



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0053543
(43) 공개일자 2024년04월24일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 $A61B\ 8/00$ (2006.01) $A61B\ 5/00$ (2021.01)
 $A61B\ 8/12$ (2006.01) $A61B\ 8/13$ (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 $A61B\ 8/4444$ (2013.01)
 $A61B\ 5/0095$ (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2023-0136980
 (22) 출원일자 2023년10월13일
 심사청구일자 2023년10월13일</p> <p>(30) 우선권주장
 1020220133574 2022년10월17일 대한민국(KR)</p> | <p>(71) 출원인
 울산과학기술원
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50</p> <p>(72) 발명자
 양준모
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50</p> <p>(74) 대리인
 리앤목특허법인</p> |
|--|---|

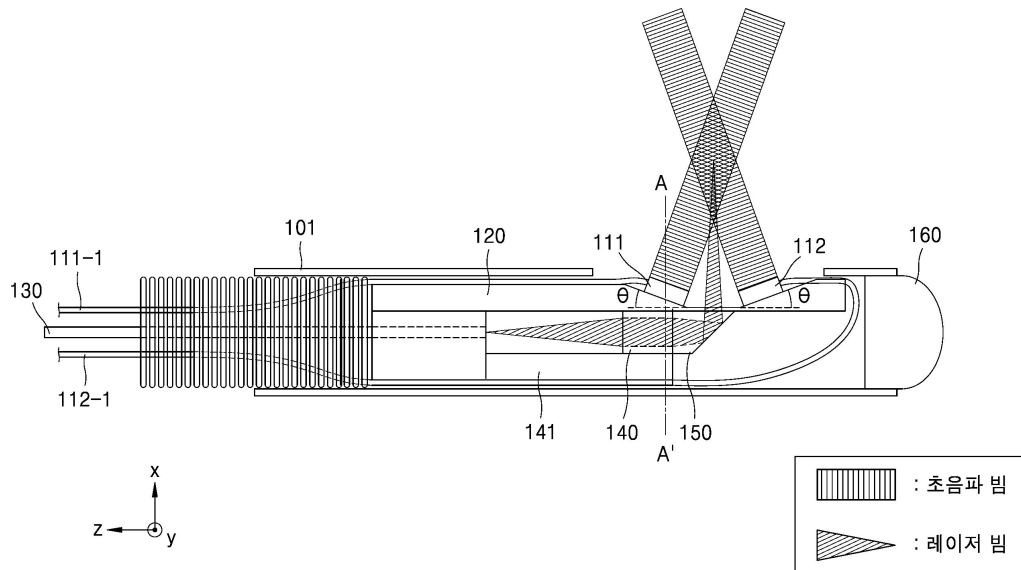
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **광음향-초음파 미니 프로브용 스캐닝 팁**

(57) 요약

본 발명에서는 음향 집속(acoustic focusing) 능력을 갖는 한 개의 트랜듀서 또는 두 개의 트랜듀서를 레이저 빔 축에 대해 서로 대칭적 구조로 배치하여 합성적(synthetic) 음향 집속 능력을 갖도록 실시한 상황에서, 해당 분야에서 흔히 사용되는 광섬유와 그린 렌즈 (GRIN lens), 그리고 프리즘 (prism) 각각 1개만의 조합으로, 관련된 분야에서 요구되는 제한된 프로브 공간 한도 내에서 레이저 빔이 발사되는 레이저 빔 축을 기준으로 초음파 빔이 서로 겹치게 (즉, collinear 하게) 발사될 수 있도록 하는 광학 및 초음파 소자들의 배치 구조와 더불어 광학 분해능 광음향 내시경 영상 획득을 가능케 하는 독창적인 프로브 디자인을 도출하였다.

대표도



(52) CPC특허분류

A61B 8/12 (2013.01)

A61B 8/13 (2013.01)

A61B 8/4477 (2013.01)

A61B 2562/16 (2020.05)

A61B 2562/18 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711174386
과제번호	KD000066
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	(재단)범부처전주기의료기기연구개발사업단
연구사업명	범부처전주기의료기기연구개발(과기부)
연구과제명	담도암 진단을 위한 3차원 자동 스캔 초음파광초음파 융합 내시경 미니 프로브 및
시스템 개발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2022.03.01 ~ 2022.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

관통구를 가지며, 상기 관통구의 중심축을 중심으로 상호 대칭이 되도록 상기 관통구의 일측에 위치한 제1경사면과 상기 관통구의 타측에 위치한 제2경사면을 갖는, 트랜듀서 베이스;

상기 제1경사면 상에 배치된 제1초음파 트랜듀서;

상기 제2경사면에 배치된 제2초음파 트랜듀서;

상기 트랜듀서 베이스의 상기 제1초음파 트랜듀서와 상기 제2초음파 트랜듀서가 배치된 방향의 반대 방향에 선단이 위치하는, 광섬유; 및

상기 관통구를 통과하도록, 상기 광섬유의 선단에서 방출된 레이저 빔을 반사시키는 프리즘;

을 구비하는, 광음향-초음파 미니 프로브용 스캐닝 팁.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 광섬유의 선단과 상기 프리즘 사이에 개재되는 그린 렌즈를 더 구비하는, 광음향-초음파 미니 프로브용 스캐닝 팁.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1초음파 트랜듀서에 연결된 제1마이크로 코액시얼 케이블; 및

상기 제2초음파 트랜듀서에 연결된 제2마이크로 코액시얼 케이블;

을 더 구비하고,

상기 제1마이크로 코액시얼 케이블은 상기 트랜듀서 베이스의 상기 제1초음파 트랜듀서와 상기 제2초음파 트랜듀서가 배치된 방향에 배치되고, 상기 제2마이크로 코액시얼 케이블은 상기 트랜듀서 베이스의 상기 제1초음파 트랜듀서와 상기 제2초음파 트랜듀서가 배치된 방향의 반대 방향을 지나도록 절곡된, 광음향-초음파 미니 프로브용 스캐닝 팁.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 광섬유의 선단과 상기 프리즘 사이에 개재되는 그린 렌즈; 및

상기 그린 렌즈를 고정하는 그린 렌즈 하우징;

을 더 구비하고,

상기 제2마이크로 코액시얼 케이블은 상기 그린 렌즈 하우징에 형성된 홈에 배치되는, 광음향-초음파 미니 프로브용 스캐닝 팁.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 광섬유를 고정하는 광섬유 하우징을 더 구비하고,

상기 제2마이크로 코액시얼 케이블은 상기 광섬유 하우징에 형성된 홈에 배치되는, 광음향-초음파 미니 프로브용 스캐닝 팁.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 트랜듀서 베이스, 상기 제1초음파 트랜듀서, 상기 제2초음파 트랜듀서, 상기 광섬유 및 상기 프리즘을 내부에 수용하며, 상기 관통구, 상기 제1초음파 트랜듀서 및 상기 제2초음파 트랜듀서에 대응하는 오픈영역을 갖는, 스캐닝 팁 케이싱을 더 구비하는, 광음향-초음파 미니 프로브용 스캐닝 팁.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 스캐닝 팁 케이싱은 사전설정된 길이의 튜브 형상을 갖되, 상기 관통구, 상기 제1초음파 트랜듀서 및 상기 제2초음파 트랜듀서에 대응하는 오픈영역을 측면에 갖는, 광음향-초음파 미니 프로브용 스캐닝 팁.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 스캐닝 팁 케이싱은 일단이 개방된 개방부분을 갖는, 광음향-초음파 미니 프로브용 스캐닝 팁.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 스캐닝 팁 케이싱의 일단과 상기 개방부분을 밀봉하는 에폭시 마감부를 더 구비하는, 광음향-초음파 미니 프로브용 스캐닝 팁.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 스캐닝 팁 케이싱은 타단에 인접하여 위치한 에폭시 주입 구멍을 갖는, 광음향-초음파 미니 프로브용 스캐닝 팁.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 에폭시 주입 구멍을 통해 상기 스캐닝 팁 케이싱 내부를 채우는 에폭시를 더 구비하는, 광음향-초음파 미니 프로브용 스캐닝 팁.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 현재 임상에서 쓰이고 있는 초음파 내시경과 같이 가늘고 긴 프로브 형태로 구현되어 피검체 내부에 삽입, 그 주변의 단층 이미지를 제공할 수 있는 의료용 단층촬영 내시경 장치에 사용할 수 있는, 광음향-초음파 미니 프로브용 스캐닝 팁에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 발명은 기존 초음파 내시경(endoscopic ultrasound)의 기능을 유지하면서 광음향 이미징(photoacoustic imaging) 정보를 동시에 제공할 수 있는 이른바 융합형 광음향-초음파 내시경(integrated photoacoustic and ultrasonic endoscopy: PAE-EUS) 미니 프로브 기술과 관련이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 종래의 광음향-초음파 프로브의 경우, 광음향의 축과 초음파의 축이 겹치지 않거나 겹치는 범위가 매우 좁다는

문제점이 있었다.

과제의 해결 수단

[0004] 본 발명에서는 음향 집속(acoustic focusing) 능력을 갖는 한 개의 트랜듀서 또는 두 개의 트랜듀서를 후술 될 레이저 빔 축에 대해 서로 대칭적 구조로 배치하여 합성적(synthetic) 음향 집속 능력을 갖도록 한 상황에서, 광섬유와 그린 렌즈 (GRIN lens), 그리고 프리즘 (prism) 각각 1개만의 조합으로 상기 언급한 프로브 공간 한도 내에서 레이저 빔이 발사되는 레이저 빔 축을 기준으로 초음파 빔이 서로 겹치게 (즉, collinear 하계) 발사될 수 있도록 하는 광학 및 초음파 소자들의 배치 구조와, 광학 분해능 광음향 내시경 영상 획득을 가능케 하는 독창적인 프로브 디자인을 도출하였다.

발명의 효과

[0005] 본 발명에 제시하는 독창적인 구조와 제조 방법을 따르게 되면, 직경 기준 0.7-1.5 mm 그리고 단단한(rigid) 말단부 스캐닝 팁 길이 기준 10 mm 이하의 공간에서 광 축과 음향 축이 완벽히 일치하면서도(i.e., collinear), 관련 부위를 통과하는 펄스 레이저 빔에 의한 광학 소자의 어떠한 파손 없이 광학 분해능 광음향 영상과 기준 초음파 영상을 동시에 확보할 수 있게 된다. 더불어 초음파 트랜듀서가 프로브의 표면 쪽에 배치되어, 주변의 음향 정합 매질(acoustic matching medium)에 좀 더 직접적으로 접촉하게 되므로, 실제 사용시 초음파 트랜듀서 표면에 기포 등이 부착되어 관련 영상 기술을 방해할 확률이 현저히 줄어들게 된다.

[0006] 본 발명이 제시한 독특한 프로브 구조는 주로 소화기 질환 진단용 내시경을 타겟으로 제시되었으나, 이보다 훨씬 더 높은 프로브 소형화를 요구하는 심혈관계 질환 진단 응용, 그리고 그 외의 다양한 분야의 내시경 영역에 적용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1a는 일 실시예에 따른 광음향-초음파 미니 프로브의 말단 구조를 보여주는 모식도다.
 도 1b는 도 1a에 도시된 프로브를 그 프로브의 중심축을 포함하면서 x-z 평면을 따라 자른 단면도이다.
 도 1c는 도 1b에 도시된 프로브의 A-A' 지점에서 x-y 평면을 따라 자른 단면도이다.
 도 2a 내지 도 2n은 도 1에 제시된 광음향-초음파 미니 프로브의 말단 구조를 일 실시예에 따라 제조하는 과정을 보여주는 그림들이다.
 도 3a는 도 1b에 도시된 요소들 중 트랜듀서 베이스와 두 개의 초음파 트랜듀서들만을 보여주는 그림이다.
 도 3b는 일 실시예에 따라 음향 집속 능력을 갖도록 구현된 초음파 트랜듀서의 측면도이다.
 도 3c는 도 3b를 위에서 본 평면도이다.
 도 4는 일 실시예에 따라 광음향-초음파 미니 프로브를 스캐닝 팁에서 프로 기부까지 구현한 모습을 보여주는 그림이다.
 도 5는 일 실시예에 따라 초음파 트랜듀서의 전선을 배치하는 방법을 보여주는 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.

[0009] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0010] 이하의 실시예에서, 제1, 제2 등의 용어는 한정적인 의미가 아니라 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하는 목적으로 사용된다.

[0011] 이하의 실시예에서, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

- [0012] 이하의 실시예에서, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다.
- [0013] 이하의 실시예에서, 어떠한 구성요소가 다른 구성요소와 "연결된다"고 할 때, 이는 그 다른 구성요소와 직접적으로 연결되는 것뿐만 아니라, 또다른 구성요소에 의해 간접적으로 연결되는 경우도 포함한다.
- [0014] 도 1a는 일 실시예에 따른 광 축과 음향 축이 일치(collinear)일치하면서 광학 분해능 광음향 영상 기능과 초음파 영상 기능을 동시에 가진 광음향-초음파 미니 프로브의 말단 구조를 개략적으로 나타낸 모식도, 즉 스캐닝 팁(100)의 전체적 구성과 관련 작동 개념을 개략적으로 나타낸 모식도이다. 도 1b는 도 1a에 도시된 프로브를 그 프로브의 중심축을 포함하면서 x-z 평면을 따라 자른 단면도, 그리고 도 1c는 도 1b에 도시된 프로브의 A-A' 지점에서 x-y 평면을 따라 자른 단면도이다.
- [0015] 도 1a 내지 도 1c를 참조하면, 본 발명에서 도출한 광학 분해능 광음향-초음파 미니 프로브의 스캐닝 팁(100)은 트랜듀서 베이스(120), 제1초음파 트랜듀서(111), 제2초음파 트랜듀서(112), 광섬유(130), 그린 렌즈(140) 및 프리즘(150)을 구비할 수 있다. 제1초음파 트랜듀서(111)와 제2초음파 트랜듀서(112)는 내시경 프로브의 축(z)에 대해 소정의 경사 각도(θ)를 갖도록 형성된 두 경사면들 상에 배치된다. 이때 제1초음파 트랜듀서(111)와 제2초음파 트랜듀서(112)는 레이저 빔이 방사되는 트랜듀서 베이스(120)의 관통구의 중심축을 기준으로 서로 대칭되도록 배치될 수 있다. 광섬유(130)는 외부에 별도로 마련된 레이저 광원(미도시)에서 방출된 레이저 펄스를, 프로브가 체결된 장치로부터 전달받아, 스캐닝 팁(100)까지 유도할 수 있다. 이러한 광섬유(130)는 광섬유 하우징(131)에 의해 그 위치가 고정될 수 있다. 광섬유(130)의 선단은 트랜듀서 베이스(120)의 제1초음파 트랜듀서(111)와 제2초음파 트랜듀서(112)가 배치된 방향의 반대 방향에 위치할 수 있다. 그린 렌즈(140)는 광섬유(130)의 선단에서 방출된 레이저 빔이 소정의 작업 거리(working distance)에서 초점이 맺히도록 할 수 있다. 이러한 그린 렌즈(140)는 그린 렌즈 하우징(141)에 의해 그 위치가 고정될 수 있다. 프리즘(150)은 그린 렌즈(140)에서 모아지는 형태로 굴절된 레이저 빔이 프로브의 중심축을 기준으로 90° 방향으로 전환되도록 할 수 있다.
- [0016] 상기 언급된 요소들은 스캐닝 팁 케이싱(101)에 둘러 싸여져 있으며, 스캐닝 팁 케이싱(101)의 한쪽 끝에는 소정의 길이를 갖는 토크 코일(200)이 연결되어 있고, 이 토크 코일(200) 내부로 제1초음파 트랜듀서(111)에 연결된 제1마이크로 코액시얼 케이블(111-1)과 제2초음파 트랜듀서(112)에 연결된 제2마이크로 코액시얼 케이블(112-1)과 광섬유(130)가 지난다. 그리고 스캐닝 팁 케이싱(101)의 다른 한쪽 끝에는 에폭시 마감부(160)가 형성되어 있어서 스캐닝 팁(100) 내부로 물 또는 기름 등과 같이 유체로 된 음향 정합 매질이 침입하는 것을 방지한다.
- [0017] 프로브의 기부까지 형성된 토크 코일(200) 내부에 배치된 광섬유(130)는 프로브가 체결된 장치로부터 전달받은 레이저 펄스를 스캐닝 팁(100)까지 유도할 수 있다. 레이저 펄스는 광섬유(130)의 끝에 도달하면 그 광섬유(130)가 갖는 광 개구수(optical numerical aperture)에 따라 결정되는 각도로 방사된다. 이후 레이저 펄스는 공기로 채워진 그린 렌즈 하우징(141)의 내부 공간에서 그린 렌즈(140)의 입사면까지 진행한 후, 그린 렌즈(140) 내에서 렌즈 효과에 의해 굴절되고, 마침내는 프리즘(150) 내부로 진행하여 전반사 원리에 의해 90° 방향을 바꾼 후 프로브가 담겨진(immersed) 음향 정합 매질 속으로 포커싱 되는 형태로 방사된다. 즉, 전반사 원리에 의해 레이저 빔이 프리즘(150)의 사면에서 반사되므로, 프리즘(150)의 사면과 경계를 이루는 공간은 공기로 채워져야 한다. 즉, 에폭시 마감부(160)는 스캐닝 팁(100) 내부의 공기를 가두는 역할을 한다. 그러나, 프리즘(150)의 사면에 반사 코팅이 형성된 경우라면, 전반사 원리가 적용될 필요가 없기 때문에, 반드시 공기와 접해야 하는 것은 아니다. 참고로 도 1a와 도 1b에 도시된 프리즘(150)의 경우는 제2초음파 트랜듀서(112)에 연결된 제2마이크로 코액시얼 케이블(112-1)이 지나는 경로를 제공해주기 위해 그의 한 쪽 다리의 일부가 제거된 형상으로 도시되었으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0018] 도 1a와 도 1b에 도시된 것과 같은 스캐닝 팁(100)을 이용하게 되면, 광학적 포커싱(focusing) 능력이 구비되어 광학 분해능 광음향 영상을 수행할 수 있고, 또 제1초음파 트랜듀서(111)와 제2초음파 트랜듀서(112)가 대칭적 형태로 배치되기에 초음파 영상 과정에서 일정 부분 음향학적 포커싱도 성취되는 효과가 있게 된다. 물론 광학 분해능 광음향 영상 모드에서 신호 대 잡음비를 극대화하기 위해서, 제1초음파 트랜듀서(111)가 방출하는 초음파 빔과 제2초음파 트랜듀서(112)가 방출하는 초음파 빔이 교차하는 지점에 레이저 빔의 초점이 형성되도록 하는 것이 바람직하다. 이 경우 내시경 프로브의 작업 거리(working distance)는 제1초음파 트랜듀서(111)와 제2초음파 트랜듀서(112)가 부착된 경사 각도(θ), 그린 렌즈(140)의 피치(pitch), 그리고 광섬유(130) 팁과 그린 렌즈(140) 사이의 거리로 조절되며, 각 어플리케이션에 따라 그들의 적절한 조절을 통해 최적화될 수 있다. 물

론 광학 분해능 수준의 고분해능 광음향 영상이 불필요한 경우에는 전술한 그린 렌즈(140)가 제외될 수 있다.

- [0019] 이하에서는 도 2a 내지 도 2n을 참조하여, 스캐닝 팁(100)을 실제 조립 제조하는 방법을 총 11개의 단계들로 구분하여 설명한다.
- [0020] 평면도인 도 2a에 도시된 것과 같이, 단계 1에서는 도 1a에 도시한 형태에 따라 레이저 빔이 나오는 출구(즉, 관통구)를 기준으로 서로 대칭적인 형태로 경사면들을 갖도록 기 형상 가공된 트랜듀서 베이스(120)를 준비한다. 여기서 레이저 빔이 나오는 출구의 직경은 후술 될 프리즘의 폭과 같거나 그보다 작아야 한다.
- [0021] 평면도인 도 2b에 도시된 것과 같은 단계 2에서는, 한 쪽 경사면에 접착제를 적용하여 제1초음파 트랜듀서(111)와 그에 연결된 제1마이크로 코액시얼 케이블(111-1)을 부착한다.
- [0022] 도 2c 내지 도 2h 각각에서는 다른 두 방향들에서 바라본 모습들을 도시하는 도면들을 통해 조립 과정을 상세히 설명한다.
- [0023] 평면도와 측면도를 보여주는 도 2c에 도시된 것과 같은 단계 3에서는, 제1초음파 트랜듀서(111)가 부착된 경사면에 대향하는 반대 경사면에 접착제를 적용하여, 제2초음파 트랜듀서(112)와 그에 연결된 제2마이크로 코액시얼 케이블(112-1)을 부착한다.
- [0024] 측면도와 저면도를 보여주는 도 2d에 도시된 것과 같은 단계 4에서는, 제1초음파 트랜듀서(111)와 제2초음파 트랜듀서(112)가 부착된 트랜듀서 베이스(120)의 반대쪽 면(저면)에 접착제를 적용하여 프리즘(150)을 부착한다. 이때 프리즘(150)의 수직인 두 면들 중 한 면이 레이저 빔 출구를 포함하도록 프리즘(150)의 위치를 정확히 잘 잡아야 하며, 더불어 스캐닝 팁(100) 내부의 광학계로 음향 정합 매질이 스며들지 않도록 레이저빔 출구(즉, 관통구)의 가장자리를 밀봉하듯이 접착제로 잘 마감해야 한다.
- [0025] 한편, 평면도와 측면도를 보여주는 도 2e에 도시된 것과 같이 별개의 단계에서 미리 준비된 그린 렌즈(140)와 그린 렌즈 하우징(141)으로 구성된 그린 렌즈 모듈을, 측면도와 저면도를 보여주는 도 2f에 도시된 것과 같은 단계 5에서, 프리즘(150)의 수직인 두 면들 중 다른 면에 밀착하듯이 배치한다. 이때, 접착제는 그린 렌즈(140)와 프리즘(150)의 접촉면에 적용하기보다는 그린 렌즈 하우징(141)과 트랜듀서 베이스(120)의 평평한 접합면에 적용하는 것이 바람직하다.
- [0026] 도 2e의 좌측 그림인 평면도에 도시된 것과 같이 그린 렌즈 모듈에서 그린 렌즈 하우징(141)의 길이가 그린 렌즈(140)의 길이보다 길이 L만큼 훨씬 더 길 수 있는바, 이는 그 파라미터 L의 적절한 조절을 통해 원하는 작업 거리를 설정하기 위함이다. 도 2e의 우측 그림인 우측면도에 도시된 그린 렌즈 모듈의 파라미터 D는 그린 렌즈 모듈의 직경을 나타내고, 파라미터 d는 그린 렌즈(140)의 직경을 나타낸다. 도 2e에 도시된 것과 같이 그린 렌즈 하우징(141)은 그린 렌즈(140)를 모두 감싸는 것이 아니라 부분적으로 감쌀 수 있다. 이는 그린 렌즈 모듈의 한쪽이 $(D-d)/2$ 두께만큼 제거된 것으로 이해될 수 있다. 이처럼 그린 렌즈 모듈의 일부분이 제거된 부분이 트랜듀서 베이스(120) 상에 위치할 수 있다. 이러한 디자인을 통해 그린 렌즈가 스캐닝 팁(100)의 중심 축에 정확히 위치되는 효과를 얻는다.
- [0027] 측면도와 저면도를 보여주는 도 2g에 도시된 것과 같은 단계 6에서는, 상기 프리즘(150)을 단면이 "ㄷ" 자 모양을 갖는 프리즘 덮개(151)로 덮어, 이후 조립 과정에서 프리즘(150)의 사면 위로 이물질이 묻지 않도록 한다. 물론 이 단계는 필수가 아니기 때문에 생략될 수 있다.
- [0028] 한편, 측면도와 전면도를 보여주는 도 2h에 도시된 것과 같이 별개의 단계에서 미리 준비된 광섬유(130)와 광섬유 하우징(131)으로 구성된 광섬유 모듈을, 측면도인 도 2i에 도시된 것과 같은 단계 7에서, 트랜듀서 베이스(120) 상의 남은 평평한 면에 그린 렌즈 모듈과 밀착되도록 부착한다. 광섬유 모듈의 광섬유 하우징(131)은 전술한 그린 렌즈 모듈의 경우와 같이 $(D-d)/2$ 두께만큼 일부분이 제거될 수 있다. 이는 광섬유(130)의 끝이 그린 렌즈(140)의 중심축과 정렬되게 하기 위함이다. 앞서 언급한 파라미터 L값이 사전에 정해진 상황에서는, 상기 광섬유(130)의 끝은 광섬유 하우징(131)의 끝 면(즉, 도 2h에서 전면 모습이라고 표시한 도면에서의 표면)에 정확히 놓여야 한다.
- [0029] 측면도인 도 2j에 도시된 것과 같은 단계 8에서는, 제2마이크로 코액시얼 케이블(112-1)을 절곡시켜 트랜듀서 베이스(120)의 제1초음파 트랜듀서(111)와 제2초음파 트랜듀서(112)가 배치된 방향의 반대 방향을 지나도록 하여, 그린 렌즈 하우징(141)과 광섬유 하우징(131)의 한 표면을 따라 미리 형성된 홈을 따라 배치 고정한다. 이처럼 그린 렌즈 하우징(141)과 광섬유 하우징(131)의 표면에 홈이 형성되어 그 홈 내에 전선이 매립되는 형태로 지나갈 수 있도록 할 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 그러한 홈을 형성하지 않을 수도 있다.

- [0030] 이후, 평면도인 도 2k에 도시된 것과 같이 측면의 일부에 오픈영역을 갖는 사전설정된 길이의 튜브 형상의 스캐닝 팁 케이싱(101)을 별개의 단계에서 미리 준비하고, 도 2l에 도시된 것과 같은 단계 9에서 이전 단계에서 조립된 요소들을 화살표 방향으로 이동시켜, 이전 단계에서 조립된 요소들이 스캐닝 팁 케이싱(101)에 삽입되어 접착 고정되도록 한다. 스캐닝 팁 케이싱(101)은 측면에 오픈영역을 가져, 트랜듀서 베이스(120)의 관통구, 제1초음파 트랜듀서(111) 및 제2초음파 트랜듀서(112)는 해당 오픈영역에 대응하여 위치하게 된다. 이전 단계에서 조립된 요소들을 스캐닝 팁 케이싱(101) 내로 삽입할 시, 소정의 길이를 갖는 광섬유(130)와 제1마이크로 코액시얼 케이블(111-1) 그리고 제2마이크로 코액시얼 케이블(112-1)을 스캐닝 팁 케이싱(101) 내로 통과시켜야 한다.
- [0031] 스캐닝 팁 케이싱(101)은 한쪽 끝인 일단에 개방된 형태로 형성된 개방부분(W)을 가질 수 있는데, 이 개방부분(W)은 이전 단계에서 조립된 요소들을 삽입할 시 제2초음파 트랜듀서(112)가 원활히 통과되도록 하기 위해 미리 형성된 부분이다. 물론 경우에 따라, 예컨대 스캐닝 팁 케이싱(101)의 내경이 충분히 큰 경우에는, 관련 개방부분(W)의 형상 가공을 생략해도 무방하다.
- [0032] 이전 단계에서 조립된 요소들을 스캐닝 팁 케이싱(101)에 삽입시켜 접착 고정되도록 할 시의 접착은, 단순 고정 목적이 아니라 향후 프로브가 담가질 음향 정합 매질이 프로브 속으로 유입되는 것을 막는 역할도 하기 때문에, 모든 틈을 충전하듯이 세밀히 막는다. 에폭시 마감부(160)는 바로 프로브의 끝 지점에서 이러한 밀봉 역할을 한다. 에폭시 마감부(160)는 스캐닝 팁 케이싱(101)의 일단뿐만 아니라, 개방부분(W)을 모두 밀봉할 수 있다. 참고로 스캐닝 팁 케이싱(101)은 에폭시 주입 구멍(101a)을 갖는다. 이에 대해서는 후술한다.
- [0033] 평면도인 도 2m에 도시된 것과 같은 단계 10에서는, 토크 코일(200)을 스캐닝 팁 케이싱(101) 내로 삽입하여 스캐닝 팁 케이싱(101)에 끼운다. 물론 끼우기 직전에 토크 코일(200)의 끝에 스캐닝 팁 케이싱(101)과의 접착을 위한 적당량의 에폭시를 바를 수 있다.
- [0034] 평면도인 도 2n에 도시된 것과 같은 단계 11에서는, 스캐닝 팁 케이싱(101)의 다른 끝인 타단 근방 부분에 형성된 에폭시 주입 구멍(101a)을 통해 에폭시를 추가로 적용하여 에폭시가 스캐닝 팁 케이싱(101) 내의 적어도 일부 공간으로 주입되도록 하여, 향후 프로브가 담가질 음향 정합 매질이 토크 코일(200)의 내부 채널을 통해 스캐닝 팁(100) 내부 공간으로 유입되는 것을 막는다. 물론 이 에폭시 주입 구멍은 생략될 수 있다.
- [0035] 지금까지 본 발명의 일 실시예에 따른 광음향-초음파 미니 프로브의 말단 구조를 제조하는 방법을 설명하였다. 상술한 것과 같은 방법은 일 실시예에 불과하기 때문에, 설명한 순서가 일부 바뀔 수 있고, 또 경우에 따라서는 일부 과정이 생략되거나 또는 다른 과정이 추가될 수 있다.
- [0036] 이상 두 개의 초음파 트랜듀서들을 이용하여 레이저 빔이 방출되는 축과 일치하는 방향으로 합성적(synthetic) 음향 집속 능력을 갖는, 일 실시예에 따른 스캐닝 팁을 제시하였으나, 본 발명에 따른 광음향-초음파 미니 프로브의 스캐닝 팁은 한 개의 집속형(focused) 초음파 트랜듀서를 바탕으로도 구현될 수도 있다. 이하에서는 도 3a 내지 도 3c를 참조하여 이를 설명한다.
- [0037] 먼저 도 3a는 도 1b에 도시된 요소들 중 트랜듀서 베이스(120), 제1초음파 트랜듀서(111) 및 제2초음파 트랜듀서(112)만을 도시한 그림이고, 바로 도 3b와 도 3c는 이와 달리 음향 집속 능력을 갖도록 1 개의 압전 소자로 구현된 초음파 트랜듀서를 갖는 경우를 개략적으로 도시하는 그림이다. 도 3b는 측면도이고 도 3c는 평면도인 것으로 이해될 수 있다. 도 3b 및 도 3c에 도시된 것과 같이, 평평한 형상을 갖는 평면형 트랜듀서 베이스(121) 위에 평면형 압전 소자(113)를 위치시키고, 그 위에 음향 렌즈(113-2)를 접착시켜 음향 집속 능력을 갖는 스캐닝 팁을 구현할 수 있다. 이 경우 평면형 압전 소자(113)에 입출하는 전기 신호는 평면형 압전 소자 케이블(113-1)을 통해 흐르며, 도 3c에 도시된 음향 렌즈(113-2)의 중심에 있는 구멍은 레이저 빔이 나오는 출구이다. 이 단일 압전 소자에 기반한 실시예 역시 도 1에 도시된 것과 같이 다른 광학 요소들과 결합될 수 있다.
- [0038] 도 4는 일 실시예에 따라 광음향-초음파 미니 프로브를 스캐닝 팁에서 프로 기부까지 구현한 모습을 보여주는 그림이다.
- [0039] 본 발명은 앞서 제기한 문제를 해결할 수 있는 광음향-초음파 미니 프로브에 쓰일 수 있는 스캐닝 팁의 구조를 제시하는 것이 주된 목적이거나, 앞서 제시한 스캐닝 팁의 여러 실시예들은 도 4에 도시된 것과 같이 몇몇 기부 요소들을 추가로 포함할 수 있다. 도 4는 전술한 토크 코일(200)이 어플리케이션에 맞도록 소정의 길이를 갖는 샤프트(300)와 FC/PC 커넥터(400), 그리고 세라믹 웨럴(500)부를 포함하는 형태로 마감(termination)된 것으로 도시하고 있다. 경우에 따라서는 샤프트(300)의 길이가 3차원 풀백(pullback) 스캔의 스캔 길이를 결정할 수 있고, 또 다른 경우에는 그 주변에 볼 베어링 모듈이 추가될 수 있다. 더불어 또 다른 일 실시예에서는 FC/PC

커넥터(400)는 없고 세라믹 웨럴(500)만 포함하는 형태로 실시될 수도 있다. 만약 FC/PC 커넥터(400)와 세라믹 웨럴(500)을 모두 포함하는 실시예에서는 두 요소에 전도성 도금 등의 방법을 통해 전기적 통로가 동시에 추가될 수도 있다.

[0040] 도 5는 일 실시예에 따라 초음파 트랜듀서의 전선을 달리 배치하는 방법을 보여주는 모식도이다.

[0041] 도 1a, 도 1b, 도 2j, 도 2l, 도 2m 및 도 2n에서는 제2초음파 트랜듀서(112)에 연결된 제2마이크로 코액시얼 케이블(112-1)이, 그린 렌즈 하우징(141)과 광섬유 하우징(131)의 바깥쪽 정 중앙을 따라 지나도록 배치되는 것으로 도시하고 있다. 그러나 공간이 충분할 경우 도 5에 도시된 것과 같이 제2초음파 트랜듀서(112)에 연결된 제2마이크로 코액시얼 케이블(112-1)이 트랜듀서 베이스(120)의 한쪽 사이드(side)를 통해 지나게 할 수도 있다. 또한, 제2초음파 트랜듀서(112)에 연결된 제2마이크로 코액시얼 케이블(112-1)이 도 5에서 2점쇄선으로 도시한 경로를 따라, 즉 그린 렌즈 하우징(141)과 광섬유 하우징(131)의 (+y 방향) 한쪽 사이드(side)를 통해 지나가게 할 수도 있다.

[0042] 광음향-초음파 미니 프로브 또는 카테터들은 관련 어플리케이션 분야에서 통상적으로 요구하는 치수 제한 (직경 기준: 0.7-1.5 mm, 단단한(rigid) 말단부 길이 기준: 10 mm 이하) 문제 때문에, 그의 말단부 내부, 이른바 스캐닝 팁 내부에, 구비되어야 하는 광학 및 초음파 소자를 효과적으로 배치하는 것이 중요하다. 만일 그 말단부로부터 측면 방향을 향해 방사되는 레이저 빔(즉, 광학 축: optical axis)과 초음파 빔이 형성하는 음향 축(acoustic axis)이 서로 어긋난다면, 그로 인해 피검 조직이 레이저 빔 축과 음향 축이 교차하는 거리에 놓이지 않게 되면, 검출되는 신호가 현저히 떨어지게 된다.

[0043] 또한 초음파 트랜듀서가 프로브 표면이 아닌 내부의 깊은 곳에 배치된 상태에서 관련 음파가 하나 또는 다수의 반사면을 경유하여 전달되도록 한다면, 음파가 좁은 공간을 따라 전파되는 과정에서 음파에 심각한 왜곡이 발생하게 되고, 또한 초음파 트랜듀서가 너무 안쪽에 배치되어 있어 프로브 내부의 공간에 기포(bubble)가 붙는 등의 문제가 발생하기 쉽다. 이 뿐만 아니라 제한된 공간 안에서 순간 피크 파워(peak power)가 매우 높은 펄스 레이저에도 불구하고 관련 광학 부품들이 손상되지 않도록 하고, 고도의 광 집속(focusing)을 요구하는 광학 분해능(optical-resolution) 광음향 영상 능력을 갖도록 하는 것이 용이하지 않다.

[0044] 물론 어떠한 형태의 내시경 프로브 구조이든 간에 관련 구조를 축소시키는 일이 개념적으로는 얼마든 가능하나, 현실적으로 제한된 치수 안에서 실제로 내시경 프로브를 구현하는 일은 결코 쉬운 일이 아니다. 가령 초음파 트랜듀서에 연결된 전선이 지나가는 경로를 지정하는 문제(즉, 배치하는 과정)만을 생각해 보더라도, 개념적으로는 관련 작업이 쉬워 보일 수 있으나 실제 구현하는 일은 절대 단순하지 않다. 왜냐하면 초음파 트랜듀서가 직경 기준 대략 1 mm 이하이고 두께는 0.3 mm 이하이기 때문에, 그 트랜듀서에 전기 신호 입출을 위해 부착되는 마이크로 코액시얼 케이블의 굵기가 대략 150 μm 이상이고 내시경 프로브 전체의 굵기가 0.7-1.5 mm 인 상황에서, 150 μm 굵기의 케이블을 위해 공간을 할당하는 일은 결코 사소한 문제가 아니기 때문이다.

[0045] 하지만 상술한 것과 같은 본 발명에 제시하는 독창적인 구조와 제조 방법을 따르게 되면, 직경 기준 0.7-1.5 mm 그리고 말단부 스캐닝 팁 길이 기준 10 mm 이하의 공간에서, 광 축과 음향 축이 완벽히 일치하면서도 관련 부위를 통과하는 펄스 레이저 빔에 의한 광학 소자의 어떠한 파손 없이, 광학 분해능 광음향 영상과 기존 초음파 영상을 동시에 실현할 수 있게 된다. 더불어 초음파 트랜듀서가 프로브의 표면 쪽에 배치되기 때문에 초음파 트랜듀서가 주변의 음향 정합 매질에 좀 더 직접적으로 접촉하게 되므로, 실제 사용시 초음파 트랜듀서 표면에 기포 등이 부착되어 관련 영상 기술을 방해할 확률이 현저히 줄어들게 된다

[0046] 본 발명이 제시한 독특한 프로브 구조는 주로 소화기 질환 진단용 내시경을 타깃으로 제시되었으나, 이보다 훨씬 더 높은 프로브 소형화를 요구하는 심혈관계 질환 진단 응용, 그리고 그 외의 다양한 분야의 내시경 영역에 적용될 수 있다.

부호의 설명

[0047] 100: 스캐닝 팁 101: 스캐닝 팁 케이싱

111: 제1초음파 트랜듀서 111-1: 제1마이크로 코액시얼 케이블

112: 제2초음파 트랜듀서 112-1: 제2마이크로 코액시얼 케이블

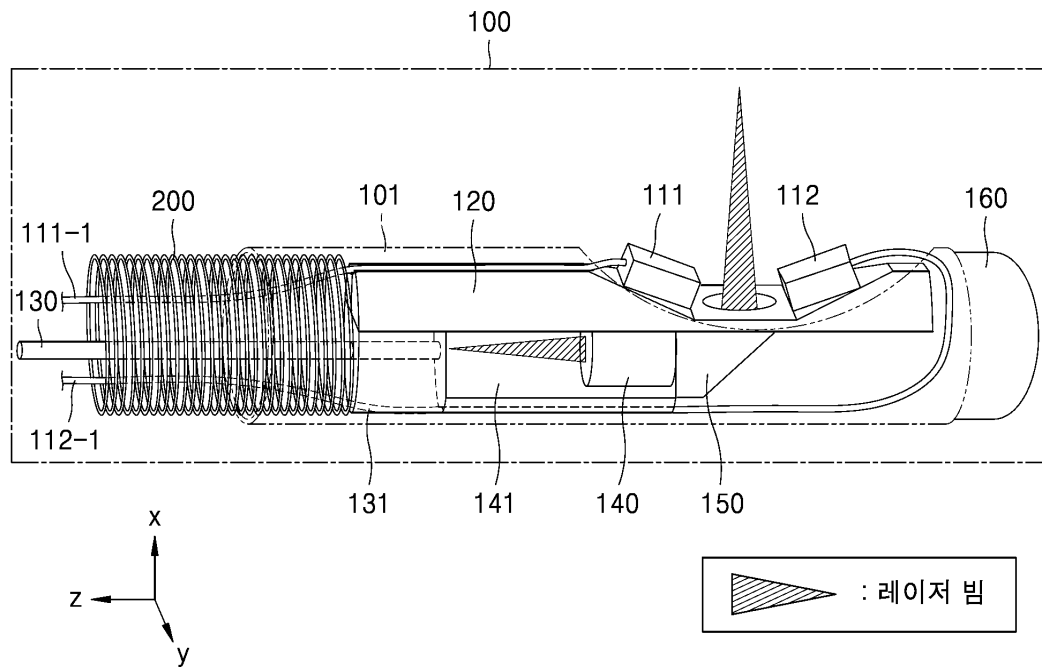
113: 평면형 압전 소자 113-1: 평면형 압전 소자 케이블

113-2: 음향 렌즈 120: 트랜듀서 베이스

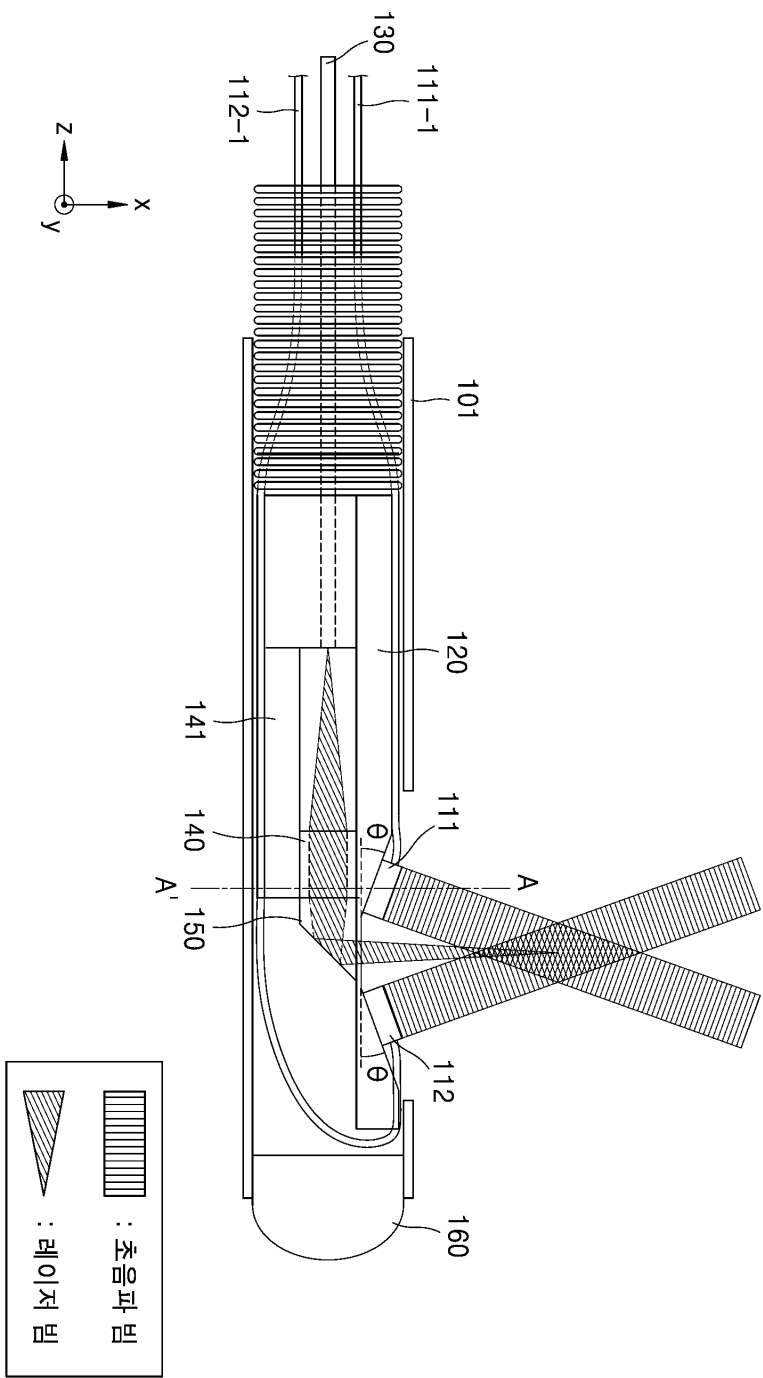
121: 평면형 트랜듀서 베이스 130: 광섬유
 131: 광섬유 하우징 140: 그린 렌즈
 141: 그린 렌즈 하우징 150: 프리즘
 151: 프리즘 덮개 160: 에폭시 마감부
 200: 토크 코일 300: 샤프트
 400: FC/PC 커넥터 500: 세라믹 휠

도면

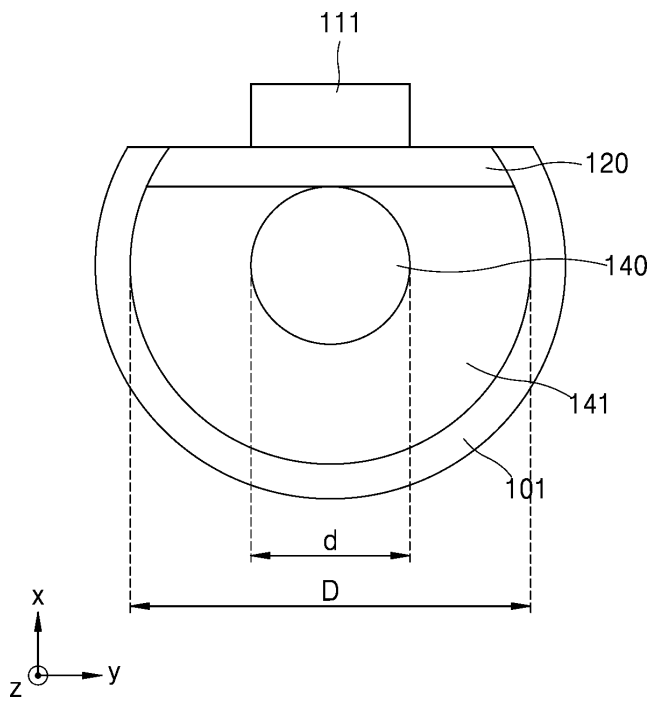
도면1a



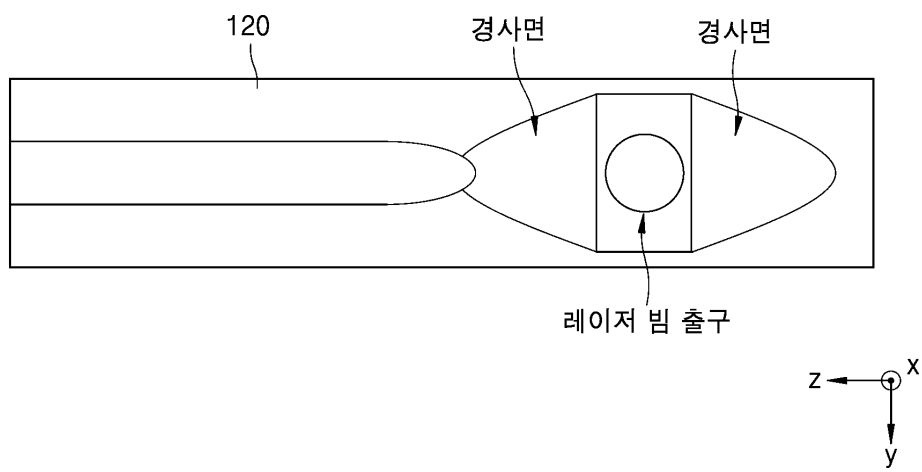
도면1b



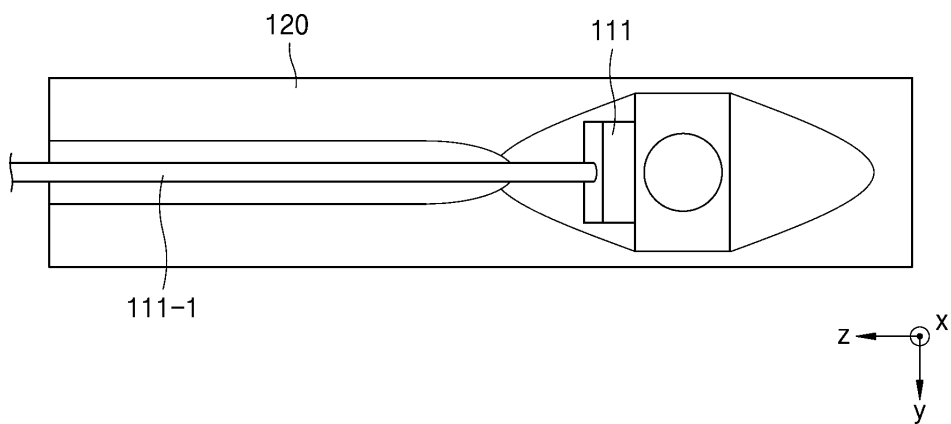
도면1c



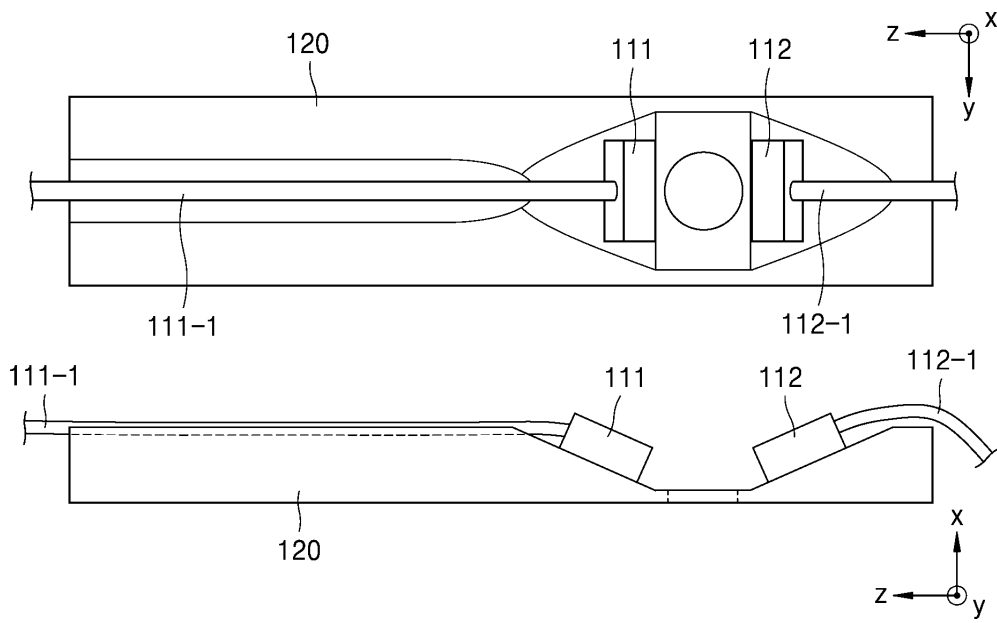
도면2a



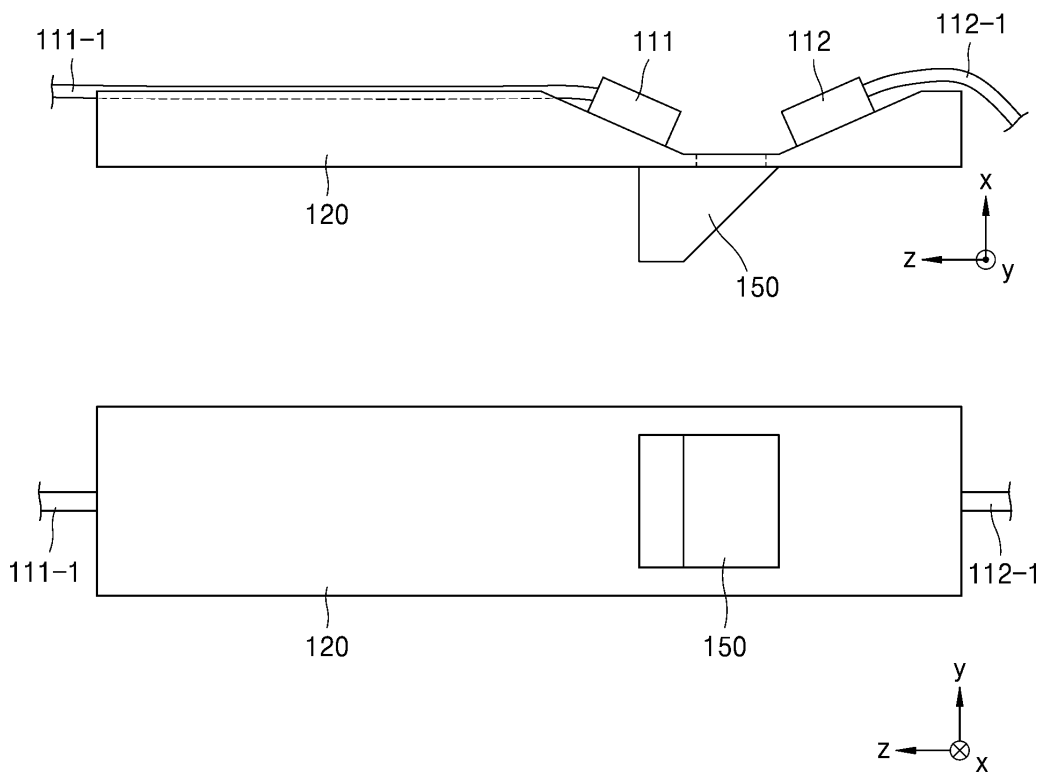
도면2b



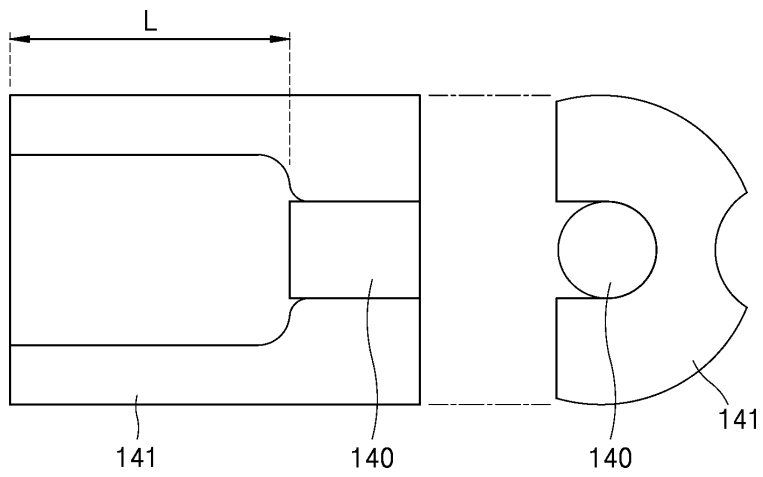
도면2c



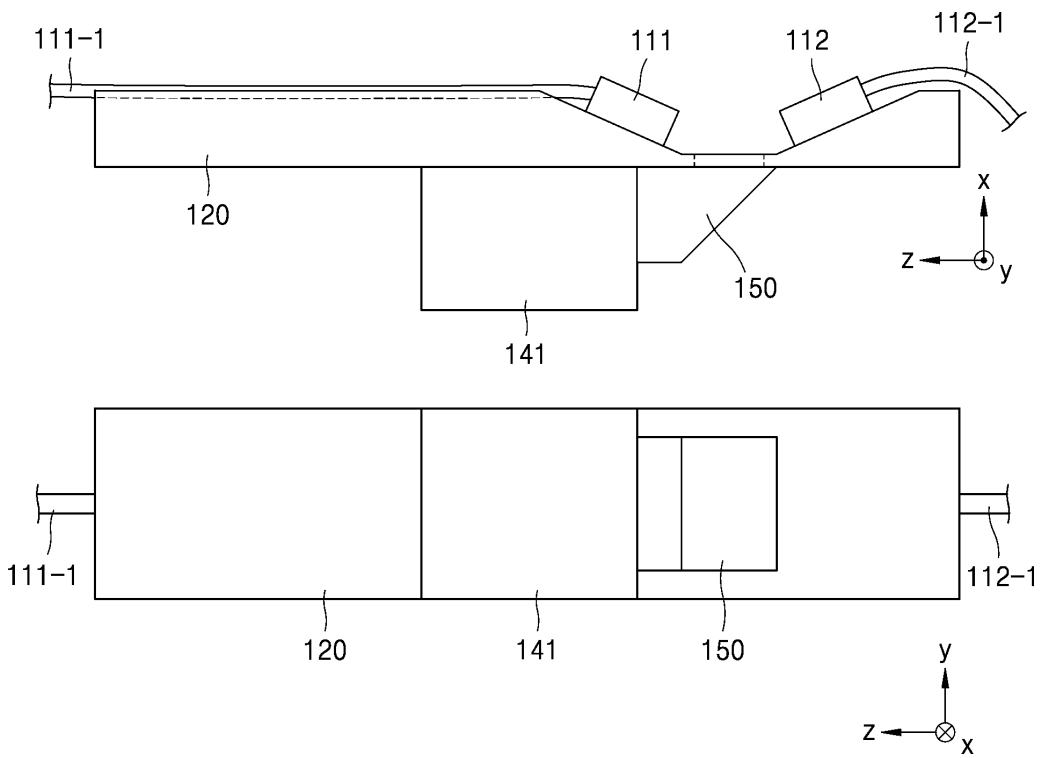
도면2d



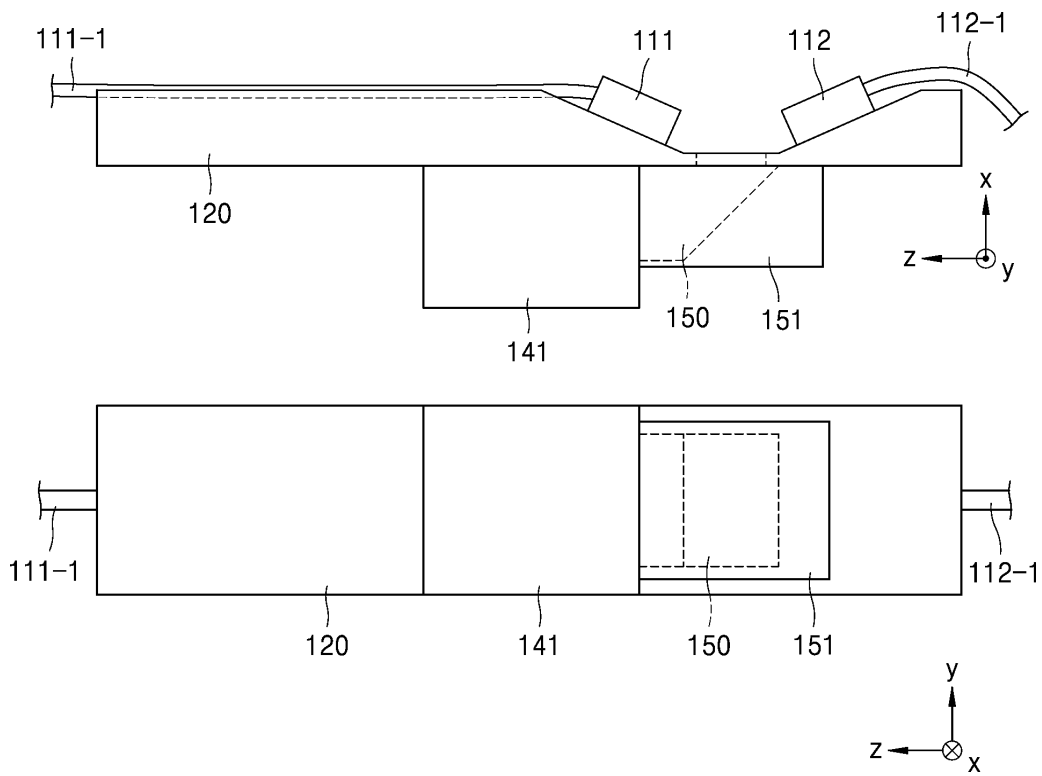
도면2e



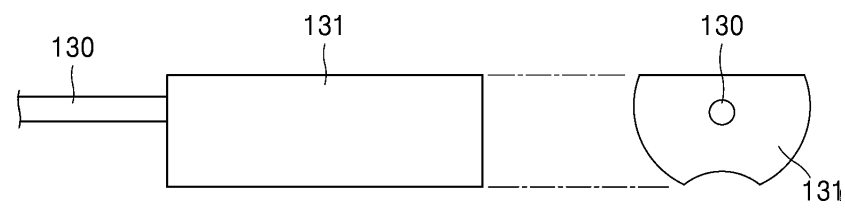
도면2f



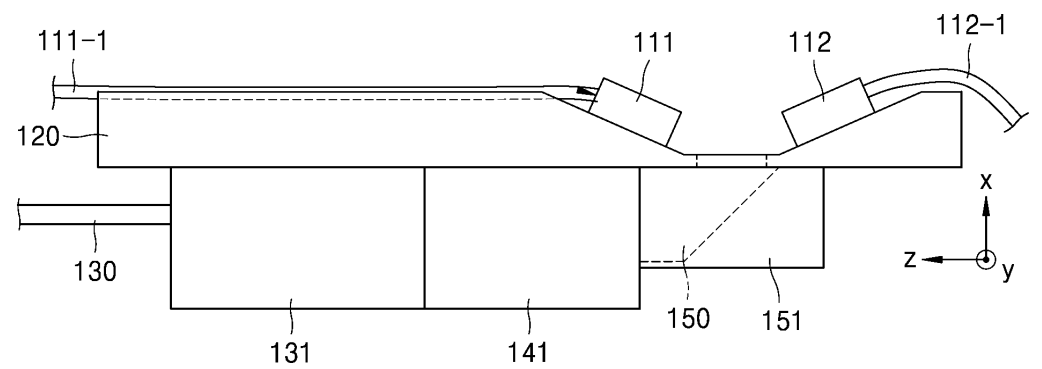
도면2g



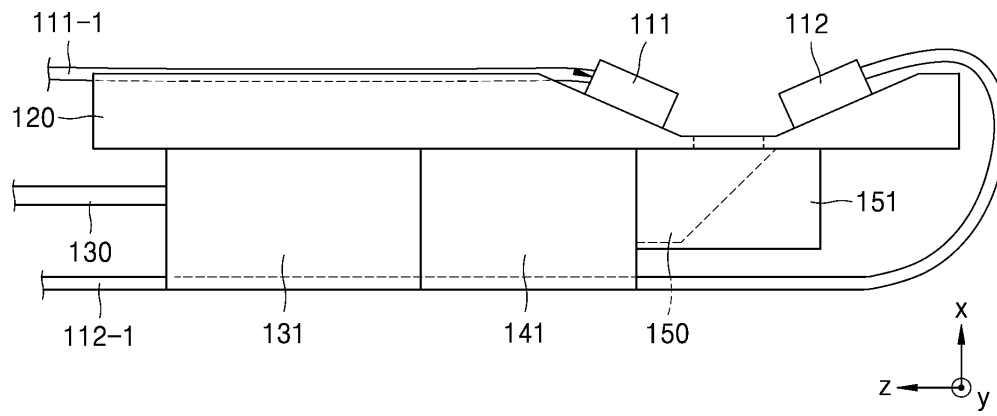
도면2h



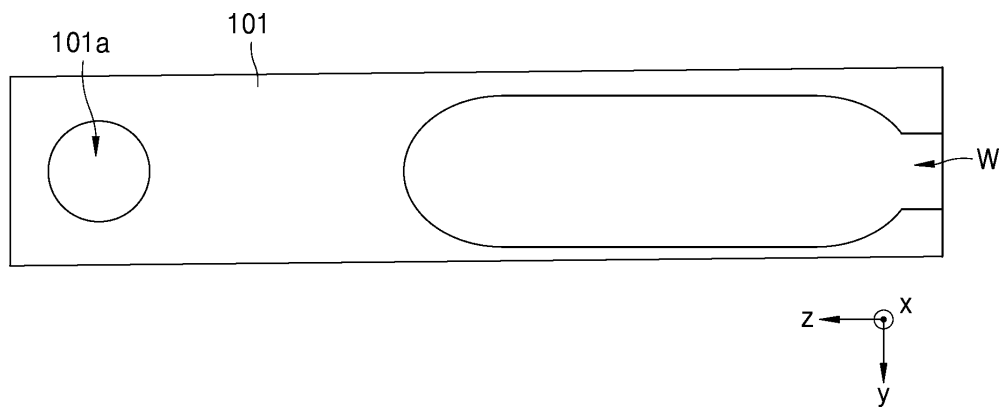
도면2i



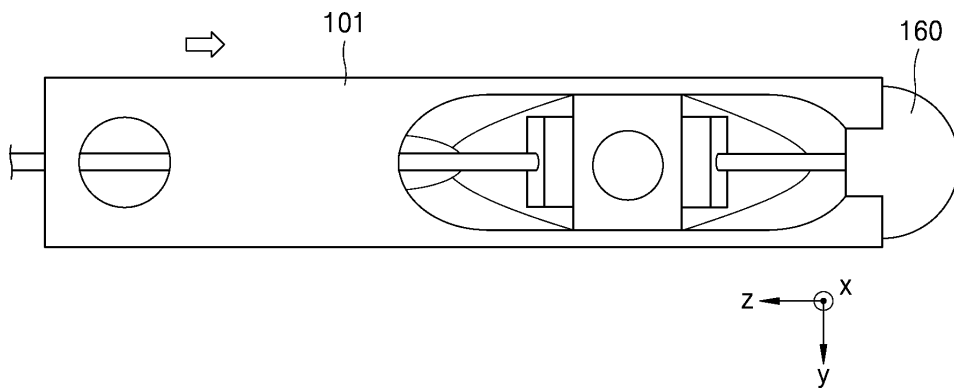
도면2j



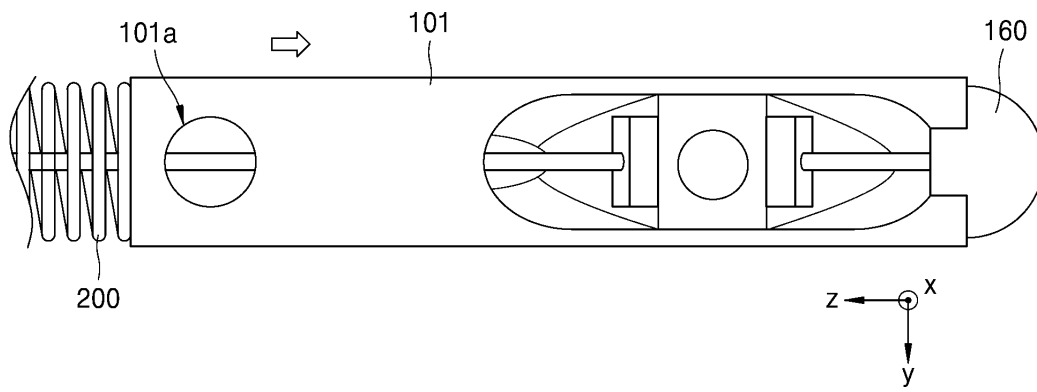
도면2k



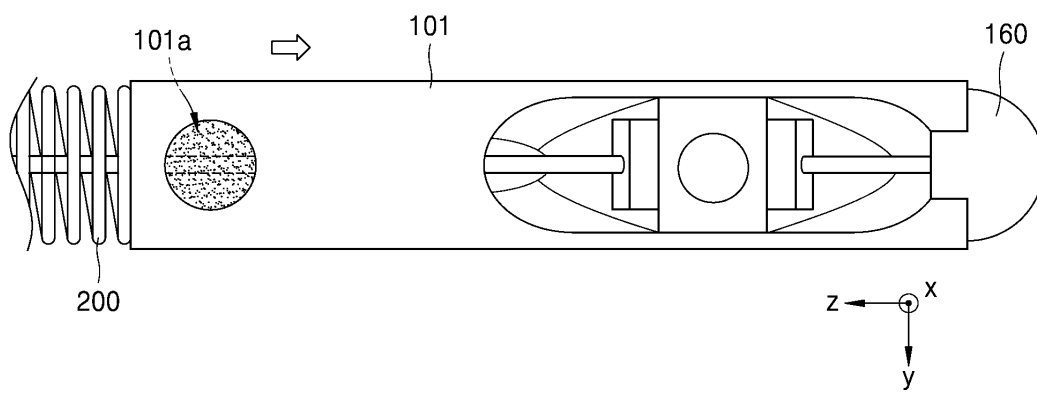
도면2l



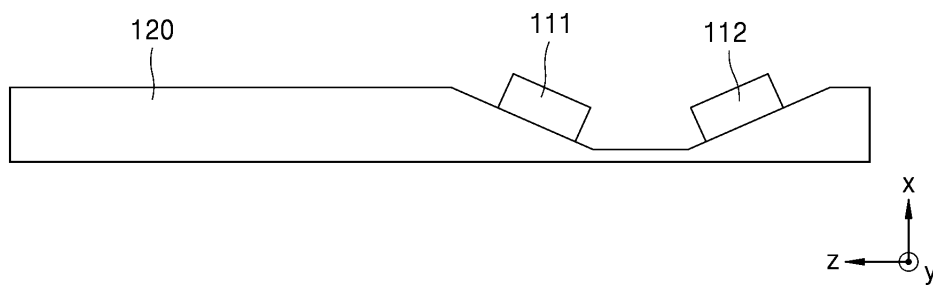
도면2m



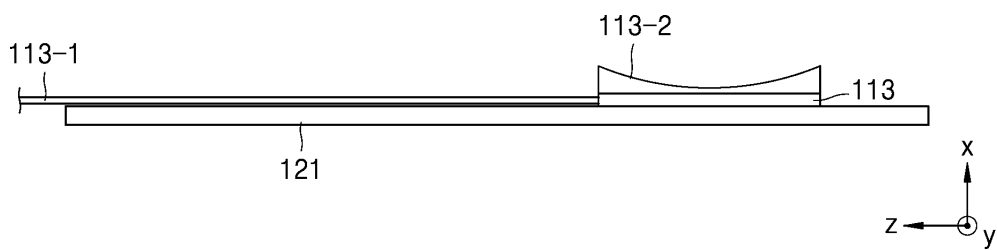
도면2n



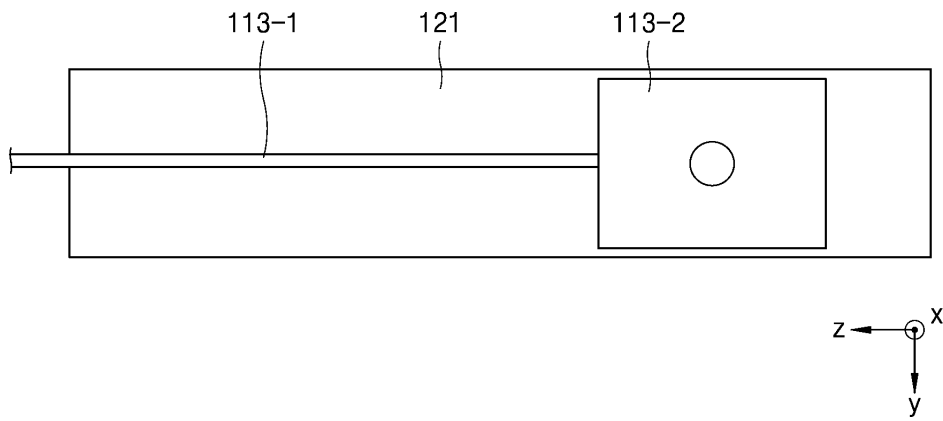
도면3a



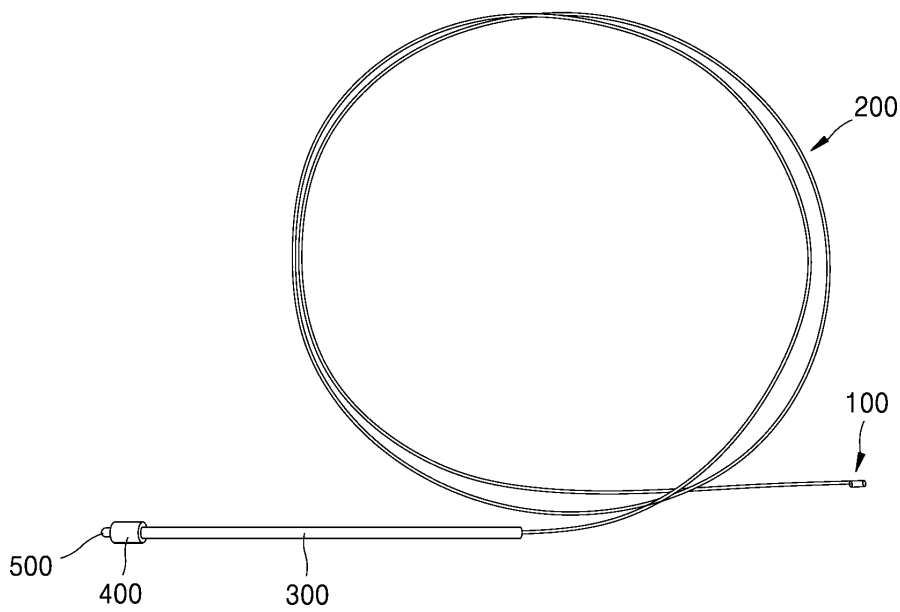
도면3b



도면3c



도면4



도면5

