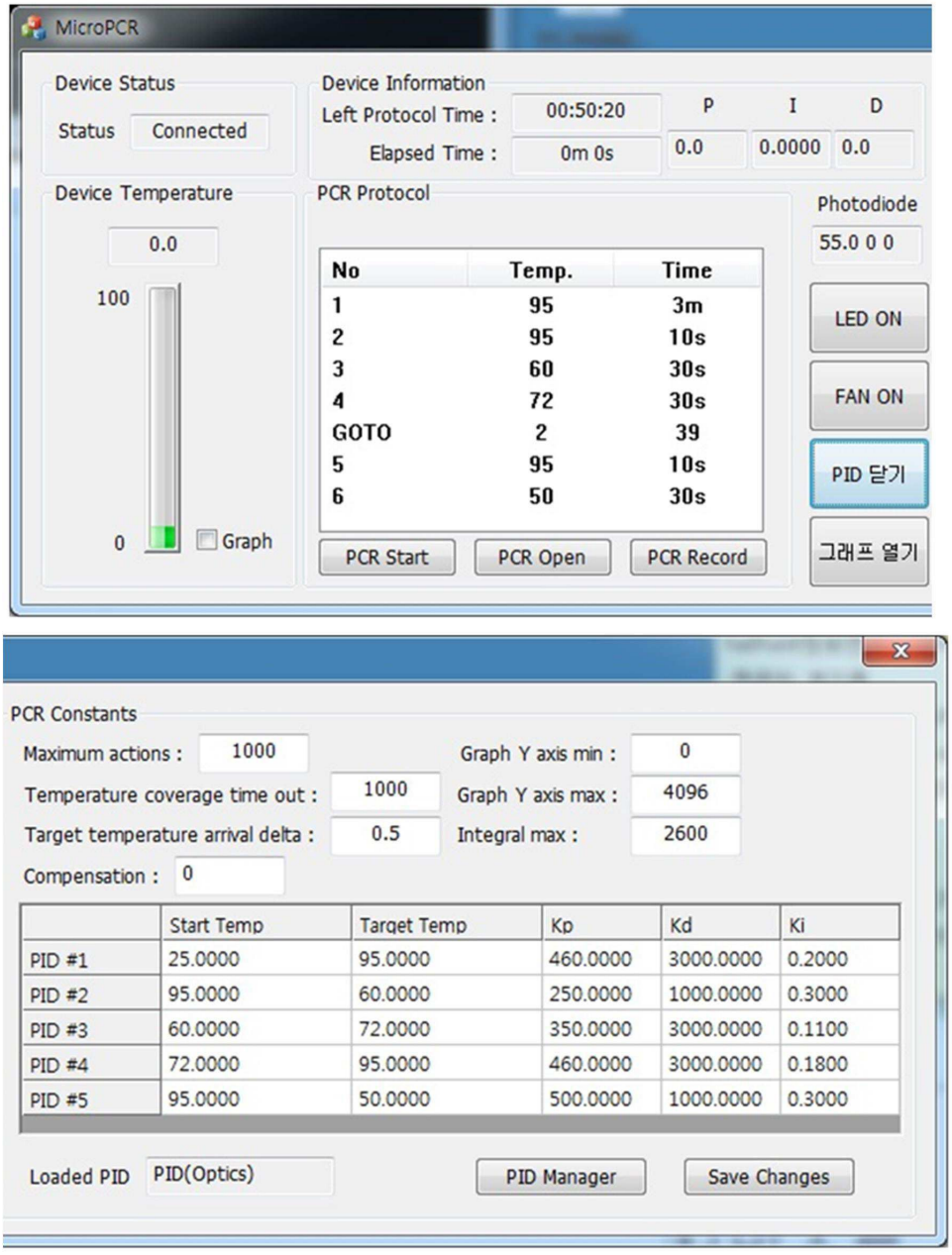
도면4



도면5



도면6


MicroPCR
Device Status
Status
Connected
Device Information
Left Protocol Time :
00:50:20
Elapsed Time :
0m 0s
P
I
D
0.0
0.0000
0.0
Device Temperature
0.0
100
0
Graph
PCR Protocol
No
Temp.
Time
1
95
3m
2
95
10s
3
60
30s
4
72
30s
GOTO
2
39
5
95
10s
6
50
30s
PCR Start
PCR Open
PCR Record
Photodiode
55.0 0 0
LED ON
FAN ON
PID 닫기
그래프 열기
PCR Constants
Maximum actions :
1000
Temperature coverage time out :
1000
Target temperature arrival delta :
0.5
Compensation :
0
Graph Y axis min :
0
Graph Y axis max :
4096
Integral max :
2600
Start Temp
Target Temp
Kp
Kd
Ki
PID #1
25.0000
95.0000
460.0000
3000.0000
0.2000
PID #2
95.0000
60.0000
250.0000
1000.0000
0.3000
PID #3
60.0000
72.0000
350.0000
3000.0000
0.1100
PID #4
72.0000
95.0000
460.0000
3000.0000
0.1800
PID #5
95.0000
50.0000
500.0000
1000.0000
0.3000
Loaded PID
PID(Optics)
PID Manager
Save Changes