



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년05월02일
 (11) 등록번호 10-1974580
 (24) 등록일자 2019년04월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/14 (2006.01) *G01N 21/31* (2006.01)
H01S 3/00 (2019.01)
- (21) 출원번호 10-2012-0047127
 (22) 출원일자 2012년05월03일
 심사청구일자 2017년03월23일
 (65) 공개번호 10-2013-0123761
 (43) 공개일자 2013년11월13일
- (56) 선행기술조사문헌
 KR1020050003948 A*
 US20010055435 A1*
 US20110021924 A1
 US20100033723 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
 (72) 발명자
강성찬
 경기 화성시 동탄중앙로 189, 337동 1301호 (반송동, 다른마을월드메르디앙반도유보라)
김운배
 서울 광진구 아차산로 262, C동 5002호 (자양동, 더샵스타시티)
 (뒷면에 계속)

(74) 대리인
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 19 항

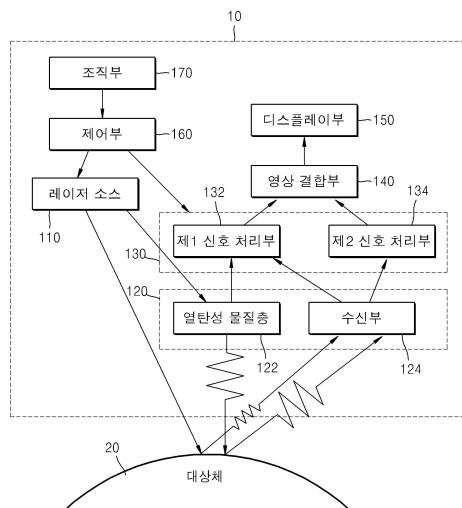
심사관 : 한재균

(54) 발명의 명칭 레이저 유도 초음파 장치 및 이를 이용한 영상 생성 방법

(57) 요 약

레이저 유도 초음파 장치 및 이를 이용한 영상 생성 방법을 제공한다. 본 레이저 유도 초음파 장치는, 레이저를 대상체 및 열탄성 물질층에 조사하는 레이저 소스, 레이저를 제1 초음파로 변환시켜 대상체로 조사하는 열탄성 물질층 및 대상체로부터 제1 초음파의 에코 신호 및 상기 레이저에 의해 상기 대상체에서 발생된 제2 초음파를 수신하는 수신부를 포함한다.

대 표 도 - 도3



(72) 발명자

김종석

경기 화성시 동탄공원로1길 6-60, 117동 404호 (반
송동, 우림필유타운하우스)

윤용섭

서울 서초구 잠원로 46-38, 1105호 (잠원동, 브라
운스톤잠원)

명세서

청구범위

청구항 1

레이저를 대상체 및 열탄성 물질층에 조사하는 레이저 소스;

상기 레이저를 제1 초음파로 변환시켜 상기 대상체로 조사하는 열탄성 물질층; 및

상기 대상체로부터 상기 제1 초음파의 에코 신호를 수신하여 제1 전기적 신호로 변환하고, 상기 레이저에 의한 상기 대상체에서 발생된 제2 초음파를 수신하여 제2 전기적 신호로 변환하는 트랜스듀서;

상기 열탄성 물질층과 상기 트랜스듀서 사이에 배치되는 기판;를 포함하고,

상기 열탄성 물질층, 상기 트랜스듀서 및 상기 기판은 하나의 초음파 프로브내에 배치되며,

상기 트랜스듀서는 상기 대상체에서 반사된 상기 제1 초음파의 에코 신호를 상기 기판을 통해 수신하여 상기 제1 전기적 신호로 변환하고, 상기 대상체에서 생성된 상기 제2 초음파를 상기 기판을 통해 수신하여 상기 제2 전기적 신호로 변환하는 레이저 유도 초음파 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 레이저는 펄스 레이저인 레이저 유도 초음파 장치.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 레이저의 펄스 폭은 나노 또는 피코 크기인 레이저 유도 초음파 장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 열탄성 물질층은 금속 물질, 반도체 물질, 탄소계열 물질 및 폴리머 물질 중 적어도 하나에 의해 형성된 레이저 유도 초음파 장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 열탄성 물질층은 박막 형태인 레이저 유도 초음파 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 트랜스듀서는

압전형 초음파 초음파 트랜스듀서(piezoelectric micromachined ultrasonic transducer, pMUT), 정전 용량형 초음파 트랜스듀서 (capacitive micromachined ultrasonic transducer, cMUT), 자기형 초음파 트랜스듀서 (magnetic micromachined ultrasonic transducer, mMUT) 및 광학형 초음파 검진기(Optical ultrasonic detection) 중 적어도 하나를 포함하는 레이저 유도 초음파 장치.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 대상체, 상기 열탄성 물질총 및 상기 트랜스듀서는 상기 제1 초음파의 에코 신호의 진행 방향을 기준으로 순차적으로 배치된 레이저 유도 초음파 장치.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 대상체, 상기 트랜스듀서 및 상기 열탄성 물질총은 상기 제1 초음파의 에코 신호의 진행 방향을 기준으로 순차적으로 배치된 레이저 유도 초음파 장치.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

제 1항에 있어서,

상기 레이저 소스는,

상기 레이저를 상기 대상체 및 상기 열탄성 물질총에 동시에 조사하는 레이저 유도 초음파 장치.

청구항 13

제 1항에 있어서,

상기 레이저 소스는

상기 레이저를 상기 대상체 및 상기 열탄성 물질총을 교번적으로 조사하는 레이저 유도 초음파 장치.

청구항 14

제 1항에 있어서,

상기 제1 전기적 신호로 제1 영상을 생성하는 제1 신호 처리부;

상기 제2 전기적 신호로 제2 영상을 생성하는 제2 신호 처리부; 및

상기 제1 영상과 상기 제2 영상을 결합시켜 제3 영상을 생성하는 영상 결합부;를 더 포함하는 레이저 유도 초음파 장치.

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 제1 내지 제3 영상 중 적어도 하나를 표시하는 디스플레이부;를 더 포함하는 레이저 유도 초음파 장치.

청구항 16

레이저 소스에 의해, 레이저를 대상체 및 열탄성 물질총에 조사하는 제1 조사 단계;

열탄성 물질총에 의해, 상기 레이저를 제1 초음파로 변환시켜 상기 대상체로 조사하는 제2 조사 단계; 및

트랜스듀서에 의해, 상기 대상체로부터 상기 제1 초음파의 에코 신호 및 상기 레이저에 의해 상기 대상체에서 발생된 제2 초음파를 수신하는 단계;를 포함하고,

상기 열탄성 물질총과 상기 트랜스듀서는 기판을 사이에 두고 배치되며,

상기 열탄성 물질총, 상기 트랜스듀서 및 상기 기판은 하나의 초음파 프로브내에 배치되며,

제1 초음파의 에코 신호와 상기 제2 초음파를 수신하는 단계는,

상기 트랜스듀서는 상기 제1 초음파의 에코 신호를 상기 기판을 통해 수신하여 제1 전기적 신호로 변환하고, 상기 대상체에서 생성된 상기 제2 초음파를 상기 기판을 통해 수신하여 제2 전기적 신호로 변환하는 레이저 유도 초음파를 이용한 영상 생성 방법.

청구항 17

제 16항에 있어서,

상기 레이저는 펄스 레이저인 레이저 유도 초음파를 이용한 영상 생성 방법.

청구항 18

제 16항에 있어서,

상기 레이저의 펄스 폭은 피코 또는 나노 크기인 레이저 유도 초음파를 이용한 영상 생성 방법.

청구항 19

제 16항에 있어서,

상기 대상체, 상기 열탄성 물질층 및 상기 트랜스듀서는 상기 제1 초음파의 에코 신호의 진행 방향을 기준으로 순차적으로 배치된 레이저 유도 초음파를 이용한 영상 생성 방법.

청구항 20

제 16항에 있어서,

상기 대상체, 상기 트랜스듀서 및 상기 열탄성 물질층은 상기 제1 초음파의 에코 신호의 진행 방향을 기준으로 순차적으로 배치된 레이저 유도 초음파를 이용한 영상 생성 방법.

청구항 21

제 16항에 있어서,

상기 제1 조사 단계는,

상기 레이저를 상기 대상체 및 상기 열탄성 물질층에 동시에 조사하는 레이저 유도 초음파를 이용한 영상 생성 방법.

청구항 22

제 16항에 있어서,

상기 제1 조사 단계는,

상기 레이저를 상기 대상체 및 상기 열탄성 물질층을 교번적으로 조사하는 레이저 유도 초음파를 이용한 영상 생성 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 개시는 레이저 유도 초음파 장치 및 이를 이용한 영상 생성 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

레이저가 액체나 고체와 같은 물질에 조사되면, 조사된 물질에서 광에너지를 흡수하여 순간적인 열에너지가 발생하고, 이 에너지는 열탄성(thermoelastic) 현상에 의해 음파(acoustic wave)를 발생시킨다. 물질에 따라 빛의 파장에 따른 흡수율과 열탄성 계수가 다르기 때문에 같은 빛 에너지에 대해 서로 다른 크기의 초음파를 발생시킨다. 이와 같이 발생된 초음파는 물질의 분석, 비파괴 검사, 광음향 영상 기술(Photoacoustic tomography) 등에 이용된다.

[0003] 특히 광음향 영상 기술은 인체 내 조직의 빛의 파장에 따른 흡수율 차이를 이용하여 진단을 위한 기능적 영상을 구현한다. 하지만 인체를 구성하는 물질의 대부분은 빛 에너지의 흡수율이 낮아 혈관 같은 특정 조직 이외에는 발생하는 음파의 크기가 매우 작다. 그리하여 초음파 진단(*ultrasonic diagnosis*)과 같은 해부학적 영상 구현이 어렵다. 따라서 기능적 해석을 위한 광음향 영상과 해부학적 해석을 위한 영상을 합쳐서 진단에 응용할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 개시는 레이저 유도 초음파를 이용하여 해부학적 해석을 위한 영상과 기능적 해석을 위한 영상을 동시에 획득할 수 있는 장치 및 그 영상 생성 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 유형에 따르는 레이저 유도 초음파 장치는, 레이저를 대상체 및 열탄성 물질층에 조사하는 레이저 소스; 상기 레이저를 제1 초음파로 변환시켜 상기 대상체로 조사하는 열탄성 물질층; 및 상기 대상체로부터 상기 제1 초음파의 에코 신호 및 상기 레이저에 의한 상기 대상체에서 발생된 제2 초음파를 수신하는 수신부;를 포함한다.

[0006] 그리고, 상기 레이저는 펄스 레이저일 수 있다.

[0007] 또한, 상기 레이저의 펄스 폭은 나노 또는 피코 크기일 수 있다.

[0008] 그리고, 상기 열탄성 물질층은 금속 물질, 반도체 물질, 탄소계열 물질 및 폴리머 물질 중 적어도 하나에 의해 형성될 수 있다.

[0009] 또한, 상기 열탄성 물질층은 박막 형태일 수 있다.

[0010] 그리고, 상기 수신부는 초음파 신호를 전기적 신호로 변환하는 트랜스듀서를 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 트랜스듀서는 압전형 초음파 트랜스듀서(piezoelectric micromachined ultrasonic transducer, pMUT), 정전 용량형 초음파 트랜스듀서 (capacitive micromachined ultrasonic transducer, cMUT), 자기형 초음파 트랜스듀서(magnetic micromachined ultrasonic transducer, mMUT) 및 광학형 초음파 검진기(Optical ultrasonic detection) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0012] 그리고, 상기 대상체, 상기 열탄성 물질층 및 상기 수신부는 상기 제1 초음파의 에코 신호의 진행 방향을 기준으로 순차적으로 배치될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 대상체, 상기 수신부 및 상기 열탄성 물질층은 상기 제1 초음파의 에코 신호의 진행 방향을 기준으로 순차적으로 배치될 수 있다.

[0014] 그리고, 상기 열탄성 물질층 및 상기 수신부는 하나의 초음파 프로브내에 배치될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 열탄성 물질층과 상기 수신부 사이에는 기판이 배치될 수 있다.

[0016] 그리고, 상기 레이저 소스는, 상기 레이저를 상기 대상체 및 상기 열탄성 물질층에 동시에 조사할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 레이저 소스는 상기 레이저를 상기 대상체 및 상기 열탄성 물질층을 교번적으로 조사할 수 있다.

[0018] 그리고, 상기 에코 신호에 대응하는 전기적 신호로 제1 영상을 생성하는 제1 신호 처리부; 상기 제2 초음파에 대응하는 전기적 신호로 제2 영상을 생성하는 제2 신호 처리부; 및 상기 제1 영상과 상기 제2 영상을 결합시켜 제3 영상을 생성하는 영상 결합부;를 더 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 제1 내지 제3 영상 중 적어도 하나를 표시하는 디스플레이부;를 더 포함할 수 있다.

[0020] 한편, 본 발명의 일 유형에 따르는 레이저 유도 초음파를 이용한 영상 생성 방법은, 레이저를 대상체 및 열탄성 물질층에 조사하는 제1 조사 단계; 상기 레이저를 제1 초음파로 변환시켜 상기 대상체로 조사하는 제2 조사 단계; 및 상기 대상체로부터 상기 제1 초음파의 에코 신호 및 상기 레이저에 의해 상기 대상체에서 발생된 제2 초음파를 수신하는 단계;를 포함한다.

- [0021] 그리고, 상기 레이저는 펄스 레이저일 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 레이저의 펄스 폭은 피코 또는 나노 크기일 수 있다.
- [0023] 그리고, 상기 대상체, 상기 열탄성 물질총 및 상기 수신부는 상기 제1 초음파의 에코 신호의 진행 방향을 기준으로 순차적으로 배치될 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 대상체, 상기 수신부 및 상기 열탄성 물질총은 상기 제1 초음파의 에코 신호의 진행 방향을 기준으로 순차적으로 배치될 수 있다.
- [0025] 그리고, 상기 제1 조사 단계는, 상기 레이저를 상기 대상체 및 상기 열탄성 물질총에 동시에 조사할 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 제1 조사 단계는, 상기 레이저를 상기 대상체 및 상기 열탄성 물질총을 교번적으로 조사할 수 있다.

발명의 효과

- [0027] 개시된 레이저 유도 초음파 장치는 레이저 소스로 레이저가 입사되는 물질에 따라 다른 특성의 초음파를 발생시키기 때문에 기능적 해석을 위한 영상과 해부학적 해석을 위한 영상을 얻을 수 있다.
- [0028] 또한, 레이저 유도 초음파 장치는 레이저를 이용하여 초음파를 발생시키기 때문에 전기적 신호를 이용하여 초음파를 발생시키는 초음파 장치에 비해 해부학적 해석을 위한 영상과 기능적 해석을 위한 영상을 동시에 획득하기 위한 구성을 간소화할 수 있다.
- [0029] 뿐만 아니라, 대상체의 종류에 따라 레이저의 특성을 조절하여 초음파를 발생시키기 때문에 기존의 전기적 신호로부터 초음파를 발생시키는 것보다 초음파의 조절이 보다 용이하다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1a는 레이저의 펄스 폭에 따라 유도된 음파의 크기를 나타낸 도면이다.
 도 1b는 레이저의 펄스 플루엔스에 따른 유도된 음파의 크기를 나타낸 도면이다.
 도 1c는 조사된 물질의 흡수 계수에 따른 유도된 음파의 크기를 나타낸 도면이다.
 도 1d는 레이저의 펄스 폭에 따라 유도된 음파의 크기를 시간 도메인에 나타낸 도면이다.
 도 2a는 압전 소자에서 발생하는 초음파의 시간과 주파수에 따른 음압 특성을 나타낸 도면이다.
 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 펄스 레이저에 의해 열탄성 물질총에서 발생한 초음파의 시간과 주파수에 따른 음압 특성을 나타낸 도면이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 유도 초음파 장치를 개략적으로 나타내는 블록도이다.
 도 4는 도 3에 도시된 수신부와 열탄성 물질총의 결합관계를 도시한 도면이다.
 도 5a 내지 도 5d는 도 3에 도시된 수신부와 열탄성 물질총의 다른 결합관계를 도시한 도면이다.
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 유도 초음파를 이용한 영상 생성 방법을 설명하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 개시된 레이저 유도 초음파 장치 및 이를 이용한 영상 생성 방법에 대해서 상세하게 설명한다.
- [0032] 레이저 유도 초음파 장(히아 '초음파 장치'라고 한다)는 레이저를 이용하여 초음파를 유도하고, 유도된 초음파를 이용하여 환자의 체내 즉 대상체에 종양 등이 생겼는지 여부를 진단하는 장치이다. 본 발명에 적용되는 레이저는 펄스 레이저일 수 있다. 그리고, 상기한 레이저의 펄스 폭은 나노 또는 피코 크기일 수 있다.
- [0033] 레이저 유도 초음파는 열탄성 물질에 흡수된 레이저의 에너지가 압력으로 변환되는 원리로 발생한다. 열탄성 물질에 밀도($I(x, y, z, t)$)를 갖는 레이저가 조사되면, 열탄성 물질은 하기 수학식 1와 같은 열(H)을 흡수한다.

[0034] [수학식 1]

$$H = (1 - R) \cdot I \cdot \mu e^{uz}$$

[0035]

여기서, R 은 열탄성 물질의 특정 빛 파장에서의 반사 계수이며, u 는 열탄성 물질의 특정 빛 파장에서의 흡수 계수, z 는 열탄성 물질의 표면을 기준으로 수직한 방향의 좌표이다.

[0036]

그리고, 열탄성 물질은 하기 수학식 2과 같은 온도(T)의 변화가 발생하고, 상기한 온도 변화로 인해 수학식 3과 같은 부피(V)의 변화가 발생한다.

[0037]

[0038] [수학식 2]

$$\frac{k}{C^2} \frac{\partial^2 T}{\partial t^2} + \rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla(k \cdot \nabla T) + H$$

[0039]

[0040] [수학식 3]

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2} \left(\frac{dV}{V} \right) = \beta \frac{\partial^2 T}{\partial t^2}$$

[0041]

여기서, k 는 열전도도(thermal conductivity), C 는 열 전파 속도(heat propagation speed), ρ 는 열탄성 물질의 밀도, C_p 는 비열이고, β 는 부피 팽창에 대한 열 계수이다.

[0042]

그리하여 열탄성 물질의 부피 변화에 따라 하기 수학식 4의 압력(P)을 갖는 음파가 발생한다.

[0043]

[0044] [수학식4]

$$\frac{1}{\rho} \left(\nabla^2 - \frac{1}{v_s^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) P = - \frac{\partial^2}{\partial t^2} \left(\frac{dV}{V} \right)$$

[0045]

[0046] 여기서, v_s 는 음파의 속도이다.

[0047]

도 1a는 레이저의 펄스 폭에 따라 유도된 음파의 크기를 나타낸 도면이고, 도 1b는 레이저의 펄스 플루엔스에 따른 유도된 음파의 크기를 나타낸 도면이며, 도 1c는 조사된 물질의 흡수 계수에 따른 유도된 음파의 크기를 나타낸 도면이고, 도 1d는 레이저의 펄스 폭에 따라 유도된 음파의 크기를 시간 도메인에 나타낸 도면이다.

[0048]

[0049]

도 1a 내지 도 1c에 도시된 바와 같이, 유도된 음파의 크기는 레이저의 펄스 폭이 작을수록 레이저의 펄스 플루엔스가 클수록 크다. 또한, 조사된 물질의 흡수 계수가 클수록 유도된 음파의 크기는 크다.

그리하여, 펄스 레이저를 인체 내 조직(이하 '대상체'라고 한다)에 조사하면, 열탄성(thermoelastic) 현상에 의해 대상체는 음파를 발생시킨다. 발생된 음파의 크기는 대상체의 레이저 흡수 계수, 레이저의 펄스 폭, 레이저의 펄스 플루엔스(fluence)와 대상체의 레이저 흡수 계수, 반사 계수, 비열, 열팽창 계수, 음파의 속도 등에 따라 다르다. 따라서, 대상체에 펄스 레이저가 조사되면, 대상체의 종류에 따라 크기가 서로 다른 음파가 발생한다. 특히 대상체에서 발생된 음파는 초음파인 것이 바람직하다. 즉, 대상체에서 초음파를 발생할 수 있는 펄스 폭 및 펄스 플루엔스를 갖는 펄스 레이저를 이용할 수 있다. 따라서, 상기한 초음파로부터 대상체의 종류를 구분할 수 있는 영상의 획득이 가능하다.

[0050]

[0051]

[0052]

그리고, 펄스 레이저가 열탄성 물질층에 조사되면, 열탄성 물질층은 레이저의 흡수계수가 크므로, 열탄성 현상에 의해 수 기압 이상의 음파를 발생시킨다. 그리고, 열탄성 물질층에서 발생된 음파는 초음파인 것이 바람직하다. 즉 열탄성 물질층에서 초음파가 발생할 수 있는 펄스 폭 및 펄스 플루엔스를 갖는 펄스 레이저를 이용할 수 있다. 본 발명은 열탄성 물질층에서 발생된 초음파를 다시 대상체에 조사함으로써, 기존 초음파 진단 장치와 마찬가지의 해부학적 이미지를 획득할 수 있다.

[0053]

[0054]

[0055]

[0056]

[0057]

[0058]

[0059]

[0060]

[0061]

[0062]

[0063]

[0064]

[0065]

[0066]

[0067]

[0068]

[0069]

[0070]

[0071]

[0072]

[0073]

[0074]

[0075]

[0076]

[0077]

[0078]

[0079]

[0080]

[0081]

[0082]

[0083]

[0084]

[0085]

[0086]

[0087]

[0088]

[0089]

[0090]

[0091]

[0092]

[0093]

[0094]

[0095]

[0096]

[0097]

[0098]

[0099]

[0100]

[0101]

[0102]

[0103]

[0104]

[0105]

[0106]

[0107]

[0108]

[0109]

[0110]

[0111]

[0112]

[0113]

[0114]

[0115]

[0116]

[0117]

[0118]

[0119]

[0120]

[0121]

[0122]

[0123]

[0124]

[0125]

[0126]

[0127]

[0128]

[0129]

[0130]

[0131]

[0132]

[0133]

[0134]

[0135]

[0136]

[0137]

[0138]

[0139]

[0140]

[0141]

[0142]

[0143]

[0144]

[0145]

[0146]

[0147]

[0148]

[0149]

[0150]

[0151]

[0152]

[0153]

[0154]

[0155]

[0156]

[0157]

[0158]

[0159]

[0160]

[0161]

[0162]

[0163]

[0164]

[0165]

[0166]

[0167]

[0168]

[0169]

[0170]

[0171]

[0172]

[0173]

[0174]

[0175]

[0176]

[0177]

[0178]

[0179]

[0180]

[0181]

[0182]

[0183]

[0184]

[0185]

[0186]

[0187]

[0188]

[0189]

[0190]

[0191]

[0192]

[0193]

[0194]

[0195]

[0196]

[0197]

[0198]

[0199]

[0200]

[0201]

[0202]

[0203]

[0204]

[0205]

[0206]

[0207]

[0208]

[0209]

[0210]

[0211]

[0212]

[0213]

[0214]

[0215]

[0216]

[0217]

[0218]

[0219]

[0220]

[0221]

[0222]

[0223]

[0224]

[0225]

[0226]

[0227]

[0228]

[0229]

[0230]

[0231]

[0232]

[0233]

[0234]

[0235]

[0236]

[0237]

[0238]

[0239]

[0240]

[0241]

[0242]

[0243]

[0244]

[0245]

[0246]

[0247]

[0248]

[0249]

[0250]

[0251]

[0252]

[0253]

[0254]

[0255]

[0256]

[0257]

[0258]

[0259]

[0260]

[0261]

[0262]

[0263]

[0264]

[0265]

[0266]

[0267]

[0268]

[0269]

[0270]

[0271]

[0272]

[0273]

[0274]

[0275]

[0276]

[0277]

[0278]

[0279]

[0280]

[0281]

[0282]

[0283]

[0284]

[0285]

[0286]

[0287]

[0288]

[0289]

[0290]

[0291]

[0292]

[0293]

[0294]

[0295]

[0296]

[0297]

[0298]

[0299]

[0300]

[0301]

[0302]

[0303]

[0304]

[0305]

[0306]

[0307]

[0308]

[0309]

[0310]

성을 나타낸 도면이다.

[0052] 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이, 압전 소자 및 열탄성 물질층에서 동일한 중심 주파수 대역의 초음파가 발생한다 하더라도, 열탄성 물질층에서 발생한 초음파가 압전 소자에 의해 발생한 초음파에 비해 파장이 상대적으로 짧다. 따라서 열탄성 물질층에서 발생한 초음파를 이용하면 축 방향 분해능을 향상시킬 수 있다.

[0053] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 유도 초음파 장치(10)를 개략적으로 나타내는 블록도이다.

[0054] 도 3에 도시된 바와 같이, 레이저 유도 초음파 장치(10)는 레이저를 대상체(20) 및 열탄성 물질층(122)에 조사하는 레이저 소스(110), 레이저의 일부를 제1 초음파로 변환시켜 대상체(20)로 조사하는 열탄성 물질층(122), 대상체(20)로부터 대상체로부터 제1 초음파의 에코 신호 및 상기 레이저에 의해 상기 대상체에서 발생된 제2 초음파를 수신하는 수신부(124)를 포함할 수 있다. 열탄성 물질층(122) 및 수신부(124)는 하나의 하우징내에 배치될 수 있다. 예를 들어, 열탄성 물질층(122) 및 수신부(124)는 초음파 프로브(120)내에 배치될 수 있다.

[0055] 레이저 소스(110)는 대상체(20) 및 열탄성 물질층(122)에서 초음파가 발생하도록 하는 레이저를 발생시킬 수 있다. 예를 들어, 레이저는 펄스 레이저일 수 있으며, 레이저의 펄스 폭은 나노 또는 피코 크기인 것이 바람직하다.

[0056] 레이저 소스(110)는 레이저를 대상체(20) 및 열탄성 물질층(122)에 조사한다. 대상체(20) 및 열탄성 물질층(122)에 조사되는 레이저는 동일한 펄스폭 및 펄스 플루엔스를 갖는 레이저일 수도 있다. 펄스폭 및 펄스 플루엔스 중 적어도 하나가 다른 레이저일 수 있다. 레이저는 레이저를 동시에 대상체(20) 및 열탄성 물질층(122)에 조사할 수 있다. 대상체(20)와 열탄성 물질층(122)은 공간적으로 이격되어 있기 때문에 레이저 소스(110)가 대상체(20) 및 열탄성 물질층(122)에 조사하면, 레이저의 일부는 대상체(20)에 조사되고 또 다른 일부는 열탄성 물질층(122)에 조사될 수 있다. 또한, 나머지 레이저는 다른 공간으로 조사될 수 있다.

[0057] 또는 레이저 소스(110)는 대상체(20) 및 열탄성 물질층(122)을 교번적으로 조사할 수 있다. 한 주기 단위로 대상체(20) 및 열탄성 물질층(122)을 교번적으로 조사할 수도 있고, 수 주기 단위로 대상체(20) 및 열탄성 물질층(122)을 교번적으로 조사할 수도 있다. 특히, 동일한 레이저로 대상체(20) 및 열탄성 물질층(122)에서 초음파를 발생할 수 없는 경우, 레이저 소스(110)는 펄스 폭 및 펄스 플루엔스 중 적어도 하나를 조절하면서 레이저를 대상체(20) 및 열탄성 물질층(122)을 교번적으로 조사할 수 있다. 그리하여 대상체(20) 및 열탄성 물질층(122)에서 초음파가 발생할 수 있다.

[0058] 레이저의 일부가 열탄성 물질층(122)에 조사되면, 열탄성 현상에 의해 제1 초음파를 발생시킨다. 상기한 제1 초음파는 대상체(20)로 조사되고, 제1 초음파의 일부는 대상체(20)로 흡수하고 나머지는 반사된다. 그리하여 수신부(124)는 대상체(20)로부터 반사된 신호 즉, 제1 초음파의 에코 신호를 수신한다. 열탄성 물질층(122)은 열탄성 현상이 우수한 물질로 형성될 수 있다. 예를 들어, 열탄성 물질층(122)은 Cr, Ti, Au, Al 등의 금속 물질, CNT(Carbon nanotube) 등의 탄소 계열 물질, 실리콘 등의 반도체 물질, PDMS(polydimethylsiloxane) 등의 폴리머 물질 중 적어도 하나에 의해 형성될 수 있다.

[0059] 또한 레이저는 대상체(20)에 직접 조사된다. 대상체(20)에서도 열탄성 현상에 의해 제2 초음파를 발생시킨다. 열탄성 물질층(122) 및 대상체(20)의 레이저에 대한 흡수 계수가 다르기 때문에 열탄성 물질층(122)에서 발생된 제1 초음파와 대상체(20)에서 발생된 제2 초음파는 주파수 대역, 크기 등이 다를 수 있다. 일반적으로 열탄성 물질층(122)의 흡수 계수가 크므로, 대상체(20)에서 발생된 제2 초음파의 크기는 열탄성 물질층(122)에서 발생된 제1 초음파의 크기보다 작다. 이와 같이, 대상체(20)에서 발생된 제2 초음파도 수신부(124)로 수신된다.

[0060] 한편, 수신부(124)는 제1 초음파의 에코 신호 및 제2 초음파를 수신한다. 그리고, 수신부는 초음파를 전기적 신호로 변환하는 트랜스듀서를 포함할 수 있다. 예를 들어, 트랜스듀서는 진동하면서 초음파를 전기적 신호로 변환시키는 압전형 초음파 트랜스듀서(piezoelectric micromachined ultrasonic transducer, pMUT)일 수 있다. 상기한 압전형 초음파 트랜스듀서 압전 물질로 형성될 수 있다. 압전 물질은 복수 개로 분할된 압전 소자로 형성될 수 있다. 상기한 압전 물질은 피에조 현상을 일으키는 압전 세라믹, 단결정, 상기 재료와 고분자를 복합한 복합 압전 물질 등일 수 있다. 이외에도 트랜스듀서는 정전 용량형 초음파 트랜스듀서(capacitive micromachined ultrasonic transducer, cMUT), 자기형 초음파 트랜스듀서(magnetic micromachined ultrasonic transducer, mMUT), 광학형 초음파 검출기(Optical ultrasonic detection) 등으로 구현될 수 있다.

[0061] 수신부(124)에 변환된 전기적 신호는 아날로그 신호이다. 수신부(124)는 제1 초음파의 에코 신호로부터 변환되어 생성된 제1 전기적 신호를 제1 신호 처리부(132)로 인가하고, 제2 초음파로부터 변환되어 생성된 제2 전기적 신호를 제2 신호 처리부(134)로 인가한다. 초음파의 주파수 대역, 크기 및 시간 중 적어도 하나를 이용하여, 수

신부(124)는 제1 초음파의 에코 신호 및 제2 초음파를 구분할 수 있다.

[0062] 신호 처리부(130)는 초음파를 신호 처리하여 영상을 생성할 수 있다. 예를 들어, 신호 처리부(130)는 수신부(124)에서 제공되는 수신신호를 아날로그 디지털 신호로 변환한다. 그리고, 수신부(124)의 트랜스듀서의 소자 위치 및 접속점을 고려하여 디지털 변환된 수신신호를 수신 접속시켜 수신접속신호를 형성한다. 그리하여, 신호 처리부(130)는 수신접속신호를 이용하여 영상을 형성한다. 신호 처리부(130)는 영상을 형성하는데 필요한 다양한 신호 처리(예를 들어, 이득(gain) 조절, 필터링 처리 등)를 수신접속신호에 수행할 수 있다.

[0063] 신호 처리부(130)는 제1 초음파의 에코 신호에 대응하는 제1 전기적 신호를 처리하여 제1 영상을 생성하는 제1 신호 처리부(132) 및 제2 초음파에 대응하는 제2 전기적 신호를 처리하여 제2 영상을 생성하는 제2 신호 처리부(134)로 구분될 수 있다. 제1 영상은 B 모드(brightness mode) 영상, D 모드(doppler mode) 영상, C 모드(colordoppler mode) 영상, 탄성영상, 3차원 영상 등을 포함한다.

[0064] 영상 결합부(140)는 제1 영상과 제2 영상을 결합하여 제3 영상을 생성한다. 제1 영상과 제2 영상의 결합은 대상체의 특정 지점을 기준을 결합될 수 있으며, 복수 개의 영상을 결합하는 기술은 공지되어 있기 때문에 구체적인 설명은 생략한다. 그리고, 디스플레이부(150)는 영상 결합부(140)에서 생성된 제3 영상을 표시한다. 경우에 따라 디스플레이부(150)는 제1 영상 또는 제2 영상을 표시할 수 있다. 또는 디스플레이부(150)는 제1 내지 제3 영상 중 적어도 두 개를 동시에 표시할 수도 있다. 디스플레이부(150)가 제1 또는 제2 영상을 표시하는 경우, 영상 결합부(140)의 신호 처리가 바이패스될 수 있다.

[0065] 그리고, 제어부(160)는 조작부(170)를 통해 입력되는 사용자 명령에 따라 초음파 장치(10)의 구성요소들을 제어한다. 제어부(160)는 마이크로 프로세서 등으로 구현될 수 있다. 조작부(170)는 사용자의 입력정보를 수신한다. 조작부(170)는 컨트롤 패널(control panel), 키보드(keyboard), 마우스(mouse) 등을 포함할 수 있다.

[0066] 도 4는 도 3에 도시된 수신부(124)와 열탄성 물질층(122)의 결합관계를 도시한 도면이다.

[0067] 도 4에 도시된 바와 같이, 열탄성 물질층(122)과 수신부(124)는 하나의 초음파 프로브(120) 내에 마련될 수 있다. 예를 들어, 제1 초음파의 에코 신호의 진행 방향을 기준으로 대상체(20), 열탄성 물질층(122) 및 수신부(124)는 순차적으로 배치될 수 있다. 그리하여, 레이저 소스(110)에서 열탄성 물질층(122)으로 레이저를 조사할 때 수신부(124)는 레이저의 영향을 최소화할 수 있다.

[0068] 그리고, 열탄성 물질층(122)의 전면에는 초음파의 음향 임피던스와 대상체(20)의 음향 임피던스를 매칭시키는 매칭층(121)이 배치된다. 매칭층(121)은 열탄성 물질층(122)에서 발생되는 제1 초음파의 음향 임피던스를 단계적으로 변경시켜 제1 초음파의 음향 임피던스를 대상체(20)의 음향 임피던스와 가깝게 한다. 여기서, 열탄성 물질층(122)의 전면은 제1 초음파가 대상체(20)로 조사되는 동안 열탄성 물질층(122)의 면 중 대상체(20)와 가장 가까운 면을 의미할 수 있으며, 후면은 전면의 반대면 면을 의미할 수 있다. 매칭층(121)은 열탄성 물질층(122)의 전면을 따라 길게 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 열탄성 물질층(122)의 전면에 부분적으로 형성되는 것도 가능하고, 단일 구조 또는 다중 구조일 수도 있다. 매칭층(121)은 PMDS(polydimethylsiloxane)로 형성될 수 있다.

[0069] 또한, 열탄성 물질층(122)과 수신부(124) 사이에는 기판(123)이 배치될 수 있다. 상기한 기판(123)은 수신부(124)와 열탄성 물질층(122)을 지지하여 일체화하고, 레이저가 열탄성 물질층(122)으로 입사되도록 레이저 투과율이 높은 물질로 형성될 수 있다. 또한, 제1 초음파의 에코 신호 및 제2 초음파가 손실없이 수신부(124)로 수신되도록 초음파의 투과율도 높은 물질로 형성될 수 있다. 상기한 기판(123)은 석영, 용융 실리카(fused silica), 유리 등으로 형성될 수 있다. 또한, 수신부(124)로 수신되는 초음파의 손실을 최소화하기 위해, 열탄성 물질층(122)의 제1 초음파의 에코 신호 및 제2 초음파의 과장보다 작을 수 있다. 예를 들어 열탄성 물질층(122)은 박막 형태일 수 있고, 두께는 약 10 내지 100nm일 수 있다. 그리하여, 제1 초음파의 에코 신호가 열탄성 물질층(122)를 통과하더라도 파의 특성이 변경되지 않는다.

[0070] 도 5a 내지 도 5d는 도 3에 도시된 수신부와 열탄성 물질층의 다른 결합관계를 도시한 도면이다.

[0071] 도 5a에 도시된 바와 같이, 기판(223) 및 수신부(224)는 열탄성 물질층(222)의 일부 영역 상에만 배치될 수 있다. 이와 같은 경우, 수신부(224)는 레이저의 영향을 최소화할 수 있다. 또는 도 5b에 도시된 바와 같이, 매칭층(321) 상에 열탄성 물질층(322) 및 수신부(324)가 나란히 배치될 수도 있다. 이와 같은 경우, 열탄성 물질층(322) 및 기판(323)으로 인한 초음파의 손실을 최소화할 수 있다.

[0072] 또는, 도 5c에 도시된 바와 같이, 제1 초음파의 에코 신호의 진행 방향을 기준으로, 대상체(20), 수신부(424),

열탄성 물질층(422)이 순차적으로 배치될 수 있다. 또는, 도 5d에 도시된 바와 같이, 수신부(424)와 열탄성 물질층(422) 사이에 기판이 배치될 수도 있다.

[0073] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 유도 초음파를 이용한 영상 생성 방법을 설명하는 흐름도이다.

[0074] 도 6을 참조하면, 레이저 소스(110)는 레이저를 대상체(20) 및 열탄성 물질층(122)에 조사한다(S610). 레이저 소스(110)에서 발생된 레이저는 펄스 레이저일 수 있다. 레이저 소스(110)는 레이저를 대상체(20) 및 열탄성 물질층(122)에 동시에 조사할 수도 있고, 대상체(20) 및 열탄성 물질층(122)을 교번적으로 조사할 수도 있다.

[0075] 레이저가 열탄성 물질층(122)에 조사되면, 열탄성 물질층(122)은 제1 초음파를 발생시킨다(S620). 발생된 제1 초음파는 대상체(20)로 조사된다. 그리고, 수신부(124)는 대상체(20)로부터 제1 초음파의 에코 신호를 수신한다(S630).

[0076] 또한, 레이저가 대상체(20)에 조사되면, 대상체(20)는 제2 초음파 발생시킨다(S640). 열탄성 물질층(122)과 대상체(20)는 초음파의 흡수 계수, 반사 계수, 비열, 열팽창 계수가 다르므로, 주파수 대역, 크기, 속도 중 적어도 하나가 제2 초음파를 발생시킨다. 그리고, 수신부(124)는 상기한 대상체(20)로부터 제2 초음파를 수신한다(S650).

[0077] 수신부(124)는 제1 초음파의 에코 신호 및 제2 초음파를 수신하여 전기적 신호로 변환하여 신호 처리부(130)로 인가한다. 신호 처리부(130) 중 제1 신호 처리부(132)는 제1 초음파의 에코 신호에 대응한 제1 전기적 신호를 처리하여 제1 영상을 생성하고(S660), 제2 신호 처리부(134)는 제2 초음파에 대응하는 제2 전기적 신호를 처리하여 제2 영상을 생성한다(S670). 그리고, 생성된 제1 및 제2 영상은 영상 결합부(140)로 인가한다.

[0078] 영상 결합부(140)는 제1 및 제2 영상을 결합하여 제3 영상을 생성한다(S680).

[0079] 이와 같이, 하나의 레이저 소스를 이용하여 다른 종류의 초음파를 발생시키기 때문에 기능적 해석을 위한 영상과 해부학적 해석을 위한 영상을 함께 얻을 수 있다. 또한, 레이저 유도 초음파 장치는 전기적 신호를 초음파로 변환시키는 기준의 초음파 장치에 비해 초음파 송신을 위한 구성을 간소화할 수 있다. 또한, 트랜스듀서는 초음파 수신에만 적합하게 설계하기 때문에 트랜스듀서의 수신 특성을 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 트랜스듀서는 초음파의 전기 신호로의 변환 효율이 높고 광대역 주파수 특성을 갖는 물질을 이용하여 설계될 수 있다.

[0080] 뿐만 아니라, 대상체의 종류에 따라 레이저의 특성을 조절하여 초음파를 발생시키기 때문에 기준의 전기적 신호로부터 초음파를 발생시키는 것보다 초음파의 조절이 보다 용이하다. 예를 들어, 압전 소자를 이용한 초음파 장치는 대상체의 종류에 따라 서로 다른 압전 소자를 이용하는 반면, 본원 발명에 따른 레이저 유도 초음파 장치는 동일한 장치에서 레이저의 중심 주파수를 가변시킴으로써 초음파의 주파수를 조절 할 수 있다.

[0081] 전술한 실시예 외의 많은 실시예들이 본 발명의 특허청구범위 내에 존재한다. 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

부호의 설명

[0082] 10 : 레이저 유도 초음파 20 : 대상체

110 : 레이저 소스

120, 220, 320, 420a, 420b : 초음파 프로브

122, 222, 322 : 열탄성 물질층 124, 224, 324 : 수신부

130: 신호 처리부 132: 제1 신호 처리부

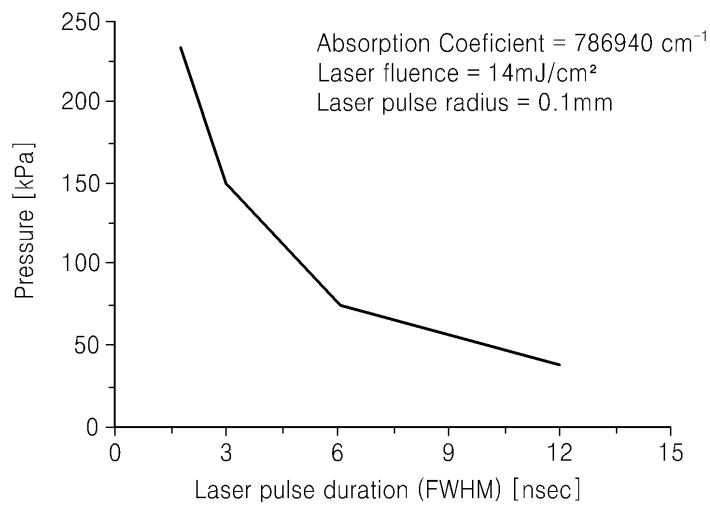
134 : 제2 신호 처리부 140 : 영상 결합부

150 : 디스플레이부 160 : 제어부

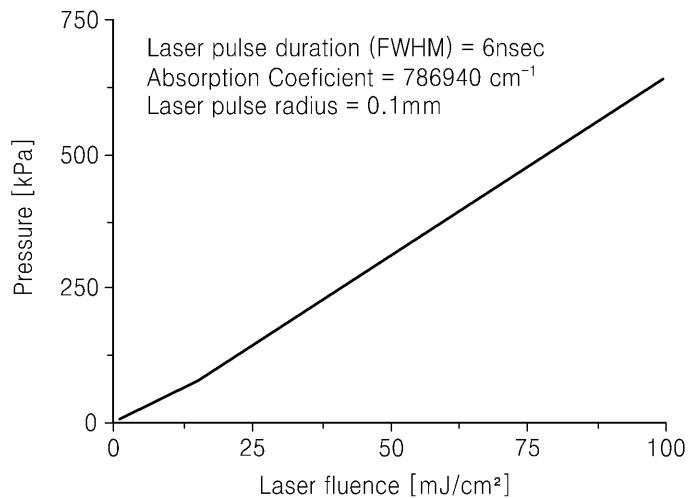
170 : 조작부

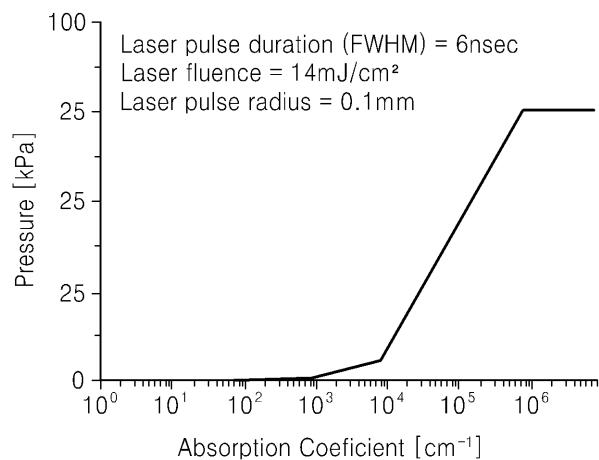
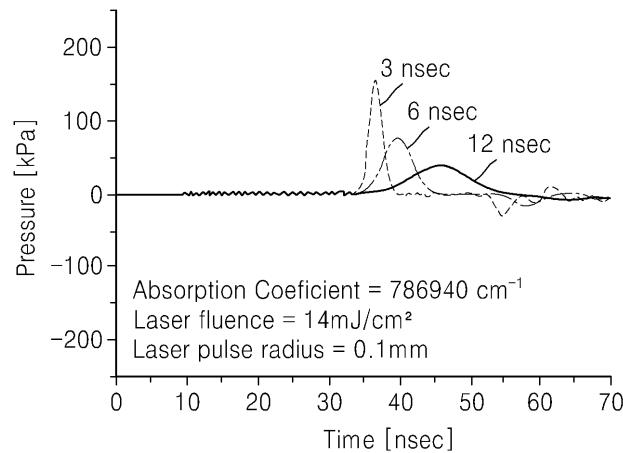
도면

도면1a

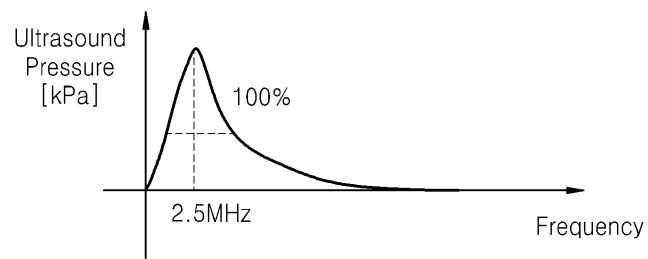
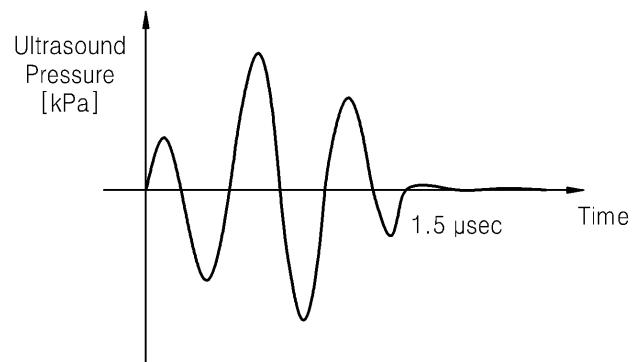


도면1b

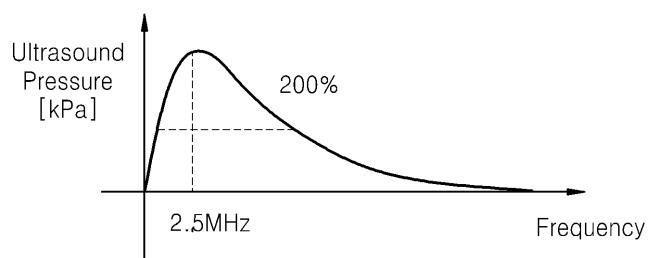
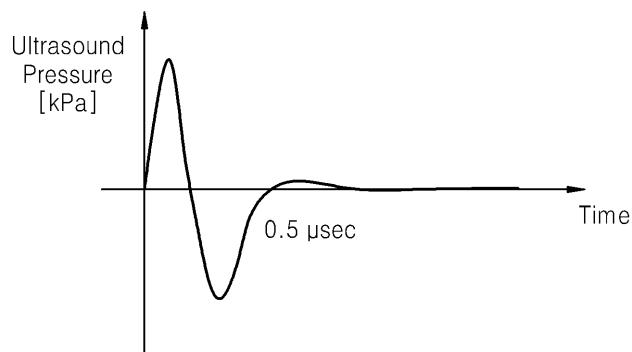


도면1c**도면1d**

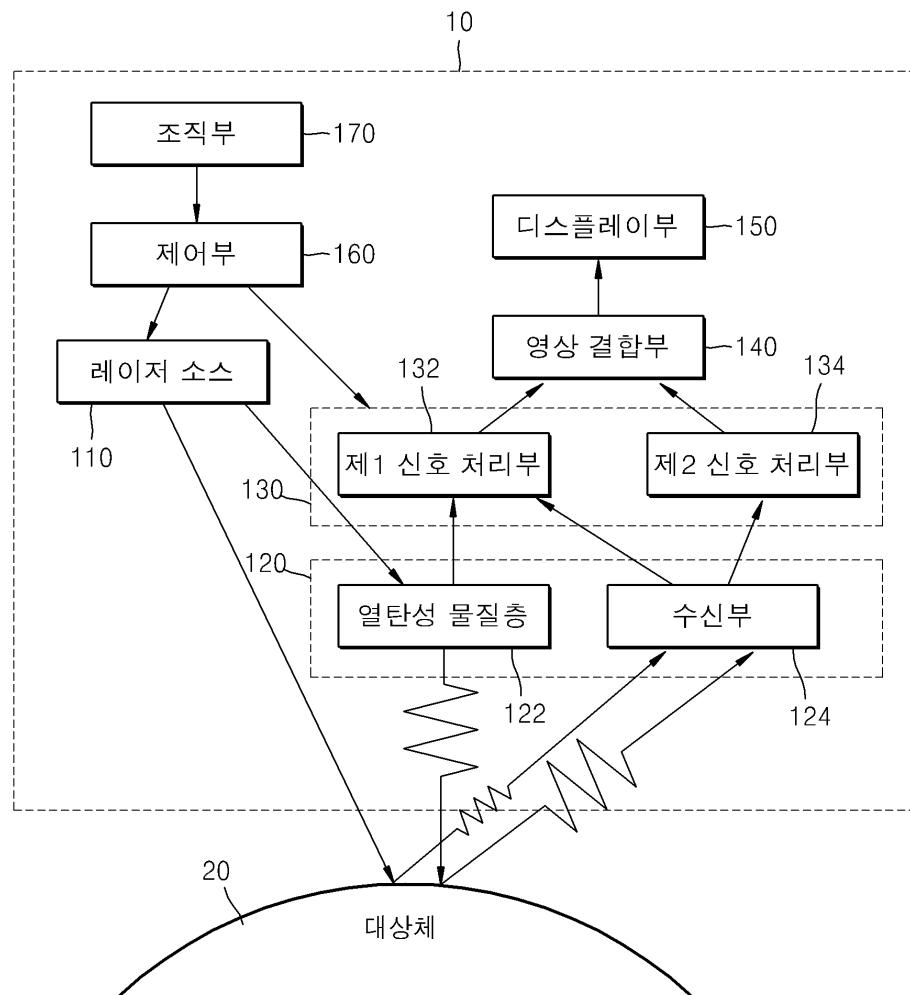
도면2a



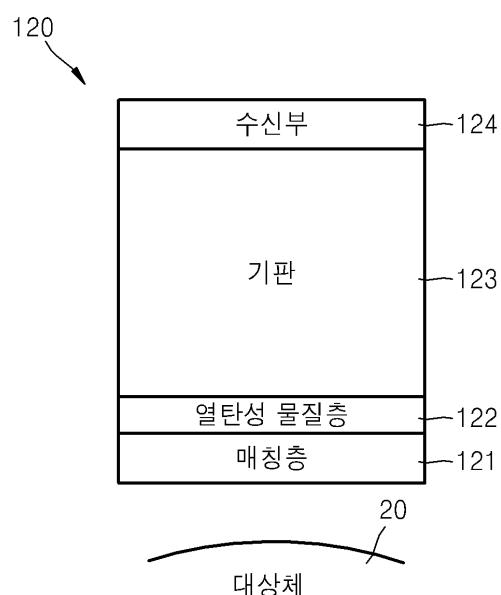
도면2b



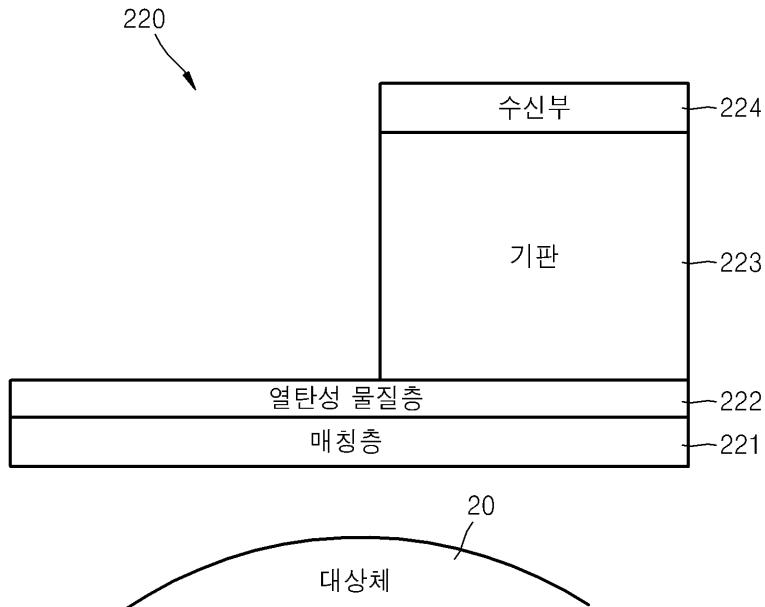
도면3



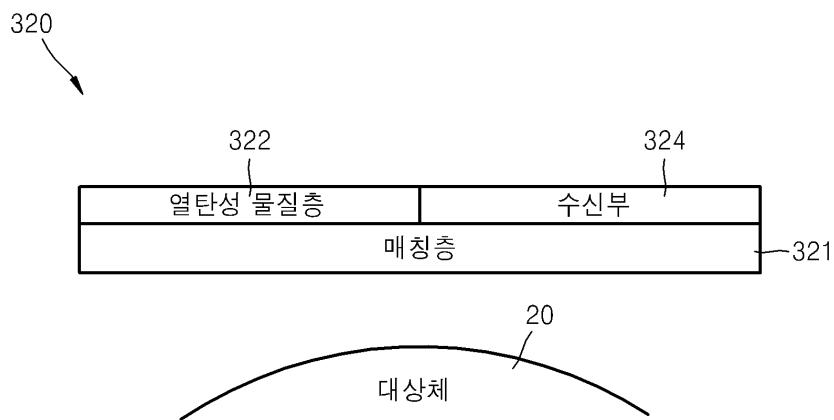
도면4



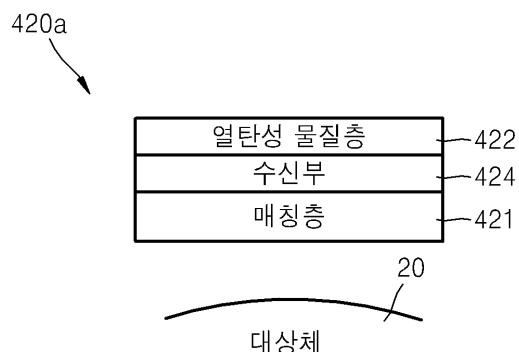
도면5a



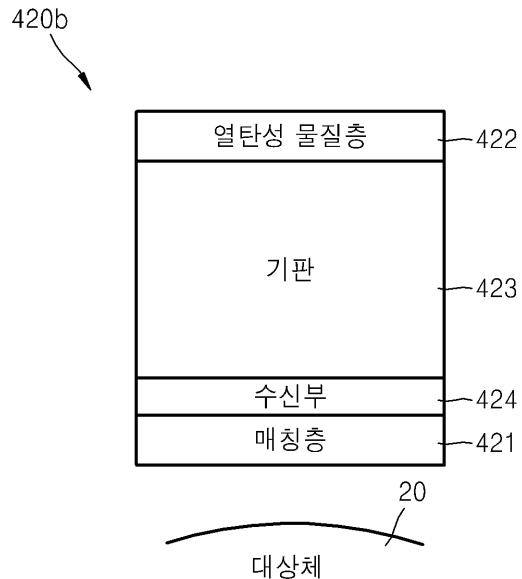
도면5b



도면5c



도면5d



도면6

