



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0107223
(43) 공개일자 2014년09월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/00 (2006.01) G01N 29/24 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7014742
(22) 출원일자(국제) 2012년11월02일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2014년05월30일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/063245
(87) 국제공개번호 WO 2013/067304
국제공개일자 2013년05월10일
(30) 우선권주장
13/287,759 2011년11월02일 미국(US)

(71) 출원인
세노 메디컬 인스트루먼트 인코포레이티드
미국 (우편번호: 78240) 텍사스주 산 안토니오 프
루 로드 5253 스위트 315
(72) 발명자
헤르조그 도널드 지.
미국 뉴저지주 콜링스우드 편 애비뉴 148
밀러 토마스 지.
미국 텍사스주 휴스턴 다리아 드라이브 1123
(74) 대리인
김명신, 박지하, 박장규, 김민철, 원석희, 이동기

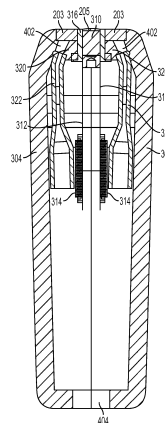
전체 청구항 수 : 총 34 항

(54) 발명의 명칭 핸드헬드 광음향 프로브

(57) 요약

핸드헬드 광음향 프로브는 초음파 트랜스듀서 어레이 및, 입력부를 제공하는 파이버 번들로 형성된 제1 단부 및 출력부를 제공하는 제2 원위 단부를 갖는 광 파이버들을 포함한다. 광 바 가이드는 동일한 평면 상에 광 파이버들의 원위 단부를 보유한다. 하나 이상의 광학 윈도우들은 결합제 및 광 파이버들의 원위 단부들 사이에서의 접촉을 방지하고, 그에 따라 파이버들로부터 방출한 광에 응답하여 결합제의 잠재적인 음향 효과를 저감시키도록 광 바 가이드와 연관되며 그로부터 이격될 수 있다. 음향 렌즈의 외부 표면을 둘러싸는 반사성 금속을 갖는 TiO_2 로 도핑된 실리콘 고무 음향 렌즈가 제공될 수 있다. 핸드헬드 프로브 셀은 광 바 가이드, 초음파 트랜스듀서 어레이, 및 음향 렌즈를 하우징한다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

원위(distal) 단부를 가진 핸드헬드 광음향 프로브에 있어서,

제1 광 경로를 포함하는 복수의 광 파이버들로서, 상기 복수의 광 파이버들은 입력부를 제공하는 하나 이상의 파이버 번들로 형성된 제1 단부를 가지며, 제1 및 제2 그룹들의 광 파이버로 형성된 제2 단부를 갖고, 상기 제1 및 제2 그룹들의 광 파이버의 각각은 대략 동일한 수의 광 파이버들로 이루어진, 복수의 광 파이버들;

상기 제1 및 제2 그룹들의 광 파이버와 각각 연관된 제1 및 제2 광 바 가이드들로서, 상기 제1 및 제2 광 바 가이드들의 각각은 동일한 평면 상에 상기 각각의 그룹의 광 파이버들의 원위 단부를 보유하는, 제1 및 제2 광 바 가이드들;

상기 제1 및 제2 광 바 가이드들과 이격되고 각각 연관되는 제1 및 제2 광학 윈도우;

내부 표면 및 외부 표면을 가진 RTV 실리콘 고무 음향 렌즈로서, 상기 음향 렌즈는 TiO₂로 도핑되는, RTV 실리콘 고무 음향 렌즈;

활성 단부를 가진 초음파 트랜스듀서 어레이로서, 상기 어레이는 복수의 초음파 트랜스듀서 소자들을 포함하고, 상기 초음파 트랜스듀서 어레이는 그것의 활성 단부에 상기 음향 렌즈의 상기 내부 표면을 갖는, 초음파 트랜스듀서 어레이;

음향 렌즈의 상기 외부 표면을 둘러싸는 반사성 금속; 및

핸드헬드 프로브 셀로서, 상기 셀은 상기 제1 및 제2 광 바 가이드들 및 상기 초음파 트랜스듀서 어레이를 하우징하며, 상기 프로브의 상기 원위 단부에서의 상기 제1 및 제2 광학 윈도우들 사이의 상기 음향 렌즈를 하우징하는, 핸드헬드 프로브 셀을 포함하는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 파이버 번들들 중 하나 이상을 포함하는 상기 복수의 광 파이버들은 융합되는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 반사성 금속은 알루미늄, 구리, 금, 은, 황동 또는 귀금속의 그룹으로부터 선택되는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 반사성 금속은 금인, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 음향 렌즈의 상기 외부 표면을 둘러싸는 상기 금 반사성 금속은 상기 반사성 금속의 박리 또는 균열을 회피하기 위해 보호층으로 오버레이되는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 보호층은 투명하며 낮은 음향 흡수율을 갖는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 7

제 4 항에 있어서,

상기 음향 렌즈의 상기 외부 표면을 둘러싸는 상기 금 반사성 금속은 박리 또는 균열을 회피하기 위해 보호층으로 싸여지는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 8

제 4 항에 있어서,

하나 이상의 에지에서 상기 반사성 금속의 박리 또는 균열을 감소시키기 위해 상기 음향 렌즈의 상기 외부 표면을 둘러싸는 상기 금 금속의 상기 하나 이상의 에지를 보호하기 위한 에지 보호부를 더 포함하는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제1 그룹의 광 파이버들의 상기 원위 단부 및 상기 제1 광학 윈도우 사이에 위치한 제1 빔 확대기를 더 포함하는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제1 빔 확대기는 상기 제1 광학 윈도우를 채우기 위해 상기 제1 그룹의 광 파이버들에 의해 방출된 광 빔들을 확대시키는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제1 광학 윈도우 및 상기 제1 광 바 가이드 사이의 공간은 벽들에 의해 공간의 측면들 상에서 구획되며, 상기 벽들은 높은 음향 흡수율을 가진 재료로 만들어지는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 제1 광학 윈도우 및 상기 제1 광 바 가이드 사이의 공간은 벽들에 의해 공간의 측면들 상에서 구획되며, 상기 벽들은 높은 광 산란성을 가진 재료로 만들어지는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 벽들은 백색 또는 광 착색된 재료로 만들어지는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 벽들은 낮은 광학 흡수율 및 높은 광학 반사율을 가진 재료로 만들어지는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 15

제 9 항에 있어서,

상기 제2 그룹의 광 파이버들의 상기 원위 단부 및 상기 제2 광학 윈도우 사이에 위치한 제2 빔 확대기를 더 포함하는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 제1 및 제2 그룹들의 파이버의 상기 원위 단부는 융합되는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 트랜스듀서 어레이는 플렉스 회로 상에 형성되며, 복수의 트레이스들은 상기 트랜스듀서 어레이를 케이블 커넥터들에 연결하고, 상기 광음향 프로브는 상기 플렉스 회로 및 상기 케이블 커넥터들의 전부 또는 일부의 상당한 부분을 둘러싸는 광학적 반사성 및 RF 차폐 재료를 더 포함하는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 광학적 반사성 재료는 구리이며, 상기 구리는 전기 접지에 묶이는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 19

원위 단부를 가진 핸드헬드 광음향 프로브에 있어서,

제1 광 경로를 포함하는 복수의 광 파이버들로서, 상기 복수의 광 파이버들은 입력을 제공하는 하나 이상의 파이버 번들로 형성된 제1 단부를 가지며, 상기 복수의 광 파이버들의 적어도 몇몇의 상기 원위 단부로 형성된 제2 단부를 가진, 복수의 광 파이버들;

동일한 평면 상에 상기 복수의 광 파이버들의 상기 적어도 몇몇의 상기 원위 단부를 보유한 광 바 가이드;

상기 광 바 가이드와 이격되고, 연관되는 광학 윈도우;

내부 표면 및 외부 표면을 가진 실리콘 고무 음향 렌즈로서, 상기 음향 렌즈는 TiO₂로 도핑되는, 실리콘 고무 음향 렌즈;

활성 단부를 가진 초음파 트랜스듀서 어레이로서, 상기 어레이는 복수의 초음파 트랜스듀서 소자들을 포함하고, 상기 초음파 트랜스듀서 어레이는 그 활성 단부에 상기 음향 렌즈의 상기 내부 표면을 갖는, 상기 초음파 트랜스듀서 어레이;

음향 렌즈의 상기 외부 표면을 둘러싸는 반사성 금속; 및

상기 광 바 가이드 및 상기 초음파 트랜스듀서 어레이를 하우징하며, 상기 프로브의 상기 원위 단부에서 상기 광학 윈도우에 인접한 상기 음향 렌즈를 하우징하는, 핸드헬드 프로브 셀을 포함하는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 트랜스듀서 어레이는 플렉스 회로 상에 형성되며, 복수의 트레이스들은 상기 트랜스듀서 어레이를 케이블 커넥터들에 연결하고, 상기 광음향 프로브는 상기 플렉스 회로 및 상기 케이블 커넥터들의 전부 또는 일부의 상당한 부분을 둘러싸는 구리 포일을 더 포함하는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 복수의 광 파이버들의 전부 또는 일부의 상기 원위 단부 및 상기 광학 윈도우 사이에 위치한 빔 확대기를 더 포함하는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 빔 확대기는 그라운드 글라스(ground glass) 원소를 포함하는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 23

제 21 항에 있어서,

상기 빔 확대기는 적어도 하나의 광학 렌즈를 포함하는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 24

제 19 항에 있어서,

상기 실리콘 고무 음향 렌즈는 실온 가황 실리콘 고무 음향 렌즈를 포함하는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 25

원위 단부를 가진 핸드헬드 광음향 프로브에 있어서,

제1 광 경로를 포함하는 복수의 광 파이버들로서, 상기 복수의 광 파이버들은 입력을 제공하는 파이버 번들로 형성된 제1 단부를 가지며, 상기 복수의 광 파이버들의 전부 또는 일부의 상기 원위 단부로 형성된 제2 단부를 갖는, 복수의 광 파이버들;

동일한 평면 상에 상기 복수의 광 파이버들의 상기 전부 또는 일부의 상기 원위 단부를 보유한 광 바 가이드로서, 상기 복수의 광 파이버들의 상기 전부 또는 일부의 상기 원위 단부는 광 방출의 보다 균일한 각도를 제공하기 위해 래핑되고 연마되는, 광 바 가이드;

내부 표면 및 외부 표면을 가진 실리콘 고무 음향 렌즈로서, 상기 실리콘 고무는 도핑에 의해 백색화되는, 실리콘 고무 음향 렌즈;

활성 단부를 가진 초음파 트랜스듀서 어레이로서, 상기 어레이는 복수의 초음파 트랜스듀서 소자들을 포함하고, 상기 초음파 트랜스듀서 어레이는 그 활성 단부에 상기 음향 렌즈의 상기 내부 표면을 갖는, 상기 초음파 트랜스듀서 어레이;

음향 렌즈의 상기 외부 표면을 둘러싸는 반사성 금속; 및

상기 광 바 가이드 및 상기 초음파 트랜스듀서 어레이를 하우징하며, 상기 프로브의 상기 원위 단부에 상기 음향 렌즈를 하우징하는 핸드헬드 프로브 셸을 포함하는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 26

원위 단부를 가진 핸드헬드 광음향 프로브에 있어서,

제1 광 경로를 포함하는 복수의 광 파이버들로서, 상기 복수의 광 파이버들은 입력을 제공하는 하나 이상의 파이버 번들로 형성된 제1 단부를 가지며, 상기 복수의 광 파이버들의 전부 또는 일부의 상기 원위 단부로 형성된 제2 단부를 가진, 복수의 광 파이버들;

동일한 평면 상에 상기 복수의 광 파이버들의 상기 전부 또는 일부의 원위 단부를 보유한 광 바 가이드;

내부 측면 및 외부 측면을 가진 광학 윈도우로서, 상기 복수의 광 파이버들의 상기 전부 또는 일부의 원위 단부들로부터 방출된 광이 실질적으로 균일한 플루언스를 갖고 상기 광학 윈도우의 상기 외부 측면을 채우는, 광학 윈도우;

활성 단부를 가진 초음파 트랜스듀서 어레이로서, 상기 어레이는 복수의 초음파 트랜스듀서 소자들을 포함하는, 초음파 트랜스듀서 어레이;

상기 광 바 가이드 및 상기 초음파 트랜스듀서 어레이를 하우징하며, 광학 윈도우 및 상기 프로브의 상기 원위 단부에 가까운 상기 초음파 트랜스듀서 어레이의 상기 활성 단부를 하우징하는 핸드헬드 프로브 셸을 포함하고,

상기 광학 윈도우는 결합체 및 상기 복수의 광 파이버들의 상기 전부 또는 일부의 원위 단부들 사이에서의 접촉을 방지하고, 따라서 상기 복수의 광 파이버들의 전부 또는 일부로부터 방출한 광에 응답하여 상기 결합체의 잠재적인 음향 효과를 저감시키도록 하우징되는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 복수의 광 파이버들의 상기 전부 또는 일부의 원위 단부들 및 상기 광학 윈도우 사이에 위치한 빔 확대기를 더 포함하는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 28

제 26 항에 있어서,

상기 복수의 광 파이버들의 전부 또는 일부의 원위 단부들 및 상기 광학 윈도우 사이에 갭을 더 포함하는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 29

제 26 항에 있어서,

상기 광학 윈도우는 실질적으로 균일한 플루언스를 가지면서 상기 광학 윈도우의 상기 외부 표면에 걸쳐 상기 복수의 광 파이버들의 전부 또는 일부의 상기 원위 단부들로부터 방출된 광을 더 분배하기 위한 빔 확대기로서 동작하는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 30

제 26 항에 있어서,

상기 실리콘 고무 음향 렌즈는 실온 가황 실리콘 고무 음향 렌즈를 포함하는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 31

원위 단부를 가진 핸드헬드 광음향 프로브에 있어서,

제1 광 경로를 포함하는 단일 광 파이버로서, 상기 단일 광 파이버는 입력을 제공하는 제1 단부, 및 상기 파이버의 상기 원위 단부에 출력을 제공하는 제2 단부를 가진, 단일 광 파이버;

평면 상에 상기 단일 광 파이버의 상기 원위 단부를 보유하기 위한 보유기로서, 상기 광 파이버의 상기 원위 단부는 광 방출의 보다 균일한 각도를 제공하기 위해 래핑되며 연마되는, 보유기;

내부 표면 및 외부 표면을 가진 실리콘 고무 음향 렌즈로서, 상기 실리콘 고무는 도핑에 의해 백색화되는, 실리콘 고무 음향 렌즈;

활성 단부를 가진 초음파 트랜스듀서 어레이로서, 상기 어레이는 복수의 초음파 트랜스듀서 소자들을 포함하고, 상기 초음파 트랜스듀서 어레이는 그 활성 단부에 상기 음향 렌즈의 상기 내부 표면을 갖는, 초음파 트랜스듀서 어레이;

음향 렌즈의 상기 외부 표면을 둘러싸는 반사성 금속; 및

상기 보유기 및 상기 초음파 트랜스듀서 어레이를 하우징하며, 상기 프로브의 상기 원위 단부에 상기 음향 렌즈를 하우징하는, 상기 핸드헬드 프로브 셸을 포함하는, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 32

제 31 항에 있어서,

상기 단일 광 파이버는 직경이 1000 내지 1500 마이크로미터인, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 33

제 31 항에 있어서,

상기 단일 광 파이버는 직경이 1000 마이크로미터보다 작은, 핸드헬드 광음향 프로브.

청구항 34

원위 단부를 가진 핸드헬드 광음향 프로브에 있어서,

광 경로를 포함하는 복수의 광 파이버들로서, 상기 복수의 광 파이버들은 입력을 제공하는 제1 파이버 번들로 형성된 제1 단부를 가지며, 상기 제1 파이버 번들은 번들내의 다른 파이버들에 대하여 번들내의 상기 파이버들의 각각에 대한 고정된 위치를 제공하고;

상기 복수의 광 파이버들은 또한 상기 복수의 광 파이버들의 전부 또는 일부의 상기 원위 단부로 형성된 제2 단부를 가지며, 상기 제2 단부는 제2 파이버 번들로 형성되며 출력을 제공하고, 상기 제2 파이버 번들은 번들안의 다른 파이버들에 대하여 번들안의 상기 파이버들의 각각에 대한 고정된 위치를 제공하며;

상기 제1 파이버 번들에서의 파이버의 위치는 상기 제2 단부에서의 동일한 파이버의 위치와 랜덤하게 관련되는, 복수의 광 파이버들;

활성 단부를 가진 초음파 트랜스듀서 어레이로서, 상기 어레이는 복수의 초음파 트랜스듀서 소자들을 포함하는, 초음파 트랜스듀서 어레이; 및

상기 복수의 광 파이버들의 전부 또는 일부의 제2 단부 및 상기 초음파 트랜스듀서 어레이를 하우징하는, 상기 핸드헬드 프로브 셸을 포함하는, 핸드헬드 광음향 프로브.

명세서

기술분야

[0001] 본 출원은 2011년 11월 2일에 출원된, 미국 특허 출원 번호 제13/287,759호에 대한 우선권을 주장하며, 그 전체 개시는 여기에 참조로서 통합된다. 본 출원은 저작권 보호의 대상인 재료를 포함한다. 저작권 소유주는, 그것이 특허 상표청 파일들 또는 기록들에 나타나는 것처럼 누군가에 의한 특허 개시의 팩시밀리 재생에 이의는 없지만, 그렇지 않은 경우 무엇이든 모든 저작권 권한들을 보유한다.

[0002] 기술분야

[0003] 본 발명은 일반적으로 의료 이미징의 분야에 관한 것이며, 특히 의료 이미징에서의 사용을 위한 광음향 프로브에 관한 것이다.

발명의 내용

도면의 간단한 설명

[0004] 본 발명의 앞서 말한 것 및 다른 목적들, 특징들, 및 이점들은 첨부한 도면들에 예시된 바와 같이 바람직한 실시예의 다음의 보다 특정한 설명으로부터 명백해질 것이며, 여기에서 참조 문자들은 다양한 뷰들 전체에 걸쳐 동일한 부분들을 나타낸다. 도면들은 반드시 일정한 비율이 아니며, 대신에 본 발명의 원리들을 예시하는데 중점을 둔다.

도 1은 여기에 개시된 방법들 및 디바이스들을 위한 플랫폼으로서 사용될 수 있는 조합된 광음향 및 초음파 시스템의 실시예를 예시한 개략적인 블록도를 도시한다.

도 2는 여기에 개시된 방법들 및 다른 디바이스들과 관련되어 사용될 수 있는 프로브의 실시예의 개략적인 직교 뷰를 도시한다.

도 3은 도 2에 도시된 프로브의 실시예의 확대도를 도시한다.

도 4는 도 2에 도시된 프로브의 보다 넓은 측면의 중심선을 따라 취해진 단면 절개 뷰를 도시한다.

도 5a는 광 파이버를 빠져나오는 광의 단면의 비례 척도가 아닌 도식적인 2차원 표현이다.

도 5b는 광 파이버들의 위치로부터 상기 표면으로 직접 표면 상에서 발생할 수 있는 광 패턴의 단면도를 도시한다.

도 6a는 여기에 논의된 광음향 기술들과 관련되어 사용하기 위한 바람직한 광 패턴의 단면도를 도시한다.

도 6b는 도 5a에 도시된 파이버로부터 방출한 광에 대한 그라운드 글라스 빔 확대기의 효과의 측면도 도식 표현을 도시한다.

도 6c는 도 5a에 도시된 파이버로부터 방출한 광에 대한 오목 렌즈 빔 확대기의 효과의 측면도 도식 표현을 도

시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0005] 그 예들이 첨부한 도면들에 예시되는, 본 발명의 다양한 실시예들에 대한 참조가 이제 상세히 이루어질 것이다.
- [0006] 일반적으로, 디바이스(100)는 다중-모드, 조합된 광음향 및 초음파 시스템으로서 또한 이용될 수 있는 광음향 시스템을 제공한다. 실시예에서, 디바이스(100)는 광 경로(132) 및 전기 경로(108)를 통해 시스템 새시(101)에 연결된 프로브(102)를 포함한다. 시스템 새시(101) 내에 광 서브시스템(129) 및 컴퓨팅 서브시스템(128)이 하우징된다. 컴퓨팅 서브시스템(128)은 초음파 제어 및 분석 및 광음향 제어 및 분석을 위한 하나 이상의 컴퓨팅 구성요소들을 포함하며; 이들 구성요소들은 별개일 수 있거나, 또는 통합될 수 있다. 실시예에서, 컴퓨팅 서브시스템은 릴레이 시스템(110), 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140) 및 초음파 기구(150)를 포함한다.
- [0007] 광 시스템(129)은 적어도 두 개의 상이한 파장들의 광의 펄스들을 생성할 수 있다. 실시예에서, 광 시스템(129) 출력은 이들 파장들의 각각에서 광의 쇼트 펄스들, 예를 들면, 약 100 ns, 및 보다 바람직하게는 약 5 ns 보다 작게 지속되는 펄스를 생성할 수 있어야 한다. 본 개시로부터 이 기술분야의 숙련자에게 명백할 바와 같이, 여기에 개시된 본 발명들은 100 ns보다 크게 지속되는 펄스들을 포함한 펄싱 광을 사용하여 또한 실시될 수 있다. 실시예에서, 광원(129)은 두 개의 별개의 광들(130, 131)을 포함한다. 광 시스템(129)의 출력은 광학 경로(132)를 통해 프로브(102)로 전달된다. 실시예에서, 광들(130, 131)은 적외선, 근-적외선, 및/또는 가시 스펙트럼에서 광을 생성하는 레이저들이다. 실시예에서, 광(130) 및 광(131) 각각은 적외선 또는 근-적외선 스펙트럼에서 상이한 파장으로 광을 생성한다. 실시예에서, 광원(129)으로부터 프로브(102)로 광을 전달하기 위해 사용된 광학 경로(132)는 광섬유의 다수의 스트랜드들을 포함한 광 파이버 번들이다. 실시예에서, 광학 경로(132)는 광학 경로(132)의 원위 단부로 광의 짧은, 고 위력 펄스를 운반하기 위해 충분한 크기(직경)의 충분한 광 파이버들을 포함한다. 실시예에서, 광학 경로(132)를 통해 운반된 총 펄스 에너지는 약 하나 이상의 밀리줄들일 수 있다. 실시예에서, 광학 경로(132)를 통해 운반된 광 펄스당 총 에너지는 약 100 밀리줄들보다 작다. 실시예에서, 광학 경로(132)를 통해 운반된 광당 총 에너지는 약 10 내지 30 밀리줄들의 범위에 있으며, 광학 경로(132)는 각각 약 150 마이크론들의 약 1,000개의 광 파이버들을 포함한다. 실시예에서, 단일 파이버는 광학 경로로서 사용될 수 있다. 이러한 실시예에서, 파이버는 직경이 1000 내지 1500 마이크론들일 수 있다. 물론, 이러한 단일 파이버의 직경은 보다 작은, 예로서 400 마이크론들일 수 있다. 파이버를 통해 운반된 요구된 총 펄스 에너지를 고려해볼 때, 이 기술분야의 숙련자는 그에 따라 파이버에 요구되는 직경을 산출할 수 있다.
- [0008] 예시적인 실시예에서, 광 시스템(129)은 다른 유형들, 및 부가적인 광들이 또한 사용될 수 있을지라도, 그것의 두 개의 광들(130, 131)로서 Nd-YAG 및 알렉산드라이트 레이저들을 사용할 수 있다. 광들(130, 131)은 광의 쇼트 펄스, 예로서 약 100 ns보다 작게 및 보다 바람직하게는 약 5 ns로 지속되는 펄스를 생성할 수 있어야 한다. 실시예에서, 두 개의 광들(130, 131)은 별도로 트리거링될 수 있다. 실시예에서, 광들(130, 131)에 의해 출력된 광은 일반적으로 하나의 광(130)이 제1 측면에서 제2 측면으로 통과하도록 허용하지만, 제2 측면에 부딪치는 하나의 광(131)을 반사하는 광학 소자(133)의 사용을 통해 동일한 광 경로(132)로 투사될 수 있다. 광학 소자(133) 또는 유사한 소자의 사용은 광 경로(132)의 근위 단부로 레이저들과 같은 두 개의 광들(130, 131)의 출력의 정렬을 허용한다. 실시예에서, 광학 소자들(133)은 예를 들면, 다수의 광학 소자들(133)의 사용을 통해, 둘 이상의 레이저들로부터 광 출력을 정렬시킬 수 있다. 실시예에서, 다수의 광 시스템들 및 광 경로들이 이용될 수 있으며, 각각의 광 시스템의 광은 그것들의 원위 단부들에서 섞이는 별개의 파이버들 상에서 운반된다.
- [0009] 광학 경로를 통해 운반된 광 펄스당 총 에너지는 약 수십 밀리줄들이지만, 광들(130, 131)의 펄스가 너무 짧기 때문에, 광학 경로(132)를 통해 출력된 피크 전력은 빈번하게 접근하거나 또는 메가와트 범위에 있다. 따라서, 광들(130, 131)의 출력은 광 파이버들 및/또는 광 파이버들 상에서의 클래딩이 타게 하기 위한 용량을 가진다. 탄 광 파이버들 및 탄 클래딩은 그것들이 보다 적은 광 전력을 송신하며 보다 많은 열을 야기하기 시작한 바와 같이 문제를 악화시킬 수 있다. 따라서, 실시예에서, 충분한 수 및 크기의 광 파이버들이 피크 전력 부하들의 핸들링을 허용하고 파이버 번아웃을 회피하기 위해 광학 경로(132)에 존재한다. 보다 높은 피크 전력을 수용하기 위해, 보다 큰 파이버 번들이 사용될 수 있다. 파이버 번들의 피크 전력 용량은 광 파이버들의 수, 또는 광 파이버들의 직경, 또는 양쪽 모두를 증가시킴으로써 증가될 수 있다는 것이 이 기술분야의 숙련자에게 명백할 것이다. 특히, 그러나, 파이버 번들의 치수가 증가할수록, 광학 경로(132)의 무게 및 유연성은 감소한다. 게다가, 보다 많은 광 파이버들, 또는 보다 큰 직경의 광 파이버들을 사용할 때, 광원(129)의 출력은 보다 큰 번

들의 보다 넓은 직경에 걸쳐 광학 경로(132)에 전달되어야 한다. 실시예에서, 광 경로(132)의 근위 단부의 궁극적인 크기에 관계없이, 광원(129)의 출력은 예상된 피크 전력 범위들에서 동작할 때 번 아웃 고장들을 방지하기 위해 그것의 단면에 걸쳐 충분히 분포되어야 한다.

[0010] 실시예에서, 광 경로(132)의 근위 단부의 파이버들은 광원(129)의 출력을 위해 광학 경로(132)에 대한 융합된 엔트리 포인트를 형성하기 위해 융합될 수 있다. 실시예에서, 파이버 단부들은 열을 인가함으로써 융합될 수 있다. 일단 광학 경로(132)의 근위 단부가 융합된다면, 그것은 상당히 더 높은 피크 전력에서 번아웃에 저항할 것이다. 예를 들면, 융합 단부 광 경로(132)를 사용하는 것은 피크 전력의 3, 4, 또는 심지어 5배 많은 운반을 허용할 수 있다. 주어진 광학 경로(132)에서 상당히 더 높은 피크 전력을 운반하기 위한 능력은 보다 유연하며 보다 가벼운 광 파이버 번들의 사용이 융합되지 않은 광학 경로(132)와 동일한 피크 전력을 운반하도록 허용한다. 따라서, 실시예에서, 1/2" 광 파이버 번들은 광학 경로를 형성하는 융합되지 않은 광 파이버들의 번들에 요구될 수 있으며, 융합된 근위 단부를 가진 1/4" 광 파이버 번들이 동일한 피크 전력을 운반하기 위해 사용될 수 있다. 융합된 근위 단부를 가진 1/4" 광 파이버 번들은 1/2" 광 파이버 번들보다 무게가 대략 1/4이며 그보다 훨씬 더 유연하다. 게다가, 광 경로(132)의 근위 단부의 융합은 상기 융합이 등근 단면 광 파이버들의 번들링된 단부에 존재할 파이버-간 공간들을 제거하므로 광원(132)을 사용하여 조사하기 위해 훨씬 더 작은 융합 면적을 생성할 수 있다. 따라서, 다음의 이점들 중 하나 이상은 광 경로(132)를 구성하는 광 파이버들의 근위 단부를 융합함으로써 달성될 수 있다: 광 경로의 감소된 가중치; 광 경로의 증가된 유연성; 감소된 고장; 증가된 신뢰성; 보다 높은 피크 전력 용량.

[0011] 실시예에서, 광들(130, 131)에 의해 출력된 광은 광 경로를 통해 광 경로(132)의 근위 단부에서 융합된 광 파이버 번들을 향해 전송되며, 이것은 광원(129) 내부에 있는 광학 소자(133)를 포함할 수 있다. 실시예에서, 광원(129)은 하나 이상의 파장들로 레이저 광 펄스들을 광 경로(132)로 출력할 수 있는 레이저 시스템이다. 실시예에서, 광 경로(132)는 광원(129)에 근위인 융합 단부를 가진 광 파이버 번들이다.

[0012] 실시예에서, 디바이스(100)는 또한 프로브(102)로 및/또는 그로부터 시스템 새시(101) 내에서의 릴레이 시스템(110)으로 이동하는 전기 경로(108)를 포함한다. 전기 경로(108)는 시스템 새시(101) 상에서 프로브(102)로부터 그것들 각각의 연결들을 향해 광학 경로(132) 가까이에서, 그것과 함께, 또는 그것과 동축으로 작동될 수 있다. 실시예에서, 전기 경로(108)는 복수의 별개의 동축 와이어들을 포함한다. 실시예에서, 전기 경로(108)는 광학 경로(132)의 적어도 일 부분을 가진 공통 자켓에서 작동된다. 광학 경로(132)의 적어도 일 부분을 가진 공통 자켓에서 전기 경로(108)를 작동시키는 것은 시스템 새시(101)로부터 프로브(102)로 작동하는 케이블들의 수를 감소시킨다. 광학 경로(132)의 적어도 일 부분을 가진 공통 자켓에서 전기 경로(108)를 작동시키는 것은 시스템 새시(101)에서 프로브(102)로 작동하는 조합된 케이블들(즉, 광학 경로(132) 및 전기 경로(108))의 직경 및 무게를 최소화할 수 있으며 그것의 내구성을 증가시킬 수 있다.

[0013] 실시예에서, 복수의 동축 와이어들은 광학 경로(132)의 적어도 일 부분을 중심으로 해서 만들어진다. 상기 논의된 바와 같이, 많은 고려사항들이 광학 경로(132)에 사용된 별개의 광 파이버들의 수를 설명한다. 이하에 추가로 논의된 바와 같이, 다수의 설계 고려사항들이 전기 경로(108)를 형성하는 별개의 전기 리드들 또는 트레이스들의 수를 설명한다. 실시예에서, 전기 경로(108)를 형성하는 약 256개의 리드들(256개의 트랜스듀서들에 대응하는) 및 광 경로(132)를 형성하는 대략 1,000개의 별개의 광 파이버들이 있어서, 파이버:리드 비율 약 4:1로 만든다. 명백할 바와 같이, 예를 들면, 단일 전기 리드 또는 트레이스를 갖고 개개의 파이버들의 그룹을 번들링하는 것, 또는 파이버들의 비례적으로 더 큰 그룹핑 및 리드들을 함께 번들링하는 것을 포함하는 다양한 방식들로 전기 경로에서 광 파이버들 및 리드들 또는 트레이스들을 혼합하는 것이 가능하다. 실시예에서, 파이버들 및 리드들 또는 트레이스들의 번들링은 일반적으로 시스템에서 파이버들:리드들의 비율로 행해질 것이다.

[0014] 터치 스크린 디스플레이일 수 있는, 하나 이상의 디스플레이들(112, 114)은 디바이스(100) 사용자 인터페이스의 모두 또는 부분들 및 이미지들을 디스플레이하기 위해 제공된다. 키보드, 마우스 및 다양한 다른 입력 디바이스들(예로서, 다이얼들 및 스위치들)과 같은 하나 이상의 다른 사용자 입력 디바이스들(도시되지 않은)은 운전자로부터 입력을 수신하기 위해 제공될 수 있다. 옵션으로서, 전력 및 제어 신호 라인들(109)은 프로브(102)에 전력을 운반하며 프로브(102) 및 컴퓨팅 서브시스템(128) 사이에서 신호들을 제어한다.

[0015] 이제 도 2로 가면, 프로브(102)는 음향 렌즈(205)에 의해 커버된 초음파 트랜스듀서(도시되지 않음)를 형성하는 초음파 트랜스듀서 소자들의 어레이를 포함한다. 실시예에서, 초음파 트랜스듀서는 음향 에너지를 송신 및 수신 모두 할 수 있는 압전 소자들의 어레이를 포함한다. 실시예에서, 초음파 트랜스듀서 소자들 중 적어도 몇몇은 넓은 범위에 걸쳐 초음파 주파수들을 검출할 수 있다. 예를 들면, 초음파 트랜스듀서 소자들은 약 50 KHz에

서 20 Mhz까지의 범위에서 초음파를 검출할 수 있을 것이다. 이러한 범위는 하위 주파수 응답을 달성하기 위해 높은 임피던스 부하(예로서, 5,000 내지 50,000 옴들의 범위에 있는)를 이용함으로써 달성될 수 있다. 초음파 트랜스듀서 소자들은 초음파 음향 에너지를 수신하는 것에 응답하여 전기 에너지를 생성할 수 있다. 초음파를 수신하는 초음파 트랜스듀서 소자들에 의해 생성된 전기 에너지는 전기 경로(108)를 통해 컴퓨팅 서브시스템(128)에 송신된다.

[0016] 프로브(102)는 또한 광학 경로(132) 상에서 운반된 광이 3-차원 볼륨(160)의 표면으로 송신될 수 있는 하나 이상의 광학 윈도우들(203)을 포함한다. 실시예에서, 음향 렌즈(205)에 실현 가능하게 가깝게 광학 윈도우(203)의 일 측면을 위치시키는 것이 바람직하다. 광학 윈도우(203)의 총 면적은 볼륨(160)의 표면 상에 입사된 주어진 플루언스에 대한 에너지를 최대화하는 것이 중요하다.

[0017] 실시예에서, 광학 경로(132)를 이루는 광 파이버의 다수의 스트랜드들은 두 개의 광 바들(도시되지 않음)에서 종단된다. 실시예에서, 초음파 트랜스듀서 소자들(도시되지 않음)은 기하학 평면을 따라 움직이며 일반적으로 서로로부터 등거리로 이격된 어레이에 배열된다. 실시예에서, 광 바들(도시되지 않음)은 초음파 트랜스듀서 소자들의 평면 어레이의 각각의 측면 상에 길이 방향으로 배향된다. 바람직하게는 초음파 트랜스듀서 소자들은 펄스된 광원들(130, 131)에 의해 야기된 자극에 응답하여 수신된 초음파 음향 에너지 및 초음파 트랜스듀서 소자들의 음향 출력에 응답하여 수신된 초음파 음향 에너지 둘 모두에 응답하여 전기 에너지를 발생시킨다.

[0018] 다시 도 1을 참조하면, 사용 중에, 프로브(102)는 유기 조직, 팬텀, 또는 예로서, 종양과 같은 하나 이상의 국소화된 불균질들(161, 162)을 가질 수 있는 다른 3-차원 볼륨(160)에 근접하여 위치될 수 있다. 초음파 젤(도시되지 않음) 또는 다른 재료는 프로브(102) 및 볼륨(160)의 표면 사이에서의 음향 결합을 개선하기 위해 사용될 수 있다. 프로브(102)는, 볼륨(160)의 표면과 근접할 때, 광학 윈도우들(203)을 통해 광의 펄스 또는 음향 렌즈(205)를 통해 초음파를 방출하며, 그 후 방출된 광 또는 사운드에 응답하여 검출된 초음파에 대응하는 전기 에너지를 발생시킬 수 있다.

[0019] 실시예에서, 컴퓨팅 서브시스템(128)은 제어 신호 라인(106)을 통해 광 시스템(129)으로부터 활동을 트리거할 수 있다. 대안적인 실시예에서, 광 시스템(129)은 트리거 신호를 생성하며 제어 신호 라인(106)을 통해 그것의 활동을 컴퓨팅 서브시스템(128)에 알릴 수 있다. 이러한 정보는 데이터 획득 프로세스를 시작하기 위해 컴퓨팅 서브시스템(128)에 의해 사용될 수 있다. 이 점과 관련하여, 제어 신호 라인(106)을 통한 통신은 컴퓨팅 서브시스템(128)(및/또는 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140)) 및 광 시스템(129) 사이에서 양쪽 방향으로 흐를 수 있다는 것이 주의된다.

[0020] 실시예에서, 컴퓨팅 서브시스템(128)은 각각의 광원(130, 131)으로부터 광 펄스들의 시작 시간 및 지속 기간을 제어하기 위해 제어 신호 라인(106)을 이용할 수 있다. 컴퓨팅 서브시스템(128)은 또한 음향 렌즈(205) 뒤에서 초음파 트랜스듀서 소자들을 통해 초음파 음향 에너지를 방출하도록 프로브(102)를 트리거할 수 있다.

[0021] 실시예에서, 컴퓨팅 서브시스템(128)은 전기 경로(108)를 통해 음향 렌즈(205) 뒤에서, 초음파 송신 신호 또는 광학적으로 발생된 초음파 신호에 응답하여, 초음파 트랜스듀서 소자들에 의해 검출된 초음파를 나타내는 전기 신호들을 수신한다. 실시예에서, 음향 렌즈(205) 뒤에 있는 초음파 트랜스듀서 소자들에 의해 검출된 초음파를 나타내는 전기 신호 스스로에 의해 생성된 아날로그 전기 신호이다. 이러한 실시예에서, 음향 렌즈(205) 뒤에 있는 초음파 트랜스듀서 소자들에 의해 검출된 초음파를 나타내는 전기 신호들은 전기 경로(108)를 통해 컴퓨팅 서브시스템에 송신되며 전기 경로(108)는 검출된 초음파의 프로세싱을 위해 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140) 또는 초음파 기구(150)로 릴레이 시스템(110)에 의해 선택적으로 향해진다. 이러한 실시예에서, 초음파 기구(150)는 그것이 초음파 프로브로부터 수신된 것과 동일한 입력(동일한 커넥터를 통해)을 수신할 수 있다.

[0022] 또 다른 실시예에서, 음향 렌즈(205) 뒤에 있는 초음파 트랜스듀서 소자들에 의해 검출된 초음파를 나타내는 전기 신호는 프로브(102)에 하우징될 수 있는 아날로그-디지털 변환기에 의해 디지털화된다. 이러한 실시예에서, 음향 렌즈(205) 뒤에 있는 초음파 트랜스듀서 소자들에 의해 검출된 초음파를 나타내는 시간-분해된 전기 신호는 전기 경로(108)에 걸쳐 송신된다. 전기 신호가 프로브(102)에서 디지털화되며, 이 기술분야의 숙련자에게 명백할 바와 같이, 릴레이 시스템(110)은 디지털 데이터를 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140) 또는 초음파 기구(150)로 전달하기 위해 구현될 수 있거나, 또는 전혀 요구되지 않을 수 있다.

[0023] 음향 렌즈(205) 뒤에 있는 복수의 초음파 트랜스듀서 소자들의 각각에 의해 검출된 초음파를 나타내는 신호는 전기 경로(108)를 통해 별개의 와이어 상에서 운반될 수 있다. 대안적으로, 음향 렌즈(205) 뒤에 있는 복수의

초음파 트랜스듀서 소자들, 또는 심지어 음향 렌즈(205) 뒤에 있는 초음파 트랜스듀서 소자들 모두에 의해 검출된 초음파를 나타내는 신호는 프로브에서의 다중화기 및 컴퓨팅 서브시스템(128)에서의 역다중화기를 이용하여 다중화될 수 있다(예로서, 시간 분할 또는 주파수 분할).

[0024] 실시예에서, 초음파 기구(150)는 초음파 이미지들을 생성하기 위해 초음파-유도 음향 신호들을 프로세싱하며 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140)은 광음향 이미지들을 생성하기 위해 광-유도 음향 신호들을 프로세싱한다. 실시예에서, 초음파 기구(150) 및 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140)은 양쪽 모두의 조합된 기능들을 수행하는 통합 시스템으로 조합될 수 있다. 상기 논의된 바와 같이, 실시예에서, 프로브(102)에 의해 검출되며 전기 경로(108)를 통해 컴퓨팅 서브시스템(128)에 전달된 초음파를 나타내는 전기 신호들은 신호가 초음파 자극 또는 광 자극으로부터 기인하는지 여부에 따라 릴레이 시스템(110)을 통해 초음파 기구(150) 및 광음향 기구(140) 사이에서 스위칭된다.

[0025] 실시예에서, 초음파-자극 데이터를 반영한 단층 촬영 이미지들은 초음파 기구(150)에 의해 생성될 수 있으며 광 자극된 데이터를 반영한 단층 촬영 이미지들은 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140)에 의해 생성될 수 있다.

[0026] 단층 촬영 이미지들을 포함한, 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140)에 의해 생성된 이미지들은 캡처된 이미지 데이터의 시퀀스 또는 시간 및 날짜와 연관된 데이터와 함께, 상기 시스템에서의 컴퓨터 메모리에 저장될 수 있다. 단층 촬영 이미지들을 포함한, 초음파 기구(150)에 의해 생성된 이미지들은 적절한 인터페이스(170)를 통해 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140)에 송신될 수 있으며, 여기에서 그것들은 시간-동기화 방식으로 광-자극 데이터로부터 생성된 이미지들과 함께 저장될 수 있다. 실시예에서, 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140)의 메모리에 저장된 이미지들은 또 다른 메모리, 예로서 디바이스의 내부에 있거나 또는 외부에 있는 비-휘발성 메모리에 기록될 수 있다.

[0027] 실시예에서, 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140)은 메모리에서의 저장 및/또는 하나 이상의 모니터들(112, 114) 상에서의 디스플레이를 위해 광음향 기구(140)에 의해 생성된 이미지들과 함께 초음파 기구에 의해 생성된 이미지들을 오버레이할 수 있다. 실시예에서, 오버레이된 광음향 이미지는 그것을 초음파 이미지로부터 구별하기 위해 별개의 컬러로 도시될 수 있다. 실시예에서, 오버레이된 광음향 이미지는 예를 들면 혈액 산소화와 같은, 광음향 이미지를 통해 식별 가능한 세부사항들에 대응하는 컬러들을 포함할 수 있다. 실시예에서, 산소화된 혈액은 청색보다는 적색으로 더 많이 도시되는 반면, 산소 제거된 혈액은 적색 보다는 청색으로 더 많이 도시된다. 여기에 사용된 바와 같이, 오버레이된 표현은 이미지의 종래의 오버레이뿐만 아니라 믹싱에 의한 이미지의 병합을 포함한다.

[0028] 실시예에서, 디바이스(100)는 디바이스의 양식들 중 하나, 즉 초음파 또는 광음향에 관한 데이터를 연속적으로 생성하고 획득하는 시퀀스를 포함한 하나의 사이클에서 동작하도록 구성될 수 있다. 디바이스의 양식들의 동작 사이클에서의 최소 시간 간격은 사용을 위해 완전히 실행하고 재순환하기 위해 디바이스(100) 구성요소들 및 그것들의 능력에 의존한다. 실시예에서, 사용자는: 초음파 전용; 파장 1 전용; 파장 2 전용; 파장 1 및 2; 및 초음파에 앞서 파장 1 및 2의 다수의 반복들과 같은 다양한 사전 프로그램된 사이클들 사이에서 선택할 수 있다. 다른 조합들이 이 기술분야의 숙련자에게 명백할 것이다. 실시예에서, 부가적인 사이클들이 기계 운영자에 의해 부가될 수 있다. 실시예에서, 전체 사이클의 데이터 수집은 일반적으로 볼륨(160)의 실질적으로 동일한 부분에 관한 것이며 빠른 속도로 잇달아 성취되도록 의도된다. 실시예에서, 디바이스(100) 사이클들은 상기 논의된 바와 같이, 보통 초당 1 내지 50의 범위에 있으며, 보다 통상적으로 초당 2 내지 20의 범위에 있다. 최대 사이클 빈도는 단지 사이클의 능력들 및 양식들에 의해서만 제한된다.

[0029] 실시예에서, 디바이스(100)의 디스플레이들(112, 114)은 선택된 동작 사이클들에 의존하여 다양한 정보를 도시하도록 구성될 수 있다. 실시예에서, 임의의 디스플레이(112, 144) 또는 디스플레이의 부분은 다음 중 적어도 하나를 도시할 수 있다: 초음파 전용 이미지; 제1 파장 응답 전용 이미지; 제2 파장 응답 전용 이미지; 조합된 제1 및 제2 파장 응답 이미지; 및/또는 오버레이 초음파 이미지 및 파장 응답 또는 조합된 파장 응답 이미지. 조합된 제1 및 제2 파장 이미지는 이미지를 제공하기 위해 차별 또는 다른 조합 수단을 포함할 수 있다. 실시예에서, 이미지는 사이클에서 별개의 데이터 수집들의 각각에 대응하여, 또는 그것들 중 임의의 것 또는 모두 사이클에서의 합 또는 차이에 대응하여 디스플레이될 수 있다.

[0030] 실시예에서, 디바이스는 3-상 데이터 수집 동작을 사용하여 동작될 수 있으며, 하나의 위상은 초음파 자극들에 응답하여 데이터를 생성 및 수집하고, 하나의 위상은 광의 제1 파장에 응답하여 데이터를 생성 및 수집하며 하나의 위상은 광의 제2 파장에 응답하여 데이터를 생성 및 수집한다.

- [0031] 적절한 파장(들)을 사용하여, 광음향은 볼륨(160) 내에서 혈액을 식별할 때 효과적이며, 다수의 파장들을 사용하는 것은 산소화된 및 산소 제거된 혈액 사이에서 쉽게 구별하기 위해 사용될 수 있다. 유사하게, 적절한 파장들을 사용하여, 광음향들은 볼륨(160) 내에서 국소화된 헤모글로빈 함유량을 측정하기 위해 효과적이다. 따라서, 예를 들면, 증가된 혈액 농도 및 감소된 산소화에 의해 특성화되는 악성 종양은, 이러한 증가된 혈액 농도에 의해 특성화되지 않으며 보다 정상적인 산소화를 가진 양성 성장보다 광음향 이미지에서 매우 상이하게 나타날 것이다. 게다가, 광의 특정 파장들은 다양한 생체 조직들 및 기관들 사이에서 보다 양호하게 구별하기 위해 선택될 수 있다. 적외선, 근-적외선, 및 가시 파장들의 큰 스펙트럼이 생체 엔티티들에서의 광음향 응답을 생성할 수 있지만, 산소화된 혈액은 약 1064 nm의 파장을 가진 광원에 대해 산소 제거된 혈액보다 더 광음향적으로 응답적인 반면, 산소 제거된 혈액은 약 757 nm의 파장을 가진 광원에 대해 산소화된 혈액보다 더 광음향적으로 응답적이다. 디바이스(100)에 사용된 광의 수 및 특정 파장(들)은 관심 있는 타겟의 유형 및 볼륨의 구성에 따라 선택된다.
- [0032] 도 3은 도 2에 도시된 프로브(102)의 실시예의 확대도를 도시한다. 셀들(302, 304)은 프로브(102) 내에서의 구성요소들을 보여주기 위해 분리된다. 셀들(302, 304)은 플라스틱 또는 임의의 다른 적절한 재료로 만들어질 수 있다. 광, 및 특히 광 서브시스템(129)에 의해 발생된 광에 노출될 수 있는 셀들(302, 304)은 바람직하게는 반사성(즉, 광 착색된) 재료 및 광 산란(즉, 1 및 10 사이에서의 산란 계수를 가진) 양쪽 모두이다. 실시예에서, 셀들(302, 304)의 표면들은 고 반사성, 즉 75% 이상 반사성이다. 실시예에서, 셀들(302, 304)의 표면들은 초고 반사성, 즉 약 90% 이상 반사성이다. 실시예에서, 셀들(302, 304)의 표면들은 낮은 광학 흡수율, 즉 25% 미만 흡수율을 가진다. 실시예에서, 셀들(302, 304)은 매우 낮은 광학 흡수율, 즉 약 10% 미만 흡수율을 가진다. 또한, 셀들(302, 304)을 형성한 재료는 음향 에너지를 반사 또는 송신하기보다는, 흡수하기 위해 음향적으로 흡수력 있어야 한다. 실시예에서, 백색 플라스틱 셀들(302, 304)이 사용된다.
- [0033] 실시예에서, 플렉스 회로(312)는 초음파 트랜스듀서(310)를 형성한 압전 초음파 트랜스듀서 소자들(도시되지 않음)의 어레이에 케이블 커넥터들(314)을 연결하는 복수의 전기 트레이스들(도시되지 않음)을 포함한다. 실시예에서, 플렉스 회로(312)는 백킹(311) 주변에서 접히고 싸여지며, 실리콘과 같은 결합제를 사용하여 그것에 고정될 수 있다. 실시예에서, 블록(313)은 압전 초음파 트랜스듀서 소자들의 어레이 맞은편의 백킹(311)에 부착된다. 실시예에서, 초음파 트랜스듀서(310)는, 그것이 보다 많은 수들의 트랜스듀서 소자들을 갖는 것이 바람직할 수 있지만, 부가적인 소자들이 왜곡을 감소시키고, 및/또는 디바이스(100)의 이미징의 분해능, 정확도 및/또는 깊이를 증가시킬 수 있기 때문에, 적어도 128개의 트랜스듀서 소자들을 포함한다. 케이블 커넥터들(314)은 전기 트레이스들, 및 그에 따라 초음파 트랜스듀서(310)를 전기 경로(108)에 동작적으로 연결한다. 실시예에서, 전기 경로(108)는 초음파 트랜스듀서 어레이(310)에서의 각각의 초음파 트랜스듀서 소자에 대한 동축 와이어를 포함한다.
- [0034] 초음파 트랜스듀서(310)는 트랜스듀서 소자들이 음향 렌즈(205)에 근접하거나 또는 그것과 접촉하도록 하우징(316) 내에 맞춘다. 음향 렌즈(205)는 실온 가황(room temperature vulcanization; RTV) 실리콘 고무와 같은, 실리콘 고무를 포함할 수 있다. 실시예에서, 하우징(316) 및 음향 렌즈(205)는 동일한 RTV 실리콘 고무 재료로부터, 단일 유닛으로서 형성된다. 실시예에서, 초음파 트랜스듀서(310), 플렉스 회로(312)의 부분들, 백킹(311) 및 블록(313)은 트랜스듀서 어셈블리(315)를 형성하기 위해 실리콘과 같은 적절한 접착제를 사용하여 음향 렌즈(205)를 포함한 하우징(316) 내에 고정된다. 블록(313)은 트랜스듀서 어셈블리(315)를 다른 구성요소들에 부착하거나 또는 고정시키기 위해 사용될 수 있다.
- [0035] RTV 실리콘 고무 음향 렌즈(205) 및/또는 트랜스듀서 어셈블리(315) 상에서의 광 서브시스템(129)에 의해 생성된 광의 광음향 효과를 하얗게 만들고 감소시키기 위해, 실시예에서, 음향 렌즈(205) 및/또는 트랜스듀서 어셈블리(315)를 형성한 RTV 실리콘 고무는 TiO_2 로 도핑될 수 있다. 실시예에서, 음향 렌즈(205) 및/또는 트랜스듀서 어셈블리(315)를 형성한 RTV 실리콘 고무는 대략 4% TiO_2 로 도핑될 수 있다. 실시예에서, 음향 렌즈(205)의 외부 표면 및/또는 트랜스듀서 어셈블리(315)의 외부 표면은 황동, 알루미늄, 구리 또는 금과 같은 금속의 얇은 층으로 부가적으로 코팅되거나 또는 대안적으로 코팅될 수 있다. 그러나, 금은 RTV 실리콘 고무를 얇게 자르거나 또는 갈라지게 하려는 경향을 갖는다는 것이 발견되었다. RTV 실리콘은 먼저 페틸렌으로 코팅되고, 그 후 니켈로 코팅되고, 그 후 금으로 코팅되며, 최종적으로 다시 페틸렌으로 코팅될 수 있다는 것이 발견되었다. 다수의 계층화는 초음파를 검출하기 위해 음향 렌즈(205)의 음향 특성들에 대한 임의의 실질적인 악영향 없이, 및 트랜스듀서 어셈블리(315)에 대한 임의의 실질적인 악영향 없이 지속성 있는 금 코팅을 제공한다. 실제로, 니켈 아래 및 금 계층들 위에서의 페틸렌 코팅들은 그것이 증착되는 금속들 또는 고무를 잘 고수하기보다는 예지

들에서 감길 수 있다. 따라서, 이하에 보다 상세히 논의되는 바와 같이, 실시예에서, 페틸렌 코팅 에지를 가진 음향 렌즈(203) 및/또는 트랜스듀서 어셈블리(315)의 부분들은 커팅 또는 필링을 방지하기 위해 다른 구성요소들에 대하여 기계적으로 고정되도록 적응된다. 실시예에서, 음향 렌즈(205)를 포함하여, 트랜스듀서 어셈블리(315)의 실질적으로 전체 외부 표면은 페틸렌, 그 후 니켈, 그 후 금 및 그 후 다시 페틸렌의 연속 층들로 코팅된다.

[0036] 실시예에서, 반사성 재료는 그것의 표면에 입사될 수 있는 광 경로(132)로부터의 임의의 광을 반사하기 위해 하우징(316)의 후방 에지로부터 플렉스 회로(312)의 단부로 트랜스듀서 어셈블리(315)를 둘러싼다. 실시예에서, RF 에너지에 대한 전자기 차폐는 하우징(316)의 후방 에지로부터 플렉스 회로(312)의 단부로 트랜스듀서 어셈블리(315)를 둘러싼다. 실시예에서, 광들(130, 131)은 프로브(102)의 면적에서 상당한 전자기 RF 에너지를 생성하는 상당한 에너지(예로서, 수 나노초들 동안 1,000 볼트들 이상)를 인출할 수 있다. 실시예에서, 하우징(316)의 후방 에지로부터 플렉스 회로(312)의 단부의 트랜스듀서 어셈블리(315)는 반사성 재료 및 RF 에너지 차폐로서 동작할 수 있는, 포일에 의해 둘러싸여진다. 실시예에서, 포일은 그룹, 즉: 구리, 금, 은으로부터 선택된다. 실시예에서, 포일은 디바이스(100)의 전기 접지로 결합된다.

[0037] 스페이서들(320)은 트랜스듀서 어셈블리(315)에 대하여 광 바 가이드(322)를 이격시키며 배치한다. 스페이서들은 바람직하게는 광 서브시스템(129)에 의해 생성된 광에 대한 그것의 광음향 응답을 감소시키는 재료들로 만들어진다. 실시예에서, 스페이서들(320)은 셀들(302, 304)의 광 접촉 부분들에 유사한 재료로 만들어진다. 실시예에서, 광 바 가이드(322)는 광 경로(132)의 부분인 광 파이버들을 감싼다. 실시예에서, 광 경로(132)를 형성하는 광 파이버들은 광 바 가이드(322) 전체에 걸쳐 랜덤하게(또는 의사-랜덤하게) 분포될 수 있으며, 따라서 광 파이버 번들의 광 수신 단부 상에서의 특정 위치들을 광 바 가이드(322)에 의해 보유된 광 파이버들의 발광 단부 상에서의 대응하는 특정 위치들에 대하여 적어도 의사-랜덤하게 만든다. 여기에 사용된 바와 같이, 용어(광 경로(132)를 형성하는 랜덤하게(또는 의사-랜덤하게) 분포된 광 파이버들은 근위 단부로부터 원위 단부의 파이버들의 매핑이 광 경로(132)에서의 국소화된 간섭(예로서, 인접한 광 파이버들의 그룹의 번아웃) 또는 국소화된 현상(예로서, 광 경로(132)로의 엔트리 포인트에서의 비-균일한 광)이 송신된 전체 전력에 영향을 미치지 만, 광 경로(132)의 원위 단부의 임의의 특정 부분에 동작적으로 상당한 영향을 미치지 않도록 행해진다는 것을 의미한다. 따라서, 근위 단부에 인접한 두 개의 광 파이버들은 광 경로(132)의 원위 단부에 인접할 가능성이 작다. 광 파이버 번들이 근위 및 원위 단부들에서 융합되면, 적어도 하나의 단부가 융합되기 전에 랜덤화가 행해져야 한다. 여기에 사용된 바와 같이, 용어(랜덤하게(또는 의사-랜덤하게) 분포된 광 파이버들)는 두 개의 상이한 광 경로들(132) - 즉, 상이한 디바이스들(100)에 대해 - 서로 상이해야 함을 의미하지 않는다. 다시 말해서, 단일 “랜덤” 매핑은 랜덤화되는 기준들을 여전히 만족시키면서 상이한 디바이스들(100)의 광 경로에서 재생될 수 있다. 광은 일반적으로 가우시안 방식으로 행동하기 때문에, 광 경로(132)로의 엔트리 포인트는 통상적으로 완벽에 못미치게 균일하다. 상기 논의된 바와 같이, 랜덤화는 광 경로(132)로의 광의 비-균일한 엔트리를 위해 수용할 수 있다. 랜덤화는 또한 그것이 광 플루언스를 보다 더 고르게 분배하도록 도울 수 있기 때문에, 조사된 면적에 걸쳐 광 플루언스의 균질화를 제공할 수 있다.

[0038] 실시예에서, 광 바 가이드(322)에 의해 감싸여진 광 파이버들은 모두 실질적으로 동일한 기하학 표면, 예로서 곡선 또는 편평한 평면 상에서 종료된다. 일 실시예에서, 파이버들이 광 바 가이드(322)에 부착된 후, 파이버 단부들은 광 방출의 보다 균일한 각도를 위해 제공하도록 래핑되고 연마될 수 있다. 실시예에서, 어셈블리된 프로브(102)에 설치된 바와 같이, 광 바 가이드(322)는 프로브(102)의 원위 면에 법선보다 약간 작은 각도로, 및 구체적으로 안쪽으로 작은 각도로 그로부터 방출하는 광을 음향 트랜스듀서 어레이(310)의 중심에 법선이며 그것과 교차하는 평면을 향해 향하게 한다. 실시예에서, 광 경로(132)의 원위 단부(들)는 음향 트랜스듀서 어레이(132)의 형태와 일치하거나 또는 가깝게 근사해야 한다.

[0039] 여기에서의 “광 바 가이드”에 사용된 바와 같이, 용어(바)는 특정 형태를 들여오도록 의도되지 않는다. 예를 들면, 광 바 가이드(322)는 광 파이버들의 원위 단부들을 제한 없이, 원형, 타원형, 삼각형, 사각형, 직사각형 또는 임의의 불규칙적인 형태의 전체 또는 부분과 같은 실질적으로 임의의 형태로 가이드할 수 있다.

[0040] 실시예에서, 하나 이상의 광 바 가이드들(322) 및 광학 윈도우들(203)은 음향 트랜스듀서 어셈블리(315)를 하우징하는 셀들(302, 304)의 외부에 있으며, 셀들(302, 304) 중 하나 이상의 외부 측면들로 부착되도록 적응된다.

[0041] 실시예에서, 광학 윈도우(203)로부터 방출하는 광의 각도는 조정 가능할 수 있다. 실시예에서, 광학 윈도우(203)로부터 방출한 광은 범위에 걸쳐 조정 가능할 수 있다. 범위의 일 단부에서, 광은 프로브(102)의 원위 면

에 법선인 방향으로 광학 윈도우(203)로부터 방출할 수 있으며, 범위의 다른 단부에서, 광은 광학 윈도우(203)로부터 음향 트랜스듀서 어레이(310)의 중심에 대해 법선이며 이를 교차하는 평면을 향해 최대 45도 이상의 안쪽 각도로 방출할 수 있다. 범위는 더 작거나 또는 더 클 수 있다.

[0042] 프로브가 두 개의 광학 윈도우들(203)을 가진 실시예에서, 광학 윈도우들(203) 양쪽 모두로부터 방출한 광의 각도는 개별적으로, 또는 함께 조정 가능할 수 있다. 광학 윈도우들(203)로부터 방출하는 광의 각도를 함께 조정하면, 광 방향은 각각의 경우에 안쪽 투사, 즉 음향 트랜스듀서 어레이(310)의 중심에 법선이며 그것을 교차하는 평면을 향한 투사의 각도를 증가시키거나 또는 감소시킬 것이다. 이러한 방식으로, 보다 큰 광 플루언스가 볼륨(160)으로 더 깊게(법선을 향해 눈높이를 맞춤으로써), 또는 보다 얇게(보다 안쪽으로 눈높이를 맞춤으로써) 향해질 수 있다.

[0043] 광 각도의 방향을 제어하는 것은 광 가이드(322)를 이동시킴으로써 행해질 수 있거나, 또는 그것은 광-후 경로(132) 광학의 사용을 통해 광학적으로 성취될 수 있다. 광학적 해결책들은 광 경로(132)를 통해 투과되는 광을 리다이렉팅하기 위해 하나 이상의 렌즈들 및/또는 프리즘들의 사용을 포함할 수 있다. 리다이렉팅된 광은 트랜스듀서 소자들(310) 바로 아래에서의 면적과 같은, 원하는 면적을 조사하도록 향해질 수 있다. 프로브(102)에 의해 투과된 광의 방향을 제어하는 것은 피부 및 트랜스듀서들에 대하여 안전하게 유지하며 광의 방향을 최적화시키는데 유용하다.

[0044] 제어 라인(109)은 광을 리다이렉트하는 명령어들을 전송하기 위해 및/또는 광 펄스가 광 경로(132)로부터 방출되는 시간에 광의 실제 방향을 보고하기 위해 사용될 수 있다. 광학 윈도우(203)로부터 방출한 광의 각도는 광 펄스로부터 기인한 음향 정보를 해석할 때를 고려하기 위해 중요한 데이터일 수 있다.

[0045] 실시예에서, 디바이스(100)는 프로브(102)로부터 방출한 입사된 레이저 광의 각도를 조정할 수 있다. 프로브(102)로부터 방출한 입사된 레이저 광의 각도의 조정은 제어 라인(109)을 통해 전송될 수 있는 명령어들의 제어 하에서 실행될 수 있거나, 또는 수동으로 실행될 수 있다. 실시예에서, 스탠드오프가 예를 들면, 원하는 깊이로, 또는 스탠드오프 없이 달성될 수 있는 것보다 표면에 더 가깝게 입사된 레이저 광을 향하게 하도록 돕기 위해 사용될 수 있다. 실시예에서, 고립은 음향 및 광 둘 모두에 대해, 및 바람직하게는 초음파 범위에서의 음향들 및 광원(129)에 의해 이용된 파장들 중 하나 이상의 광에 대해 상대적으로 투명하다. 스탠드오프들의 사용이, 초음파 분해능이 그것의 트랜스듀서들로부터 공칭 거리에서 오브젝트들을 검출하기 위한 능력이 부족하기 때문에 볼륨(160)의 표면에 가까운 오브젝트들의 이미징을 돕기 위해 초음파 애플리케이션들에 알려져 있지만, 현재 애플리케이션에서의 스탠드오프의 사용은, 상이한 목적을 위해, 즉 광원들이 트랜스듀서 소자들(310) 하에서 직접 겨냥되도록 허용하는 것이다. 실시예에서, 스탠드오프는 프로브(102)로부터 분리되며, 볼륨(160), 및 음향 렌즈(205) 및 하나 이상의 광학 윈도우들(203)을 포함한 프로브(102)의 원위 단부 사이에 위치된다. 실시예에서, 스탠드오프는 프로브에 통합될 수 있으며, 원하는 대로 이동되며 철수될 수 있다.

[0046] 광학 윈도우들(203)은 또한 프로브(102) 어셈블리의 일부일 수 있다. 실시예에서, 광학 윈도우들(203)은 광 바 가이드(322)의 단부로부터 및 그에 따라 광 경로(132)를 이루는 광 파이버들의 단부들로부터 이격된다. 여기에 사용된 바와 같이, 용어(광학 윈도우)는 기계적으로 또는 광학적으로 평면 광학 문제에도, 또한 단지 투명한 광학 문제에도 제한되지 않는다. 대신에, 용어는 그것을 통해 전달하는 광을 가져오거나 또는 가져올 수 없지만, 광 경로(132)에 근접한 윈도우의 측면상에 입사된 광의 적어도 상당한 부분이 광학 소자의 특성들에 의존적인 방식으로 프로브 어셈블리(102)를 빠져 나오도록 허용할 광학 소자를 나타내기 위해 사용된다. 실시예에서, 광학 윈도우(203)는 프로브(102)의 원위 단부가 상기 볼륨(160)과 접촉하거나 또는 그것에 근접할 때 볼륨(160)에 대해, 투명할 수 있으며, 이것은 광, 및 구체적으로 광 경로(132)의 단부로부터 방출된 광의 투과를 허용한다. 실시예에서, 광학 윈도우(203)는 반투명하여, 프로브(102)의 원위 단부가 볼륨(160)과 접촉하거나 또는 것에 근접할 때 상기 볼륨(160)에 대하여, 광, 및 구체적으로 광 경로(132)의 단부로부터 방출된 광의 확산 및 투과를 허용한다. 실시예에서, 광학 윈도우(203)는 렌즈일 수 있으며, 프로브(102)의 원위 단부가 볼륨(160)과 접촉하거나 또는 것에 근접할 때 상기 볼륨(160)에 대하여, 광, 및 구체적으로 광 경로(132)의 단부로부터 방출된 광의 형상화 및 지향을 허용한다.

[0047] 어셈블리된 프로브(102)에서, 광학 윈도우(203)의 하나의 예지는 트랜스듀서 어셈블리(315)에 근접하거나, 또는 그것과 접촉한다. 트랜스듀서 어셈블리(315)에 대한 광학 윈도우(203)의 근접성은 광학 윈도우(203)로부터 방출된 광이 음향 렌즈(205)에 가까우며, 그에 따라 트랜스듀서 어레이(310)의 평면에 가까운 위치로부터 방출되도록 허용한다.

[0048] 사용시, 결합제(예로서, 젤)가 프로브(102)의 원위 단부 및 볼륨(160) 사이에서의 음향 접촉을 개선하기 위해

사용될 수 있다. 결합체가 광 경로(132)를 형성하는 광 파이버들의 원위 단부와 접촉한다면, 외래성 음향 신호는 광 경로(132)를 통한 광 투과에 응답하여 생성될 수 있다. 실시예에서, 광학 윈도우(203)를 포함하여, 프로브(102)의 원위 단부는 결합체 및 광 파이버들의 원위 단부 사이에 갭을 생성함으로써 광 경로(132)로부터 방출한 광에 응답하여 결합체의 잠재적인 음향 효과를 저감시킨다.

[0049] 도 4는 도 2에 도시된 프로브와 같은 어셈블리된 프로브(102)의 일 실시예의 보다 넓은 면의 중심선을 따라 취해진 단면 절개도를 도시한다. 셀들(302,304)은 프로브(102)의 원위 단부에 광학 윈도우들(203) 및 트랜스듀서 어셈블리(315)를 지원한다. 트랜스듀서 어셈블리(315) 및 셀들(302, 304)에 의해 지원된 스페이서들(320)은 광학 윈도우들(203) 및 광 바 가이드들(322)을 위치시키며 광 바 가이드들(322) 및 광학 윈도우들(203) 사이에 갭(402)을 유지하는 것을 돕는다.

[0050] 광 경로(132)를 이루는 광 파이버들의 원위 단부들은 그것들이 볼륨(160)로 또는 음향 트랜스듀서(310)로의 물리적 사운드 전도성을 생성하지 않도록 위치될 수 있다. 실시예에서, 갭(402)은 광 경로(132)를 이루는 광 파이버들의 원위 단부들 및 볼륨(160) 또는 음향 트랜스듀서들(310) 사이에 고 주파수 사운드 전도성 경로를 방지하는 목적으로 작용한다. 이하에 논의되는 바와 같은, 특별하게 선택된 재료들은 광 바 가이드(322)가 광 경로(132)의 원위 단부 및 볼륨(160) 또는 음향 트랜스듀서들(310) 사이에 물리적 사운드 전도성 경로를 감소시키며 및/또는 최소화함을 보장하기 위해 사용될 수 있다.

[0051] 그것 상에 압전 트랜스듀서 소자들(도시되지 않음)을 가진 플렉스 회로(312)는 백킹(311) 주변을 싸며 플렉스 회로의 각각의 단부에서 케이블 커넥터들(314)과 압전 트랜스듀서 소자들을 전기적으로 연결한다.

[0052] 셀들(302, 304)에서의 개구(404)는 프로브(102)의 내부에 들어가기 위해 광 경로(132)(도 1), 전기 경로(108)(도 1) 및 광학 전력 및 제어 라인들(109)(도 1)을 위한 개구를 제공한다. 실시예에서, 고무 그로벳(도시되지 않음)은 개구(404)를 통해 프로브(102)의 일부가 되는 경로들 또는 라인들에 안정성 및 변형 완화를 제공하기 위해 사용될 수 있다.

[0053] 도 5a로 가면, 10개의 광 파이버들의 단부들에 근접한 표면에 부딪치는 광의 통상적인 패턴이 도시된다. 오늘날, 통상적인, 합당하게 유연한 광 파이버들은 약 50 내지 200 마이크로미터들의 범위에서의 직경을 가진다. 광 파이버를 빠져 나오는 광은 느리게 확대하려는 경향이 있으며, 예를 들면, 도 5b에서의 광 파이버의 단부를 떠난 후 확대한 광의 예시적인 예를 참조하자. 광 파이버를 떠나는 광 빔의 확대율은 광 파이버의 직경 및 광 파이버 재료의 굴절률의 함수이다. 광 파이버들의 그룹이 조사될 표면에 근접하여 위치될 때, 도 5a에 보여지는 것과 같은 광 패턴이 야기된다.

[0054] 실시예에서, 보다 작은 직경들을 가진 광 파이버들이 조사된 면적을 넓히고 광 경로(132)의 유연성을 증가시키기 위해 이용된다. 광은 그것이 광 파이버를 빠져 나오는 것처럼 갈라지며, 그것이 빠져 나오는 것과 같은 그것의 분기는 파이버의 직경과 역으로 관련이 있으며, 다시 말해서, 광은 보다 작은 직경의 광 파이버들 밖으로 보다 빠르게 갈라진다. 따라서, 예를 들면, 50 마이크로미터들 아래, 및 잠재적으로 30 마이크로미터들 미만의 범위에 있는 광 파이버들은 조사된 면적을 넓히며, 따라서 빔 확대기에 대한 요구를 감소시키거나 또는 잠재적으로 제거하는 것이 바람직할 수 있다. 실시예에서, 광 경로(132)를 구성하는 광 파이버들의 하나 이상의 그룹들의 원위 단부는 도 5a에 도시된 광의 특징적 패턴을 회피하기 위해 융합될 수 있다.

[0055] 실시예에서, 광음향 프로브는 조사된 볼륨의 표면 상에 입사된 비교적 균일한 광 분포를 생성해야 한다. 광음향 프로브가 비교적 큰 면적의 광 분포를 생성하는 것이 또한 바람직할 수 있다. 비교적 크며 균일한 광 분포를 제공하는 것은 광음향 프로브가 조사된 표면의 임의의 주어진 면적에 대한 특정 광 플루언스를 초과하지 않고 최대량의 에너지를 전달하도록 허용하며, 이것은 환자 안전을 최대화하며 및/또는 신호-대-잡음 비를 개선할 수 있다. 이들 이유들로, 조사된 볼륨의 표면과 너무 근접하여 광 파이버 단부들을 위치시켜서, 그에 따라 도 5a에 보여진 것과 같은 작거나 또는 고르지 않은 광 분포를 획득하는 것은 바람직하지 않다.

[0056] 실시예에서, 광 파이버들은 조사될 볼륨의 표면으로부터 떨어져 이동될 수 있다. 조사될 볼륨의 면적으로부터 떨어져 광 파이버들의 단부를 이동시키는 것은 각각의 광 파이버로부터 방출된 빔들이 확대되며, 광 분포의 보다 균일한 면적을 생성하게 할 것이다. 조사될 볼륨의 표면으로부터 광 파이버들을 이동시키는 것과 연관된 하나의 잠재적인 이슈는 확대된 빔의 스트레이 부분들에 의해 야기된 광음향 효과들이다. 또 다른 잠재적인 이슈는 프로브의 형태 또는 크기에 대한 거리(광 파이버들의 단부 및 조사될 표면 사이에서의)를 확대하는 효과이다. 더욱이, 광 파이버들의 수를 증가시키는 것은(및 그에 따라 광을 방출하는 파이버 번들의 면적을 확대하는) 광 경로(132)(도 1)의 비용, 무게, 및 가요성을 증가시킬 것이며, 또한 프로브의 크기에 영향을 미칠

수 있다.

- [0057] 프로브(102)는 핸드헬드로 설계되기 때문에, 프로브 줄기(프로브(102)의 보다 좁은, 근위 부분)가 볼륨(160)의 표면에 비교적 가깝도록 프로브 헤드(프로브(102)의 보다 넓은, 원위 부분)를 짧게 유지하는 것이 바람직하다. 부가적으로, 프로브(102)는 핸드헬드로 설계되기 때문에, 그것의 총 두께는 또한 쾌적함, 편리함, 및 동작 유효성에 대한 고려사항이다. 따라서, 확대가 균일한 광 플루언스로 광학 윈도우들(203)을 채우는 것을 허용하기 위해 광학 윈도우(203)로부터의 충분한 거리에 광 경로(132)를 형성하는 파이버들의 원위 단부들을 위치시키는 것은 선호되지 않는다. 유사하게, 광 경로(132)의 원위 단부에서 광 바 가이드(322)에 의해 유지된 파이버 번들의 면적을 확장하기 위해 매우 많은 수의 파이버들을 사용하며, 그에 따라 확대가 균일한 광 플루언스로 광학 윈도우들(203)을 채우도록 허용하려고 시도하는 것은 다른 것들 중에서도, 그것이 과도한 무게, 불요성, 크기, 및 비용을 야기할 것이기 때문에 또한 선호되지 않는다. 게다가, 광학 윈도우(203)의 크기를 감소시키는 것은 디바이스의 총 잠재적인 안전한 에너지 출력을 감소시킬 것이며, 따라서 선호되지 않는다.
- [0058] 도 6b 및 도 6c로 가면, 실시예에서, 빔 확대기(601b, 601c)는 광의 빔을 확대시키기 위해 사용될 수 있으며, 그것이 보다 짧은 거리에 걸쳐 보다 균일해지게 한다. 도 6b는 접지 또는 젖빛 유리 빔 확대기(601b)의 사용을 도시하지만, 도 6c는 렌즈 빔 확대기(601c)의 사용을 도시한다. 실시예에서, 광 바 가이드(322)는 일반적으로 직사각형이지만, 렌즈 빔 확대기(601c)는 원통형 볼록 렌즈 또는 원통형 오목 렌즈일 수 있다. 실시예에서, 볼록 렌즈(도시되지 않음)는 빔 확대기로서 사용될 수 있다. 다른 렌즈들, 렌즈 시스템들 또는 다른 광학 시스템들 또는 그것의 조합들이 광을 확산시키며 보다 고르게 분배하기 위해 사용될 수 있다는 것이 이 기술분야의 숙련자에게 명백할 것이다.
- [0059] 다시 도 4를 참조하면, 실시예에서, 광 바 가이드들(322)은 파이버들의 원위 단부들을 보유한 단부 상에서의 초음파 이미징 평면을 향해 안쪽으로 각이 있다. 광 바 가이드(322)의 원위 단부의 안쪽 각짐은 그로부터 방출한 광이 광학 윈도우(203)를 보다 양호하게 채우며, 그에 따라 고르게 조사하도록 허용한다. 빔 확대기를 포함할 수 있는 겹(402)은 광학 윈도우(203)를 채우도록 확대하기 위해 광 경로(132)에 걸쳐 투과된 광을 위한 공간을 제공할 수 있다. 안쪽 각짐은 볼륨(160)의 표면에 입사된 광의 방향이 법선보다 작은 각도로 표면에 부딪히게 하며, 따라서 잠재적으로 초음파 트랜스듀서들(310)을 커버하는 음향 렌즈(205)의 아래에 있는 볼륨으로 보다 양호하게 전파하게 하려는 경향이 있다.
- [0060] 다시 도 1로 가면, 프로브(102)는 핸드헬드 용도를 위해 의도되기 때문에, 광 경로(132), 전기 경로(108), 및 선택적 전력 및 제어 라인들(109)의 무게 및 가요성은 고려사항이다. 실시예에서, 광 경로(132)를 더 가볍고 더 유연하게 만들기 위해, 광 경로(132)는 가능한 한 적은 파이버들로부터 구성된다. 다수의 파이버들이 얼마나 적게 사용될 수 있는지에 대한 제한 인자는 광학 경로(132)에 걸쳐 운반된 광의 양이다. 파이버에 걸친 너무 많은 광의 투과는 파이버를 손상시킬 것이다. 광 경로(132)는 볼륨(160)의 표면 상에서 능숙할 광, 더하기 광원(129) 및 조사된 볼륨(160)의 표면 사이에서 손실된 임의의 광(예로서, 흡수되거나 또는 산란된)의 총 양을 운반해야 한다. 조사의 최대 변적은 광학 윈도우(203)의 크기를 초과하지 않는 것으로 알려져 있기 때문에, 및 조사의 면적은 단위 면적당 플루언스 한계들의 대상이기 때문에, 광 경로(132)에 의해 운반된 총 광 에너지는 광학 윈도우들(203)의 크기로 플루언스 한계를 곱함으로써 근사될 수 있다. FDA는 플루언스의 인간 안전 레벨에 대한 수들을 제공한다.
- [0061] 조사된 볼륨(160)은 일반적으로 그 자신의 광음향 응답을 가지며, 이것은 특히 광 플루언스가 최대인 곳 즉, 볼륨(160)의 표면에서 분명하다. 볼륨(160)의 표면으로의 조사의 면적을 증가시키는 것은(예로서, 광학 윈도우(203) 및 빔의 크기를 증가시킴으로써) 볼륨(160) 자체의 표면에 의해 생성된 광음향 영향을 감소시키며, 따라서 불균질들(161, 162)을 표현한 원하는 신호와 비교하여, 볼륨(160) 자체의 표면에 의해 생성된 바람직하지 않은 광음향 신호를 감소시킬 수 있다.
- [0062] 볼륨(160) 자체의 표면에 의해 생성된 원치 않는 광음향 신호 이외에, 광학 윈도우들(205) 및 각각의 광 바 가이드들(322) 사이에서의 공간을 둘러싸는 측벽들, 음향 렌즈(205) 및 트랜스듀서 하우징(316)의 부분들과 같은, 초음파 트랜스듀서에 의해 검출될 수 있는 원치 않는 광음향 신호들의 다른 소스들이 있을 수 있다. 광학 윈도우들(203) 및 임의의 선택적 빔 확대기(601b, 601c)는 또한 초음파 트랜스듀서에 의해 검출될 수 있는 원치 않는 광음향 신호들의 소스들일 수 있다.
- [0063] 실시예에서, 광학 윈도우들(205) 및 각각의 광 바 가이드들(322) 사이에서의 공간을 둘러싸는 벽들은 높은 음향 흡수율 특성들을 가지며 및/또는 흰색이고 및/또는 높은 광 산란 및/또는 반사 특성들을 가진 재료로 만들어질 수 있다. 이들 특성들을 가진 재료들을 사용하는 것은 초음파 트랜스듀서에 의해 검출될 수 있는 원치 않는 광

음향 신호들을 감소시킬 수 있다. 실시예에서, 스페이서들(322)은 마이크로-마크 CR(600), 백색 컬러로 건조하는 2 부분 고 성능 캐스팅 수지와 같은 수지 재료로 만들어질 수 있다.

[0064] 실시예에서, 높은 음향 흡수율 특성들을 가지며 및/또는 백색이고 및/또는 높은 광 산란 특성들을 가진 재료의 층(도시되지 않음)은 어셈블리된 프로브(102)에서의 광 바 가이드들(322) 및 트랜스듀서 어셈블리(315) 사이에 위치된다. 대안적으로, 층은 2개의 부분들이 어셈블리된 프로브(102)에 접촉하는 광 바 가이드(322) 또는 트랜스듀서 어셈블리(315)에 직접 적용될 수 있다. 이러한 층은 초음파 트랜스듀서에 의해 검출될 수 있는 원치 않는 광음향 신호들을 감소시킬 수 있다. 실시예에서, 층은 마이크로-마크 CR(600), 백색 컬러로 건조하는 2 부분 고 성능 캐스팅 수지와 같은 수지 재료로 만들어질 수 있다. 실시예에서, 층(도시되지 않음)은 또한 반사성 코팅을 포함할 수 있다. 실시예에서, 금의 반사성 코팅은 그 외 층에 부딪칠 수 있는 광을 반사하기 위해 층에 적용될 수 있다.

[0065] 실시예에서, 반사-방지 코팅들은 광학 윈도우(203) 및/또는 빔 확대기(601b, 601c)의 광음향 서명을 감소시키기 위해 사용될 수 있다. 실시예에서, 불화 마그네슘은 광학 윈도우(203) 및/또는 빔 확대기(601b, 601c) 상에서의 반사-방지 코팅으로서 사용될 수 있다. 반사-방지 코팅들은 광학 윈도우(203)에 의해 흡수되거나 또는 반사된 에너지를 감소시키고 및/또는 최소화하기 위해 사용될 수 있다.

[0066] 실시예에서, 트랜스듀서 어셈블리(315) 및/또는 음향 렌즈(205)의 광음향 서명은 백색화에 의해 감소될 수 있다. 실시예에서, RTV 실리콘 고무를 포함한 음향 렌즈(205)는 약 4% TiO_2 로 도핑됨으로써 백색화될 수 있으며 감소된 그것의 광음향 서명을 가질 수 있다. TiO_2 도핑은 음향 렌즈의 반사성 및 그에 따라 흡수를 증가시키며 또한 RTV 실리콘 고무의 광음향 응답을 분산시키려는 경향이 있는 산란 효과를 가져서, 보다 쉽게 필터링될 수 있는 하위 주파수 아래로 응답을 내린다고 믿어진다. 상기 논의된 바와 같이, 트랜스듀서 어셈블리(315) 및/또는 음향 렌즈(205)의 외부 표면은 금, 구리, 알루미늄, 또는 황동과 같은, 금속 코팅이 제공될 수 있다. 실시예에서, 금속 코팅, 및 특히 금은 트랜스듀서 어셈블리(315) 및/또는 음향 렌즈(205)의 광음향 서명을 감소시킨다. 금은 광 스펙트럼에서의 그것의 높은 반사성 때문에 음향 렌즈(205)의 광음향 서명을 감소시킨다고 믿어진다.

[0067] 상기 논의된 바와 같이, 광학 경로(132)의 단부에서의 광 파이버들은 실질적으로 동일한 평면상에 위치된 광 바 가이드(322)에 의해 보유된 파이버 단부들의 모두와 함께 광 바 가이드(322)에 의해 보유된다. 실시예에서, 파이버 단부들은 기계력, 접착제, 또는 기계력 및 접착제의 조합을 사용하여 제자리에 고정될 수 있다. 파이버들은 그것들을 원하는 위치 및 패턴에 유지하고 및/또는 레이저 발사로 인해 기계 에너지의 출력을 감소시키기 위해 그것의 원위 단부 가까이에 부착될 수 있다. 실시예에서, 광 바 가이드(322) 내에 고정된 광 파이버들 사이의 공간들은 다음의 특성들 중 하나 이상을 가진 재료로 채워질 수 있다: 사운드 흡수, 광 산란, 백색 및/또는 광 반사. 실시예에서, 광 경로(132)의 원위 단부에서 광 바 가이드(322)에 의해 둘러싸일 수 있는 광 파이버들이 융합된다. 광 경로(132)이 원위 단부에서 파이버들을 융합하는 것은 광 경로로부터 방출한 광이 보다 균일하도록 허용할 수 있다.

[0068] 실시예에서, 어셈블리된 프로브와 함께 포함하여, 광 경로(132)에서 나오는 레이저 광이 그것에 부딪칠 수 있는 셀들(302, 304)의 면적들 상에, 및 피부 접촉을 예로서 광학 윈도우(203)에 가깝게 만들도록 설계된 면적들에 및 프로브(102)의 원위 단부의 다른 부분들에 반사성 코팅이 위치된다. 실시예에서, 셀들(302, 304)은 광 경로(132)에서 나오는 레이저 광이 그것에 부딪치거나 또는 그럴 가능성이 있는 금으로 코팅된다. 실시예에서, 셀들(302, 304)의 부분들은 현재 이것이 비용이 높을 수 있을지라도, 금으로 만들어질 수 있다.

[0069] 실시예에서, 근접성 검출기 시스템(도시되지 않음)은 프로브(102)의 원위 단부가 볼륨의 표면 상에 있거나 또는 그것에 매우 가까이 있음을 결정하기 위해 사용된다. 이유들 중에서, 이러한 근접성 검출기 시스템은 그것이 프로브(102)가 검사 중인 또는 검사될 볼륨(160)에 매우 근접하지 않을 때 광원(129)의 펄싱을 방지하기 위해 사용될 수 있는 것이 바람직하다. 이것은 광원(129)이 예로서, 눈들에 해로울 수 있는 레벨들에서 광을 생성할 수 있기 때문에 안정성 이슈일 수 있다. 근접성 검출기 시스템은: 프로브의 원위 단부에서 기계적 접촉 스위치; 볼륨(160)의 표면으로부터 해롭지 않은 빔의 반사들을 보는 광학 스위치; 볼륨(160) 및/또는 볼륨(160) 및 프로브의 원위 단부 사이에서의 임의의 음향 젤 또는 다른 재료들과의 접촉에 의해 폐쇄되는 전도성 스위치; 프로브(102)의 원위 단부와 접촉을 위한 전도성 표면을 포함한 전도성 스위치 및 스탠드오프; 관심있는 볼륨(160)의 표면에 적용된 전도성 스위치 및 얇고 광학적으로 및 음향적으로 투명한, 전도성 표면; 특정 시간 내에서의 사운드의 반사를 송신하며 그것의 반사를 찾음으로써 볼륨(160)의 가까운 근접성을 검출할 수 있는 음향 트랜스듀서 스위치; 좁은 형태의 사운드 송신기 및 수신기를 사용하며 근접성을 검출하기 위해 반사를 사용함으

로써; 신호 리턴을 찾음으로써 근접성 검출기로서 트랜스듀서 어레이에서의 트랜스듀서들 중 하나 이상을 사용하거나; 또는 초음파 모드에서 디바이스(100)를 동작시키며 초음파 이미지를 찾음으로써 볼륨(160)의 가까운 근접성을 검출할 수 있는 음향 트랜스듀서 스위치의 형태로 구현될 수 있다.

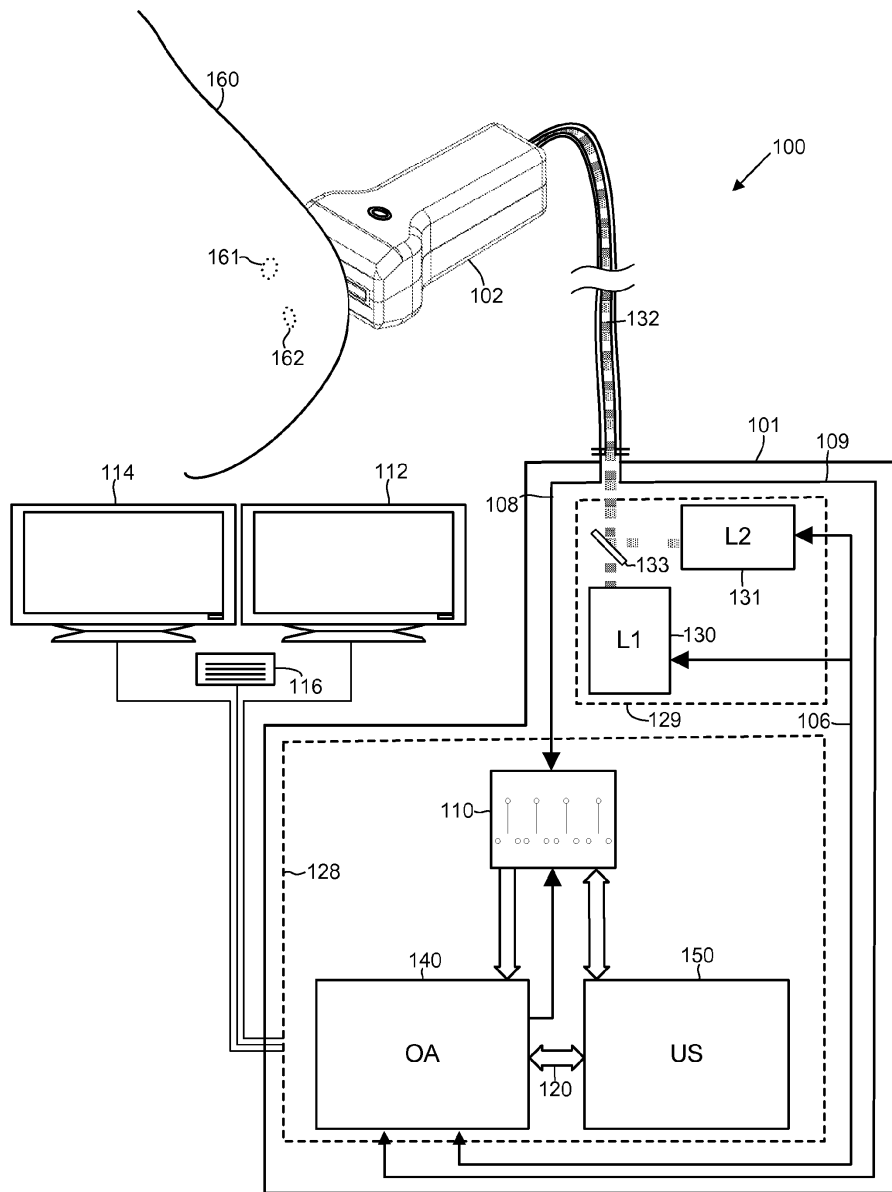
[0070] 실시예에서, 광학 검출기(도시되지 않음)는 출력 에너지가 추정되거나 또는 추론될 수 있는 측정을 하기 위해 프로브(102)에 위치될 수 있다. 실시예에서, 광학 검출기는 빔 확대기 또는 광학 윈도우에 의해 반사된 에너지와 같은 반사 에너지를 측정할 것이다. 실시예에서, 광학 검출기는 갭(402)을 둘러싸는 재료들에 의해 산란된 에너지와 같은 산란 에너지를 측정할 것이다. 광학 검출기의 측정은 제어 신호 라인(109)을 통해 시스템 새시(101)에 송신될 수 있으며, 그것은 프로브(102)의 광 출력을 추론하거나 또는 추정하기 위해 분석될 수 있다. 실시예에서, 시스템 새시(101)에서의 제어 기능은 광 시스템(129)의 광 출력, 및 그에 따라서 광학 검출기에 의해 이루어진 측정에 기초하여 프로브(102)의 광 출력을 제어하거나 또는 조절할 수 있다. 실시예에서, 시스템 새시(101)에서의 제어 기능은 광학 검출기에 의해 이루어진 측정에 기초하여 프로브(102)의 광 출력의 변화를 보상하기 위해 트랜스듀서 수신기들에서의 이득을 제어하거나 또는 조절할 수 있다. 실시예에서, 컴퓨팅 서브 시스템(128)은 광학 검출기에 의해 이루어진 측정에 기초하여 제어 신호 라인(106)에 걸쳐 광 시스템(129)으로부터 상이한 활동을 트리거할 수 있다. 실시예에서, 광학 검출기에 의해 이루어진 측정은 전기 시스템에서의 변화들 또는 디바이스(101)에 대한 전력에 대해 제어하기 위해 사용될 수 있다. 유사하게, 실시예에서, 광학 검출기에 의해 이루어진 측정은 디바이스(100)의 광학 경로(132) 또는 다른 광학 소자들에서의 변화들에 대해 제어하기 위해 사용될 수 있다. 실시예에서, 광학 검출기는 그렇지 않다면 프로브(102)에 의해 출력된 광의 플루언스가 안전 한계를 초과하거나 또는 그 훨씬 아래로 떨어지게 할 수 있는 전기 또는 광학 특성들에서의 변화들에 대해 수용함으로써 프로브(102)에 의해 출력된 광의 플루언스가 안전 한계들에 가깝거나 또는 그 아래인 채로 있게 하기 위해 사용될 수 있다.

[0071] 현재 시스템 및 방법들은 블록도들 및 광음향 프로브를 포함한 방법들 및 디바이스들의 동작 예시들을 참조하여 상기 설명된다. 블록도들의 각각의 블록 또는 동작 예시들, 및 블록도들에서의 블록들 또는 동작 예시들의 조합들은 아날로그 또는 디지털 하드웨어 및 컴퓨터 프로그램 지시들에 의해 구현될 수 있다는 것이 이해된다. 이들 컴퓨터 프로그램 지시들은 범용 컴퓨터, 특수 목적 컴퓨터, ASIC, FPGA, 또는 다른 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장치의 프로세서에 제공될 수 있으며, 따라서 컴퓨터 또는 다른 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장치의 프로세서를 통해 실행하는 지시들은 블록도들 또는 동작 블록 또는 블록들에서 특정된 기능들/동작들을 구현한다. 몇몇 대안적인 구현들에서, 블록들에 주어진 기능들/동작들은 동작 예시들에 주어진 순서 외로 발생할 수 있다. 예를 들면, 연속하여 도시된 두 개의 블록들은 사실상 실질적으로 동시에 실행될 수 있거나 또는 블록들은 때때로 수반된 기능/동작들에 의존하여, 역순으로 실행될 수 있다.

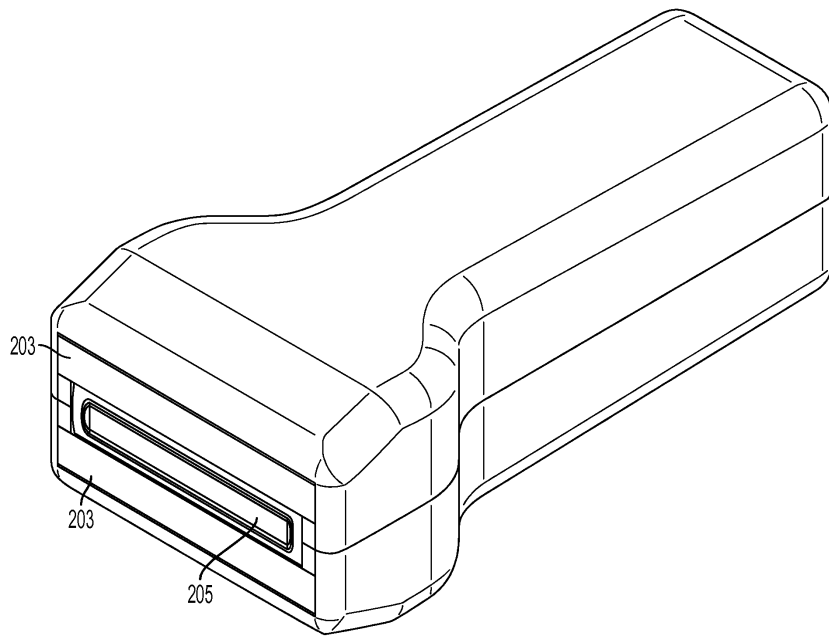
[0072] 발명들을 이들의 바람직한 구현예들을 참조하여 특별히 나타내고 기재하였으나, 당분야 숙련자는 형태 및 상세 내용들에 있어 다양한 변화들이 특허청구범위들에 의해 정의되는 발명들의 정수 및 범위를 벗어나지 않고 수행될 수 있음을 이해할 것이다.

도면

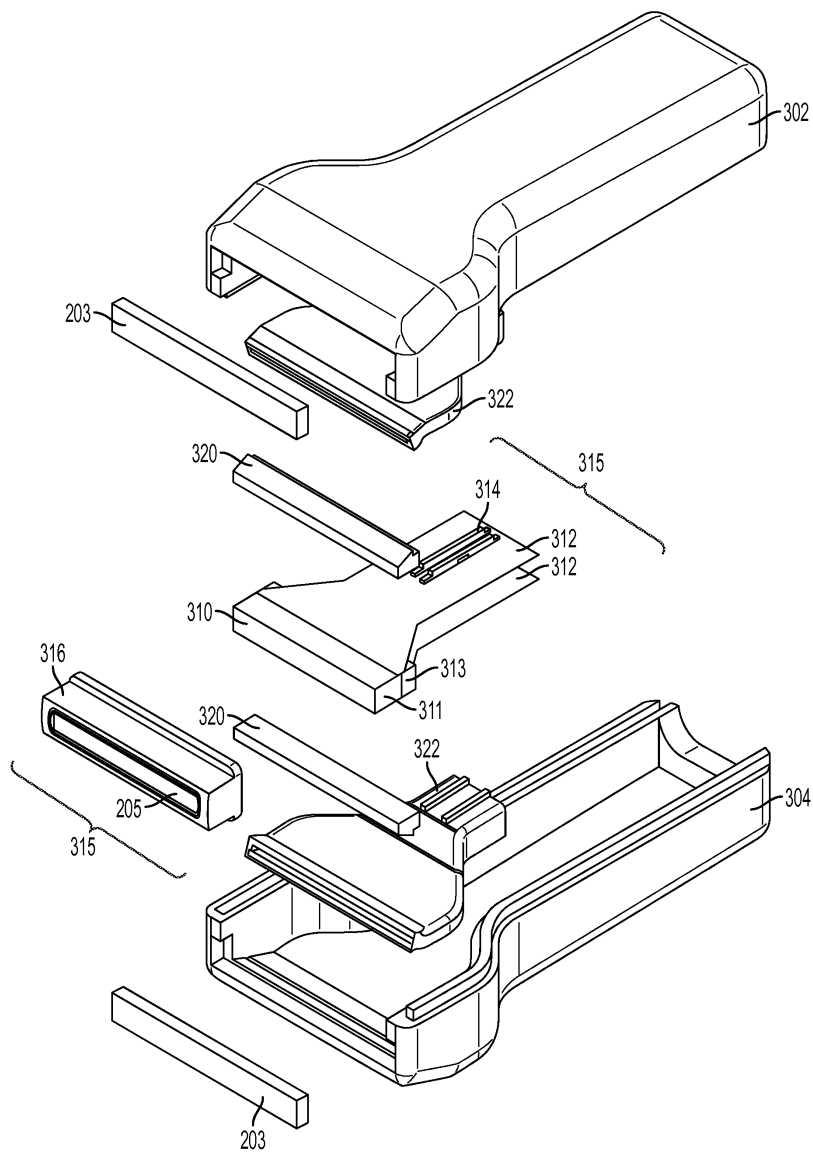
도면1



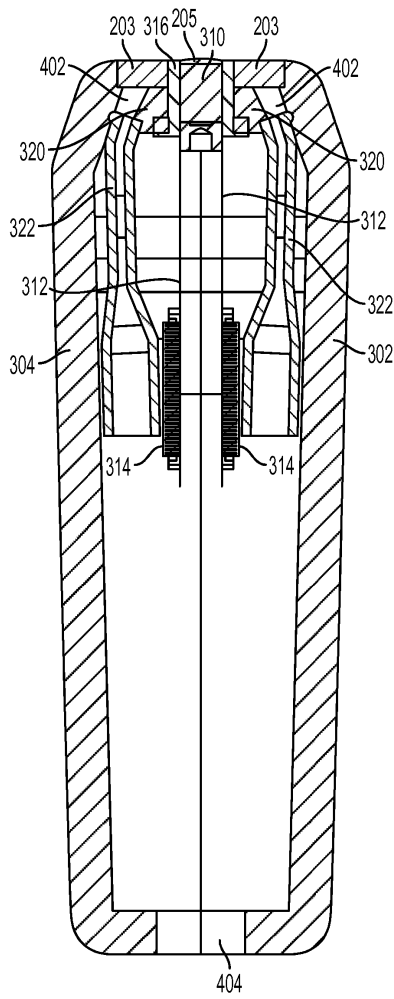
도면2



도면3



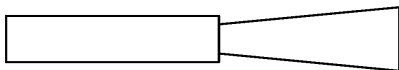
도면4



도면5a



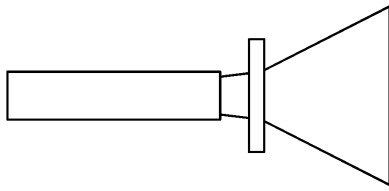
도면5b



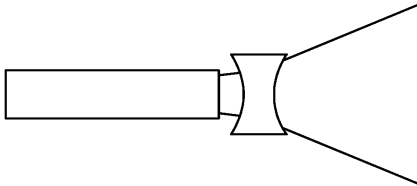
도면6a



도면6b



도면6c



专利名称(译)	标题：手持式光声探头		
公开(公告)号	KR1020140107223A	公开(公告)日	2014-09-04
申请号	KR1020147014742	申请日	2012-11-02
[标]申请(专利权)人(译)	SENO医疗INSTR		
申请(专利权)人(译)	芒茨旅游仙翁医疗仪器公司		
[标]发明人	HERZOG DONALD G 헤르조그도날드지 MILLER THOMAS G 밀러토마스지		
发明人	헤르조그도날드지. 밀러토마스지.		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/24		
CPC分类号	A61B5/0035 A61B5/0091 A61B5/0095 A61B5/14551 A61B5/6844 A61B5/7425 A61B8/0825 A61B8/4444 F04C2270/041 G01N21/1702 G02B6/3624 A61B5/7445 A61B5/7475 A61B8/4281 A61B8/4483 G01N2201/067 G01N2201/068 G01N2201/0826		
代理人(译)	Gimmyeongsin 地下之夜 Gimmincheol Bakjanggyu		
优先权	13/287759 2011-11-02 US		
其他公开文献	KR102105724B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

手持式光声探测器包括超声换能器阵列，第一端形成有提供输入单元的光纤束，光纤具有提供输出单元的第二圆端。光纤的远端保持在灯条引导件相同的平面上。至少一个光学窗口防止粘合剂和光纤的远端间隔处的接触，并且与光条导向器相关，以便响应于根据光纤发出的光而减少粘合剂的潜在声音效果。，它可以从那时起分开。可以提供掺杂到TiO₂的硅橡胶声透镜，其具有围绕声透镜的外表面的反射金属。手持探头装有灯条导向器，超声换能器阵列和声透镜。

