



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0133066
(43) 공개일자 2020년11월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61N 5/06 (2006.01) A61M 37/00 (2006.01)
A61N 7/00 (2006.01) A61N 7/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61N 5/062 (2013.01)
A61M 37/0092 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0057212
(22) 출원일자 2019년05월15일
심사청구일자 2019년05월15일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
장원석
서울특별시 강남구 압구정로29길 68, 71동 904호
(압구정동, 현대아파트)
한승희
캐나다 M2N6Z7 온타리오주 토론토 임프레스 애비뉴 28 아파트 802호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인비엘티

전체 청구항 수 : 총 14 항

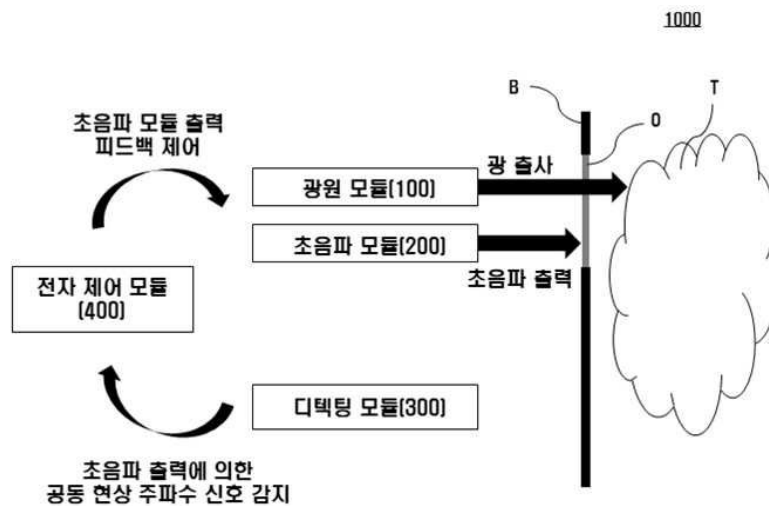
(54) 발명의 명칭 집속초음파 유도에 의해 광투과 깊이를 확보하는 광역학 치료 장치 및 초음파의 출력을 피드백 제어하여 광을 조사하는 방법

(57) 요약

타겟 생체 조직을 커버하는 생체 장벽에 광과민제 전달과 광투과 깊이를 확보하기 위한 개방 채널을 형성함으로써, 광역학 치료의 효과를 증대시킬 수 있는 광역학 치료 장치가 제공된다.

상기 광역학 치료 장치는 광을 출사하는 광원 모듈; 초음파를 출력하는 초음파 모듈; 초음파의 출력에 의한 결과를 감지하는 디텍팅 모듈; 상기 디텍팅 모듈의 감지 결과에 따라 상기 초음파 모듈의 출력을 피드백 제어하는 전자 제어 모듈을 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61N 7/02 (2013.01)
A61N 2005/0626 (2013.01)
A61N 2005/063 (2013.01)
A61N 2007/0021 (2013.01)

(72) 발명자

신재우

서울특별시 도봉구 덕릉로60가길 15, 202호(창동, 한신빌라트)

공찬호

서울특별시 서대문구 명지대1나길 9, 303호 (남가좌동, 윤하우스)

장진우

서울특별시 서초구 신반포로 270, 111동 2701호(반포동, 반포자이아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2016M3C7A1914123
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	뇌과학원천기술개발사업
연구과제명	알츠하이머 환자에서 집중초음파 치료의 아밀로이드 플라크 감소 및 인지기능 변화
관찰 1상 임상시험	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	대구경북첨단의료산업진흥재단
연구기간	2016.07.01 ~ 2021.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

광을 출사하는 광원 모듈;

초음파를 출력하는 초음파 모듈;

초음파의 출력에 의한 결과를 감지하는 디텍팅 모듈; 및

상기 디텍팅 모듈의 감지 결과에 따라 상기 초음파 모듈의 출력을 피드백 제어하는 전자 제어 모듈을 포함하는 광역학 치료 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 디텍팅 모듈은 초음파에 의해 발생하는 생체 조직의 공동 현상에 의한 진동 주파수를 감지하는 광역학 치료 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 전자 제어 모듈은 상기 디텍팅 모듈의 감지 결과에 따라 안정 공동 현상인지 관성 공동 현상인지 판단하고, 관성 공동 현상이 발생한 경우에 상기 초음파 모듈을 오프하거나 상기 초음파 모듈의 출력의 값을 낮추는 광역학 치료 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

초음파는 상기 광원 모듈과 타겟 생체 조직 사이의 생체 장벽에 집속되고, 초음파의 집속에 의해 생체 장벽의 광투과율이 높아지는 광역학 치료 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

타겟 생체 조직은 뇌 조직이고, 생체 장벽은 뇌 혈관 장벽인 광역학 치료 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 광원 모듈은 광을 출사하는 광원과, 상기 광원의 출사광의 광 경로를 제공하는 광섬유부와, 상기 광섬유부의 말단에 배치되어 상기 광원의 출사광을 확산시키는 디퓨저부를 포함하고,

상기 디퓨저부의 적어도 일부에는 상기 광원의 출사광이 확산되도록 구면이 형성되어 있는 광역학 치료 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 초음파 모듈은 초음파를 출력하는 발진부와, 상기 발진부에서 출력된 초음파를 집속시키는 중공의 트랜스듀서를 포함하는 광역학 치료 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 광섬유부는 상기 트랜스듀서의 내부에 이동이 가능하게 배치되는 광역학 치료 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 광섬유부는 슬라이딩 이동 가능하고, 상기 광섬유부의 일측 슬라이딩 이동에 의해 상기 디퓨저부와 타겟 생체 조직 사이의 거리는 짧아지고, 상기 광섬유부의 타측 슬라이딩 이동에 의해 상기 디퓨저부와 타겟 생체 조직 사이의 거리는 길어지는 광역학 치료 장치.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 광섬유부는 상기 광원의 출사광이 타겟 생체 조직으로 이동하는 채널을 형성하는 제1광섬유와, 상기 광원의 출사광이 타겟 생체 조직을 경유하여 재귀하는 채널을 형성하는 제2광섬유를 포함하는 광역학 치료 장치.

청구항 11

초음파 모듈로 생체 장벽에 초음파가 집속되도록, 초음파를 출력하는 단계;

광원 모듈로 생체 장벽의 내측에 위치하는 타겟 생체 조직에 광을 조사하는 단계;

디텍팅 모듈로 초음파 출력에 의한 결과를 감지하는 단계;

전자 제어 모듈로 상기 디텍팅 모듈의 감지 결과에 따라 상기 초음파 모듈의 출력을 피드백 제어하는 단계를 포함하는 초음파의 출력을 피드백 제어하여 광을 조사하는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 디텍팅 모듈은 초음파에 의해 발생하는 생체 조직의 공동 현상에 의한 진동 주파수를 감지하는 초음파의 출력을 피드백 제어하여 광을 조사하는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 전자 제어 모듈은 상기 디텍팅 모듈의 감지 결과에 따라 안정 공동 현상인지 관성 공동 현상인지 판단하고, 관성 공동 현상이 발생한 경우에 상기 초음파 모듈을 오프하거나 상기 초음파 모듈의 출력의 값을 낮추는 초음파의 출력을 피드백 제어하여 광을 조사하는 방법.

청구항 14

제11항에 있어서,

타겟 생체 조직은 뇌 조직이고, 생체 장벽은 뇌 혈관 장벽인 초음파의 출력을 피드백 제어하여 광을 조사하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 집속초음파 유도에 의해 광투과 깊이를 확보하는 광역학 치료 장치와 초음파의 출력을 피드백 제어하여 광을 조사하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 광역학 치료(PDT, Photodynamic therapy)는 타겟 생체 조직에 도포된 광과민제 및 광감작제(光感作劑; Photosensitizer) 등이 빛(Light)과 산소(Oxygen)에 의해 화학적 반응을 일으킴으로써 단일한 산소(Singlet oxygen)와 이에 의해 유발되는 자유라디칼(Free radical)이 환자에게 아무런 고통 없이 종양과 암세포 등을 선

택적으로 파괴하는 치료법이다.

- [0003] 최근 약물전달 기술의 발전과 광원의 발달로, 타겟 생체 조직을 중심으로한 국소치료 방법으로서 두각을 보이는 광역학 치료가 뇌질환 치료의 새로운 기술로서 세계적인 연구가 다수 진행되고 있는 실정이다.
- [0004] 한편, 효과적인 광역학 치료를 위해서는, 타겟 생체 조직으로 충분한 양의 광과민제를 전달하여야 하는 동시에 타겟 생체 조직에 대한 일정 광투과 깊이를 확보함으로써, 치료를 위한 충분한 광과민제의 양과 광량을 확보해야 할 필요성이 있다.
- [0005] 그러나 일반적으로 타겟 생체 조직은 다양한 생체 장벽(연조직, 점막, 혈관 장벽)에 의해 커버되어 있기 때문에, 이러한 생체 장벽에 의해 광과민제와 광투과를 위한 개방 채널을 확보하지 못하는 문제가 있다.
- [0006] 일 예로, 뇌종양 등을 치료하기 위해서, 뇌 조직의 타겟 영역에 광을 조사하고자 하는 경우, 뇌 혈관 장벽(BBB; Brain blood barrier)에 의해 광과민제와 광 전달이 효과적으로 이루어지지 않는 문제가 있어 이에 대한 해결책이 요구되고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2018-0095587호, 2018.08.27 공개

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 타겟 생체 조직을 커버하는 생체 장벽(일 예로, 뇌 혈관 장벽; BBB; Brain blood barrier)에 광과민제 전달과 광투과 깊이를 확보하기 위한 개방 채널을 형성함으로써, 광역학 치료의 효과를 증대시킬 수 있는 광역학 치료 장치를 제공하는 것이다.
- [0009] 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

- [0010] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 면에 따른 광역학 치료 장치는 광을 출사하는 광원 모듈; 초음파를 출력하는 초음파 모듈; 초음파의 출력에 의한 결과를 감지하는 디텍팅 모듈; 상기 디텍팅 모듈의 감지 결과에 따라 상기 초음파 모듈의 출력을 피드백 제어하는 전자 제어 모듈을 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 디텍팅 모듈은 초음파에 의해 발생하는 생체 조직의 공동 현상에 의한 진동을 감지할 수 있다.
- [0012] 상기 전자 제어 모듈은 상기 디텍팅 모듈의 감지 결과에 따라 안정 공동 현상인지 관성 공동 현상인지 판단하고, 관성 공동 현상이 발생한 경우에 상기 초음파 모듈을 오프하거나 상기 초음파 모듈의 출력의 값을 낮출 수 있다.
- [0013] 초음파는 상기 광원 모듈과 타겟 생체 조직 사이의 생체 장벽에 집속되고, 초음파의 집속에 의해 생체 장벽의 광투과율이 높아질 수 있다.
- [0014] 타겟 생체 조직은 뇌 조직이고, 생체 장벽은 뇌 혈관 장벽일 수 있다.
- [0015] 상기 광원 모듈은 광을 출사하는 광원과, 상기 광원의 출사광의 광 경로를 제공하는 광섬유부와, 상기 광섬유부의 말단에 배치되어 상기 광원의 출사광을 확산시키는 디퓨저부를 포함하고, 상기 디퓨저부의 적어도 일부에는 상기 광원의 출사광이 확산되도록 구멍이 형성되어 있을 수 있다.
- [0016] 상기 초음파 모듈은 초음파를 출력하는 발진부와, 상기 발진부에서 출력된 초음파를 집속시키는 중공의 트랜스듀서를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 광섬유부는 상기 트랜스듀서의 내부에 이동이 가능하게 배치될 수 있다.
- [0018] 상기 광섬유부는 슬라이딩 이동 가능하고, 상기 광섬유부의 일측 슬라이딩 이동에 의해 상기 디퓨저부와 타겟

생체 조직 사이의 거리는 짧아지고, 상기 광섬유부의 타측 슬라이딩 이동에 의해 상기 디퓨저부와 타겟 생체 조직 사이의 거리는 길어질 수 있다.

[0019] 상기 광섬유부는 상기 광원의 출사광이 타겟 생체 조직으로 이동하는 채널을 형성하는 제1광섬유와, 상기 광원의 출사광이 타겟 생체 조직을 경유하여 재귀하는 채널을 형성하는 제2광섬유를 포함할 수 있다.

[0020] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 면에 따른 초음파의 출력을 피드백 제어하여 광을 조사하는 방법은 초음파 모듈로 생체 장벽에 초음파가 집속되도록, 초음파를 출력하는 단계; 광원 모듈로 생체 장벽의 내측에 위치하는 타겟 생체 조직에 광을 조사하는 단계; 디텍팅 모듈로 초음파 출력에 의한 결과를 감지하는 단계; 전자 제어 모듈로 상기 디텍팅 모듈의 감지 결과에 따라 상기 초음파 모듈의 출력을 피드백 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 상기 디텍팅 모듈은 초음파에 의해 발생하는 생체 조직의 공동 현상에 의한 진동 주파수를 감지하는 초음파의 출력을 피드백 제어하여 광을 조사할 수 있다.

[0022] 상기 전자 제어 모듈은 상기 디텍팅 모듈의 감지 결과에 따라 안정 공동 현상인지 관성 공동 현상인지 판단하고, 관성 공동 현상이 발생한 경우에 상기 초음파 모듈을 오프하거나 상기 초음파 모듈의 출력의 값을 낮추는 초음파의 출력을 피드백 제어하여 광을 조사할 수 있다.

[0023] 타겟 생체 조직은 뇌 조직이고, 생체 장벽은 뇌 혈관 장벽인 초음파의 출력을 피드백 제어하여 광을 조사할 수 있다.

발명의 효과

[0024] 본 발명에서는 초음파 모듈에 의해 생체 장벽의 조직의 결합력을 낮추어 개방 채널을 확보함으로써, 광과민제 투여와 광투과 깊이를 확보할 수 있는 광역학 치료 장치를 제공한다.

[0025] 또한, 본 발명에서는 디텍팅 모듈(PCD; Passive cavitation detector)에 의해 관성 공동 현상(Inertial cavitation)을 감지하고 감지 결과에 따라 초음파 모듈을 피드백 제어함으로써, 생체 장벽 내의 미세 기포가 버블로 성장하여 초음파가 인가되는 과정에서 생체 장벽이 손상되는 것을 방지할 수 있다.

[0026] 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

[0027] 도 1은 본 발명의 광역학 치료 장치가 초음파 유도하에 생체 장벽을 개방함으로써, 광투과 깊이를 확보하는 것을 나타낸 개념도이다.

도 2는 본 발명의 광원 모듈과 초음파 모듈이 작동하는 것을 나타낸 작동 상태도이다.

도 3은 본 발명의 광원 모듈의 광섬유부와 디퓨저부를 나타낸 사시도이다.

도 4는 본 발명의 광역학 치료 장치를 나타낸 계통도이다.

도 5는 본 발명의 초음파의 출력을 피드백 제어하여 광을 조사하는 방법을 나타낸 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 제한되는 것이 아니라 서로 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.

[0029] 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.

- [0030] 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.
- [0031] 공간적으로 상대적인 용어인 "아래(below)", "아래(beneath)", "하부(lower)", "위(above)", "위(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.
- [0033] 이하, 도면을 참조하여, 본 발명의 광역학 치료 장치(1000)를 설명한다. 도 1은 본 발명의 광역학 치료 장치가 초음파 유도하에 생체 장벽을 개방함으로써, 광투과 깊이를 확보하는 것을 나타낸 개념도이고, 도 2는 본 발명의 광원 모듈과 초음파 모듈이 작동하는 것을 나타낸 작동 상태도이고, 도 3은 본 발명의 광원 모듈의 광섬유부와 디퓨저부를 나타낸 사시도이고, 도 4는 본 발명의 광역학 치료 장치를 나타낸 계통도이다.
- [0035] 본 발명의 광역학 치료 장치(1000)는 광역학 치료 효과가 나타나거나 나타날 수 있는 다양한 질환을 치료하는 것에 이용될 수 있다.
- [0036] 일 예로, 본 발명의 광역학 치료 장치(1000)는 각종 암(췌장암, 담도암 등)과 종양 질환을 치료하는 것에 이용될 수 있으며, 특히, 뇌종양과 같은 뇌 질환을 치료하는 것에 이용될 수 있다. 이 경우, 타겟 생체 조직(T)은 뇌 조직일 수 있으며, 뇌 혈관 장벽(BBB; Brain blood barrier)에 의해 커버되어, 광과민제 투여와 광투과 깊이를 확보하는데 어려움이 있어 문제된다.
- [0037] 본 발명의 광역학 치료 장치(1000)는 광원 모듈(100), 초음파 모듈(200), 디텍팅 모듈(300) 및 전자 제어 모듈(400)을 포함할 수 있다.
- [0039] 광원 모듈(100)은 광을 출사하는 모듈일 수 있다. 이 경우, 광은 광역학 치료를 위한 광뿐만 아니라, 수술 시야 확보 등을 위한 모니터링을 위한 광도 포함하는 개념일 수 있다.
- [0040] 본 발명의 광원 모듈(100)은 다양한 형태로 마련될 수 있다. 본 발명의 광원 모듈(100)은 타겟 생체 조직(T)의 외부에서 타겟 생체 조직(T)으로 광을 조사할 수 있다. 본 발명의 광원 모듈(100)은 초음파 모듈(200)의 외부에서 타겟 생체 조직(T)으로 광을 조사할 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0041] 일 예로, 본 발명의 광원 모듈(100)에는 광원(110) 외에도 다양한 광학 소자가 추가될 수 있으며, 이에 따라, 다양한 위치와 배치 형태를 가지며 타겟 생체 조직(T)으로 광을 조사할 수 있다.
- [0042] 이를 위해, 광원 모듈(100)은 광을 출사하는 광원(110)과, 광원(110)의 출사광의 광 경로를 제공하는 광섬유부(120)와, 광섬유부(120)의 말단에 배치되어 광원(100)의 출사광을 확산시키는 디퓨저부(130)를 포함할 수 있다.
- [0043] 광원(110)은 광역학 치료와 모니터링을 위한 다양한 파장 대역의 광을 출사할 수 있다. 광원(110)의 출사광의 종류는 출사광의 종류는 질환과 모니터링 영상의 종류에 따라 다양할 수 있다. 일 예로, 광원(110)으로서 LD(Laser diode), VCSEL(Vertical-cavity surface emitting laser) 등이 이용되어, 다양한 파장 대역의 레이저 광(여기광)을 조사할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0044] 광섬유부(120)는 광원(110)과 타겟 생체 조직(T) 사이에 배치될 수 있으며, 광원(110)의 출사광을 타겟 생체 조

직(T)으로 가이드하기 위한 광 경로를 제공할 수 있다.

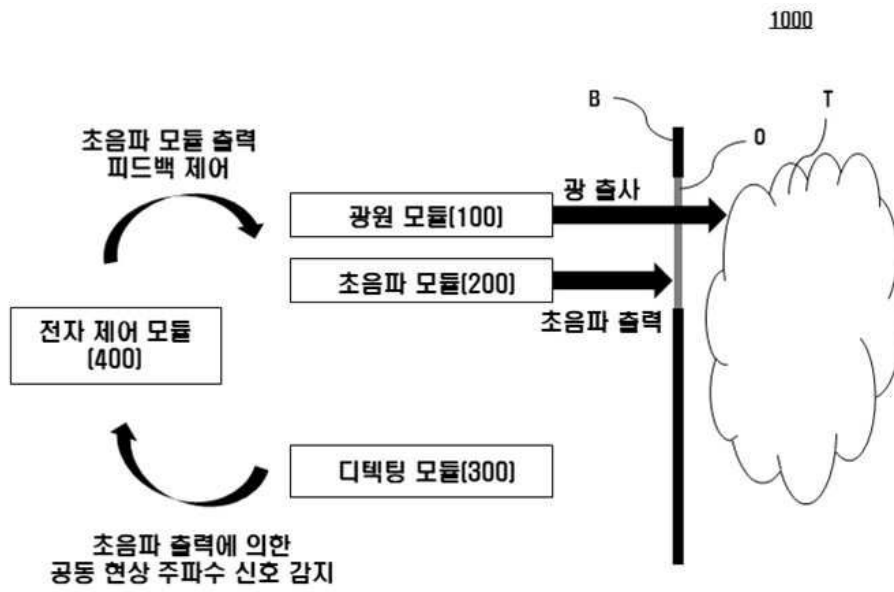
- [0045] 광섬유부(120)는 초음파 모듈(200)의 트랜스듀서(220)의 내부에 이동이 가능하게 배치될 수 있다. 일 예로, 광섬유부(120)는 슬라이딩 이동이 가능할 수 있고, 광섬유부(120)의 일측 슬라이딩 이동에 의해 디퓨저부(130)와 타겟 생체 조직(T) 사이의 거리는 짧아질 수 있고, 광섬유부(120)의 타측 슬라이딩 이동에 의해 디퓨저부(130)와 타겟 생체 조직(T) 사이의 거리는 길어질 수 있다.
- [0046] 이에 따라, 의료진은 광섬유부(120)를 슬라이딩 이동 조작함으로써, 타겟 생체 조직(T)의 깊이(위치)에 따라, 광원(110)의 출사광의 광투과 깊이(광원의 주된 출사광의 조사 위치)를 제어할 수 있다.
- [0047] 한편, 광섬유부(120)는 쌍방향 채널을 형성할 수 있다. 일 예로, 광섬유부(120)는 광원(110)의 출사광이 타겟 생체 조직(T)으로 이동하는 채널을 형성하는 제1광섬유부(121)와, 광원(110)의 출사광이 타겟 생체 조직(T)을 경유하여 재귀하는 채널을 형성하는 제2광섬유부(122)를 포함할 수 있다. 이 경우, 제1광섬유부(121)는 중심에 제2광섬유부(122)는 가장자리에 위치할 수 있으며, 제2광섬유부(122)는 제1광섬유부(121)의 둘레를 따라 배치될 수 있다.
- [0048] 제1광섬유부(121)를 통해 광원(110)의 출사광(광역학 치료 및/또는 모니터링 용도로 이용되는 광)은 타겟 생체 조직(T)으로 조사될 수 있다. 제2광섬유부(122)를 통해 타겟 생체 조직(T)을 경유한 광은 외부로 재귀하여 모니터링 영상을 위한 소스를 제공할 수 있다. 이 경우, 타겟 생체 조직(T)을 경유한 광은 타겟 생체 조직(T)에 전처리 도포된 형광 물질에 의한 방출광일 수 있으며, 모니터링 영상은 의료진의 선택에 따라 다양한 파장 대역의 형광 영상으로 마련될 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 일 예로, 모니터링 영상은 백색 파장 대역의 광에 의해 가시화된 명시야 영상일 수 있다.
- [0049] 디퓨저부(130)는 광섬유부(120)를 투과한 광을 확산시키는 광학 소자일 수 있다. 디퓨저부(130)에 의해 광원(110)의 출사광은 타겟 생체 조직(T) 전방에 면광원 형태로 넓게 조사될 수 있다.
- [0050] 한편, 본 발명의 광역학 치료 장치(1000)에서는 디퓨저부(130)에 의한 광 확산 효율이 높아질 수 있도록, 디퓨저부(130)의 적어도 일부에는 광원(110)의 출사광이 확산되도록 구면이 형성될 수 있다. 일 예로, 디퓨저부(130)의 광 확산 말단은 반구형태(Hemisphere type)로 마련될 수 있다.
- [0051] 한편, 광원 모듈(100)은 상술한 구성 요소 외에, 광학계의 형성을 위한 제1광학 소자(111)와 제2광학 소자(112)와 제3광학 소자(113)를 추가로 포함할 수 있다. 이 경우, 제1광학 소자(111)와 제2광학 소자(112)와 제3광학 소자(113)는 광원(110)과 광섬유부(120) 사이의 광 경로 상에 순차적으로 배치될 수 있다.
- [0052] 제1광학 소자(111)는 "전반사 미러"와 "하프 미러" 등으로 조합될 수 있으며, 광원(110)의 출사광의 일부를 디텍팅 모듈(300)로 나머지 일부를 제2광학 소자(112)로 가이드할 수 있다. 제2광학 소자(112)는 감쇠기(Attenuator)로서 출사광의 진폭 등을 감쇠시킬 수 있다. 제3광학 소자(113)는 "전반사 미러"와 "하프 미러" 등으로 조합될 수 있으며 제2광학 소자(112)를 경유한 광의 일부를 디텍팅 모듈(300)로 나머지 일부를 광섬유부(120)로 가이드할 수 있거나, 타겟 조직(T)을 경유하여 재귀하는 광을 디텍팅 모듈(300)로 가이드할 수 있다.
- [0054] 초음파 모듈(200)은 초음파(예를 들어, HIFU집중 초음파(Focused Ultrasound; FUS))를 출력하는 모듈일 수 있다. 이를 위해, 초음파 모듈(200)은 초음파를 출력하는 발진부(210)와, 발진부(210)에서 출력된 초음파를 변환 및 타겟 생체 조직(T)에 집속시키는 트랜스듀서(220)를 포함할 수 있다.
- [0055] 초음파는 광원 모듈(100)과 타겟 생체 조직(T) 사이의 생체 장벽(B)에 집속될 수 있다. 이를 통해 초음파 모듈(200)에서 제공되는 초음파는 집속에 의해 생체 장벽(B)의 광투과율을 높이는 역할을 수행한다. 조금 더 상세하게, 생체 장벽(B)이 초음파의 비열적 영향(Non-thermal effect)에 의해 생물학적특성(Biological characteristic)이 변화함으로써, 생체 장벽(B)의 광투과율이 높아질 수 있다.
- [0056] 또한, 초음파 모듈(200)에서 제공된 초음파는, 뇌질환 치료 목적으로 광역학 치료장치(1000)을 사용하는 경우, 생체 장벽 중 하나인 뇌 혈관 장벽에 가해짐에 따라 뇌혈관 장벽의 결합력이 낮아져서 약물 통과가 가능하도록 하는 역할을 수행한다. 구체적으로, 뇌혈관 장벽은 뇌를 보호하기 위해 약물이 통과되는 것을 차단하는데, 초음파가 가해짐에 따라 결합력을 낮추면 약물을 일시적으로 통과시키게 된다. 이를 통해, 약물을 통한 뇌 질환 치료를 수행하는 경우, 초음파 모듈(200)은 초음파를 뇌혈관 장벽 영역에 제공함에 따라 뇌질환 치료에 효과적인 약물을 혈관에서 뇌 내부로 전달되도록 한다.

- [0057] 즉, 광역학 치료를 수행하면서 초음파 모듈(200)을 통해 초음파를 제공하는 경우, 조직(예를 들어, 뇌질환 치료 시에 뇌)에 제공되는 초음파는, 광과민제와 반응하는 약물이 생체 장벽을 통과 가능하게 하면서, 광원의 조직 내 투과 깊이를 증가시킨다. 구체적으로, 초음파에 의해 생체 장벽(B; 일 예로, 뇌 혈관 장벽; BBB; Brain blood barrier)의 결합력은 낮아지고, 이에 따라, 생체 장벽(B)에는 광과민제와 광원(110)의 출사광이 효율적으로 전달될 수 있는 개방 채널(O)이 형성되어 광과민제 전달과 광투과 깊이를 확보함으로써, 광역학 치료의 효과를 증대시킬 수 있다. 그 결과, 본 발명의 광역학 치료 장치(1000)에서는 생체 장벽(B)의 개방 채널(O)을 통해, 타겟 생체 조직(T)에 대한 일정 수준 이상의 광과민제 투여와 광투과 깊이를 확보할 수 있어, 광역학 치료 효과가 극대화된다.
- [0059] 본 발명의 다른 일실시예로, 광역학 치료장치는 디텍팅 모듈(300)을 더 포함한다.
- [0060] 일실시예로, 디텍팅 모듈(300)은 초음파의 출력에 의한 결과를 감지하는 모듈일 수 있다. 일 예로, 디텍팅 모듈(300)은 초음파의 출력 주파수, 진폭 등을 감지할 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0061] 또한, 일실시예로, 디텍팅 모듈(300)은 조직에 가해지는 초음파에 의해 발생하는 기포의 응집에 의해 생체 장벽(B)에 영향을 미칠 수 있는 버블 생성을 검출하는 역할을 수행한다. 구체적으로, 생체 장벽(B)에서 과도한 초음파 집속이 일어나면, 생체 장벽(B)내의 미세 기포(일 예로, 혈액 속의 미세 기포)가 응집되어 버블이 생성되고, 이에 따라, 초음파가 인가되는 과정에서 생체 장벽(B)이 손상될 수 있으므로, 디텍팅 모듈(300)은 광원모듈과 초음파모듈을 이용한 광역학 치료 중에 기포 응집 상황을 검출한다.
- [0062] 특히, 본 발명의 일 면에 따른 디텍팅 모듈(300)에서는 초음파에 의해 발생하는 생체 조직의 공동 현상(미세 기포, 버블 등에 의한 현상)에 의한 진동을 감지할 수 있다. 이를 위해, 디텍팅 모듈(300)은 PCD(310; Passive cavitation detector)를 포함할 수 있다. 또한, 디텍팅 모듈(300)은 PCD(310)에서 감지된 진동 신호를 증폭하는 앰프(311)와 앰프(311)에서 증폭된 신호를 전달받아 파형 신호(주파수 신호)로 변환하는 오실로스코프(312; Oscilloscope)를 더 포함할 수 있다. 디텍팅 모듈(300)의 감지 결과는 전자 제어 모듈(400)로 전달될 수 있고, 본 발명의 광역학 치료 장치(1000)는 초음파 집속에 의한 생체 장벽(B)의 손상을 방지하기 위한 소스(Source)로 이용될 수 있다.
- [0063] 한편, 본 발명의 변형례에서는 디텍팅 모듈(300)은 광을 감지하여, 광출력 피드백 제어도 함께 수행할 수 있다. 이를 위해, 디텍팅 모듈(300)은 광원 모듈(100)의 제1광학 소자(111)를 통해 조사된 광을 감지하는 제1감지 유닛(313)과 광원 모듈(100)의 제3광학 소자(113)를 통해 조사된 광을 감지하는 제2감지 유닛(314)를 더 포함할 수 있다.
- [0064] 제1감지 유닛(313)과 제2감지 유닛(314)에는 다양한 광 감지 장치가 이용될 수 있으며, 일 예로, 제1감지 유닛(313)은 광전자 센서(PD)일 수 있고 제2감지 유닛(314)은 광출력 파워 미터일 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0066] 또한, 다른 일실시예로, 본 발명의 광역학 치료 장치(1000)는 전자 제어 모듈(400)을 더 포함한다. 전자 제어 모듈(400; Electric control module)은 디텍팅 모듈(300)의 감지 결과에 따라 초음파 모듈(200)의 출력을 피드백 제어하는 모듈일 수 있다. 즉, 전자 제어 모듈(400)은 과도한 초음파 집속에 의한 생체 장벽(B)의 손상을 방지하기 위해, 초음파 출력 감지 결과에 따라 위험 상황에서 초음파(200)의 출력을 제어하는 모듈일 수 있다.
- [0067] 구체적인 예로, 전자 제어 모듈(400)은 디텍팅 모듈(300)에서 측정된 기포 응집 상태를 바탕으로 초음파 출력을 피드백 제어한다. 구체적으로, 광역학 치료장치(1000)는 초음파를 제공하여 생체 장벽(B)을 개방하고 광 침투깊이를 증가시키면서 치료를 수행하다가 디텍팅 모듈(300)에 의해 기포 응집으로 초음파가 더 가해지면 생체 장벽(B) 손상을 유발할 수 있는 버블이 형성될 것으로 판단되는 경우에 전자 제어 모듈(400)을 통해 초음파 모듈(200)의 초음파 출력을 제한한다.
- [0068] 일 예로, 전자 제어 모듈(400)은 디텍팅 모듈(300)의 감지 결과(생체 조직의 공동 현상에 의한 파형 신호)에 따라 "안정 공동 현상(Stability cavitation)"인지 "관성 공동 현상(Inertial cavitation)"인지 판단할 수 있다.
- [0069] 안정 공동 현상은 생체 장벽(B)의 다수의 미세 기포가 버블로 성장하기 전 안정적이고 예측이 가능한 진동 파형이 나타나는 현상을 의미할 수 있고, 생체 장벽(B)의 손상이 거의 없거나 경미한 현상일 수 있다.

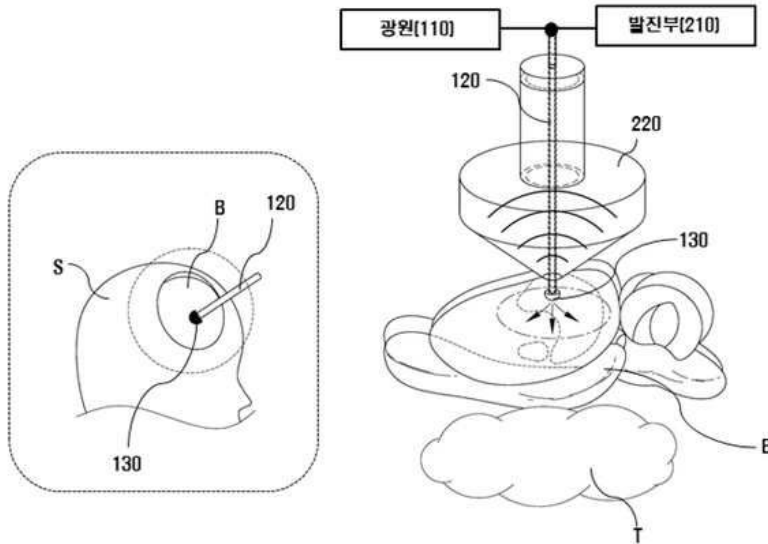
- [0070] 이에 반해, 관성 공동 현상은 생체 장벽(B)의 다수의 미세 기포가 버블로 성장하여 불안정하고 예측이 불가능한 진동 파형이 나타나는 현상일 수 있고, 생체 장벽(B)의 손상이 발생할 수 있는 현상일 수 있다.
- [0071] 본 발명의 전자 제어 모듈(400)은 관성 공동 현상이 발생하여 생체 장벽(B)이 손상될 위험이 있는 경우, 초음파 모듈(200)을 오프(Off)하거나 초음파 모듈의 출력의 값을 낮추는 피드백 제어를 수행할 수 있다.
- [0072] 한편, 본 발명의 변형례의 전자 제어 모듈(400)은 상술한 초음파 피드백 제어와 함께 광 피드백 제어를 수행할 수 있다.
- [0074] 이하, 도 5를 참조하여 본 발명의 광역학 치료 장치(1000)를 이용하여 초음파의 출력을 피드백 제어하여 광을 조사하는 방법에 대해 설명한다.
- [0075] 본 발명의 광을 조사하는 방법은 초음파 모듈(200)로 생체 장벽(B)에 초음파가 집속되도록, 초음파를 출력하는 단계(10)와 광원 모듈(100)로 생체 장벽(B)의 내측에 위치하는 타겟 생체 조직(T)에 광을 조사하는 단계(20)를 포함할 수 있다.
- [0076] 이 경우, 초음파에 의해 생체 장벽(B)이 손상되는 것을 방지하기 위해, 디텍팅 모듈(300)로 초음파 출력에 의한 결과를 감지하는 단계(30)와 전자 제어 모듈(40)로 디텍팅 모듈(300)의 감지 결과에 따라 초음파 모듈(200)의 출력을 피드백 제어하는 단계(40)를 추가적으로 포함할 수 있다.
- [0077] 이 경우, 초음파를 출력하는 단계(10) 및 초음파의 출력 결과를 바탕으로 초음파 모듈(200)의 출력을 피드백 제어하는 단계(30,40)는 광을 조사하는 단계(20)보다 선행하여 진행될 수도 있고, 광을 조사하는 단계(20)가 이루어 지는 과정에서 진행될 수도 있다.
- [0078] 한편, 상술한 바와 마찬가지로, 본 발명의 바람직한 일 실시예에서는 뇌질환의 치료를 위한 광역학 치료 방법으로 이용될 수 있고, 이 경우, 타겟 생체 조직(T)은 뇌 조직이고, 생체 장벽(B)은 뇌 혈관 장벽일 수 있다.
- [0079] 또한, 디텍팅 모듈(300)은 초음파에 의해 발생하는 생체 조직(생체 장벽)의 공동 현상에 의한 진동 주파수를 감지할 수 있고, 전자 제어 모듈(400)은 디텍팅 모듈(300)의 감지 결과에 따라 안정 공동 현상인지 관성 공동 현상인지 판단하고, 관성 공동 현상이 발생한 경우에 초음파 모듈(100)을 오프하거나 초음파 모듈(100)의 출력의 값을 낮출 수 있다.
- [0081] 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, 제한적이지 않은 것으로 이해해야만 한다.

도면

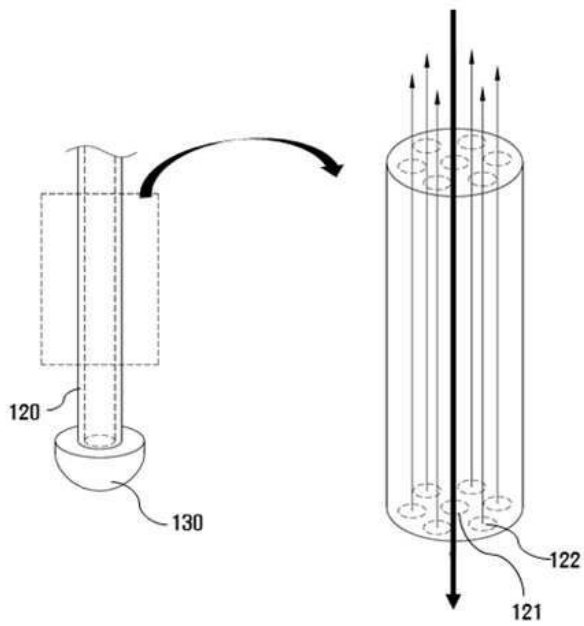
도면1



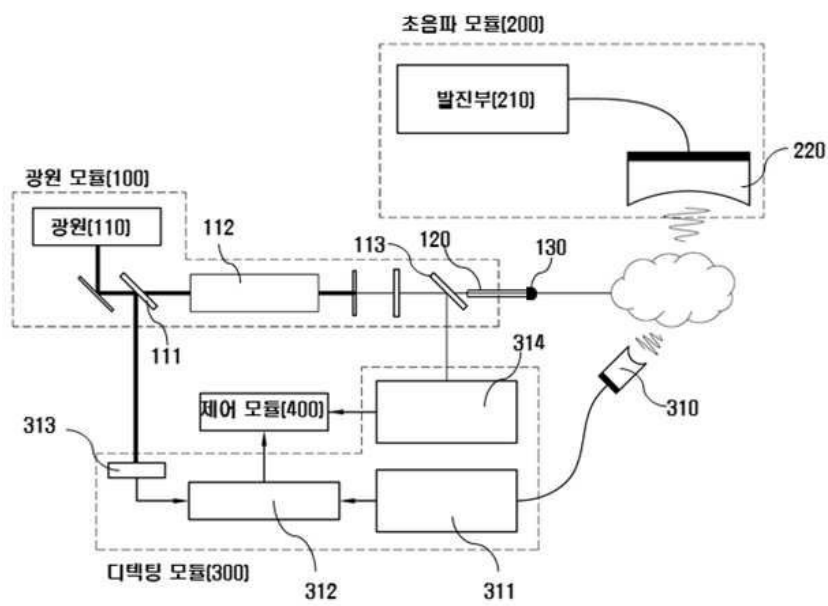
도면2



도면3



도면4



도면5

