



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년01월02일

(11) 등록번호 10-2061559

(24) 등록일자 2019년12월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01L 7/00 (2006.01) *G01N 35/00* (2006.01)

G01N 35/04 (2006.01) *G06K 9/00* (2006.01)

(52) CPC특허분류

B01L 7/52 (2013.01)

G01N 35/00029 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0165932

(22) 출원일자 2018년12월20일

심사청구일자 2018년12월20일

(56) 선행기술조사문헌

JP2015523067 A*

JP6072913 B2*

KR1020180087892 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한림대학교 산학협력단

강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교(옥천동)

(72) 발명자

김중대

강원도 춘천시 퇴계로 128, 201동 906호(퇴계동, 휴먼시아 남춘천2단지아파트)

구슬빛나

강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교 공학관 1163-4호 Bio-It 융합연구소(옥천동)

(74) 대리인

유민규

전체 청구항 수 : 총 8 항

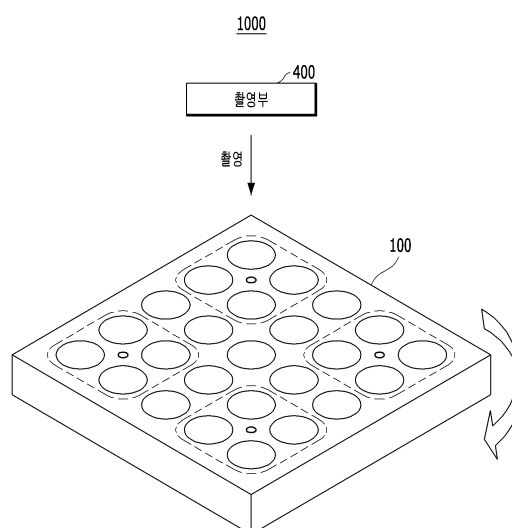
심사관 : 김주대

(54) 발명의 명칭 개방형 플랫폼 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치 및 분석 방법

(57) 요약

개방형 플랫폼 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치 및 분석 방법을 제공하고, 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치는, 복수개의 튜브로 형성되어, 각 튜브에 DNA용액을 수용하는 튜브 트레이부, 상기 DNA용액을 가열하여 DNA를 두 가닥으로 분리하고, 각각의 DNA 가닥에서 증폭시킬 표적 서열의 일 부분에 짧은 단일 DNA가닥인 프라이머를 결합하고, 상기 프라이머에 표적 서열이 복제됨으로써 DNA의 특정 표적 서열의 양을 증폭시키는 증폭부, 상기 튜브 트레이부를 회전시키는 회전부, 상기 회전부에 의해 튜브 트레이부가 회전함에 따라, 튜브 트레이부를 복수개의 사분면으로 분할하여 촬영하는 촬영부, 상기 촬영한 사분면이미지에서 형광을 측정하여 상기 DNA 특정 표적 유전물질의 증폭을 검출하는 증폭 분석부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06K 9/00134 (2013.01)
B01L 2200/0663 (2013.01)
B01L 2300/0627 (2013.01)
G01N 2035/00366 (2013.01)
G01N 2035/0432 (2013.01)
G01N 2035/0439 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1465026763
부처명	보건복지부
연구관리전문기관	한국보건산업진흥원
연구사업명	감염병위기대응기술개발
연구과제명	고밀도 다중화 현장 검사용 분자 진단 시스템 개발
기 여 율	1/1
주관기관	(주)바이오메듀스
연구기간	2018.08.06 ~ 2019.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치에 있어서,
 복수개의 튜브로 형성되어, 각 튜브에 DNA용액을 수용하는 튜브 트레이부;
 상기 DNA용액을 가열하여 DNA를 두 가닥으로 분리하고, 각각의 DNA 가닥에서 증폭시킬 표적 서열의 일 부분에 짧은 단일 DNA가닥인 프라이머를 결합하고, 상기 프라이머에 표적 서열이 복제됨으로써 DNA의 특정 표적 서열의 양을 증폭시키는 증폭부;
 상기 튜브 트레이부를 회전시키는 회전부;
 상기 회전부에 의해 튜브 트레이부가 회전함에 따라, 튜브 트레이부를 사분면으로 분할하여 촬영하는 촬영부;
 및
 상기 촬영한 사분면이미지에서 형광을 측정하여 상기 DNA 특정 표적 유전물질의 증폭을 검출하는 증폭 분석부를 포함하되,
 상기 회전부는,
 상기 튜브 트레이부에 연결되어 튜브 트레이부를 회전시키는 스텝 모터부;
 PC와 연결되어, 상기 스텝 모터부의 회전 방향과 각도를 제어하는 모터 드라이버부,
 를 포함하고,
 상기 튜브 트레이부는,
 상기 각 사분면에 이미지축 마크를 포함하고,
 상기 모터 드라이버부는,
 상기 이미지축 마크가 사분면이미지에서 중앙에 위치하도록 상기 스텝 모터부를 제어함으로써 상기 튜브 트레이부를 회전시키는 것인, 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 촬영부는,
 상기 튜브 트레이부에 빛을 조사하는 라이트부;
 상기 DNA 특정 표적 유전물질이 증폭된 DNA용액의 형광물질을 여기시키는 파장의 빛을 통과시키는 여기필터; 및
 상기 DNA 특정 표적 유전물질이 증폭된 DNA용액의 형광물질이 방출하는 파장의 빛을 통과시키는 방출필터;를 포함하고,
 상기 라이트부는 상기 모터 드라이버의 출력 포트에 연결되어 촬영할 시에만 작동하고, 상기 여기필터 및 방출필터를 통과한 빛은 형광 데이터로서 상기 이미지에 반영되는 것인, 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 증폭 분석부는,

SBC(single board computer)를 이용해 Python 프로그래밍 언어를 사용하여 사분면이미지를 처리하는 것인, 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 증폭 분석부는,

상기 SBC가 처리한 사분면이미지를 제공받고, 각 사분면에서 모서리 부분 튜브 복수개를 식별하고, 상기 식별한 튜브들의 중심 거리 및 각도를 계산하여 각 사분면이미지를 해당 사분면의 위치로 회전시킴으로써, 전체 이미지로 조합하는 이미지 합성부를 포함하는 것인, 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치.

청구항 7

개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 방법에 있어서,

(a) 복수개의 튜브로 형성된 튜브 트레이부에 DNA용액을 수용하는 단계;

(b) 상기 DNA용액을 가열하여 DNA를 두 가닥으로 분리하고, 각각의 DNA 가닥에서 증폭시킬 표적 서열의 일 부분에 짧은 단일 DNA가닥인 프라이머를 결합하고, 상기 프라이머에 표적 서열이 복제됨으로써 DNA의 특정 표적 서열의 양을 증폭시키는 단계;

(c) 상기 DNA용액을 수용하는 튜브 트레이부를 회전시키는 단계;

(d) 상기 튜브 트레이부가 회전함에 따라, 튜브 트레이부를 사분면으로 분할하여 촬영하는 단계; 및

(e) 상기 촬영한 사분면이미지에서 형광을 측정하여 상기 DNA 특정 표적 유전물질의 증폭을 검출하는 단계를 포함하되,

상기 (c) 단계는,

(c1) 튜브 트레이부에 연결된 스텝 모터부가 튜브 트레이부를 회전시키는 단계; 및

(c2) PC와 연결된 모터 드라이버부가 상기 스텝 모터부의 회전 방향과 각도를 제어하는 단계,

를 포함하고,

상기 튜브 트레이부는 각 사분면에 이미지축 마크를 포함하고,

상기 (c2) 단계는,

상기 이미지축 마크가 사분면이미지에서 중앙에 위치하도록 상기 스텝 모터를 제어함으로써 상기 튜브 트레이부를 회전시키는 것인, 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 (d)단계는,

(d1)상기 튜브 트레이부에 빛을 조사하는 단계;

(d2)상기 DNA 특정 표적 유전물질이 증폭된 DNA용액의 형광물질을 여기시키는 파장의 빛을 통과시키는 단계; 및

(d3)상기 DNA 특정 표적 유전물질이 증폭된 DNA용액의 형광물질이 방출하는 파장의 빛을 통과시키는 단계;를 포함하되,

상기 (d1)단계는 DNA용액을 촬영 시에만 빛을 조사하고, 상기 (d2)단계와 상기 (d3)단계에서 통과된 빛은 형광 데이터로서 상기 이미지에 반영되는 것인, 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 방법.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 (e)단계는,

SBC(single board computer)를 이용해 Python 프로그래밍 언어를 사용하여 사분면이미지를 처리하는 것인, 포함하는 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 (e)단계는,

상기 SBC가 처리한 사분면이미지를 제공받고, 각 사분면에서 모서리 부분 튜브 복수개를 식별하고, 상기 식별한 튜브들의 중심 거리 및 각도를 계산하여 각 사분면이미지를 해당 사분면의 위치로 회전시킴으로써, 전체 이미지로 조합하는 단계를 포함하는 것인, 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본원은 개방형 플랫폼 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치 및 분석 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래의 중합 효소 연쇄 반응(PCR)으로 증폭된 DNA는 전기영동 및 젤 이미지분석의 2단계 검출 과정을 거친다. 최근 Real-time PCR은 기존의 검출 과정 없이 실시간으로 DNA의 형광을 측정하여 DNA 증폭을 검출하기 위해 개발되었다. 그러나, 종래의 Real-time PCR은 수십 개의 튜브에 대한 형광 여기 및 방출의 동시 처리로 인한 광학 제품의 크기가 큰 문제점과, 그에 따른 고비용 및 조립이 어렵다는 문제점이 발생하고 있다.

[0003] 본원의 배경이 되는 기술은 **한국등록특허공보** 제10-1433208호에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본원은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 개방형 플랫폼 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치 및 분석 방법에 있어서, 광학 제품을 소형화하고, 저비용의 개방형 플랫폼 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치 및 분석 방법을 제공하려는 것을 목적으로 한다.

[0005] 본원은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 조립을 간편화하는 개방형 플랫폼 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치 및 분석 방법을 제공하려는 것을 목적으로 한다.

[0006] 다만, 본원의 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제들로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본원의 일 실시예에 따른 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치는, 복수개의 튜브로 형성되어, 각 튜브에 DNA용액을 수용하는 튜브 트레이부,

상기 DNA용액을 가열하여 DNA를 두 가닥으로 분리하고, 각각의 DNA 가닥에서 증폭시킬 표적 서열의 일 부분에 짧은 단일 DNA가닥인 프라이머를 결합하고, 상기 프라이머에 표적 서열이 복제됨으로써 DNA의 특정 표적 서열의 양을 증폭시키는 증폭부, 상기 튜브 트레이부를 회전시키는 회전부, 상기 회전부에 의해 튜브 트레이부가 회전함에 따라, 튜브 트레이부를 사분면으로 분할하여 촬영하는 촬영부, 상기 촬영한 사분면이미지에서 형광을 측정하여 상기 DNA 특정 표적 유전물질의 증폭을 검출하는 증폭 분석부를 포함할 수 있다.

- [0008] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 회전부는, 상기 튜브 트레이부에 연결되어 튜브 트레이부를 회전시키는 스텝 모터부, PC와 연결되어, 상기 스텝 모터부의 회전 방향과 각도를 제어하는 모터 드라이버부를 포함할 수 있다.
- [0009] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 튜브 트레이부는, 상기 각 사분면에 이미지축 마크를 포함하고, 상기 모터 드라이버부는, 상기 이미지축 마크가 사분면이미지에서 중앙에 위치하도록 상기 스텝 모터를 제어함으로써 상기 튜브 트레이부를 회전시키는 것일 수 있다.
- [0010] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 촬영부는, 상기 튜브 트레이부에 빛을 조사하는 라이트부, 상기 DNA 특정 표적 유전물질이 증폭된 DNA용액의 형광물질을 여기시키는 파장의 빛을 통과시키는 여기필터, 및 상기 DNA 특정 표적 유전물질이 증폭된 DNA용액의 형광물질이 방출하는 파장의 빛을 통과시키는 방출필터를 포함하고, 상기 라이트부는 상기 모터 드라이버의 출력 포트에 연결되어 촬영할 시에만 작동하고, 상기 여기필터 및 방출필터를 통과한 빛은 형광 데이터로서 상기 이미지에 반영되는 것일 수 있다.
- [0011] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 증폭 분석부는, SBC(single board computer)를 이용해 Python 프로그래밍 언어를 사용하여 사분면이미지를 처리하는 것일 수 있다.
- [0012] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 증폭 분석부는, 상기 SBC가 처리한 사분면이미지를 제공받고, 각 사분면에서 모서리 부분 튜브 복수개를 식별하고, 상기 식별한 튜브들의 중심 거리 및 각도를 계산하여 각 사분면이미지를 해당 사분면의 위치로 회전시킴으로써, 전체 이미지로 조합하는 이미지 합성부를 포함하는 것일 수 있다.
- [0013] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본원의 일 실시예에 따른 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 방법은, (a) 복수개의 튜브로 형성된 튜브 트레이부에 DNA용액을 수용하는 단계, (b) 상기 DNA용액을 가열하여 DNA를 두 가닥으로 분리하고, 각각의 DNA 가닥에서 증폭시킬 표적 서열의 일 부분에 짧은 단일 DNA가닥인 프라이머를 결합하고, 상기 프라이머에 표적 서열이 복제됨으로써 DNA의 특정 표적 서열의 양을 증폭시키는 단계, (c) 상기 DNA용액을 수용하는 튜브 트레이부를 회전시키는 단계, (d) 상기 튜브 트레이부가 회전함에 따라, 튜브 트레이부를 사분면으로 분할하여 촬영하는 단계, 및 (e)상기 촬영한 사분면이미지에서 형광을 측정하여 상기 DNA 특정 표적 유전물질의 증폭을 검출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 (c) 단계는, (c1) 튜브 트레이부에 연결된 스텝 모터부가 튜브 트레이부를 회전시키는 단계, 및 (c2) PC와 연결된 모터 드라이버부가 상기 스텝 모터부의 회전 방향과 각도를 제어하는 단계를 포함하는 것일 수 있다.
- [0015] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 (a)단계는, 상기 튜브 트레이부의 각 사분면에 이미지축 마크를 표시하는 단계;를 포함하고, 상기 (c2)단계는, 상기 이미지축 마크가 사분면이미지에서 중앙에 위치하도록 상기 스텝 모터를 제어함으로써 상기 튜브 트레이를 회전시키는 것일 수 있다.
- [0016] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 (d)단계는, (d1)상기 튜브 트레이부에 빛을 조사하는 단계, (d2)상기 DNA 특정 표적 유전물질이 증폭된 DNA용액의 형광물질을 여기시키는 파장의 빛을 통과시키는 단계, (d3)상기 DNA 특정 표적 유전물질이 증폭된 DNA용액의 형광물질이 방출하는 파장의 빛을 통과시키는 단계를 포함하되, 상기 (d1)단계는 DNA용액을 촬영 시에만 빛을 조사하고, 상기 (d2)단계와 상기 (d3)단계에서 통과된 빛은 형광 데이터로서 상기 이미지에 반영되는 것일 수 있다.
- [0017] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 (e)단계는, SBC(single board computer)를 이용해 Python 프로그래밍 언어를 사용하여 사분면이미지를 처리하는 것일 수 있다.
- [0018] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 (e)단계는, 상기 SBC가 처리한 사분면이미지를 제공받고, 각 사분면에서 모서리 부분 튜브 복수개를 식별하고, 상기 식별한 튜브들의 중심 거리 및 각도를 계산하여 각 사분면이미지를 해당 사분면의 위치로 회전시킴으로써, 전체 이미지로 조합하는 단계를 포함하는 것일 수 있다.
- [0019] 상술한 과제 해결 수단은 단지 예시적인 것으로서, 본원을 제한하려는 의도로 해석되지 않아야 한다. 상술한 예시적인 실시예 외에도, 도면 및 발명의 상세한 설명에 추가적인 실시예가 존재할 수 있다.

발명의 효과

- [0020] 전술한 본원의 과제 해결 수단에 의하면, PCR튜브 트레이를 여러 그룹으로 분할하여 촬영하여 시야를 최소화함으로써, PCR의 광학 시스템을 단순화하여 PCR의 광학 시스템의 소형화와 저비용의 효과가 있다.
- [0021] 전술한 본원의 과제 해결 수단에 의하면, 개방형 플랫폼의 카메라를 사용함으로써, PCR장치 소모품의 비용을 절감하는 효과가 있다.
- [0022] 전술한 본원의 과제 해결 수단에 의하면, 튜브 트레이에 빛을 조사하는 조명을 고정시킴으로써 각도를 조정하지 않아도 됨으로, PCR 장치의 조립이 쉬운 효과가 있다.
- [0023] 다만, 본원에서 얻을 수 있는 효과는 상기된 바와 같은 효과들로 한정되지 않으며, 또 다른 효과들이 존재할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본원의 일 실시예에 따른 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치의 개략적인 구성도이다.
- 도 2내지 3은 본원의 일 실시예에 따른 튜브 트레이부의 개략적인 구성도이다.
- 도 4은 본원의 일 실시예에 따른 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치의 개략적인 구성을 나타낸 블록도이다.
- 도 5는 본원의 일 실시예에 따른 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 방법에 대한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본원이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본원을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0026] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결" 또는 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.
- [0027] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에", "상부에", "상단에", "하에", "하부에", "하단에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0028] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0029] 본원은 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치(1000) 및 분석 방법에 관한 것이다. 더 상세하게는, 중합 효소 연쇄 반응 장치의 튜브 트레이부(100)를 여러 그룹으로 분할하여 촬영하고, 촬영한 이미지들을 조합함으로써, 튜브 트레이부(100)의 전체이미지를 얻을 수 있는 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치 및 분석 방법에 관한 것이다. 또한, 상기 전체이미지를 통해 DNA의 증폭과정을 모니터링하고, DNA의 증폭을 검출할 수 있는 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치(1000) 및 분석 방법에 관한 것이다.
- [0030] 이하에서는 도 1 내지 도 5를 참조하여 본원의 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치(1000)에 대하여 설명한다.
- [0031] 도1은 본원의 일 실시예에 따른 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치(1000)의 개략적인 구성도이다.
- [0032] 도1의 설명에 앞서, 먼저 도4를 참조하여 본원의 일 실시예에 따른 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치(1000)의 개략적인 구성을 살펴보면 다음과 같다.

- [0033] 도4을 참조하면, 본원의 일 실시예에 따른 다른 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치(1000)는 튜브 트레이부(100), 증폭부(200), 회전부(300), 촬영부(400), 증폭 분석부(500)를 포함할 수 있다.
- [0034] 튜브 트레이부(100)는 복수개의 튜브(110)로 형성되어, 각 튜브(110)에 DNA용액을 수용할 수 있다. 예를 들어, 튜브 트레이부(100)는 원형 입구를 가진 튜브(110)25개가 5x5 배열로 이루어진 구성일 수 있다.
- [0035] 증폭부(200)는 상기 DNA용액을 가열하여DNA를 두 가닥으로 분리하고, 각각의 DNA 가닥에서 증폭시킬 표적 서열의 일 부분에 짧은 단일 DNA가닥인 프라이머를 결합하고, 상기 프라이머에 표적 서열이 복제됨으로써 DNA의 특정 표적 서열의 양을 증폭시킬 수 있다.
- [0036] 본원의 다른 일 실시예에 따르면, 회전부(300)는 튜브 트레이부(200)를 회전시킬 수 있다. 이 때, 회전부(300)는 상기 튜브 트레이부(100)에 연결되어 튜브 트레이부(100)를 회전시키는 스텝 모터부, 및 PC와 연결되어, 상기 스텝 모터부의 회전 방향과 각도를 제어하는 모터 드라이버부를 포함할 수 있다.
- [0037] 모터 드라이버부는, 예를 들어, RS-485 통신을 통해 PC와 연결될 수 있으며, 모션 프로그램을 통해 튜브 트레이부의 각 사분면의 위치를 찾아 튜브 트레이부(100)를 회전시키는 것일 수 있다.
- [0038] 이 때, 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치(1000)는, 예를 들어, 스텝 모터부가 회전시에 흔들리지 않도록 알루미늄 프로파일로 제작될 수 있다.
- [0039] 도1을 참조하면, 촬영부(400)는 튜브 트레이부(100)가 회전함에 따라, 튜브 트레이부(100)를 복수개의 사분면으로 분할하여 촬영할 수 있다.
- [0040] 촬영부(400)는 예를 들어, 8/10비트 RGB / RAW 이미지출력을 제공하는 Raspberry Pi Camera v1.3와 같은 개방형 플랫폼 기반의 카메라가 사용될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0041] 또한, 분할한다는 의미는, 물리적으로 나누는 것에 한정하지 않으며, 임의로 구간을 정하는 것일 수 있다.
- [0042] 본원의 일 실시예에 따르면, 촬영부(400)는 튜브 트레이부(100)에 빛을 조사하는 라이트부, 상기 DNA 특정 표적 유전물질이 증폭된 DNA용액의 형광물질을 여기시키는 파장의 빛을 통과시키는 여기필터, 상기 DNA 특정 표적 유전물질이 증폭된 DNA용액의 형광물질이 방출하는 파장의 빛을 통과시키는 방출필터를 포함할 수 있다.
- [0043] 형광은 특정 파장의 빛 에너지를 흡수하고 더 긴 파장의 빛을 방출하는 형광 물질에서 나온 빛을 의미하며, DNA에 투입된 형광 물질은 intercalator유형과 probe유형을 사용하는 것일 수 있다. 여기 필터와 형광 필터는, 예를 들어, 녹색 형광 방출에 기초한 필터일 수 있다.
- [0044] 촬영부(400)는 빛의 반사를 피하기 위해 검은색 무광택 아크릴로 이루어질 수 있으며, 이에 한정된 것은 아니다.
- [0045] 본원의 다른 일 실시예에 따르면, 라이트부는 상기 모터 드라이버의 출력 포트에 연결되어 촬영할 시에만 작동하고, 상기 여기필터 및 방출필터를 통과한 빛은 형광 데이터로서 상기 이미지에 반영되는 것일 수 있다. 라이트부는 예를 들어, LED, LCD 등의 조명일 수 있으며, 이에 한정된 것은 아니다. 또한, 라이트부는 본원의 다양한 실시 예에 따라 적어도 하나가 구비될 수 있으며, 일례로, 촬영부(400)의 카메라 양쪽 면에서 동일한 방향으로 빛을 조사하도록 2개 구비될 수 있다. 카메라의 양쪽 면에서 동일한 방향으로 고정되면, 라이트부는 각 사분면의 튜브를 균일하게 비출 수 있으므로, 라이트부의 조명 방향의 각도를 조정할 필요가 없으므로 소형화될 뿐 아니라 조립이 쉽다. 이 때, 라이트부의 구비 개수, 구비 형태 등은 이에 한정된 것은 아니며 다양하게 구현 가능하다.
- [0046] 도 2는 본원의 일 실시예에 따른 튜브 트레이부의 개략적인 구성도이다.
- [0047] 도 2를 참조하면, 튜브 트레이부(100)는 각 사분면에 이미지축 마크(120)를 포함할 수 있다.
- [0048] 본원의 다른 일 실시예에 따르면, 모터 드라이버부는 이미지축 마크(120)가 사분면이미지에서 중앙에 위치하도록 상기 스텝 모터를 제어함으로써 상기 튜브 트레이부(100)를 회전시키는 것일 수 있다.
- [0049] 도 3은 본원의 일 실시예에 따른 튜브 트레이부(100)의 개략적인 구성도이다.
- [0050] 도3을 참조하면, 본원의 일 실시예에 따른 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치는 5x5배열의 튜브 트레이부를 3x3배열의 사분면 4개로 분할할 수 있다. 또한, 3x3배열의 각 사분면에 표시된 이미지축 마크(120)가 사분면이미지의 중앙에 위치할 수 있도록 튜브 트레이부(100)를 회전할 수 있다. 이 때, 3열의 튜

브와 3행의 튜브는 4개의 사분면이미지에서 중첩되어 촬영될 수 있다.

- [0051] 본원의 다른 일 실시예에 따르면, 증폭 분석부(500)는 SBC(single board computer)를 이용해 Python 프로그래밍 언어를 사용하여 사분면이미지를 처리하는 것일 수 있다. SBC는, 예를 들어, Raspberry Pi Zero W v1.1 일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. SBC는 무선으로 이미지를 처리할 수 있어 케이블 간의 간섭을 줄일 수 있다.
- [0052] 또한, 증폭 분석부(500)는 상기 SBC가 처리한 사분면이미지를 제공받고, 각 사분면에서 모서리 부분 튜브 복수개(130)를 식별하고, 상기 식별한 튜브들의 중심 거리 및 각도를 계산하여 각 사분면이미지를 해당 사분면의 위치로 회전시킴으로써, 전체 이미지로 조합하는 이미지 합성부를 포함할 수 있다.
- [0053] 도2를 참조하면, 본원의 일 실시예에 따른 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치(1000)는 각 사분면에서 모서리 부분 튜브 복수개(130)를 식별할 수 있다. 모서리 부분 튜브 복수개(130)는, 예를 들어, 모서리 부분의 4개일 수 있고, 사분면이미지에서 가장 밝게 촬영되는 부분일 수 있다.
- [0054] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 식별한 튜브들의 중심 거리 및 각도를 계산하는 과정은 벡터를 이용할 수 있다. 먼저, 중심 벡터는 모서리 부분 튜브 복수개(130) 중 최 상부 튜브로부터 최 하부 튜브의 중심으로부터 계산할 수 있다. 각 사분면이미지 회전벡터는 중심 벡터의 두 배가 되는 벡터일 수 있다. 회전 각도는 각 사분면이 위치한 각도를 나타내는 사분면 벡터와 중심 벡터 사이의 각도일 수 있다.
- [0055] 본원의 일 실시예에 따르면, 각 사분면이미지를 해당 사분면의 위치로 회전시키는 과정은 상기 벡터들을 이용해 회전시키는 것일 수 있다. 중심 벡터가 사분면 벡터와 일치하도록 각 사분면이미지를 회전시킬 수 있다. 해당 사분면 위치로 회전시킨 사분면이미지를 하나의 이미지로 조합할 수 있다.
- [0056] 또한, 5x5배열의 튜브 트레이부를 3x3배열의 사분면 4개로 분할하여 촬영하고, 3열의 튜브와 3행의 튜브를 4개의 사분면이미지에서 중첩하여 촬영하였기에, 중첩된 부분을 조합하는데 있어서, 중첩된 부분의 형광은 중첩된 튜브들의 형광 밝기의 상대적인 이득을 통하여 산출될 수 있다.
- [0057] 본원의 다른 일 실시예에 따르면, 증폭 분석부(500)는 상기 촬영한 사분면이미지에서 형광을 측정하여 상기 DNA 특정 표적 유전물질의 증폭을 검출할 수 있다.
- [0058] 이하에서는 상기에 자세히 설명된 내용을 기반으로, 본원의 동작 흐름을 간단히 살펴보기로 한다.
- [0059] 도 5에 도시된 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 방법은 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치(1000)에 의하여 수행될 수 있다. 따라서, 이하 생략된 내용이라고 하더라도 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치(1000)에 대하여 설명된 내용은 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 방법에 대한 설명에도 동일하게 적용될 수 있다.
- [0060] 도 5는 본원의 일 실시예에 따른 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 방법에 대한 흐름도이다.
- [0061] 단계 S100에서 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 방법은 복수개의 튜브(110)로 형성된 튜브 트레이부(100)에 DNA용액을 수용할 수 있다.
- [0062] 또한, 단계 S100에서 튜브 트레이부(100)의 각 사분면에 이미지축 마크(120)를 표시할 수 있다.
- [0063] 단계 S200에서 상기 DNA용액을 가열하여 DNA를 두 가닥으로 분리하고, 각각의 DNA 가닥에서 증폭시킬 표적 서열의 일 부분에 짧은 단일 DNA가닥인 프라이머를 결합하고, 상기 프라이머에 표적 서열이 복제됨으로써 DNA의 특정 표적 서열의 양을 증폭시킬 수 있다.
- [0064] 또한, 단계 S500에서 SBC(single board computer)를 이용해 Python 프로그래밍 언어를 사용하여 사분면이미지를 처리할 수 있다. 상기 SBC가 처리한 사분면이미지를 제공받고, 각 사분면에서 모서리 부분 튜브 복수개를 식별하고, 상기 식별한 튜브들의 중심 거리 및 각도를 계산하여 각 사분면이미지를 해당 사분면의 위치로 회전시킴으로써, 전체 이미지로 조합하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0065] 단계 S300에서 상기 DNA용액을 수용하는 튜브 트레이부(100)를 회전시킬 수 있다.
- [0066] 단계 S300에서 튜브 트레이부(100)에 연결된 스텝 모터부가 튜브 트레이부를 회전시킬 수 있다. 또한, PC와 연결된 모터 드라이버부가 상기 스텝 모터부의 회전 방향과 각도를 제어할 수 있다. 단계 S300에서 회전 방향과 각도를 제어하는 단계는, 모터 드라이버부가 상기 이미지축 마크가 사분면이미지에서 중앙에 위치하도록 상기

스텝 모터를 제어함으로써 상기 튜브 트레이를 회전시킬 수 있다.

- [0067] 단계 S400에서 상기 튜브 트레이부(100)가 회전함에 따라, 튜브 트레이부(100)를 복수개의 사분면으로 분할하여 촬영할 수 있다. 분할한다는 의미는, 물리적으로 나누는 것에 한정하지 않으며, 임의로 구간을 정하는 것일 수 있다. 이 때, 튜브 트레이부(100)를 촬영하는 카메라는, 예를 들어, 8/10비트 RGB / RAW 이미지출력을 제공하는 Raspberry Pi Camera v1.3와 같은 개방형 플랫폼 기반의 카메라가 사용될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0068] 또한, 단계 S400에서 튜브 트레이부(100)에 빛을 조사하고, 상기 DNA 특정 표적 유전물질이 증폭된 DNA용액의 형광물질을 여기시키는 파장의 빛을 통과시키고, 상기 DNA 특정 표적 유전물질이 증폭된 DNA용액의 형광물질이 방출하는 파장의 빛을 통과시킬 수 있다.
- [0069] 단계 S400에서 튜브 트레이부(100)에 빛을 조사하는 것은 DNA용액을 촬영 시에만 빛을 조사하는 것이고, 상기 DNA 특정 표적 유전물질이 증폭된 DNA용액의 형광물질을 여기시키는 파장의 빛으로서 통과된 빛과 상기 DNA 특정 표적 유전물질이 증폭된 DNA용액의 형광물질이 방출하는 파장의 빛으로서 통과된 빛은 형광 데이터로서 상기 이미지에 반영될 수 있다.
- [0070] 단계 S500에서 상기 촬영한 사분면이미지에서 형광을 측정하여 상기 DNA 특정 표적 유전물질의 증폭을 검출할 수 있다. 이 때, 형광을 측정하는 것은 사분면이미지상의 형광의 밝기를 측정하는 것일 수 있다.
- [0071] 상술한 설명에서, 단계 S100 내지 S500은 본원의 구현예에 따라서, 추가적인 단계들로 더 분할되거나, 더 적은 단계들로 조합될 수 있다. 또한, 일부 단계는 필요에 따라 생략될 수도 있고, 단계 간의 순서가 변경될 수도 있다.
- [0072] 본원의 일 실시 예에 따른 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0073] 또한, 전술한 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 방법은 기록 매체에 저장되는 컴퓨터에 의해 실행되는 컴퓨터 프로그램 또는 애플리케이션의 형태로도 구현될 수 있다.
- [0074] 전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0075] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

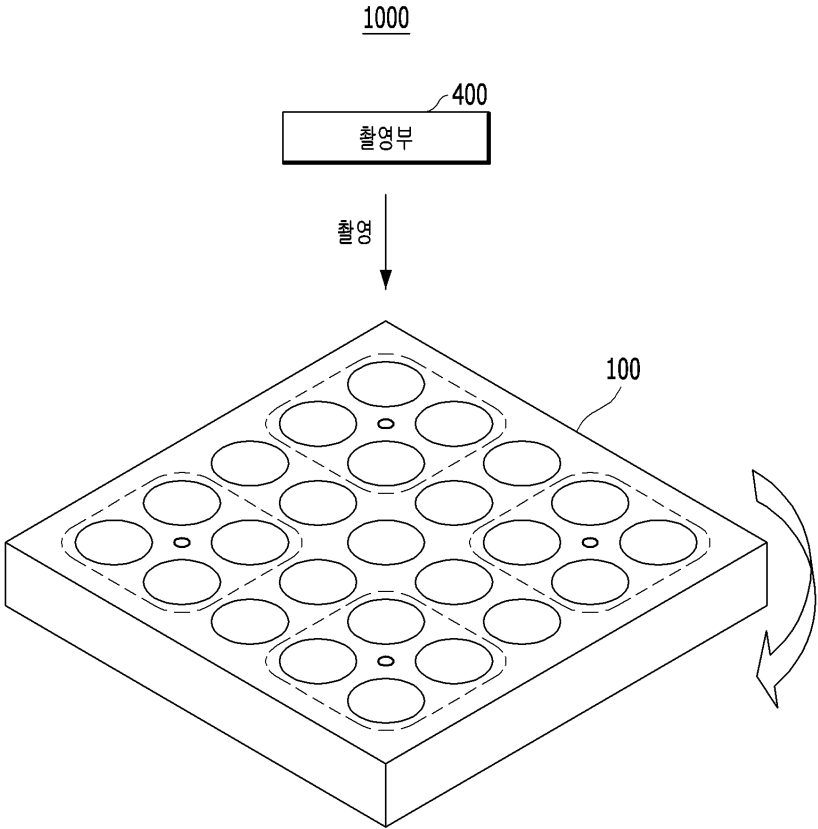
부호의 설명

- [0076] 100: 튜브 트레이부
110: 튜브
120: 이미지축 마크
130: 모서리 부분 튜브 복수개

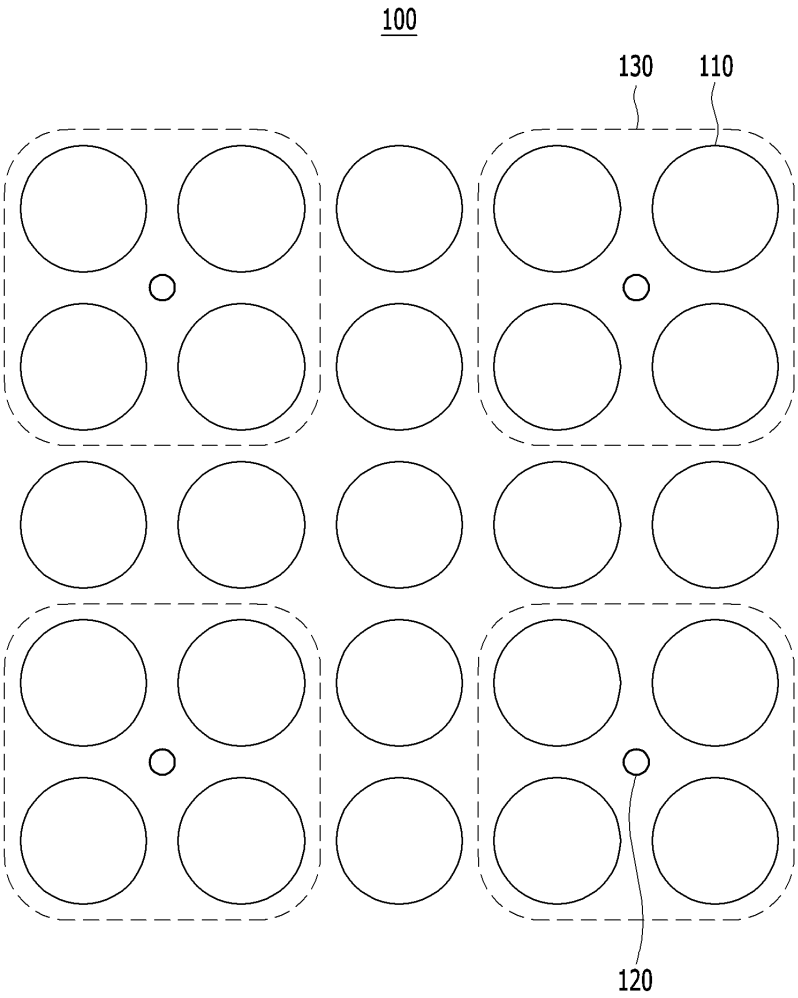
- 200: 증폭부
- 300: 회전부
- 400: 촬영부
- 500: 증폭 분석부
- 1000: 개방형 플랫폼 카메라 기반 중합 효소 연쇄 반응 분석 장치

도면

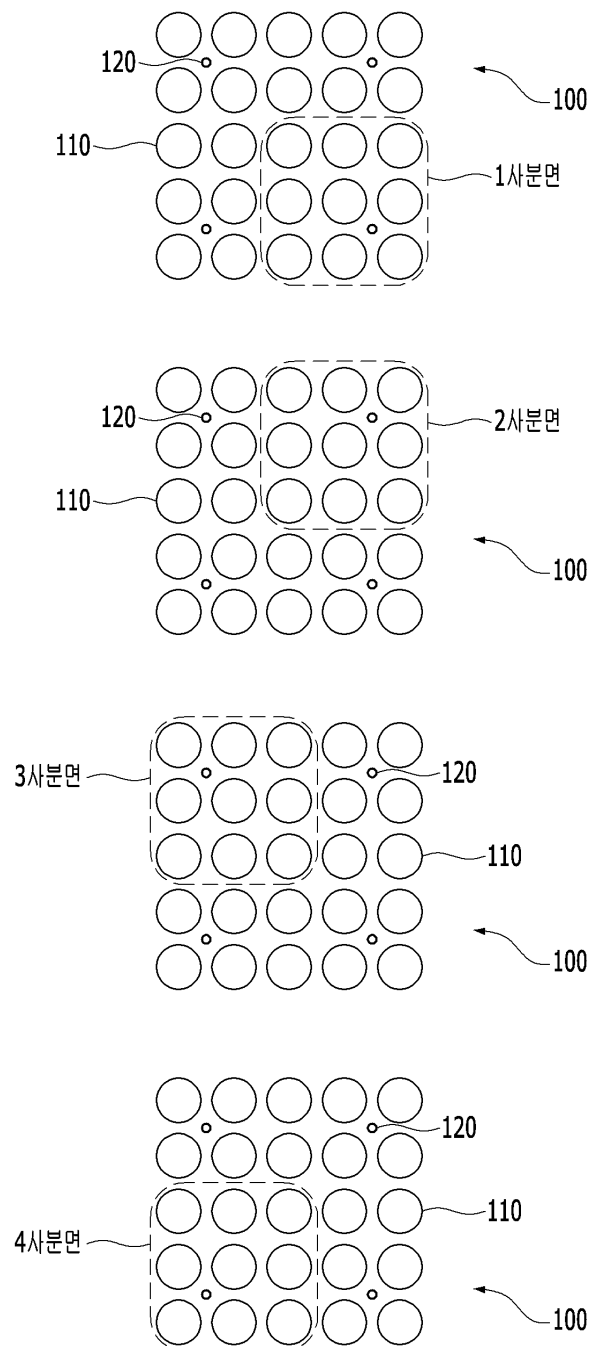
도면1



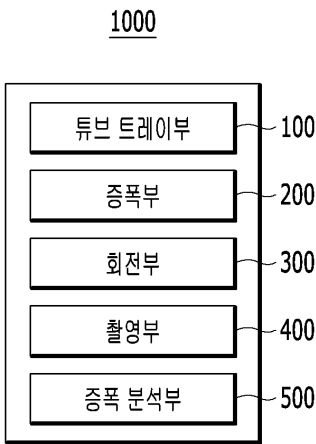
도면2



도면3



도면4



도면5

