



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년12월16일
(11) 등록번호 10-2191633
(24) 등록일자 2020년12월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61F 9/008 (2006.01) A61B 18/20 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61F 9/00821 (2013.01)
A61B 18/203 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0015179
(22) 출원일자 2019년02월08일
심사청구일자 2019년02월08일
(65) 공개번호 10-2020-0097592
(43) 공개일자 2020년08월19일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020160015044 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
주식회사 루트로닉
경기도 고양시 덕양구 소원로 219 (행신동)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
김종민
서울특별시 은평구 진관3로 15-45, 1018동 502호
(진관동, 은평뉴타운아파트)
김봉균
충청남도 천안시 동남구 터미널9길 13, 105동 104호 (신부동, 동아아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
인비전 특허법인

전체 청구항 수 : 총 14 항

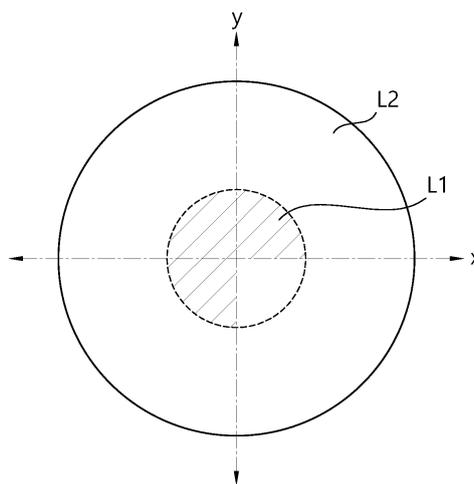
심사관 : 이기철

(54) 발명의 명칭 안과용 치료장치 및 이의 제어방법

(57) 요약

본 발명은 안과용 치료장치 및 이의 제어방법에 관한 것으로, 눈 조직에 위치한 치료 위치로 치료광을 조사하는 치료광 조사부, 적어도 두 개의 검출 유닛을 포함하고 상기 치료광이 조사되는 동안 상기 적어도 두 개의 검출 유닛에서 검출된 신호를 이용하여 상기 치료 위치에 위치한 조직의 상태 변화 정보를 모니터링하는 모니터링부, 및 상기 모니터링부에서 모니터링된 정보에 근거하여 상기 치료광 조사부를 제어하는 제어부를 포함하는 안과용 치료장치 및 이의 제어방법을 제공한다.

대표도 - 도7



(52) CPC특허분류

A61B 5/0059 (2013.01)
A61B 2018/20351 (2020.05)
A61B 2018/20361 (2020.05)
A61F 2009/00844 (2013.01)
A61F 2009/00863 (2013.01)
A61F 2009/00897 (2013.01)

(72) 발명자

주철민

경기도 고양시 일산동구 노루목로 80, 308동 1001호 (장항동, 호수마을3단지아파트)

김의한

서울특별시 서대문구 연희로16길 32, 202호 (연희동, 백산타운)

(56) 선행기술조사문헌

KR101902862 B1
JP2018051213 A
KR101841128 B1
KR101776226 B1
US9814392 B2

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

눈 조직에 위치한 치료 위치로 치료광을 조사하는 치료광 조사부;

상기 치료광이 조사되는 동안 상기 치료 위치로 모니터링 광을 조사하고, 상기 치료 위치로부터 반사되는 모니터링 광 중 일부를 이용하여 상기 치료 위치에 위치한 조직의 상태 변화 정보를 모니터링하는 모니터링부; 및

상기 모니터링부에서 모니터링된 정보에 근거하여, 상기 치료광 조사부를 제어하는 제어부;를 포함하고,

상기 모니터링부는, 상기 치료광이 조사되는 동안 상기 치료 위치로 조사되는 모니터링 광을 발생시키는 모니터링 광원, 상기 치료 위치에서 반사되는 모니터링 광을 수광하는 검출 유닛, 및 상기 반사되는 모니터링 광의 광 경로 상에 배치되어 상기 반사되는 모니터링 광 중 일부가 상기 검출 유닛에 수광되는 것을 제한하는 제한 부재를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 안과용 치료장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 모니터링부는 상기 반사되는 모니터링 광 중 단면 기준으로 일부의 광을 선택적으로 수광하여 상기 조직의 상태 변화를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 안과용 치료장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 모니터링부는 상기 반사되는 모니터링 광 중 단면 기준으로 외측에 분포하는 광을 선택적으로 수광하여 상기 조직의 상태 변화를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 안과용 치료장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 모니터링부는 상기 반사되는 모니터링 광 중, 광축과 수직인 평면상의 공간 주파수가 상대적으로 높은 영역의 광을 선택적으로 수광하여 상기 조직의 상태 변화 정보를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 안과용 치료장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 모니터링부는 상기 반사되는 모니터링 광 중 산란에 의한 영향을 상대적으로 많이 받는 영역의 광을 선택적으로 수광하여 상기 조직의 상태 정보 변화를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 안과용 치료장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제한 부재은, 상기 반사되는 모니터링 광 중 광의 단면 중심을 따라 진행하는 일부의 광이 상기 검출 유닛에 도달하는 것을 제한하는 것을 특징으로 하는 안과용 치료장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제한 부재는 상기 반사되는 모니터링 광의 광축을 따라 배치되며, 원형 단면을 갖는 로드 유닛(rod unit)을 포함하여 구성되며, 상기 반사되는 모니터링 광이 입사되는 방향의 표면은 상기 반사되는 모니터링 광 중 단면 중심을 따라 진행하는 일부의 광을 차단하거나 진행 경로를 변경하도록 구성하는 것을 특징으로 하는 안과용 치료장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제한 부재는 상기 로드 유닛의 반경 방향 외측에 구비되는 윈도우 유닛을 더 포함하며, 상기 반사되는 모니터링 광 중 상기 로드 유닛의 표면으로 입사되지 않은 광은 상기 윈도우 유닛을 통과하여 상기 검출 유닛으로 수광되는 것을 특징으로 하는 안과용 치료장치.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 제한 부재는 반경 방향을 따라 복수의 층으로 구성되는 광 파이버로 구성되며, 상기 반사되는 모니터링 광 중 중심층을 통해 입사되는 일부는 상기 검출 유닛으로 수광되는 것이 제한되는 것을 특징으로 하는 안과용 치료장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제한 부재는, 진술한 중심층의 외측에 구성되는 이너 클래드층 및 상기 이너 클래드 층 외측에 구성되는 아우터 클래드층을 더 포함하여 구성되며,

상기 반사되는 모니터링 광 중 상기 이너 클래드층을 통해 입사되는 광이 상기 검출 유닛으로 수광되는 것을 특징으로 하는 안과용 치료장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 모니터링부를 통해 상기 조직이 목표한 상태 변화에 도달한 것으로 판단되면, 상기 치료 위치에 대한 치료를 종료하도록 상기 치료광 조사부를 제어하는 것을 특징으로 하는 안과용 치료장치.

청구항 13

치료 위치로 치료광을 조사하는 치료광 조사부; 및

상기 치료광이 조사되는 동안 상기 치료 위치에 위치한 조직의 상태 변화 정보를 모니터링하는 모니터링부를 포함하고,

상기 모니터링부는, 상기 치료광이 조사되는 동안 상기 치료 위치로 조사되는 모니터링광을 발생시키는 모니터링 광원, 상기 치료 위치에서 반사된 상기 모니터링 광을 수광하는 검출 유닛, 및 상기 반사되는 모니터링 광의 광 경로 상에 배치되어 상기 반사되는 모니터링 광 중 일부가 상기 검출 유닛에 수광되는 것을 제한하는 제한 부재를 포함하여 구성되는 치료장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제한 부재는 상기 반사되는 모니터링 광 중 광축과 수직인 평면 상의 공간 주파수가 상대적으로 높은 영역의 광은 상기 검출 유닛에 도달하되 상기 공간 주파수가 상대적으로 낮은 영역의 광은 상기 검출 유닛에 도달하는 것을 제한하는 것을 특징으로 하는 치료 장치.

청구항 15

눈 조직에 위치한 치료 위치로 치료광을 조사하는 치료광 조사부;

상기 치료광이 조사되는 동안 상기 치료 위치에서 반사되는 치료광 중 일부를 이용하여 상기 치료 위치에 위치한 조직의 상태 변화 정보를 모니터링하는 모니터링부; 및

상기 모니터링부에서 모니터링된 정보에 근거하여, 상기 치료광 조사부를 제어하는 제어부;를 포함하고,

상기 모니터링부는, 상기 치료광이 조사되는 동안 상기 치료 위치로 조사되는 모니터링 광을 발생시키는 모니터링 광원, 상기 치료 위치에서 반사되는 모니터링 광을 수광하는 검출 유닛, 및 상기 반사되는 모니터링 광의 광 경로 상에 배치되어 상기 반사되는 모니터링 광 중 일부가 상기 검출 유닛에 수광되는 것을 제한하는 제한 부재를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 안과용 치료장치.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 안과용 치료장치 및 이의 제어방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 치료가 진행되는 동안 타겟 조직의 상태를 감지하여 치료 내용을 제어하는 안과용 치료장치 및 이의 제어방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 들어, 인체 조직에 광을 조사하여 조직의 상태를 변화시켜 병변을 치료하는 기술이 널리 적용되고 있다. 특히, 레이저를 이용한 치료 기술은 다양한 안과 관련 병변에 널리 사용되고 있다. 예를 들어, 각막 성형, 녹내장 치료 및 백내장 수술 등의 전안부 병변을 치료하는 장치가 널리 상용화되었으며, 최근에는 황반 변성 등의 안저 영역에 발생하는 병변을 치료하는 장치가 개발되고 있다.

[0003] 이러한 치료장치는 레이저를 타겟 조직으로 조사하여 에너지를 전달하고, 이에 의해 조직의 상태 변화를 유도한다. 다만, 타겟 조직으로 에너지가 과다하게 전달되면 인접한 조직까지 손상이 발생하는 문제가 발생하게 되며, 특히 안과 병변 치료시에는 시력 손상까지 야기할 수 있어 치명적일 수 있다. 반면, 타겟 조직에 충분한 에너지가 전달되지 않을 경우, 치료가 제대로 이루어지지 않는 문제점이 있다. 따라서, 불필요한 손상을 방지하고 적합한 치료를 진행할 수 있도록, 치료 중 타겟 조직의 상태를 정밀하게 모니터링하는 기술이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 치료 중 치료 영역의 상태 변화를 실시간으로 모니터링하고, 이에 근거하여 치료를 진행할 수 있는 안과용 치료장치 및 이의 제어방법을 제공하기 위함이다.

과제의 해결 수단

[0005] 상기한 목적을 달성하기 위해, 본 발명은, 눈 조직에 위치한 치료 위치로 치료광을 조사하는 치료광 조사부, 상기 치료광이 조사되는 동안 상기 치료 위치로 모니터링 광을 조사하고 상기 치료 위치로부터 반사되는 모니터링 광 중 일부를 이용하여 상기 치료 위치에 위치한 조직의 상태 변화 정보를 모니터링하는 모니터링부, 및 상기

모니터링부에서 모니터링된 정보에 근거하여 상기 치료광 조사부를 제어하는 제어부를 포함하는 안과용 치료장치를 제공한다.

- [0006] 이때, 모니터링부는 상기 반사되는 모니터링 광 중 단면 기준으로 일부의 광을 선택적으로 수광하여 상기 조직의 상태 변화를 모니터링할 수 있다. 구체적으로, 모니터링부는 상기 반사되는 모니터링 광 중 단면 기준으로 외측에 분포하는 광을 선택적으로 수광하여 상기 조직의 상태 변화를 모니터링할 수 있다.
 - [0007] 즉, 모니터링부는 상기 반사되는 모니터링 광 중, 광축과 수직인 평면상의 공간 주파수가 상대적으로 높은 영역의 광을 선택적으로 수광하여 상기 조직의 상태 변화 정보를 모니터링할 수 있다. 이는, 상기 반사되는 모니터링 광 중 산란에 의한 영향을 상대적으로 많이 받는 영역의 광을 선택적으로 수광하여 상기 조직의 상태 정보 변화를 모니터링하는 것으로, 신호 검출의 정확성을 향상시킬 수 있다.
 - [0008] 구체적으로, 모니터링부는, 상기 치료광이 조사되는 동안 상기 치료 위치로 조사되는 모니터링 광을 발생시키는 모니터링 광원, 상기 치료 위치에서 반사되는 모니터링 광을 수광하는 검출 유닛, 및 상기 반사되는 모니터링 광의 광 경로 상에 배치되어 상기 반사되는 모니터링 광 중 일부가 상기 검출 유닛에 수광되는 것을 제한하는 제한 부재를 포함하여 구성된다.
 - [0009] 상기 제한 부재은, 상기 반사되는 모니터링 광 중 광의 단면 중심을 따라 진행하는 일부의 광이 상기 검출 유닛에 도달하는 것을 제한하도록 구성된다.
 - [0010] 일 예로, 제한 부재는 상기 반사되는 모니터링 광의 광축을 따라 배치되며, 원형 단면을 갖는 로드 유닛(rod unit)을 포함하여 구성되며, 상기 반사되는 모니터링 광이 입사되는 방향의 표면은 상기 반사되는 모니터링 광 중 단면 중심을 따라 진행하는 일부의 광을 차단하거나 진행 경로를 변경하도록 구성될 수 있다. 그리고, 제한 부재는 상기 로드 유닛의 반경 방향 외측에 구비되는 윈도우 유닛을 더 포함하며, 상기 반사되는 모니터링 광 중 상기 로드 유닛의 표면으로 입사되지 않은 광은 상기 윈도우 유닛을 투과하여 상기 검출 유닛으로 수광될 수 있다.
 - [0011] 다른 예로서, 제한 부재는 반경 방향을 따라 복수의 층으로 구성되는 광 파이버로 구성되며, 상기 반사되는 모니터링 광 중 중심층을 통해 입사되는 일부는 상기 검출 유닛으로 수광되는 것이 제한되도록 구성될 수 있다. 구체적으로, 상기 제한 부재은, 진술한 중심층의 외측에 구성되는 이너 클래드층 및 상기 이너 클래드층 외측에 구성되는 아우터 클래드층을 더 포함하여 구성되며, 상기 반사되는 모니터링 광 중 상기 이너 클래드층을 통해 입사되는 광이 상기 검출 유닛으로 수광되도록 구성될 수 있다.
 - [0012] 그리고, 상기 제어부는 상기 모니터링부를 통해 상기 조직이 목표한 상태 변화에 도달한 것으로 판단되면, 상기 치료 위치에 대한 치료를 종료하도록 상기 치료광 조사부를 제어할 수 있다.
 - [0013] 한편, 상기한 본 발명의 목적은, 치료 위치로 치료광을 조사하는 치료광 조사부, 및 상기 치료광이 조사되는 동안 상기 치료 위치에 위치한 조직의 상태 변화 정보를 모니터링하는 모니터링부를 포함하고, 상기 모니터링부는, 상기 치료광이 조사되는 동안 상기 치료 위치로 조사되는 모니터링광을 발생시키는 모니터링 광원, 상기 치료 위치에서 반사된 상기 모니터링 광을 수광하는 검출 유닛, 및 상기 반사되는 모니터링 광의 광 경로 상에 배치되어 상기 반사되는 모니터링 광 중 일부가 상기 검출 유닛에 수광되는 것을 제한하는 제한 부재를 포함하여 구성되는 치료장치에 의해서도 달성될 수 있다.
 - [0014] 또한, 상기한 본 발명의 목적은, 치료광 조사부를 동작시켜 눈 조직의 치료 위치로 치료광을 조사하는 단계, 상기 치료광이 조사되는 동안 상기 치료 위치로 모니터링 광을 조사하는 단계, 상기 치료 위치에서 반사되는 모니터링 광 중 일부를 검출 유닛을 통해 수광하는 단계, 상기 검출 유닛을 통해 검출된 신호를 이용하여 조직의 상태 정보를 모니터링하는 단계 및 상기 모니터링된 조직의 상태 정보에 따라 치료광 조사부를 제어하는 단계를 포함하는 안과용 치료장치의 제어방법에 의해서도 달성될 수 있다.
- 발명의 효과**
- [0015] 본 발명에 의할 경우, 치료광이 조사되는 동안 치료광에 의한 조직의 상태 변화를 보다 정확하게 확인하는 것이 가능하므로, 정상적으로 치료가 진행되는지 여부를 실시간으로 확인할 수 있다.
 - [0016] 또한, 치료광이 반복하여 조사되는 동안 해당 치료 위치의 치료 완료 시점을 모니터링하면서 치료를 진행함으로써, 인접 조직의 손상을 최소화하면서 최적의 치료를 진행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 안과용 치료장치를 도시한 도면,
- 도 2는 도 1의 안과용 치료장치의 구성요소를 개략적으로 도시한 블록도,
- 도 3은 도 2의 A 영역을 확대하여 그린 단면도,
- 도 4는 광의 산란이 발생하지 않는 경우 안저에서 반사되는 광의 분포를 측정한 이미지,
- 도 5는 광의 산란이 발생한 경우 안저에서 반사되는 광의 분포를 측정한 이미지,
- 도 6은 안저에서 조직의 상태 변화가 발생한 경우를 모사한 샘플에서 반사되는 광의 분포를 나타낸 그래프,
- 도 7은 반사되는 모니터링 광의 단면을 도시한 도면,
- 도 8은 광 펄스 조사시 검출 유닛에서 검출되는 신호를 도시한 그래프,
- 도 9는 도 2의 모니터링부를 포함한 주요 광학계를 개략적으로 도시한 도면,
- 도 10은 도 9의 제한 부재를 도시한 사시도,
- 도 11은 모니터링 정보에 근거하여 제어부가 치료광 조사를 제어하는 내용을 도시한 그래프,
- 도 12는 도 9의 제한 부재의 다른 예를 도시한 사시도,
- 도 13은 제한 부재의 또 다른 예를 도시한 사시도,
- 도 14는 본 실시예에 따른 안과용 치료장치의 제어방법을 도시한 순서도,
- 도 15는 도 11의 제1 위치를 치료하는 단계의 순서를 도시한 순서도이고,
- 도 16은 도 15의 모니터링 단계의 내용을 보다 구체적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하에서는 도면을 참고하여 본 발명의 실시예에 따른 안과용 치료장치 및 이의 제어방법에 대해 구체적으로 설명한다. 아래의 설명에서 각 구성요소의 위치 관계는 원칙적으로 도면을 기준으로 설명한다. 도면은 설명의 편의를 위해 발명의 구조를 단순화하거나 필요할 경우 과장하여 표시될 수 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 이 이외에도 각종 장치를 부가하거나, 변경 또는 생략하여 실시할 수 있음은 물론이다.
- [0019] 이하에서 설명되는 안과용 치료장치는 안저 병변을 치료하는 장치를 중심으로 설명되나, 본 발명은 안저 병변 이외의 다른 안과 병변을 치료하는 치료 장치에도 적용될 수 있다. 예를 들어, 녹내장과 같은 전안부 병변을 치료하는 장치에 적용될 수 있으며, 백내장과 같은 수정체에 발생하는 병변을 치료하는 장치에 적용될 수도 있다. 나아가, 본 발명은 안과 병변 이외에도 피부 병변과 같은 다른 진료과목의 병변을 치료하는 치료장치에도 널리 활용될 수 있음을 밝혀둔다.
- [0020] 그리고, 이하에서 '치료 영역'이라함은 치료가 필요한 영역으로서, 소정 면적 또는 소정 길이 구간으로서의 영역을 의미할 수 있다. 그리고, '치료 위치'는 치료 영역 내에 치료가 이루어지는 위치로, 특정 좌표에 위치하는 스폿으로서의 위치를 의미할 수 있다. 나아가, '타겟 조직'은 치료의 대상이 되는 조직을 의미한다. 특정 치료 위치에 깊이에 따라 복수의 조직이 층별 구조를 형성하고 있는 경우, 타겟 조직은 전부 또는 일부 깊이 구간에 위치하는 조직일 수 있다.
- [0021] 즉, 광이 스폿 형태로 특정 '치료 위치'로 조사되면, 해당 치료 위치의 특정 깊이 구간에 위치하는 '타겟 조직'으로 대부분의 에너지가 전달될 수 있다. 또한, 소정 면적의 '치료 영역'을 치료하기 위해, 치료 영역 내에 위치하는 복수의 '치료 위치'에 순차적으로 광을 조사하여 치료를 진행할 수 있다.
- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 안과용 치료장치를 개략적으로 도시한 도면이다. 본 실시예에 따른 안과용 치료장치는 안저에 치료광을 조사하여 치료를 수행하는 장치로, 도 1에 도시된 바와 같이 슬릿 램프(10) 및 인터페이스부(20)를 포함하여 구성된다.
- [0023] 슬릿 램프(10)는 사용자가 환자의 눈을 관찰하며 치료를 진행하는 장치이다. 슬릿 램프(10)의 본체 일측에는 환자의 눈의 위치를 고정시키기 위한 대안부(object part)(180)가 구비된다. 그리고, 타측에는 환자의 눈을 관찰

하기 위해 사용자의 눈이 위치하는 접안부(eyepiece part)(170)가 구비된다. 그리고, 슬릿 램프(10) 내부에는 치료 동작을 수행하기 위한 다양한 구성요소가 구비되며, 이에 대해서는 아래에서 보다 구체적으로 설명한다. 그리고, 슬릿 램프의 외부에는 치료 장치의 동작을 제어하기 위한 조작부(30)가 구비될 수 있다. 조작부(30)는 키보드, 조이스틱, 페달 등의 구조를 이용하여 구성되며, 사용자는 조작부(30)를 조작하여 슬릿 램프의 시야 방향 또는 치료 장치의 치료 동작 등을 조작할 수 있다.

- [0024] 인터페이스부(20)는 슬릿 램프(10)와 인접한 위치에 구비되어, 치료 중 사용자에게 필요한 각종 정보를 표시하거나, 사용자가 명령 및 정보를 입력/설정하도록 구성된다. 도 1에 도시된 바와 같이, 인터페이스부(20)는 모니터와 같은 디스플레이 장치를 포함하여 구성된다. 그리고, 디스플레이 장치의 터치 스크린 기능을 통해 정보를 입력하도록 구성되거나, 키보드나 마우스와 같은 별도의 입력장치를 구비할 수 있다.
- [0025] 도 2는 도 1의 안과용 치료장치의 내부 구성요소를 개략적으로 도시한 블록도이다. 슬릿 램프(10)는 치료광을 발생시켜 안저로 치료광을 조사하는 치료광 조사부를 포함한다. 치료광 조사부는 치료광(treatment beam)을 발생시키는 치료광 발생부(110) 및 치료광 발생부에서 발생된 치료광을 안저로 전달하기 위한 빔 딜리버리부(130)를 포함하여 구성된다. 또한, 치료광이 조사되는 위치를 표시하기 위한 조준광 발생부(120)를 더 포함할 수 있다. 나아가, 환자의 안저 이미지를 촬영하기 위한 촬상부(140), 치료광에 의한 조직의 상태 변화 정보를 감지하기 위한 모니터링부(150) 및 각종 구성요소를 제어하기 위한 제어부(160) 등을 더 포함할 수 있다.
- [0026] 치료광 발생부(110)는 치료광 광원(미도시) 및 치료광 광원에서 생성되는 치료광의 특성을 조절하는 각종 광학 소자(미도시)를 포함하여 구성된다. 본 실시예의 치료광 광원은 Nd:YAG, Ho:YAG 등과 같은 레이저 매질 또는 레이저 다이오드를 포함하여 구성되어, 치료광으로서 레이저를 발생시킨다. 치료광의 파장, 펄스폭(pulse width) 및 출력 등의 파라미터는 병변 내용 및 타겟 조직의 특성을 고려하여 결정되거나 조절될 수 있다.
- [0027] 빔 딜리버리부(130)는 복수의 광학소자로 구성되어, 치료광이 진행하는 광 경로를 형성한다. 따라서, 치료광 발생부(110)에서 발생된 치료광은 빔 딜리버리부(130)를 따라 진행하여 안저 방향으로 조사된다.
- [0028] 이러한 빔 딜리버리부(130)는 치료광 이외에도 후술할 조준광 및/또는 촬영광이 진행하는 광 경로를 형성할 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 빔 딜리버리부(130)는 적어도 하나 이상의 빔 콤바이너(beam combiner)(131)를 구비하여, 조준광 및/또는 촬영광은 광 경로상에 합류되고, 안저 방향으로 조사될 수 있다. 그리고, 안저에서 반사되는 조준광 및/또는 촬영광은 빔 딜리버리부(130)를 통해 역 방향으로 진행하여, 접안부(170)로 진행하거나 촬상부(140)로 수광될 수 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 조준광 및/또는 촬영광은 치료광의 조사 경로와 구분되는 별도의 광 경로를 형성하거나, 생략하여 실시할 수 있다.
- [0029] 빔 딜리버리부(130)는 광이 조사되는 위치를 변경시키는 스캐너(132)를 포함한다. 스캐너(132)는 적어도 하나 이상의 반사부재 및 이를 회전시키는 구동유닛을 포함하여 구성된다. 스캐너(132)는 반사부재를 회전시키면서, 반사부재에 의해 반사되는 광의 조사 위치를 변경시킬 수 있다. 또한, 도 2에 도시되지는 않았으나, 빔 딜리버리부(130)는 광을 집중시키거나 분산시키기 위한 복수의 광학 렌즈, 광학 필터 등의 광학 소자를 더 포함할 수 있다. 빔 딜리버리부(130)는 이러한 광학 소자들을 이용하여 치료광이 치료 영역 상에 조사되는 스팟 사이즈를 비롯하여 다양한 파라미터를 조절할 수 있다.
- [0030] 빔 딜리버리부(130)의 말단에는 대안부(object part)(180)가 구비된다. 대안부(180)는 치료 대상이 되는 환자의 눈이 위치되는 구성으로, 대물렌즈 또는 환자의 눈과 접촉하는 컨택트 렌즈를 포함하여 구성된다. 나아가, 대안부는 환자의 눈을 고정시킬 수 있도록, 환자의 전안부를 흡입하여 고정시키는 석션 장치를 더 포함할 수 있다.
- [0031] 한편, 조준광 발생부(120)는 조준광(aiming beam)을 발생시킨다. 조준광은 치료광을 조사하기 이전, 또는 치료광이 조사되는 동안 시술자가 치료광이 조사되는 위치를 확인할 수 있도록, 치료광이 조사되는 치료 위치로 조사되어 해당 위치를 표시하는 구성이다. 조준광 발생부(120)에서 발생된 조준광은 빔 딜리버리부(130)를 통해 안저의 치료 영역으로 조사된 후 반사된다. 이때, 조준광은 가시광 대역의 파장을 갖고, 사용자는 접안부를 통해 이를 확인하여 조준광의 위치를 확인할 수 있다.
- [0032] 다만, 치료광이 조사되는 위치를 인터페이스부에 표시된 안저 이미지 상에서 확인이 가능한 경우, 조준광 발생부를 생략하여 실시하는 것도 가능하다.
- [0033] 한편, 촬상부(140)는 환자의 치료 영역의 이미지를 획득하는 구성이다. 촬상부(140)는 촬상 소자를 포함하여 구성되며, 촬영 광원(미도시)에서 조사되는 촬영광이 안저로부터 반사되는 것을 수광하여 안저 이미지를 획득한다. 본 실시예에 따른 촬상부(140)는 치료 영역을 전체를 포함하는 안저 이미지를 획득하도록 구성된다. 다만, 이 이외에도 촬영광의 조사 위치가 치료광과 같이 스캐너를 통해 변경되도록 구성되어, 치료광 조사 위치

와 인접한 영역의 이미지를 획득하도록 구성하는 것도 가능하다. 또한, 본 실시예에서는 활상부를 포함하는 안과용 치료장치를 설명하고 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며 활상부에 상응하는 구성을 생략하여 실시하는 것도 가능하다.

- [0034] 그리고, 모니터링부(150)는 치료광이 치료 위치로 조사되는 동안 해당 치료 위치에 위치한 조직의 상태 변화 정보를 감지하는 구성으로, 구체적인 구성 및 동작에 대해서는 아래에서 보다 자세히 설명한다.
- [0035] 제어부(160)은 치료광 발생부(110), 조준광 발생부(120), 빔 딜리버리부(130), 활상부(140) 등을 비롯한 각종 구성요소를 제어하는 구성으로, 사용자가 조작부(30)을 통해 조작하는 내용 또는 인터페이스부(20)을 통해 입력되거나 설정되는 내용에 근거하여 각종 구성요소를 제어한다. 또한, 제어부(160)는 활상부(140)에서 촬상된 이미지 정보 및 모니터링부(150)에서 감지되는 정보 등을 전달받고, 이러한 정보들을 가공 및 연산하여 다른 구성요소로 전달하거나, 이에 근거하여 다른 구성요소의 동작 제어하는 역할을 수행한다.
- [0036] 한편, 인터페이스부(20)는 표시부(210) 및 입력부(220)를 포함하여 구성된다. 여기서, 표시부(210)는 사용자에게 각종 정보를 표시 전달하기 위한 구성이며, 입력부(220)는 사용자가 정보 및 명령을 전달할 수 있는 구성이다.
- [0037] 여기서, 표시부(210)는 이미지를 비롯한 각종 정보를 표시할 수 있는 디스플레이 장치로 구성된다. 진술한 활상부(140)에서 촬영된 안저 이미지, 또는 별도의 안저 카메라 등에서 앞서 촬영된 안저 이미지는 제어부(160)를 통해 전달되어 표시부(210) 상에 표시되고, 사용자는 표시부(210)를 통해 환자의 안저 이미지를 확인할 수 있다. 이러한 안저 이미지는 치료 전 병변 위치를 확인하거나, 치료광의 조사 위치를 설정하거나, 치료 결과를 확인하는데 다양하게 활용될 수 있다. 그리고, 안저 이미지 이외에도 다양한 정보들이 표시부를 통해 사용자에게 표시될 수 있다.
- [0038] 입력부(220)는 사용자가 치료 장치로 각종 정보 또는 명령을 전달하는 구성이다. 따라서, 사용자는 입력부(220)를 통해 환자 정보, 치료 정보를 입력하고, 치료 동작을 명령하고, 치료 장치에서 제공하는 다양한 옵션 중 원하는 것을 선택하는 것이 가능하다. 예를 들어, 사용자는 입력부(220)를 이용하여 표시부(210)에 표시된 안저 이미지 상의 치료 영역을 설정하는 것도 가능하며, 치료 장치에서 제안하는 치료 모드 중 어느 하나를 선택하거나, 치료 장치에 저장된 치료광 조사 패턴 중 어느 하나를 선택하는 것도 가능하다. 입력부(220)는 키보드 또는 마우스 등과 같은 별도의 입력 장치를 이용하거나, 표시부(210)를 형성하는 디스플레이의 터치 스크린 기능을 이용하여 각종 정보를 입력하도록 구성하는 것도 가능하다.
- [0039] 이러한 안과용 치료장치는, 사용자가 입력부(220) 또는 조작부(30)을 통해 치료 위치 및 치료광의 파라미터를 결정하고, 제어부(160)는 이에 근거하여 치료 장치의 치료 동작을 제어한다.
- [0040] 도 3은 도 2의 A 영역을 확대하여 그린 단면도이다. 도 3의 A는 치료 영역에 해당하는 환자의 안저 조직, 특히 망막 조직을 도시한 도면이다. 이러한 망막의 조직은 일반적으로 내경계층(internal limiting layer), 신경 섬유층(nerve fiber layer), 신경절세포층(ganglion cell layer), 내망상층(inner plexiform layer), 내과립층(inner nuclear layer), 외망상층(outer plexiform layer), 외과립층(outer nuclear layer), 외경계층(external limiting layer), 광수용 세포층(photo receptor layer), RPE 층(retinal pigment epithelial layer)의 10개의 층으로 이루어진다(망막 표면으로부터 내측 깊이 방향).
- [0041] 이 중 RPE 세포층은 위의 10개의 층 중 후측 방향의 경계층을 형성하며, 타이트 정션(tight junction)구조로 형성된다. 그리고 RPE 층의 하측으로는 브루크 막(Bruch's membrane)이 위치한다. 이러한 RPE 층은 맥락막(choroid)에 위치하는 혈관 등으로부터 영양분 및 산소를 공급받아 광 수용체(photo receptor)에 영양분을 공급하고, 광 수용체로부터 생성되는 노폐물을 브루크 막을 통해 배출하는 역할을 수행한다.
- [0042] RPE 층을 형성하는 PRE 세포의 일부가 정상적인 기능을 수행하지 못하게 되면, 해당 RPE 세포의 전방에 위치하는 광 수용체들은 정상적으로 영양 및 산소가 공급되지 않아 괴사할 수 있다. 이를 치료하기 위해, 본 실시예에 따른 안과용 치료장치는 RPE 세포층에 선택적으로 치료광을 조사하여 에너지를 전달함으로써, 새로운 RPE 세포의 재생을 유도하는 치료를 진행한다.
- [0043] 보다 구체적으로 설명하면, 치료광은 가시광선 또는 근적외선 영역의 파장을 갖는다. 이러한 치료광은 망막의 전방에 위치하는 세포층(첫 번째 세포층 내지 아홉 번째 세포층)에는 거의 흡수되지 않고 투과한 후, RPE 세포 내부에 존재하는 멜라노솜에 흡수된다. 멜라노솜에 흡수되는 에너지의 양이 증가함에 따라 RPE 세포는 온도가 상승하면서 상태가 변화하고, 이에 의해 상태가 변화된 RPE 세포는 건강한 RPE 세포로 대체된다. 이는 온도가 상승함에 따라 멜라노솜의 표면에서 미세기포(microbubble)이 발생하여 점차적으로 성장하고, 이에 의해 해당

RPE 세포가 선택적으로 괴사되어 새로운 RPE 세포가 유도되는 것으로 예상하고 있다.

- [0044] 다만, 치료광에 의해 RPE 세포에 지나치게 많은 양의 에너지가 전달되면, 타겟 조직에 해당하는 RPE 세포 뿐 아니라 인접한 광 수용체까지 손상되어 시력 손상을 야기할 수 있다. 반면, 치료광에 의해 RPE 세포에 전달되는 에너지가 충분하지 않은 경우, RPE 세포의 상태가 변화하지 않으면서 치료가 이루어지지 않을 수 있다. 따라서, 본 실시예에 따른 안과용 치료장치는 모니터링부(150)를 구비하여, 치료가 진행되는 동안 치료 위치에 위치한 조직, 보다 구체적으로는 타겟 조직의 상태 변화를 실시간으로 모니터링하면서 치료 내용을 조절하는 것이 가능하다.
- [0045] 본 실시예에 따른 모니터링부(150)는 치료 위치로 모니터링 광을 조사하고, 광 디텍터(photo detector)와 같은 검출 유닛(155)을 이용하여 치료 위치에서 반사되는 모니터링 광을 수광한다. 이에 의해, 검출 유닛에서 검출되는 신호를 이용하여 타겟 조직의 상태 변화 정보를 모니터링한다. 조직의 상태가 동일한 경우에는 반사되는 모니터링 광의 특성이 일정한 상태를 유지하는 것에 비해, 조직의 상태 변화가 발생하는 경우 미세 기포 등에 의해 광의 산란이 일어나면서 반사되는 모니터링 광의 특성이 변화하는 현상을 이용하는 것이다.
- [0046] 이러한 검출 유닛(155)은 광이 수광되면 이에 의해 전기적 신호를 생성한다. 생성되는 신호의 크기는 광의 강도(intensity)와 상관 관계를 갖는다. 다만, 반사되는 모니터링 광의 강도 중 조직의 상태 변화에 기인한 광의 강도 변화는 상대적으로 미세하기 때문에, 검출 유닛에서 검출되는 신호 자체만으로 조직의 상태 변화를 인식하는 것이 쉽지 않고, 노이즈 등을 오인하여 부정확한 판단을 할 우려가 있다. 따라서, 본 실시예에 따른 모니터링부는 모니터링 광 중 조직의 상태 변화에 따른 광의 산란의 영향에 민감한 일부의 영역을 따라 진행하는 광을 선택적으로 수광하여, 조직의 상태 변화를 모니터링할 수 있다.
- [0047] 도 4는 광의 산란이 발생하지 않는 경우 안저에서 반사되는 광의 분포를 측정된 이미지이고, 도 5는 광의 산란이 발생한 경우 안저에서 반사되는 광의 분포를 측정된 이미지이다.
- [0048] 안저의 치료 위치로 조사되는 모니터링 광은 치료 위치에서 반사되어 치료 장치의 빔 딜리버리측으로 진행한다. 이때, 별도의 산란 등의 영향 없이 치료 위치의 조직 표면이나 조직 내측의 계면에 의해 정반사가 이루어지면, 도 4에 도시된 바와 같이, 광축과 수직으로 형성되는 관측면(P) 상에서 관측되는 반사광의 분포는 낮은 공간 주파수 영역, 즉 광축과 인접한 내측 중심 영역에 집중된다. 즉, 관측면의 x축 및 y축에서 바라보는 경우, 광축 중심을 기준으로 가우시안 분포와 유사한 분포를 따른다.
- [0049] 반면, 조직의 상태 변화에 의해 광의 산란이 발생하는 경우, 동일한 관측면(P)에서 관측되는 광의 분포는 도 4와는 현저히 다른 광 분포 특성을 갖는다. 구체적으로, 도 5에 도시된 바와 같이, 낮은 공간 주파수 영역의 광의 분포는 현저하게 줄어들고, 높은 공간 주파수 영역, 즉 광축과 이격된 외측 부분의 광의 분포가 증가한다.
- [0050] 도 6은 안저에서 조직의 상태 변화가 발생한 경우를 모사한 샘플에서 반사되는 광의 분포를 나타낸 그래프이다. 구체적으로, 광이 조사되는 위치에 각각 10 μ m, 30 μ m, 50 μ m의 반경을 갖는 구(球) 형태의 마이크로 버블이 형성된 상태에서, 관측면의 x축에 대한 광의 분포 정보를 도시한다. 따라서, 도 6을 통해, 조직의 상태 변화시 광의 산란에 따른 광 분포의 특성을 더욱 구체적으로 파악할 수 있다.
- [0051] 전술한 바와 같이, 정반사가 발생한 경우 광의 분포가 중심에 집중되었던 것에 비해(도 4 참조), 도 6에서는 마이크로 버블의 크기에 따라 차이는 있으나, 광의 산란이 발생함에 따라 중심 영역의 광의 집중도가 낮아지면서, 공간 주파수가 높은 바깥 부분(광축으로부터 떨어진 부분)으로의 광의 분포가 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이로부터, 공간 주파수 평면에서의 광의 분포 특성은, 공간 주파수가 낮은 중심 영역에는 정반사에 의한 광의 분포가 높고, 공간 주파수가 높은 바깥 영역에서는 광의 산란에 의한 광의 분포가 높다는 것을 확인할 수 있다.
- [0052] 따라서, 본 실시예의 모니터링부(150)는 반사되는 모니터링 광 전체를 수광하여 신호를 검출하는 것이 아니라, 조직 상태 변화시 발생하는 광의 산란에 의해 광의 분포가 민감하게 변하는 단면 영역을 통과하는 광만을 선택적으로 수광하여 신호를 검출하도록 구성할 수 있다. 모니터링부(150)의 검출 유닛(155)은 수광되는 광의 전체 강도에 근거하여 전기적 신호를 생성하므로, 반사되는 모니터링 광 전체를 수광하는 경우와 비교하여, 조직 상태 변화에 따른 신호의 변화를 보다 정확하게 모니터링할 수 있다.
- [0053] 도 7은 반사되는 모니터링 광의 단면을 도시한 도면이다. 전술한 바와 같이, 모니터링부(150)는 반사되는 모니터링 광 중 광의 단면 영역을 기준으로 일부의 영역을 통과하는 광을 선택적으로 이용한다. 구체적으로, 정반사에 의한 광의 분포가 집중되는 낮은 공간 주파수 단면 영역을 통과하는 일부의 광(L1)은 검출 유닛(155)으로 수광되는 것을 제한하고, 산란에 의해 광의 분포가 민감하게 변하는 높은 공간 주파수 단면 영역을 통과하는 일부의 광(L2)만이 선택적으로 검출 유닛(155)에 수광되도록 구성할 수 있다. 본 실시예에서는, 검출 유닛(155)으로

수광이 제한되는 일부의 광(L1) 및 수광되는 일부의 광(L2)을 공간 주파수 단면을 이용하여 표현하고 있으나, 제한되는 일부의 광(L1)은 반사되는 모니터링 광의 단면 영역 중 단면의 안쪽에 위치한 광축 중심과 인접한 영역을 통과하는 광이고, 수광되는 일부의 광(L2)은 단면의 바깥에 위치한 광축 중심과 소정 간격 떨어진 영역을 통과하는 광으로 설명될 수 있다. 여기서, 검출 유닛(155)에 수광되는 것이 제한되는 일부의 광(L1)은 광의 경로를 변경하거나, 광의 진행을 차단하도록 다양하게 구성할 수 있다.

[0054] 도 8은 광 펄스 조사시 검출 유닛에서 검출되는 신호를 도시한 그래프이다. 도 8의 a는 반사되는 모니터링 광 전체를 수광하여 검출되는 신호를 도시한 것이고, 도 8의 b는 반사되는 모니터링 광 중 공간 주파수가 높은 영역을 통과하는 일부의 광을 선택적으로 수광하여 검출된 신호를 도시한 것이다. 각각의 경우에 대해, 35mJ, 42.5mJ, 50mJ, 57.5mJ, 75mJ의 에너지를 갖는 레이저 펄스를 조사하여 검출되는 신호를 측정하였다.

[0055] 이 경우, 도 8에 도시된 바와 같이, 레이저 펄스 조사시 반사되는 광 중 일부의 광만을 선택적으로 수광하여 검출된 (b)의 신호가 반사되는 광 전체를 수광하여 검출된 (a)의 신호 대비 보다 큰 변동폭을 나타낸다. 특히, 광 펄스의 에너지가 증가하여 조직 상태 변화에 근접할수록, (a) 대비 (b)의 변동폭이 크게 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이처럼, 본 실시예의 모니터링부(150)는 조직 상태 변화 발생시 야기되는 광의 산란에 민감하게 영향을 받는 일부의 광만을 선택적으로 수광하여, 조직의 상태 변화에 대한 정보를 보다 정확하고 명확하게 파악하는 것이 가능하다.

[0056] 도 9는 도 2의 모니터링부를 포함한 주요 광학계를 계략적으로 도시한 도면이다. 도 9에서는 설명의 편의상 치료광 발생부(110), 빔 딜리버리부(130) 및 모니터링부(150)를 중심으로 일부 구성 요소를 생략하여 단순하게 도시한 것으로, 본 발명의 구성이 이에 한정되는 것은 아니다. 도 9에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 모니터링부(150)는 모니터링 광원(151), 제한 부재(152), 검출 유닛(155) 및 프로세서(156)를 포함하여 구성된다.

[0057] 모니터링 광원(151)은 치료광이 치료 위치로 조사되는 동안 치료 위치로 조사되는 모니터링 광을 생성한다. 모니터링 광원(151)에서 생성된 모니터링 광은 빔 딜리버리부(130)를 통해 치료 위치로 조사되며, 치료 위치에서 반사되어 빔 딜리버리부(130)를 통해 모니터링부의 검출 유닛(155) 측으로 전달된다. 이때 모니터링 광은 치료 위치의 표면 뿐 아니라 치료 위치의 내측에 위치한 타겟 조직까지 도달할 수 있는 파장의 광일 수 있으며, 일례로서 830nm의 파장의 광을 이용할 수 있다. 따라서, 치료 위치에서 반사되는 모니터링 광은 치료 위치의 표면 조직 뿐 아니라 내측에 위치한 타겟 조직의 상태 정보까지 포함할 수 있다.

[0058] 반사되는 모니터링 광이 진행하는 광 경로 상에는 제한 부재(152)가 배치된다. 제한 부재(152)는 반사되는 모니터링 광 중 일부가 검출 유닛으로 수광되는 것을 제한하는 구성이다. 본 실시예의 제한 부재(152)는, 앞서 설명한 것과 같이, 광축의 중심을 따라 진행하는 낮은 공간 주파수 영역의 광(L1)이 수광 경로를 따라 진행하는 것을 제한하도록 구성된다.

[0059] 도 10은 도 9의 제한 부재를 도시한 사시도이다. 도 10에 도시된 바와 같이, 제한 부재는 로드 유닛(rod unit)(152a) 및 로드 유닛의 외측으로 형성되는 윈도우 유닛(152b)을 포함하여 구성된다. 로드 유닛(152a)은 원형 단면을 갖는 원통형 부재로 구성되며, 반사되는 모니터링 광의 광축을 따라 배치된다. 로드 유닛(152a)의 광이 입사되는 표면(R)은 반사 물질로 형성되고 경사면을 형성한다. 따라서, 반사되는 모니터링 광 중 낮은 공간 주파수의 영역을 따라 진행하는 광(L1)의 진행 경로를 변경하여, 해당 광(L1)이 검출 유닛으로 수광되는 것을 제한한다. 윈도우 유닛(152b)은 로드 유닛(152a)의 반경 방향 외측에 광 투과성 재질로 형성된다. 따라서, 반사되는 모니터링 광 중 높은 공간 주파수의 영역을 따라 진행하는 광(L2)은 윈도우 유닛을 투과하여 검출 유닛에 수광될 수 있다.

[0060] 다시, 도 9를 중심으로 설명하면, 반사된 모니터링 광은 전술한 제한 부재(152)를 통과하면서 조직 상태 변화에 대한 민감성이 뛰어난 광(L2)만이 선택적으로 검출 유닛(155)에 수광된다. 검출 유닛(155)은 반사된 모니터링 광을 수광하여 이를 전기적 신호로 변환하는 구성으로, 포토 디텍터(photo detector)로 구성된다. 검출 유닛의 전방에는 집광 소자(153) 및 광 파이버(154)가 배치되며, 제한 부재에 의해 선택된 일부의 광(L2)은 집광 소자에 의해 집중된 상태로 광 파이버를 통과하여 검출 유닛에 수광된다. 그리고, 검출 유닛은 수광되는 광의 강도(intensity)에 따라 전기적 신호를 생성한다.

[0061] 모니터링부의 프로세서(156)는 각 검출 유닛(155)에서 생성된 전기적 신호를 전달받고, 이에 근거하여 조직의 상태 변화를 판단하는 구성이다. 구체적으로, 프로세서(156)는 치료가 진행되는 동안 검출 유닛(155)에서 실시간으로 검출되는 신호를 전달받고, 해당 신호와 기 설정된 기준값을 비교하여 조직의 상태 변화 여부를 판단한다. 이때, 기준값은 검출 유닛에서 검출되는 신호의 변동 폭 또는 크기에 대응되는 값으로 설정될 수 있다. 프

로세서(156)는 실시간으로 전달되는 신호값이 기준값보다 작은 경우 조직의 상태 변화가 발생하지 않은 것으로 판단하고, 신호값이 기준값 이상이면 조직에 목표한 상태 변화가 발생한 것으로 판단할 수 있다. 다만, 이 이외에도 프로세서는 전술한 예 이외에도 치료 부위, 병변에 따라 다양한 방식으로 기준값을 설정할 수 있으며, 나아가 전달되는 신호값을 별도로 가공한 후 별도의 알고리즘을 통해 조직의 상태 변화 여부를 판단할 수 있다.

[0062] 이 때, 본 실시예에 따른 모니터링부(150)는 반사되는 모니터링 광 중 조직의 상태 변화에 따른 광 분포 변화가 큰 영역, 즉 공간 주파수가 높은 영역을 통과하는 광을 선택적으로 수광하여 조직 상태 변화에 대한 민감성이 향상된 신호를 획득하는 것이 가능하므로, 치료 중 조직의 상태 변화를 정확하게 모니터링할 수 있다.

[0063] 다만, 본 실시예에 따른 모니터링부는 별도의 모니터링 광을 조사하는 모니터링 광원을 구비하고, 검출 유닛은 반사되는 모니터링 광 중 일부를 수광하여 조직의 상태 변화 정보를 감지하는 구성이나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 다른 실시예로서, 모니터링부는 별도의 모니터링 광원을 구비하지 않고, 반사되는 치료광을 이용하여 조직의 상태 변화를 감지하도록 구성하는 것도 가능하다. 구체적으로, 치료 중 치료 위치로 조사된 치료광은 치료 위치에서 반사되어 장치 내측의 빔 딜리버리부로 진입하고, 반사된 치료광은 제한 유닛을 거쳐 검출 유닛으로 수광될 수 있다. 여기서, 조직의 상태 변화에 따른 반사된 치료광의 광 분포 특성(광축과 수직인 평면 상에서의 분포 특성)은 도 4 내지 도 7에서 설명한 것과 동일하다. 따라서, 반사된 치료광은 제한 유닛에 의해 광축의 중심을 따라 진행하는 낮은 공간 주파수 영역의 광이 검출 유닛측으로 수광되는 것이 제한되고, 나머지 일부의 광이 검출 유닛에 수광된다. 그리고, 검출 유닛은 반사된 치료광 일부가 수광됨에 따라 신호가 검출되고, 프로세서는 이에 근거하여 조직의 상태 변화 정보를 판단하도록 구성하는 것도 가능하다. 치료광을 이용하여 모니터링을 수행하는 경우에도, 기본적인 구성 및 기술적 원리는 도 9에서 설명한 내용과 실질적으로 동일하거나 유사하므로 구체적인 설명은 생략한다.

[0064] 도 11은 모니터링 정보에 근거하여 제어부가 치료광 조사를 제어하는 내용을 도시한 그래프이다. 전술한 바와 같이, 제어부(160)는 치료광 조사부를 비롯한 각종 구성요소를 제어하며, 치료 중 모니터링부(150)에서 모니터링되는 조직의 상태 변화 정보에 근거하여 치료 내용을 제어할 수 있다.

[0065] 구체적으로, 도 11에 도시된 바와 같이, 하나의 치료 위치의 조직을 치료함에 있어, 치료광 조사부는 해당 치료 위치에 순차적으로 강도가 증가하는 복수의 치료광 펄스를 조사하도록 제어될 수 있다. 이때, 치료광이 조사되는 동안 모니터링부(150)는 해당 치료 위치로 모니터링 광을 조사하고, 이 중 반사되는 광의 일부를 이용하여 조직의 상태 변화 정보를 모니터링한다. 제어부(160)는, 모니터링을 통해 해당 치료 위치의 조직에서 목표한 상태 변화가 발생한 것으로 판단되면, 해당 치료 위치에 추가적으로 치료광을 조사하는 것을 중단하고 치료를 종료하도록 제어될 수 있다. 따라서, 해당 치료 위치에 충분한 치료를 진행하면서도 과도한 에너지 전달로 인해 인접 조직이 손상되는 것을 방지할 수 있다.

[0066] 다만, 도 11에 도시된 제어 내용은 일 예에 불과하며, 제어부는 모니터링 정보에 근거하여 다양한 방식으로 치료광 조사를 제어할 수 있음은 물론이다.

[0067] 또한, 도 9에서는 프로세서가 모니터링부의 하위 구성으로 구성되어 검출 유닛의 신호를 전달받아 조직의 상태 변화를 판단하는 것으로 설명하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 프로세서가 제어부의 하위 구성요소로 구성되어 검출 유닛에서 검출되는 신호를 이용하여 제어부가 조직의 상태 변화를 판단하도록 구성하는 것도 가능하다.

[0068] 한편, 전술한 실시예에서는 도 10에 도시된 형태의 제한 부재를 일 예로서 설명하고 있으나, 제한 부재의 구성은 다양한 방식으로 변경하여 실시할 수 있다. 이하에서는, 도 12 및 도 13을 이용하여 제한 부재의 다양한 예 중 일부를 구체적으로 설명한다.

[0069] 도 12는 도 9의 제한 부재의 다른 예를 도시한 사시도이다. 도 12에 도시된 제한 부재는 도 9의 제한 부재와 마찬가지로 로드 유닛(152a) 및 윈도우 유닛(152b)을 포함하여 구성된다. 다만, 도 10에 도시된 제한 부재는 로드 유닛의 전단면이 낮은 공간 주파수 영역을 통과하는 광(L1)을 반사시켜 경로를 변경시킴으로써 검출 유닛에 수광되는 것을 제한한 것과 달리, 도 12에 도시된 제한 부재(152)의 로드 유닛(152a)은 전단면(B)이 광 흡수 부재 또는 광 차단 부재로 구성되어, 해당 광(L1)의 진행을 차단하고 나머지 선택된 광(L2)만이 윈도우 유닛을 통해 검출 유닛으로 수광되도록 구성하는 것도 가능하다.

[0070] 전술한 도 10 및 도 12의 제한 부재는 도 9에 도시된 집광 소자 전방에 배치되는 제한 부재의 구조를 중심으로 설명하고 있으나, 이 이외에도 도 9의 집광 소자 또는 광 파이버를 이용하여 제한 부재를 구성하는 것도 가능하다.

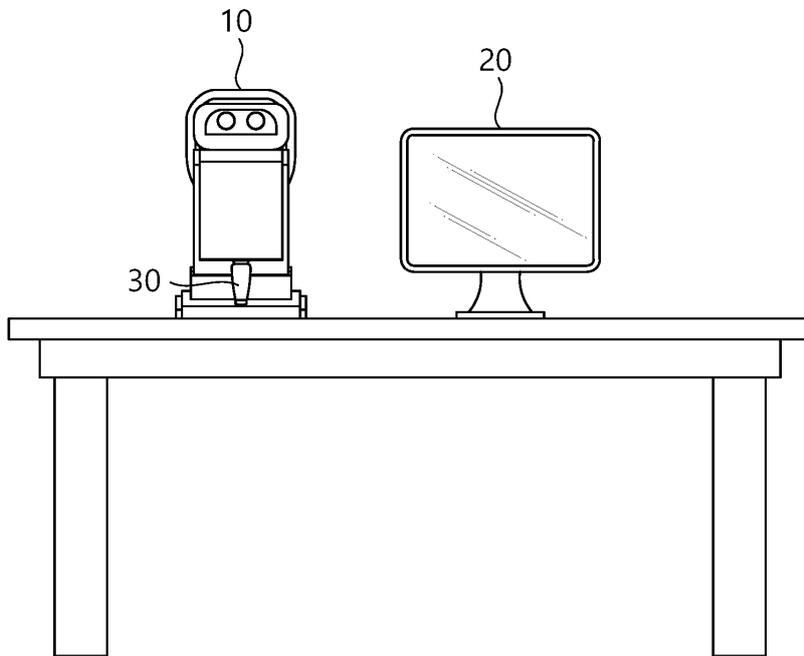
- [0071] 일 예로, 도 9의 집광 소자 중 광축을 포함하는 집광소자(153)의 중심 영역에 광이 진행하는 것을 차단할 수 있는 필터 또는 코팅 물질을 이용하여 낮은 공간 주파수 영역을 통과하는 광(L1)이 진행하는 것을 차단하도록 구성할 수 있다.
- [0072] 또는, 도 13에 도시된 바와 같이, 광 파이버가 반경 방향을 따라 복수의 튜브층(tube layer)으로 구성되어, 각 층별로 상이한 경로를 형성하되 일부의 경로를 따라 진행하는 광은 검출 유닛으로 진행하는 것을 제한하는 제한 부재(152)로서 역할할 수 있다.
- [0073] 구체적으로, 도 13에 도시된 바와 같이, 광 파이버 형태로 구성되는 제한 부재(152)는 중심층(core layer)(152c) 및 이너 클래드층(inner clad layer)(152d) 및 아우터 클래드층(outer clad layer)(152e)로 구성될 수 있다. 여기서, 아우터 클래드층(152e)은 광 파이버의 외벽을 형성하며, 중심층(152c)은 반사되는 모니터링 광중 광축과 인접한 낮은 주파수 영역을 통과하는 광(L1)이 진행하는 경로를 형성하며, 이너 클래드 층(152d)은 광축에서 소정 간격 이격된 높은 공간 주파수 영역을 통과하는 광(L2)이 진행하는 경로를 형성한다. 따라서, 광 파이버의 이너 클래드층(152d)을 따라 진행하는 광(L2)은 검출 유닛(155)으로 수광되도록 경로를 형성하고, 중심층(152c)은 별도의 경로를 형성하여 이를 따라 진행하는 광(L1)은 검출 유닛으로 수광되는 것을 제한하도록 구성하는 것도 가능하다. 다만, 도 13과 같이 중심층에 별도의 광경로를 형성하는 것이 아니라, 광축과 인접한 영역으로 입사되는 광(L1)을 차단하도록 구성하거나(예를 들어, L1이 진행하는 영역이 off-set alignment된 광 파이버를 이용), 다른 방향으로 반사하도록 구성하는 것도 가능하다.
- [0074] 이처럼, 본 발명에 따른 제한 부재는 다양한 방식으로 구성하는 것이 가능하며, 전술한 실시예들 이외에도, 공간 주파수가 낮은 영역을 따라 진행하는 광이 검출 유닛으로 수광되는 것을 제한할 수 있도록 다양한 방식으로 변경하여 실시할 수 있음을 밝혀둔다.
- [0075] 이하에서는 도 14 내지 16을 참조하여, 본 실시예에 따른 안과용 치료장치의 제어방법을 구체적으로 설명한다.
- [0076] 도 14는 본 실시예에 따른 안과용 치료장치의 제어방법을 도시한 순서도이다. 도 14에 도시된 바와 같이, 사용자는 우선 환자의 병변을 진단한 후 안저의 치료 영역 및 치료 내용을 결정한다(S100). 그리고, 치료 영역 중 치료광을 조사하여 치료를 진행할 복수의 치료 위치를 결정한다(S200). 이러한 치료 영역 및 치료 내용을 결정하는 단계, 그리고 치료 위치를 결정하는 단계는 전술한 인터페이스(20)를 통해 결정될 수 있다. 그리고, 치료 위치의 개수 및 간격은 환자의 병변 상태 및 치료광의 조사 강도 등에 따라 결정될 수 있다.
- [0077] 이에 의해, 복수의 치료 위치가 결정되면, 제1 위치에 대한 치료를 진행한다(S300). 그리고, 제1 위치에 대한 치료가 종료되면, 제2 위치로 치료 위치를 변경하여 제1 위치와 동일한 방식으로 치료를 진행한다(S400). 그리고, 나머지 치료 위치 또한 동일한 방식으로 순차적으로 치료를 진행할 수 있다.
- [0078] 도 15는 도 11의 제1 위치를 치료하는 단계의 순서를 도시한 순서도이다. 제1 위치를 치료하는 단계는 치료광이 조사되는 위치를 제1 위치로 정렬시키고, 치료광 조사부를 제어하여 치료광을 조사하는 단계를 수행한다(S310). 이때, 제어부(160)는 빔 딜리버리부(130)를 제어하여 치료광이 조사되는 위치를 결정하고, 치료광 발생부(110)를 제어하여 조사되는 치료광의 패턴 및 파라미터를 조절한다.
- [0079] 치료광은 전술한 바와 같이, 제1 위치의 타겟 조직인 RPE 세포층에 선택적으로 에너지를 전달할 수 있는 파장을 갖는 레이저로 구성된다. 그리고, 최소의 에너지로 타겟 조직의 목표한 상태 변화를 야기할 수 있도록, 제1 위치로 복수의 치료광 펄스를 순차적으로 조사되며, 순차적으로 조사되는 복수의 치료광 펄스는 출력이 순차적으로 증가하는 형태로 조사될 수 있다.
- [0080] 한편, 치료광이 조사되는 동안 모니터링부(150)는 치료광에 의해 제1 위치의 조직이 상태 변화 정보를 모니터링하는 단계를 수행한다(S320). 도 16은 도 15의 모니터링 단계의 내용을 보다 구체적으로 도시한 도면이다.
- [0081] 제1 위치에 위치한 조직의 상태 정보를 모니터링하기 위해, 모니터링부(150)는 우선 제1 위치로 모니터링 광을 조사한다(S321). 모니터링 광원에서 조사되는 모니터링 광은 치료광 펄스가 조사되는 주기와 동일한 주기로 조사될 수 있으며, 또는 치료광 펄스가 조사되는 주기보다 짧은 주기로 조사되는 것도 가능하다.
- [0082] 제1 위치로 조사되는 모니터링 광은 제1 위치의 조직 내측까지 전달된 후, 다시 반사되어 안과용 치료장치의 검출 유닛에 수광된다(S322). 이때, 반사되는 모니터링 광이 진행하는 경로상에는 제한 부재(152)가 구비되어, 일부의 광은 검출 유닛(155)으로 수광되는 것을 제한하고, 나머지 일부의 광이 검출 유닛(155)으로 수광되도록 구성된다. 이때, 제한 부재(152)는 조직 상태 변화에 의한 광의 산란에 의해 광 분포 영향이 적은 광 단면 기준 중심 영역(낮은 공간 주파수 영역)을 통과하는 광(L1)은 검출 유닛으로 수광되는 것을 제한한다. 따라서, 상태

적으로 광의 산란에 의한 광 분포 변화가 큰 광 단면 기준 바깥 영역(높은 공간 주파수 영역)을 통과하는 광(L2)이 검출유닛으로 수광된다.

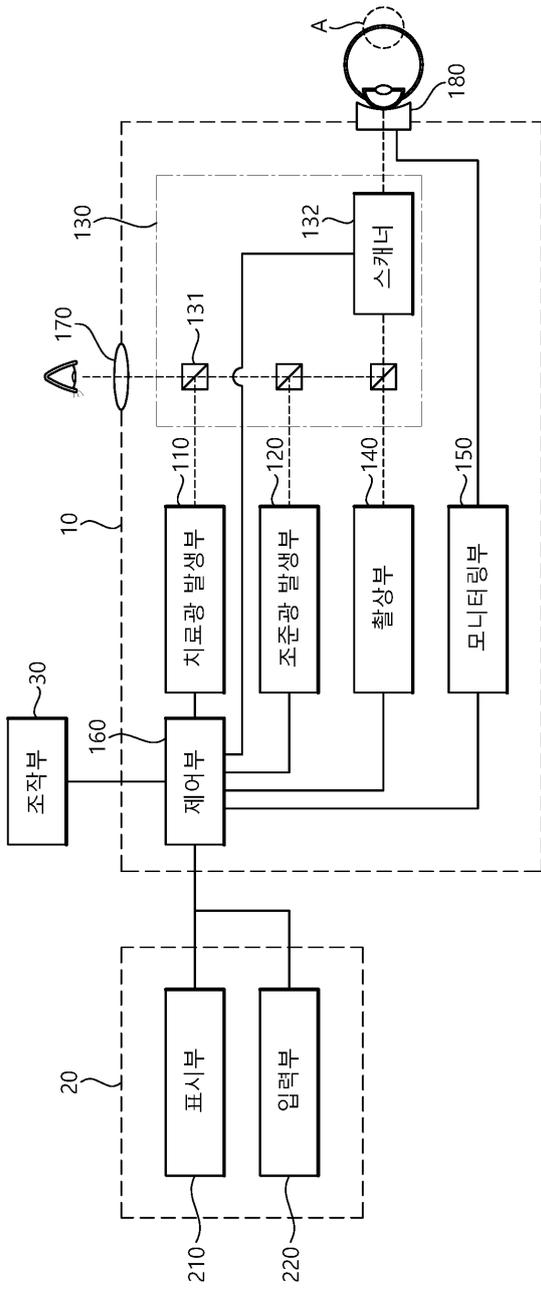
- [0083] 검출 유닛(155)은 수광된 광의 강도에 상응하는 전기적 신호를 생성한다. 그리고, 모니터링부(150)는 검출 유닛에서 생성된 전기적 신호를 이용하여 제1 위치에 위치한 조직의 상태 정보를 모니터링한다(S323). 검출 유닛에서 검출되는 신호는 제한 부재에 의해 조직 상태 변화에 따른 신호 민감성이 향상되므로, 모니터링부는 조직의 상태 변화 여부를 보다 정확하게 판단할 수 있다.
- [0084] 다시, 도 15를 기준으로 설명하면, 모니터링 단계를 통해 조직의 상태 변화를 모니터링하고, 제어부(160)는 모니터링된 조직의 상태 정보에 근거하여 치료광의 조사 내용을 제어한다. 예를 들어, 치료 중 모니터링이 이루어지면서 조직의 상태 변화가 발생하지 않은 것으로 발생하면, 제어부(160)는 치료광 펄스의 강도를 증가하여 제1 위치에 치료광 펄스를 조사한다. 반면, 제1 위치의 조직에서 목표한 상태 변화가 발생한 것으로 모니터링 되면, 제어부(160)는 치료광 조사부를 제어하여 제1 위치에 치료광 펄스를 조사하는 것을 중단하고, 제1 위치의 치료를 종료한다(S330).
- [0085] 전술한 단계를 통해, 제1 위치를 치료하는 단계가 완료되면, 제어부(160)는 치료광의 조사 위치를 제2 위치로 변경하여, 제1 위치의 치료 단계와 동일한 방식으로 제2 위치를 치료한 후, 나머지 치료 위치에 대한 치료를 수행한다.
- [0086] 다만, 도 15 및 도 16에서는 각각의 단계가 순차적으로 도시되어 있으나, 이는 설명의 편의를 위해 이와 같이 도시한 것이며, 일부 단계(예를 들어, 치료광 조사 단계 및 모니터링 단계)는 서로 다른 구성 요소에 의해 동시에 또는 병렬적으로 진행될 수 있다.
- [0087] 이상에서는, 조직의 상태 변화에 따른 신호 민감성을 향상시킬 수 있도록, 광의 산란에 의한 광 분포 변화가 큰 단면 영역을 따라 진행되는 일부의 광을 선택적으로 이용하여 모니터링을 수행하는 안과용 치료장치 및 치료 방법에 대해 설명하였다. 이에 의할 경우, 치료 중 조직의 상태 변화를 실시간으로 모니터링함에 있어, 조직의 상태 변화 발생 전후의 모니터링 신호의 차이가 극명하게 드러나므로, 조직의 상태 변화 시점을 정확하게 파악할 수 있다. 따라서, 해당 치료 위치의 최적 치료가 가능하며, 과도한 치료광 조사로 인해 인접 조직이 손상되는 것을 방지할 수 있다.
- [0088] 다만, 전술한 실시예에서는 안저 병변을 치료하는 치료 장치를 중심으로 설명하였으나, 본 발명은 녹내장 치료, 피부 치료 등 안저 이외의 병변을 치료하는 치료장치에도 적용될 수 있다. 이 경우, 전술한 실시예에서 설명한 장치를 중심으로 실시하되, 병변에 따라 조직의 상태 변화 정보를 감지하기 위한 모니터링 신호 생성 방식 및 기준값은 변경하여 적용함으로써 용이하게 실시할 수 있다.
- [0089] 이상, 본 발명의 일 실시예에 대해 상세하게 기술하였으나, 본 발명이 상기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명이 속하는 기술 분야에 대해 통상의 지식을 가진 사람이라면, 첨부된 청구범위에 정의된 본 발명의 기술적 특징의 범위를 벗어나지 않으면서 본 발명을 여러 가지로 변형 또는 변경하여 실시할 수 있음은 밝혀둔다.

도면

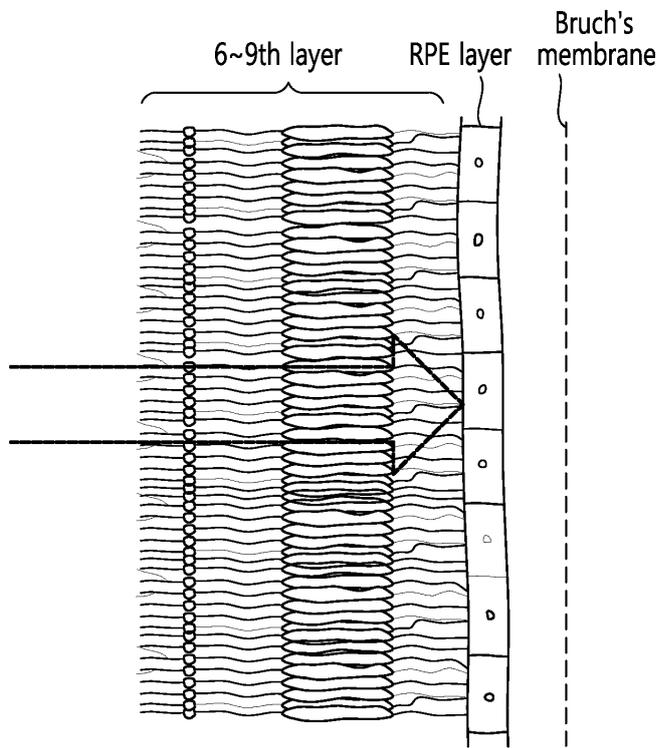
도면1



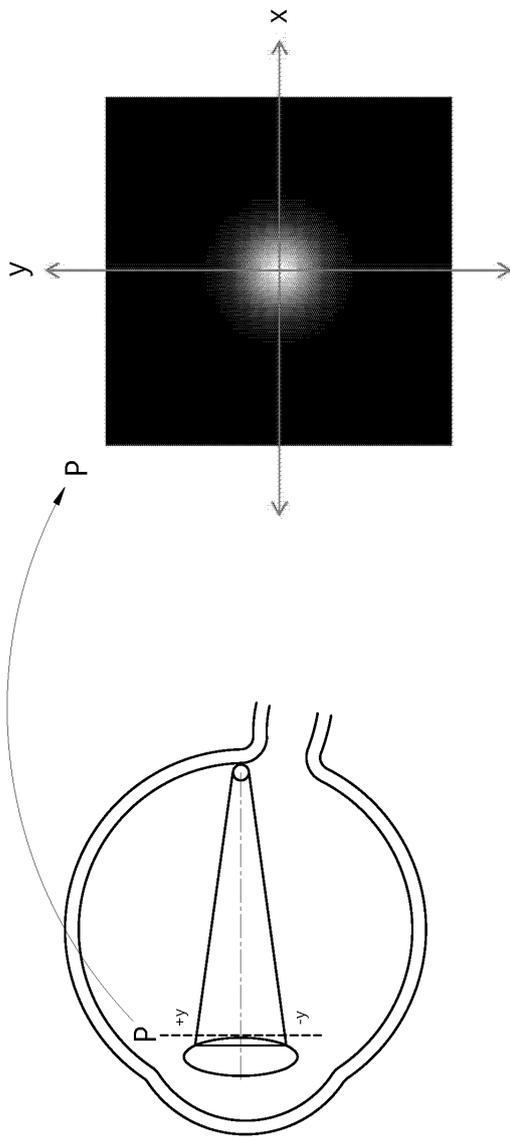
도면2



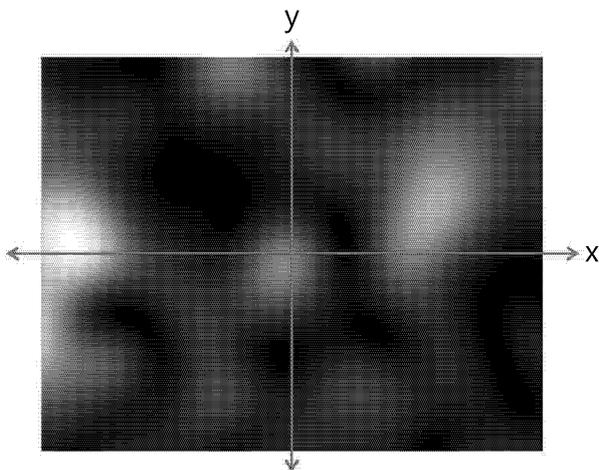
도면3



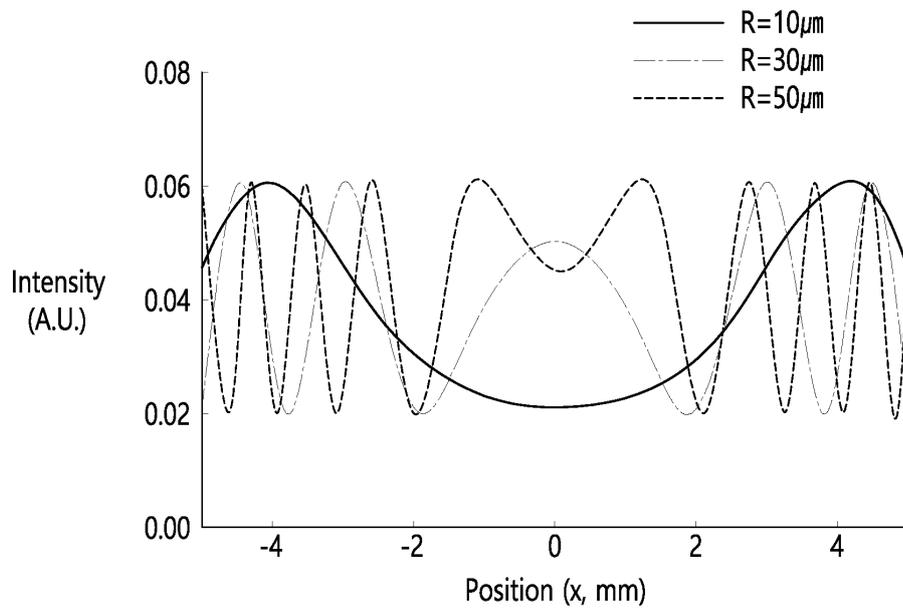
도면4



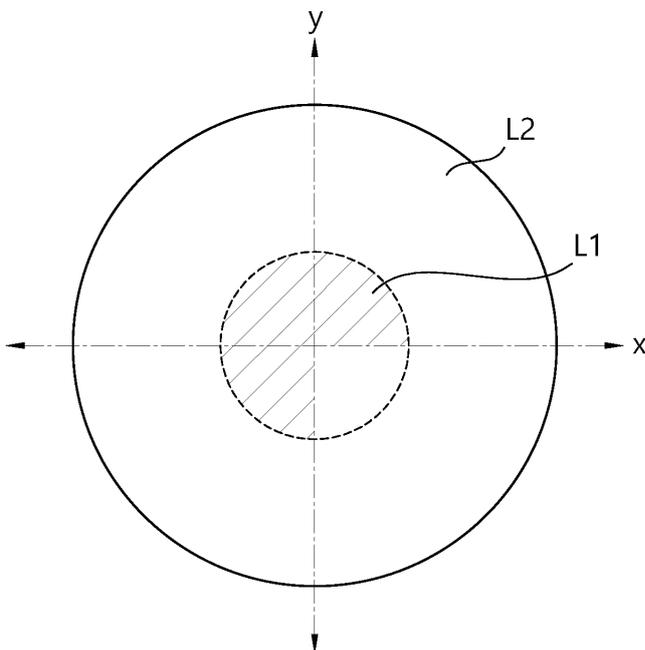
도면5



도면6

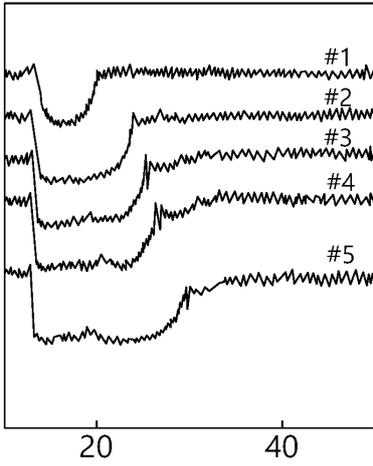


도면7



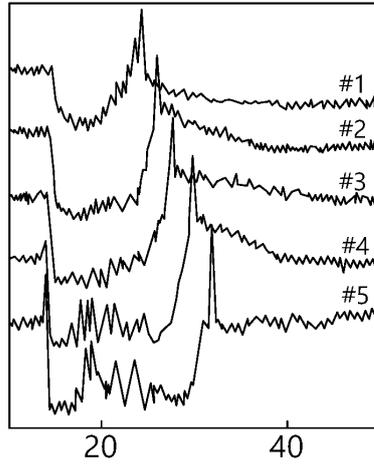
도면8

#1: 35mJ
#2: 42.5mJ
#3: 50mJ
#4: 57.5mJ
#5: 70mJ



시간 (us)

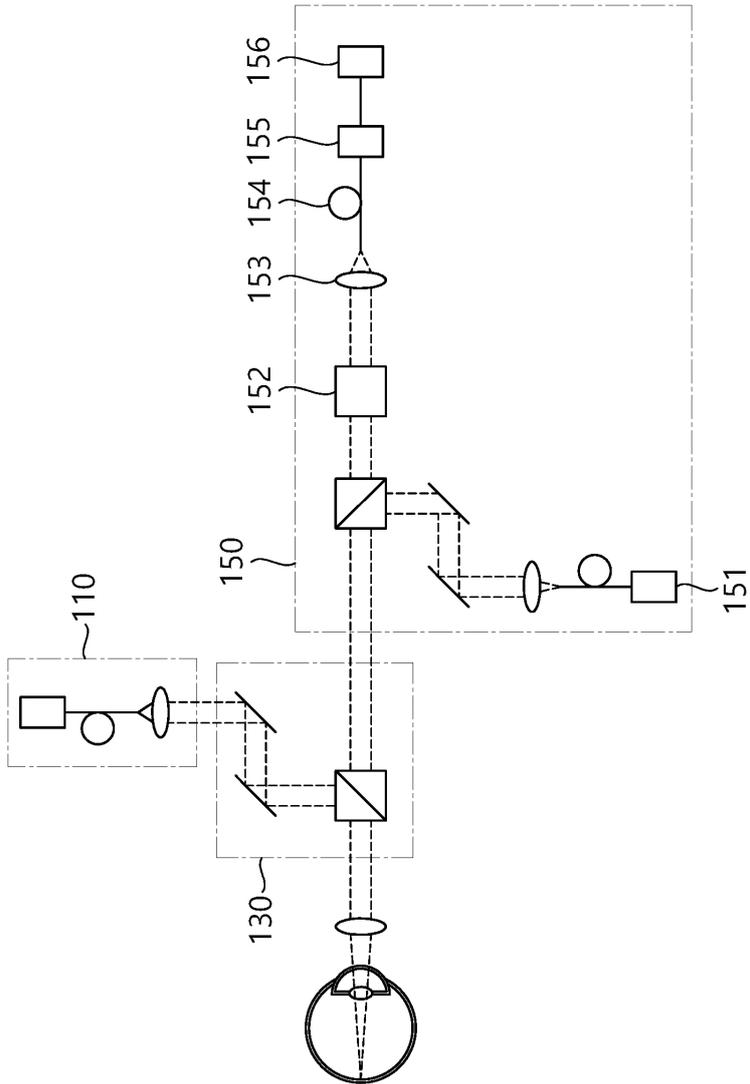
(a)



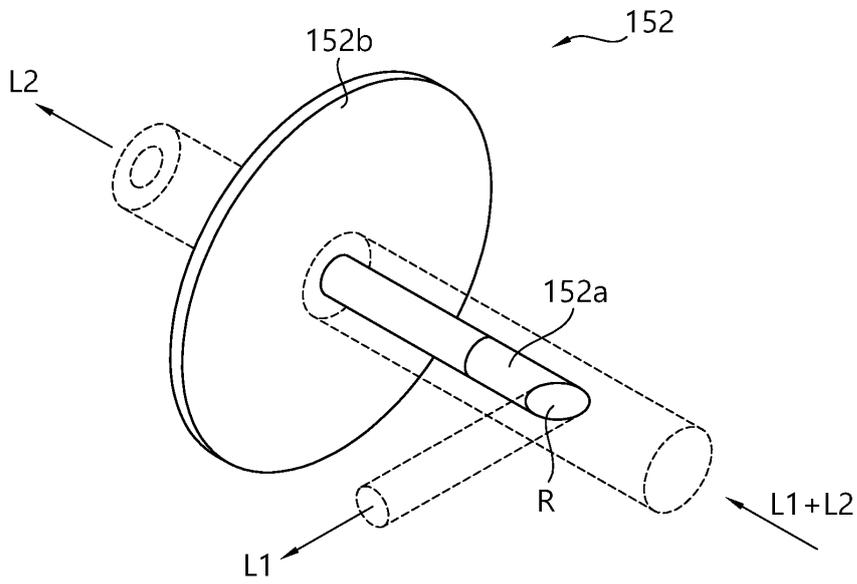
시간 (us)

(b)

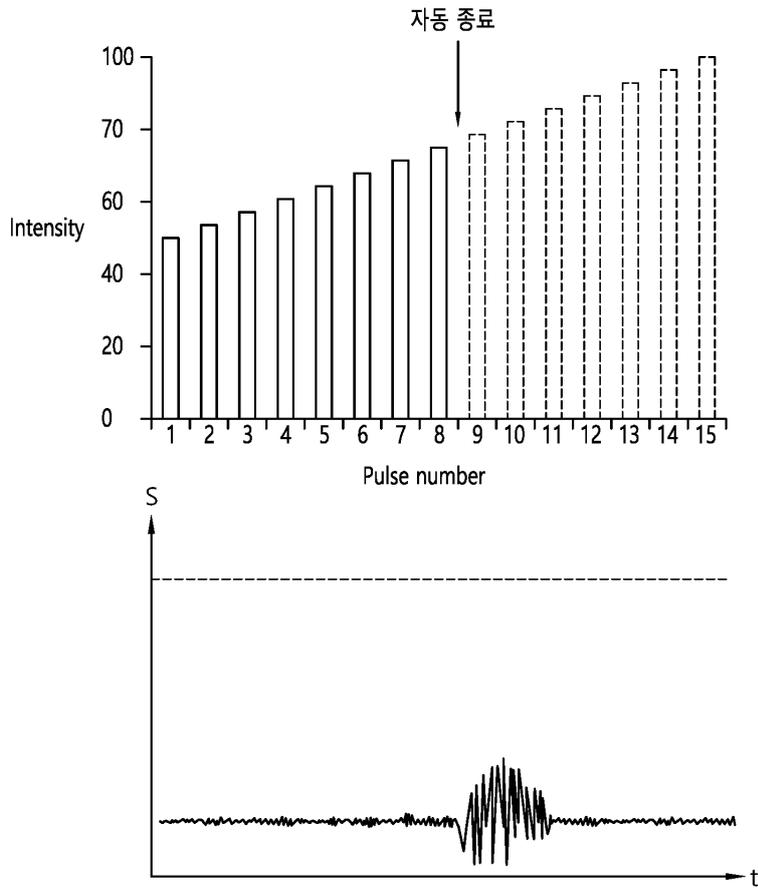
도면9



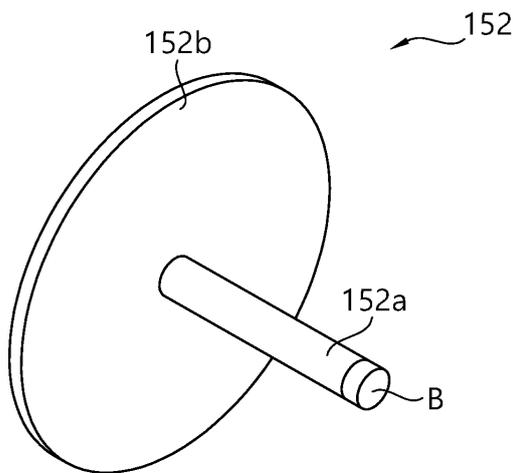
도면10



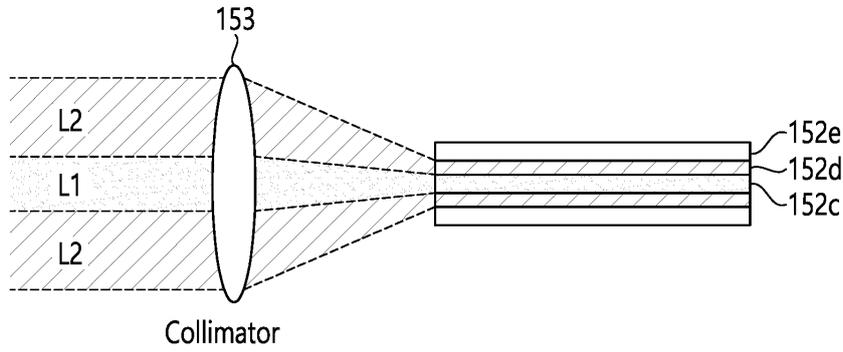
도면11



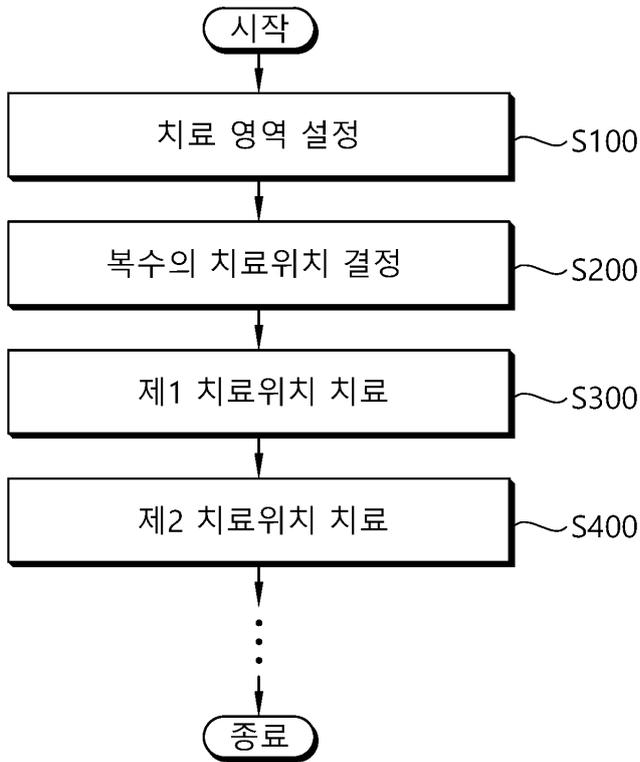
도면12



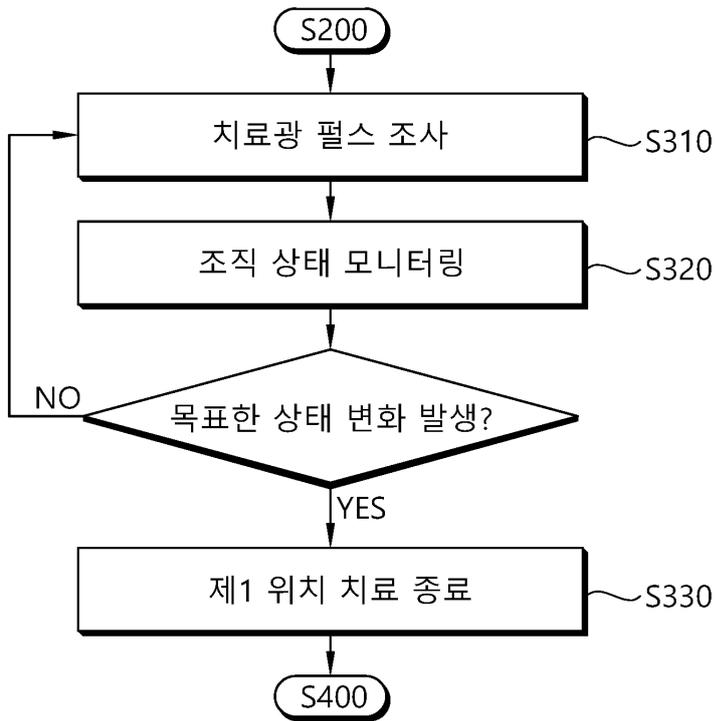
도면13



도면14



도면15



도면16

