



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0149269
(43) 공개일자 2016년12월27일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2006.01) A61B 5/145 (2006.01)
A61B 8/08 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
A61B 5/0095 (2013.01)
A61B 5/14542 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7033442
- (22) 출원일자(국제) 2015년05월04일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2016년11월29일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/029059
- (87) 국제공개번호 WO 2015/168687
국제공개일자 2015년11월05일
- (30) 우선권주장
14/268,915 2014년05월02일 미국(US)

- (71) 출원인
세노 메디컬 인스트루먼트 인코포레이티드
미국 (우편번호: 78240) 텍사스주 산 안토니오 프
루 로드 5253 스위트 315
- (72) 발명자
액커맨 윌리엄
미국 08083 뉴저지주 서머데일 세다르 애비뉴 309
헤르조그 도날드
미국 081108 뉴저지주 콜링스우드 편 애비뉴 148
카사스 저스틴
미국 78249 텍사스주 산 안토니오 스톤 크롭 레인
7610
- (74) 대리인
김명신, 박지하, 김민철, 이동기, 박장규

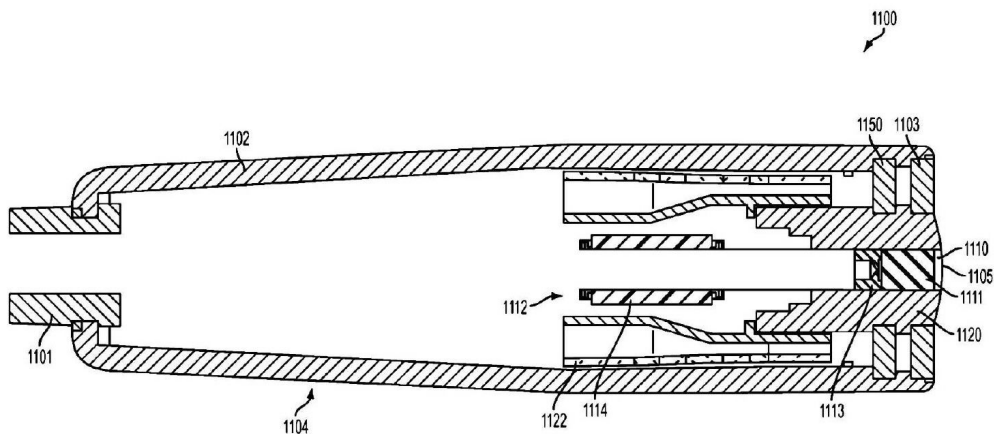
전체 청구항 수 : 총 32 항

(54) 발명의 명칭 **광음향 아이솔레이터를 구비한 프로브**

(57) 요약

초음파 트랜스듀서 어레이, 음향 렌즈 및 광경로를 포함하는 광음향 프로브로서, 광경로로부터의 광 에너지가 트랜스듀서 어레이에 도달하는 것을 경감시키기 위해 광경로는 아이솔레이터에 의해 트랜스듀서 어레이로부터 분리된다. 아이솔레이터는 캐리어 재료와 10 체적% 내지 80 체적% 사이의 마이크로버블을 포함하는 혼합물로 형성될 수 있다. 아이솔레이터는 광 에너지를 흡수, 반사 또는 산란하고 광 에너지에 대한 광음향 응답을 흡수할 수 있다. 일 실시예에서, 광음향 프로브는 광학 창 및/또는 산광기를 추가로 포함하며, 아이솔레이터는 또 이들 컴포넌트로부터 트랜스듀서 어레이를 분리한다.

대표도



(52) CPC특허분류

A61B 8/08 (2013.01)

A61B 2560/0443 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

원위 단부를 갖는 광음향 프로브에 있어서,

상기 프로브의 원위 단부를 향해 광원이 광을 조향시키도록 하는 제1 광경로;

내부면 및 외부면을 갖는 음향 렌즈;

활성 단부를 갖고, 상기 활성 단부에서 상기 음향 렌즈의 내부면을 갖는 복수의 초음파 트랜스듀서 소자들을 포함하는 초음파 트랜스듀서 어레이; 및

상기 광경로와 상기 초음파 트랜스듀서 어레이 사이에 위치되고, 상기 광경로로부터의 에너지가 상기 초음파 트랜스듀서에 영향을 미치는 것을 경감하도록 배치되고, 캐리어 재료와 약 10 내지 80 체적% 사이의 마이크로버블을 포함하는 혼합물로 이루어진 아이솔레이터;를 포함하고,

상기 캐리어 재료는 상기 마이크로버블과 조합될 때 음향적으로 흡수성을 갖고 광을 흡수하거나 산란하는, 광음향 프로브.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 아이솔레이터는 10 내지 80 체적%의 공기를 갖는, 광음향 프로브.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 아이솔레이터는 10 내지 80 체적%의 마이크로스피어를 갖는, 광음향 프로브.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 아이솔레이터는 10 내지 80 체적%의 저밀도 재료 입자를 갖는, 광음향 프로브.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 아이솔레이터는 25 내지 70 체적%의 마이크로버블을 갖는, 광음향 프로브.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 아이솔레이터의 부분들은 반사성 재료 또는 고반사성 재료로 코팅되는, 광음향 프로브.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 아이솔레이터의 부분들은 TiO₂로 코팅되는, 광음향 프로브.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 캐리어 재료는 광 산란 재료를 포함하는, 광음향 프로브.

청구항 9

제 1 항에 있어서,
상기 캐리어 재료는 광 산란 재료로 코팅되는, 광음향 프로브.

청구항 10

제 1 항에 있어서,
상기 아이솔레이터는 검은 스킨을 포함하는, 광음향 프로브.

청구항 11

제 1 항에 있어서,
상기 아이솔레이터는 가요성 재료를 포함하는 캐리어 재료를 포함하는, 광음향 프로브.

청구항 12

제 1 항에 있어서,
상기 마이크로버블은 페놀 마이크로스피어인, 광음향 프로브.

청구항 13

제 1 항에 있어서,
상기 마이크로버블은 유리 마이크로스피어인, 광음향 프로브.

청구항 14

제 1 항에 있어서,
상기 마이크로버블들은 크기가 10 내지 약 250 마이크로미터 사이의 범위에 있는, 광음향 프로브.

청구항 15

제 12 항에 있어서,
상기 마이크로스피어들은 크기가 50 내지 약 100 마이크로미터 사이의 범위에 있는, 광음향 프로브.

청구항 16

제 1 항에 있어서,
상기 마이크로버블들은 10 마이크로미터를 초과하는 다양한 크기를 가지는, 광음향 프로브.

청구항 17

제 1 항에 있어서,
상기 마이크로버블들은 250 마이크로미터를 미만의 다양한 크기를 가지는, 광음향 프로브.

청구항 18

제 12 항에 있어서,
상기 마이크로스피어들은 크기가 약 70 마이크로미터인, 광음향 프로브.

청구항 19

제 1 항에 있어서,
상기 아이솔레이터는 상기 캐리어로서 실리콘 고무 화합물을 사용하여 형성되는, 광음향 프로브.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 아이솔레이터는 상기 캐리어로서 실질적으로 광을 투과성을 가진 재료를 사용하여 형성되는, 광음향 프로브.

청구항 21

제 1 항에 있어서,

상기 아이솔레이터는 상기 캐리어로서 실리콘 고무를 사용하여 형성되는, 광음향 프로브.

청구항 22

제 1 항에 있어서,

상기 아이솔레이터는 상기 캐리어로서 접착제를 사용하여 형성되는, 광음향 프로브.

청구항 23

제 1 항에 있어서,

상기 아이솔레이터는 상기 캐리어로서 플라스틱을 사용하여 형성되는, 광음향 프로브.

청구항 24

제 1 항에 있어서,

상기 아이솔레이터의 외부면의 적어도 일부 위에 반사성 코팅을 추가로 포함하는, 광음향 프로브.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 광경로에 노출된 상기 아이솔레이터의 표면의 적어도 일부 위에 금속 반사성 코팅을 추가로 포함하는, 광음향 프로브.

청구항 26

제 24 항에 있어서,

상기 아이솔레이터의 외부면의 적어도 일부는 상기 광경로 상에 전송된 광에 노출되는 상기 아이솔레이터의 외부면의 일부인, 광음향 프로브.

청구항 27

제 1 항에 있어서,

상기 광음향 렌즈의 말단 부분은 상기 프로브의 말단 소자가 되도록 배치되고, 상기 아이솔레이터는 차말단(next-distal-most)에 있고, 서라운드는 상기 음향 렌즈의 가장 바깥 부분 및 상기 아이솔레이터 둘 다에 근접하는, 광음향 프로브.

청구항 28

원위 단부를 갖는 광음향 프로브에 있어서,

상기 프로브의 원위 단부를 향해 광원이 광을 조향시키도록 하는 제1 광경로;

상기 프로브의 원위 단부에 근접한 상기 제1 광경로 내의 광학 창;

내부면 및 외부면을 갖는 음향 렌즈;

활성 단부를 갖고, 복수의 초음파 트랜스듀서 소자들을 포함하고, 상기 활성 단부에서 상기 음향 렌즈의 내부면을 갖는 초음파 트랜스듀서 어레이; 및

상기 광경로와 상기 초음파 트랜스듀서 어레이 사이에 위치되고, 상기 광경로로부터의 광이 상기 프로브의 원위 단부에서 나가기 전에 상기 초음파 트랜스듀서 어레이에 부딪히는 것을 경감하도록 배치되고, 캐리어 재료와 약 10 내지 80 체적% 사이의 마이크로버블을 포함하는 혼합물로 이루어진 아이솔레이터;를 포함하고,

상기 캐리어 재료는 가요성 재료인, 광음향 프로브.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 아이솔레이터는 상기 광학 창 의 거의 모든 광음향 응답으로부터 상기 초음파 트랜스듀서 어레이를 분리하는, 광음향 프로브.

청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 광경로 내에 상기 광학 창에 근접하여 위치한 산광기를 추가로 포함하고,

상기 아이솔레이터는 상기 산광기의 거의 모든 광음향 응답으로부터 상기 초음파 트랜스듀서 어레이를 추가로 분리하는, 광음향 프로브.

청구항 31

제 30 항에 있어서,

상기 산광기는 홀로그램 산광기인, 광음향 프로브.

청구항 32

제 28 항에 있어서,

상기 음향 렌즈의 최말단 부분은 상기 프로브의 최말단 소자가 되도록 배치되고, 상기 아이솔레이터는 차말단이 되고, 상기 광학 창 및 서라운드 는 상기 아이솔레이터 및 상기 음향 렌즈의 가장 바깥 부분 둘 다에 근접한, 광음향 프로브.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 상호 참조

[0002] 본 출원은 "Probe With Optoacoustic Isolator"라는 발명의 명칭으로 2013년 1월 22일에 출원된 미국 특허출원 제13/746,905호의 부분계속출원이다. 또한, 본 출원은 "Dual Modality Imaging System For Coregistered Functional And Anatomical Mapping"이라는 발명의 명칭으로 2012년 11월 2일에 출원된 미국 특허출원 제 13/667,808호의 부분계속출원이다. 또한, 본 출원은 "Method For Dual Modality Optoacoustic Imaging"이라는 발명의 명칭으로 2012년 11월 2일에 출원된 미국 특허출원 제13/667,830호의 부분계속출원이다. 또한, 본 출원은 "Optoacoustic Imaging System Having Handheld Probe Utilizing Optically Reflective Material"이라는 발명의 명칭으로 2013년 1월 22일에 출원된 미국 특허출원 제13/746,559호의 부분계속출원이다. 이 출원들의 전체 개시내용은 본 명세서에 참조로서 포함된다.

[0003] 본 출원은 저작권 보호를 받는 자료를 포함한다. 저작권자는 누구라도 특허청 파일 또는 기록에 의해 개시된 특허 내용을 복사 재생하는 것을 허용하지만, 그 밖의 모든 저작권은 유보한다.

[0004] 기술 분야

[0005] 본 발명은 일반적으로는 의료 이미징(imaging)의 분야에 관한 것이고, 보다 특정적으로는 의료 이미징에서 사용하기 위한 광음향 아이솔레이터를 구비한 프로브에 관한 것이다.

도면의 간단한 설명

[0006] 본 발명의 전술한 그리고 기타의 목적, 특징, 및 이점들은 첨부한 도면에 도시된 것과 같은 바람직한 실시예들

의 다음과 같은 보다 구체적인 설명으로부터 명백할 것이며, 도면들에서 도면부호는 다양한 관점을 통해서 동일한 부분을 지칭한다. 도면들에서 축척은 필수사항은 아니며, 본 발명의 원리를 예시하는 것에 중점을 두고 있다.

도 1은 본 명세서에서 개시된 방법 및 장치를 위한 플랫폼으로 사용될 수 있는 통합된 광음향 및 초음파 시스템의 일 실시예를 도시하는 모식적 블록도이다.

도 2는 본 명세서에서 개시된 방법 및 장치와 함께 사용될 수 있는 프로브의 일 실시예의 모식적 사시도이다.

도 3은 도 2에 도시한 프로브의 일 실시예의 분해도이다.

도 4는 도 2에 도시한 프로브의 넓은 쪽의 중심선에서의 단면도이다.

도 5a는 광파이버에서 나가는 광의, 축척을 적용하지 않은 모식적 2차원 측면도이다.

도 5b는 광파이버들의 위치로부터 직접 표면으로 표면상에서 얻어질 수 있는 광 패턴의 단면도를 도시한다.

도 6a는 본 명세서에서 설명된 광음향 기술들과 관련되어 사용하기 위한 바람직한 광 패턴의 단면도를 도시한다.

도 6b는 도 5a에 도시된 파이버로부터 방출되는 광에 대한 불투명 유리(ground glass) 빔 확대기의 효과를 표현하는 모식적 측면도이다.

도 6c는 도 5a에 도시된 파이버로부터 방출되는 광에 대한 오목유리 빔 확대기의 효과를 표현하는 모식적 측면도이다.

도 7은 본 명세서에 개시된 방법들 및 다른 장치들과 함께 사용될 수 있는 프로브의 또 다른 실시예의 모식적 사시도이다.

도 8은 도 7에 도시한 프로브의 실시예의 분해 사시도이다.

도 9는 도 7에 도시한 프로브의 선 A-A를 따르는 길이방향 단면도이다.

도 10은 도 7에 도시한 프로브의 선 B-B를 따르는 길이방향 단면도이다.

도 11은 본 명세서에 개시된 방법들 및 다른 장치들과 함께 사용될 수 있는 프로브의 또 다른 실시예의 모식적 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007] 이제 본 발명의 다양한 실시예들을 상세히 설명할 것이며, 그것들은 첨부한 도면에 도시되어 있다.

[0008] 일반적으로, 장치(100)는 다중 모드(multi-modality)의 통합 광음향 및 초음파 시스템으로서 채용되기도 하는 광음향 시스템을 제공한다. 일 실시예에서, 장치(100)는 시스템 샷시(101)에 광경로(132) 및 전기경로(108)를 통해 연결된 프로브(102)를 포함한다. 시스템 샷시(101) 내에는 광 서브시스템(129)과 컴퓨팅 서브시스템(128)이 수용된다. 컴퓨팅 서브시스템(128)은 초음파 제어 및 분석과 광음향 제어 및 분석을 위한 하나 이상의 컴퓨팅 컴포넌트들을 포함하며; 이 컴포넌트들은 분리되거나 통합될 수 있다. 일 실시예에서, 컴퓨팅 서브시스템은 릴레이 시스템(110), 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140) 및 초음파 기구(150)를 포함한다.

[0009] 광 서브시스템(129)은 적어도 2개의 상이한 파장을 갖는 광 펄스를 생성할 수 있다. 일 실시예에서, 광 서브시스템(129) 출력은 그 파장들 각각의 짧은 광 펄스들(예컨대, 약 100ns 미만, 그리고 바람직하게는 약 5ns 지속하는 펄스)을 생성하는 것이 가능해야 한다. 본 개시로부터 당해 기술분야의 통상의 기술자가 명백히 이해할 수 있는 것과 같이, 본 명세서에 개시된 발명은 100ns 초과하여 지속하는 펄스들을 포함하는 광 펄스를 사용하여 실시될 수도 있다. 일 실시예에서, 광원(129)은 2개의 분리된 광(130, 131)을 포함한다. 광 서브시스템(129)의 출력은 광경로(132)를 통해 프로브(102)에 전달된다. 일 실시예에서, 광(130, 131)은 적외 스펙트럼, 근적외 스펙트럼, 및/또는 가시 스펙트럼의 광을 생성하는 레이저이다. 일 실시예에서, 광(130, 131)은 각각 적외 스펙트럼 또는 근적외 스펙트럼 내의 상이한 파장의 광을 생성한다. 일 실시예에서, 광원(129)에서 프로브(102)로 광을 전달하기 위해 사용되는 광경로(132)는 여러 가닥의 광파이버를 포함하는 광섬유 번들(bundle)이다. 일 실시예에서, 광경로(132)는 광경로(132)의 원위단부(distal-end)에 짧은 고출력(high powered) 광 펄스를 전달하기에 충분한 크기(지름)의 충분한 광파이버들을 포함한다. 일 실시예에서, 광경로(132)를 통해서 전달된 총 펄스 에너지는 수백 밀리줄(millijoule)의 크기일 수 있다. 일 실시예에서, 광경로(132)를 통해서 전달된 광 펄스

당 총 에너지는 약 100 밀리줄을 미만일 수 있다. 일 실시예에서, 광경로(132)를 통해서 전달된 광 펄스당 총 에너지는 약 10~30 밀리줄의 범위이고, 광경로(132)는 각각 약 150 마이크로미터인 광파이버를 1,000개 가량 포함한다. 일 실시예에서, 싱글 파이버가 광경로로서 사용될 수 있다. 그러한 실시예에서, 파이버는 지름이 400~1500 마이크로미터일 수 있다. 물론, 그러한 싱글 파이버의 지름은 더 작을 수 있다(예컨대, 400 마이크로미터). 파이버를 통해 전달된 필요한 총 펄스 에너지가 주어지면, 당해 기술분야의 통상의 기술자는 파이버의 필요한 지름을 적절히 계산할 수 있다.

[0010] 일 실시예에서, 광원(129)은 그것의 2개 광(130, 131)으로서 Nd-YAG 및 알렉산드라이트(Alexandrite) 레이저를 사용할 수 있지만, 다른 유형이나 추가의 광이 사용될 수도 있다. 광(130, 131)은 짧은 광 펄스(예컨대, 약 100ns 미만, 그리고 더욱 바람직하게는 약 5ns 지속하는 펄스)를 생성할 수 있어야 한다. 일 실시예에서, 2개의 광(130, 131)은 별도로 트리거될 수 있다. 일 실시예에서, 광(130, 131)에 의해 출력된 광은 광학소자(133)의 사용을 통해 동일한 광경로(132)에 투사될 수 있으며, 상기 광학소자(133)는 하나의 광(130)을 제1측면으로부터 제2측면으로 통과시키는 반면, 제2측면에 충돌하는 다른 광(131)을 반사한다. 광학소자(133) 또는 유사한 소자의 사용은 광경로(132)의 근위단부에 대해 레이저와 같은 2개의 광(130, 131)의 출력의 정렬을 허용한다. 일 실시예에서, 광학소자(133)는 3개 이상의 레이저로부터의 광 출력을, 예를 들면 다수의 광학소자(133)의 사용을 통해, 정렬할 수 있다. 일 실시예에서, 다수의 광 시스템 및 광경로들이 사용될 수 있으며, 이 경우 각각의 광 시스템의 광은 근위단부에서 서로 결합되는 분리된 파이버들을 통해 전달된다.

[0011] 광경로를 통해 전달된 광 펄스당 총 에너지는 수십 밀리줄의 크기이지만, 광(130, 131)의 펄스는 매우 짧기 때문에, 광경로(132)를 통한 피크 파워 출력은 자주 메가와트에 도달하거나 이 범위에 있다. 따라서, 광(130, 131)의 출력은 광파이버 및/또는 광파이버상의 클래딩을 연소시킬 용량을 가진다. 연소된 광파이버 및 연소된 클래딩은 더 적은 광 파워를 전달하고 더 많은 열을 발생시키기 시작하므로 문제를 악화시킬 수 있다. 따라서, 일 실시예에서, 피크 파워 부하의 취급을 허용고 파이버 연소(burnout)를 피하기 위해, 충분한 개수 및 크기의 광 파이버들이 광경로(132) 내에 존재한다. 더 높은 피크 파워를 수용하기 위해, 더 큰 파이버 번들이 사용될 수 있다. 파이버 번들의 피크 파워 용량은 광파이버를 수, 광파이버의 지름, 또는 양자를 증가시킴으로써 증가될 수 있음은 당해 기술분야의 통상의 기술자에게는 명백할 것이다. 그러나 명백히, 파이버 번들의 치수가 증가함에 따라, 광경로(132)의 무게와 유연성은 감소한다. 또한, 더 많은 광파이버를 사용하거나, 더 큰 지름의 광 파이버를 사용할 때, 광원(129)의 출력은 더 큰 번들의 더 넓은 지름을 통해서 광경로(132)에 전달되어야만 한다. 일 실시예에서, 광경로(132)의 근위단부의 궁극적인 크기에 관계없이, 광원(129)의 출력은, 예상 피크 파워 범위에서 동작 시 연소 고장을 방지하기 위해, 그 횡단면 전체에 걸쳐 충분히 분산되어야 한다.

[0012] 일 실시예에서, 광경로(132)의 근위단부의 파이버들은 광원(129)의 출력을 위한 광경로(132)에 대해 융합 주입 점을 형성하도록 융합될 수 있다. 일 실시예에서, 파이버 단부들은 열을 가함으로써 융합될 수 있다. 일단 광경로(132)의 근위단부가 융합되었다면, 상당히 더 높은 피크 파워에서의 연소에 견딜 것이다. 예를 들면, 융합된 단부 광경로(132)를 사용함으로써 3배 내지 5배 많은 피크 파워의 전달이 가능할 수 있다. 주어진 광경로(132)에서 상당히 더 높은 피크 파워를 전달하는 능력은, 비융합 광경로(132)와 동일한 피크 파워를 전달하는 더 유연하고 더 가벼운 광파이버 번들의 사용을 허용한다. 따라서, 광경로를 형성하는 광파이버들의 비융합 번들 내에 1/2" 광파이버 번들이 필요할 수 있는 실시예에서, 동일한 피크 파워를 전달하기 위해, 융합 근위단부를 가진 1/4" 광파이버 번들이 사용될 수 있을 것이다. 융합 근위단부를 가진 1/4" 광파이버 번들은 무게가 대략 1/4이고 1/2" 광파이버 번들보다 훨씬 더 유연하다. 또한, 광경로(132)의 근위단부의 융합은, 광원(129)을 사용하여 조명할 훨씬 더 작은 융합된 영역을 생성할 것이며, 이는 상기 융합이, 둥근 횡단면 광파이버들의 번들 단부에 존재할 수 있는 파이버 사이 공간을 제거하기 때문이다. 따라서, 다음 이점들 중 하나 이상은, 광경로(132)를 구성하는 광파이버들의 근위단부를 융합함으로써 달성될 수 있다: 광경로의 무게 감소; 광경로의 유연성 증가; 고장 감소; 신뢰성 증가; 및 더 높은 피크 파워 용량.

[0013] 일 실시예에서, 광(130, 131)에 의해 출력된 광은, 광원(129) 내부의 광학소자(133)를 포함할 수 있는 광경로를 경유해서, 광경로(132)의 근위단부의 융합 광파이버 번들을 향해 보내진다. 일 실시예에서, 광원(129)은 광경로(132)에 하나 이상의 파장으로 레이저 광 펄스들을 출력할 수 있는 레이저 시스템이다. 일 실시예에서, 광경로(132)는 광원(129)에 가까운 융합된 단부를 가진 광파이버 번들이다.

[0014] 일 실시예에서, 장치(100)는 또한 시스템 샤시(101) 내부의 릴레이 시스템(110)과 프로브(102) 사이를 연결하는 전기경로(108)를 포함한다. 전기경로(108)는 프로브(102)로부터 시스템 샤시(101)상의 각각의 연결부를 향하여 광경로(132)와 가까이, 나란히, 또는 동축으로 진행할 수 있다. 일 실시예에서, 전기경로(108)는 복수의 분리된 동축 와이어를 포함한다. 일 실시예에서, 전기경로(108)는 광경로(132)의 적어도 일부와 공통 제킷 내를 진행한

다. 광경로(132)의 적어도 일부와 함께 공통 재킷 내를 진행하는 전기경로(108)는 시스템 샤시(101)에서 프로브(102)까지 진행하는 케이블의 수를 감소시킨다. 광경로(132)의 적어도 일부와 공통 재킷 내에서 전기경로(108)의 진행은, 시스템 샤시(101)에서 프로브(102)까지 진행하는 통합된 케이블들(즉, 광경로(132) 및 전기경로(108)의 지름 및 무게를 최소화시키고, 내구성을 증가시킨다.

[0015] 일 실시예에서, 상기 복수의 동축 와이어들은 광경로(132)의 적어도 일부의 둘레에 짜여 피복된다. 전술한 것과 같이, 광경로(132)에서 사용된 분리된 광파이버들의 수에는 많은 고려사항이 반영된다. 후술하는 바와 같이, 전기경로(108)를 형성하는 분리된 전기 리드(lead) 또는 트레이스의 수에는 다수의 설계 고려사항이 반영된다. 일 실시예에서, 광경로를 형성하는 대략 1,000개의 분리된 광파이버들과 전기경로(108)를 형성하는 약 256개의 리드(256개의 트랜스듀서에 대응함)가 있으며, 그 결과 파이버:리드 비율은 약 4:1이 된다. 명백히, 예를 들어, 한 그룹의 개별 파이버들과 단일의 전기 리드 또는 트레이스를 묶거나, 파이버 및 리드의 비례적으로 더 큰 집단을 함께 묶는 등의 다양한 방법으로 전기경로 내에 광파이버 및 리드들을 혼합하는 것이 가능하다. 일 실시예에서, 파이버들과 리드 또는 트레이스를 묶는 것은 일반적으로 시스템 내 파이버:리드의 비율로 실행될 수 있다.

[0016] 장치(100) 사용자 인터페이스의 전부 또는 부분들과 이미지를 디스플레이하기 위해 하나 이상의 디스플레이(112, 114)(예컨대, 터치스크린 디스플레이)가 제공된다. 키보드, 마우스 및 다양한 다른 입력 장치들(예컨대, 다이얼 및 스위치)과 같은 하나 이상의 다른 사용자 입력 장치들(미도시)이 조작자로부터 입력을 수신하기 위해 제공될 수도 있다. 옵션으로, 파워 및 제어신호 라인(109)은 파워를 프로브(102)에 전달하고, 프로브(102)와 컴퓨팅 서브시스템(128) 사이에 제어신호를 전달한다.

[0017] 이제, 도 2를 참조하면, 프로브(102)는 음향렌즈(205)에 의해 덮인 초음파 트랜스듀서(미도시)를 형성하는 초음파 트랜스듀서 소자들의 어레이를 포함한다. 일 실시예에서 초음파 트랜스듀서는 압전소자들의 어레이를 포함하며, 이것은 음향 에너지를 송신하고 수신할 수 있다. 일 실시예에서, 트랜스듀서 소자들 중 적어도 일부는 넓은 범위에 걸쳐 초음파 주파수를 검출할 수 있다. 예를 들면, 초음파 트랜스듀서 소자는 약 50 KHz 내지 20 MHz 범위의 초음파를 검출할 수 있을 것이다. 이 범위는 더 낮은 주파수 응답을 얻기 위해 높은 임피던스 부하(예컨대, 5,000 ~ 50,000 Ω의 범위)를 적용함으로써 달성될 수 있다. 초음파 트랜스듀서 소자는 초음파 음향 에너지의 수신에 대한 응답으로 전기 에너지를 생성할 수 있다. 초음파를 수신하는 초음파 트랜스듀서 소자에 의해 생성된 전기 에너지는 전기경로(108)를 통해 컴퓨팅 서브시스템(128)으로 전송된다.

[0018] 프로브(102)는 또한 하나 이상의 광학 창(203)을 포함하며, 이것을 통해서, 광경로에 전달된 광은 3차원 볼륨(160)의 표면에 전송될 수 있다. 일 실시예에서, 광학창(203)의 한 측면을 음향렌즈(205)에 실용상 가능한 한 가까이 위치시키는 것이 바람직하다. 광학 창(203)의 전체 면적은, 볼륨(160)의 표면에 입사하는 주어진 플루언스(flucence)에 대한 에너지를 최대화하기 위해 중요하다.

[0019] 일 실시예에서, 광경로(132)를 구성하는 여러 가닥의 광파이버는 2개의 도광 막대(미도시)에서 종료된다. 일 실시예에서, 초음파 트랜스듀서 소자들(미도시)은 어레이 내에 배치되며, 그것들은 기하학적 평면을 따라 배열되고 또한 일반적으로 서로 등거리로 떨어져 있다. 일 실시예에서, 도광 막대(light bar)(미도시)는 초음파 트랜스듀서 소자들의 평면 어레이의 각각의 측면상에 길이방향으로 배향된다. 바람직하게는, 초음파 트랜스듀서 소자는, 펄스 광원(130, 131)에 의해 야기된 자극에 반응하여 수신된 초음파 음향 에너지와, 초음파 트랜스듀서 소자의 음향 출력에 반응하여 수신된 초음파 음향 에너지 둘 다에 반응하여, 전기 에너지를 생성한다.

[0020] 다시 도 1을 참조하면, 사용 시, 프로브(102)는 내부에 하나 이상의 국부적 이질부분(161, 162)(예컨대, 종양)을 가질 수 있는 유기적 조직체, 팬텀(phantom) 또는 다른 3차원 볼륨(160)에 근접하여 놓일 수 있다. 프로브(102)와 볼륨(160)의 표면 사이의 커플링을 향상시키기 위해 초음파 젤(미도시) 또는 다른 재료가 사용될 수 있다. 프로브(102)는, 볼륨(160)에 근접한 경우, 광학 창(203) 또는 초음파 통과 음향렌즈(205)를 통해 광 펄스를 방출한 다음, 방출된 광 또는 초음파에 응답하여 검출된 초음파에 대응하는 전기 에너지를 생성할 수 있다.

[0021] 일 실시예에서, 컴퓨팅 서브시스템(128)은 제어신호 라인(106)을 통해 광 서브시스템(129)의 활동을 작동시킬 수 있다. 대안의 실시예에서, 광 서브시스템(129)은 작동 신호를 생성하고 제어신호 라인(106)을 통해 그 활동을 컴퓨팅 서브시스템(128)에 통지할 수 있다. 그와 같은 정보는 데이터 획득 프로세스를 개시하기 위해 컴퓨팅 서브시스템(128)에 의해 사용될 수 있다. 이와 관련하여, 제어신호 라인(106)을 통한 통신은, 컴퓨팅 서브시스템(128)(및/또는 그 내부의 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140))과 광 서브시스템(129) 사이에서 양방향으로 흐를 수 있다.

- [0022] 일 실시예에서, 컴퓨팅 서브시스템(128)은, 각각의 광원(130, 131)으로부터의 광 펄스들의 시작 시간 및 지속시간(duration)을 제어하기 위해, 제어신호 라인(106)을 사용할 수 있다. 컴퓨팅 서브시스템(128)은 또한, 음향렌즈(205) 후방의 초음파 트랜스듀서 소자들을 통해 초음파 음향 에너지를 방출하기 위해, 프로브(102)를 작동시킬 수 있다.
- [0023] 일 실시예에서, 컴퓨팅 서브시스템(128)은, 초음파 전송된 신호 또는 광학적으로 생성된 초음파 신호에 응답하여, 음향렌즈(105) 후방의 초음파 트랜스듀서 소자들에 의해 검출된 초음파를 나타내는 전기 신호들을, 전기경로(108)을 통해 수신한다. 일 실시예에서, 음향렌즈(105) 후방의 초음파 트랜스듀서 소자들에 의해 검출된 초음파를 나타내는 전기 신호는, 상기 소자들 자체에 의해 생성된 아날로그 전기신호이다. 이러한 실시예에서, 음향렌즈(105) 후방의 초음파 트랜스듀서 소자들에 의해 검출된 초음파를 나타내는 전기신호들은, 전기경로(108)을 통해 컴퓨팅 서브시스템(128)에 전송되며, 전기경로(108)는 릴레이 시스템(110)에 의해 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140)에 또는 검출된 초음파의 처리를 위한 초음파 기구(150)에 선택적으로 연결된다. 이러한 실시예에서, 초음파 기구(150)는 초음파 프로브로부터 받게 되는 것과 동일한 입력을 (동일한 커넥터를 통해서) 수신할 수 있다.
- [0024] 또 다른 실시예에서, 음향렌즈(105) 후방의 초음파 트랜스듀서 소자들에 의해 검출된 초음파를 나타내는 전기신호는, A/D 컨버터에 의해 디지털화되며, 이 A/D 컨버터는 프로브(102) 내에 수용될 수 있다. 이러한 실시예에서, 음향렌즈(105) 후방의 초음파 트랜스듀서 소자들에 의해 검출된 초음파를 나타내는 시간-분해된 전기신호는, 전기경로(108)를 경유해서 전송된다. 전기신호가 프로브(102)에서 디지털화되는 경우, 당해 기술분야의 통상의 기술자에게 명백한 바와 같이, 릴레이 시스템(110)은 디지털 데이터를 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140) 또는 초음파 기구(150)에 전달하도록 구현되거나, 전혀 필요하지 않을 수도 있다.
- [0025] 음향렌즈(105) 후방의 복수의 초음파 트랜스듀서 소자들에 의해 검출된 초음파를 나타내는 신호는 전기경로(108)를 통해 별도의 와이어로 전달될 수 있다. 대안으로, 음향렌즈(105) 후방의 복수의 초음파 트랜스듀서 소자들 또는 심지어 음향렌즈(105) 후방의 초음파 트랜스듀서 소자들 모두에 의해 검출된 초음파를 나타내는 신호는, 프로브 내의 다중화기 및 컴퓨팅 서브시스템(128) 내의 역다중화기를 이용하여 다중화(예컨대, 시간 분할 또는 주파수 분할)될 수 있다.
- [0026] 일 실시예에서, 초음파 기구(150)는 초음파-유도된(ultrasound-induced) 음향 신호를 처리하여 초음파 이미지를 생성하고, 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140)은 광-유도된 음향 신호를 처리하여 광음향 이미지를 생성한다. 일 실시예에서, 초음파 기구(150)와 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140)은 2개의 통합된 기능을 수행하는 집적된 시스템으로 통합될 수 있다. 전술한 것과 같이, 일 실시예에서, 프로브(102)에 의해 검출되어 전기경로(108)를 통해 컴퓨팅 서브시스템(128)에 전달된 초음파를 나타내는 전기신호는, 신호들이 초음파 자극으로부터 생성되는지 또는 광 자극으로부터 생성되는지 여부에 따라, 릴레이 시스템(110)을 통해 초음파 기구(150)와 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140) 사이에서 스위칭된다.
- [0027] 일 실시예에서, 초음파-자극된 데이터를 반영하는 단층 X선 촬영 이미지(tomographic image)가 초음파 기구(150)에 의해 생성될 수 있고, 광-자극된 데이터를 반영하는 단층 X선 촬영 이미지가 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140)에 의해 생성될 수 있다.
- [0028] 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140)에 의해 생성된, 이미지(단층 X선 촬영 이미지를 포함)는, 캡처된 이미지 데이터의 시퀀스 또는 시간 및 날짜와 관련된 데이터와 함께, 그 시스템 내의 컴퓨터 메모리에 저장될 수 있다. 초음파 기구(150)에 의해 생성된 이미지(단층 X선 촬영 이미지를 포함)는, 적당한 인터페이스(170)를 통해 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140)에 전송되어, 광-자극된 데이터로부터 생성된 이미지들과 함께 시간-동기화된 방식으로 그 시스템에 저장될 수 있다. 일 실시예에서, 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140)의 메모리에 저장된 이미지들은 상기 장치 내부 또는 외부의 또 다른 메모리, 예컨대 비휘발성 메모리에 기록될 수 있다.
- [0029] 일 실시예에서, 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140)은, 하나 이상의 모니터(112, 114)상의 디스플레이 및/또는 메모리에 저장하기 위해, 광음향 프로세싱 및 오버레이 시스템(140)에 의해 생성된 이미지들과 초음파 기구(150)에 의해 생성된 이미지들을 오버레이할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 오버레이된 광음향 이미지는 초음파 이미지와 그것을 구별하기 위해 다른 색으로 보여질 수 있다. 일 실시예에서, 상기 오버레이된 광음향 이미지는, 예컨대 혈액 산화(blood oxygenation)와 같은, 광음향 이미지를 통해 식별할 수 있는 상체에 대응하는 색들을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 혈액산화는 청색보다는 적색으로 보이는 반면, 산소가 분리된 혈액(deoxygenated blood)은 적색보다는 청색으로 보인다. 본 명세서에서 사용된 표현 중 오버레이는 이미지의 전통

적인 오버레이뿐만 아니라 혼합하여 이미지를 병합하는 것을 포함한다.

- [0030] 일 실시예에서, 장치(100)는 장치의 모드들, 즉 초음파 또는 광음향 중 하나에 관련된 데이터를 연속적으로 생성하고 취득하는 시퀀스를 포함하는 사이클로 동작하도록 구성될 수 있다. 장치의 모드들의 동작 사이의 최소 시간 간격은 장치(100) 컴포넌트들 및 완전 실행과 사용을 위해 복귀하는 그것들의 능력에 달려있다. 일 실시예에서, 사용자는 다음과 같은 다양한 프로그램된 사이클 사이에서 선택할 수 있다: 예를 들면, 초음파만; 제1 파장만; 제2 파장만; 제1 및 제2 파장; 그리고 제1 파장, 제2 파장에 이은 초음파의 복수회 반복. 당해 기술분야의 통상의 기술자에게는 다른 조합들이 가능함은 명백할 것이다. 일 실시예에서, 기계 조작자에 의해 추가의 사이클들이 추가될 수 있다. 일 실시예에서, 전체 사이클의 데이터 수집은, 볼륨(160)의 실질적으로 동일한 부분에 안내되고 빠르게 연속해서 완수되는 것이 일반적으로 의도된다. 일 실시예에서, 장치(100) 사이클들은, 전술한 바와 같이, 일반적으로 초당 1 내지 50의 범위에 있고, 더 일반적으로는 초당 2내지 20의 범위에 있다. 최대 사이클 주파수는 사이클 및 모드들의 능력에 의해서만 제한된다.
- [0031] 일 실시예에서, 장치(100)의 디스플레이(112, 114)는 선택된 동작 사이클들에 종속하여 다양한 정보를 보여주도록 설정될 수 있다. 일 실시예에서, 임의의 디스플레이(112, 114) 또는 디스플레이의 일부는 다음 중 적어도 하나를 보여줄 수 있다: 초음파만의 이미지; 제1 파장 응답만의 이미지; 제2 파장 응답만의 이미지; 통합된 제1 및 제2 파장 응답 이미지; 및/또는 오버레이 초음파 이미지 및 파장 응답 또는 통합된 파장 응답 이미지. 통합된 제1 및 제2 파장 이미지는 이미지를 제공하는 차동 수단 또는 다른 조합 수단을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 한 사이클의 별개의 데이터 수집들의 각각에 대응하여, 또는 그것들의 일부 또는 전부 사이의 합 또는 차이에 대응하여 이미지가 표시될 수 있다.
- [0032] 일 실시예에서, 상기 장치는 3-위상 데이터 수집 동작을 사용하여 동작될 수 있으며, 그 중 한 위상은 초음파 자극에 응답하여 데이터를 생성 및 수집하고, 다른 한 위상은 광의 제1 파장에 응답하여 데이터를 생성 및 수집하며, 나머지 한 위상은 광의 제2 파장에 응답하여 데이터를 생성 및 수집한다.
- [0033] 적절한 파장을 사용하면, 광음향은 볼륨(160) 내 혈액을 식별하는데 효과적이며, 산화된 혈액과 산소분리된 혈액 사이를 쉽게 구별하기 위해 복수의 파장이 사용될 수 있다. 마찬가지로, 적절한 파장을 사용하면, 광음향은 볼륨(160) 내 국부적인 헤모글로빈 함량을 측정하는데 효과적이다. 따라서, 예를 들면, 증가된 혈액 농도 및 감소된 산화에 의해 특징지어지는 악성 종양은, 그러한 증가된 혈액 농도에 의해 특징지어지지 않고 더 일반적인 산화를 갖는 양성 종양보다 광음향 이미지에서 매우 다르게 나타날 것이다. 또한, 다양한 생물학적 조직들과 장기들 사이를 더 잘 구별하기 위해 광의 특정 파장들이 선택될 수 있다. 큰 스펙트럼의 적외, 근적외 및 가시 파장들이 생물학적 개체들 내에 광음향 응답을 생성할 수 있지만, 산화된 혈액은 약 1064 nm의 파장을 가진 광원에 대해 산소 분리된 혈액보다 광음향적으로 반응성이 더 큰 반면, 산소 분리된 혈액은 757 nm의 파장을 가진 광원에 대해 산화된 혈액보다 광음향적으로 반응성이 더 크다. 장치(100)에서 사용된 광의 개수 및 특정 파장(들)은 상기 볼륨의 구성과 관심을 가진 대상의 유형에 따라서 선택된다.
- [0034] 도 3은 도 2에 도시한 프로브(102)의 일 실시예의 분해도이다. 쉘(302, 304)이 분리되어 프로브(102) 내 컴포넌트들을 보여준다. 쉘(302, 304)은 플라스틱 또는 임의의 다른 적당한 재료로 만들어질 수 있다. 광에, 특히 광 서브시스템(129)에 의해 생성된 광에 노출될 수 있는 쉘(302, 304)의 표면들은, 반사성(즉, 밝은 색의) 재료로 만들어지고 광을 산란하는(즉, 1과 10 사이의 산란계수를 갖는) 것이 바람직하다. 일 실시예에서, 쉘(302, 304)의 표면들은 높은 반사성을 갖는다(즉, 반사율이 75%를 초과). 일 실시예에서, 쉘(302, 304)의 표면들은 매우 높은 반사성을 갖는다(즉, 반사율이 90%를 초과). 일 실시예에서, 쉘(302, 304)의 표면들은 낮은 광 흡수율을 갖는다(즉, 흡수율이 25% 미만). 일 실시예에서, 쉘(302, 304)의 표면들은 매우 낮은 광 흡수율을 갖는다(즉, 흡수율이 약 10% 미만). 또한, 쉘(302, 304)을 형성하는 재료는 음향 에너지를 반사하거나 투과하기보다는 흡수하도록 음향적으로 흡수성이 있어야만 한다.
- [0035] 일 실시예에서, 연성 회로(flex circuit)(312)는 초음파 트랜스듀서(310)를 형성하는 압전 초음파 트랜스듀서 소자들(미도시)의 어레이에 케이블 커넥터(314)를 연결하는 복수의 전기 트레이스(미도시)를 포함한다. 일 실시예에서, 연성 회로(312)는 접혀서 지지체(311) 둘레에 감싸지며, 실리콘과 같은 접착제를 사용하여 거기에 고정될 수 있다. 일 실시예에서, 블록(313)은 압전 초음파 트랜스듀서 소자들의 어레이에 대향하여 지지체(311)에 부착된다. 일 실시예에서, 초음파 트랜스듀서(310)는 적어도 128개의 초음파 소자들을 포함하지만, 더 많은 수의 초음파 소자들을 갖는 것이 바람직한데, 이는 추가의 소자들이 장치(100)의 이미징의 왜곡을 감소시키고, 및/또는 해상도, 정확도 및/또는 깊이를 향상시키기 때문이다. 케이블 커넥터(314)는 전기 트레이스들, 및 따라서, 초음파 트랜스듀서(310)를 전기경로(108)에 동작 가능하게 연결한다. 일 실시예에서, 전기경로(108)는

초음파 트랜스듀서 어레이(310) 내의 각각의 초음파 트랜스듀서 소자를 위한 동축 와이어를 포함한다.

[0036] 초음파 트랜스듀서(310)는, 초음파 소자들이 음향 렌즈(205)와 근접하거나 접촉하도록, 하우징(316) 내에 끼워진다. 음향렌즈(205)는 실온 가황(RTV: room temperature vulcanization) 실리콘 고무와 같은 실리콘 고무를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 하우징(316) 및 음향렌즈(205)는 동일한 RTV 실리콘 고무 재료로부터 단일 유닛으로 형성된다. 일 실시예에서, 초음파 트랜스듀서(310), 연성 회로(312)의 부분들, 지지체(311) 및 블록(313)은, 실리콘과 같은 적당한 접착제를 사용하여 음향렌즈(205)를 포함하는 하우징(316) 내에 실장되어, 트랜스듀서 조립체(315)를 형성한다. 블록(313)은 트랜스듀서 조립체(315)를 다른 컴포넌트들에 부착하거나 장착하기 위해 사용될 수 있다.

[0037] 백색화 하기 위해, 그리고 광 서브시스템(129)에 의해 생성된 광의, RTV 실리콘 고무 음향 렌즈(205) 및/또는 트랜스듀서 조립체(315)에 대한 광음향 효과를 감소시키기 위해, 일 실시예에서, 음향 렌즈(205) 및/또는 트랜스듀서 조립체(315)를 형성하는 RTV 실리콘 고무에 TiO_2 가 도핑된다. 일 실시예에서, 음향 렌즈(205) 및/또는 트랜스듀서 조립체(315)를 형성하는 RTV 실리콘 고무에 약 4%의 TiO_2 가 도핑될 수 있다. 일 실시예에서, 음향 렌즈(205)의 외부면 및/또는 트랜스듀서 조립체(315)의 외부면은 황동, 알루미늄, 구리 또는 금과 같은 얇은 층의 금속으로 추가로 또는 대안으로 코팅될 수 있다. 그러나 금은 RTV 실리콘 고무에서 벗겨지거나 깨져 떨어지는 경향이 있는 것을 알았다. RTV 실리콘은 먼저 페틸렌(perylene)으로 코팅된 후, 니켈로 코팅된 다음, 금으로 코팅되며, 최종적으로 다시 페틸렌으로 코팅될 수 있음이 밝혀졌다. 복수회의 적층은, 음향렌즈(205)의 음향 특성에 어떤 실질적인 부작용을 주지 않고 또한 초음파를 검출하는 초음파 조립체(315)에 어떤 실질적인 부작용을 주지 않으면서, 내구성을 가진 금 코팅을 제공한다. 실제에서, 니켈층 하부와 금층 상부의 페틸렌 코팅은, 그것이 위에 피착되는 금속 또는 고무에 잘 부착하기 보다는 에지에서 컬링(curling)될 수 있음을 알았다. 따라서, 아래 더 상세히 설명되는 바와 같이, 일 실시예에서, 페틸렌 코팅 에지를 가진 음향 렌즈(205) 및/또는 트랜스듀서 조립체(315)의 부분들은, 컬링 또는 박리를 방지하기 위해, 다른 컴포넌트들에 대해서 기계적으로 안전하도록 적용된다. 일 실시예에서, 음향 렌즈(205)를 포함하는 트랜스듀서 조립체(315)의 거의 전체 외부면이, 페틸렌, 니켈, 금, 및 페틸렌의 연속 층으로 순차적으로 코팅된다.

[0038] 일 실시예에서, 표면에 입사하는 광경로(132)로부터의 임의의 광을 반사하기 위해, 반사성 재료가, 하우징(316)의 후단부로부터 연성 회로(312)의 단부까지, 트랜스듀서 조립체(315)를 둘러싼다. 일 실시예에서, RF 에너지용 전자기 차폐재가, 하우징(316)의 후단부로부터 연성 회로(312)의 단부까지, 트랜스듀서 조립체(315)를 둘러싼다. 일 실시예에서, 광(130, 131)은 상당한(예컨대, 수 나노 초 동안 1,000 볼트를 초과하는) 에너지를 받아서, 프로브(102)의 구역 내에 상당한 전자기 RF 에너지를 생성할 수 있다. 일 실시예에서, 하우징(316)의 후단부로부터 연성 회로(312)의 단부까지의 트랜스듀서 조립체(315)는 박(foil)으로 둘러싸이며, 이것은 반사성 재료로서 그리고 RF 에너지 차폐재로서 역할을 할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 박은: 구리, 금, 은의 그룹으로부터 선택된다. 일 실시예에서, 상기 박은 장치(100)의 전기적 접지에 접속된다.

[0039] 스페이서(320)는 도광 막대(322)를 트랜스듀서 조립체(315)에 대해서 간격을 두어 위치시킨다. 스페이서들은, 바람직하게는, 광 서브시스템(129)에 의해 생성된 광에 대한 광음향 응답을 감소시키는 재료로 만들어진다. 일 실시예에서, 스페이서들(320)은 셀(302, 304)의 광 접촉 부분들과 유사한 재료로 만들어진다. 일 실시예에서, 도광 막대(322)는 광경로(132)의 일부인 광파이버들을 수용한다. 일 실시예에서, 광경로(132)를 구성하는 광파이버들은 도광 막대(322)에 걸쳐서 랜덤하게(또는 의사-랜덤하게) 분포될 수 있으며, 따라서 도광 막대(322)에 의해 유지된 광파이버들의 광 방출 단부 상의 대응하는 특정한 위치들에 대해서 최소 의사-랜덤하게 광파이버 번들의 수광 단부 상에 특정한 위치를 차지한다. 본 명세서에서 사용된 용어, 광경로(132)를 구성하는 랜덤하게(또는 의사-랜덤하게) 분포된 광파이버들은, 근위 단부와 원위 단부 사이의 파이버들의 매핑이, 광경로(132) 내 국부적 간섭(예컨대, 한 그룹의 인접한 광파이버들의 연소 또는 국부적인 현상(예컨대, 광경로(132)의 진입점에서의 불균일한 광)이 전송된 전체 파위에 영향을 주지만, 광경로(132)의 원위단부의 어떤 특정 부분에 동작상 의미있는 영향을 주지 않도록 실행되는 것을 의미한다. 따라서, 근위단부에서 인접한 2개의 광파이버들은 광경로(132)의 원위단부에서는 인접할 가능성이 낮다. 광파이버 번들이 근위단부 및 원위단부에서 융합되는 경우, 적어도 하나의 단부가 융합되기 전에 랜덤화가 실행되어야 한다. 본 명세서에 사용된 용어, 랜덤하게(또는 의사-랜덤하게) 분포된 광파이버들은, 2개의 상이한 광경로들(132) - 즉 상이한 장치들(100)에 있어서 -이 서로 달라야 한다는 것을 의미하지 않는다. 다시 말해서, 랜덤화되는 기준을 여전히 충족시키면서, 상이한 장치들(100)의 광경로 내에 단일의 "랜덤" 매핑이 재생성될 수 있다. 광은 일반적으로 가우시안 방식으로 행동하기 때문에, 광경로(132)에 대한 진입점은 통상적으로 완전히 균일하지는 않다. 전술한 것과 같이, 랜덤화는 광경로(132) 안으로 광의 불균일한 진입을 위해 적용할 수 있다. 랜덤화는 또한 조명된 구역에 대해서 광 플루언스의

균질화를 제공할 수 있는데, 이는 광 플루언스를 더욱 균일하게 분포시키는데 도움이 될 수 있기 때문이다.

- [0040] 일 실시예에서, 도광 막대(322)에 의해 수용된 광파이버들은 모두 실질적으로 같은 기하학적 표면, 예컨대 굽은 평면 또는 평평한 평면으로 종료한다. 일 실시예에서, 파이버들이 도광 막대(322)에 부착된 후, 파이버 단부들은 더욱 균일한 각도의 광 방출을 제공하기 위해 래핑(lapping)되거나 폴리싱될 수 있다. 일 실시예에서, 도광 막대(322)는, 조립된 프로브(102) 내에 설치된 상태에서, 그곳으로부터 방출되는 광을 프로브(102)의 원위 면에 수직보다 약간 작은 각도로, 구체적으로는 음향 트랜스듀서 어레이(310)의 중심을 수직으로 교차하는 평면을 향해 내측으로 작은 각도로 조향한다. 일 실시예에서, 광경로(132)의 원위단부(들)는 음향 트랜스듀서 어레이(310)의 형상과 매칭하거나 또는 면밀하게 가까워야 한다.
- [0041] 본 명세서에서의 "도광 막대"에서 사용된 용어 "막대(bar)"는 특정한 형상을 나타내려는 의도는 아니다. 예를 들어, 도광 막대(322)은 광파이버들의 원위 단부들을 원, 타원, 삼각형, 정방형, 장방형, 또는 임의의 불규칙한 형상 중 일부 또는 전부와 같은 실질적으로 모든 형상 내로 안내할 수 있으며, 열거한 것에 한정하지 않는다.
- [0042] 일 실시예에서, 하나 이상의 도광 막대(322) 및 광학 창(203)은 음향 트랜스듀서 조립체(315)를 수용하는 셸(302, 304)의 외부에 있으며, 셸(302, 304) 중 하나 이상의 외부 측면들에 부착된다.
- [0043] 일 실시예에서, 광학 창(203)으로부터 방출되는 광의 각도는 조정 가능하다. 일 실시예에서, 광학 창(203)으로부터 방출되는 광은 범위에 걸쳐 조정 가능하다. 상기 범위의 일 단부에서, 광은 프로브(102)의 원위 면에 수직인 방향으로 광학 창(203)으로부터 나오며, 상기 범위의 다른 단부에서 광은, 음향 트랜스듀서 어레이(310)의 중심과 수직으로 교차하는 평면을 향해 최대 45도 이상의 내부 각도로 광학 창(203)으로부터 방출될 것이다. 상기 범위는 더 작거나 클 수도 있다.
- [0044] 프로브가 2개의 광학 창(203)을 갖는 실시예에서, 2개의 광학 창(203)으로부터 방출되는 광의 각도는 개별적으로 또는 함께 조정 가능하다. 2개의 광학 창(203)으로부터 방출되는 광의 각도를 함께 조정하는 경우에, 광 방향은 각각의 경우에서 내측 투사, 즉 음향 트랜스듀서 어레이(310)의 중심과 수직으로 교차하는 평면을 향한 투사의 각도를 증가 또는 감소시킬 수 있다. 이런 식으로, 더 큰 광 플루언스가, (수직을 향해 각도를 조정함으로써) 볼륨(160) 내로 더 깊게, 또는 (더 내측으로 각도를 조정함으로써) 더 얇게, 조향될 수 있다.
- [0045] 광 각도의 방향 제어는 도광 막대(322)를 움직여서 실행되거나, 광경로(132)-후방 광학기기의 사용을 통해 광학적으로 달성될 수 있다. 광학적 솔루션은 광경로(132)를 통해 전송된 광을 방향 전환하기 위한 하나 이상의 렌즈 및/또는 프리즘의 사용을 포함할 수 있다. 방향 전환된 광은 트랜스듀서 소자들(310) 바로 아래 구역 등의 원하는 구역을 조명하도록 조향될 수 있다. 프로브(102)에 의해 전송된 광의 방향을 제어하는 것은 안전을 유지하고 또한 피부 및 트랜스듀서들에 대해서 광의 방향을 최적화하는데 유용하다.
- [0046] 제어 라인(109)은, 광의 방향을 전환하는 명령을 보내고 및/또는 광 펄스가 광경로(132)로부터 방출될 때 광의 실제 방향을 통지하기 위해 사용될 수 있다. 광학 창(203)으로부터 방출되는 광의 각도는 광 펄스로부터 생성되는 음향 정보를 해석할 때 고려할 중요한 데이터일 수 있다.
- [0047] 일 실시예에서, 장치(100)는 프로브(102)로부터 방출되는 입사 레이저 광의 각도를 조정할 수 있다. 프로브(102)로부터 방출되는 입사 레이저 광의 각도 조정은, 제어 라인(109)을 통해 송신될 수 있는 명령들의 제어하에서 수행되거나, 수동으로 실행될 수 있다. 일 실시예에서, 예를 들면, 원하는 깊이로, 또는 스탠드오프(standoff)가 없는 경우 달성될 수 있는 것보다 표면에 더 가까이, 입사 레이저 광을 조향하는 것을 돕기 위해, 스탠드오프가 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 스탠드오프는 음향 및 광 둘 다에 대해서, 바람직하게는 과장들 중 하나 이상이 광원(129)에 의해 이용되는 광과 초음파 범위의 음향에 대해서, 상대적으로 투명하다. 스탠드오프의 사용은, 초음파 분해능이 트랜스듀서들로부터 명목 거리에 있는 오브젝트를 검출하는 능력이 부족하기 때문에, 초음파 응용에서 볼륨(160)의 표면에 가까운 오브젝트의 이미징에 도움을 주는 것으로 알려져 있지만, 본 출원에서 스탠드오프의 사용은 다른 목적, 즉 광원들이 트랜스듀서 소자들(310)의 바로 아래를 지향하도록 하기 위한 것이다. 일 실시예에서, 스탠드오프는 프로브(102)와 분리되어, 볼륨(160)과, 음향렌즈(203) 및 하나 이상의 광학 창(203)을 포함하는 프로브(102)의 원위 단부 사이에 배치된다. 일 실시예에서, 상기 스탠드오프는 프로브에 통합될 수 있으며, 필요에 따라 탑재되거나 분리될 수 있다.
- [0048] 광학 창(203)은 또한 프로브(102) 조립체의 일부일 수 있다. 일 실시예에서, 광학 창(203)은 도광 막대(322)의 단부로부터 이격되며, 따라서 광경로(132)를 구성하는 광파이버들의 단부로부터 이격된다. 본 명세서에서 사용된 용어 "광학 창"은 기계적으로 또는 광학적으로 평평한 광학적 실체에 한정되지 않으며, 투명한 광학적 실체 만으로도 한정되지 않는다. 대신에, 상기 용어는, 통과하는 광에 영향을 주거나 주지 않을 수 있는 광학소자이

지만, 광경로(132)에 근접한 광학 창(203)의 측면에 입사하는 광의 적어도 상당한 부분이, 상기 광학 소자의 특성에 종속하는 방식으로, 프로브 조립체(102)에서 나가는 것을 허용하는 광학 소자를 지칭하기 위해 사용된다. 일 실시예에서, 광학 창(203)은 투명하여, 프로브(102)의 원위 단부가 볼륨(160)과 접촉하거나 근접하고 있는 경우 광 특히 광경로(132)의 단부로부터 방출된 광의 볼륨(160)으로의 투과를 허용할 수 있다. 일 실시예에서, 광학 창(203)은 반투명하여, 프로브(102)의 원위 단부가 볼륨(160)과 접촉하거나 근접하고 있는 경우 광 특히 광경로(132)의 단부로부터 방출된 광의 볼륨(160)으로의 퍼짐(diffusion) 및 투과를 허용할 수 있다. 일 실시예에서, 광학 창(203)은 렌즈로서, 프로브(102)의 원위 단부가 볼륨(160)과 접촉하거나 근접하고 있는 경우 광 특히 광경로(132)의 단부로부터 방출된 광의, 볼륨(160)에의 성형(shaping) 및 조향(direction)을 허용할 수 있다.

[0049] 조립된 프로브(102)에서, 광학 창(203)의 한 예시는 트랜스듀서 조립체(315)에 근접하거나 접촉한다. 광학 창(203)의 트랜스듀서 조립체(315)와의 근접은 광학 창(203)으로부터 방출된 광이 음향렌즈(205)에 가까운, 따라서 트랜스듀서 어레이(310)의 평면에 가까운 위치로부터 방출되는 것을 가능하게 한다.

[0050] 사용 시, 프로브(102)의 원위 단부와 볼륨(160) 사이의 음향적 접촉을 향상시키기 위해 매개체(coupling agent)(예컨대, 젤)가 사용될 수 있다. 만일 상기 매개체가 광경로(132)를 형성하는 광파이버들의 원위 단부와 접촉하는 경우, 광경로(132)를 통한 광 전송에 응답하여 외부 음향 신호가 생성될 수 있다. 일 실시예에서, 광학 창(203)을 포함하는 프로브(102)의 원위 단부는 상기 매개체와 광파이버들의 원위단부 사이에 갭을 생성함으로써, 광경로(132)에서 방출되는 광에 응답하여 상기 매개체의 잠재적인 음향적 효과를 완화한다.

[0051] 도 4는 도 2에 도시된 프로브와 같은 조립된 프로브(102)의 일 실시예의 더 넓은 면의 중심선을 따라 도시된 단면도이다. 셸(302, 304)은 프로브(102)의 원위 단부에서 광학 창(203) 및 트랜스듀서 조립체(315)를 지지한다. 트랜스듀서 조립체(315) 및 셸(302, 304)에 의해 지지된 스페이서들(320)은 광학 창(203) 및 도광 막대(322)의 배치를 지원하고, 도광 막대(322)와 광학 창(203) 사이에 갭(402)을 유지하는 것을 지원한다.

[0052] 광경로(132)를 형성하는 광파이버들의 원위 단부들은 볼륨(160)으로 또는 음향 트랜스듀서(310)로의 물리적인 음향 전도 경로를 생성하지 않도록 배치된다. 일 실시예에서, 갭(402)은 광경로(132)를 형성하는 광파이버들의 원위 단부들과 볼륨(160) 또는 음향 트랜스듀서(310) 사이의 고주파 음향 전도 경로를 차단하는 목적을 제공한다. 특별히 선택된 재료들은, 후술되는 바와 같이, 도광 막대(322)가 광경로(132)의 원위 단부와 볼륨(160) 또는 음향 트랜스듀서(310) 사이의 물리적 음향 전도 경로를 감소시키거나 최소화시키는 것을 확실히 하기 위해 사용될 수 있다.

[0053] 압전 트랜스듀서 소자들(미도시)을 위에 갖는 연성 회로(312)는 지지체(311)를 둘러싸며, 상기 압전 트랜스듀서 소자들을 연성회로의 각각의 단부에서 케이블 커넥터(314)와 전기적으로 연결한다.

[0054] 셸(302, 304)의 개구부(404)는 광경로(132)(도 1 참조), 전기경로(108)(도 1 참조), 및 임의적인 파워 및 제어 라인(109)(도 1 참조)이 프로브(102)의 내부로 들어가기 위한 개구를 제공한다. 일 실시예에서, 개구부(404)를 통해서 프로브(102) 안으로 통과하는 경로들 또는 선들에 대해 안정과 변형 완화(strain relief)를 제공하기 위해 고무 고리(미도시)가 사용될 수 있다.

[0055] 도 5a를 참조하면, 10개의 광파이버의 단부들에 근접한 표면에 부딪히는 광의 전형적인 패턴이 도시되어 있다. 오늘날, 전형적이고 적당히 유연한 광파이버들은 약 50 내지 200 마이크로미터 범위의 지름을 갖는다. 광파이버에서 나가는 광은 서서히 확대되는 경향이 있으며, 예를 들면, 도 5b에는 광파이버의 단부를 떠난 후 확대되는 광의 예시가 참조를 위해 도시되어 있다. 광파이버를 떠난 광 빔의 확대율은 광파이버의 지름과 광파이버 재료의 굴절률의 함수이다. 한 그룹의 광파이버들이 조명되는 표면에 근접하여 배치될 때, 도 5a에 도시된 것과 같은 광 패턴이 생성된다.

[0056] 일 실시예에서, 조명되는 구역을 확대하고, 광경로(132)의 무게를 최소화하고 유연성을 증가시키기 위해, 더 작은 지름을 가진 광파이버들이 채용된다. 광은 광 파이버에서 나가면서 분기되며, 이러한 분기(divergence)는 광파이버의 지름에 역으로 관련이 있다. 즉 더 작은 지름의 광파이버에서 나온 광이 더 빨리 분기한다. 따라서, 예를 들면, 조명되는 구역을 확대하고 그에 따라 빔 확대기를 감소시키거나 또는 그 필요를 잠재적으로 제거하기 위해, 50 마이크로미터 미만 범위의 광파이버들이, 그리고 잠재적으로는 30 마이크로미터 미만의 광파이버들이 바람직할 수 있다. 일 실시예에서, 도 5a에 도시된 광의 특성 패턴을 피하기 위해, 광경로(132)를 구성하는 하나 이상의 그룹의 광파이버들의 단부가 융합(fusion)될 수 있다.

[0057] 일 실시예에서, 광음향 프로브는 조명되는 볼륨의 표면에 입사하는 비교적 균일한 광 분포를 생성해야 한다. 또한 광음향 프로브는 비교적 큰 면적의 광 분포를 생성하는 것이 바람직하다. 비교적 크고 균일한 광 분포를 제

공하는 것에 의해, 광음향 프로브는, 조명되는 표면의 임의의 주어진 구역에 특정한 광 플루언스를 초과하지 않고서 최대량의 에너지를 전달할 수 있으며, 이것은 환자의 안전을 최대화하고 및/또는 신호대잡음비를 개선할 수 있다. 이러한 이유로, 조명되는 볼륨의 표면과 너무 근접하여 광파이버 단부들을 위치시켜서, 도 5a에 도시된 것과 같은 작거나 불균일한 광 분포를 얻는 것은 바람직하지 않을 수 있다.

[0058] 일 실시예에서, 광파이버들은 조명될 볼륨의 표면으로부터 멀리 이동될 수 있다. 광파이버들의 단부를 조명될 볼륨의 표면으로부터 멀리 이동시키는 것은 각각의 광파이버로부터 방출되는 빔들을 확대시키고, 더욱 균일한 광 분포 구역을 생성할 것이다. 조명될 볼륨의 표면으로부터 광파이버들을 멀리 이동시키는데 관련된 한 가지 잠재적인 문제는, 확대되는 빔의 표류(stray) 부분들에 의해 초래된 광음향적 효과이다. 또 다른 잠재적인 문제는 프로브의 형상 또는 크기에 따라 (광파이버들의 단부와 조명될 표면 사이의) 거리를 확대하는 효과이다. 또한, 광파이버의 개수의 증가와 (그에 따른 광을 방출하는 파이버 번들의 면적의 확대)는 광경로(132)(도 1 참조)의 비용, 무게 및 유연성을 증가시키며, 또한 프로브의 크기에도 영향을 줄 수 있다.

[0059] 프로브(102)가 손에 쥘 수 있도록 설계되는 실시예에서, 프로브 자루(프로브(102)의 좁은 근위 부분)가 볼륨(160)의 표면에 상대적으로 가깝도록, 프로브 헤드(프로브(102)의 넓은 원위 부분)를 더 짧게 하는 것이 바람직하다. 또한, 프로브(102)가 손에 쥘 수 있도록 설계되는 실시예에서, 그 전체 두께 역시 쾌적함, 편리함 및 조작상의 효과를 위한 고려사항이다. 따라서, 확장을 허용하여 균일한 광 플루언스로 광학 창(203)을 채우기 위해, 광경로(132)를 형성하는 파이버들의 원위 단부를 광학 창(203)으로부터 충분한 거리에 위치시키는 것은 바람직하지 않다. 마찬가지로, 광경로(132)의 원위 단부에서 도광 막대(322)에 의해 지지된 파이버 번들의 면적을 확대하기 위해 매우 큰 수의 파이버들을 사용하고 그에 의해 확장을 허용하여 균일한 광 플루언스로 광학 창(203)을 채우려는 시도 역시 바람직하지 않으며, 이것은 무엇보다도 과도한 무게, 비유연성, 크기 및 비용을 초래할 수 있기 때문이다. 또한, 광학 창(203)의 크기를 감소시키는 것은 장치의 잠재적이고 안전한 총 에너지 출력을 감소시킬 수 있으므로, 바람직하지 않다.

[0060] 도 6b 및 도 6c를 참조하면, 일 실시예에서, 빔 확대기(601b, 601c)는 광의 빔을 확대하여, 그것이 더 짧은 거리에 걸쳐 더욱 균일해지도록 사용될 수 있다. 도 6b는 불투명 유리(ground or frosted) 빔 확대기(601b)의 사용을 도시하는 반면, 도 6c는 렌즈 빔 확대기(601c)의 사용을 도시한다. 일 실시예에서, 도광 막대(322)는 일반적으로 직사각형이지만, 렌즈 빔 확대기(601c)는 원통형 볼록 렌즈 또는 원통형 오목 렌즈일 수 있다. 일 실시예에서, 볼록 렌즈(도시되지 않음)가 빔 확대기로서 사용될 수 있다. 광을 확산시키고 더욱 고르게 분배하기 위해, 다른 렌즈들, 렌즈 시스템들 또는 다른 광학 시스템들 또는 그것의 조합들이 사용될 수 있다는 것이 이 기술분야의 숙련자에게 명백할 것이다.

[0061] 다시 도 4를 참조하면, 일 실시예에서, 도광 막대들(322)은 파이버들의 원위 단부들을 보유한 단부 상에서의 초음파 이미징 평면을 향해 안쪽으로 각이 진다. 도광 막대(322)의 원위 단부의 안쪽 각짐은 그로부터 방출한 광이 광학 창(203)을 보다 양호하게 채우며, 그에 따라 광학 창(203)을 고르게 조명하도록 허용한다. 빔 확대기를 포함할 수 있는 갭(402)은 광학 창(203)을 채우도록 확대하기 위해 광경로(132)를 통해 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 볼륨 안으로 더 양호하게 전파하게 하는 경향이 있다.

[0062] 다시 도 1로 가면, 프로브(102)는 핸드헬드(handheld) 용도로 의도되기 때문에, 광경로(132), 전기경로(108), 및 선택적 파워 및 제어 라인(109)의 무게 및 유연성은 고려사항이다. 일 실시예에서, 광경로(132)를 더 가볍고 더 유연하게 만들기 위해, 광경로(132)는 가능한 한 적은 파이버들로 구성된다. 다수의 파이버들이 얼마나 적게 사용될 수 있는지에 대한 제한 인자는 광경로(132)를 통해 전달되는 광의 양이다. 파이버를 통해 너무 많은 광의 전송은 파이버를 손상시킬 것이다. 광경로(132)는 볼륨(160)의 표면에 유동적인 광의 총량과, 광원(129)과 조명되는 볼륨(160)의 표면 사이에서 손실된 임의의 광(예컨대, 흡수 또는 산란된 광)을 더하여 운반해야 한다. 조명의 최대 면적은 광학 창(203)의 크기를 초과하지 않는 것으로 알려져 있고, 또한, 조명의 면적은 단위 면적당 플루언스 한계에 제한되기 때문에, 광경로(132)에 의해 운반된 총 광 에너지는 광학 창들(203)의 크기와 플루언스 한계를 곱함으로써 추정될 수 있다. FDA는 사람에 대한 플루언스의 안전 레벨에 대한 수치를 제공한다.

[0063] 조명된 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 조명의 면적을 증가시키는 것은(예컨대, 광학 창(203) 및 빔의 크기를 증가시킴으로써) 볼륨(160) 자체의 표면에 의해 생성된 광음향 영향을 감소시키며, 따라서 이질 부분들(161, 162)을 나타내는 원하는 신호와 비교하여 볼륨(160) 자체의 표면에 의해 생성된 바람직하지 않은

광음향 신호를 감소시킬 수 있다.

- [0064] 볼륨(160) 자체의 표면에 의해 생성된 원치 않은 광음향 신호 이외에, 광학 창들(203) 및 각각의 도광 막대들(322) 사이의 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 창들(203) 및 임의의 선택적 빔 확대기(601b, 601c) 역시 초음파 트랜스듀서에 의해 검출될 수 있는 원치 않는 광음향 신호들의 소스들이 될 수 있다.
- [0065] 일 실시예에서, 광학 창들(205)과 각각의 도광 막대들(322) 사이의 공간을 둘러싸는 벽들은, 높은 음향 흡수율 특성들을 갖고 및/또는 흰색이고 및/또는 높은 광 산란 및/또는 반사 특성을 가진 재료로 만들어질 수 있다. 이러한 특성들을 가진 재료를 사용하는 것은 초음파 트랜스듀서에 의해 검출될 수 있는 원치 않는 광음향 신호들을 감소시킬 수 있다. 일 실시예에서, 스페이서들(322)은 백색 컬러로 건조되는 2부분 고성능 캐스팅 수지인 Micro-Mark CR-600과 같은 수지 재료로 만들어질 수 있다.
- [0066] 일 실시예에서, 높은 음향 흡수율 특성을 갖고 및/또는 백색이고 및/또는 높은 광 산란 특성을 가진 재료의 층(도시되지 않음)이, 조립된 프로브(102) 내의 도광 막대들(322)과 트랜스듀서 어셈블리(315) 사이에 위치된다. 대안으로, 상기 층은 조립된 프로브(102) 내에서 두 부분이 접촉하는 도광 막대(322) 또는 트랜스듀서 조립체(315)에 직접 적용될 수 있다. 이러한 층은 초음파 트랜스듀서에 의해 검출될 수 있는 원치 않는 광음향 신호들을 감소시킬 수 있다. 일 실시예에서, 상기 층은 백색 컬러로 건조되는 2부분 고성능 캐스팅 수지인 Micro-Mark CR-600과 같은 수지 재료로 만들어질 수 있다. 일 실시예에서, 상기 층(도시되지 않음)은 또한 반사성 코팅을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 그렇지 않으면 상기 층에 부딪힐 수 있는 광을 반사하기 위해, 금의 반사성 코팅이 상기 층에 도포될 수 있다.
- [0067] 일 실시예에서, 광학 창(203) 및/또는 빔 확대기(601b, 601c)의 광음향 특징(optoacoustic signature)을 감소시키기 위해, 반사-방지 코팅제가 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 불화 마그네슘이 반사-방지 코팅제로서 광학 창(203) 및/또는 빔 확대기(601b, 601c) 상에 사용될 수 있다. 반사-방지 코팅제는, 광학 창(203)에 의해 흡수되거나 또는 반사되는 에너지를 감소시키고 및/또는 최소화하기 위해 사용될 수 있다.
- [0068] 일 실시예에서, 트랜스듀서 어셈블리(315) 및/또는 음향 렌즈(205)의 광음향 특징은 백색화(whitening)에 의해 감소될 수 있다. 일 실시예에서, RTV 실리콘 고무를 포함한 음향 렌즈(205)는 약 4% TiO₂로 도핑됨으로써 백색화되고, 감소된 광음향 특징을 가질 수 있다. TiO₂ 도핑은, 음향 렌즈의 반사성과 그에 따른 흡수율을 증가시키고, 또한, RTV 실리콘 고무의 광음향 응답을 퍼지게 하는 경향이 있는 산란 효과를 가지므로, 그 응답을 더욱 쉽게 필터링될 수 있는 하위 주파수로 변환한다고 믿어진다. 상기 논의된 바와 같이, 트랜스듀서 어셈블리(315) 및/또는 음향 렌즈(205)의 외부면에는 금, 구리, 알루미늄, 또는 황동과 같은, 금속 코팅이 제공될 수 있다. 일 실시예에서, 금속 코팅 특히 금은 트랜스듀서 어셈블리(315) 및/또는 음향 렌즈(205)의 광음향 특징을 감소시킨다. 금은 광 스펙트럼에서의 그것의 높은 반사성 때문에 음향 렌즈(205)의 광음향 특징을 감소시킨다고 믿어진다.
- [0069] 상기 논의된 바와 같이, 광학 경로(132)의 단부에서의 광파이버들은 도광 막대(322)에 의해 보유되며, 도광 막대(322)에 의해 보유된 파이버 단부들 모두는 실질적으로 동일한 평면상에 위치된다. 일 실시예에서, 파이버 단부들은 기계적인 힘, 접착제, 또는 기계적인 힘과 접착제의 조합을 사용하여 제자리에 고정될 수 있다. 상기 파이버들은, 그것들을 원하는 위치 및 패턴에 유지하기 위해, 및/또는 레이저 발사로 인한 기계적 에너지의 출력을 감소시키기 위해, 그것들의 원위 단부 가까이에 접착될 수 있다. 일 실시예에서, 도광 막대(322) 내에 고정된 광파이버들 사이의 공간들은, 다음의 특성들 중 하나 이상을 가진 재료로 채워질 수 있다: 음향 흡수, 광 산란, 백색 및/또는 광 반사. 일 실시예에서, 광경로(132)의 원위 단부에서 도광 막대(322)에 의해 수용될 수 있는 광파이버들이 융합된다. 광경로(132)의 원위 단부에서 파이버들을 융합하는 것은, 광경로에서 방출되는 광이 더욱 균일하도록 허용할 수 있다.
- [0070] 일 실시예에서, 조립된 프로브를 가지고 피부와 접촉하도록 설계된 구역들, 예컨대 광학 창(203) 근처와 프로브(102)의 원위 단부의 다른 부분들을 포함하여, 광경로(132)에서 나오는 레이저 광이 부딪힐 수 있는 셀(302, 304)의 구역들 상에, 반사성 코팅제가 위치된다. 일 실시예에서, 광경로(132)에서 나오는 레이저 광이 부딪히거나 또는 그럴 가능성이 있는 셀(302, 304)은 금으로 코팅된다. 일 실시예에서, 셀(302, 304)의 부분들은, 현재는 비용 문제가 있지만, 금으로 만들어질 수도 있다.
- [0071] 일 실시예에서, 프로브(102)의 원위 단부가 볼륨의 표면에 있거나 또는 그것에 매우 가까이 있음을 판정하기 위

해, 근접성 검출기 시스템(도시되지 않음)이 사용된다. 이러한 근접성 검출기 시스템은, 프로브(102)가 검사 중인 또는 검사될 볼륨(160)에 근접하지 않을 때, 광원(129)의 펄싱(pulsing)을 방지하기 위해 사용될 수 있기 때문에, 바람직하다. 이것은 안전 대책이며, 광원(129)이 예컨대 눈에 해로울 수 있는 레벨로 광을 생성할 수 있기 때문이다. 근접성 검출기 시스템은 다음 형태로 구현될 수 있다: 프로브의 원위 단부에서 기계적 접촉 스위치; 볼륨(160)의 표면으로부터 무해한 빔의 반사를 검출하는 광학 스위치; 볼륨(160) 및/또는, 볼륨(160)과 프로브의 원위 단부 사이의 임의의 음향 젤 또는 다른 재료들과의 접촉에 의해 폐쇄되는 전도성 스위치; 프로브(102)의 원위 단부와 접촉을 위한 전도성 표면을 포함하는 스탠드오프 및 전도성 스위치; 관심 있는 볼륨(160)의 표면에 적용된 얇고 광학적으로 및 음향적으로 투명한 전도성 표면 및 전도성 스위치; 특정 시간 내 음향을 전송하고 및 그 반사를 검출함으로써 볼륨(160)의 근접성을 검출할 수 있는 음향 트랜스듀서 스위치; 좁은 형상의 사운드 송신기 및 수신기를 사용하고 근접성을 검출하기 위해 반사를 사용하거나, 신호 귀환을 검출함으로써 근접성 검출기로서 트랜스듀서 어레이 내 트랜스듀서들 중 하나 이상을 사용하거나, 또는 초음파 모드에서 장치(100)를 동작시키고 초음파 이미지를 검출함으로써, 볼륨(160)의 가까운 근접성을 검출할 수 있는 음향 트랜스듀서 스위치.

[0072] 일 실시예에서, 출력 에너지가 추정되거나 또는 추론될 수 있는 측정을 하기 위해, 광학 검출기(도시되지 않음)가 프로브(102)에 위치될 수 있다. 일 실시예에서, 광학 검출기는 빔 확대기 또는 광학 창에 의해 반사된 에너지와 같은 반사 에너지를 측정할 것이다. 일 실시예에서, 광학 검출기는 깎(402)을 둘러싸는 재료들에 의해 산란된 에너지와 같은 산란 에너지를 측정할 것이다. 광학 검출기의 측정은 제어신호 라인(109)을 통해 시스템 샷시(101)에 송신될 수 있으며, 그것은 프로브(102)의 광 출력을 추론하거나 또는 추정하기 위해 분석될 수 있다. 일 실시예에서, 시스템 샷시(101)에서의 제어 기능은 광 시스템(129)의 광 출력과 그에 따른 프로브(102)의 광 출력을 광학 검출기에 의해 이루어진 측정에 기초하여 제어하거나 또는 조절할 수 있다. 일 실시예에서, 시스템 샷시(101)에서의 제어 기능은 프로브(102)의 광 출력의 변화를 보상하기 위해, 광학 검출기에 의해 이루어진 측정에 기초하여 트랜스듀서 수신기들에서의 이득을 제어하거나 또는 조절할 수 있다. 일 실시예에서, 컴퓨팅 서브시스템(128)은 광학 검출기에 의해 이루어진 측정에 기초하여 제어신호 라인(106)을 통해 광 시스템(129)으로부터의 상이한 활동을 트리거할 수 있다. 일 실시예에서, 광학 검출기에 의해 이루어진 측정은, 장치(100)에 대해 전기 시스템에서의 변화들 또는 파워에 대해 제어를 위해 사용될 수 있다. 유사하게, 일 실시예에서, 광학 검출기에 의해 이루어진 측정은, 장치(100)의 광경로(132) 또는 다른 광학 소자들에서의 변화들에 대해 제어하기 위해 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 광학 검출기는, 그렇지 않다면 프로브(102)에 의해 출력된 광의 플루언스가 안전 한계를 초과하거나 또는 그 훨씬 아래로 떨어지게 할 수 있는 전기적 또는 광학적 특성들에서의 변화들에 대해 수용함으로써, 프로브(102)에 의해 출력된 광의 플루언스를 안전 한계에 가깝지만 그 아래로 유지되도록 하기 위해 사용될 수 있다.

[0073] 도 7은 프로브(700)의 또 다른 실시예의 개략적인 정투영도를 도시한다. 도 8은 프로브(700)의 분해도로서, 그 컴포넌트들을 더욱 상세히 도시하기 위해 쉘(702, 704) 및 기타 컴포넌트들이 분리되어 있다. 도 9 및 도 10은 조립된 상태에서의 프로브(700)의 단면도를 도시한다. 도 11은 본 명세서에 개시된 방법들 및 다른 장치들과 관련되어 사용될 수 있는 프로브의 또 다른 실시예의 길이방향 단면도를 도시한다. 이하에 논의되는 바와 같이, 도 7 내지 도 10에 예시된 프로브(700)와, 도 11에 예시된 프로브(1100)와, 도 3 및 도 4에 도시된 프로브(102) 사이에 몇 가지 중요한 차이가 있다. 예를 들면, 트랜스듀서 어셈블리로부터의 광학 창의 물리적 분리, 음향 렌즈를 위한 지지 하우징의 단축, 및 중요하게는 스페이서들 대신에 아이솔레이터의 사용을 포함하지만, 이것들에 한정되지 않는다.

[0074] 도 3 및 도 4에 도시된 프로브의 경우에서처럼, 쉘들(702, 704)은 플라스틱 또는 임의의 다른 적절한 재료로 만들어질 수 있다. 광, 특히 광 서브시스템(129)에 의해 발생된 광에 노출될 수 있는 쉘들(702, 704)의 표면들은, 바람직하게는 반사성(즉, 밝은 색의) 재료 및 광 산란성(즉, 1 및 10 사이의 산란 계수를 가짐) 모두를 가진다. 일 실시예에서, 쉘들(702, 704)의 표면들은 높은 반사성, 즉 75% 초과 반사율을 가진다. 일 실시예에서, 쉘들(702, 704)의 표면들은 매우 높은 반사성, 즉 약 90% 초과 반사율을 가진다. 일 실시예에서, 쉘들(702, 704)의 표면들은 낮은 광 흡수성, 즉 25% 미만의 흡수율을 가진다. 일 실시예에서, 쉘들(702, 704)의 표면들은 매우 낮은 광 흡수성, 즉 약 10% 미만의 흡수율을 가진다. 또한, 쉘들(702, 704)을 형성하는 재료는 음향 에너지를 반사 또는 투과하기보다는 흡수하도록 음향적으로 흡수성이 있어야 한다. 일 실시예에서, 백색 플라스틱 쉘들(702, 704)이 사용된다.

[0075] 연성 회로(312)에서와 마찬가지로, 일 실시예에서, 연성 회로(712)는 초음파 트랜스듀서(710)를 형성하는 압전 초음파 트랜스듀서 소자들(도시되지 않음)의 어레이에 케이블 커넥터들(714)을 연결하는 복수의 전기 트레이스

들(도시되지 않음)을 포함한다. 일 실시예에서, 연성 회로(712)는 접혀서 지지체(711) 둘레를 둘러싸며, 실리콘과 같은 접합제를 사용하여 그것에 고정될 수 있다. 일 실시예에서, 블록(713)은 압전 초음파 트랜스듀서 소자들의 어레이에 대하여 지지체(711)에 부착된다. 일 실시예에서, 초음파 트랜스듀서(710)는 적어도 128개의 트랜스듀서 소자들을 포함하지만, 추가의 소자들이 왜곡을 감소시키고, 및/또는 장치(100)의 이미징의 분해능, 정확도 및/또는 깊이를 증가시킬 수 있기 때문에, 더 많은 수의 트랜스듀서 소자들을 갖는 것이 바람직할 수 있다. 케이블 커넥터들(714)은 전기 트레이스들(및 그에 따른 초음파 트랜스듀서(710))을 전기경로(108)에 동작 가능하게 연결한다. 일 실시예에서, 전기경로(108)는 초음파 트랜스듀서 어레이(710) 내 각각의 초음파 트랜스듀서 소자를 위한 동축 와이어를 포함할 수 있다.

[0076] 서라운드(716)는, 초음파 트랜스듀서(710)에 근접하여 또는 그것과 접촉하여 위치되는 음향 렌즈(705)를 둘러싼다. 음향 렌즈(205) 및 하우징(216)에 대하여 상기 논의된 바와 같이, 음향 렌즈(705) 및 서라운드(716)는 실온 가황(RTV) 실리콘 고무와 같은 실리콘 고무를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 서라운드(716) 및 음향 렌즈(205)는, 동일한 RTV 실리콘 고무 재료로부터, 단일 유닛으로서 형성될 수 있다. 일 실시예에서, 초음파 트랜스듀서(710)는 실리콘과 같은 적절한 접착제를 사용하여 음향 렌즈(705) 뒤에 고정된다. 트랜스듀서 어셈블리(715)는 따라서 서라운드(716), 음향 렌즈(705), 초음파 트랜스듀서(710), 연성 회로(712)와 그것의 케이블 커넥터들(714), 지지체(711), 및 블록(713)을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 지지체(711) 또는 블록(713)은 트랜스듀서 조립체(715)를 기타 컴포넌트들에 부착하거나 또는 고정시키기 위해 사용될 수 있다.

[0077] 도 3 및 도 4에 도시된 실시예와 유사하게, RTV 실리콘 고무 음향 렌즈(705) 및/또는 서라운드(716) 상에 광 서비스시스템(129)에 의해 생성된 광의 광음향 효과를 감소시키고, 백색화하기 위해, 일 실시예에서, 음향 렌즈(705) 및/또는 서라운드(716)를 형성하는 RTV 실리콘 고무가 TiO_2 로 도핑될 수 있다. 그리고 도 3 및 도 4에 도시된 실시예와 유사하게, 일 실시예에서, 음향 렌즈(705) 및/또는 서라운드(716)를 형성하는 RTV 실리콘 고무는 대략 4% TiO_2 로 도핑될 수 있다. 일 실시예에서, 음향 렌즈(705)의 외부면 및/또는 서라운드(716)의 외부면은 황동, 알루미늄, 구리 또는 금과 같은 금속의 얇은 층으로 추가로 또는 대안으로 코팅될 수 있다. 일 실시예에서, 음향 렌즈(705)의 외부면 및/또는 서라운드(716)의 외부면은 먼저 페릴렌으로 코팅되고, 그 후 니켈로 코팅되고, 그 후 금으로 코팅되며, 마지막으로 다시 페릴렌으로 코팅될 수 있다. 일 실시예에서, 페릴렌 코팅 에지를 가진 음향 렌즈(705) 및/또는 서라운드(716)의 부분들은 커팅 또는 박피를 방지하기 위해 기타 컴포넌트들에 대하여 기계적으로 고정되도록 적응된다. 일 실시예에서, 음향 렌즈(705)를 포함하여, 서라운드(716)의 거의 전체 외부면이 페릴렌, 니켈, 금, 및 페릴렌의 연속 층들로 순차적으로 코팅된다. 일 실시예에서, (음향 렌즈(705)를 포함하는) 서라운드(716)의 거의 전체 외부면뿐만 아니라 서라운드(716)의 측면들 및 밑면(그러나 음향 렌즈(705)의 밑면은 제외)은 설명된 바와 같이 연속 층으로 코팅될 수 있다.

[0078] 도 3 및 도 4에 도시된 실시예와 마찬가지로, 서라운드(716) 뒤의 트랜스듀서 조립체(715)의 부분들은, 전자기 차폐재로서도 역할을 할 수 있는 반사성 재료에 의해, 적어도 부분적으로 둘러싸일 수 있다.

[0079] 그러나 프로브(102)의 설계로부터의 실질적인 출발에서, 프로브(700) 조립체 내의 아이솔레이터(720)는, 광학 창들(703) 및 도광 막대들(722), 및 일 실시예에서 산광기들(750)을 포함하는, 기타 프로브 컴포넌트들로부터 트랜스듀서 조립체(715)를 물리적으로 분리한다. 또한, 일 실시예에서, 음향 렌즈(705) 및 서라운드(716)는 프로브(700)의 말단(distal-most) 컴포넌트가 되도록 배열되며, 아이솔레이터(720)가 차말단(next-distal-most)이고, 광학 창(703)(만일 있다면)은 그것에 근접해 있다. 일 실시예에서, 아이솔레이터(720)는 프로브(700)의 말단의 컴포넌트가 되도록 배열되며, 음향 렌즈(705)의 가장 바깥쪽 볼록부는 그 다음 멀리 있다. 일 실시예에서(도 9 참조), 음향 렌즈(705)의 가장 바깥쪽 볼록부는 프로브(700)의 말단 컴포넌트가 되도록 배열되며, 아이솔레이터(720)는 차말단에 있고, 광학 창(703)(만약 있다면) 및 서라운드(716)는 아이솔레이터(720) 및 음향 렌즈(705)의 가장 바깥쪽 부분 둘 다에 근접한다. 이러한 후자의 방향 설정(orientation)은 음향 렌즈와 광학 창(703) 또는 (광이 관심 있는 조직을 향해 프로브에서 나가는) 다른 위치 사이에서 음향/기계 에너지의 전파를 더 잘 경감시킬 수 있다.

[0080] 일 실시예에서, 아이솔레이터들(720)은 광학 창들(703), 산광기들(750), 및/또는 서라운드(716)의 위치선정 및/또는 고정을 돕는 방식으로 형성된다. 일 실시예에서, 아이솔레이터들(720)은 광학 창들(703), 산광기들(750) 및/또는 서라운드(716)의 위치선정 및/또는 고정을 돕기 위한 리지(ridges) 또는 멈춤부(detents)를 포함한다. 일 실시예에서, 산광기들(750)은 상기 논의된 바와 같은 렌즈 또는 불투명 또는 젓빛 유리 빔 확대기라기보다는 홀로그램 산광기일 수 있다.

[0081] 스페이서들(320)과 마찬가지로, 아이솔레이터들(720)은, 광 서비스시스템(129)에 의해 생성되어 궁극적으로 샘플

링 동안 트랜스듀서(710)에 전송되는 광에 대한 광음향 응답을 감소시키는 재료들로 만들어진다. 도 3 및 도 4에 도시된 것과 같은 일 실시예에서, 스페이서들(320)은 광 서브시스템(129)에 의해 생성된 광을 반사하기 위해 백색화되며, 그에 의해 스페이서들(320)의 광음향 응답을 감소시켜서, 샘플링 동안 트랜스듀서로의 전송으로부터 기계 에너지를 잠재적으로 간섭하는 것을 경감시킨다. 상기 접근법으로부터의 급격하고 분명하지 않은 출발에 있어서, 일 실시예에서, 아이솔레이터들(720)은 광 서브시스템(129)에 의해 생성된 광을 반사하기보다는 흡수하도록 설계된다. 일 실시예에서, 아이솔레이터들(720)은 광을 흡수하는 재료로 제작되고, 실질적으로 광이 트랜스듀서 조립체(715)에 도달하는 것을 방지하지만, 주위의 컴포넌트들의 음향 에너지뿐만 아니라 그것이 흡수한 광에 대한 음향(예컨대, 기계적) 응답의 전송을 약화시킨다. 일 실시예에서, 아이솔레이터들(720)은 실질적으로, 음향 샘플링 프로세스 동안 트랜스듀서들(710)에 도달할 수 있는 - 기타 컴포넌트들(예컨대, 광학 창들(703), 또는 산광기들(750))에서 비롯되는 임의의 광음향 응답과 같은 - 기계 에너지의 경로 내에 있도록, 위치된다. 일 실시예에서, 조립될 때, 아이솔레이터(720)는 음향 트랜스듀서 조립체(715)의 적어도 상당한 부분을 둘러싼다. 일 실시예에서, 조립될 때, 아이솔레이터(720)는 음향 트랜스듀서 조립체(715)를 완전히 둘러싼다. 아이솔레이터들(720)로 트랜스듀서 조립체(715)를 둘러싸고 앞서 말한 특성들을 가진 재료들로부터 아이솔레이터들(720)을 제작함으로써, 샘플링 동안 트랜스듀서(710)에 도달하는 기계 또는 음향 에너지의 양은 저감된다.

[0082] 한편에서의 아이솔레이터(720)와 다른 한편에서의 연성 회로(712) 및 지지체(711) 사이의 공간은 예시를 위한 것이다. 일 실시예에서, 아이솔레이터(720)는, 그것이 예를 들면 두 개의 컴포넌트 부분들로부터 조립될 때, 연성 회로(712)에 대하여 꼭 끼워 맞추도록 제작된다. 이러한 일 실시예에서, 연성 회로(712)에 관하여, 및 그에 따른 트랜스듀서 조립체(715)에 관하여 아이솔레이터(720)를 고정시키기 위해, 글루(glue) 또는 다른 접착제의 얇은 층이 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 맞춤은 꼭 맞지 않으며, 아이솔레이터(720)와 연성 회로(712), 및/또는 지지체(711) 사이의 갭은 글루 또는 접착제로 적어도 부분적으로 채워진다.

[0083] 일 실시예에서, 아이솔레이터들(720)은 상기 에너지를 흡수할 재료들로 제작된다. 일 실시예에서, 아이솔레이터(720)를 제작하기 위해 사용된 재료는 실리콘 고무, 카본 블랙, 및 마이크로스피어(microspheres)로 만들어진 화합물이다.

[0084] 도 11은 프로브(1100)의 또 다른 실시예의 길이방향 단면도를 도시한다. 셸들(1102, 1104)은 플라스틱 또는 임의의 다른 적절한 재료로 만들어질 수 있다. 광에 노출될 수 있는 셸들(1102, 1104)의 표면들은 반사성이거나, 고 반사성일 수 있으며, 낮거나 또는 매우 낮은 광 및 음향 흡수율을 가진다. 일 실시예에서, 연성 회로(1112)는 초음파 트랜스듀서(1110)를 형성하는 압전 초음파 트랜스듀서 소자들(도시되지 않음)의 어레이에 케이블 커넥터들(1114)을 연결하는 복수의 전기 트레이스들(도시되지 않음)을 포함한다. 일 실시예에서, 연성 회로(1112)는 접혀서 지지체(1111) 둘레를 둘러싸며, 실리콘과 같은 접합체를 사용하여 그것에 고정될 수 있다. 일 실시예에서, 블록(1113)은 압전 초음파 트랜스듀서 소자들의 어레이에 대향하여 지지체(1111)에 부착된다. 케이블 커넥터들(1114)은 전기 트레이스와 그에 따른 초음파 트랜스듀서(1110)를 전기경로(108)에 동작 가능하게 연결한다. 일 실시예에서, 광경로(132) 및 전기경로(108)는 변형 완화장치(strain relief)(1101)를 통해 통과된다.

[0085] 음향 렌즈(1105)는 초음파 트랜스듀서(1110)에 근접하여 또는 그것과 접촉하여 위치된다. 음향 렌즈(1105)는 실온 가황(RTV) 실리콘 고무와 같은 실리콘 고무를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 초음파 트랜스듀서(1110)는 실리콘과 같은 적절한 접착제를 사용하여 음향 렌즈(1105) 뒤에 고정된다. 따라서 트랜스듀서 어셈블리(1115)는 음향 렌즈(1105), 초음파 트랜스듀서(1110), 연성 회로(1112) 및 그것의 케이블 커넥터들(1114), 지지체(1111) 및 블록(1113)을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 지지체(1111) 또는 블록(1113)은 트랜스듀서 조립체(1115)를 기타 컴포넌트들에 부착하거나 고정하기 위해 사용될 수 있다.

[0086] 일 실시예에서, 음향 렌즈(1105)를 형성하는 RTV 실리콘 고무는 TiO_2 로 도핑될 수 있다. 일 실시예에서, 음향 렌즈(1105)를 형성하는 RTV 실리콘 고무는 약 4% TiO_2 로 도핑될 수 있다. 일 실시예에서, 음향 렌즈(1105)의 외부 표면은 황동, 알루미늄, 구리 또는 금과 같은 금속의 얇은 층으로 추가로 또는 대안으로 코팅될 수 있다. 일 실시예에서, 음향 렌즈(1105)의 외부면은 먼저 페릴렌으로 코팅되고, 그 후 니켈로 코팅되고, 그 후 금으로 코팅되며, 마지막으로 다시, 페릴렌으로 코팅될 수 있다. 일 실시예에서, 페릴렌 코팅 에지를 가진 음향 렌즈(1105)의 부분들은 컬링 또는 박피를 방지하기 위해 기타 컴포넌트들에 대하여 기계적으로 고정되도록 적용된다. 일 실시예에서, 음향 렌즈(1105)의 거의 전체 외부면은 페릴렌, 그 후 니켈, 그 후 금, 및 그 후 다시 페릴렌의 연속 층들로 코팅된다. 일 실시예에서, 음향 렌즈(1105)의 거의 전체 외부면(그러나 그 밑면은 제외)은 설명된 바와 같이 연속 층으로 코팅될 수 있다. 음향 렌즈(1105) 뒤에 있는 트랜스듀서 조립체(1115)의 부분들은 전자기 차폐재로서 또한 기능을 할 수 있는, 반사 재료에 의해 적어도 부분적으로 둘러싸일 수 있다.

- [0087] 아이솔레이터들(1120)은 광학 창들(1103) 및 도광 막대들(1122), 및 일 실시예에서, 다른 선택들 중에서, 홀로그래프 산광기들 또는 불투명 유리 빔 확대기들일 수 있는 산광기들(1150)를 포함하는 기타 프로브 컴포넌트들로부터 트랜스듀서 조립체(1115)를 물리적으로 분리한다. 일 실시예에서, 아이솔레이터들(1120)은 광학 창들(1103), 산광기들(1150) 및/또는 음향 렌즈(1105)의 위치선정 및/또는 고정을 돕도록 형성된다. 일 실시예에서, 아이솔레이터들(1120)은 광학 창들(1103), 산광기들(1150) 및/또는 렌즈들(1105)의 위치선정 및/또는 고정을 돕기 위한 리지들 또는 멈춤부들을 포함한다.
- [0088] 아이솔레이터들(1120)은 샘플링 동안 광 서브시스템(129)에 의해 생성되어 궁극적으로 트랜스듀서(1110)로 투과되는 광에 대한 광음향 응답을 감소시키는 재료들로부터 만들어진다. 일 실시예에서, 아이솔레이터들(1120)은, 광을 흡수하고 광이 트랜스듀서 조립체(1115)에 도달하는 것을 거의 차단하지만 또한 주위의 컴포넌트들의 음향 에너지뿐만 아니라 그것이 흡수한 광에 대한 음향적(예컨대, 기계적) 응답의 전송을 약화시키는 재료로 제작된다. 일 실시예에서, 아이솔레이터들(1120)은 실질적으로, 음향 샘플링 프로세스 동안 트랜스듀서들(1110)에 도달할 수 있는 - 기타 컴포넌트들(예컨대, 광학 창들(1103) 또는 산광기들(1150))에서 비롯되는, 임의의 광음향 응답과 같은 - 기계적 에너지의 경로에 있도록 위치된다. 일 실시예에서, 조립될 때, 아이솔레이터(1120)는 음향 트랜스듀서 조립체(1115)의 적어도 상당한 부분을 둘러싼다. 일 실시예에서, 조립될 때, 아이솔레이터(1120)는 음향 트랜스듀서 조립체(1115)를 완전히 둘러싼다. 아이솔레이터들(1120)로 트랜스듀서 조립체(1115)를 둘러싸고, 앞서 말한 특성을 가진 재료들로 아이솔레이터들(1120)을 제작함으로써, 샘플링 동안 트랜스듀서(1110)에 도달하는 기계 또는 음향 에너지의 양은 경감된다.
- [0089] 일 실시예에서, 아이솔레이터(1120)는 조립될 때 연성 회로(1112)에 대하여 꼭 맞춤으로 제작된다. 일 실시예에서, 글루(glue) 또는 다른 접착제의 얇은 층이 연성 회로(1112)에 관하여, 및 따라서 트랜스듀서 어셈블리(1115)에 관하여 아이솔레이터(1120)를 고정시키기 위해 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 맞춤은 딱 맞지 않으며, 아이솔레이터(1120) 및 연성 회로(1112), 및/또는 지지체(1111) 사이의 겹은 글루 또는 접착제로, 적어도 부분적으로 채워진다. 일 실시예에서, 아이솔레이터들(1120)은 상기 에너지를 흡수할 재료들로 제작된다. 일 실시예에서, 아이솔레이터(1120)를 제작하기 위해 사용된 재료는 실리콘 고무, 카본 블랙, 및 마이크로스피어로 만들어진 화합물이다.
- [0090] 제형(formulation)
- [0091] 일 실시예에서, 아이솔레이터(720, 1120)는 3개의 주요 성분들, 가요성 캐리어(flexible carrier), 염료(coloring) 및 마이크로버블(microbubble)로부터 제작된다. 여기에 사용된 바와 같이, 용어 마이크로버블은 마이크로스피어, 저밀도 입자 또는 기포를 포함한다. 일 실시예에서, 아이솔레이터(720, 1120)는 다음의 비율들에서의 성분들로부터 제작될 수 있다: 캐리어로서 22g 가요성 재료; 과거 배합도(mix-ability)를 걸쭉하게 만들만큼은 아닌, 적어도 소량의 염료; 및 약 10 - 80체적%의 마이크로스피어. 일 실시예에서, 아이솔레이터(720, 1120)는 다음의 비율들에서의 성분들로부터 제작될 수 있다: 캐리어로서 22g 가요성 재료; 과거 배합도를 걸쭉하게 만들만큼은 아닌 적어도 소량의 염료; 및 약 10 - 80 체적%의 공기, 상기 공기는 작은 거품들로 발생한다. 일 실시예에서, 아이솔레이터(720, 1120)는 다음의 비율들에서의 성분들로부터 제작될 수 있다: 캐리어로서 22g 가요성 재료; 과거 배합도를 걸쭉하게 만들만큼은 아닌 적어도 소량의 염료; 및 가요성 캐리어와 비교하여 - 약 10 - 80 체적%의 저밀도 재료 입자들.
- [0092] 일 실시예에서, 아이솔레이터(720, 1120)는 다음의 성분들로부터 제작된다: 22g 가요성 재료; 약 1/16 tsp 와 1 tsp 사이의 염료; 및 약 25 - 70 체적%의 마이크로버블. 일 실시예에서, 아이솔레이터(720, 1120)는 다음의 성분들로부터 제작된다: 22g 가요성 재료; 약 ¼ tsp의 염료; 및 약 50 체적%의 마이크로버블. 비록 앞서 말한 비율들의 여러 개가 22g의 가요성 캐리어를 사용하여 주어졌지만, 상기 숫자는 단지 예시로서 주어진다. 중요한 것은 그것이 특정 크기의 배치들(batches)에서 만들어진 것이 아닌, 사용된 재료들의 비례하는 범위들이다.
- [0093] 일 실시예에서, 마이크로스피어들은 페놀, 아크릴, 유리, 또는 혼합물에서 기체 버블들을 생성하는 임의의 다른 재료로 만들어진 쉘들을 가질 수 있다. 일 실시예에서, 마이크로스피어는 작은 개개의 중공체들이다. 여기에 사용된 바와 같이, 용어 스피어(예컨대, 마이크로스피어)는 특정한 형태, 예로서 둥근 형태를 정의하도록 의도되지 않으며, 오히려, 보이드(void) 또는 버블을 설명하기 위해 사용되고 - 따라서 페놀 마이크로스피어는 입방체, 구 모양, 또는 다른 형상들일 수 있는 기체 보이드를 둘러싸는 페놀 쉘을 정의한다. 일 실시예에서, 기포들 또는 저밀도 입자들은 마이크로버블로서 마이크로스피어 대신에 또는 추가로 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 마이크로스피어, 저밀도 입자들 또는 기포들은 크기에서 범위가 약 10에서 약 250 마이크로미터에 이른다. 일 실시예에서, 마이크로스피어들, 저밀도 입자들 또는 기포들은 크기에서 범위가 약 50에서 약 100 마이크로미터

에 이른다. 일 실시예에서, 아이솔레이터(720, 1120)는 둘 이상의 부분들로부터 형성된다. 일 실시예에서, 아이솔레이터(720, 1120)는 두 개의 실질적으로 동일한 절반들로 형성된다.

[0094] 일 실시예에서, 실리콘 고무 화합물은 실온에서 경화할 수 있는 2부분 실리콘 고무 화합물일 수 있다. 가요성 캐리어는 실리콘 고무 화합물이거나, 또는 고온 경화 고무 화합물과 같은 다른 고무 화합물일 수 있다. 일 실시예에서, 가요성 재료는, 마이크로스피어들, 저밀도 입자들 및/또는 기포들 및 컬러 성분들과 함께 혼합된 후, 원하는 형태로 성형되거나 아니면 형성될 수 있는 임의의 플라스틱 재료일 수 있다. 염료는 카본 블랙이거나, 또는 상기 혼합된 화합물에 어두운(dark), 광-흡수 특성을 부여하는 잉크 또는 염료를 포함하는 임의의 다른 적절한 염료일 수 있다.

[0095] 일 실시예에서, 아이솔레이터들(720, 1120)을 제작하기 위해 다음의 단계들이 사용될 수 있다. 페트롤리움 젤리(petroleum jelly)와 같은 얇은 박리 층(release layer)을 도포함으로써 몰드(mold)가 준비된다. 균일한 일치(uniform consistency)에 도달할 때까지 성분들이 신중히 측정되고 혼합된다. 과도한 혼합 속도는 혼합물에 공기를 가둘 수 있기 때문에 혼합 시 조심해야 한다는 것을 주의해야 한다. 혼합물은 그 다음 아이솔레이터(720, 1120)(또는 그 부분들)를 형성하기 위해 적절히 성형된 몰드 내에 위치된다. 일 실시예에서, 몰드의 구석에 혼합물을 넣기 위해 기구가 사용된다. 몰드는 폐쇄되고 눌러지며, 초과량은 통기 구멍들을 통해 빠져나오도록 한다. 혼합물은 그 다음 경화되도록 한다. 일단 경화되면, 구조된 부분은, 흔히 그렇듯이, 면도날 또는 다른 기구(들)를 가지고, 과잉 재료를 제거하기 위해 몰드로부터 제거되고 세척될 수 있다. 세척된 부분들은 기름 및/또는 먼지를 제거하기 위해 비누 및 물로 씻겨질 수 있으며 알코올로 닦여진다.

[0096] 일 실시예에서, 제작된 부품의 부분들은 금 또는 황동 가루와 같이 반사성 또는 고 반사성 재료로 코팅된다. 일 실시예에서, 반사성 금 코팅이 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 부분을 코팅하기 위해, 적절한 금 페인트가 달성될 때까지, 소량의 금, 황동, 또는 다른 반사성 재료에 아크릴이 드롭-방식으로(drop-wise) 첨가될 수 있다. 일 실시예에서, 임의의 반사성 페인트, 예컨대, 금색(gold colored) 페인트가 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 인체 조직과 접촉할 수 있는 아이솔레이터들(720, 1120)의 원위 단부를 코팅하는 것을 피하기 위해 조심해야 한다. 이러한 코팅을 피하기 위해, 아이솔레이터들(720, 1120)의 단부는 테플론 테이프 등으로 테이핑될 수 있다. 일 실시예에서, 아이솔레이터들(720, 1120)의 전면 및 측면, 즉 트랜스듀서 조립체(715, 1115)를 제외한, 유리(703, 1103), 산광기(750, 1150) 및 기타 컴포넌트들과 접촉하는 측면들에 금 페인트가 도포된다. 일 실시예에서, 아이솔레이터(720, 1120)의 외부면의 일부분은 금 페인트의 층으로 코팅될 수 있다. 코팅을 생성하기 위해 금 증착이 사용될 수도 있다. 사용된 캐리어 재료에 따라서, 우수한 금 부착을 보장하기 위해 인터페이스 층이 필요할 수도 있다.

[0097] 일 실시예에서, 아이솔레이터들(720, 1120)의 한 쌍의 절반들은 다음과 같은 양의 컴포넌트들을 사용하여 만들어질 수 있다:

[0098] • 20g의 Momentive RTV 630A 실리콘 고무 베이스(P/N: 038141)

[0099] • 2g의 Momentive RTV 630B 실리콘 고무 경화제(P/N: 038141)

[0100] • 1/4 tsp의 카본 블랙(Leco P/N: 502-196)

[0101] • 5 tsp의 70 마이크로 페놀 마이크로스피어(Esatech P/N: PHENOSSET BJO-0840)

[0102] 성분들을 철저히 혼합하기 위해 깨끗한 도구들이 사용되어야 한다. Momentive RTV의 정확한 비율의 사용은 양호한 결과를 생성하는데 중요하다. 혼합물은 밤사이 또는 24시간 내에 다루기에 충분히 경화될 수 있지만, 혼합물이 실온에서 또는 대략 실온에서 완전히 경화하기 위해 1주일 정도 걸릴 수 있다. 온도들을 올리는 것은 경화 프로세스를 가속화할 것이며, 따라서, 예를 들면, 40 - 50°C 사이로 혼합물을 가열하면 수 시간 내에 다룰 수 있을 것이다.

[0103] 추가 관찰사항

[0104] 상기 마이크로버블 아이솔레이터는 어두운 재료(dark material)의 필요 없이 얻어질 수 있고, 마이크로버블 아이솔레이터는 염료의 필요 없이 얻어질 수 있음을 추가로 알게 되었다. 일 실시예에서, 아이솔레이터는 음향 에너지를 흡수하는 버블들이 내부에 형성된 실질적인 광 투과성 재료를 포함한다. 그러한 실시예에서, 광 흡수 표면이 사용되어야 한다. 일 실시예에서, 아이솔레이터는 내부에 버블이 형성된 광 흡수 재료를 포함한다. 일 실시예에서, 아이솔레이터는, 마이크로버블과 조합될 때 음향적으로 흡수성을 갖고 광을 흡수하거나 산란하는 재

료로 제작될 수 있다. 일 실시예에서, 아이솔레이터는 염료 및 어두운 재료를 갖지 않은, 음향적으로 흡수성을 갖고 광을 흡수하거나 산란하는 재료로 제작될 수 있다. 일 실시예에서, 아이솔레이터는 반사성 재료, 밝은 색의 재료, 또는 검정 이외의 재료로 제작될 수 있다. 아이솔레이터의 조성의 상세는 이하에서 설명된다. 마이크로버블의 상세를 포함하여 아이솔레이터의 다른 측면들은 전술한 설명에서 알 수 있을 것이다. 전술한 그리고 후술하는 실시예들에서 염료가 사용될 수 있다.

[0105] 일 실시예에서, 아이솔레이터(720, 1120)는 2개의 성분, 즉 가요성 캐리어와 마이크로버블로 제작될 수 있다. 가요성 캐리어는 마이크로버블과 조합될 때 음향적으로 흡수성을 갖고 광을 흡수하거나 산란하는 재료로 제작될 수 있다. 본 명세서에서 사용된 용어 마이크로버블은 마이크로스피어, 저밀도 입자들 또는 기포들을 포함한다. 일 실시예에서, 아이솔레이터(720, 1120)는 다음과 같은 비율의 성분들로 제작될 수 있다: 캐리어로서 22g 가요성 재료; 및 약 10 - 80체적%의 마이크로스피어. 여기서, 가요성 재료는 마이크로버블과 조합될 때 음향적으로 흡수성을 갖고 광을 흡수하거나 산란한다. 일 실시예에서, 아이솔레이터(720, 1120)는 다음과 같은 비율의 성분들로 제작될 수 있다: 캐리어로서 22g 가요성 재료 및 약 10 - 80 체적%의 공기. 여기서 공기는 작은 거품들로 발생하고, 가요성 재료는 마이크로버블과 조합될 때 음향적으로 흡수성을 갖고 광을 흡수하거나 산란한다. 일 실시예에서, 아이솔레이터(720, 1120)는 다음과 같은 비율의 성분들로 제작될 수 있다: 캐리어로서 22g 가요성 재료 및 약 10 - 80 체적%의 저밀도 재료 입자들. 여기서 가요성 재료는 마이크로버블과 조합될 때 음향적으로 흡수성을 갖고 광을 흡수하거나 산란한다. 이와 관련하여, 용어 "저밀도"는 상기 가요성 캐리어에 비해서 낮은 밀도(예컨대, g/cm^3 단위로 측정됨)를 갖는 것을 의미한다.

[0106] 일 실시예에서, 아이솔레이터(720, 1120)는 다음과 같은 성분들로 제작될 수 있다: 22g 가요성 재료 및 약 25 - 70 체적%의 마이크로버블. 여기서 가요성 재료는 마이크로버블과 조합될 때 음향적으로 흡수성을 갖고 광을 흡수하거나 산란한다. 일 실시예에서, 아이솔레이터(720, 1120)는 다음의 성분들로 제작될 수 있다: 22g 가요성 재료 및 약 20 체적%의 마이크로버블. 여기서 가요성 재료는 마이크로버블과 조합될 때 음향적으로 흡수성을 갖고 광을 흡수하거나 산란한다. 전술한 비율들 중 일부는 22g의 가요성 재료를 사용하는 것이 주어졌지만, 이 수치는 단지 예시로서 제시된 것이다. 중요한 것은 사용된 재료들의 비례하는 범위들이며, 그것이 특정 크기의 배치들(batches)에서 만들어진 것이 아니다. 상기 특정 실시예들은 마이크로버블을 위해 가요성 캐리어를 이용하지만, 다른 실시예들은 가요성이 없는 캐리어를 이용한다. 또한, 아이솔레이터(720, 1120)는 프로브의 컴포넌트들을 함께 붙이기 위해 사용되는 접착성 재료일 수 있다.

[0107] 전술한 실시예들 어느 것에서, 제작된 부품의 부분들이 금 또는 황동 분말, 광 산란 재료 등의 반사성 또는 고 반사성 재료로, 또는 TiO₂와 같은 매우 하얀 재료로 코팅될 수 있다. 일 실시예에서, 반사성 금 코팅이 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 부품을 코팅하기 위해, 적당한 금 페인트가 달성될 때까지, 소량의 금, 황동 또는 기타 반사성 재료에 아크릴이 드롭 방식으로 첨가될 수 있다. 일 실시예에서, 임의의 반사성 페인트, 예컨대, 금 색 페인트가 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 인체 조직과 접촉할 수 있는 아이솔레이터들(720, 1120)의 원위 단부를 코팅하는 것을 피하기 위해 조심해야 한다. 이러한 코팅을 피하기 위해, 아이솔레이터들(720, 1120)의 단부는 테플론 테이프 등으로 테이핑될 수 있다. 일 실시예에서, 아이솔레이터들(720, 1120)의 전면 및 측면, 즉 트랜스듀서 조립체(715, 1115)를 제외한, 유리(703, 1103), 산광기(750, 1150) 및 기타 컴포넌트들과 접촉하는 측면들에 금 페인트가 도포된다. 일 실시예에서, 아이솔레이터(720, 1120)의 외부면의 일부는 금 페인트의 층으로 코팅될 수 있다. 일 실시예에서, 아이솔레이터(720, 1120)의 외부면의 일부는 검은 스킨(skin)을 포함할 수 있다.

[0108] 아이솔레이터(720, 1120)가 형성되는 예시적인 재료들은, 예를 들면, 실리콘 고무, RTV 실리콘 고무, 실리콘, 플라스틱, 접착제, 폼(foam), 실질적으로 광 투과성을 가진 재료, 광 산란 재료, 반사성 또는 고반사성 재료, 및/또는 광 흡수 재료를 포함한다.

[0109] 일 실시예에서, 아이솔레이터(720, 1120)의 한 쌍의 절반부들은 다음 성분들을 다음 양만큼 사용하여 만들어질 수 있다:

- [0110] • 20g의 Momentive RTV 630A 실리콘 고무 베이스(P/N: 038141)
- [0111] • 2g의 Momentive RTV 630B 실리콘 고무 경화제(P/N: 038141)
- [0112] • 5 tsp의 70 마이크론 페놀 마이크로스피어(Esatech P/N: PHENOSSET BJO-0840)

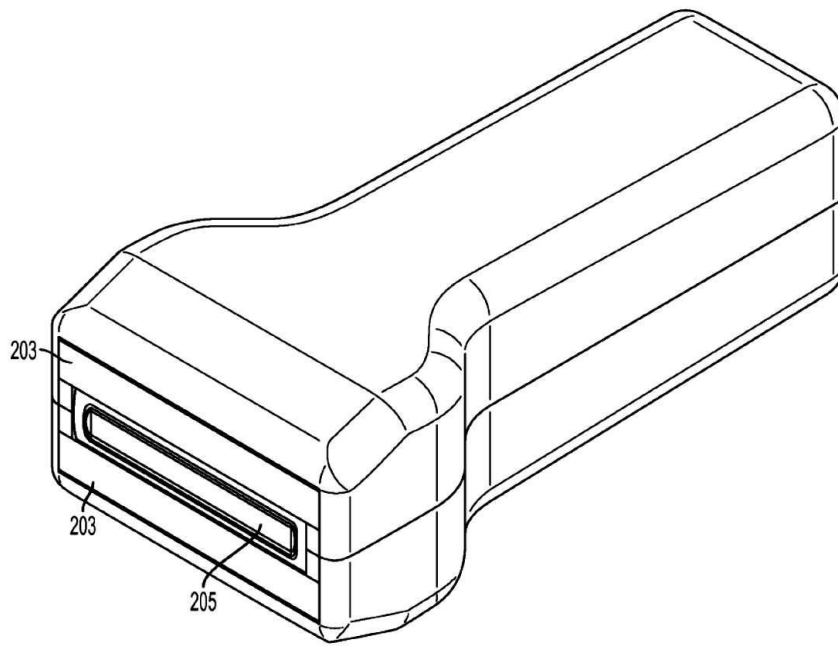
[0113] 성분들을 철저히 혼합하기 위해 깨끗한 도구들이 사용되어야 한다. Momentive RTV의 정확한 비율의 사용은 양호

한 결과를 생성하는데 중요하다. 혼합물은 밤사이 또는 24시간 내에 다루기에 충분히 경화될 수 있지만, 혼합물이 실온에서 또는 대략 실온에서 완전히 경화하기 위해 1주일 정도 걸릴 수 있다. 온도를 올리는 것은 경화 프로세스를 가속화할 것이며, 따라서, 예를 들면, 40 - 50°C 사이로 혼합물을 가열하면 수 시간 내에 다룰 수 있을 것이다.

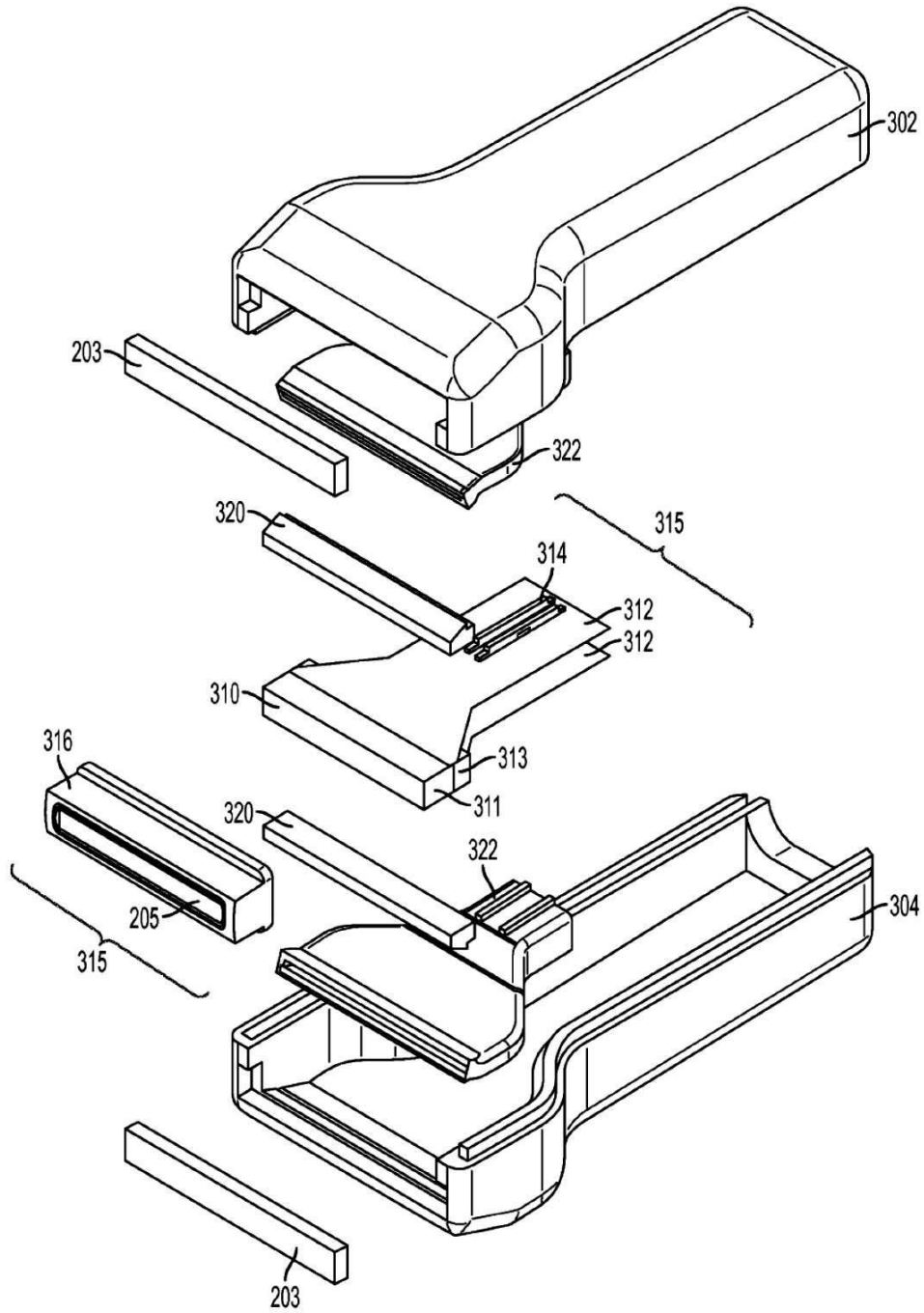
[0114] 지금까지 광음향 프로브를 포함하는 장치들 및 방법들의 동작 예시들 및 블록도들을 참조하여 본 발명의 시스템 및 방법들이 설명되었다. 블록도들의 각각의 블록 또는 동작 예시들, 및 블록도들에서의 블록들 또는 동작 예시들의 조합들은 아날로그 또는 디지털 하드웨어 및 컴퓨터 프로그램 명령들에 의해 구현될 수 있다. 이 컴퓨터 프로그램 명령들은 범용 컴퓨터, 전용 컴퓨터, ASIC, FPGA, 또는 다른 프로그램 가능한 데이터 처리 장치의 프로세서에 제공될 수 있으며, 따라서 컴퓨터 또는 다른 프로그램 가능한 데이터 처리 장치의 프로세서를 통해 실행하는 명령들은 블록도들 또는 동작 블록 또는 블록들에서 특정된 기능들/동작들을 구현한다. 몇몇 대안적인 구현들에서, 블록들에 표시된 기능들/동작들은 동작 예시들에 표시된 순서를 벗어나서 일어날 수 있다. 예를 들면, 연속하여 도시된 두 개의 블록들이 사실상 거의 동시에 실행되거나, 또는 블록들은 때때로 수반된 기능/동작들에 의존하여, 역순으로 실행될 수도 있다.

[0115] 바람직한 실시예를 참조하여 본 발명을 구체적으로 도시하고 설명했지만, 본 발명의 사상 및 범위로부터 벗어나지 않고서, 형태 및 세부사항들에서의 다양한 변경이 이루어질 수 있음을 이 기술분야의 통상의 기술자는 이해할 것이다.

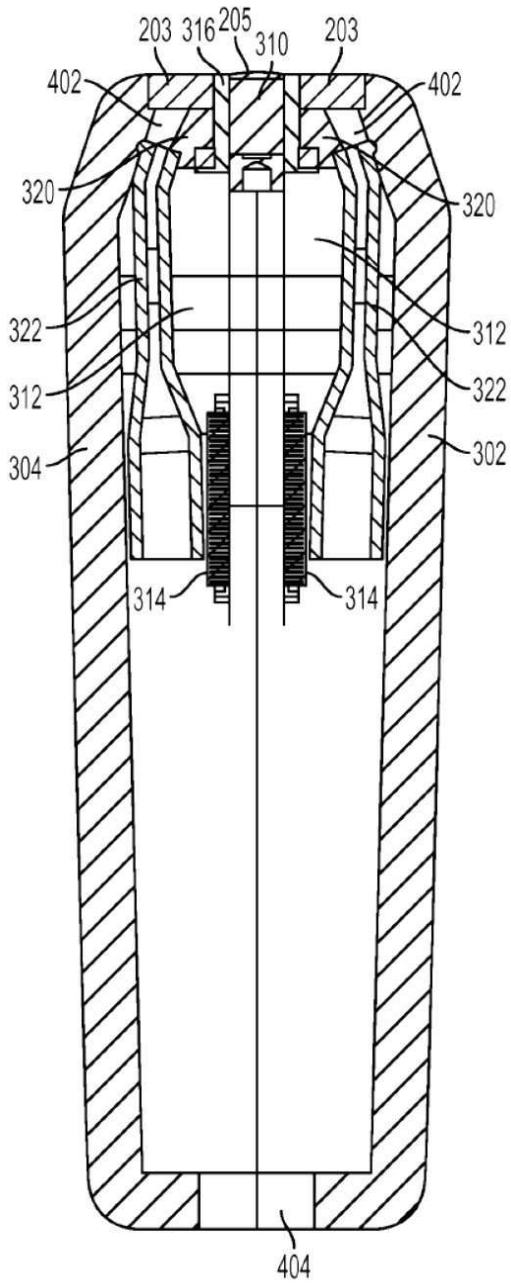
도면2



도면3



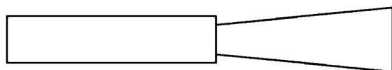
도면4



도면5a



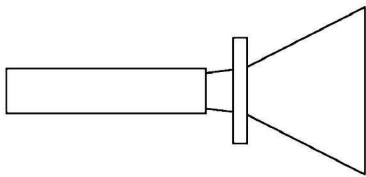
도면5b



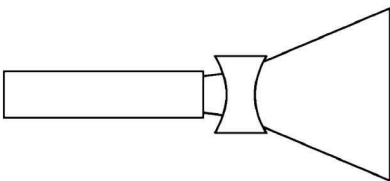
도면6a



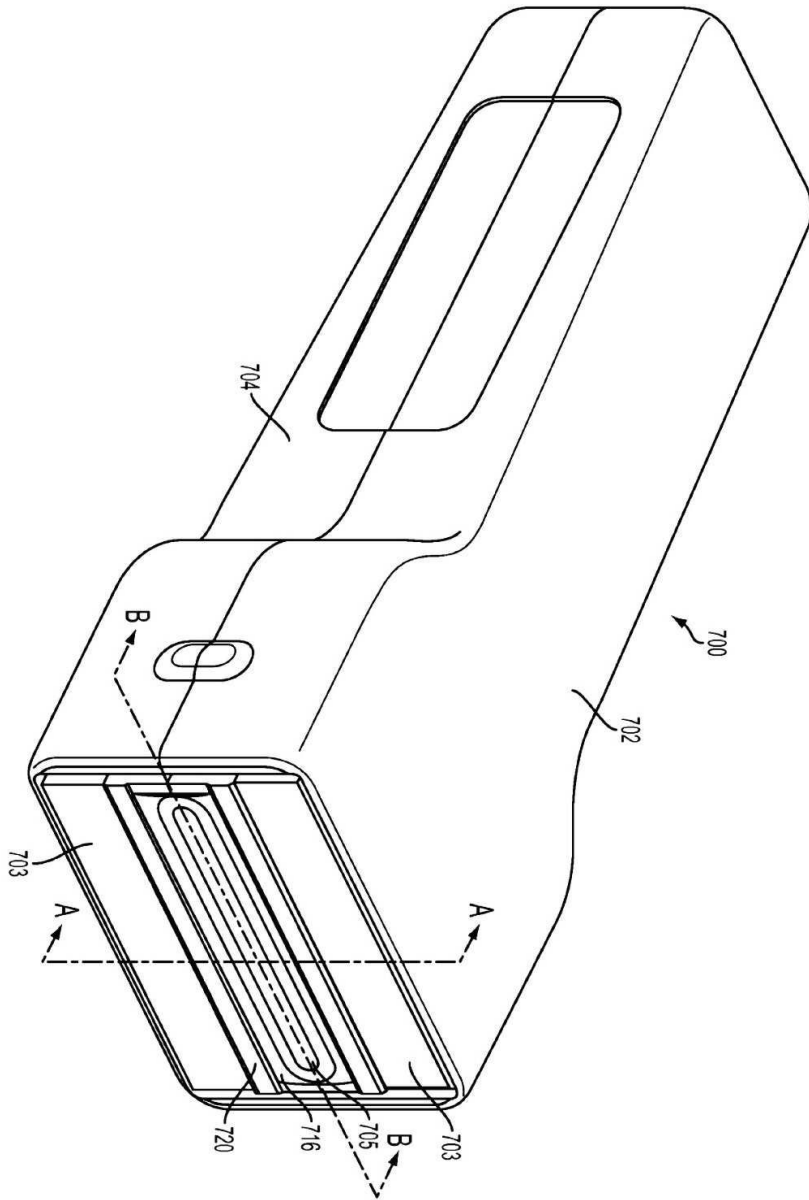
도면6b



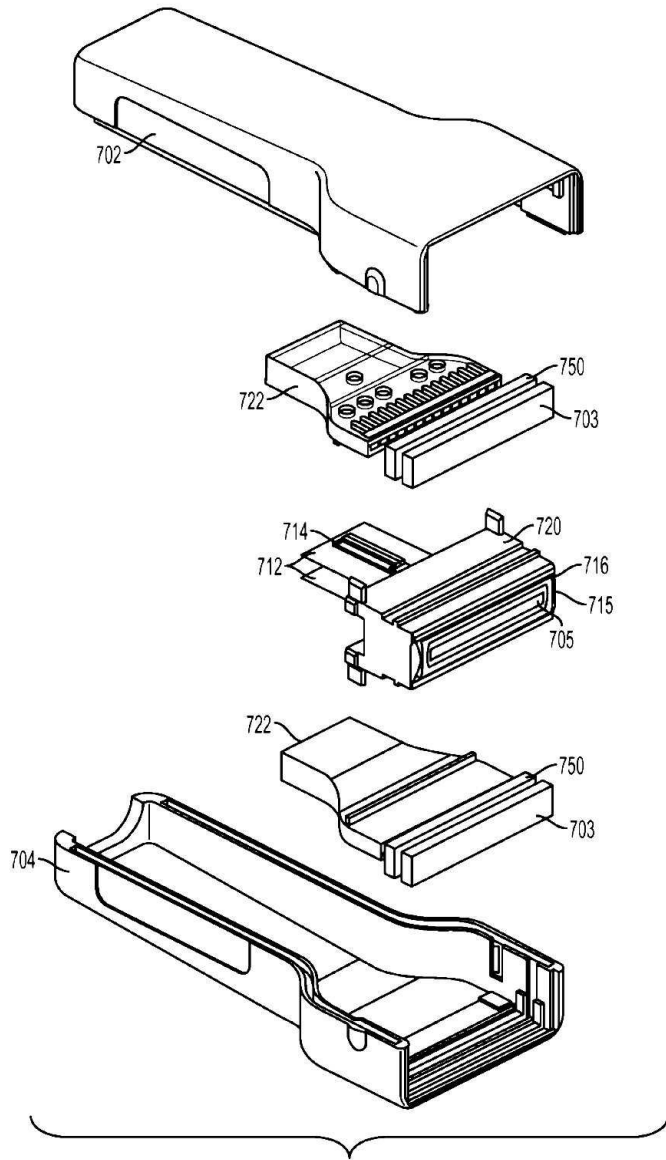
도면6c



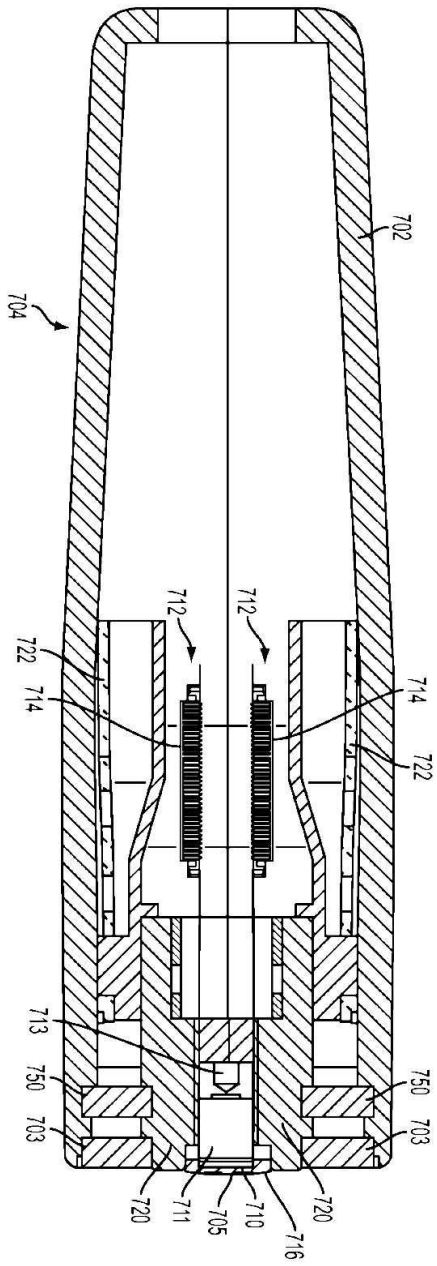
도면7



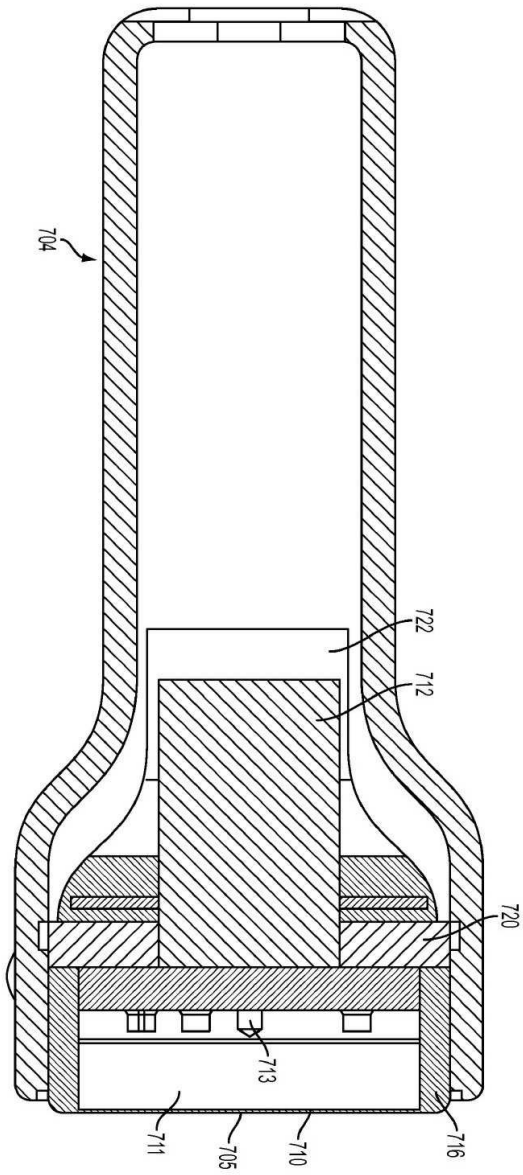
도면8



도면9



도면10



| | | | |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 标题：光声隔离器探头 | | |
| 公开(公告)号 | KR1020160149269A | 公开(公告)日 | 2016-12-27 |
| 申请号 | KR1020167033442 | 申请日 | 2015-05-04 |
| [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 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 芒茨旅游仙翁医疗仪器公司 | | |
| [标]发明人 | ACKERMAN WILLIAM HERZOG DONALD 헤르조그도날드 CASAS JUSTIN | | |
| 发明人 | 액커맨윌리엄 헤르조그도날드 카사스저스틴 | | |
| IPC分类号 | A61B5/00 A61B8/08 A61B5/145 | | |
| CPC分类号 | A61B5/0095 A61B8/08 A61B5/14542 A61B2560/0443 A61B8/0825 A61B8/4444 A61B8/463 A61B8/5261 | | |
| 代理人(译) | Gimmyeongsin Gimmincheol 漫步者 地下之夜 Bakjanggyu | | |
| 优先权 | 14/268915 2014-05-02 US | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |

摘要(译)

作为包括超声换能器阵列和声透镜以及光路的光声探头，为了减少来自光路的光能到达换能器阵列，通过隔离器将光路与换能器阵列分离。它可以用混合物形成，其中隔离器包括载体材料和10体积%至80体积%之间的微气泡。隔离器吸收光能并反射或产卵，并且可以吸收关于光能的光声响应。在一个实施例中，光声探测器还包括光学窗口和/或漫射器，并且隔离器将换能器阵列与这些部件分离。

