



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0099030

(43) 공개일자 2025년07월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/17 (2006.01) G01N 29/24 (2006.01)
G01N 29/265 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01N 21/1702 (2013.01)
G01N 29/2418 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-0193356
- (22) 출원일자 2024년12월20일
심사청구일자 2024년12월20일
- (30) 우선권주장
1020230189614 2023년12월22일 대한민국(KR)
(뒷면에 계속)

- (71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
- (72) 발명자
염진영
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
- 양준모
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
- (74) 대리인
특허법인비엘티

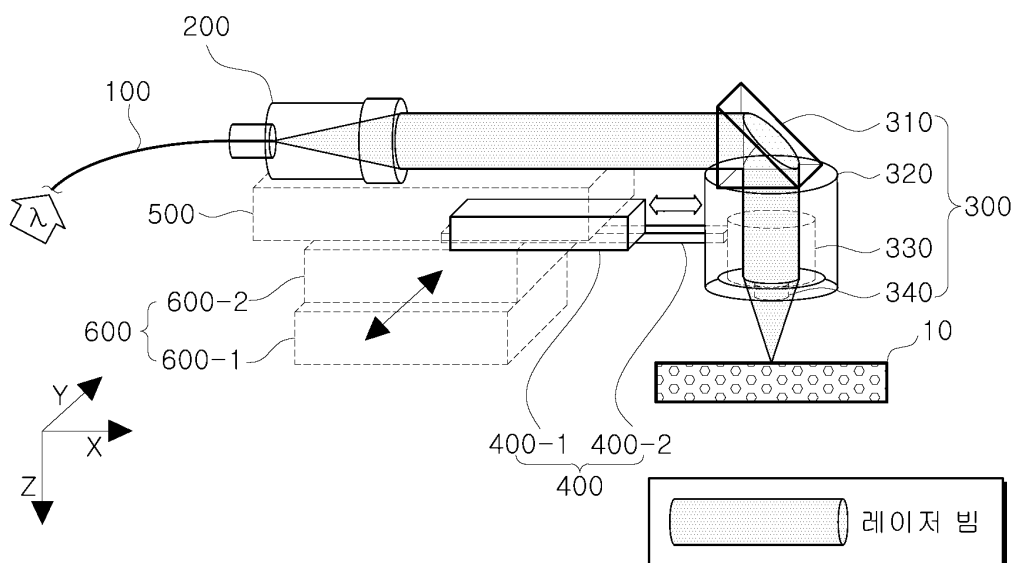
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 광범위 무진동 선형 고속 왕복 스캐닝 장치

(57) 요약

본 개시는 스캐닝 헤드 이송시, 기계적 진동 문제를 해결할 수 있는 광범위 무진동 선형 고속 왕복 스캐닝 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 29/265 (2013.01)
G01N 2201/08 (2013.01)
G01N 2201/104 (2013.01)
G01N 2291/02475 (2013.01)

(30) 우선권주장

1020240106446 2024년08월08일 대한민국(KR)
 1020240186376 2024년12월13일 대한민국(KR)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2710006505
과제번호	00423610
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	과학기술사업화진흥원
연구사업명	산학연협력활성화지원사업
연구과제명	미니어처 광음향 영상 프로브 기술의 의료기기 사업화 추진을 위한 IP 고도화 및 상용화

과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2024.04.01 ~ 2024.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2710008189
과제번호	00259676
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성(R&D)
연구과제명	양자센싱 융합기술 개발 및 인재양성
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2024.01.01 ~ 2024.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

스캐닝 헤드의 이송을 위한 광범위 무진동 고속 선형 왕복 스캐닝 장치에 있어서,

구동 모터에 의해 회전되는 제1 베벨기어;

상기 제1 베벨기어에 결합되어, 상기 제1 베벨기어의 회전 운동을 제1링크 및 제2링크와 연동하여 직선 운동으로 변환하는 크랭크;

상기 크랭크에 연결되어, 상기 크랭크로부터 변환된 직선 운동에 따라 직선 운동되는 제1 링크 및 제2 링크; 및

상기 제1 링크 및 상기 제2 링크에 각각 연결되어, 상기 제1 링크 및 상기 제2 링크의 직선 운동에 따라 직선 운동되는 제1 슬라이더 및 제2 슬라이더를 포함하고,

상기 스캐닝 헤드는 상기 제1 슬라이더에 연결되어, 상기 제1 슬라이더의 직선 운동에 따라 직선 이동되는, 광범위 무진동 고속 선형 왕복 스캐닝 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 크랭크는,

상기 제1 베벨기어에 결합되는 중심 샤프트;

상기 중심 샤프트의 양측에 각각 연결되는 두 개의 제1 연결 암;

두 개의 상기 제1 연결 암과 각각 연결되고, 상기 제1 링크가 회전 가능하게 결합되는 두 개의 제1 샤프트;

두 개의 상기 제1 샤프트에 각각 연결되는 두 개의 제2 연결 암; 및

두 개의 상기 제2 연결 암과 각각 연결되고, 상기 제2 링크가 회전 가능하게 결합되는 두 개의 제2 샤프트를 포함하는, 광범위 무진동 선형 왕복 스캐닝 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 연결 암의 중앙에 상기 중심 샤프트가 연결되고,

상기 제2 연결 암은 상기 제1 연결 암에 대칭되게 배치되며,

상기 제1 연결 암의 회전 중심은 상기 제1 연결 암의 중앙이고,

상기 제2 연결 암의 회전 중심은 상기 제2 연결 암의 중앙인, 광범위 무진동 선형 왕복 스캐닝 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 연결 암과 상기 제2 연결 암의 회전 중심으로부터 각각의 일단까지의 L구간의 길이는 상기 제1 연결 암과 상기 제2 연결 암의 회전 중심으로부터 각각의 타단까지의 R구간의 길이와 동일한, 광범위 무진동 선형 왕복 스캐닝 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 슬라이더 및 상기 제2 슬라이더가 각각 직선 운동 가능하게 결합되는 제1 선형 스테이지 및 제2 선형 스테이지를 포함하는, 광범위 무진동 선형 왕복 스캐닝 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제2 슬라이더에 분리 가능하게 결합되는 상쇄질량체를 더 포함하는, 광범위 무진동 선형 왕복 스캐닝 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 광음향 영상 분야는 물론 일반적인 기계 공학 분야 모두에 적용할 수 있는 장치에 관한 것으로, 먼저 광음향 분야에서는 단일 초음파 트랜듀서 기반 기계적 스캔 방식을 적용한 핸드헬드 프로브나 내시경 프로브 등과 같은 소형 영상 장치에 적용이 될 수 있는 광음향 스캐너 장치를, 그리고 일반적인 기계 공학 분야에 있어서는 기계적 왕복 스캔을 필요로 하는 여러 영역에 두루 적용될 수 있는 스캐너 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 단일 초음파 트랜듀서 기반 기계적 스캔 방식의 광음향 영상 장치란 광음향 영상 원리에 따라 소정의 범위에 걸쳐 원하는 영상을 획득하기 위하여, 일부 요소들을 물리적으로 직접 움직여주는 방식으로 스캔을 하는 장치를 일컫는다.

[0003] 이와 같은 단일 초음파 트랜듀서 기반 기계적 스캔 방식은 다수의 압전 엘리먼트(piezoelectric element)들로 구성된 어레이 트랜듀서를 이용한 전기적 스캔 방식보다 훨씬 더 경제적으로 시스템을 구현할 수 있다는 장점과 더불어 제공되는 영상의 분해능도 훨씬 더 높게 구현될 수 있다는 장점이 있어, 그간 갈바노미터 스캐너(Galvanometer scanner) 등을 이용하여 레이저 빔(beam)만을 스티어링(steering)하는 방식, 멤스 스캐너(MEMS scanner) 또는 다각형 미러(polygonal mirror)를 적용하여 레이저 빔과 초음파를 동시에 스티어링 하는 방식 등 다양한 형태가 제시되어 왔다. 그러나, 위에서 언급된 스캔 방식은 고속 스캔에 특화되어 있을뿐 실제 영상을 획득할 수 있는 스캐닝 범위(stroke) 측면에 있어서는 통상 5 mm 이하로 매우 협소하다는 단점이 있었다.

[0004] 그러나, 광음향 영상 장치들을 실제 임상에 적용하기 위해서는 스캔 속도 못지 않게 영상 스캔 범위가 기 설정된 수준 이상이 되어야 하는 요구가 있으며, 이를 충족시키기 위해서는 앞서 언급한 예시와 같이 레이저 빔이나 초음파 빔만을 단순히 각도적으로 스티어링 하는 것만으로는, 요구되는 스캔 영역을 모두 다 커버하기에 그 작동 원리상, 근본적인 한계가 있음이 자명하다.

[0005] 그래서 해당 분야에서는 이러한 광범위적 영상 스캔 능력도 충족시키기 위해서 관련 광학계나 초음파 트랜듀서를 스테이지(stage)상에 장착시켜 물리적으로 직접 이동시켜 스캔하는 방식을 적용해 왔으며, 그간 제시된 그런 부류의 시스템들 대부분은 광원에서 발생한 레이저 펄스를 광섬유를 이용하여 영상이 실제 실시되는 스캐닝 헤드까지 직접 유도하는 구조로 구현되어 온 것이 현실이다.

[0006] 그런데, 이와 같이 유도용 광섬유를 스캐닝 헤드에 직접 연결한 상태에서 기계적 스캔을 수 mm 보다 더 넓은 구간(stroke)에 걸쳐 실시할 경우, 스캐닝 헤드 부근에 있는 광섬유의 구부러짐(bending)이 시시각각으로 바뀌어, 광섬유 내부에서 전반사(total internal reflection) 원리에 의해 전송되는 레이저 펄스의 세기가 일정하지 않는 문제가 발생되고, 이는 결국 피검 조직에 전달되는 광량의 변동을 야기하게 되며, 스캔 범위가 넓을수록 그리고 두 개 이상의 파장을 사용해야 하는 분광(spectral) 또는 기능적(functional) 영상을 실시하는 경우에 더욱 더 문제가 되어, 결국 정확한 정량적 이미지 획득을 어렵게 만든다.

- [0007] 물론, 10 μm 이하의 매우 미세한 코어를 갖는 단일 모드(single mode) 광섬유를 적용할 경우에는 언급한 광량의 불균일성 문제가 다소 덜 문제시될 수 있으나, 광섬유 자체가 전반사 원리에 의해 빛을 전송한다는 기본 원리를 생각할 때 기하학적 형태 변화가 전송률의 변화를 야기할 것이라는 것은 자명하며, 결국 이러한 문제점을 줄이기 위해서는 스캔 범위를 수 mm 이하와 같이 매우 협소하게 설정해야 한다.
- [0008] 이뿐만 아니라, 기계적 스캔 과정에서 광섬유의 구부러짐 문제는 단일 모드보다 훨씬 더 굵은 다중 모드(multimode) 광섬유를 적용하여 수 mm 보다 훨씬 더 넓은 범위에 걸쳐 고속 스캔을 할 경우 광섬유에 물리적 피로를 가하여 결국 광섬유가 파손되는 결과를 초래할 수 있을뿐더러, 광섬유의 곡률이 바뀌면서 생성되는 탄성과 그 탄성율의 시간적 요동은 스캔 속도를 올릴 시 일종의 저항으로 작용하여 결국 스캔 속도 증가를 방해하고 스캔 속도의 균일도를 저하시킨다.
- [0009] 이에 본 발명에서는 종래의 광음향 스캐너 장치에서 발생해온 유도 광섬유의 구부러짐에 의한 광 전달의 불균일 문제와 유도 광섬유가 발생시키는 기계적 저항 문제, 그리고 협소한 스캔 범위 문제는 물론 그간 모든 기계공학 분야에서 어떤 대상 영역을 광범위에 걸쳐 고속으로 선형 왕복 스캔을 수행할 경우 발생해 왔던 기계적 진동 문제를 모두 해결할 수 있는 새로운 개념의 기계적 스캐닝 장치와 그에 기반한 광음향 스캐너 구조를 제안하고자 한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 일본등록특허 제7168097호 (2022년 10월 31일 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 개시에 개시된 실시예는 어떤 스캔 작업을 그 목적으로 하는 스캐닝 헤드의 고속 왕복 이송시, 기계적 진동 문제를 해결하여 목표로 하는 전체 스캔 범위에 걸쳐 매우 높은 수준의 스캔 균일성을 제공할 수 있는 광범위 무진동 선형 고속 왕복 스캐닝 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0012] 그러나 본 개시가 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 개시에 따른 광음향 스캐너는 기계적 진동 발생 문제가 전혀 없이, 임의의 스캔 영역에 걸쳐 고속으로 신호 검출의 균일성이 보장된 고품질의 영상 획득을 할 수 있고, 광음향 영상에 필요한 요소들을 탑재한 실시예를 중심으로 설명하고자 한다.
- [0014] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 개시에 따른 광음향 스캐너는, 광원으로부터의 광을 전달하는 광섬유와 체결 가능하면서 평행광을 생성하는 콜리메이터; 상기 콜리메이터에 의해 생성된 평행광을 근거리 피검 조직을 스캐닝하는 스캐닝 헤드; 및 상기 스캐닝 헤드에 연결되어 상기 스캐닝 헤드의 왕복 이동을 제어하는 선형 액추에이터를 포함할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 스캐닝 헤드는, 상기 콜리메이터로부터의 평행광을 제공받고, 그 평행광의 진행 경로를 변경하는 프리즘; 상기 프리즘으로부터의 평행광을 제공받고, 상기 피검 조직에 소정의 조명 패턴에 따라 광조명을 하여 광음향 신호를 유도하는 조명 광학부; 상기 조명 광학부에 의해 유도된 광음향파를 검출하는 초음파 트랜듀서; 및 상기 프리즘, 상기 조명 광학부 및 상기 초음파 트랜듀서를 고정시키는 스캐닝 헤드 프레임에 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 선형 액추에이터는 상기 스캐닝 헤드 프레임에 연결될 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 선형 액추에이터는, 고정부; 및 상기 고정부로부터 제공된 구동력에 의해 X축 방향을 따라 왕복 운동하며, 상기 스캐닝 헤드에 연결된 가동부를 포함할 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 선형 액추에이터의 고정부와 상기 콜리메이터를 고정하는 기저 프레임을 더 포함할 수 있다.

- [0019] 또한, 상기 기저 프레임의 하부에 배치되어, 상기 기저 프레임을 Y축 방향을 따라 이동시키는 스테이지를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 스테이지는, 지지판; 및 상기 지지판으로부터 제공된 구동력에 의해 상기 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따라 이동하며, 상기 기저 프레임에 부착된 이동판을 포함할 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 광섬유, 상기 콜리메이터 및 상기 광원은 각각 복수로 구비되며, 복수의 광원들은 서로 다른 파장의 광들을 제공하며, 복수의 광섬유들은 상기 복수의 광원들에 각각 연결되며, 복수의 콜리메이터들은 상기 복수의 광원들로부터의 복수의 광들을 상기 복수의 광섬유들을 통해 전달받아 복수의 평행광들을 생성할 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 복수의 콜리메이터들 중 어느 하나로부터의 평행광의 진행 경로를 변경하는 반사 거울; 및 상기 어느 하나의 콜리메이터로부터의 평행광과 다른 콜리메이터로부터의 평행광을 합하여 상기 스캐닝 헤드에 제공하는 빔 컴바이너를 더 포함할 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 복수의 콜리메이터들은 제1 평행광을 생성하는 제1 콜리메이터 및 제2 평행광을 생성하는 제2 콜리메이터를 포함할 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 제2 콜리메이터로부터의 제2 평행광의 진행 경로를 변경하는 반사 거울; 및 상기 제1 콜리메이터로부터의 제1 평행광과 상기 제2 콜리메이터로부터의 제2 평행광을 합하여 상기 스캐닝 헤드에 제공하는 빔 컴바이너를 더 포함할 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 선형 액추에이터는 상기 선형 액추에이터의 가동부에 연결된 제1 지지부; 및 상기 제1 지지부 및 상기 스캐닝 헤드에 연결된 제2 지지부를 더 포함할 수 있고, 이때, 상기 제1 지지부는 상기 스캐닝 헤드 프레임에 더 연결될 수 있고, 상기 제2 지지부는 상기 조명 광학부에 더 연결될 수 있다. 또한, 상기 제1 지지부와 상기 제2 지지부는 서로 교차하는 방향으로 연장될 수도 있고, 상기 제1 지지부는 Z축 방향을 따라 연장되고, 상기 제2 지지부는 상기 X축 방향을 따라 연장될 수도 있다. 또한, 상기 제1 지지부와 상기 제2 지지부는 일체로 이루어질 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 선형 액추에이터는 상기 콜리메이터 및 상기 선형 액추에이터가 배치된 하우징을 더 포함할 수 있고, 상기 콜리메이터 및 상기 선형 액추에이터는 상기 하우징에 부착될 수 있다.
- [0027] 또한, 상기 조명 광학부는 1개의 볼록 렌즈를 포함하며, 상기 초음파 트랜듀서는 상기 1개의 볼록 렌즈의 중심 하부 지점에 배치될 수 있다.
- [0028] 또한, 상기 스캐닝 헤드는, 상기 콜리메이터로부터의 평행광을 제공받고, 그 평행광의 진행 경로를 변경하는 평면 거울; 상기 평면 거울로부터의 평행광을 제공받고, 상기 피검 조직에 소정의 조명 패턴에 따라 광조명을 하여 광음향 신호를 유도하는 조명 광학부; 상기 조명 광학부에 의해 유도된 광음향파를 검출하는 초음파 트랜듀서; 및 상기 평면 거울, 상기 조명 광학부 및 상기 초음파 트랜듀서를 고정시키는 스캐닝 헤드 프레임을 포함하며, 상기 조명 광학부는 1개의 볼록 렌즈를 포함하며, 상기 초음파 트랜듀서는 상기 1개의 볼록 렌즈의 중심 하부 지점에 배치될 수 있다.
- [0029] 또한, 상기 초음파 트랜듀서는 상기 조명 광학부의 내부에 배치될 수 있다.
- [0030] 또한, 상기 조명 광학부는 상기 초음파 트랜듀서의 내부에 배치될 수 있다.
- [0031] 또한, 상기 초음파 트랜듀서는 링(ring) 형상의 개구부를 갖는 링 트랜듀서일 수 있다.
- [0032] 본 개시에 따른 스캐닝 헤드의 이송을 위한 광범위 무진동 선형 왕복 스캐닝 장치는 구동 모터에 의해 회전되는 제1 베벨기어; 상기 제1 베벨기어에 결합되어, 상기 제1 베벨기어의 회전 운동을 제1링크 및 제2링크와 연동하여 직선 운동으로 변환하는 크랭크; 상기 크랭크에 연결되어, 상기 크랭크로부터 변환된 직선 운동에 따라 직선 운동되는 제1 링크 및 제2 링크; 및 상기 제1 링크 및 상기 제2 링크에 각각 연결되어, 상기 제1 링크 및 상기 제2 링크의 직선 운동에 따라 직선 운동되는 제1 슬라이더 및 제2 슬라이더를 포함하고, 상기 스캐닝 헤드는 상기 제1 슬라이더에 연결되어, 상기 제1 슬라이더의 직선 운동에 따라 직선 이동된다.
- [0033] 또한, 상기 크랭크는, 상기 제1 베벨기어에 결합되는 중심 샤프트; 상기 중심 샤프트의 양측에 각각 연결되는 두 개의 제1 연결 암; 두 개의 상기 제1 연결 암과 각각 연결되고, 상기 제1 링크가 회전 가능하게 결합되는 두 개의 제1 샤프트; 두 개의 상기 제1 샤프트에 각각 연결되는 두 개의 제2 연결 암; 및 두 개의 상기 제2 연결 암과 각각 연결되고, 상기 제2 링크가 회전 가능하게 결합되는 두 개의 제2 샤프트를 포함할 수 있다.

- [0034] 또한, 상기 제1 연결 암의 중앙에 상기 중심 샤프트가 연결되고, 상기 제2 연결 암은 상기 제1 연결 암에 대칭되게 배치되며, 상기 제1 연결 암의 회전 중심은 상기 제1 연결 암의 중앙이고, 상기 제2 연결 암의 회전 중심은 상기 제2 연결 암의 중앙일 수 있다.
- [0035] 또한, 상기 제1 연결 암과 상기 제2 연결 암의 회전 중심으로부터 각각의 일단까지의 L구간의 길이는 상기 제1 연결 암과 상기 제2 연결 암의 회전 중심으로부터 각각의 타단까지의 R구간의 길이와 동일할 수 있다.
- [0036] 또한, 상기 제1 슬라이더 및 상기 제2 슬라이더가 각각 직선 운동 가능하게 결합되는 제1 선형 스테이지 및 제2 선형 스테이지를 포함할 수 있다.
- [0037] 또한, 상기 제2 슬라이더에 분리 가능하게 결합되는 상쇄질량체를 더 포함할 수 있다.
- [0038] 또한, 상기 상쇄질량체는 상기 스캐닝 헤드가 위치한 방향에 있는 모든 이송 요소들의 총 질량과 타 방향에 있는 모든 이송 요소들의 총 질량이 서로 같아지도록 그 질량이 설정 되어질 수 있다.

발명의 효과

- [0039] 본 개시의 기술한 과제 해결 수단에 의하면, 유도 광섬유의 구부러짐에 의한 광 전달의 불균일 문제와, 유도 광섬유가 발생시키는 기계적 저항 문제, 그리고 기존 방식에서 발생될 수 있는 협소한 스캔 범위 문제 및 고속 스캔시의 그 스캔 범위(stroke)와 무관하게 기계적 진동 문제를 모두 해결할 수 있는 효과를 제공한다.
- [0040] 또한, 본 개시의 기술한 과제 해결 수단에 의하면, 본 개시의 기계적 스캐너 구조를 광음향 영상 장치에 적용할 경우에는 그 스캔 범위와 속도에 무관하게 매우 균일한 세기의 레이저 빔을 피검 조직까지 전달할 수 있게 되어, 제공되는 광음향 영상의 신뢰도를 향상시킬 수 있고, 기존 스캔 구조에서 광섬유가 생성했던 탄성 저항까지 일거에 제거할 수 있는 효과를 가져와, 기존보다 훨씬 더 넓은 영역에 걸쳐 보다 빠른 영상 스캔이 가능해지는 효과를 제공한다.
- [0041] 또한, 본 개시의 광음향 스캐너 구조에 의해 증가된 광량의 균일성은 이중 파장(dual-wavelength) 등과 같이 분광적 영상(spectroscopic imaging)을 요구하는 기능적(functional) 광음향 영상 과정에서 제공되어질 광음향 영상의 정량적 신뢰도를 향상시키는 등, 최근 해당 분야에서 중요하게 대두되고 있는 정량적 영상(quantitative imaging)의 신뢰도를 대폭 높이는 효과를 제공한다.
- [0042] 본 개시의 효과들은 이상에서 언급된 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0043] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광음향 스캐너의 모식도이다.
- 도 2는 도 1의 광음향 스캐너의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 광음향 스캐너의 모식도이다.
- 도 4는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 광음향 스캐너의 모식도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 스캐닝 헤드의 모식도이다.
- 도 6은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 스캐닝 헤드의 모식도이다.
- 도 7은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 스캐닝 헤드의 모식도이다.
- 도 8은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 광음향 스캐너의 모식도이다.
- 도 9는 도 8의 광음향 스캐너를 상측에서 바라다본 도면이다.
- 도 10은 도 8의 광음향 스캐너의 스캐닝 헤드 및 상쇄질량체의 이동 방향을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광음향 스캐너의 총 중량을 최소화하기 위해 상쇄질량체를 장착할 수 있는 예시를 보여주는 모식도이다.
- 도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광음향 스캐너의 고속 스캐닝 과정에서 스캐닝 헤드의 정확한 병진 이동 값을 측정할 수 있는 엔코더가 장착된 상황을 보여주는 모식도이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따라, 광범위 왕복 고속 스캔 시 기계적 진동 발생 문제를 완벽히 없앨 수 있는 광범위 무진동 선형 고속 왕복 스캐닝 장치의 구조를 보여주는 모식도이다.

도 14는 도 13에 적용된 크랭크의 형태를 보다 명확히 보여주기 위한 사시도이다.

도 15는 도 8 내지 도 13에 적용된 제1 링크 및 제2 링크의 구조와 형태를 보여주는 모식도이다.

도 16은 도 13에 제시한 실시예의 작동 원리를 설명하기 위한 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0044] 본 개시 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다. 본 개시가 실시예들의 모든 요소들을 설명하는 것은 아니며, 본 개시가 속하는 기술분야에서 일반적인 내용 또는 실시예들 간에 중복되는 내용은 생략한다. 명세서에서 사용되는 '부, 모듈, 부재, 블록'이라는 용어는 소프트웨어 또는 하드웨어로 구현될 수 있으며, 실시예들에 따라 복수의 '부, 모듈, 부재, 블록'이 하나의 구성요소로 구현되거나, 하나의 '부, 모듈, 부재, 블록'이 복수의 구성요소들을 포함하는 것도 가능하다.
- [0045] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 직접적으로 연결되어 있는 경우뿐 아니라, 간접적으로 연결되어 있는 경우를 포함하고, 간접적인 연결은 무선 통신망을 통해 연결되는 것을 포함한다.
- [0046] 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0047] 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0048] 제1, 제2 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 전술된 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [0049] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 예외가 있지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0050] 각 단계들에 있어 식별부호는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 실시될 수 있다.
- [0051] 이하 첨부된 도면들을 참고하여 본 개시의 작용 원리 및 실시예들에 대해 설명한다.
- [0052] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광음향 스캐너의 모식도이다.
- [0053] 일 실시예에 따른 광음향 스캐너는, 도 1에 도시된 예와 같이, 콜리메이터(200), 스캐닝 헤드(300), 선형 액추에이터(400), 기저 프레임(500) 및 스테이지(600)를 포함할 수 있다. 여기서, 스캐닝 헤드(300)는 프리즘(310), 조명 광학부(330), 초음파 트랜스더서(340) 및 스캐닝 헤드 프레임(320)을 포함할 수 있다.
- [0054] 이하, 전술된 구성 요소들을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0055] 콜리메이터(200)는 유도 광섬유(100)와 체결(탈부착) 가능한 구조를 가지며, 광원(미도시)으로부터의 레이저 빔을 유도 광섬유(100)를 통해 전달받고, 그 전달받은 광을 평행한 광으로 만들어 출사할 수 있다. 예컨대, 콜리메이터(200)는 광원으로부터의 레이저 빔을 유도 광섬유(100)를 통해 전달받아 평행광을 생성하고, 그 생성된 평행광을 스캐닝 헤드(300)의 프리즘(310)에 제공할 수 있다. 다시 말하여, 콜리메이터(200)는 유도 광섬유(100)를 통해 광원으로부터 제공받은 광을 프리즘(310)에 정확한 평행광 형태로 발사(또는 발진)해주는 역할을 수행할 수 있다. 일 실시예에서, 광원은 광음향 영상에 사용되는 펄스형 광원일 수 있다.
- [0056] 프리즘(310)은 콜리메이터(200)로부터 출사된 평행광의 방향을 전환할 수 있다. 예컨대, 프리즘(310)은 콜리메이터(200)로부터의 평행광이 스캐닝 헤드(300)로 입사될 수 있도록 그 콜리메이터(200)로부터 출사된 평행광의 진행 경로를 변경시킬 수 있다. 일 실시예에 따르면, 콜리메이터(200)로부터 +X축 방향을 따라 출사된 광(예컨대, 평행광)은 그 +X축 방향으로 프리즘(310)에 입사되고, 그 프리즘(310)에 +X축 방향으로 입사된 광은 그 +X축 방향에 대하여 90° 방향 전환되어 +Z축 방향으로 출사될 수 있다.
- [0057] 조명 광학부(330)는 피검 조직(10)에 소정의 조명 패턴에 따라 광조명을 하여 광음향 신호를 유도하는 역할을 수행할 수 있다. 이를 위해, 일 실시예에 따르면, 조명 광학부(330)는 적어도 하나(예컨대, 단수 또는 다수)의

렌즈를 포함할 수 있다.

- [0058] 초음파 트랜듀서(340)는 조명 광학부(330)에 의해 유도된 광음향파를 검출할 수 있다.
- [0059] 스캐닝 헤드 프레임(320)은 전술된 프리즘(310), 조명 광학부(330) 및 초음파 트랜듀서(340)를 고정시킬 수 있다. 예컨대, 스캐닝 헤드 프레임(320)은 전술된 프리즘(310), 조명 광학부(330) 및 초음파 트랜듀서(340)를 서로 일체로 고정시키는 프레임의 역할을 수행할 수 있다.
- [0060] 선형 액추에이터(400)는 스캐닝 헤드(300)와 연결되어, 스캐닝 헤드(300)에 정확한 선형 운동 조건을 제공하고 또 그의 왕복 이동도 제어할 수 있다. 예컨대, 선형 액추에이터(400)는 +X축 방향 및 그 +X축 방향의 역방향(이하, -X축 방향)을 따라 직선 왕복 운동을 생성할 수 있다. 선형 액추에이터(400)는 전술된 스캐닝 헤드(300)에 직선 왕복 운동에 필요한 동력을 제공할 수 있다. 이를 위해, 일 실시예에 따르면, 선형 액추에이터(400)는 스캐닝 헤드(300)에 연결될 수 있다. 예컨대, 선형 액추에이터(400)는 스캐닝 헤드(300)의 외주면에 부착될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 선형 액추에이터(400)는 고정부(400-1) 및 가동부(400-2; 예컨대, 암(arm))를 포함할 수 있다. 고정부(400-1)의 내부에는 구동 모터(미도시)가 배치될 수 있으며, 구동 모터의 동력은 가동부(400-2)에 전달될 수 있다. 가동부(400-2)는 구동 모터로부터 제공된 구동력에 따라 +X축 방향 및 -X축 방향으로 직선 왕복 운동을 수행할 수 있다. 선형 액추에이터(400)의 가동부(400-2)는 전술된 스캐닝 헤드(300)에 부착될 수 있다. 선형 액추에이터(400)의 가동부(400-2)가 +X축 방향을 따라 이동(예컨대, 연장)될 때, 그 가동부(400-2)에 부착된 스캐닝 헤드(300)가 그 +X축 방향을 따라 이동할 수 있다. 예를 들어, 선형 액추에이터(400)의 가동부(400-2)가 +X축 방향으로 연장될 때, 스캐닝 헤드(300)의 모든 구성 요소들(예컨대, 프리즘(310), 스캐닝 헤드 프레임(320), 조명 광학부(330) 및 초음파 트랜듀서(340))이 그 +X축 방향을 따라 함께 이동할 수 있다. 한편, 선형 액추에이터(400)의 가동부(400-2)가 -X축 방향을 따라 이동(예컨대, 수축)될 때, 그 가동부(400-2)에 부착된 스캐닝 헤드(300)가 그 -X축 방향을 따라 이동할 수 있다. 예컨대, 선형 액추에이터(400)의 가동부(400-2)가 -X축 방향으로 수축될 때, 스캐닝 헤드(300)의 모든 구성 요소들(예컨대, 프리즘(310), 스캐닝 헤드 프레임(320), 조명 광학부(330) 및 초음파 트랜듀서(340))이 그 -X축 방향을 따라 함께 이동할 수 있다.
- [0061] 기저 프레임(500)은 콜리메이터(200)와 선형 액추에이터(400)를 서로 고정시킬 수 있다. 예컨대, 콜리메이터(200)는 기저 프레임(500)의 상부면 상에 배치될 수 있는 바, 이때 콜리메이터(200)는 기저 프레임(500)의 상부면에 부착되어 고정될 수 있다. 또한, 선형 액추에이터(400)는 기저 프레임(500)의 내부에 삽입되어 고정될 수 있다. 예컨대, 선형 액추에이터(400)의 고정부(400-1)는 기저 프레임(500)의 내부에 삽입되어 그 기저 프레임(500)에 고정될 수 있다. 이에 따라, 콜리메이터(200) 및 선형 액추에이터(400)는 기저 프레임(500)에 고정될 수 있다. 이때, 선형 액추에이터(400)의 고정부(400-1)는 기저 프레임(500)에 부착되어 고정되는 반면, 그 선형 액추에이터(400)의 가동부(400-2)는 전술된 스캐닝 헤드(300)에 부착되어 고정될 수 있다. 예를 들어, 가동부(400-2)의 일측 단부는 스캐닝 헤드(300)의 외주면에 부착되어 고정될 수 있다.
- [0062] 스테이지(600)는 전술된 기저 프레임(500)의 하부에 배치될 수 있다. 이에 따라, 기저 프레임(500)은 콜리메이터(200)와 스테이지(600) 사이에 배치될 수 있다. 또한, 선형 액추에이터(400)도 콜리메이터(200)와 스테이지(600) 사이에 배치될 수 있다. 스테이지(600)는 전술된 기저 프레임(500)에 부착되어 고정될 수 있다. 스테이지(600)는 전술된 선형 액추에이터(400)의 운동 방향(예컨대, +X축 방향 및/또는 -X축 방향)에 대하여 교차하는 방향을 따라 직선 왕복 운동을 수행할 수 있다. 예컨대, 스테이지(600)는 +Y축 방향 및 그 +Y축 방향의 역방향(이하, -Y축 방향)을 따라 이동할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 스테이지(600)는 모터라이즈드 y-스테이지일 수 있다. 이를 위해, 일 실시예에 따른 스테이지(600)는 지지판(600-1) 및 이동판(600-2)을 포함할 수 있다. 이동판(600-2)은 지지판(600-1) 상에 배치될 수 있다. 이동판(600-2)은 지지판(600-1) 내부의 구동 모터에 의해 구동되어 전술된 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따라 이동할 수 있다. 전술된 스테이지(600)의 이동판(600-2)은 전술된 기저 프레임(500)의 하부면에 부착될 수 있다. 스테이지(600)가 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따라 이동함에 따라, 이 스테이지(600)에 연결된 기저 프레임(500)이 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따라 이동할 수 있으며, 그리고 기저 프레임(500)이 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따라 이동함에 따라, 그 기저 프레임(500)에 연결된 선형 액추에이터(400) 및 콜리메이터(200)가 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따라 이동할 수 있으며, 그리고 선형 액추에이터(400)가 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따라 이동함에 따라, 그 선형 액추에이터(400)의 가동부(400-2)에 연결된 스캐닝 헤드(300)가 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따라 이동할 수 있다.
- [0063] 이와 같이, 선형 액추에이터(400)의 +X축 방향 및 -X축 방향으로의 운동에 따라 스캐닝 헤드(300)는 +X축 방향 및 -X축 방향을 따라 이동(또는 이송)될 수 있으며, 그리고 스테이지(600)의 +Y축 방향 및 -Y축 방향으로의 운동에 따라 스캐닝 헤드(300)는 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따라 이동(또는 이송)될 수 있다. 다시 말하여, 스캐

닝 헤드(300)는 선형 액추에이터(400) 및 스테이지(600)에 의해 +X축 방향 및 -X축 방향과 +Y축 방향 및 -Y축 방향으로 이동(또는 이송)될 수 있다.

[0064] 결국, 일 실시예의 광음향 스캐너에 따르면, 선형 액추에이터(400)가 제공하는 왕복 직선 운동에 의해 스캐닝 헤드(300)가 +X축 방향 및 -X축 방향으로 움직임으로써 X-Z 평면상의 2차원 광음향 이미지(예컨대, B-스캔 이미지)가 획득될 수 있으며, 그리고 스테이지(600)에 의해 추가적으로 제공된 +Y축 방향 및 -Y축 방향으로의 스캔 운동을 통해 피검 조직(10)에 대한 최종 3차원 부피 이미지가 획득될 수 있다. 물론 또 다른 실시예의 경우에는 상기 게재된 스테이지(600)가 반드시 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따르는 직선 운동만을 제공하는 스테이지일 필요가 없으며, goniometer처럼 원호 등과 같은 곡선, 또는 회전 스테이지처럼 회전 운동을 제공하는 장치로 대체될 수 있다. 물론 이 요소를 적용할 경우에는, 그에 따라 제공되는 3차원 영상이 실린더와 같은 형태를 갖게된다.

[0065] 도 2는 도 1의 광음향 스캐너의 동작을 설명하기 위한 도면이다. 예컨대, 도 2는 앞서 설명된 일 실시예의 광음향 스캐너의 동작 원리에 따라 도 1의 광음향 스캐너의 스캐닝 헤드(300)의 위치가 +X축 방향 및 -X축 방향을 따라 왕복 스캔하는 과정에서 그 스캐닝 헤드(300)의 위치가 어떻게 변경되는지를 보여주는 모식도이다.

[0066] 도 2를 참조하면, 선형 액추에이터(400)는 기저 프레임(500)에 고정되어 있는 고정부(400-1)와 일측 단부가 스캐닝 헤드(300)에 부착되어 왕복 운동(예컨대, +X축 방향 및 -X축 방향으로의 왕복 운동)을 하는 가동부(400-2)를 포함할 수 있는 바, 이 선형 액추에이터(400)의 이송 범위(예컨대, stroke)는 물리적으로 실제 스캔 가능한 범위를 결정할 수 있다. 예컨대, 선형 액추에이터(400)에 구비된 가동부(400-2)의 +X축 방향 및 -X축 방향으로의 가동 범위는 일 실시예에 따른 광음향 스캐너의 +X축 방향 및 -X축 방향으로의 스캔 가능 범위를 정의할 수 있다.

[0067] 한편, 일 실시예의 광음향 스캐너에 구비된 선형 액추에이터(400)의 고정부(400-1) 및 가동부(400-2)는, 예컨대, 현재 산업 현장에서 활용되고 있는 LM(Linear Motion) guide에 구비된 블록(block)부 및 레일(rail)부에 각각 대응되는 것으로 이해될 수 있으나, 일 실시예의 선형 액추에이터(400)는 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 일 실시예의 광음향 스캐너에 구비된 고정부(400-1)는 모터 등과 같은 동력 제공 장치까지 모두 포함하는 개념의 장치 또는 수단일 수 있다.

[0068] 도 2에 도시된 예와 같이, 스테이지(600)가 정지된 상태에서(예컨대, 스캐닝 헤드(300)의 +Y축 방향 및 -Y축 방향으로의 운동이 정지된 상태에서), 선형 액추에이터(400)가 단독으로 왕복 직선 운동(예컨대, +X축 방향 및 -X축 방향으로의 운동)을 수행함으로써 피검 조직(10)에 대한 B-스캔 이미지가 획득될 수 있다.

[0069] 일 실시예에 따르면, 선형 액추에이터(400)는 고정부(400-1) 및 가동부(400-2)를 포함하고, 상기 가동부(400-2)의 왕복 운동(예컨대, +X축 방향 및 -X축 방향으로의 직선 왕복 운동) 시 스캐닝 헤드(300)만 움직일 뿐 콜리메이터(200)는 움직이지 않으므로, 그 콜리메이터(200)에 체결된 유도 광섬유(100)도 움직이지 않는다. 다시 말하여, B-스캔 이미지 획득을 위한 +X축 방향 및 -X축 방향으로의 스캔 동작 시에도 콜리메이터(200)는 고정된 상태로 유지되므로, 그 콜리메이터(200)에 연결된 유도 광섬유(100)는 구부러지지 않고 일정한 형태로 유지될 수 있다. 이에 따라, 고속 스캔 과정에서 유도 광섬유(100)의 구부러짐 문제가 해소되어, 결국 X-Z 평면을 따라 2차원 광음향 이미지를 얻는 과정에서, +X축 방향 및 -X축 방향으로의 스캔 범위와 무관하게, 피검 조직(10)으로 전달되는 광량이 훨씬 더 균일해지게 되고, 그 결과 종래의 기술보다 훨씬 더 정량적으로 신뢰할 수 있는 광음향 이미지가 획득될 수 있다. 뿐만 아니라, 종래의 기술에서 스캐닝 헤드(300)에 부착된 유도 광섬유(100)에 의해 야기되었던, 왕복 스캔 운동 시의 일종의 저항력(예컨대, 유도 광섬유(100)의 구부러짐에 의한 저항력) 같은 문제 발생도 함께 제거되어 종래에 비하여 현저하게 빠른 고속 스캔이 가능해지는 추가적 효과가 얻어질 수 있다. 실제 종래의 기술과 같은 경우, 해당 장치에 적용되어야 하는 유도 광섬유(100)가 단일 모드가 아닌 다중 모드 형태이면서 그 굵기가 200 μm 이상이 되면, 이 유도 광섬유(100)의 구부러짐에 따른 저항 발생 문제는 결코 무시할 수 없는 중대한 문제가 되어 왔다.

[0070] 한편, 전술된 일 실시예의 원리에 따른 스캔 동작이 효과적으로 실시되기 위해서는, 콜리메이터(200)가 매우 정확한 평행광을 만들수 있어야 하고, 또한 콜리메이터(200)로부터 스캐닝 헤드(300)로 입사되는 레이저 빔에 대한 정확한 광축 정렬이 보장되어야 한다. 그러나, 광섬유 관련 기술 분야에는 이미 비구면 렌즈에 기반한 광섬유용 정밀 콜리메이터(200)가 상업적으로 가용하고, 또 현재의 관련 기구 프레임 가공 및 조립 기술도 콜리메이터(200)와 스캐닝 헤드(300) 간의 정확한 축 정렬을 실현시키는데 전혀 문제가 없는 수준이기 때문에, 일 실시예에의 원리에 따른 스캔 동작을 수행할 수 있는 광음향 스캐너는 현 단계에서 충분히 실현 가능한(또는 실시 가능한) 장치이다.

- [0071] 물론, 일 실시예에 따라 광음향 스캐너가 구현된다 하더라도 초음파 트랜듀서(340)에 통상적으로 부착되어져야 하는 신호 전달 전선(미도시)까지 완전히 제거된 것이 아닌 것은 사실이나, 그러한 신호 전달 전선이 일 실시예에서 제거된 광음향 영상의 불균일성 문제에 영향을 미치는 요인이 아닐뿐더러, 관련 장치에 요구되는 신호 전달 전선의 굵기도 200 μm 이하가 되어도 문제가 없기 때문에 왕복 운동시 전선의 구부러짐 문제는 전혀 문제가 되지 않는다.
- [0072] 이상 단일 파장의 레이저 빔이 적용된 광음향 스캐너의 일 실시예가 제시되었다. 그러나, 일 실시예에 따른 개시가 제시하는 광음향 스캐너의 개념은 2개 이상의 파장을 사용하는 형태로도 충분히 확장되어 실시될 수 있다. 이에 대한 일 실시예에 따른 광음향 스캐너를 도 3을 참조로 하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0073] 도 3은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 광음향 스캐너의 모식도이다.
- [0074] 일 실시예에 따른 광음향 스캐너는, 도 3에 도시된 예와 같이, 제1 콜리메이터(200-1), 제2 콜리메이터(200-2), 반사 거울(700), 빔 컴바이너(800), 스캐닝 헤드(300), 선형 액추에이터(400) 및 기저 프레임(500)을 포함할 수 있다. 여기서, 스캐닝 헤드(300)는 프리즘(310), 조명 광학부(330), 초음파 트랜듀서(340) 및 스캐닝 헤드 프레임(320)을 포함할 수 있다.
- [0075] 제1 콜리메이터(200-1)는 제1 광원(미도시)으로부터의 제1 레이저 빔(예컨대, 제1 파장(λ_1)의 제1 레이저 빔)을 제1 유도 광섬유(100-1)를 통해 전달받고, 그 전달받은 광을 평행한 광으로 만들어 출사할 수 있다. 예컨대, 제1 콜리메이터(200-1)는 제1 광원으로부터의 제1 레이저 빔을 제1 유도 광섬유(100-1)를 통해 전달받아 평행광(이하, 제1 평행광)을 생성하고, 그 생성된 제1 평행광을 빔 컴바이너(800)로 전달할 수 있다. 일 실시예에서, 제1 광원은 광음향 영상에 사용되는 펄스형 광원일 수 있다.
- [0076] 제2 콜리메이터(200-2)는 제1 콜리메이터(200-1)에 인접하게 배치될 수 있다. 예컨대, 제2 콜리메이터(200-2)는 -Y축 방향으로 제1 콜리메이터(200-1)에 인접하게 배치될 수 있다. 또한, 제2 콜리메이터(200-2)와 제1 콜리메이터(200-1)는 X축 방향을 따라 나란하게(또는 평행하게) 배치될 수 있다. 제2 콜리메이터(200-2)는 제2 광원(미도시)으로부터의 제2 레이저 빔(예컨대, 제2 파장(λ_2)의 제2 레이저 빔)을 제2 유도 광섬유(100-2)를 통해 전달받고, 그 전달받은 광을 평행한 광으로 만들어 출사할 수 있다. 예컨대, 제2 콜리메이터(200-2)는 제2 광원으로부터의 제2 레이저 빔을 제2 유도 광섬유(100-2)를 통해 전달받아 평행광(이하, 제2 평행광)을 생성하고, 그 생성된 제2 평행광을 반사 거울(700)로 전달할 수 있다. 일 실시예에서, 제2 광원은 광음향 영상에 사용되는 펄스형 광원일 수 있다. 전술된 제1 파장(λ_1)은 기본 파장이고, 제2 파장(λ_2)은 추가 파장으로서, 제1 파장(λ_1)과 제2 파장(λ_2)은 서로 다른 값을 가질 수 있다.
- [0077] 반사 거울(700)은 제2 콜리메이터(200-2)로부터 입사된 제2 평행광을 반사하여 전술된 빔 컴바이너(800)로 제공할 수 있다. 다시 말하여, 제2 콜리메이터(200-2)로부터의 제2 평행광은 반사 거울(700)에 의해 진행 경로가 변경되어 빔 컴바이너(800)로 입사될 수 있다.
- [0078] 빔 컴바이너(800)는 제1 콜리메이터(200-1)로부터의 제1 평행광과 제2 콜리메이터(200-2)로부터의 제2 평행광을 합할 수 있다. 예컨대, 빔 컴바이너(800)에 의해, 제1 콜리메이터(200-1)로부터의 제1 평행광과 제2 콜리메이터(200-2)로부터의 제2 평행광은 서로 정확히 겹쳐질 수 있다. 빔 컴바이너(800)에 의해 겹쳐진 평행광들은 스캐닝 헤드(300)의 프리즘(310)에 정확한 평행광 형태로 입사될 수 있다.
- [0079] 도 3의 스캐닝 헤드(300)의 구성 및 동작은 전술된 도 1의 스캐닝 헤드(300)의 구성 및 동작과 동일하므로, 도 3의 스캐닝 헤드(300)에 대한 설명은 전술된 도 1의 스캐닝 헤드(300) 및 관련 내용을 참조한다.
- [0080] 도 3의 실시예 역시 두개의 콜리메이터들, 즉 제1 콜리메이터(200-1) 및 제2 콜리메이터(200-2)에서 방출되는 평행광들을 빔 컴바이너(800)를 사용하여 서로 정확히 겹치도록 만든 상태에서 스캐닝 헤드(300)에 장착된 프리즘(310)에 정확히 입사하도록 완벽히 정렬하는 것이 핵심이며, 제2 콜리메이터(200-2)에서 방출되는 추가 파장(λ_2)의 레이저 빔을 완벽한 평행광으로 만들기 위해서는 해당 파장에 맞는 정확한 비구면 렌즈가 적용되어야 한다. 물론, 도 3에서 제2 유도 광섬유(100-2)는 추가되는 레이저 파장(λ_2)의 제2 레이저 빔을 해당 광원(예컨대, 제2 광원)으로부터 제2 콜리메이터(200-2)까지 전달해주는 역할을 할 수 있다.
- [0081] 한편, 도 3의 광음향 스캐너는 도 1에 도시된 스테이지(600)를 포함하지 않을 수도 있다. 그러나, 이와 달리 도 3의 광음향 스캐너는 전술된 스테이지(600; 예컨대, 모터라이즈드 y-스테이지)를 더 포함할 수도 있다. 예컨대, 도 3의 기저 프레임(500)의 하부에 전술된 스테이지(600)가 더 부착될 수 있다.
- [0082] 이상 도 3을 참조하여 2개의 서로 다른 파장의 레이저 빔들이 적용되는 광음향 스캐너의 한 실시예를 설명하였

다. 그러나, 설명한 과장 추가 원리는 2개의 과장들만이 아닌 3개 및 그 이상으로 확장될 수 있을 뿐만 아니라, 심지어는 weakly focused 레이저 빔을 주로 적용하는 음향 분해능 광음향 영상(acoustic-resolution photoacoustic imaging) 모드를 하나의 장치에 동시에 통합하여 실시하려 할 때도 얼마든지 확장되어 적용될 수 있다. 여기서 후자의 경우(예컨대, weakly focused 레이저 빔을 주로 적용하는 음향 분해능 광음향 영상 모드를 하나의 장치에 동시에 통합하는 실시예)는 하나의 장치 내에 광학 분해능 광음향 영상(optical-resolution photoacoustic imaging) 모드와 음향 분해능 광음향 영상 모드를 통합적으로 구현하는 경우를 말한다. 물론 음향 분해능 광음향 영상 모드를 추가할 시, 그에 통상적으로 적용되어야 하는 다중 모드 광섬유로부터 방출된 광을 정확히 평행광으로 만드는 일은 이론상 불가능하나, 음향 분해능 광음향 영상 모드의 특성상 그러한 약간의 비평행성은 큰 문제가 되지 않는다.

[0083] 도 4는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 광음향 스캐너의 모식도이다.

[0084] 일 실시예에 따른 광음향 스캐너는, 도 4에 도시된 예와 같이, 케이스(1000), 콜리메이터(200), 스캐닝 헤드(300), 선형 액추에이터(400) 및 하우징(500')을 포함할 수 있다. 여기서, 스캐닝 헤드(300)는 프리즘(310), 조명 광학부(330), 초음파 트랜듀서(340) 및 스캐닝 헤드 프레임(320)을 포함할 수 있다.

[0085] 케이스(1000)는 전술된 콜리메이터(200), 스캐닝 헤드(300), 선형 액추에이터(400) 및 하우징(500')을 둘러쌀 수 있다. 물론 케이스(1000)는 손잡이 형태의 부분을 포함할 수 있다.

[0086] 콜리메이터(200) 및 선형 액추에이터(400)는 하우징(500')의 내부에 배치될 수 있다. 이때, 콜리메이터(200) 및 선형 액추에이터(400)는 그 하우징(500')의 내부에서 하우징(500')에 고정될 수 있다. 예컨대, 콜리메이터(200) 및 선형 액추에이터(400)는 하우징(500')의 내부의 내벽에 부착되어 고정될 수 있다. 여기서, 선형 액추에이터(400)는 전술된 바와 같이 고정부(400-1) 및 가동부(400-2)를 포함할 수 있는 바, 선형 액추에이터(400)의 고정부(400-1)는 하우징(500')의 내벽에 부착될 수 있다.

[0087] 제1 지지부(901)는 스캐닝 헤드 프레임(320)의 내부에 배치될 수 있다. 제1 지지부(901)는 선형 액추에이터(400)의 가동부(400-2)에 연결될 수 있다. 예컨대, 제1 지지부(901)의 일측 단부는 가동부(400-2)의 일측 단부에 결합될 수 있다. 제1 지지부(901)는 가동부(400-2)의 연장 방향(예컨대, X축 방향)에 교차하는 방향(예컨대, Z축 방향)으로 연장될 수 있다. 또한, 제1 지지부(901)는 스캐닝 헤드 프레임(320)의 내부에서 그 스캐닝 헤드 프레임(320)의 내벽에 부착되어 고정될 수 있다. 예컨대, 제1 지지부(901)는 스캐닝 헤드 프레임(320)의 내벽에 고정될 수 있다.

[0088] 제2 지지부(902)는 스캐닝 헤드 프레임(320)의 내부에 배치될 수 있다. 제2 지지부(902)는 제1 지지부(901)에 연결될 수 있다. 예컨대, 제2 지지부(902)의 일측 단부는 제1 지지부(901)의 타측 단부에 결합될 수 있다. 한편, 제2 지지부(902)와 제1 지지부(901)는 일체로 이루어질 수 있다. 일체로 이루어진 제1 지지부(901)와 제2 지지부(902)는 L자 형상의 단면을 가질 수 있다. 제2 지지부(902)는 제1 지지부(901)의 연장 방향(예컨대, Z축 방향)에 교차하는 방향(예컨대, X축 방향)으로 연장될 수 있다. 제2 지지부(902)는 조명 광학부(330)를 둘러쌀 수 있다. 이를 위해, 일 실시예에 따르면, 제2 지지부(902)는 조명 광학부(330)가 관통하여 삽입되는 홀을 가질 수 있다. 조명 광학부(330)는 제2 지지부(902)의 홀을 관통하면서 그 홀에 의해 둘러싸일 수 있다. 이때, 조명 광학부(330)는 제2 지지부(902)의 홀의 내벽에 부착되어 고정될 수 있다.

[0089] 선형 액추에이터(400)의 가동부(400-2)가 X축 방향을 따라 이동(예컨대, 연장)될 때, 그 가동부(400-2)에 부착된 제1 지지부(901) 및 제2 지지부(902)가 그 X축 방향을 따라 이동할 수 있다. 또한, 제1 지지부(901) 및 제2 지지부(902)가 X축 방향을 따라 이동함에 따라, 제1 지지부(901) 및 제2 지지부(902)에 부착된 스캐닝 헤드(300)가 그 X축 방향을 따라 이동할 수 있다.

[0090] 예를 들어, 선형 액추에이터(400)의 가동부(400-2)가 +X축 방향으로 연장될 때, 스캐닝 헤드(300)의 모든 구성 요소들(예컨대, 프리즘(310), 스캐닝 헤드 프레임(320), 조명 광학부(330) 및 초음파 트랜듀서(340))이 그 X축 방향을 따라 함께 이동할 수 있다. 한편, 선형 액추에이터(400)의 가동부(400-2)가 -X축 방향을 따라 이동(예컨대, 수축)될 때, 그 가동부(400-2)에 부착된 제1 지지부(901) 및 제2 지지부(902)가 그 -X축 방향을 따라 이동할 수 있다. 또한, 제1 지지부(901) 및 제2 지지부(902)가 -X축 방향을 따라 이동함에 따라, 제1 지지부(901) 및 제2 지지부(902)에 부착된 스캐닝 헤드(300)가 그 -X축 방향을 따라 이동할 수 있다. 예컨대, 선형 액추에이터(400)의 가동부(400-2)가 -X축 방향으로 수축될 때, 스캐닝 헤드(300)의 모든 구성 요소들(예컨대, 프리즘(310), 스캐닝 헤드 프레임(320), 조명 광학부(330) 및 초음파 트랜듀서(340))이 그 -X축 방향을 따라 함께 이동할 수 있다.

- [0091] 한편, 도 4의 광음향 스캐너는 하우징(500')에 부착된 도 2에 도시된 바와 같은 스테이지(600; 예컨대, 모터라이즈드 y-스테이지)를 더 포함할 수 있다. 스테이지(600)가 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따라 이동할 때, 그 스테이지(600)에 부착된 하우징(500')이 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따라 이동할 수 있다. 또한, 하우징(500')이 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따라 이동할 때, 그 하우징(500') 내부의 콜리메이터(200) 및 선형 액추에이터(400)가 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따라 함께 이동할 수 있다. 또한, 선형 액추에이터(400)가 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따라 이동할 때, 그 선형 액추에이터(400)의 가동부(400-2)에 연결된 제1 지지부(901) 및 제2 지지부(902)가 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따라 함께 이동할 수 있다. 또한, 제1 지지부(901) 및 제2 지지부(902)가 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따라 이동할 때, 그 제1 지지부(901) 및 제2 지지부(902)에 연결된 스캐닝 헤드(300)가 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따라 함께 이동할 수 있다. 또한, 스캐닝 헤드(300)가 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따라 이동할 때, 그 스캐닝 헤드(300)의 프리즘(310), 조명 광학부(330), 초음파 트랜듀서(340) 및 스캐닝 헤드 프레임(320)이 +Y축 방향 및 -Y축 방향을 따라 함께 이동할 수 있다.
- [0092] 한편, 도 1에 도시된 스캐닝 헤드(300)의 구조는 도 5 내지 도 7에 예시한 다른 실시예와 같이 얼마든지 다른 형태로 변형하여 실시가 가능하다. 이하, 도 5 내지 도 7을 참조로 스캐닝 헤드(300)의 변형 가능한 다양한 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0093] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 스캐닝 헤드(300)의 모식도이고, 도 6은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 스캐닝 헤드(300)의 모식도이고, 그리고 도 7은 또 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 스캐닝 헤드(300)의 모식도이다.
- [0094] 예컨대, 도 5에 도시한 바와 같이 빛 수렴 작용을 하는 단수의 볼록 렌즈(330-1)를 적용하여 조명 광학부(330)를 매우 간단한 형태로 실시할 수도 있으며, 이때 초음파 트랜듀서(340)는 단수의 볼록 렌즈(330-1)의 중심 하부 지점에 위치시키는 것이 바람직하다. 여기서 초음파 트랜듀서(340)는 피검 조직(10)에 전달된 레이저 펄스가 유도한 광음향파를 검출하는 역할을 하기 위해 구비되는 구성 요소로, 광학 분해능 광음향 영상 모드 경우에는 통상적으로 그 측면 분해능이 초점에서 레이저 빔의 빔 직경에 의해 결정되기 때문에, 그 직경이 1mm 미만인 되어도 무방하며, 이는 그 주변으로 진행되는 레이저 빔을 그리 방해하지 않는 수준이 될 수 있다. 그리고 피검 조직(10)에 전달되는 레이저 빔을 집중(focusing)하지 않는 음향 분해능 광음향 영상 모드를 적용하는 경우라도 재구성(reconstruction) 원리를 적용하여 원하는 이미지를 생성할 수 있기 때문에, 적용되어야 하는 초음파 트랜듀서(340)의 직경이 반드시 1mm 이상으로 커져야 하는 것은 아니다. 초음파 트랜듀서(340)의 직경 및 그 주변을 지나는 레이저 빔의 직경과 관련된 치수 설정 원리는 해당 분야에서 이미 자명한 관계로 생략한다.
- [0095] 콜리메이터(200)로부터 방출된 평행광을 90° 방향 전환시켜 조명 광학부(330)로 제공하는 프리즘(310)의 경우도, 도 6에 도시한 바와 같이 단순한 평면 거울(310-1)을 적용하여 실시될 수 있으며, 조명 광학부(330)와 초음파 트랜듀서(340)의 위치도, 도 7에 도시한 바와 같이, 서로 바뀔 수 있다. 여기서, 도 7에 도시된 그린 렌즈(330-2)는 원통형 형상을 가지고 있으나 그 내부의 굴절률이 중심축으로부터 멀어질수록 감소하는 특성을 가지고 있어 평행광이 그 입사면으로 진입할 경우 그 내부를 지나면서 수렴시키는 작용을 한다. 이와 같이 그린 렌즈(330-2)를 조명 광학부(330) 역할로 사용하고자 할 경우에는, 광음향파를 검출하는 초음파 트랜듀서(340)를 도 7에 도시된 바와 같은 링 형상의 개구부(aperture)를 갖는 링 트랜듀서(340-1)로 대체하여 적용할 수도 있다.
- [0096] 일 실시예에 따르면, 도 1의 스캐닝 헤드(300)는 도 5 내지 도 7의 스캐닝 헤드(300)들 중 어느 하나로 대체될 수 있다. 마찬가지로, 도 3의 스캐닝 헤드(300)는 도 5 내지 도 7의 스캐닝 헤드(300)들 중 어느 하나로 대체될 수 있다. 마찬가지로, 도 4의 스캐닝 헤드(300)는 도 5 내지 도 7의 스캐닝 헤드(300)들 중 어느 하나로 대체될 수 있다.
- [0097] 이상 일 실시예의 광음향 스캐너에 따르면, 종래 기술에서 오랫동안 성가신 문제로 제기되어져 왔던 기계적 스캔 시 스캐닝 헤드(300)에 직접 연결된 유도 광섬유(100)의 구부러짐 문제로 인한 광 전달의 불균일 문제와 그 유도 광섬유(100)가 발생시키는 기계적 저항 문제, 그리고 종래 기술에서의 협소한 스캔 범위 문제가 모두 해결될 수 있다.
- [0098] 일 실시예에 따라 개선된 광량의 균일성은 이중 파장(dual-wavelength) 등과 같이 분광적 영상을 요구하는 기능적 광음향 영상 과정에서 제공될 광음향 영상의 정량적 신뢰도를 향상시키는 데 큰 도움을 줄 수 있으며, 또한 일 실시예에 따라 제시된 스캐닝 개념은, 사용자가 해당 기기를 손으로 직접 잡고 사람이나 동물 등과 같은 피검 생체 표면의 원하는 부위를 자유롭게 영상 할 수 있는 손잡이형, 즉, 핸드헬드 프로브 형태로 구현될 수 있음은 물론, 더 나아가 수술을 동반한 침습적(invasive) 또는 비침습적(non-invasive) 형태로 체표에서 근접한

생체 내부를 촬영하는 미니어처(miniature) 프로브, 심지어는 생체 심부를 영상 하는 내시경 기기 등 매우 다양한 형태로도 구현될 수 있음은 자명하다.

- [0099] 이하, 도 8 내지 도 11을 참고하여, 스캐닝 헤드(300)의 왕복 이동 시에도 장치의 운동 요소들 전체의 총운동량(momentum vector)을 제로(0)가 되도록 상쇄시킴으로써 고속 스캔 과정에서 발생할 수 있는 기계적 진동을 없앨 수 있는 독창적인 구조를 가지는 본 광음향 스캐너에 대해 상세히 설명한다.
- [0100] 도 8은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 광음향 스캐너의 모식도이고, 도 9는 도 8의 광음향 스캐너를 상측에서 바라다본 도면이다.
- [0101] 일 실시예에 따른 광음향 스캐너는, 도 8 및 도 9에 도시된 바와 같이, 콜리메이터(200), 구동 모터(555), 프레임(505), 스캐닝 헤드(300), 대칭형 액추에이터 및 상기 스캐닝 헤드(300)와 스캔 과정에서 이송부의 총운동량이 상쇄가 되어 0이 되도록 하기한 상쇄질량체(777)를 포함할 수 있다.
- [0102] 콜리메이터(200)는 광원으로부터의 레이저 빔을 유도 광섬유를 통해 전달받아 평행광을 생성하고, 그 생성된 평행광을 스캐닝 헤드(300)의 프리즘에 제공할 수 있다.
- [0103] 구동 모터(555)는 회전 동력을 발생시키는 장치로 그 토크(torque)를 증가시키기 위하여 구동 모터 감속기(555a)가 추가될 수 있다.
- [0104] 프레임(505) 상에는 대칭형 액추에이터가 배치될 수 있다.
- [0105] 상기 대칭형 액추에이터는 스캐닝 헤드(300) 및 상쇄질량체(777)를 서로 반대 방향으로 이동시킬 수 있다. 상기 와 같은 대칭형 액추에이터는 도 8 내지 도 10에 도시된 바와 같이, 구동 장치(110), 제1 회전부(120a), 제1 링크(130a), 제1 슬라이더(140a), 제1 선형 스테이지(150a), 제2 회전부(120b), 제2 링크(130b), 제2 슬라이더(140b) 및 제2 선형 스테이지(150b)를 포함할 수 있다.
- [0106] 구동 장치(110)는 구동 모터 감속기(555a)로부터 회전력을 전달받아 후술될 그다음 요소들로 회전력을 분배하여 전달시켜주는 장치로, 그 내부에는 제1 베벨기어(110a) 및 제2 베벨 기어(110b)를 포함할 수 있다. 물론 이 구동 장치(110)는 전술한 바와 달리 제1 회전부(120a)에 연결된 제1 베벨기어(110a) 및 제2 회전부(120b)에 연결된 제2 베벨 기어(110b)를 포함하는 형태로 실시되는 장치일 수 있다. 구동 모터 감속기(555a)의 회전축에는 중심 기어(555b)가 회전 가능하게 연결되는 바, 구동 장치(110)의 제1 베벨기어(110a) 및 제2 베벨 기어(110b)는 중심 기어(555b)에 결합될 수 있다. 이에 따라 구동 모터 감속기(555a)의 회전축이 회전하면, 중심 기어(555b)가 회전하고, 그 중심 기어(555b)에 맞물린 제1 베벨기어(110a) 및 제2 베벨 기어(110b)가 서로 반대 방향으로 동일한 각속도를 갖고 회전하게 된다.
- [0107] 구동 장치(110)의 제1 베벨기어(110a)에는 제1 회전부(120a)가 연결될 수 있다.
- [0108] 제1 회전부(120a)는 제1 링크(130a)에 연결될 수 있다.
- [0109] 제1 링크(130a)는 제1 슬라이더(140a)에 연결될 수 있다. 예컨대, 제1 링크(130a)의 일측은 제1 회전부(120a)에 회전 가능하게 연결되고, 제1 링크(130a)의 타측은 제1 슬라이더(140a)에 연결될 수 있다.
- [0110] 따라서 제1 베벨기어(110a) 및 제1 회전부(120a)가 회전할 때, 그에 연결된 제1 링크(130a)가 회전 및 병진 운동을 하며, 그 제1 링크(130a)의 병진 운동 성분에 의해 제1 슬라이더(140a)가 직선 방향으로 이동할 수 있다. 이때, 제1 슬라이더(140a)는 제1 선형 스테이지(150a)의 구성 요소인 제1 선형 스테이지 가이드 레일(170a)과 함께 직선 방향으로 왕복 운동할 수 있다 (도 10 참고). 따라서, 구동 장치(110)의 제1 베벨기어(110a)가 회전할 때, 제1 슬라이더(140a)에 연결된 스캐닝 헤드(300)가 직선 운동을 할 수 있다.
- [0111] 구동 장치(110)의 제2 베벨 기어(110b)에는 제2 회전부(120b)가 연결될 수 있다.
- [0112] 제2 회전부(120b)는 제2 링크(130b)에 연결될 수 있다.
- [0113] 제2 링크(130b)는 제2 슬라이더(140b)에 연결될 수 있다. 예컨대, 제2 링크(130b)의 일측은 제2 회전부(120b)에 회전 가능하게 연결되고, 제2 링크(130b)의 타측은 제2 슬라이더(140b)에 연결될 수 있다.
- [0114] 따라서 제2 베벨 기어(110b) 및 제2 회전부(120b)가 회전할 때, 그에 연결된 제2 링크(130b)가 회전 및 병진 운동을 하며, 그 제2 링크(130b)의 병진 운동 성분에 의해 제2 슬라이더(140b)가 직선 방향으로 이동할 수 있다. 이때, 제2 슬라이더(140b)는 제2 선형 스테이지(150b)의 구성 요소인 제2 선형 스테이지 가이드 레일(170b)과 함께 직선 방향으로 왕복 운동할 수 있다 (도 10 참고). 따라서, 구동 장치(110)의 제2 베벨 기어(110b)가 회전

할 때, 제2 슬라이더(140b)에 연결된 상쇄질량체(777)가 직선 운동을 할 수 있다.

[0115] 도 10은 도 8의 광음향 스캐너의 스캐닝 헤드(300) 및 상쇄질량체(777)의 이동 방향을 설명하기 위한 도면이다.

[0116] 제1 베벨기어(110a)와 제2 베벨 기어(110b)는 서로 다른 방향으로 회전하므로, 제1 슬라이더(140a)와 제2 슬라이더(140b)는 서로 반대 방향으로 이동할 수 있다. 예컨대, 제1 슬라이더(140a)가 제1 화살표(AR1)의 축 방향을 따라 이동할 때, 제2 슬라이더(140b)는 제2 화살표(AR2)의 축 방향을 따라 이동할 수 있다. 이에 따라, 스캐닝 헤드(300)가 제1 화살표(AR1)의 축 방향을 따라 이동할 때, 운동 요소들 전체의 무게 중심점은 전혀 이동하지 않는다. 다시 말하여, 스캐닝 헤드(300)가 제1 화살표(AR1)의 축 방향을 따라 이동한 만큼, 상쇄질량체(777)가 그 제1 화살표(AR1)의 축 방향과 반대 방향인 제2 화살표(AR2)의 축 방향을 따라 후퇴하므로, 스캐닝 헤드(300)와 상쇄질량체(777)를 포함한 전체 운동 요소들의 운동량의 벡터 합은 제로(0)가 된다. 이러한 운동량의 제로섬(zero sum)은 고속 스캔시 진동 발생을 없앨 수 있어, 본 발명은 물론 기계적 스캔을 필요로 하는 모든 장치에 적용이 가능하다. 물론 상쇄질량체(777)의 질량은 운동 요소들 전체의 운동량의 총 합이 제로가 되도록 정확히 계산되어져 설정되어야 한다.

[0117] 참고로 도 8 내지 도 10에 도시된 스캐닝 헤드(300)의 외부 형태의 경우에는, 스캐닝 헤드(300)가 물과 같은 유체에 잠긴 상태에서 왕복 운동시 발생할 수 있는 유체 저항을 최소화 하기 위해, 그 하단 부분의 형상을 배와 같이 유선형으로 실시한 실시예를 바탕으로 제시하였다.

[0118] 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광음향스캐너의 중량을 최소화하기 위해 상쇄질량체를 장착할 수 있는 예시를 보여주는 모식도이다. 즉, 도 11에 제시한 본 발명의 또 다른 실시예를 적용하게 되면, 해당 스캐너 장치의 진동 발생을 없애기 추가해야 하는 상쇄질량체(777)의 질량 값을 좀 더 줄임으로써, 해당 장치 전체의 질량 증가를 최소화하는 것도 가능한 것이다.

[0119] 이는 상쇄질량체(777)가 탑재되는 제2 선형 스테이지(150b)의 설치를, 도 8 내지 도 10에 제시한 실시예에서처럼 설치하는 것이 아닌, 도 11에 제시한 바와 같이, 제2 선형 스테이지 테이블부(160b)는 제2 슬라이더(상쇄질량체 그 자체가 제2 슬라이더 역할을 하기 때문에 도 11에서는 미도시 됨) 측에, 그리고 제2 선형 스테이지 가이드 레일(170b)은 프레임(505)에 연결되도록 실시함으로써 달성될 수 있다. 이와 같이 해당 부품을 단순히 뒤집어 설치하는 것이 의미 있는 이유는, 본 발명에서 필요한 제2 선형 스테이지(150b)의 일 예시로서 현재 산업에서 흔히 쓰이고 있는 크로스 롤러 테이블(cross roller table)이 매우 효과적인데, 일반적으로 산업에서 쓰이고 있는 크로스 롤러 테이블의 경우에는, 테이블부의 무게가 그의 가운데 부분에 배치되는 레일부의 무게보다 훨씬 더 무겁기 때문이다. 즉, 이와 같은 간단한 설치 방법만으로도 추가되어야 하는 상쇄질량체(777)의 질량 값, 즉 질량 증가분을 최소화할 수 있는 것이다. 반면 제1 슬라이더(140a)를 통해 스캐닝 헤드(300)가 연결되는 제1 선형 스테이지(150a) 쪽의 경우에는, 만약 언급한 크로스 롤러 테이블을 적용할 경우, 제1 선형 스테이지 테이블부(160a)가 아닌 제1 선형 스테이지 가이드 레일(170a)에 제1 슬라이더(140a)를 비롯한 그와 연결된 모든 동적 요소들을 장착시켜 그들의 총 운동량을 최소화할 수도 있다. 왜냐하면 일반적으로 해당 쪽(즉, 스캐닝 헤드가 있는 쪽)에는 타측보다 이미 상대적으로 많은 수의 요소들(즉, 많은 질량)이 장착되기 때문이다. 물론 도 11에 제시한 실시예에서는 앞서 언급한 특성을 갖는 크로스 롤러 테이블이 적용되는 경우를 가정하여 도시되었고, 터널의 형상을 한 제2 슬라이더(140b)가 상쇄질량체(777)역할을 동시에 하는 것으로 이해되면 된다.

[0120] 도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광음향 스캐너의 고속 스캐닝 과정에서 스캐닝 헤드의 정확한 병진 이동 값을 측정할 수 있는 광학 방식의 엔코더가 장착된 상태를 보여주는 모식도이다. 도 12를 통해, 이상 설명한 작동 원리에 따라 스캐닝 헤드(300)가 왕복 운동할 시 스캐닝 헤드가 병진 이동한 값을 정확히 측정, 관련 정보(신호)를 제공할 수 있는 엔코더(180)가 장착된 광음향 스캐너의 일 실시예를 설명한다.

[0121] 다시 말해, 이 엔코더(180)는 스캐닝 헤드(300)가 이동되는 과정에서 매 이송량(step)을 매 단위 이송 발생마다 매우 정밀하게 실시간으로 알아야 하는 상황에서 필요한 것으로, 현실적으로 어떤 두 맞물린 베벨 기어들 간에는 백래쉬(backlash)가 거의 대부분 존재하기 때문에, 구동 모터(555) 내부에 회전 각을 알려주는 로터리형 엔코더를 장착하는 방식으로서는 정확히 알 수 없는 것이 일반적이기 때문이다.

[0122] 이러한 이유에서, 도 12는 광학적 방식에 따라 매 이송 스텝마다 이송된 정도를 전기 신호(펄스)로 제공해 주는 엔코더(180)가 장착된 경우를 보여주는 실시예로, 해당 엔코더(180)는 산업에서 일반적으로 쓰이는 광학 방식의 선형 엔코더와 같은 원리로 작동하며, 리니어 스케일(180c)을 통과하도록 그쪽 방향으로 광을 발사하는 엔코더 광원(180a)과 리니어 스케일(180c)을 통과한 광을 검출하는 광센서(180b), 그리고 리니어 스케일(180c)을 고정해주는 리니어 스케일 지지대(180d)로 구성된다. 물론 본 발명의 실시예들에서는 리니어 스케일(180c)과 그를

고정해주는 리니어 스케일 지지대(180d) 두 요소만이 제1 슬라이더(140a)에 장착되어 제1 슬라이더(140a)와 함께 선형 왕복 운동을 하며, 그 외 엔코더 광원(180a)과 광센서(180b)는 프레임(505)에 장착되어 움직이지 않아야, 동적인 부분들의 총 무게 측면에서 더 효과적일 것임은 자명하다. 리니어 스케일(180c)이란 광이 통과하는 부분과 그렇지 못한 부분이 소정의 영역에 걸쳐 일정 간격으로 패터닝 된 통상적으로 쓰이는 엔코더 내의 한 요소를 말한다.

[0123] 한편, 도 8 내지 도 12에서는 제1 회전부(120a)와 제2 회전부(120b)가 원판 형태인 상황으로 도시되었으나, 이들은 마치 자전거의 크랭크 페달과 같이 막대기 형태로 실시되는 것도 충분히 가능함은 자명하다.

[0124] 이상 대칭 형태로 배치된 제1 선형 스테이지와 제2 선형 스테이지 및 그에 탑재된 양측의 운동 요소들이 총 무게 중심점이 왕복 직선 운동 과정에서도 이동하지 않게 함으로써 고속 스캔 과정에서 발생할 수 있는 기계적 진동을 상당 부분 없앨 수 있는 스캐닝 장치 구조를 제시하였다. 그러나, 해당 원리가 적용되는 장치가 수 미터(meter) 스케일 수준으로 크게 실시될 경우, 제1 링크(130a) 및 제2 링크(130b)의 크기 및 무게도 함께 증가하게 되어, 도 8 내지 도 12에서 제시한 실시예의 경우에는 그들이 발생시키는 진동 기여분도 결코 무시할 수가 없는 상황이 발생할 수 있다. 왜냐하면 제1 링크(130a) 및 제2 링크(130b), 그리고 그에 연결된 베어링핀(132)들이 구동 장치(110)를 기준으로 거울 대칭 형태가 아닌 서로 반대쪽, 즉 회전 대칭인 형태로 배치되기 때문이다.

[0125] 이하에서는 이러한 상황에서 발생할 수 있는 진동 문제점도 완벽히 해결할 수 있는, 즉, 선형 왕복 운동하는 기계적인 부분(즉, 스캐너 장치 부분)에 대한, 또 다른 실시예를 제공하며, 본 명세서에서는 해당 기계 장치를 “광범위 무진동 선형 왕복 스캐닝 장치” (이하 무진동 선형 왕복 스캐닝 장치)라 명명한다.

[0126] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따라, 광범위 왕복 고속 스캔 시 기계적 진동 발생 문제를 거의 완벽히 없앨 수 있는 광범위 무진동 선형 왕복 스캐닝 장치의 구조를 보여주는 모식도이고, 도 14는 도 13에 적용된 크랭크의 형태를 보다 명확히 보여주기 위한 사시도이고, 도 15는 도 8 내지 도 13에 적용된 제1 링크 및 제2 링크의 구조와 형태를 보여주는 모식도이고, 도 16은 도 13에 제시한 실시예의 작동 원리를 좀 더 구체적으로 설명하기 위한 모식도이다.

[0127] 도 13 내지 도 16을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 무진동 선형 왕복 스캐닝 장치는 구동 장치(110)를 기준점으로 프레임(505)의 길다란 방향을 따라 양측에 배치된 제1 선형 스테이지(150a)와 제2 선형 스테이지(150b), 제1 선형 스테이지(150a)의 제1 선형 스테이지 가이드 레일(170a)에 탑재된 제1 슬라이더(140a), 제2 선형 스테이지(150b)의 제2 선형 스테이지 테이블부(160b)에 탑재된 제2 슬라이더(140b), 제1 슬라이더(140a)의 좌우에 거울 대칭 방향으로 연결된 두 개의 제1 링크(130a), 제2 슬라이더(140b)의 좌우에 거울 대칭 방향으로 연결된 두 개의 제2 링크(130b), 그리고 두 개의 제1 링크(130a)와 두 개의 제2 링크(130b)의 타측 끝에 연결되어 그들에게 회전 및 병진 운동력을 제공해주는 크랭크(190)를 포함하는 방식으로 실시될 수 있다. 즉, 이 실시예에서는 도 8 내지 도 12에 포함되었던 제1 회전부(120a)와 제2 회전부(120b)가 도 14에 도시된 형태와 구조를 갖는 크랭크(190)로 대체되었으며, 도 8 내지 도 12의 실시예에서 서로 반대 방향으로 회전하던 제1 베벨기어(110a)와 제2 베벨기어(110b)가 이 실시예에서는 모두 개입되는 것이 아닌, 단지 하나의 베벨기어, 즉 제1 베벨기어(110a)만이 크랭크(190), 좀 더 구체적으로는 중심 샤프트(191)에 설치되어 있는 것이 특징이다. 이로 인해 구동 장치(110)를 기준으로 좌우 거울 대칭 형태를 취하는 크랭크(190)의 양쪽 부분이, 제1 베벨기어(110a) 하나만을 통해 중심 기어(555b)로부터 회전 동력을 전달받게 되어, 양쪽 모두 같은 방향으로만 회전하게 된다.

[0128] 물론 본 발명이 제공하는 무진동 선형 왕복 스캐닝 장치가 스캔 범위에 무관하게 완벽히 기계적 진동을 없애기 위해서는 해당 장치에 적용되어야 하는 크랭크의 형태와 물리적 특성도 매우 중요하다.

[0129] 도 14를 참고하면, 크랭크(190)는 제1 베벨기어(110a)가 쏙히는 중심 샤프트(191)를 기준으로 완벽히 거울 대칭 형태를 취해야 하며, 회전의 중심이 되는 중심 샤프트(191)를 기준으로 L구간의 길이와 R구간의 길이가 정확히 같아야 한다. 즉, 중심 샤프트(191)의 양측의 질량 분포가 정확히 같아야 하며, 이를 위해, 제1 링크(130a)가 연결되는 제1 샤프트(193)와 제2 링크(130b)가 연결되는 제2 샤프트(195)의 질량도 양측의 질량 분포가 동등하게 형성될 수 있도록 정확히 설정되어야 한다. 이 부분이 중요한 이유는, 그러한 실시를 통해 만약 중심 샤프트(191)가 고속으로 회전 운동을 하더라도 중심 샤프트(191)를 기준으로 질점의 원심력에 의한 진동 성분이 발생하지 않도록 근본적으로 차단해야 하기 때문이다. 또한 중심 샤프트(191)를 기준으로 L구간의 길이와 R구간의 길이가 정확히 같기 때문에, 크랭크(190)가 일정 각도를 회전할 때, 제1 슬라이더(140a)와 제2 슬라이더(140b)는 서로 반대 방향을 향하며 정확히 같은 거리만큼을 이송하게 된다. 다시, 도 13을 참고하면, 도 13의 실시예의 경우에서도 도 11의 경우와 마찬가지로 터널의 형상을 한 제2 슬라이더(140b)가 상쇄질량체(777) 역할을 동

시에 하고 있는 상황인 바, 만약 해당 상쇄질량체(777)의 질량 값을 정확히 설정하면, 제1 슬라이더(140a)와 제2 슬라이더(140b)의 왕복 운동 범위와 이송 속도에 무관하게 제1방향 측 및 제2 방향 측의 모든 운동 요소들의 운동량 총합이 항상 제로(0)가 되게 설정할 수 있어, 물리적 운동으로 인한 기계적 진동이 전혀 발생하지 않게 된다. 여기서, 중심 샤프트(191)의 양측에는 각각 두 개의 제1 연결 암(192)이 연결될 수 있다. 또한, 두 개의 제1 연결 암(192)에는 두 개의 제1 샤프트(193)가 연결될 수 있다. 이러한 두 개의 제1 샤프트(193)에는 각각 두 개의 제1 링크(130a)가 회전 가능하게 결합될 수 있다. 또한, 두 개의 제1 샤프트(193)에는 각각 두 개의 제2 연결 암(194)이 연결될 수 있다. 또한, 두 개의 제2 연결 암(194)에는 각각 두 개의 제2 샤프트(195)가 각각 연결될 수 있다. 이러한 두 개의 제2 샤프트(195)에는 각각 두 개의 제2 링크(130b)가 회전 가능하게 결합될 수 있다.

[0130] 도 15는 도8 내지 도 13에 적용된 제1 링크(130a) 및 제2 링크(130b)의 형태와 구조를 보여주는 모식도로, 구동 장치(110)가 제공해주는 회전 및 병진 운동력이 링크(130)를 통해 슬라이더(140)에 제대로 전달될 수 있도록 링크의 좌우 끝에 링크베어링(131)이 설치되어 있는 구조를 갖고 있다.

[0131] 도 16은 도 13에 제시한 실시예의 작동 원리를 설명하기 위한 모식도이며, 크랭크(190)의 L구간의 길이와 R구간의 길이는 물론 각 구간에 대한 질량 분포가 정확히 같은 상황에서, 프레임(505)의 장축 방향을 기준으로 그 좌우측에 거울 대칭 형태로 배치된 제1 링크(130a) 및 제2 링크(130b)를 통해 제1 및 제2 슬라이더(140)의 선형 운동에 필요한 힘이 좌우 균형을 이루면서 균등하게 전달되기 때문에, 만약 상쇄질량체(777)의 질량만 정확하게 계산되어 설치되게 되면, 도8 내지 도 10의 실시예에서와 같이 다소 비대칭적으로 분포하는 질점들이 야기하는 기계적 진동 및 원심력을 이론상으로는 거의 완벽히 제거할 수 있게 된다.

[0132] 본 발명의 일 실시예에 따른 스캐닝 헤드의 이송을 위한 무진동 선형 왕복 스캐닝 장치는 구동 모터(555)에 의해 회전되는 제1 베벨기어(110a)와, 제1 베벨기어(110a)에 결합되어 제1 베벨기어(110a)의 회전 운동을 제1 링크(130a) 및 제2 링크(130b)에 전달하는 크랭크(190)와, 그 크랭크(190)에 연결되어 크랭크(190)로부터 동력을 전달받아 회전 및 직선 운동을 하는 제1 링크(130a) 및 제2 링크(130b)와, 제1 링크(130a) 및 제2 링크(130b)에 각각 연결되어 제1 링크(130a) 및 제2 링크(130b)의 직선 운동 방향을 따라 함께 직선 운동되는 제1 슬라이더(140a) 및 제2 슬라이더(140b)를 포함하고 있어, 결국 제1 슬라이더(140a)에 연결된 스캐닝 헤드(300)는 제1 슬라이더(140a)의 직선 운동에 따라 함께 직선 이동될 수 있다. 일 예로, 스캐닝 헤드(300)는 제1 슬라이더(140a)에 연결될 수도 있다.

[0133] 일 예로, 크랭크(190)는 제1 베벨기어(110a)에 결합되는 중심 샤프트(191)와, 중심 샤프트(191)의 양측에 각각 연결되는 두 개의 제1 연결 암(192)과, 두 개의 제1 연결 암(192)과 각각 연결되고, 제1 링크(130a)가 회전 가능하게 결합되는 두 개의 제1 샤프트(193)와, 두 개의 제1 샤프트(193)에 각각 연결되는 두 개의 제2 연결 암(194)과, 두 개의 제2 연결 암(194)과 각각 연결되고 제2 링크(130b)가 회전 가능하게 결합되는 두 개의 제2 샤프트(195)를 포함할 수 있다.

[0134] 일 예로, 제1 연결 암(192)의 중심에 중심 샤프트(191)가 연결되고, 제2 연결 암(194)은 제1 연결 암(192)에 거울 대칭되게 배치되며, 제1 연결 암(192)의 회전 중심은 제1 연결 암(192)의 중앙이고, 더불어 제2 연결 암(194)의 회전 중심 역시 제2 연결 암(194)의 중앙일 수 있다.

[0135] 여기서, 제1 연결 암(192)과 제2 연결 암(194)의 회전 중심으로부터 각각의 일단까지의 L구간의 길이는 제1 연결 암(192)과 제2 연결 암(194)의 회전 중심으로부터 각각의 타단까지의 R구간의 길이와 동일할 수 있다.

[0136] 본 발명의 일 실시예에 따른 광범위 무진동 선형 왕복 스캐닝 장치는 제1 슬라이더(140a) 및 제2 슬라이더(140b)가 각각 직선 운동 가능하게 결합되는 제1 선형 스테이지(150a) 및 제2 선형 스테이지(150b)를 더 포함할 수 있다.

[0137] 본 발명의 일 실시예에 따른 광범위 무진동 선형 왕복 스캐닝 장치는 제2 슬라이더(140b)에 분리 가능하게 결합되는 상쇄질량체를 더 포함할 수 있다. 여기서, 상쇄질량체의 질량은 제1 슬라이더(140a)와 연동되어 이송되는 부품들의 총 질량과 제2 슬라이더(140b)와 연동되어 이송되는 부품들의 총 질량이 상호 동일해지는 방향으로 결정될 수 있다. 다시 말해, 상쇄질량체의 질량은 제1 슬라이더(140a)와 연동되어 이송되는 부품들의 총 질량에서 제2 슬라이더(140b)와 연동되어 이동되는 부품들의 총 질량을 차감한 것으로 결정될 수 있다.

[0138] 한편, 제1 슬라이더(140a)와 연동되어 이송되는 부품들은 제1 슬라이더(140a), 제1 링크(130a), 스캐닝 헤드(300), 제1 연결 암(192)과 제2 연결 암(194)의 R구간을 포함할 수 있다. 또한, 제2 슬라이더(140b)와 연동되어 이송되는 부품들은 제2 슬라이더(140b), 제2 링크(130b), 제1 연결 암(192)과 제2 연결 암(194)의 L구간을 포함

할 수 있다.

[0139] 본 발명에서는 광음향 영상을 하나의 구체적 응용 예시로 설정하여 그에 필요한 요소들과 더불어 선형 왕복 스캔시 발생할 수 있는 기계적 진동 문제를 스캔 범위 및 속도와 무관하게 완벽히 제거할 수 있는 무진동 선형 왕복 스캐닝 장치에 대한 개념을 설명하였다. 그러나, 본 개시가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 사람이라면 제시한 스캐닝 장치가 광음향 영상뿐만 아니라, 대면적 LCD에서 결함을 찾는 데 쓰이는 초음파 현미경 등과 같은 선형 왕복 스캔을 필요로 하는 다른 모든 영역에서도 동일한 원리로 적용될 수 있을 것이라는 점을 충분히 납득할 수 있을 것이다. 이상에서와 같이 첨부된 도면을 참조하여 개시된 실시예들을 설명하였다.

[0140] 본 개시가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 개시의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고도, 개시된 실시예들과 다른 형태로 본 개시가 실시될 수 있음을 이해할 것이다. 개시된 실시예들은 예시적인 것이며, 한정적으로 해석되어서는 안 된다.

부호의 설명

[0141] 10: 피검 조직

100: 유도 광섬유

100-1: 제1 유도 광섬유

100-2: 제2 유도 광섬유

110: 구동 장치

110a: 제1 베벨기어

110b: 제2 베벨기어

120a: 제1 회전부

120b: 제2 회전부

130a: 제1 링크

130b: 제2 링크

131: 링크베어링

132: 베어링핀

140a: 제1 슬라이더

140b: 제2 슬라이더

150a: 제1 선형 스테이지

150b: 제2 선형 스테이지

160a: 제1 선형 스테이지 테이블부

160b: 제2 선형 스테이지 테이블부

170a: 제1 선형 스테이지 가이드 레일

170b: 제2 선형 스테이지 가이드 레일

180: 엔코더

180a: 엔코더 광원

180b: 광센서

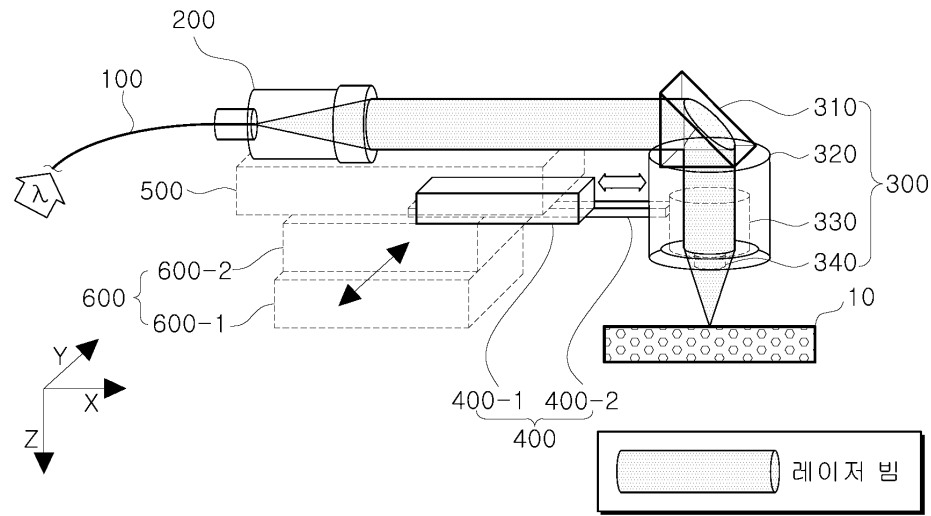
180c: 리니어 스케일

180d: 리니어 스케일 지지대

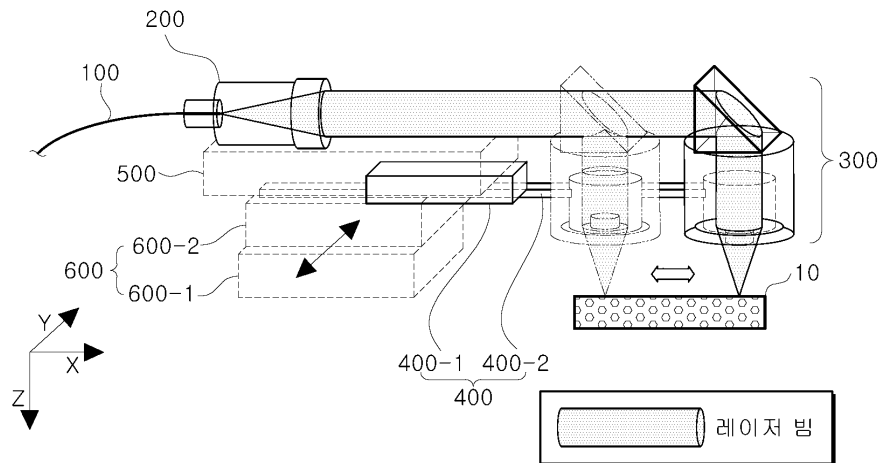
190: 크랭크
191: 중심 샤프트
192: 제1 연결 암
193: 제1 샤프트
194: 제2 연결 암
195: 제2 샤프트
200: 콜리메이터
200-1: 제1 콜리메이터
200-2: 제2 콜리메이터
300: 스캐닝 헤드
310: 프리즘
310-1: 평면 거울
320: 스캐닝 헤드 프레임
330: 조명 광학부
330-2: 그린 렌즈
340: 초음파 트랜듀서
340-1: 링 트랜듀서
400: 선형 액추에이터
400-1: 고정부
400-2: 가동부
500: 기저 프레임
500' : 하우징
505: 프레임
555: 구동 모터
555a: 구동 모터 감속기
555b: 중심 기어
600: 스테이지
600-1: 지지판
600-2: 이동판
700: 반사 거울
777: 상쇄질량체
800: 빔 컴바이너
901: 제1 지지부
902: 제2 지지부
1000: 케이스

도면

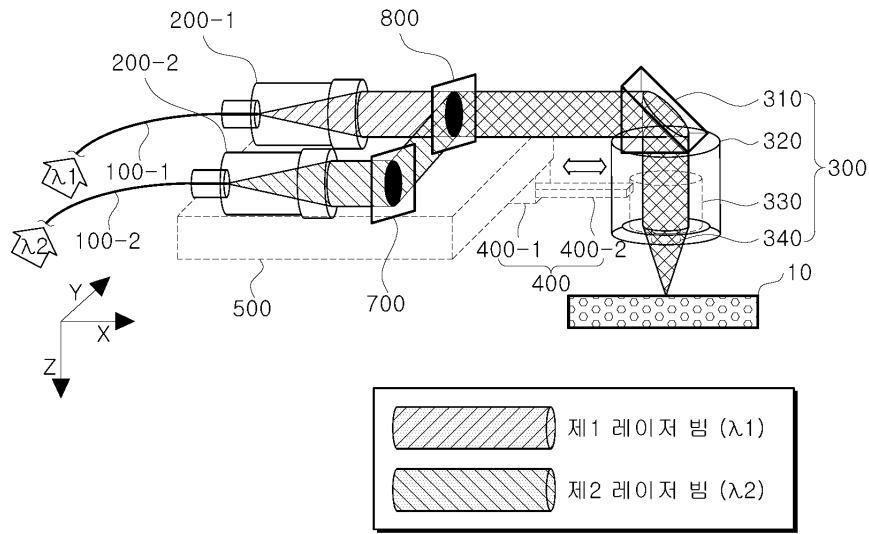
도면1



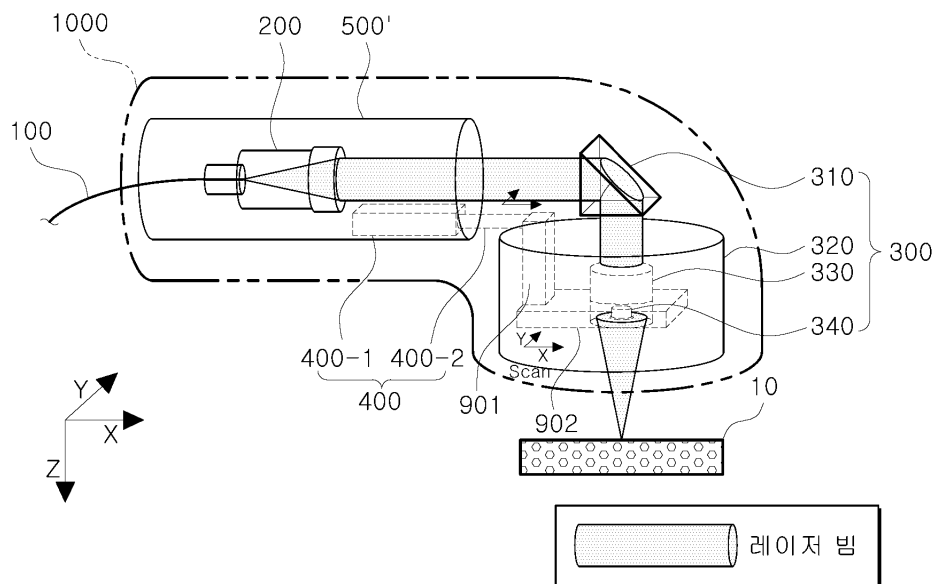
도면2



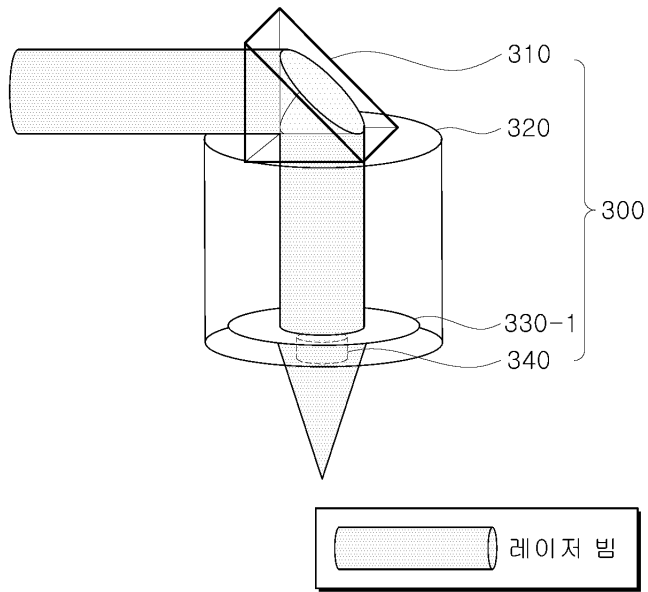
도면3



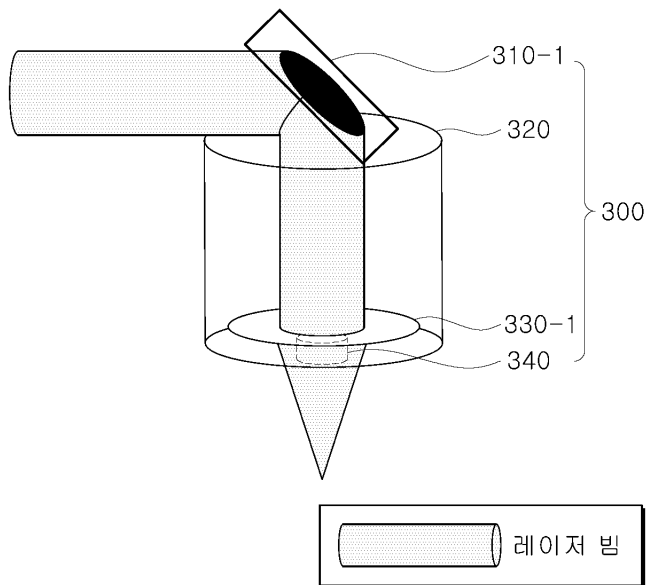
도면4



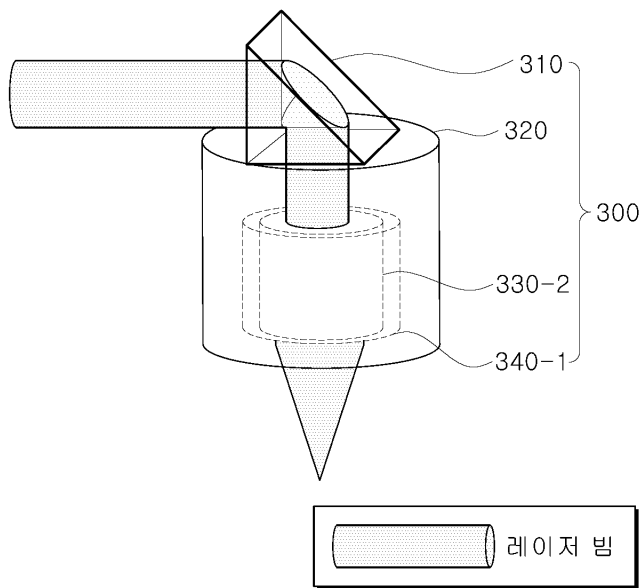
도면5



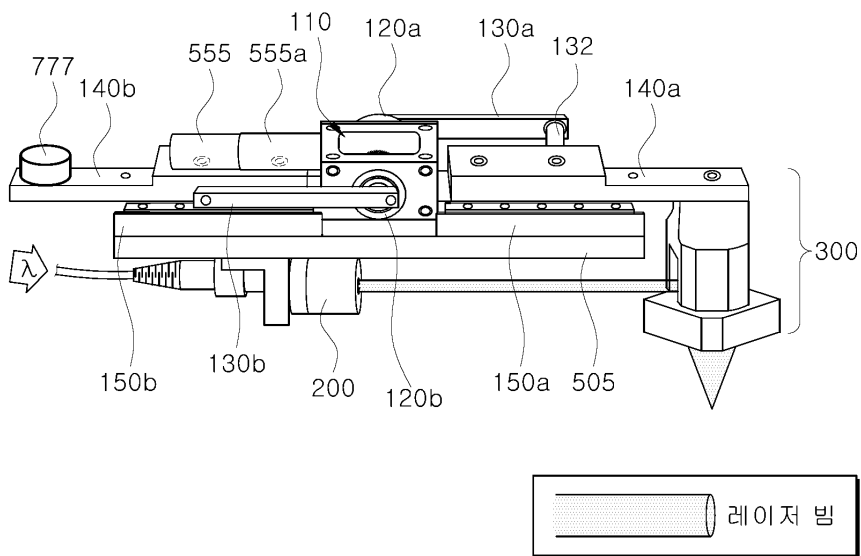
도면6



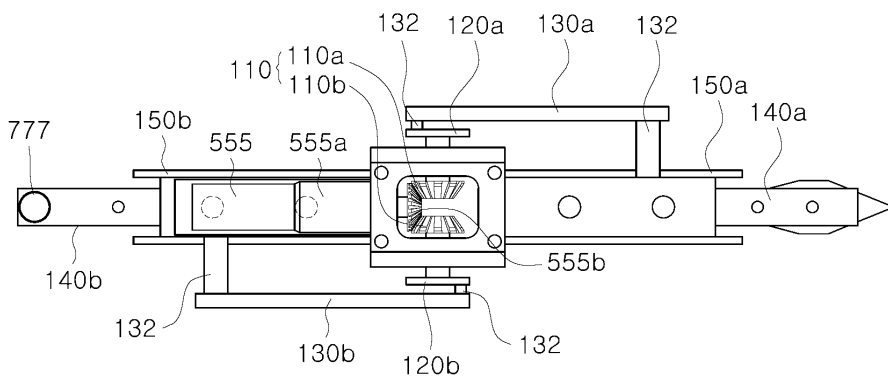
도면7



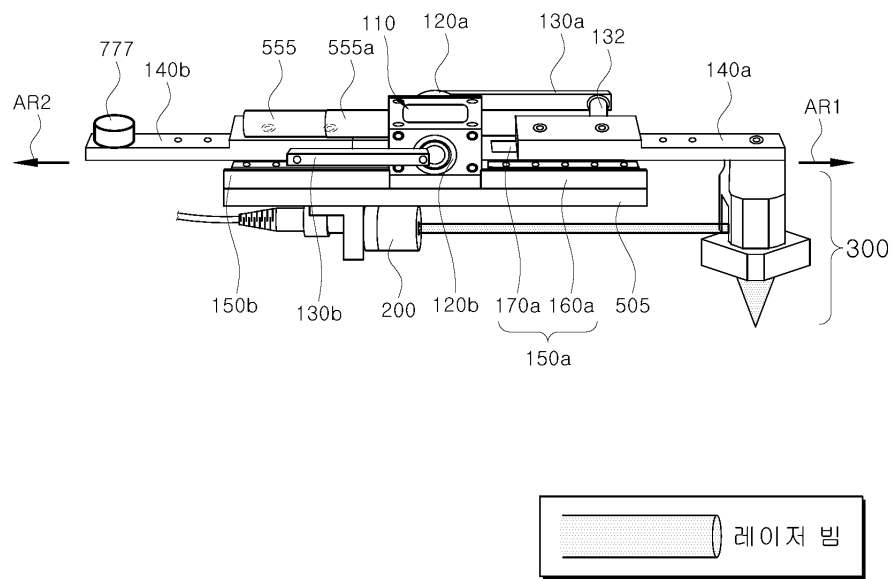
도면8



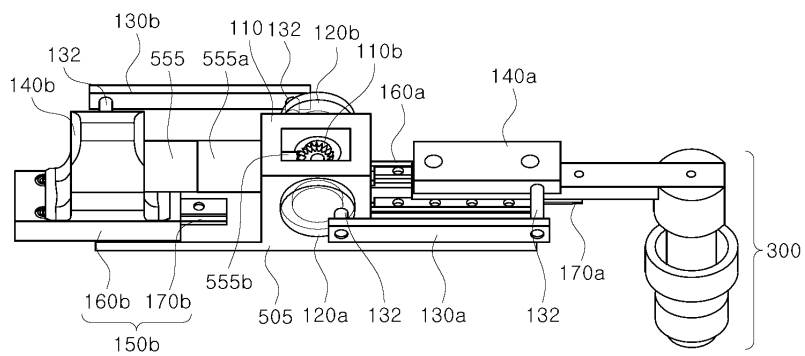
도면9



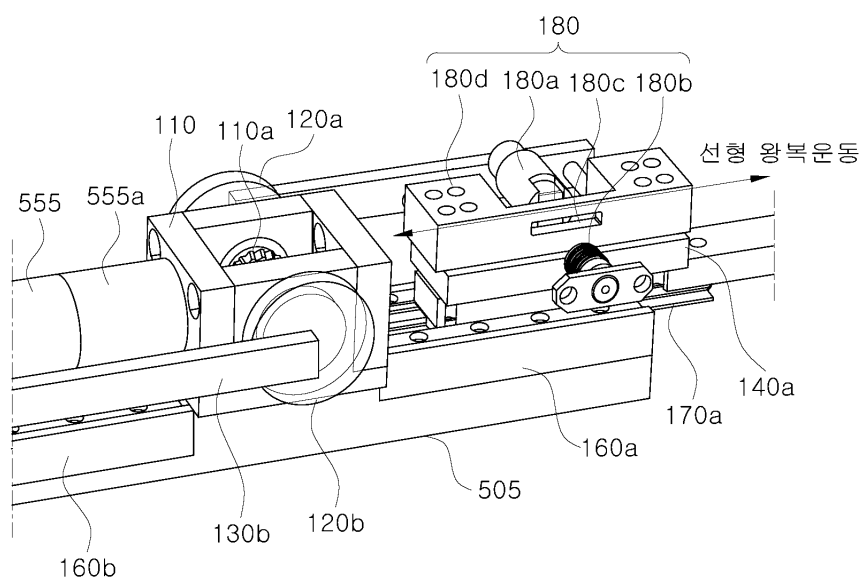
도면 10



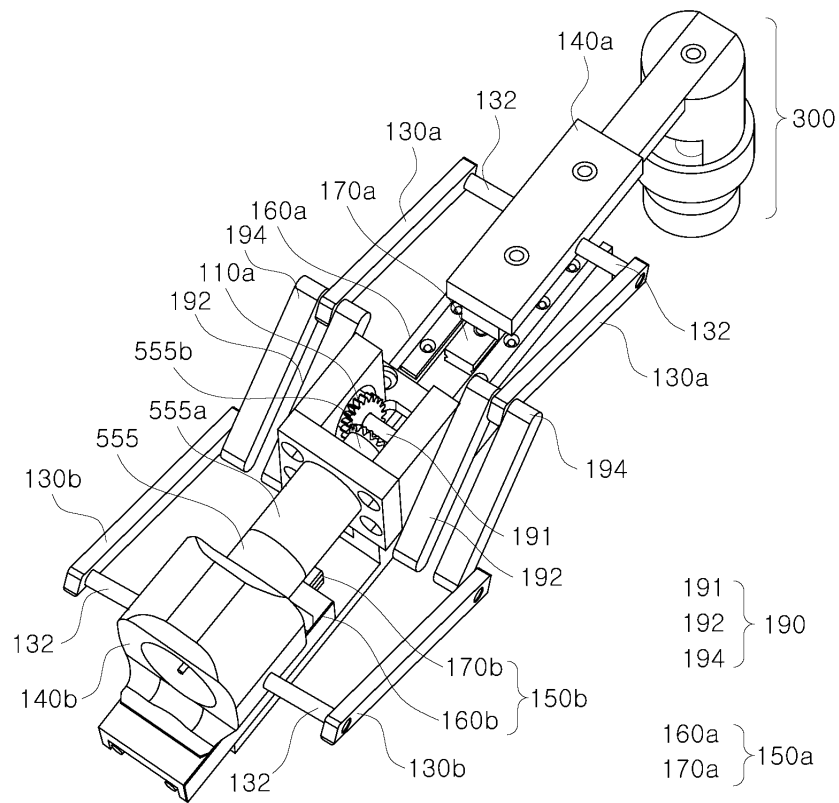
도면11



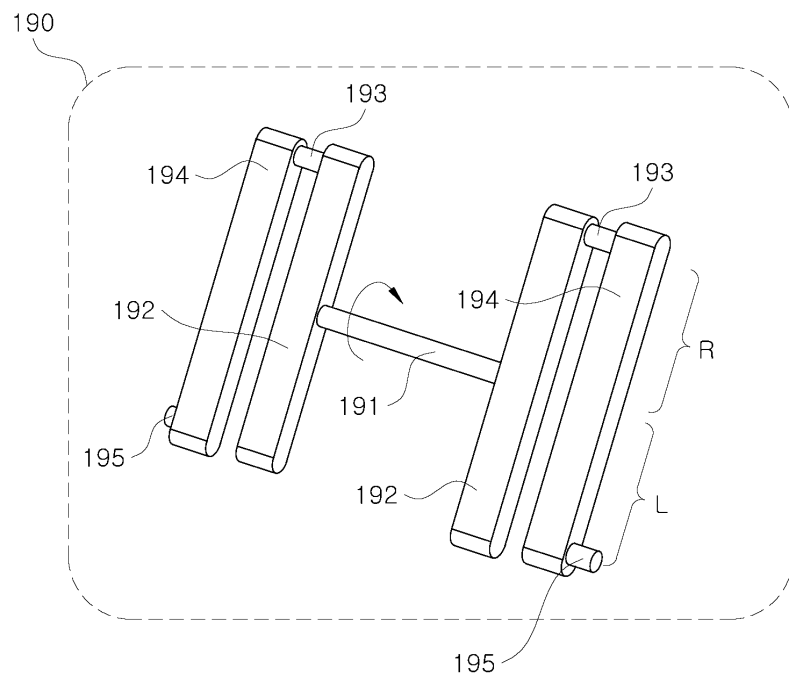
도면 12



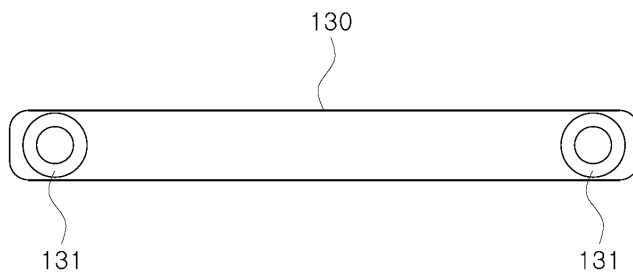
도면13



도면14



도면15



도면16

