



등록특허 10-2615949



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년12월21일  
(11) 등록번호 10-2615949  
(24) 등록일자 2023년12월15일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*A61B 17/34* (2006.01) *A61B 34/00* (2016.01)  
*A61B 90/00* (2016.01)
- (52) CPC특허분류  
*A61B 17/3494* (2013.01)  
*A61B 17/3417* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7005108
- (22) 출원일자(국제) 2015년07월27일  
심사청구일자 2020년07월20일
- (85) 번역문제출일자 2017년02월23일
- (65) 공개번호 10-2017-0038011
- (43) 공개일자 2017년04월05일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/042262
- (87) 국제공개번호 WO 2016/018815  
국제공개일자 2016년02월04일

(30) 우선권주장  
62/030,468 2014년07월29일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

EP00624346 A2

(뒷면에 계속)

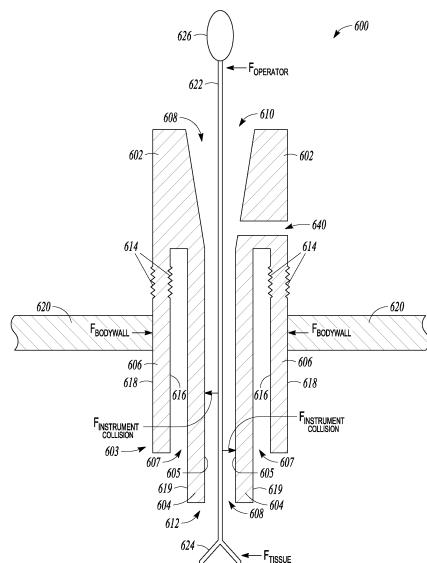
전체 청구항 수 : 총 14 항

심사관 : 좌승우

(54) 발명의 명칭 환자 체벽 힘을 측정하기 위한 센서를 갖는 캐뉼러

**(57) 요 약**

하나 이상의 수술 기구를 수용하도록 치수 설정된 근위 개구를 형성하는 헤드부를 포함하는 캐뉼러가 제공되고, 헤드부에 단단히 체결된 세장형 내부 튜브가 세장형 도관을 형성하고, 수술 기구가 도관 내에 삽입될 수 있고, 헤드부에 단단히 체결된 세장형 오버튜브가 내부 튜브와 동축으로 정렬되고 내부 튜브의 부분 둘레로 연장하고, 오버튜브의 내부벽이 내부 튜브의 외부벽으로부터 이격되어 있고, 센서가 오버튜브의 종방향 차원에 일반적으로 횡단하는 방향에서 오버튜브의 외부벽에 인가된 힘의 지시를 제공하도록 오버튜브 상에 배치된다.

**대 표 도** - 도6a

(52) CPC특허분류

*A61B 17/3421* (2013.01)

*A61B 34/70* (2016.02)

*A61B 2090/064* (2016.02)

(72) 발명자

**스티거 존 알**

미국 94085 캘리포니아주 서니베일 헤이즐턴 에비

뉴 270

**디 스미타**

미국 94304 캘리포니아주 펠로 엘토 클락 웨이 755

(56) 선행기술조사문헌

KR1020070037565 A

KR1020140079470 A

US20030045834 A1

US20110178477 A1

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

캐뉼러이며,

하나 이상의 수술 기구를 수용하도록 치수 설정된 근위 개구를 형성하는 헤드부와,

상기 헤드부로부터 현수되고 상기 헤드부에 단단히 체결되는 내부 튜브로서,

상기 내부 튜브는 세장형 종방향 차원을 가지고,

상기 내부 튜브는 외부벽, 내부벽, 및 원위 개구를 포함하고,

상기 내부 튜브의 내부벽은 상기 헤드부의 상기 근위 개구와 상기 내부 튜브의 상기 원위 개구 사이에 세장형 도관을 형성하고,

상기 내부 튜브의 내부벽은 상기 헤드부의 상기 근위 개구를 통해 삽입되어 상기 도관을 통해 상기 내부 튜브의 상기 원위 개구로 연장하는 하나 이상의 기구를 수용하도록 치수 설정된 횡방향 치수를 갖는, 내부 튜브와,

상기 헤드부로부터 현수되고 상기 헤드부에 단단히 체결되는 오버튜브로서,

상기 오버튜브는 세장형 종방향 차원을 가지고,

상기 오버튜브는 상기 내부 튜브와 동축으로 정렬되고 상기 내부 튜브의 부분 둘레로 연장하고,

상기 오버튜브는 외부벽 및 내부벽을 포함하고,

상기 오버튜브의 내부벽은 상기 내부 튜브의 외부벽으로부터 이격되어 있는, 오버튜브와,

상기 오버튜브의 종방향 차원에 일반적으로 횡단하는 방향에서 상기 오버튜브의 외부벽에 인가된 힘 및 모멘트 중 적어도 하나의 지시를 제공하도록 배치된 하나 이상의 센서를 포함하는, 캐뉼러.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 하나 이상의 센서는 상기 오버튜브의 종방향 차원에 일반적으로 횡단하는 방향에서 상기 오버튜브의 내부 벽과 상기 오버튜브의 외부벽 중 적어도 하나의 편향의 지시를 제공하도록 배치되는, 캐뉼러.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 하나 이상의 센서는 상기 오버튜브의 종방향 차원에 일반적으로 횡단하는 방향에서 상기 오버튜브의 내부 벽 및 외부벽의 편향의 지시를 제공하도록 배치되는, 캐뉼러.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 하나 이상의 센서는 상기 오버튜브의 종방향 차원에 일반적으로 횡단하는 축 둘레에서 상기 오버튜브에 부여된 힘 및 모멘트 중 적어도 하나의 지시를 제공하도록 배치되는, 캐뉼러.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 하나 이상의 센서는 상기 오버튜브의 내부벽 상에 배치된 적어도 하나의 센서 및 상기 오버튜브의 외부벽 상에 배치된 적어도 하나의 센서를 포함하는, 캐뉼러.

## 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 하나 이상의 센서는 하나 이상의 스트레인 게이지를 포함하는, 캐뉼러.

## 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 하나 이상의 센서는 상기 오버튜브의 내부벽과 상기 오버튜브의 외부벽 중 하나 또는 모두 상의 다수의 위치에서 부착된 다수의 센서를 포함하는, 캐뉼러.

## 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 하나 이상의 센서는 장미꽃 장식형 패턴으로 배치된 다수의 센서를 포함하는, 캐뉼러.

## 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 오버튜브는 최소 침습성 수술 중에 정상 인간 체벽 부하 하에서 편향되지만 영구적으로 변형되지는 않는 강성을 갖는, 캐뉼러.

## 청구항 10

제1항에 있어서,

상기 오버튜브는 0 내지 50 뉴턴의 부하 하에서 편향되지만 영구적으로 변형되지는 않는 강성을 갖는, 캐뉼러.

## 청구항 11

제1항에 있어서,

상기 오버튜브는 최소 침습성 수술 중에 정상 인간 체벽 부하 하에서 편향되지만 영구적으로 변형되지는 않는 강성을 갖고,

상기 내부 튜브의 외부벽과 상기 오버튜브의 내부벽 사이의 간극은 상기 내부 튜브의 외부벽이 최소 침습성 수술 중에 정상 체벽 부하 하에서 상기 오버튜브의 내부벽에 접촉하지 않도록 충분히 큰, 캐뉼러.

## 청구항 12

제1항에 있어서,

상기 오버튜브는 0 내지 50 뉴턴의 부하 하에서 편향되지만 영구적으로 변형되지는 않는 강성을 갖고,

상기 내부 튜브의 외부벽과 상기 오버튜브의 내부벽 사이의 간극은 상기 내부 튜브의 외부벽이 0 내지 50 뉴턴의 부하 하에서 상기 오버튜브의 내부벽에 접触하지 않도록 충분히 큰, 캐뉼러.

## 청구항 13

제1항에 있어서,

상기 오버튜브의 외부벽은 0.25 내지 1 인치인 횡방향 치수를 갖는, 캐뉼러.

## 청구항 14

삭제

## 청구항 15

제1항에 있어서,

상기 내부 튜브의 종방향 치수는 상기 오버튜브의 종방향 치수보다 큰, 캐뉼러.

#### 청구항 16

삭제

#### 청구항 17

삭제

#### 청구항 18

삭제

#### 청구항 19

삭제

#### 청구항 20

삭제

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 최소 침습성 수술 시스템에 관한 것으로서, 더 구체적으로는 최소 침습성 수술 중에 사용된 캐뉼러에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 내시경 수술은 가장 통상적인 형태의 최소 침습성 수술일 수도 있다. 가능하게는, 가장 통상적인 형태의 내시경 검사는 복강 내부의 최소 침습성 검사 및 수술인 복강경 검사이다. 통상의 복강경 수술에 있어서, 환자의 복부는 가스로 취입되고(insufflated), 캐뉼러 슬리브가 소형(대략 1/2 인치) 절개부를 통해 통과하여 복강경 수술 기구(instrument)를 위한 입구 포트를 제공한다.

[0003] 발명의 명칭이 "Obturator and Cannula for a Trocar Adapted for Ease of Insertion and Removal"인 미국 특허 제6,989,003호 설명되어 있는 바와 같이, 통상적으로 투관침(trocar)이라 칭하는 투관침-캐뉼러는 복강경 수술 또는 관절경 수술과 같은 다양한 수술 절차를 수행하기 위해 체강으로의 액세스를 얻는데 사용되는 수술 디바이스이다. 통상적으로, 투관침은 관련 기술 분야에서 "캐뉼러"라 칭하는 튜브형 디바이스 내로 끼워지는 "폐색구"라 관련 기술 분야에서 칭하는 첨예한 막대형 디바이스를 포함하는 세장형의 첨예한 수술 기구이다. 폐색구의 첨예한, 때때로 날카롭게 첨예한 단부는 캐뉼러의 단부 외부로 돌출하고 강의 외부 조직을 관통하는데 사용된다. 조직이 관통되고 체강이 예를 들어 투관침에 의해 액세스된 후에, 폐색구는 강으로부터 후퇴되고 캐뉼러는 강 내에 적소에 남겨져서 강에 액세스하기 위한 채널을 제공한다. 체강은 이어서 다양한 수술 절차를 수행하도록 캐뉼러를 거쳐 추가의 수술 기구에 의해 액세스될 수 있다.

[0004] 복강경 수술 기구는 일반적으로 수술 필드를 보기 위한 복강경, 및 엔드 이펙터(end effector)를 형성하는 작업 도구(working tool)를 포함한다. 통상의 수술용 엔드 이펙터는 예를 들어 클램프, 파지기, 가위, 스테이플러, 또는 니들 홀더를 포함한다. 작업 도구는, 각각의 도구의 작업 단부 또는 엔드 이펙터가 예를 들어, 대략 12 인치 길이의 연장 튜브에 의해 그 핸들로부터 분리되어 있는 것을 제외하고는, 통상의(개방) 수술에 사용되는 것들에 유사하다.

[0005] 수술 절차를 수행하기 위해, 외과의사는 이를 작업 도구 또는 기구를 캐뉼러 슬리브를 통해 요구되는 내부 수술 부위로 통과시키고, 이를 작업 도구 또는 기구를 캐뉼러 슬리브를 통해 내외로 슬라이드하고, 캐뉼러 슬리브 내에서 회전시키고, 복벽에 대해 기구를 레버링(levering)(즉, 피벗팅)하고, 복부의 외부로부터 기구의 원위 단부 상에 엔드 이펙터를 작동시킴으로써, 복부 외부로부터 이를 작업 도구 또는 기구를 조작한다. 기구는 복벽의 근육을 통해 연장하는 절개부에 의해 형성된 중심 주위로 피벗한다. 외과의사는 복강경 카메라를 거쳐 수술 부위의 이미지를 표시하는 텔레비전 모니터에 의해 절차를 모니터링한다. 복강경 카메라가 또한 복벽을 통해 그리고 수술 부위 내로 도입된다. 유사한 내시경 수술 기술이 예를 들어, 관절경 검사, 후복막강경 검사, 골반경

검사, 신장경 검사, 방광경 검사, 뇌조경 검사, 부비동경 검사, 자궁경 검사, 요도경 검사 등에 채용된다.

[0006] 발명의 명칭이 "Camera Referenced Control in a Minimally Invasive Surgical Apparatus"인 미국 특허 제 7,155,315호는 외과의사의 숙련도(dexterity)를 증가시킬 뿐만 아니라 외과의사가 원격 위치로부터 환자에 수술 하기 위해 수술에 사용을 위한 최소 침습성 원격수술 시스템을 설명하고 있다. 원격수술은 외과의사가 손으로 직접 기구를 파지하고 이동시키는 것보다는 수술 기구 이동을 조작하기 위해 소정 형태의 원격 제어부, 예를 들어 서보메커니즘(servomechanism) 등을 사용하는 수술 시스템에 대한 일반적인 용어이다. 이러한 원격수술 시스템에서, 외과의사는 원격 위치에서 수술 부위의 이미지를 제공받는다. 적합한 뷰어 또는 디스플레이 상에 수술 부위의 통상적으로 3차원 이미지를 보는 동안, 외과의사는 서보기구식 작동 기구의 모션을 제어하는 마스터 제어 디바이스를 원격 위치에서 조작함으로써 환자에 수술 절차를 수행한다.

[0007] 원격수술을 위해 사용된 서보메커니즘은 종종 2개의 마스터 제어기(외과의사의 각각의 손에 대해 1개씩)로부터 입력을 수락할 것이고, 2개의 로봇 아암을 포함할 수도 있다. 각각의 마스터 제어부와 연계된 아암과 기구 조립체 사이의 작동적 통신은 제어 시스템을 통해 성취된다. 제어 시스템은 마스터 제어기로부터 연계된 아암 및 기구 조립체로 그리고 예를 들어 힘 피드백의 경우에 아암 및 기구 조립체로부터 연계된 마스터 제어기로 입력 명령을 중계하는 적어도 하나의 프로세서를 포함한다.

[0008] 도 1은 환자의 체벽(106)을 통해 연장하는 하나 이상의 기구(104)를 수용하기 위한 도판으로서 작용하는 공지의 캐뉼러(102)를 도시하고 있는 예시적인 도면이다. 캐뉼러는 체강의 외부에 배치된 근위 단부(108) 및 체강 내에 연장하는 원위 단부(110)를 포함한다. 기구(104)는 통상적으로 그 원위측 작업 단부에 결합된 엔드 이펙터부(104-2)를 갖는 세장형 샤프트부(104-1)를 포함한다. 작동시에, 기구(104) 및 캐뉼러(102)의 종축은 기구가 캐뉼러 내에 삽입될 때 정렬된다. 몇몇 원격수술 시스템에서, 손목형 메커니즘(104-3)이 체강 내의 엔드 이펙터의 회전 운동을 허용하기 위해 샤프트(104-1)와 엔드 이펙터(104-2) 사이에서 기구의 원위 단부에 위치된다.

[0009] 통상적으로 최소 침습성 수술 중에, 외과의사는 소정 거리로부터 수술 절차를 수행하기 위해 기구(104)를 조작하는데, 이는 수술 중에 피드백의 소스로서 물리적 터치를 사용하는 외과의사의 능력을 감소시킨다. 외과의사는 예를 들어 캐뉼러(102)를 통해 연장하는 세장형 기구 샤프트(104-1)의 단부에 배치된 엔드 이펙터(104-2)를 조작할 수도 있다. 그 결과, 외과의사는 절차 중에 내부 체조직 상에 작용된 힘의 양을 감지하는 능력을 손실 할 수도 있다. 발명의 명칭이 "Trocår Device for Passing a Surgical Tool"인 미국 특허 출원 공개 제 2011/0178477호, 및 문헌 [N. Zemiti et al., A Force Controlled Laparoscopic Surgical Robot without Distal Force Sensing, Experimental Robotics IX, STAR 21, pages 153-163, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006]은 최소 침습성 수술 중에 수술 기구에 의해 접촉된 내부 체조직 상에 세장형 기구에 의해 작용된 힘을 추정하는데 사용된 센서를 포함하는 투관침을 개시하고 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

### 과제의 해결 수단

[0010] 캐뉼러는 하나 이상의 수술 기구를 수용하도록 치수 설정된 근위 개구를 형성하는 헤드부를 포함한다. 헤드부에 단단히 체결된 세장형 내부 튜브가 근위 개구와 원위 개구 사이에 세장형 도판을 형성한다. 하나 이상의 수술 기구가 근위 개구를 통해 삽입되고 도판을 통해 원위 개구로 연장할 수 있다. 세장형 오버튜브가 헤드부에 단단히 체결되고 내부 튜브와 동축으로 정렬되고 내부 튜브의 부분 둘레로 연장한다. 오버튜브의 내부벽은 내부 튜브의 외부벽으로부터 이격된다. 센서가 오버튜브 상에 배치되어 오버튜브의 종방향 차원에 일반적으로 횡단하는 방향에서 오버튜브의 외부벽에 인가된 힘의 지시를 제공한다.

### 도면의 간단한 설명

[0011] 본 발명의 양태가 첨부 도면과 함께 숙독될 때 이하의 상세한 설명으로부터 가장 양호하게 이해된다. 산업 분야에서 표준 실시에 따르면, 다양한 특징부는 실제 축적대로 도시되지는 않는다는 것이 강조된다. 실제로, 다양한 특징부의 치수는 설명의 명료화를 위해 임의로 증가되거나 축소될 수도 있다. 게다가, 본 발명은 다양한 예에서 참조 번호 및/또는 문자를 반복할 수도 있다. 이 반복은 간단화 및 명료화를 위한 것이고, 설명된 다양

한 실시예 및/또는 구성 사이의 관계를 자체로 지시하는 것은 아니다.

도 1은 환자의 체벽을 통해 연장하는 하나 이상의 기구를 위한 도관으로서 작용하는 공지의 캐뉼러를 도시하고 있는 예시적인 측면 입면 단면도이다.

도 2는 캐뉼러 내에 삽입된 기구 상에 작용된 특정 힘 및 환자의 체벽 상의 합력을 표현하고 있는 예시적인 도면이다.

도 3a는 몇몇 실시예에 따른 제1 캐뉼러의 예시적인 측면 입면도이다.

도 3b는 몇몇 실시예에 따른 도 3a의 제1 캐뉼러의 단면도이다.

도 4는 몇몇 실시예에 따른 제2 캐뉼러의 예시적인 측면 입면도이다.

도 5는 몇몇 실시예에 따른 6 자유도 센서의 사시도이다.

도 6a는 몇몇 실시예에 따른 내부튜브와 충돌하도록 배치된 기구를 도시하고 있는 제1 캐뉼러의 예시적인 단면도이다.

도 6b는 몇몇 실시예에 따른 내부 튜브에 레버력을 부여하도록 배치된 기구를 도시하고 있는 제1 캐뉼러의 예시적인 단면도이다.

도 6c의 1 내지 도 6c의 4는 몇몇 실시예에 따른 4개의 대안적인 센서 배치 구성을 갖는 오버튜브의 부분의 종방향 단면도를 도시하고 있는 예시적인 도면이다.

도 7은 그 길이 치수를 변경하는 축방향 힘을 받게 되는 물체를 표현하고 있는 예시적인 도면이다.

도 8은 구조체의 종축에 횡단하는 힘을 받게 되는 종방향 구조체의 대향 측면들 상에 장착된 스트레인 게이지의 예를 도시하고 있는 예시적인 도면이다.

도 9는 몇몇 실시예에 따른 장미꽃 장식형(rosette-like) 구성으로 배열된 스트레인 게이지를 도시하고 있는 예시적인 도면이다.

도 10은 몇몇 실시예에 따른 제2 캐뉼러의 예시적인 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하의 설명은 임의의 통상의 기술자가 기구-캐뉼러 충돌로부터 발생하는 힘으로부터 격리되어 있는 센서를 갖는 캐뉼러를 생성하여 사용하는 것을 가능하게 하도록 제시되어 있다. 실시예의 다양한 수정예가 통상의 기술자에게 즉시 명백할 것이고, 본 명세서에 정의된 일반적인 원리는 본 발명의 요지의 사상 및 범주로부터 벗어나지 않고 다른 실시예 및 용례에 적용될 수도 있다. 더욱이, 이하의 설명에서, 수많은 상세가 설명의 목적으로 설명된다. 그러나, 통상의 기술자는 본 발명의 요지가 이를 특정 상세의 사용 없이 실시될 수도 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 동일한 참조 번호는 상이한 도면에서 동일한 아이템의 상이한 뷔를 표현하는데 사용될 수도 있다. 따라서, 본 발명의 요지는 도시된 실시예에 한정되도록 의도되는 것은 아니라, 본 명세서에 개시된 원리 및 특징과 일치하는 가장 넓은 범주에 따른다.

[0013] 도 2는 캐뉼러 내에 삽입된 기구 상에 작용된 특정 힘 및 환자의 체벽 상의 합력을 표현하고 있는 예시적인 도면이다. 복강경 수술 및 원격수술 중의 모두에, 캐뉼러 및 캐뉼러 내에 삽입되어 있는 기구의 삽입 및 이동은 환자의 복부 체벽 상에 작용된 힘을 야기한다. 캐뉼러 및 캐뉼러 내에 삽입되어 있는 기구는 예를 들어, 도시된 바와 같이 y축에 일반적으로 평행하게 연장하는 종축을 갖는다. 외과의사는 복강경 수술 또는 원격수술 중에, 환자의 신체의 외부에 배치된 기구의 근위 단부에, 캐뉼러 및 기구의 종축에 일반적으로 수직인 힘 성분을 갖는 축방향 힘을 부여할 수도 있다. 기구 상의 외과의사 힘은 캐뉼러에 부여된다. 반응시에, 체강 내부의 기구의 원위 단부에 의해 접촉되는 내부 체조직은 환자의 신체 내부에 배치된 기구의 원위 단부에, 캐뉼러 및 기구의 종축에 일반적으로 수직으로 지향되는 힘 성분을 갖는 축방향 힘을 작용할 수도 있다. 기구 상의 내부 체조직 힘은 캐뉼러에 부여된다. 외과의사 부여된 힘의 부위와 조직 부여된 힘의 부위 사이에 배치된 체벽은, 외과의사의 힘과 캐뉼러의 수직축에 일반적으로 수직으로 지향된 힘 성분을 갖는 조직의 힘의 조합에 응답하여, 축방향 반력을 작용한다. 더 구체적으로, 캐뉼러 내에 삽입된 기구의 조작에 응답하여 생성된 힘은 환자의 체벽이 지렛점(fulcrum)에 또는 부근에 배치되는 레버 작용을 생성한다. 레버 작용과 연계된 이들 힘은 조직 병변을 야기할 수 있는 응력을 체벽 조직 상에 작용한다.

- [0014] 도 3a는 몇몇 실시예에 따른 제1 캐뉼러(302)의 예시적인 측면 입면도이다. 도 3b는 몇몇 실시예에 따른 도 3a의 제1 캐뉼러(302)의 단면도이다. 제1 캐뉼러(302)는 헤드부(304)와, 동축 세장형 내부튜브(308) 및 세장형 오버튜브(310)를 포함하는 세장형 부분(306)을 포함한다. 세장형 내부튜브(308) 및 세장형 오버튜브(310)를 포함하는 세장형 부분(306)은 일반적으로 윤곽이 원통형이다. 세장형 부분(306)은 헤드부(304)로부터 현수한다. 더 구체적으로, 내부튜브(308) 및 오버튜브(310)는 헤드부(304)에 단단히 체결된다(즉, 용접되거나 또는 다른 방식으로 기계적으로 연결됨). 몇몇 실시예에서, 내부튜브(308) 및 오버튜브(310)는 헤드부와 일체로 형성된다.
- [0015] 내부튜브(308)는 하나 이상의 수술 기구(312)(단지 하나만 도시되어 있음)를 수용하도록 치수 설정된 세장형 내부도관을 형성하는 내부벽을 포함한다. 오버튜브(310)는 내부튜브(308)의 적어도 일부를 둘러싸고, 체벽으로부터의 모든 부하가 내부튜브가 아니라 오버튜브 상에 부여되도록 체벽과 접촉하게 되기에 충분히 원위측으로 연장한다. 내부튜브(308)는 오버튜브(310)보다 길고, 따라서 오버튜브(310)의 원위 단부를 지나 원위측으로 연장한다. 오버튜브의 원위 단부를 넘어 연장하는 내부튜브(308)는 기구가 정상 작동 중에 오버튜브와 직접 접촉하게 되지 않는 것을 보장한다. 제1 캐뉼러는 환자의 체벽(314)을 통해 연장하는 세장형 부분(306)을 갖고 도시되어 있다. 내부튜브(308)는 하나 이상의 수술 기구를 수용하도록 치수 설정된 측방향 치수를 갖고, 환자의 신체 내의 수술적 액세스를 제공하기 위해 원위 단부에 원위 개구를 형성한다. 후술되는 도 6a 및 도 6b에 더 완전히 명백하게 표현되어 있는 바와 같이, 오버튜브(310)는 내부튜브(308)와 동축으로 정렬되고, 정상 작동 중에 내부튜브(310)에 접촉하지 않도록 그로부터 측방향으로 이격된다. 더 구체적으로, 도 6a 및 도 6b에 더 명백히 도시된 바와 같이, 내부튜브 외경은 오버튜브 내경보다 충분히 작아 내부튜브와 오버튜브가 정상 작동 중에 접촉하지 않게 된다. 오버튜브(310)와 접촉하여 배치된 센서 디바이스(311)는 체벽(314)에 의해 오버튜브(310)에 부여된 힘의 지시를 제공하도록 구성된다.
- [0016] 통상의 수술 절차 중에, 제1 캐뉼러(302)의 헤드부(304)는 환자의 체강의 외부에 배치되고, 내부튜브(308)의 부분 및 오버튜브(310)의 부분을 포함하는 세장형 부분(306)의 적어도 일부는 체벽(314)을 통해 환자의 체강의 내부로 연장한다. 세장형 부분(306)은 예를 들어, 도시된 바와 같이 y축에 일반적으로 평행한 종축을 갖는다. 하나 이상의 수술 기구가 헤드부(304)를 통해 삽입되고 내부튜브의 개방 원위 단부로부터 환자의 신체의 내부로 돌출하도록 내부튜브(308)에 의해 형성된 기구-수용 도관을 통해 중심축에 일반적으로 평행하게 연장할 수 있다.
- [0017] 몇몇 실시예에서, 헤드부(304) 및 내부튜브(308)는 하나 이상의 기구가 삽입될 수도 있는 기구 수용 도관을 형성하는 일체형 구조체를 포함한다. 헤드부(304)는 도관으로의 근위 개구(316)를 형성한다. 근위 개구는 기구의 용이한 삽입 및 제거를 제공하기 위해 확장되고, 헤드부 내의 도관벽은 내부튜브에 의해 형성된 도관의 더 좁은 직경 세장형 부분에 기구를 안내하기 위한 안내면을 제공하기 위해 경사진다. 몇몇 실시예에서, 헤드부(304)는 수술 절차 중에 체강을 취입하기 위해 내부튜브를 통해 하나 이상의 가스를 도입하기 위한 가스 도관(도시 생략)을 또한 포함한다. 몇몇 실시예에서, 헤드부(304)는 수술 절차에서 취입 중에 가스가 체강으로부터 새어나오는 것을 방지하기 위한 밀봉부(도시 생략)를 또한 포함한다. 복강경 수술 중에 사용을 위해 구성된 몇몇 실시예에서, 헤드부(304)는 예를 들어, 본 발명의 어떠한 부분도 형성하지 않는 투관침(도시 생략)의 삽입 또는 폐색구(도시 생략)의 후퇴 중에, 외과의사에 의해 과정되도록 치수 설정되고 성형된다.
- [0018] 오버튜브(310)는, 예를 들어 통상의 수술 절차 중에, 일반적으로 임의의 x축 또는 z축 방향에서 부여된 힘을 포함하여, 환자의 체벽(314)에 의해 그 종축에 일반적으로 횡단하여 부여된 힘에 응답하여 그 종축을 따른 하나 이상의 위치에서 편향될 수 있도록 하는 강성을 갖는다. 더욱이, 오버튜브(310) 강성 및 내부튜브(308)로부터의 그 측방향 이격은, 오버튜브가 통상의 수술 절차 중에 환자의 체벽(314)에 부여된 힘에 응답하여 그 종방향 중심축에 대해 편향할 때 오버튜브의 내부벽 및 내부튜브의 외부벽이 서로 물리적으로 접촉하지 않도록 이루어진다. 몇몇 실시예에서, 오버튜브와 내부튜브 사이의 간격은, 환자의 신체 내로 세장형 부분(306)을 삽입하는데 요구되는 수술 절개부의 크기를 상당히 증가시키지 않고 캐뉼러(302)의 세장형 부분(306)의 전체 직경을 상당히 추가하지 않도록 충분히 좁은, 간극(607)으로서 도 6a 및 도 6b에 더 명백히 표현되어 있는 간극(307)을 포함한다.
- [0019] 정상 작동 중에, 내부튜브와 오버튜브 사이에 형성된 간극 영역(307)(도 6a 및 도 6b를 참조하여 더 상세히 후술되고 도시되어 있음)은 예를 들어, 수술 절차의 도중에 내부튜브와의 기구 접촉에 기인하여 내부튜브(308)에 부여될 수도 있는 편향으로부터 오버튜브(310)를 격리한다. 이러한 기구 접촉은 수술 절차 중에 외과의사의 또는 원격조작식 로봇의 기구의 조작에 기인하여 내부튜브의 내부벽에 대한 기구 강타(banging)를 포함할 수도 있다. 따라서, 오버튜브(310)와 접촉하는 센서 디바이스(더 상세히 후술됨)는 기구와 내부튜브(308) 사이의

충돌에 기인하여 부여된 편향력의 효과로부터 격리된다. 따라서, 몇몇 실시예에 따른 캐뉼러는 오버튜브에 부여된 체벽 부하로부터 내부 튜브의 내부벽과의 기구 충돌에 의해 부여된 힘을 명확하게 할 수 있다.

[0020] 도 4는 몇몇 실시예에 따른 제2 캐뉼러(402)의 예시적인 측면 입면도이다. 제1 캐뉼러(302)의 것들에 실질적으로 동일한 제2 캐뉼러의 특징부는 도 3a 및 도 3b의 대응 특징부를 식별하는데 사용된 동일한 참조 번호에 의해 식별되고, 더 설명되지 않는다. 제2 캐뉼러(402)는 6 자유도(6-dof) 센서 디바이스(403)를 포함한다. 몇몇 실시예에서, 6-dof 센서(403)는 스튜어트(Stewart) 플랫폼 기반 힘/토크 센서를 포함한다. 제2 캐뉼러(402)는 헤드부(404) 및 동축으로 정렬된 세장형 내부 튜브(408) 및 세장형 오버튜브(410)를 포함한다. 내부 튜브(408)는 하나 이상의 수술 기구(412)(단지 하나만 도시되어 있음)를 수용하도록 치수 설정된다. 제2 캐뉼러(402)의 오버튜브(410)는 제1 오버튜브부(410-1) 및 제2 오버튜브부(410-2)를 포함하고, 6-dof 센서(403)는 제1 및 제2 오버튜브부 사이에 배치된다.

[0021] 도 5는 몇몇 실시예에 따른 6 자유도 센서(403)의 사시도이다. 6-dof 힘/센서는 기구(도시 생략) 및 내부 튜브(408)가 그를 통해 연장할 수 있는 중앙 개구(424)를 형성하는 환형 형상을 갖는다. 몇몇 실시예에서, 6-dof 센서는 힘을 감지하기 위한 실리콘 스트레인 게이지를 포함한다. 도 4를 재차 참조하면, 제1 오버튜브부(410-1)는 제2 캐뉼러(402)의 헤드부(404)로부터 단단히 현수한다. 제1 오버튜브부(410-1)는 6-dof 센서(403)의 근위 표면 영역(430)에 작동적으로 접촉하도록 치수 설정된 제1 환형 플랜지(428-1)를 형성하는 원위 단부를 포함한다. 제2 오버튜브부(410-2)는 6-dof 센서(403)의 원위 표면 영역(426)에 작동적으로 접촉하도록 치수 설정된 제2 환형 플랜지(428-2)를 형성하는 근위 단부를 포함한다. 부착 체결구(예를 들어, 나사)(429)가 또한 가시화되어 있다.

[0022] 도 6a는 몇몇 실시예에 따른 기구(622)와 내부 튜브(604) 사이의 예시적인 충돌을 표현하고 있는 제1 캐뉼러(600)의 예시적인 단면도이다. 제1 캐뉼러(600)는 헤드부(602) 및 세장형 부분(603)을 포함한다. 헤드부(602)는 수술 절차 중에 내부 튜브(604) 내부에 그리고 내부 튜브를 거쳐 환자의 체강 내부에 취입 가스가 그를 통해 도입될 수 있는 취입 도관(640)을 형성한다. 세장형 부분(603)은 동축 내부 튜브(604) 및 헤드부(602)로부터 현수하는 오버튜브(606)를 포함한다. 내부 튜브는 기구 수용 도관을 형성하는 내부벽(605) 및 외부벽(619)을 포함한다. 간극(607)은 내부 튜브의 외부벽(619) 및 오버튜브의 내부벽(616)에 의해 형성된다. 이와 함께, 헤드부(602) 및 내부 튜브(604)의 내부벽(605)은 기구 수용 도관(608)을 형성한다. 헤드부(602)는 도관(608)으로의 근위 개구(610)를 형성한다. 내부 튜브(604)의 원위 단부는 환자의 체강에 인접한 도관(608)으로의 원위 개구(612)를 형성한다. 스트레인 센서(614)가 오버튜브(604)의 내부벽(616) 및/또는 오버튜브(604)의 외부벽(618)에 접촉하도록 배치되고, 오버튜브에 부여된 스트레인을 측정하도록 구성된다.

[0023] 도 6c의 1 내지 도 6c의 4의 예시적인 도면을 참조하면, 몇몇 실시예에 따른 대안적인 센서 배치 구성을 갖는 오버튜브(606)의 부분의 종방향 단면도가 도시되어 있다. 도 6c의 1은 오버튜브(606)의 외부벽(618) 상의 예시적인 제1 센서 배치를 도시하고 있다. 외부벽(618)의 일 측면 상에는, 센서(614)가 존재하고, 그 센서(614)로부터 대향 외부벽(618) 상에 180도 이격하여 상보형 센서(614)가 존재한다. 도 6c의 2는 오버튜브(606)의 내부벽(616) 상에 예시적인 제2 센서 배치를 도시하고 있다. 내부벽(616)의 일 측면 상에는, 센서(614)가 존재하고, 내부벽(616)의 대향하여 지향된 부분 상에는 상보형 센서(614)가 존재한다. 도 6c의 3은 오버튜브(606)의 내부벽(616) 및 외부벽의 모두 상에 예시적인 제3 센서 배치를 도시하고 있다. 내부벽(616) 상에는, 센서(614)가 존재하고, 그 센서(614)에 직접 대향하는 외부벽(618)의 부분 상에는 상보형 센서(614)가 존재한다. 도 6c의 4는 도 6c3의 것과 같은 중복성 센서 배치를 갖는 예시적인 제4 센서 배치를 도시하고 있다.

[0024] 도 6a를 재차 참조하면, 수술 절차의 수행 중에, 제1 캐뉼러(600)는 환자의 체벽(620)을 통해 연장하고, 기구(622)는 환자의 체강 내부에 도달하도록 도관(608) 내에서 연장한다. 기구(622)는 수술 절차를 수행하는데 사용을 위한 엔드 이팩터(624)를 포함할 수도 있다. 외과의사 또는 원격조작 수술 시스템과 같은 수술자(626)는 도관(608) 내에서 그리고 환자의 신체 내로 연장하는 동안 기구(622)를 조작한다.

[0025] 절차 중에, 수술자(626)에 의해 기구(622) 상에 부여된 힘( $F_{Operator}$ ) 및/또는 환자 조직에 의해 기구(622) 상에 부여된 힘( $F_{Tissue}$ )은 기구가 내부 튜브(604)의 내부벽(605)과 충돌하게 할 수도 있는데, 이 충돌은 내부 튜브(604)의 내부벽(605) 상에 힘( $F_{Instrument}$ )을 부여한다. 그러나, 기구 충돌력은 간극(607)에 의해 내부 튜브(604)로부터 격리되기 때문에 오버튜브(606)에 부여되지 않는다. 따라서, 오버튜브(606) 내의 스트레인을 감지하도록 구성된 센서(614)는 기구(622)와 내부 튜브(604) 사이의 충돌에 기인하여 부여된 힘( $F_{Instrument}$ )으로부터의

편향을 검출하지 않는다.

[0026] 내부튜브(604)의 내부벽(605) 상의 힘( $F_{Instrument}$ )은 오버튜브(606)를 통해 환자의 체벽에 부하를 부여한다는 것 이 이해될 수 있을 것이다. 그러나, 내부튜브(604)와 오버튜브(606) 사이의 간극(607)은 내부튜브(604)와 기구(622) 사이의 충돌에 기인하는 발생하는 편향으로부터 오버튜브(606)를 격리한다. 따라서, 오버튜브(606)에 부여된 편향은 내부튜브(604)의 내부벽(605) 상의 힘( $F_{Instrument}$ )에 응답할 수도 있는 환자 체벽 힘으로부터 발생 하지만, 이러한 편향은 기구(622)와 오버튜브(606) 사이의 충돌에 기인하여 부여되지 않는데 이는 이러한 충돌이 존재하지 않기 때문이다.

[0027] 오버튜브(606)는 그 종축에 일반적으로 수직인 방향에서, 예를 들어 x축 또는 z축 방향에서, 환자의 체벽(620)에 의해 부여되지만, 캐뉼러와 체벽 사이의 각도, 예를 들어  $\theta$ 가 90도가 아닐 때 y축에서의 성분력을 갖는 측 방향 힘에 응답하여 그 종축에 대해 편향할 수 있도록 하는 강성을 갖는다. 부가적으로, 오버튜브(606)는 예를 들어, y축 방향에서, 비-측방향 체벽 힘에 응답하여 그 종축을 따라 압축하거나 신장할 수 있도록 하는 압축 강도를 갖는다.

[0028] 더 구체적으로, 몇몇 실시예에서, 오버튜브 강성은 응력에 응답하는 예측 가능한 선형 스트레인, 즉 공지의 영의 계수를 갖는다. 더 구체적으로, 몇몇 실시예에서, 오버튜브의 강성은 튜브가 대략 0 내지 30 뉴턴의 통상의 체벽 부하 하에서 편향하고 영구적으로 변형하지 않도록 충분히 크다. 더욱 더 구체적으로, 몇몇 실시예에서, 오버튜브의 강성은 튜브가 대략 0 내지 50 뉴턴의 부하 하에서 편향하고 영구적으로 변형하지 않도록 충분히 크다. 몇몇 실시예에서, 대략 0.005 내지 0.050의 벽 두께를 갖는, 대략 0.012 내지 0.030의 바람직한 대략적인 벽 두께를 갖는, 그리고 대략 0.25 내지 1 인치의 외경, 대략 0.4 내지 0.6 인치의 바람직한 범위의 외경을 갖는 스테인리스강 오버튜브가 체벽으로부터 정상 부하 하에서 편향하지만 영구적으로 변형하지 않기 위한 수용 가능한 강성을 갖는다. 바람직하게는, 몇몇 실시예에서, 오버튜브와 내부튜브 사이의 간격은, 오버튜브가 편향할 때 오버튜브의 내경(ID)이 내부튜브의 외경(OD)에 터치하지 않도록 충분히 크지만, 최소 침습성 수술에서 오버튜브의 외경이 통상의 캐뉼러 직경을 표현하도록 충분히 작아야 한다. 몇몇 실시예에서, 오버튜브 ID와 내부튜브 OD 사이의 도 6a의 간격(607)은 대략 0.007 내지 1 인치이고, 대략 0.015 내지 0.035 인치의 바람직한 범위를 갖는다.

[0029] 도 6b는 몇몇 실시예에 따른 내부튜브(604)에 레버력을 부여하도록 배치된 기구(622)를 도시하고 있는 제1캐뉼러(600)의 예시적인 단면도이다. 도 6a 및 도 6b는 내부튜브 내의 기구의 배치 및 부여된 힘을 제외하고는 동일하다는 것이 이해될 수 있을 것이다. 수술자는 힘( $F_{Operator}$ )을 부여하고 조직은 힘( $F_{Tissue}$ )을 부여하는데, 이들 힘은 기구(622)가 내부튜브(604)의 근위 단부에 인접한 내부튜브(604)의 내부벽(605)에 대해 도 6b의 좌측으로 압박하게 하고 기구(622)가 내부튜브(604)의 원위 단부에 인접한 내부튜브(604)의 내부벽(605)에 대해 도 6b의 우측으로 압박하게 하는 것으로 가정한다. 이들 조건 하에서, 예를 들어, 제1캐뉼러(600)는 대략 체벽(620)의 위치에서, 점선(630)에 의해 일반적으로 지시된 위치에서 지렛점을 갖는 레버로서 작용한다.

[0030] 이들 조건 하에서, 체벽 힘( $F_{Bodywall}$ )은 환자의 체벽(620)에 부여된다. 체벽 힘은 예를 들어 토크 또는 힘일 수 있는데, 여기서 예를 들어, 오버튜브(606)의 원위 단부는 일반적으로 도면의 우측으로의 방향에서 힘을 부여하고 오버튜브(606)의 근위 단부는 일반적으로 도면의 좌측으로의 방향에서 힘을 부여한다. 예를 들어, x축 및/ 또는 z축 둘레의 오버튜브(606)로의 토크력은 체벽(620)의 위치에 대해 중심설정된다. 몇몇 실시예에 따르면, 체벽 힘( $F_{Bodywall}$ )은 오버튜브(606)에 부여되는데, 이 오버튜브는 체벽 힘에 응답하여 편향할 수도 있다. 센서(614)는 힘 또는 토크로부터 발생하는 오버튜브 내의 스트레인을 검출할 수 있고 스트레인의 측정치를 제공할 수 있다.

[0031] 센서 디바이스(614)는 오버튜브(606)의 편향을 측정하기 위해 오버튜브(606)와 물리적으로 접촉하여 배치된다. 센서 디바이스는 오버튜브의 외부벽(618)과 접촉하여, 오버튜브의 내부벽(616)과 접촉하여, 또는 양자 모두와 접촉하여 배치될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 센서 디바이스(614)는 스트레인 게이지로서 작용하도록 구성된다. 스트레인은 인가된 힘에 기인하는 바디의 변형량의 척도이다. 더 구체적으로, 스트레인은 길이의 분율 변화로서 정의될 수 있다.

[0032] 도 7은 그 길이 치수를 변경하는 축방향 힘을 받게 되는 물체(702)를 표현하고 있는 예시적인 도면이다. 힘의 결여시에 물체의 길이는 L이다. 힘에 응답하는 물체의 길이의 변화는  $\Delta L$ 이다.

[0033] 스트레인은 이하와 같이 정의될 수 있다:  $\epsilon = \Delta L/L$ .

[0034]

도 8은 고정구(806)로부터 수평으로 현수하고 구조체(804)의 종축(L)에 횡단하여 힘을 받게 되는 종방향 구조체(804)의 대향 측면들 상에 장착된 제1 및 제2 스트레인 게이지(802-1, 802-2)의 예를 도시하고 있는 예시적인 도면이다. 구조체의 종축에 횡단하여 부여된 예시적인 일반적으로 하향 단축방향 힘은 힘이 인장 상태로 부여되어 있는 구조체의 측면 상에 장착된 휴지시 길이( $L_1$ )를 갖는 제1 스트레인 게이지(802-1)를 배치하여,  $L_1 + \Delta L_1$ 로의 제1 스트레인 게이지(802-1)의 길이 치수의 증가를 야기한다. 역으로, 구조체(804)의 종축에 횡단하여 부여된 하향 단축방향 힘은 힘이 압축 상태로 부여되는 측면에 대향하는 구조체(804)의 측면 상에 장착된 휴지시 길이( $L_1$ )를 갖는 제2 스트레인 게이지(802-2)를 배치하여,  $L_1 - \Delta L_2$ 로의 제2 스트레인 게이지(802-2)의 길이 치수의 감소를 야기한다. 몇몇 실시예에 따르면, 스트레인 게이지는 오버튜브(606)의 내부벽(616) 및 외부벽(618)에 장착되고, 다수의 방향에서 인가된 힘을 측정하기 위해 다양한 구성으로 오버튜브 주위에 이격될 수도 있다.

[0035]

도 6b를 참조하여 전술된 바와 같이, 체벽으로부터의 모멘트는 부하를 받은 부재의 길이의 다양한 점을 따라 동시에 인장 및 압축을 포함하는 복잡한 튜브 편향을 생성할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 이러한 모멘트는, 스트레인 게이지가 오버튜브의 표면의 내부벽 및 외부벽을 따라 공지의 점에서 인장 및 압축의 모두를 경험하기 때문에, 엇갈린 구성의 스트레인 게이지가 사용될 때 계산될 수 있다.

[0036]

도 9는 몇몇 실시예에 따른 장미꽃 장식형 구성으로 배열된 스트레인 게이지(902)를 도시하고 있는 예시적인 도면이다. 스트레인 게이지는 통상의 기술자에 잘 알려져 있다. 몇몇 실시예에서, 스트레인 게이지는 그리드 패턴으로 배열된 매우 미세한 금속 와이어, 포일, 파이버 등을 포함하는 그리드 패턴(904)을 포함할 수도 있다. 그리드(904)는 스트레인 게이지가 측정되는 아이템에 직접 부착되는 캐리어라 통상적으로 칭하는 얇은 백킹(도시 생략)에 접합된다. 이러한 아이템에 의해 경험되는 스트레인은 전기 저항의 공지의 예를 들어 선형 변화에 응답하는 스트레인 게이지에 직접 전달된다. 장미꽃 장식형 구성에서, 다수의 스트레인 게이지는 종방향 스트레인을 평면 스트레인의 3개의 독립적인 성분으로 변환하도록 장미꽃 장식형 레이아웃으로 서로 공지의 각도(예를 들어,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ )로 위치된다. 몇몇 실시예에 따르면, 장미꽃 장식 구조로 배열된 센서의 그룹은 x축 및 z축 둘레의 모멘트를 측정하기 위해 오버튜브(606)의 내부벽(616) 및 외부벽(618)을 따라 엇갈릴 수 있다.

[0037]

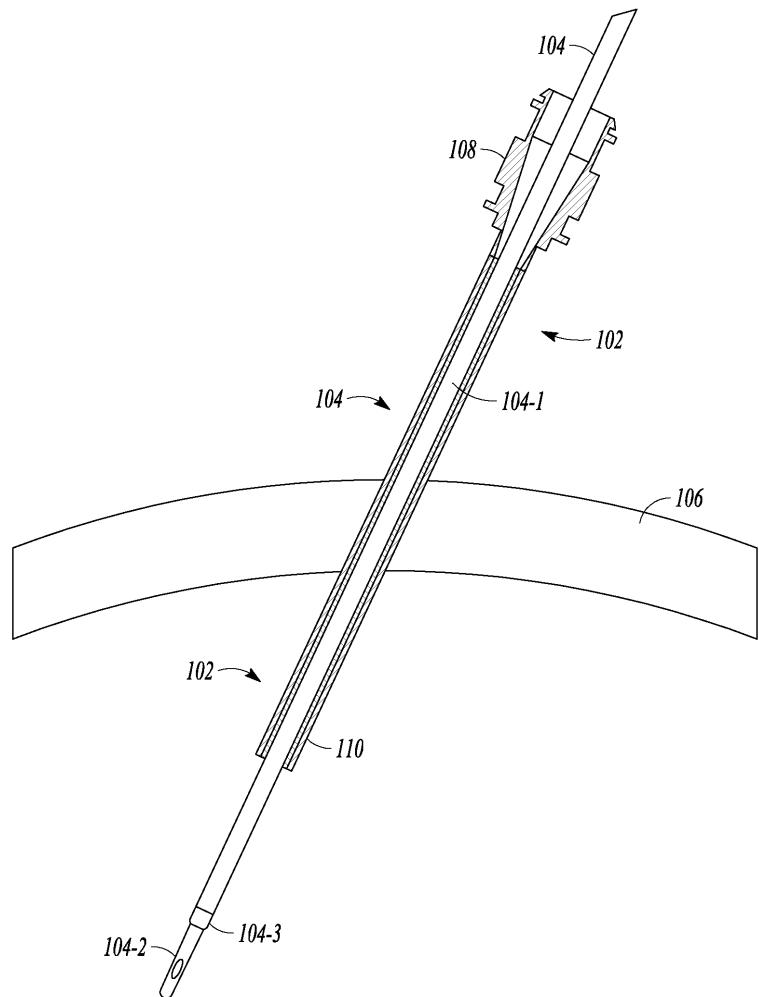
도 10은 몇몇 실시예에 따른 제2 캐뉼러(1000)의 예시적인 단면도이다. 제2 캐뉼러(1000)는 환형 6-dof 센서(632)를 포함한다. 오버튜브(606)는 6-dof 센서(632)의 근위 표면 영역(640)에 작동적으로 접촉하도록 치수 설정된 제1 환형 플랜지(638)를 포함하는 제1 오버튜브부(636)를 포함한다. 오버튜브(606)는 6-dof 센서(632)의 원위 표면 영역(646)에 작동적으로 접촉하도록 치수 설정된 제2 환형 플랜지(644)를 형성하는 근위 단부를 갖는 제2 오버튜브부(642)를 포함한다. 따라서, 제2 오버튜브부(642)는 6-dof 센서(632)로부터 현수된다. 다른 관점에서, 도 6a 및 도 6b 및 도 10의 제1 및 제2 캐뉼러는 실질적으로 동일하다는 것이 이해될 수 있을 것이다.

[0038]

본 발명에 따른 실시예의 상기 설명 및 도면은 단지 본 발명의 원리의 예시일 뿐이다. 따라서, 첨부된 청구범위에 정의된 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어나지 않고 다양한 수정이 통상의 기술자에 의해 실시예에 이루어질 수 있다는 것이 이해될 수 있을 것이다.

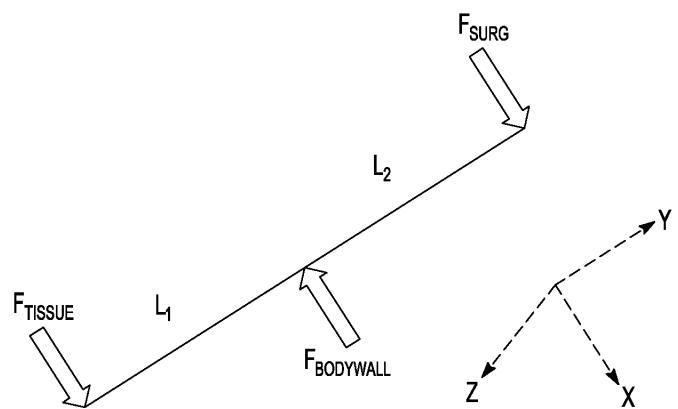
도면

도면1

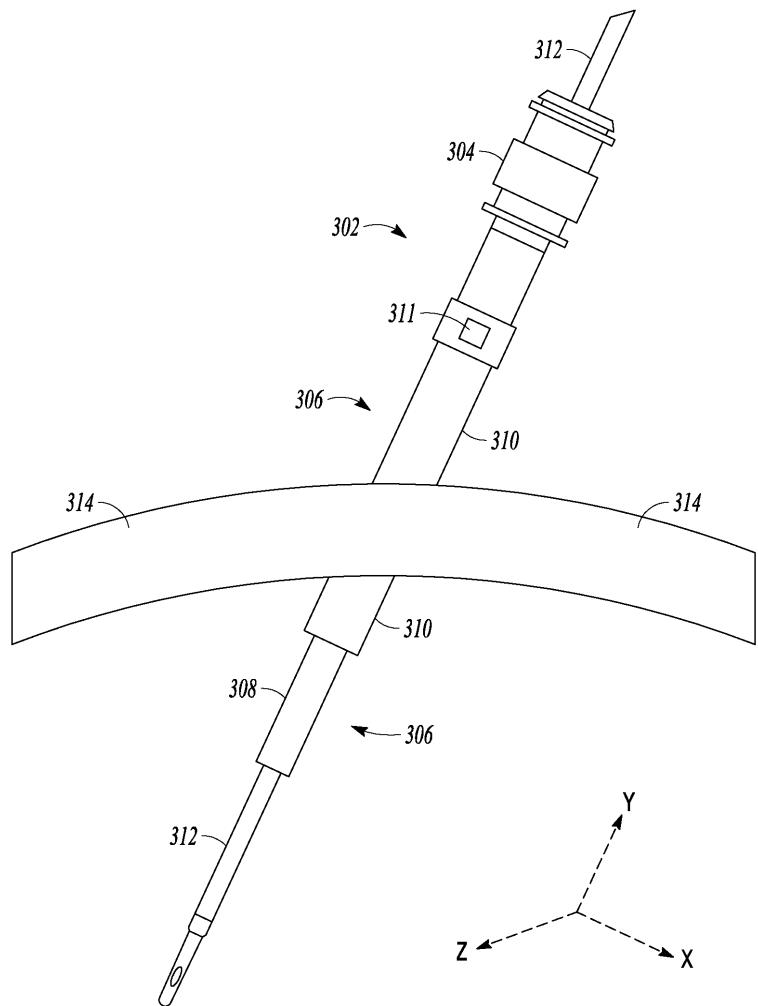


(종래 기술)

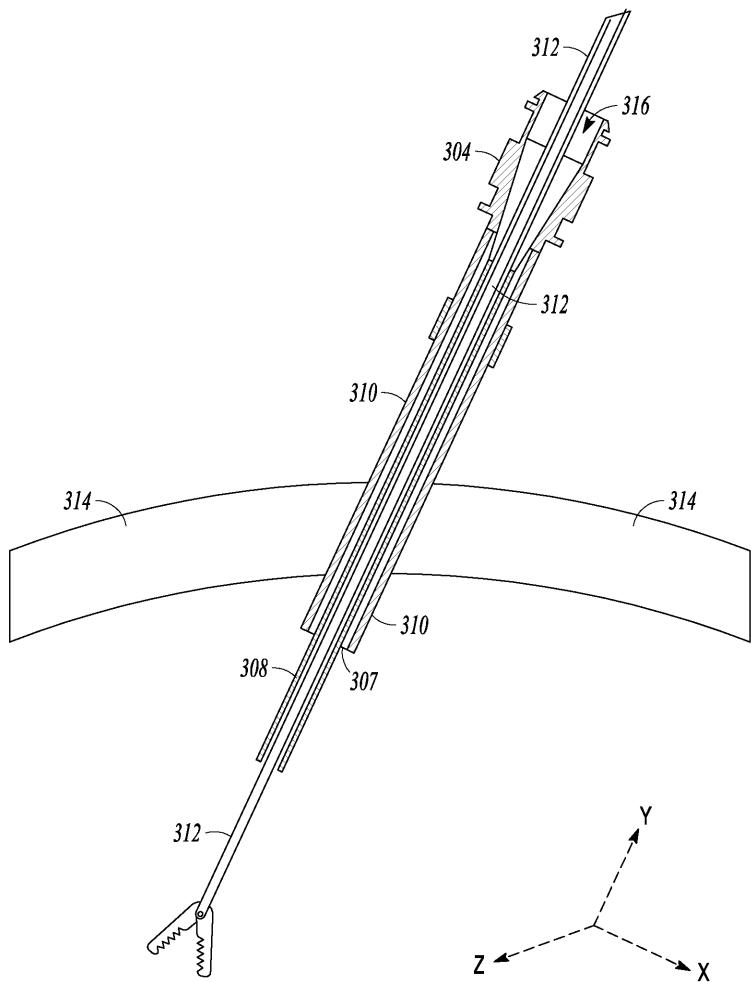
도면2



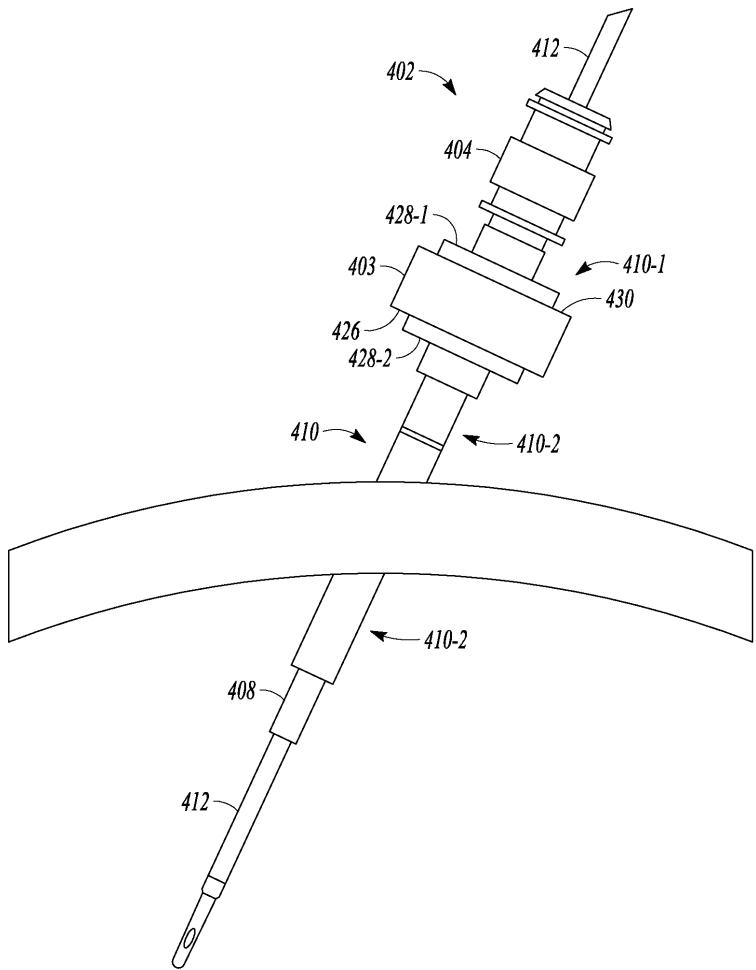
도면3a



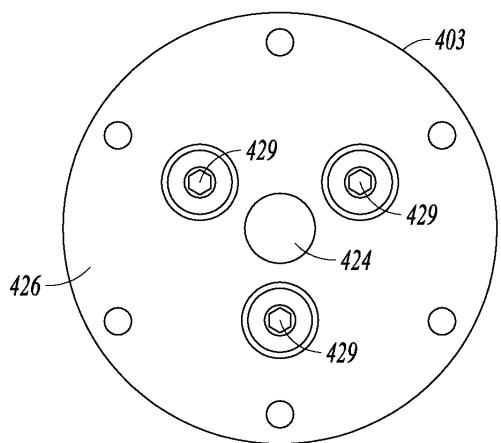
도면3b



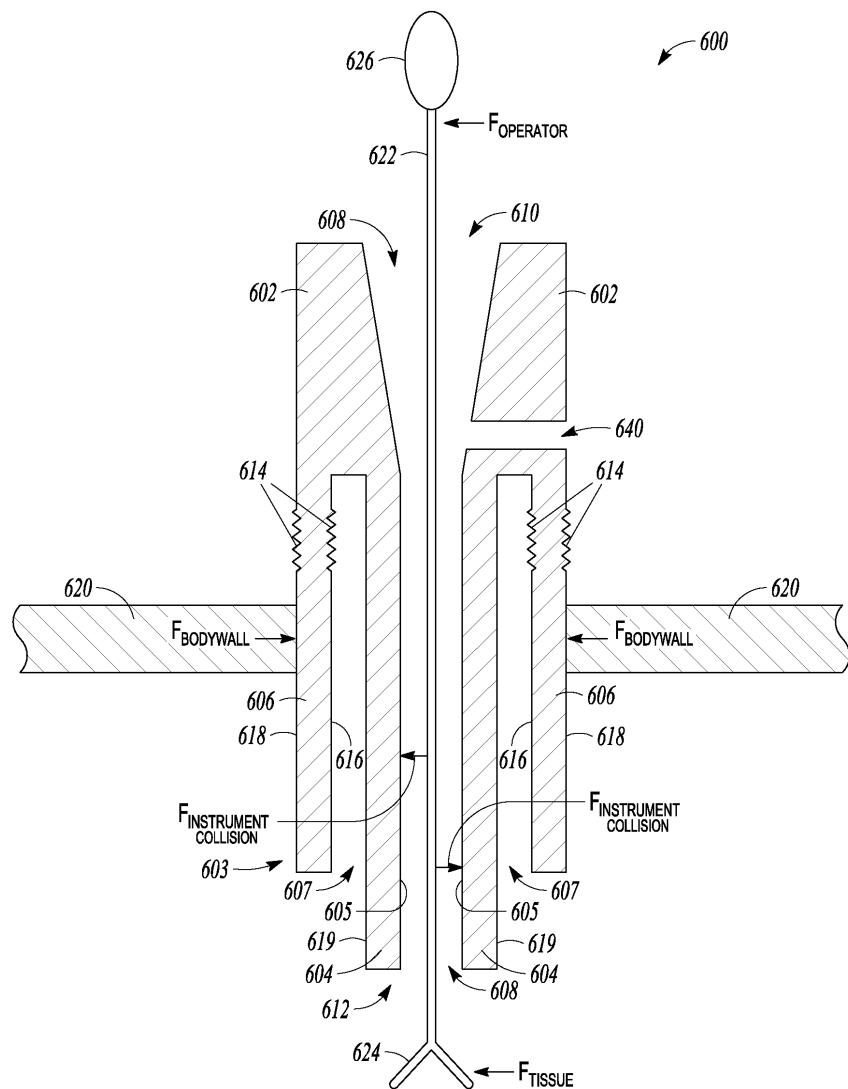
도면4



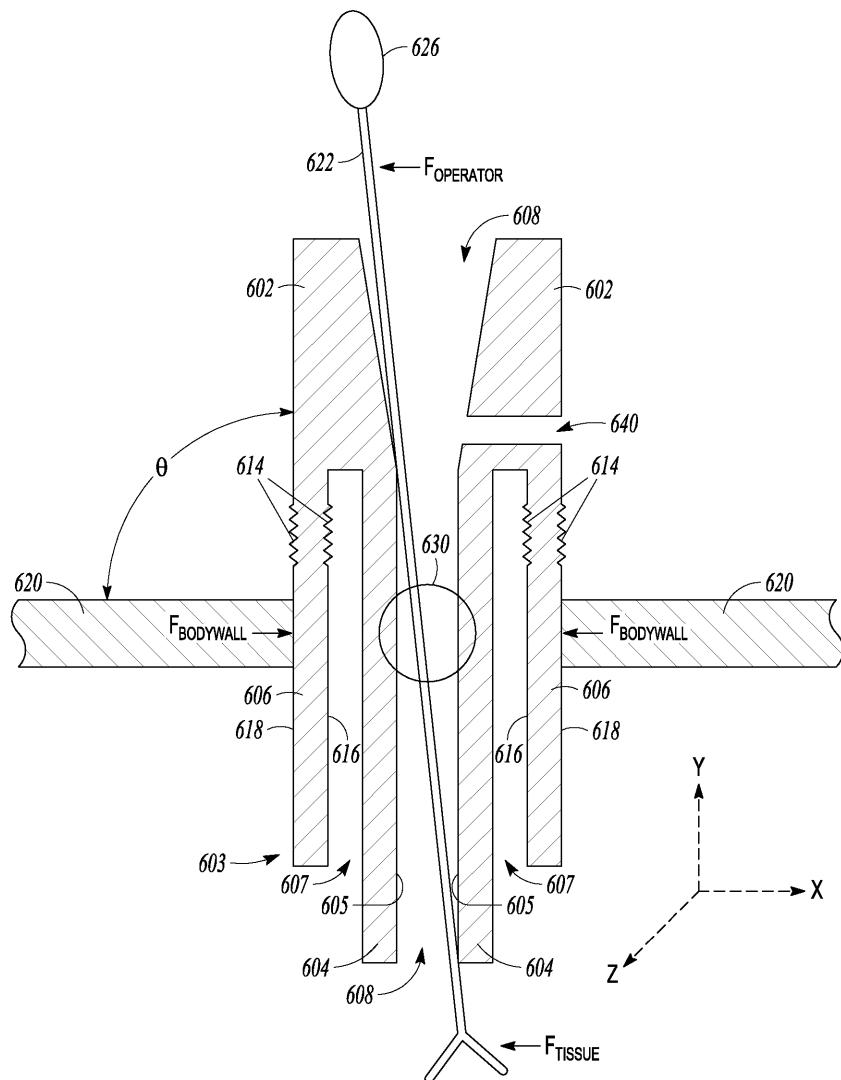
도면5



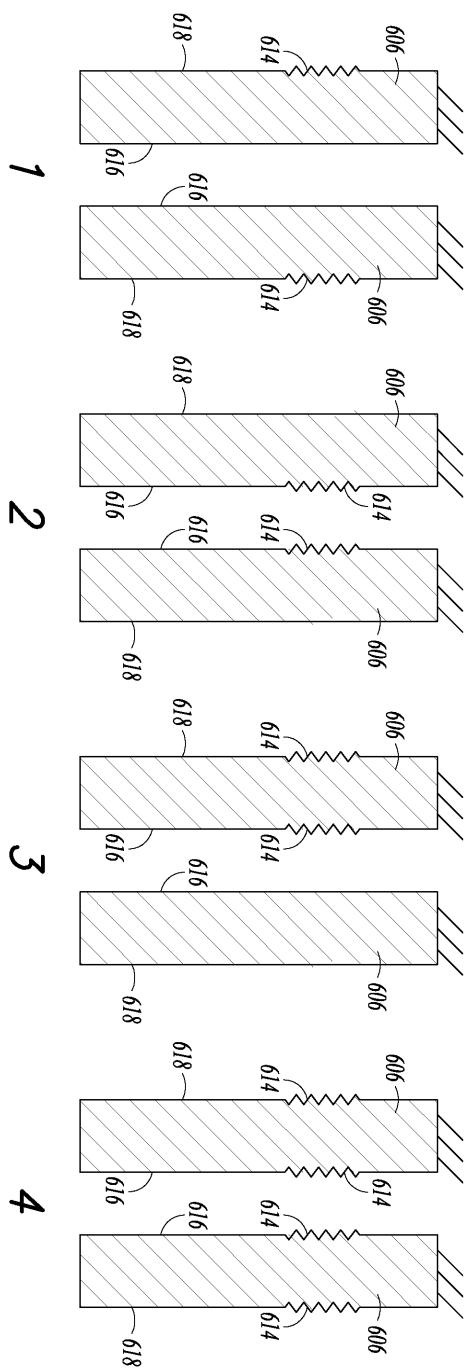
도면6a



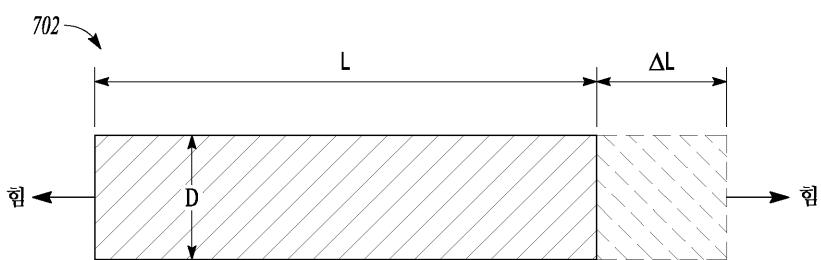
도면 6b



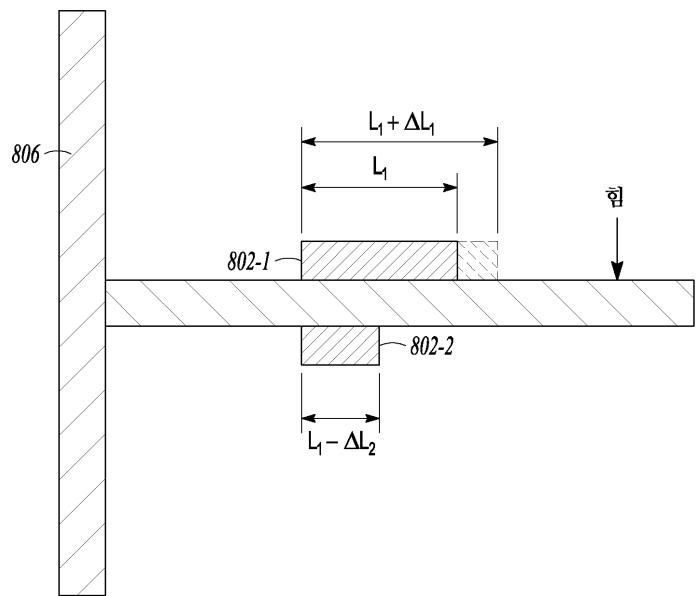
## 도면6c



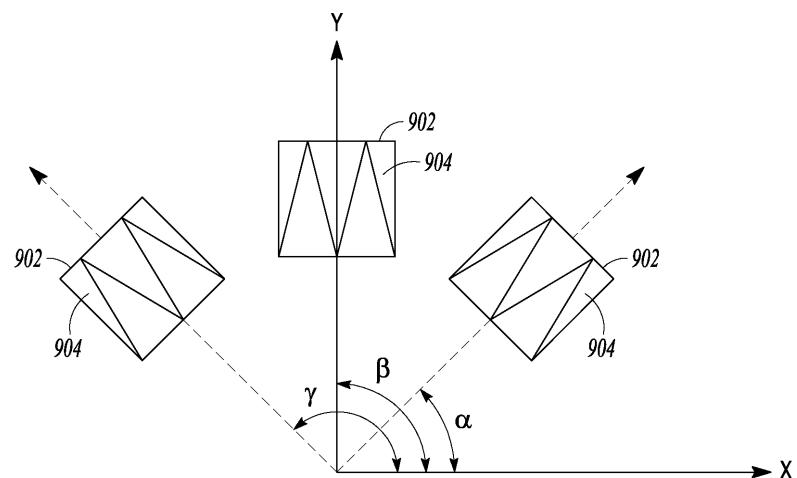
## 도면7



도면8



도면9



도면10

