



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년03월13일

(11) 등록번호 10-2088541

(24) 등록일자 2020년03월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 19/00 (2006.01) A61B 17/29 (2006.01)

A61B 17/94 (2006.01) B25J 13/02 (2006.01)

B25J 13/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-7024442

(22) 출원일자(국제) 2013년02월04일

심사청구일자 2018년02월05일

(85) 번역문제출일자 2014년09월01일

(65) 공개번호 10-2014-0119183

(43) 공개일자 2014년10월08일

(86) 국제출원번호 PCT/US2013/024679

(87) 국제공개번호 WO 2013/116869

국제공개일자 2013년08월08일

(30) 우선권주장

61/594,362 2012년02월02일 미국(US)

61/714,737 2012년10월16일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US20110208000 A1\*

JP2002102248 A

JP2009534158 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

그레이트 빌리프 인터내셔널 리미티드

브리티쉬 버진 아일랜드, 토톨라, 로드 타운, 오프쇼어 인코포레이션 센터, 피. 오. 박스 957

(72) 발명자

셀렌버거 카슨

미국 27560 노스 캐롤라이나주 모리스빌 스위트 300 데이비스 드라이브 635 트랜스엔테릭스, 인크.

래비 케이스 필립

미국 27560 노스 캐롤라이나주 모리스빌 스위트 300 데이비스 드라이브 635 트랜스엔테릭스, 인크.

(74) 대리인

양영준

전체 청구항 수 : 총 13 항

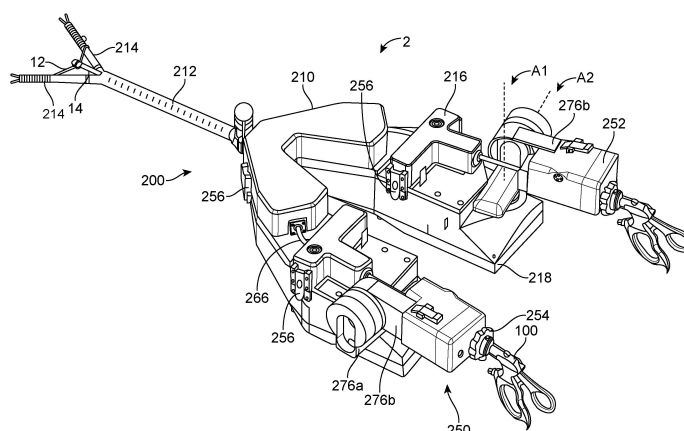
심사관 : 강혜리

(54) 발명의 명칭 기계화된 다중 - 기구 수술 시스템

## (57) 요약

수술 시스템이 신체 공동 내에 배치될 수 있는 원위 단부를 가지는 기구 구동부 및 사용자 입력 장치를 포함한다. 기구 구동부 및 사용자 입력 장치가 수술 기구의 원위 부분 및 근위 부분 각각을 제거가능하게 수용하도록 배치된다. 사용자 입력 장치는 수술 기구의 근위 부분의 수작업 조작에 응답하여 운동 신호를 생성하도록 구성된다. 적어도 하나의 모터는, 운동 신호에 응답하여 기구 구동부를 작동시키도록 그리고 그에 의해서 신체 공동 내의 수술 기구의 원위 부분의 위치를 변화시키도록 동작가능하다.

## 대표도



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

수술 시스템이며,

신체 공동 내에 배치될 수 있는 원위 단부를 가지는 기구 구동부;

사용자 입력 장치로서, 기구 구동부 및 사용자 입력 장치가 수술 기구의 원위 부분 및 근위 부분 각각을 제거 가능하게 수용하도록 배치되고, 수술 기구의 근위 부분의 수작업 조작에 응답하여 운동 신호를 생성하도록 사용자 입력 장치가 구성되는, 사용자 입력 장치; 및

기구 구동부에 동작적으로 커플링되는 적어도 하나의 모터로서, 모터가 운동 신호에 응답하여 기구 구동부를 작동시키도록 그리고 그에 의해서 신체 공동 내의 수술 기구의 원위 부분의 위치를 변화시키도록 동작가능한, 적어도 하나의 모터를 포함하고,

기구 구동부가 수술 기구의 원위 부분을 수용하도록 구성된(proportioned) 루멘을 가지는 조향가능 핑거를 포함하고,

적어도 하나의 작동 요소가 핑거를 통해서 적어도 부분적으로 연장하고;

모터가 운동 신호에 응답하여 동작되어 핑거를 편향시키기 위한 작동 요소의 인장을 유도할 수 있고,

입력 장치가 베이스 및 베이스 상의 기구 수용부를 포함하고, 기구 수용부가 운동 신호를 생성하기 위해서 적어도 2의 자유도로 베이스에 대해서 수작업으로 이동가능하고;

상기 적어도 하나의 작동 요소가 복수의 작동 요소를 포함하고;

상기 모터가 적어도 2의 자유로도 핑거를 편향시키기 위해서 운동 신호에 응답하여 동작가능한 적어도 2개의 모터를 포함하는,

수술 시스템.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

제1 항에 있어서,

기구 구동부 및 입력 장치에 의해서 수용된 수술 기구와 회전식으로 커플링되도록 배치된 롤 구동부;

롤 입력 장치 상의 이동가능한 부재 및 수술 기구의 원위 부분 중 적어도 하나의 수작업 조작에 응답하여 롤 신호를 생성하도록 구성된 롤 입력 장치; 및

롤 구동부에 동작적으로 커플링된 롤 모터로서, 롤 모터가 롤 운동 신호에 응답하여 롤 구동부를 이동시키도록 동작가능하고, 그에 따라 상기 롤 구동부가 수술 기구의 원위 부분을 축방향으로 회전시키는, 롤 모터를 더 포함하는, 수술 시스템.

#### 청구항 5

제4 항에 있어서,

롤 입력 장치가 롤 입력 장치와 접촉하여 배치된 수술 기구의 축방향 회전에 응답하여 롤 신호를 생성하도록 구성되는, 수술 시스템.

## 청구항 6

제4 항에 있어서,

롤 입력 장치가 롤 입력 장치 상의 노브의 수작업 회전에 응답하여 롤 신호를 생성하도록 구성되는, 수술 시스템.

## 청구항 7

제4 항에 있어서,

수술 기구가 롤 구동부와 회전적으로 커플링될 때, 롤 구동부에 대한 수술 기구의 길이방향 운동을 허용하도록 롤 구동부가 구성되는, 수술 시스템.

## 청구항 8

제7 항에 있어서,

수술 기구의 길이방향 위치의 변화에 응답하여 신호를 생성하도록 배치된 센서를 더 포함하는, 수술 시스템.

## 청구항 9

제4 항에 있어서,

롤 구동부가, 수술 기구의 부분 및 수술 기구 샤프트와 회전식으로 커플링될 수 있는 개구부 루멘 주위의 특정 부를 수용하도록 구성된 개구부를 가지는 롤 구동 부재를 포함하고; 그리고

롤 모터가 롤 구동 부재를 축방향으로 회전시키도록 동작될 수 있는, 수술 시스템.

## 청구항 10

수술 시스템이며,

상기 수술 시스템은,

신체 공동 내에 배치될 수 있는 원위 단부를 가지는 기구 구동부;

사용자 입력 장치로서, 기구 구동부 및 사용자 입력 장치가 수술 기구의 원위 부분 및 근위 부분 각각을 제거 가능하게 수용하도록 배치되고, 수술 기구의 근위 부분의 수작업 조작에 응답하여 운동 신호를 생성하도록 사용자 입력 장치가 구성되는, 사용자 입력 장치; 및

기구 구동부에 동작적으로 커플링되는 적어도 하나의 모터로서, 모터가 운동 신호에 응답하여 기구 구동부를 작동시키도록 그리고 그에 의해서 신체 공동 내의 수술 기구의 원위 부분의 위치를 변화시키도록 동작가능한, 적어도 하나의 모터를 포함하고,

기구 구동부가 수술 기구의 원위 부분을 수용하도록 구성된(proportioned) 루멘을 가지는 조향가능 핑거를 포함하고,

적어도 하나의 작동 요소가 핑거를 통해서 적어도 부분적으로 연장하고;

모터가 운동 신호에 응답하여 동작되어 핑거를 편향시키기 위한 작동 요소의 인장을 유도할 수 있으며,

상기 조향가능 핑거는 제1 조향가능 핑거이고,

상기 수술 시스템은,

절개부를 통해서 신체 공동 내로 삽입가능한 삽입 지지부;

제2 조향가능 핑거로서, 제1 및 제2 조향가능 핑거가 삽입 지지부의 원위 단부로부터 연장하고, 제2 조향가능 핑거가 제2 수술 기구의 원위 부분을 수용하도록 구성된 루멘을 가지는, 제2 조향가능 핑거;

제2 사용자 입력 장치로서, 제2 핑거 및 제2 사용자 입력 장치가 제2 수술 기구의 원위 부분 및 근위 부분 각각을 제거가능하게 수용하도록 배치되고, 제2 사용자 입력 장치가 제2 수술 기구의 근위 부분의 수작업 조작에 응답하여 제2 운동 신호를 생성하도록 구성되는, 제2 사용자 입력 장치; 및

제2 핑거에 동작적으로 커플링되는 적어도 하나의 제2 모터로서, 제2 모터가 제2 운동 신호에 응답하여 제2 핑거를 편향시키도록 동작가능한, 제2 모터를 더 포함하는, 수술 시스템.

#### 청구항 11

제10 항에 있어서,

적어도 하나의 제1 및 제2 핑거가, 상기 적어도 하나의 제1 및 제2 핑거의 원위 부분이 삽입 지지부의 길이방향 축으로부터 제1 거리만큼 이격된 제1 위치, 및 상기 적어도 하나의 제1 및 제2 핑거의 원위 부분이 삽입 지지부의 길이방향 축으로부터 제2 거리만큼 이격된 제2 위치로부터 측방향으로 이동가능하고, 제2 거리가 제1 거리보다 먼, 수술 시스템.

#### 청구항 12

제11 항에 있어서,

제1 및 제2 핑거가 제1 및 제2 위치 사이에서 동시에 전개가능한, 수술 시스템.

#### 청구항 13

제11 항에 있어서,

제1 및 제2 핑거가 제1 및 제2 위치 사이에서 독립적으로 전개가능한, 수술 시스템.

#### 청구항 14

제11 항에 있어서,

제1 및 제2 위치 사이의 핑거 중 적어도 하나의 운동에 응답하여 신호를 생성하도록 배치된 센서를 더 포함하는, 수술 시스템.

#### 청구항 15

제1 항에 있어서,

입력 장치 상의 수술 기구의 근위 부분의 배치에 응답하여 기구 존재 신호를 생성하도록 배치된 센서를 더 포함하는, 수술 시스템.

#### 청구항 16

삭제

#### 청구항 17

삭제

#### 청구항 18

삭제

#### 청구항 19

삭제

#### 청구항 20

삭제

#### 청구항 21

삭제

#### 청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

청구항 65

삭제

청구항 66

삭제

청구항 67

삭제

청구항 68

삭제

청구항 69

삭제

청구항 70

삭제

**청구항 71**

삭제

**청구항 72**

삭제

**청구항 73**

삭제

**청구항 74**

삭제

**청구항 75**

삭제

**청구항 76**

삭제

**청구항 77**

삭제

**청구항 78**

삭제

**청구항 79**

삭제

**청구항 80**

삭제

**청구항 81**

삭제

**청구항 82**

삭제

**청구항 83**

삭제

**청구항 84**

삭제

**청구항 85**

삭제

**청구항 86**



삭제

청구항 87

삭제

청구항 88

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

- [0001] 발명자: Carson Shellenberger, Keith Phillip Laby
- [0002] 본원은 2012년 2월 2일자로 출원된 미국 가출원 61/594,362 및 2012년 10월 16일자로 출원된 미국 가출원 61/714,737를 기초로 우선권을 주장하고, 이러한 가출원의 각각이 참조로서 여기에 포함된다.
- [0003] 본원 발명은 접근 장치 및 포트 분야에 관한 것으로서, 접근 장치 및 포트를 통해서 가요성 의료 기구가 신체 공동 내로 진입될 수 있고 조향되거나 편향될 수 있을 것이다.

### 배경 기술

- [0004] 통상적인 복강경(laparoscopic) 기술에서, 그러한 기술을 완료하기 위해서 필요한 여러 가지 의료용 기구 및 스코프를 위한 복강(복막 공동; peritoneal cavity)에 대한 접근을 제공하기 위해서 피부, 하부 근육 및 복막 조직을 통해서 다수의 작은 절개부가 형성된다. 복강은 전형적으로 공동을 팽창시키기 위한 주입(insufflation) 가스를 이용하여 팽창되고, 그에 따라 가시화 및 작업 공간을 증대시킨다. 전형적인 복강경 의료 기술에서, 4개의 포트가 복부(abdominal) 지역 주위에 전략적으로 배치되어, 수술 표적에 접근하기 위한 삼각 측량 원리를 이용한 기구의 이용 및 의사의 가시화를 허용한다. 이러한 기술이 매우 효과적이고 최소 침습(invasive) 수술을 위한 훌륭한 표준으로서 확립되었으나, 많은 단점을 가진다. 그러한 단점 중 하나는, 4개의 포트를 배치하기 위한 다수의 절개부를 필요로 한다는 것이고, 이는 수술 후 탈장 및 늦어지는 환자 회복과 같은 합병증 위험을 높인다. 4개 포트 방법은 또한 4개의 복부 흉터(scar)를 남겨, 미용과 관련한 문제를 제기한다.
- [0005] 추가적인 개발에 의해서, 단일 절개부 또는 포트를 통과한 다수의 기구를 이용하여 기술이 실시될 수 있는 시스템이 제시되었다. 그러한 단일 포트 기술에서, 가시화 및 삼각 측량이 선형 기구 조작 및 공간적 제약으로 인해서 손상되어, 기구들 사이에서 "스워드 파이팅(sword fighting)"으로 알려진 결과를 초래한다.
- [0006] 종래의 단일 포트 기술에 대한 개선이 SPS 기술 및 다른 복강경 기술에 적합한 다중-기구 접근 장치에서 확인될 수 있고, 2007년 5월 17일자로 출원되고 명칭이 단일 접근 포트를 사용한 다중 기구 수술 접근을 위한 시스템 및 방법(SYSTEM AND METHOD FOR MULTI-INSTRUMENT SURGICAL ACCESS USING A SINGLE ACCESS PORT)인 공동 계류 중인 미국 출원 11/804,063('063 출원), 2008년 9월 12일자로 출원되고 명칭이 다중 기구 접근 장치 및 시스템(MULTI-INSTRUMENT ACCESS DEVICES AND SYSTEMS)인 미국 출원 12/209,408, 2009년 7월 28일자로 출원되고 명칭이 다중 기구 접근 장치 및 시스템(MULTI-INSTRUMENT ACCESS DEVICES AND SYSTEMS)인 미국 출원 12/511,043, 및 2009년 12월 29일자로 출원되고 명칭이 최소 침습 수술을 위한 능동적 기구 포트 시스템(ACTIVE INSTRUMENT PORT SYSTEM FOR MINIMALLY-INVASIVE SURGICAL PROCEDURES)인 미국 출원 12/649,307(미국 공개 2011/0230723)에 개시되어 있다.
- [0007] 2009년 12월 29일자로 출원되고 명칭이 최소 침습 수술 기법을 위한 능동적 기구 포트(ACTIVE INSTRUMENT PORT FOR MINIMALLY-INVASIVE SURGICAL PROCEDURES)인 미국 출원 12/649,307(미국 공개 2011/0230723)는 신체 공동 내의 단일 절개부를 통과한 복수의 기구를 이용하여 다수-툴(tool) 최소 침습 의료 기술을 실시하는데 있어서 이용하기 위한 시스템을 개시한다. 이러한 개시된 시스템은 삽입 튜브, 및 삽입 튜브의 원위 단부로부터 연장하는 기구 전달 튜브(IDT)의 쌍을 포함한다. 각각의 IDT은 삽입 튜브의 원위 단부에 대해서 원위적으로(distal) 배치된 조향가능한 원위 부분을 가진다. 사용시에, IDT를 통과한 가요성 기구가 IDT의 편향가능한 원위 부분을 능동적으로(actively) 편향시키는 것에 의해서 조향된다. 특히, IDT을 위한 근위 액추에이터(볼-및-소켓 또는 짐볼(gimbal) 타입 액추에이터로서 도시됨)가 삽입 튜브에 근접하여 배치된다. IDT으로부터 신체 공동 내로 전개되는 기구가 근위 액추에이터를 통해서 IDT 내로 삽입된다. 근위 액추에이터가 IDT을 통해서 연장

하는 기구의 핸들을 조작하는 것에 응답하여 이동될 수 있다. 근위 액추에이터의 이동이, 근위 액추에이터로부터 IDT의 편향가능한 섹션까지 연장하는 당김(pull) 요소(예를 들어, 와이어, 케이블 등)와 결합하고, 따라서 IDT의 원위 단부(및 그에 따라 기구 자체의 원위 단부)를 조향한다. 스코프 및 다른 기구와 같은 부가적인 기구가 또한 삽입 튜브를 통과할(예를 들어, 강성 기구 채널을 통과할) 수 있을 것이고 IDT를 통해서 전개되는 기구와 동시에적으로 이용될 수 있을 것이다.

[0008] 그러한 접근 시스템에서 이용될 수 있는 근위 액추에이터 및/또는 IDT 샤프트의 부가적인 예가 편향 가능한 기구 포트(DEFLECTABLE INSTRUMENT PORTS)라는 명칭의 미국 2011/0184231, 다중-기구 접근 장치 및 시스템(MULTI-INSTRUMENT ACCESS DEVICES AND SYSTEMS)라는 명칭의 미국 2011/0060183, 및 편향 가능한 기구 샤프트(DEFLECTABLE INSTRUMENT SHAFTS)라는 명칭의 미국 2011/0251599에 개시되어 있다.

[0009] 본원은 최소 침습 기술에서 이용하기 위한 새로운 다중-기구 수술 접근 시스템을 개시한다.

### 도면의 간단한 설명

[0010] 도 1a는 모터-지원형 다중-기구 수술 시스템의 사시도이다.

도 1b 내지 도 18은 제1 실시예의 구성요소의 다양한 도면이다.

도 1b는 아암(arm)에 의해서 지지되고 동작(operating) 테이블에 대해서 배치되는 시스템을 도시한다.

도 1c는 베이스 유닛, 롤 구동부, 및 핑거 구동 조립체의 부분 분해 사시도이다.

도 1d는 핑거 구동 조립체의 근위 부분의 사시도이다.

도 2a는 전개 메커니즘의 원위 부분의 사시도이다.

도 2b는 전개 메커니즘의 근위 부분의 사시도이다.

도 2c는 전개 메커니즘의 근위 부분의 하부 측부(underside)의 평면도이다.

도 3은 폴리 하우징을 포함하는, 핑거 구동부의 사시도이다.

도 4a는 도 3과 유사하나, 폴리 하우징이 없는 상태의 사시도이다.

도 4b는 폴리 하우징, 근위 튜브 및 케이블이 없는 상태의, 핑거 구동부의 구성요소의 저면 사시도이다.

도 5a는 핑거 구동부의 폴리를 도시한다.

도 5b 및 5c는 도 5a의 폴리의 부분 분해도이다.

도 6a 및 6b는 핑거 구동부의 폴리의 동작을 개략적으로 도시한다.

도 7a는 핑거 구동 조립체의 하부 측부를 도시한 사시도이다.

도 7b는 베이스 유닛의 상단부 측부를 도시한 사시도이다.

도 8a는 베이스 유닛의 하나의 절반부 내의 모터, 센서 및 기어 조립체의 레이아웃을 보여주는 평면도이다.

도 8b는 도 8a로부터의 모터 및 기어 조립체 중 하나의 사시도이다.

도 9는 롤 구동부의 사시도이다.

도 10은 롤 구동부의 롤 구동 튜브 및 기어 조립체의 사시도이다.

도 11a는 시스템과 함께 이용될 수 있는 기구의 측면도이다.

도 11b는 도 11a 기구의 핸들 및 근위 샤프트의 사시도이다.

도 12a는 도 11a의 기구의 구동 세그먼트의 사시도이다.

도 12b는 롤 구동 튜브 내에 배치된 도 12a의 구동 세그먼트를 도시한다.

도 13a 및 13b는 대안적인 롤 구동 튜브 및 구동 세그먼트 각각의 단부도이다.

도 13c는 도 13a 및 13b의 롤 구동 튜브 및 구동 세그먼트의 회전 결합을 도시한다.

도 14는 제2 대안적 롤 구동 튜브와 구동 세그먼트의 회전 결합을 도시한다.

도 15는 도 1a의 롤 구동부와 하우징 사이에 배치될 수 있는 튜브형 연결부의 분해도이다.

도 16은 브라킷으로부터 분리된 기구 박스를 보여주는, 명령 인터페이스의 사시도이다. 기구의 핸들이 도시되어 있으나, 그 기구의 원위 샤프트는 도시되어 있지 않다.

도 17a는 하우징이 제거되고 기구 핸들이 동작(operative) 위치로부터 후퇴된 상태에서 도시한 기구 박스의 근위 사시도이다. 기구의 원위 샤프트는 도시되지 않았다.

도 17b는 하우징을 제거한 상태로 도시한 기구 박스의 원위 사시도이다.

도 18a는 시스템의 변경예의 구성요소를 개략적으로 도시한 블록도이다.

도 18b는 시스템의 핑거의 운동을 제어하기 위한 예시적인 알고리즘을 개략적으로 도시한다.

도 19는 제2 실시예의 사시도이다.

도 20은 제3 실시예의 사시도이다.

도 21은 제4 실시예의 사시도이다.

도 22는 제5 실시예의 사시도이다.

도 23은 제6 실시예의 사시도이다.

도 24는 제7 실시예의 사시도이다.

도 25는 제6 및 제7 실시예의 일부일 수 있는 사용자 인터페이스의 사시도이다.

도 26은 제8 실시예의 사시도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 본원은 종래 기술 시스템보다 우수한 특정 장점을 가지는 새로운 모터-지원형 다중-기구 수술 시스템을 개시한다.

[0012] 도 1을 참조하면, 수술 접근 시스템(2)의 제1 실시예가 하우징(210) 및 하우징(210)으로부터 원위로 연장하는 삽입 캐놀라(212)를 포함하는 핑거 구동 조립체(200)(즉, 기구 구동부)를 포함한다. 조향가능한 기구 전달 튜브 또는 튜브형 핑거(214)가 삽입 캐놀라(212)로부터 원위로 연장한다. 튜브형 핑거(214)가 가요성 수술 기구(100)를 수동적으로 수용하기 루멘(lumen)을 가진다. 이하에서 설명되는 바와 같이, 핑거 구동 조립체(200) 내의 모터-피동(driven) 핑거 구동부가 핑거의 원위 단부에 고정된 케이블을 이용하여 핑거(214)를 조향한다. 튜브형 핑거(214)가, 상응하는 모터-피동 핑거 구동부(216) - 기구 샤프트를 축방향으로 회전시키기 위해서 기구 샤프트의 원위 부분 상으로 작용한다 - 에 각각 연관된다.

[0013] 제1 실시예에서, 핑거 구동부 및 롤 구동부를 작동시키기 위해서 이용되는 모터뿐만 아니라, 연관된 제어기 및 전자장치가 베이스 유닛(218) 내에 수용되고, 핑거 구동 조립체(200) 및 롤 구동부(216)가, 모터로부터 핑거 구동부 및 롤 구동부로 운동을 전달하는 방식으로, 베이스에 제거가능하게 장착된다. 스프링 래치(255)(도 1a)는, 적절한 배향으로 베이스 내에 배치될 때, 베이스(218)를 이용하여 핑거 구동 조립체(200) 및 롤 구동부(216)와 결합하도록 배치된다. 베이스 유닛(218)의 상부 표면 상의 정렬 특징부(215)(도 1c)가 핑거 구동 조립체(200) 및 롤 구동부(216)의 하부 표면의 상응하는 특징부와 짝을 이루거나 접촉한다. 정렬 특징부는 조립된 구성요소가 정렬되도록 돕고, 베이스(218)에 장착된 구성요소가 사용 중에 베이스의 표면에 대해서 슬라이딩되는 것을 방지하도록 돕는다.

[0014] 베이스 유닛(218)은 멸균 드레이프(sterile drape) 또는 백(미도시)을 이용하여 멸균 필드로부터 격리된 재사용가능 구성요소일 수 있는 반면, 핑거 구동 조립체(200) 및 롤 구동부(216)는 폐기할 때까지 많은 횟수 동안 재사용이 가능한 구성요소 또는 단일-사용 구성요소로서 제조될 수 있을 것이다. 재사용가능 구성요소가 가압 멸균 autoclave) 또는 다른 형태의 멸균을 위해서 설계될 수 있을 것이다.

[0015] 명령 인터페이스(250)가 튜브형 핑거(214)의 각각에 대해서 제공된다. 명령 인터페이스(250)는, 기구 핸들을 지지하는 기구 박스(252)(즉, 기구 수용부)를 포함한다. 명령 인터페이스(250)는, 사용자의 기구 핸들 조작(예를 들어, 팬(pan), 기울어짐 및 롤) 및/또는 다른 사용자 입력에 응답하여 신호를 생성하는 사용자 입력 장치이

다. 명령 인터페이스(250)에서 생성된 신호에 응답하여, 시스템의 모터가 제어되어, 핑거 구동부 및 롤 구동부가 사용자 입력에 따라서 핑거 및 기구를 구동하도록 유도한다.

[0016] 도 1b를 참조하면, 시스템(2)이 환자-측부 카트(205)로부터 연장하는 지지 아암(204), 동작 테이블(206), 천장 장착부, 또는 아암(204)이 동작 테이블에 인접하여 핑거 및 롤 구동부, 연관된 모터, 및 명령 유닛을 지지할 수 있는 곳에서 아암(204)을 배치하는 다른 고정물(fixture)에 의해서 지지되고, 그에 따라 의사가 손을 기구(100) 상에 위치시킨 상태에서 환자-측부에 서 있을 수 있게 허용한다. 아암이, 다수의 자유도로 시스템(2)을 재배치하는 것을 허용하는 것일 수 있을 것이다. 로봇식으로-제어되는 아암이 시스템(2)과 함께 이용될 수 있는 한편, 기구의 제어 및 조작이 아암(204)의 조작이 아니라 시스템(2)을 이용하여 달성되기 때문에, 그러한 아암이 통상적인 로봇 수술에서 이용되는 것 보다 훨씬 더 단순하게 그리고 더 작은 크기로 설계될 수 있을 것이다. 도시된 아암(204)이 다수의 조인트 주위로 수작업으로 배치될 수 있고 선택된 위치에서 록킹될 수 있다. 다수의 자유도 운동은, 삽입 캐놀라(212) 및 명령 인터페이스(250)를 환자 및 의사에 대한 희망 위치에 배치하기 위해서 사용자가 시스템(2)을 배치할 수 있게 허용한다. 카트(205)를 이용하여, 가시화, 주입, 스테이플링, 전기적 수술, 등을 지원하는 구성요소와 같이, 시스템(2)과 함께 이용하도록 의도된 다른 장비를 반송할 수 있다. 아암(204)은 시스템(2)의 중량을 반대로 균형잡는(counterbalance) 내부 스프링을 가지고, 그에 따라 아암이 록킹되지 않은 동안에 아암이 공간 내에서 안정적으로 유지될 수 있게 하고, 시스템을 이동시키기 위해서 필요한 힘을 감소시킨다. 많은 조인트 조합이 가능하지만, 묘사된 실시예에 도시된 4개의 바아 링크지는 시스템(2)으로 하여금 중력 중심 주위로 피봇운동할 수 있게 하고, 이는 시스템을 재배치하기 위해서 필요한 힘을 감소시킨다.

[0017] 도 18에서 개략적으로 도시된 시스템에 대해서 설명되는, 시스템의 전원, 컴퓨터 및 사용자 제어(예를 들어, 터치 스크린 컴퓨터(201))가 카트(205) 상에 장착될 수 있을 것이고, 그들의 연관된 케이블링이 아암(204)을 통해서 베이스 유닛(218)으로 루팅된다(routed).

[0018] 시스템(2)이 이용되는 방식에 관한 간단한 개요가 이하에서 주어진 시스템에 관한 보다 구체적인 설명의 이해를 도울 것이다. 사용 중에, 핑거(214) 및 삽입 튜브(212)의 부분이 절개부를 통해서 신체 공동 내로 배치된다. 수술 기구(100)의 원위 단부가 명령 인터페이스(250)의 기구 박스(252) 및 상응하는 롤 구동부(216)를 통해서 그리고 핑거 구동 조립체(200)를 경유하여 상응하는 튜브형 핑거(214) 내로 수작업으로, 제거가능하게, 삽입된다. 환자의 신체 공동 내에서, 기구의 원위 선단부가 튜브형 핑거(214)의 원위 단부에 대해서 원위로 위치되는 상태로 기구가 배치되고, 그에 따라 기구의 핸들(104)이 명령 인터페이스(250)에 대해서 근위적이 된다.

[0019] 사용자는 직관적인 방식으로 핸들(104)을 조작하고, 이에 응답하여, 시스템이 기구의 원위 단부의 상응하는 이동을 유발한다. 사용자가 기구 핸들을 측방향으로 그리고 상하로 이동시킬 때 생성되는 신호에 응답하여 핑거 구동과 연관된 모터가 에너지를 공급 받고(energized), 결과적으로 사용자의 기구 핸들의 조작에 따른, 핑거의 모터 동력형(motorized) 조향 및 그에 따른 기구의 선단부의 조향을 초래한다. 기구 핸들의 상하 및 측방향 운동의 조합이 신체 공동 내에서 기구 선단부를 360도까지 조향할 것이다. 기구의 길이방향 축 주위의 기구 핸들의 수작업 롤링(및/또는 기구 핸들에 대해서 근위적인 회전 노브 또는 칼라의 수작업 스피닝)은, 롤 구동부(216)를 이용한 기구의 샤프트(102)(도 11에 도시됨)의 원위 부분의 모터 동력형 롤링을 초래한다.

[0020] 핑거 구동 조립체

[0021] 도 1a, 1c 및 1d를 참조하면, 핑거 구동 조립체(200)의 삽입 튜브(212)가 신체 공동 내의 절개부를 통해서 위치될 수 있는 세장형 튜브이다. 다수의 기구가 삽입 튜브를 통해서 신체 공동 내로 도입될 수 있도록 시스템이 배열된다. 도시된 실시예는 3개 또는 4개의 기구 - 튜브형 핑거(214)를 이용하여 능동적으로 조향되는 2개의 기구, 및 핑거 구동 조립체(200) 내의 수동적인 포트를 통해서 신체 내로 진입하는 1개 또는 2개의 기구 - 의 동시적인 이용을 허용한다. 본원 발명의 범위를 벗어나지 않고도, 상이한 수의 능동적인 채널(조향가능한 핑거(214)) 및 수동적인 포트가 시스템 내에서 이용될 수 있을 것이다. 예를 들어, 대안적인 시스템이 단일 조향가능 핑거(214)를 포함하고 수동적인 포트를 포함하지 않을 수 있을 것이고, 또는 도시된 시스템이 하나 이상의 조향가능 핑거(214)를 부가하도록 또는 수동적인 포트를 부가하거나 제거하도록 수정될 수 있을 것이다.

[0022] 전개 메커니즘

[0023] 핑거 구동 조립체(200)가, 삽입 캐놀라(212)의 길이방향 축으로부터의 측방향 분리를 증가 또는 감소시키기 위해서 각각의 핑거(214)의 원위 부분을 동시적으로 또는 독립적으로 재배치하도록 동작할 수 있는 전개 메커니즘을 가진다. 전개 메커니즘은, 유선형(streamlined) 삽입을 위해서 핑거가 일반적으로 서로에 대해서 평행한 삽



입 위치와, 도 1a에 도시된 바와 같이 핑거가 삽입 튜브의 길이방향 축으로부터 측방향으로 멀리 피봇되는 하나 이상의 전개된 위치 사이에서 핑거(214)를 이동시킨다. 미국 공개 US 2007-0299387 및 US 2011-0230723는 시스템(2)을 위해서 이용될 수 있는 전개 메커니즘을 도시한다.

[0024] 제1 실시예는 이러한 목적을 위해서 피봇가능한 링크(12)를 이용하여 도 2a에 도시된 전개 메커니즘을 이용하고, 각각의 링크(12)는 핑거(214)(도면에서 일부 만이 도시되어 있다)와 하나 이상의 세장형 부재(14) 사이에서 피봇식으로 커플링되고, 세장형 부재(14)는 삽입 튜브(212)에 대해서(그리고, 도시된 실시예에서, 부분적으로 삽입 튜브의 내부에서) 슬라이딩될 수 있다. 추가적인 링크(16)가 삽입 튜브(212)의 원위 단부와 핑거(214) 사이에서 연장하여, 핑거를 위한 추가적인 지지를 제공할 수 있을 것이다. 도면에서, 이러한 추가적인 링크(16)가 직사각형 횡단면을 가지고, 그 직사각형 횡단면의 엣지는, 핑거가 로딩될 때 - 예를 들어, 핑거 내의 기구가 조적을 파지하고 상승시키기 위해서 사용될 때 - 벤딩에 대해서 저항하도록 배향된다. 링크(16)의 근위 단부가 도시된 바와 같이 삽입 튜브에 커플링된 힌지를 형성한다.

[0025] 도 2b 및 2c에 도시된 바와 같이, 원위 위치와 근위 위치 사이에서 부재(14)를 슬라이딩시키기 위해서 원위 위치와 근위 위치 사이에서 핑거 구동 조립체의 하우징(210)에 대해서 이동가능한 블록(18)에 부재(14)의 근위 단부가 연결된다. 부재(14)를 이러한 방식으로 슬라이딩시키는 것은, 링크 아암이(12) 피봇되도록 유도하고 그에 의해서 핑거를 측방향으로 이동시키도록 유도한다.

[0026] 랫셋(ratchet) 특징부(224)(도 2b)를 이용하여 하우징(210)에 대한 블록(18)의 길이방향 위치를 유지하고 그에 의해서 핑거(214)를 선택된 전개 위치에서 유지한다. 핑거를 전개하기 위해서, 그리고 핑거의 측방향 간격을 달리 변경하기 위해서, 사용자는 랫셋을 분리시키고 블록(18)을 근위적으로 또는 원위적으로 슬라이딩시켜 핑거를 제1 위치로부터 제2 위치로 이동시킨다. 랫셋을 재-결합시키는 것은, 랫셋이 제2 위치에서 핑거와 결합하도록 유도한다. 스프링(미도시)이 랫셋을 결합 위치로 편향시킨다. 전개 및 랫셋팅과 관련한 다른 특징부가 미국 공개 US 2011-0230723에 개시되어 있다.

[0027] 삽입 튜브(212)의 길이방향 축에 대한 핑거의 위치의 표시로서 전개 메커니즘의 위치의 변화를 감지할 수 있게 하는 특징부를 시스템(2)이 포함할 수 있을 것이다.

[0028] 도 2b에 도시된 바와 같이, 폴리(20)가 하우징(210) 상에 회전가능하게 장착된다. 각각의 폴리(20)가 링크 아암(22)에 의해서 블록(18)으로 커플링되고, 그에 따라 핑거(214)를 전개하기 위한 블록(18)의 길이방향 운동이 폴리(20)의 회전을 유도한다. 폴리(20) 중 적어도 하나가 그 샤프트 상에서 자석(24)을 포함하고, 도 2c에 도시된 바와 같이, 자석(24)이 각각의 폴리(20)의 샤프트 상에 배치되는 것으로 도시되어 있다. 자석(24)이 대각선 방향으로 배치된 북극(north pole) 및 남극을 포함하고 바람직하게 베이스(218)를 향해서 하향 대면한다.

[0029] 베이스(218)(도 2)의 원위 부분 상의 인코더 칩(26)(도 1c)은, 핑거 구동 조립체(200)가 베이스(218)에 장착될 때, 자석(24)과 정렬되도록 배치된다. 전개 메커니즘이 이용될 때, 각각의 인코더 칩(26)이 근처의 자석(24)의 회전 위치를 감지하고, 이는 폴리(20)의 회전 위치를 나타내고 그에 따라 블록(18)의 길이방향 위치를 나타낸다. 이러한 정보는, 시스템이 핑거(214)의 전개 상태(즉, 측방향 또는 x-축 위치)를 알 수 있게 한다. 인코더 칩(26)에 의해서 생성된 신호가 시스템에 의해서 이용되어, 사용자의 입력 지시와 상응하는 출력 명령 사이의 적절한 변환을 조정할 수 있을 것이다.

[0030] 대안적인 실시예에서, 각각의 핑거가 독립적으로 이동가능한 슬라이딩 부재(14)를 이용하여 독립적으로 전개될 수 있을 것이고, 그에 따라 각각의 핑거가 다른 핑거와 독립적으로 측방향으로 재배치될 수 있게 허용할 수 있을 것이다.

[0031] 비록 제1 실시예가 수작업 전개 메커니즘을 이용하지만, 수정된 시스템에서, 하나 이상의 모터를 이용하여 전개 메커니즘을 구동할 수 있을 것이다. 일부 그러한 시스템에서, 모터-피동 전개가 핑거의 조향과 독립적으로 실시될 수 있을 것이다. 다른 시스템에서, 시스템이, 명령 유닛(250)에서의 사용자의 기구 핸들의 배치를 기초로 핑거를 표적 위치 및 배향으로 이동시키기 위한 수단으로서, 전개 메커니즘 및 핑거 구동부 모두를 동적으로 제어할 수 있을 것이다. 주어진 시간에 주어진 지점에서의 전개 메커니즘 및 핑거 구동부의 제어가, 이하에서 설명되는 다른 감지된 정보와 함께 인코더 칩(26)으로부터의 신호를 이용하여 계산된 현재 위치 및 배향을 기초로 할 수 있다.

[0032] 기구 경로

[0033] 도 1d를 참조하면, 핑거 조립체의 하우징(210)이 대체로 u- 또는 v-형상의 구성을 가지고, u- 또는 v-형상의 각각의 "레그(leg)"가 조향가능 핑거들(214) 중의 상이한 조향가능 핑거와 연관된 핑거 구동부를 수용한다. 필수

적인 것은 아니지만, 이하에서 설명되는 바와 같이, 이러한 형상은 부가적인 기구를 위한 "레그들" 사이의 작업 공간을 남긴다.

[0034] 기구(100)를 위한 포트(222)가 u- 또는 v-형상의 하우징의 각각이 레그의 근위 단부에 배치된다. 이러한 포트(222)가 하우징(210) 내에 배치된 밀봉부를 가질 수 있을 것이고, 그에 따라, 포트 내에 기구가 존재하지 않을 때 포트(222)를 통해서 주입 압력이 손실되는 것을 방지하고 및 포트 내에 배치된 기구의 샤프트 주위를 밀봉한다. 부가적으로, 탈착가능한 밀봉부가 포트(222)에 근접하여 배치될 수 있을 것이다. 밀봉부의 이러한 구성의 하나의 예가 도 15에 도시되어 있다.

[0035] 각각의 포트(222)가 하우징(210) 및 삽입 튜브(212)을 통한 조향가능 핑거(214) 중 상응하는 하나 내로의 기구 경로에 대한 입구를 형성한다. 기구 경로는 포트(222)로부터, 하우징(210) 및 삽입 튜브(212)를 통해서, 그리고 핑거(214)를 형성하기 위해서 삽입 튜브(212)의 원위 단부 외부로 연장하는 튜브 또는 일련의 튜브를 포함한다. 기구 경로(221)는 포트(222)로부터 원위로 연장하는 근위 튜브(221a), 및 근위 단부가 근위 튜브(221a) 위에 배치되고 원위 단부가 하우징(210) 및 삽입 튜브(212)를 통해서 연장하는 원위 튜브(221b)를 가진다. 근위 튜브(221a) 및 원위 튜브(221b) 내의 중앙 루멘이 연속되어 기구 경로(221)를 형성한다. 핑거(214)를 조향하기 위해서 이용되는 작동 요소 또는 케이블(223)이 도시된 바와 같이 원위 튜브(221b) 내에서 루멘을 통해서 연장한다.

[0036] 수동적인 포트(220)(2개가 도시됨)가 하우징(210) 및 삽입 튜브(212)를 통한 부가적인 기구의 통과를 허용하도록 배치된다. 도면에서, 이러한 부가적인 포트(220)가 u- 또는 v-형상의 하우징(210)의 Y자형 부재(crotch) 내에 배치되어 도시되어 있다. 이러한 포트는 스크프와 같은 기구, 강성 기구 및 다른 기구가 삽입 튜브를 통과할 수 있게 하고 조향가능 핑거(214)를 통해서 전개된 기구와 동시에 사용될 수 있게 한다. 이러한 포트(220) 내의 밀봉부(미도시)는, 기구가 포트 내에 존재하지 않을 때, 포트를 통한 주입 압력의 손실을 방지하고, 또한 포트(220) 내에 배치된 기구의 샤프트 주위를 밀봉한다.

[0037] 핑거

[0038] 도 1을 다시 참조하면, 각각의 핑거(214)가 검출가능한 원위 부분(216)을 포함하고, 상기 원위 부분(216)은 도시된 바와 같은 복수의 척추뼈(vertebrae) 또는 링크, 슬롯형 또는 레이저-컷팅된 금속 튜빙, 또는 킥(kinking) 또는 버클링 없이 조향될 수 있는 다른 재료의 형태일 수 있을 것이다. 조향가능 핑거(214)로서 이용하기에 적합할 수 있는 조향가능 채널의 예가 US 2011/0251599 및 여기에서 인용된 다른 적용예에서 도시되고 설명되어 있다. 가요성 슬리브/라이너(미도시)가 편향가능한 원위 부분(216)을 커버하여, 척추뼈 또는 슬롯들 사이의 겹 내에 조직이 걸리는 것을 방지한다.

[0039] 각각의 핑거(214)의 원위 단부가 그 원위 단부에 배치된 망원경식 보강 특징부를 구비할 수 있고, 그에 따라 기구 선단부가 핑거의 원위 단부를 빠져나갈 때, 보강부가 길이방향으로 원위적으로 연장하여 - 핑거(214)의 단부를 지나서 연장하는 기구 선단부의 부분을 둘러싼다. 이러한 특징부는 핑거(214)의 원위 단부를 지나서 연장하는 기구 샤프트의 임의 부분을 지지하는데 도움을 주고, 그에 따라 신체 공동 내에서의 기구 샤프트의 바람직하지 못한 휘어짐을 방지한다.

[0040] 핑거(214)가 작동 요소(223)(예를 들어, 와이어, 케이블, 막대, 등)의 선택적인 당김 및/또는 푸싱(pushing)을 통해서 조향된다. 이러한 설명에서, "케이블"이라는 용어는 임의의 그러한 유형의 작동 요소를 나타내기 위해서 사용될 것이다. 케이블(223)은 조향가능 핑거(214)의 원위 단부 부분에 고정되고 조향가능 핑거(214)를 통해서 하우징(210) 내로 근위적으로 연장한다. 조향가능 핑거 내에서 사용되는 케이블의 수가 달라질 수 있을 것이다. 예를 들어, 각각의 조향가능 핑거가 2 또는 4개의 케이블을 포함할 수 있을 것이고, 케이블들의 원위 부분이 핑거의 원위 단부에서 각각 180 또는 90도 이격되어 배열된다. 다른 실시예에서, 각각의 핑거에 대해서 3개의 케이블이 이용될 수 있을 것이다.

[0041] 설명된 실시예에서, 4개의 케이블이 이용된다. "4개의" 작동 케이블은, 4개의 케이블 근위 단부가 하우징(210) 내에 배치되도록 핑거의 원위 단부에 고정된 U-턴을 각각 가지는 2개의 케이블/와이어 또는 4개의 분리된 케이블/와이어 등이 존재할 수 있다는 것을 의미한다. 작동을 위해서 사용되지 않는 부가적인 케이블이 핑거를 통해서 배치될 수 있고, 이하에서 설명하는 것과 유사한 방법을 이용하여, 상응하는 핑거의 선단부의 위치에 대한 피드백을 제공하기 위해서 이용될 수 있을 것이다.

[0042] 핑거 구동부

[0043] 본 섹션은 도 1a에 도시된 핑거(214) 중 하나에 대한 핑거 구동부를 설명한다. 우측에 도시된 조향가능 핑거가

유사한 특징을 가지는 핑거 구동부를 이용하여 조작된다는 것을 이해하여야 한다.

- [0044] 각각의 케이블(223)의 근위 단부가 튜브(221b)의 근위 단부의 외부로 연장하고 폴리(232a 또는 232b)에 결합된다. 각각의 폴리(232a, 232b)가 도시된 바와 같은 평 기어(spur gear)(231a, 231b)를 포함한다. 도면이 서로에 대해서 비-평행이 되는 폴리(232a, 232b)의 회전 축들을 도시하고 있지만, 다른 실시예에서 폴리가 평행한 회전 축들을 가지도록 배향될 수 있을 것이다.
- [0045] 폴리(232a)의 제1 쌍이 상응하는 조향가능 핑거의 원위 단부에서 180도 만큼 분리된 지점들에서 고정되는 2개의 케이블(223)에 결합된다. 비록 다른 실시예에서 각각의 케이블이 전용 조향 모터를 가지지만 - 베이스 유닛 내의 각각의 조향 모터가 하나의 그러한 케이블의 쌍을 구동시키도록 핑거 구동부 내의 구성요소가 배열된다. 각각의 조향 모터가 2개의 케이블을 구동시킬 수 있도록 하기 위해서, 각각의 핑거 구동부(203)가 제1 쌍의 폴리(232a) 쌍의 사이에 배치되고 그 폴리 쌍의 기어(231a)의 치형부와 결합되는 제1 기어(230a)와 함께 배열되고, 그에 따라 제1 방향을 따른 기어(230a)의 회전(이하에서 설명되는 바와 같이 조향 모터의 작동에 의한다)은 그러한 쌍 내의 하나의 케이블을 인장시키고 쌍 내의 다른 케이블의 장력을 감소시키고, 그에 따라 제1 방향을 따라 상응하는 조향가능 핑거의 원위 단부를 편향시킨다. 유사하게, 반대 방향을 따른 기어(230a)의 회전(상응하는 조향 모터의 반대 동작에 의한 것이다)은 반대 케이블을 인장시킴으로써 반대 방향을 따라 조향가능 핑거(214)(미도시)의 원위 단부를 편향시킨다. 제2 쌍의 폴리(232b)가 제2 폴리(232b)의 기어 사이에 배치되고 그 기어 상의 치형부와 결합하는 제2 기어(230b)에 의해서 유사하게 구동된다. 제2 기어(230b)와 연관된 케이블이 또한 바람직하게 조향 가능 핑거의 원위 단부에서 180도 이격되게(그리고 제1 기어(230a)와 연관된 케이블로부터 90도 오프셋되게) 배열되어, 조향가능 핑거(214)의 360도의 편향을 허용한다.
- [0046] 폴리(232a, 232b) 및 기어(230a, 230b)가 밀봉된 폴리 박스(219) 내에 수용된다. 튜브(221b)의 근위 단부 및 튜브(221a)(도 4)의 전체 길이가 밀봉된 박스(219) 내에 수용된다. 각각의 폴리 박스가 핑거 구동 조립체(200)의 하우징(210) 내에 장착되고 포트(222)가 하우징(210)의 근위 단부에서 노출되도록 그리고 튜브(221b)가 삽입 튜브(212) 내로 연장하도록 배향된다. 밀봉부가 포트(222) 및 튜브(221b)를 둘러싸서, 세정 중에 기어 및 폴리를 둘러싸는 공간 내로 수분 및 오염물질이 전달되는 것을 방지하도록 폴리 박스를 밀봉한다.
- [0047] 도 5a-5c는 폴리(232a)의 일 실시예를 도시한다. 각각의 그러한 폴리가 샤프트(227)에 회전식으로 고정되는 스풀(225)을 포함한다. 기어(231a)가 샤프트(227) 상에 배치되고 샤프트(227)에 대해서 스핀할 수 있다. 폴리(232a)가 샤프트 주위에 배치된 코일 스프링(229)에 의해서 스프링력을 받고(sprung), 스프링(229)의 일 단부가 기어(231a)에 부착되고 타 단부가 스풀(225)에 부착된다. 스풀이 180도 분리되어 이격된 포스트(235)의 쌍을 포함한다. 기어가 180도로 분리되어 이격되고 환형 공간(241)에 의해서 분리된 정지부(237)의 쌍을 가진다. 스풀(225)의 포스트(235)가 환형 공간(241) 내로 연장한다.
- [0048] 케이블(223)이 스풀(225) 상으로 권선된다. 핑거가 도 6a에 개략적으로 도시된 바와 같이 직선형 배향일 때, 각각의 포스트(235)가 정지부(237) 중 하나에 대향하여 배치되도록 케이블의 각각의 쌍이 인장된다. 핑거를 도 6b에 도시된 바와 같이 좌측으로 벤딩시키기 위해서 폴리를 구동시키기 위해서 모터가 이용될 때, 좌측의 폴리(232a)의 기어(231a)가 시계 방향으로 스핀하고, 그러한 기어가 스핀함에 따라, 정지부(237)가 상응하는 스풀의 포스트(235)와 접촉을 유지하고 - 그에 따라 기어 및 스풀이 고체 본체(solid body)로서 이동한다. 스풀의 회전이 케이블(223L)을 인장시켜서, 핑거가 개략적으로 도시된 바와 같이 좌측으로 벤딩되도록 유도한다. 동시에, 우측의 폴리(232a)의 기어가 반시계 방향으로 스핀하고 케이블(223R)이 케이블 동력전달 및 본체의 순응적인(compliant) 부재로 인해서 느슨해진다(slacken). 기어가 스핀함에 따라, 기어의 정지부(237)가 상응하는 기어의 포스트(235)로부터 멀리 회전한다. 기어(231a) 및 스풀(225)이 스프링(229)(도 5c)에 의해서 연결되기 때문에, 스프링력이 스풀 상으로 최종적으로 작용하여, 그 스풀을 반시계 방향으로 회전시키고, 그에 따라 케이블(223R) 내의 과도한 느슨함을 회수한다.
- [0049] 폴리와 연관된 센서로부터의 출력을 이용하여, 핑거의 선단부의 위치, 연장에 의해서 케이블 또는 핑거 선단부에 가해지는 힘을 계산하기 위해서 이용되고, 모터의 인코더에 의해서 감지되는 것에 대한 핑거 선단부의 위치의 여분의 감지를 제공한다. 센서의 이용에 관한 이하의 설명은 핑거가 도 6b에서와 같이 좌측으로 당겨지는 상황에 초점을 맞출 것이나, 동일한 원리가 핑거가 조향되는 각각의 방향에 대해서도 적용된다는 것을 이해하여야 할 것이다.
- [0050] 일반적으로, 상응하는 핑거의 선단부의 위치에 상응하는 위치적 피드백을 제공하기 위해서, 시스템은 각각이 케이블 쌍(케이블 쌍이 기어(230a, 230b) 중 공통되는 하나의 기어에 의해서 인장되는 케이블의 쌍이다) 내의 수동적인 케이블을 이용한다. 도 4b 및 5a를 참조하면, 각각의 폴리(232a, 232b)가 디스크 자석(243)을 가지고,

그러한 자석은 대각선 방향으로 배치된 북극 및 남극을 가지는 원위-대면 표면을 가진다. 베이스 유닛(218)(도 8a, 이하에서 설명됨) 내의 인코더 칩(245)이 각각의 그러한 자석의 회전 위치를 검출하도록 배치된다. 도 6a에서 좌측으로 벤딩된 것과 같은 벤딩된 위치로 핑거가 조향될 때, 벤드를 생성하도록 인장되는 케이블(223L)이 로드(load) 하에서 탄성적인 연신을 하게 되고, 또한 케이블이 통과하여 연장하는 튜브형 통로(221)의 샤프트를 변형시킨다. 그에 따라, 벤드를 유발하기 위해서 케이블(223L)이 후퇴되었던 거리가, 벤딩에 응답하여 케이블(223R)이 전진된 양에 직접적으로 상응하지 않게 된다. 수동적인 케이블(223R)은 능동적인 케이블에 의해서 경험된 큰 로드 하에 있지 않기 때문에, (인코더 칩에 의해서 감지된 자석(243)의 회전 정도에 의해서 표시된 바와 같은) 수동적인 케이블(223R)이 전진된 거리는, 핑거가 벤딩된 그리고 3 차원적인 공간 내에서 핑거의 위치의 보다 정확한 측정을 유도하기 위해서 시스템이 이용할 수 있는 양을 반영한다. 이러한 시스템은, 케이블, 폴리 및 위치 감지만을 위해서 지정된 센서 배열체의 필요성을 배제한다는 점에서 유리하다.

[0051] 또한, 능동적인 케이블(223L)이 회수된 양과 전진된 수동적인 케이블(223R) 사이의 차이는 기구 선단부에서 능동적인 케이블(223L)에 의해서 인가된 힘의 양을 나타낸다. 선단부에서의 힘에 대한 피드백이 또한 조향 모터 상의 전류를 측정하는 것으로부터 얻어지는 한편, 선단부에서의 힘은 힘의 보다 직접적인 측정을 제공한다.

[0052] 모터 인코더로부터의 피드백이 케이블(223L)과 연관된 자석으로부터 얻어진 위치 정보와 비교될 수 있고, 시스템 내에 오류가 있는지의 여부를 검출하기 위해서 이용될 수 있다. 예를 들어, 모터에서 측정된 위치가 자석(243)의 위치로부터 유도된 위치와 상당한 차이가 있는 경우에, 시스템은, 능동적인 케이블(223L)의 파단 또는 시스템(2)의 고장 가능성을 사용자에게 경고할 수 있을 것이다.

[0053] 만약 능동적인 케이블과 연관된 폴리가 그 정상 운동 범위를 벗어나 그 극한 완화 위치까지(예를 들어, 기어에 의해서 구동되도록 하기 위해서 대항하여(against) 배치되어야 하는 정지부에 대항하는(opposite) 정지부(237)에 대항하는 위치까지) 회전되는 것으로 결정된다면, 이는 잠재적으로 시스템 내의 오류일 수 있는 시스템 내의 오류를 나타낼 것이다. 폴리 쌍 내의 양 폴리가 완화 상태에 있다는 것, 또는 양 폴리 모두가 케이블 중 하나가 인장될 때 정지부에 대항하는 위치까지 회전되었다는 것을 나타내는 피드백은 케이블 파괴를 나타낸다. 오류 조건이 시스템에서 검출되었을 때, 시스템이 모터로부터 분리될 수 있고 컴퓨터 인터페이스(201)를 통해서 사용자에게 오류 메시지를 전달할 수 있을 것이다.

[0054] 운동 전달 - 베이스 유닛 대 핑거 구동부

[0055] 핑거 구동부(203)가 베이스(218) 상의 요소와 핑거 구동 조립체 상의 요소 사이의 회전적 커플링을 통해서 베이스 유닛(218) 내의 조향 모터(236a, 236b)로부터 운동을 수용한다. 핑거 구동 조립체(200) 상에서, 피동 샤프트(226a, 226b)(도 7a)와 같은 부재가 하우징(210)의 하단부 상에서 노출된다. 피동 샤프트(226a, 226b)의 각각이 하우징(210) 내의 기어(230a, 230b)(도 4a 및 4b) 중 하나에 회전식으로 고정되고 그와 축방향으로 정렬되며, 그에 따라 각각의 피동 샤프트(226a, 226b)의 회전은 상응하는 기어(230a, 230b)를 회전시키고, 그에 따라, 전술한 바와 같이, 조향가능 핑거(214)를 조향한다. 피동 샤프트(226a, 226b)가 하우징(210)의 하부 표면으로부터 연장하거나 리세스화될(recessed) 수 있을 것이다.

[0056] 도 7b에 도시된 바와 같이, 구동 샤프트(228a, 228b)와 같은 제2 부재가 베이스(218)의 상부 표면에서 노출되고, 베이스(218)의 상부 표면으로부터 연장하거나 리세스화될 수 있을 것이다. 각각의 구동 샤프트(228a, 228b)가 하우징(210)(도 7a)의 하단부 상의 피동 샤프트(226a, 226b) 중의 상응하는 하나와 해체가능하게 결합될 수 있다. 피동 샤프트(226a, 226b)(도 7a) 및 구동 샤프트(228a, 228b)(도 7b)가 짝을 이루는 결합을 위해서 또는 각각의 구동 샤프트로부터 그 상응하는 피동 샤프트로 토크를 전달하는 것을 허용하는 임의의 대안적인 형태의 결합을 위해서 설계된다. 도면에 도시된 배열에서, 피동 샤프트(226a, 226b)가, 암형 대응부품으로서 구동 샤프트(228a, 228b)와 짝을 이루는 수형 구성요소가 된다. 도시된 수형 구성요소는 구형 육각형(hex) 키의 육각형 볼 헤드를 포함하고, 암형 구성요소는 육각형 헤드를 수용하기 위한 육각형 소켓을 포함한다. 이러한 실시예에서, 각각의 제1 부재(226a, 226b)의 회전 축이 상응하는 구동 샤프트(228a, 228b)의 회전 축과 각도를 이루어 교차한다. 그러나, 다른 실시예에서, 각각의 제1 부재가 상응하는 구동 샤프트와 공통 회전 축을 공유할 수 있을 것이다.

[0057] 피동 샤프트 및 구동 샤프트가 육각형의 짝을 이루는 피스로서 도시되어 있지만, 구동 샤프트(228a, 228b)로부터 피동 샤프트(226a, 226b)로의 동력 전달을 유사하게 허용하는 임의의 대안적인 결합 특징부가 그 대신에 이용될 수 있다.

[0058] 구동 샤프트(228a, 228b)와 피동 샤프트(236a, 236b) 사이의 결합을 돕기 위해서, 구동 샤프트(228a, 228b)가,



피동 샤프트(226a, 226b)에 의해서 최초로 접촉될 때, 베이스 유닛(218) 내로 하향 변위될 수 있다. 스프링이 구동 샤프트(228a, 228b)를 그 가장 외측의 위치로 편향시키고, 그에 따라 구동 샤프트(228a, 228b)와 피동 샤프트(226a, 226b)의 짝을 이루는 특징부가 결합할 때, 위쪽으로 스프링 작용할 것이다. 센서가 베이스 유닛(218) 내에 배치되어, 각각의 샤프트가 그 완전히 연장된 위치로 복귀되는 때를 감지할 수 있을 것이고, 그에 따라 임의의 구동 샤프트(228a)가 상응하는 피동 샤프트(226a)와 적절하게 결합되지 않았는지의 여부를 시스템이 알 수 있게 한다. 이러한 감지된 정보를 이용하여, 모든 샤프트가 적절하게 결합될 때까지, 시스템의 이용을 록킹(lock out)하기 위해서 이용될 수 있을 것이다. 또한, 상응하는 샤프트(226a)의 육각형 소켓과 결합하게 될 배향으로 샤프트(228a)의 육각형 헤드가 이동하도록 허용하기 위해서, 상향으로 스프링 작용되지 않은 샤프트(228a)와 연관된 조향 모터의 작은 회전을 개시하는 것이 이용될 수 있다.

[0059] 이하의 섹션으로부터 명확해지는 바와 같이, 피동 샤프트와 구동 샤프트를 결합시키는 것은, 시스템의 조향 모터로부터의 운동을 핑거를 조향하기 위한 케이블을 조작하는 폴리로 전달할 수 있게 허용한다.

[0060] 베이스 유닛

[0061] 베이스 유닛(218)은 조향 모터(236a, 236b) 및 롤 모터(238)를 수용한다. 설명된 시스템이 하우스징(210)의 구성과 유사한 u- 또는 v-형상의 구성을 가진다. 좌측 핑거(214)를 조향하는 것 및 좌측 핑거(214)를 통해서 연장하는 기구를 축방향으로 롤링시키는 것과 연관된 모터가 베이스 유닛(218)의 좌측(예를 들어, u- 또는 v-형상의 하우스징의 좌측 레그) 내에 위치되고 우측 핑거 및 그 기구와 연관되는 모터가 베이스 유닛의 우측에 위치되도록 베이스 유닛(218)이 구성된다. 시스템의 각각의 측부에 대한 컴퓨터 제어기, 모터 구동부, 및 연관된 전자장치가 또한 베이스 유닛(218) 내에 수용된다. 이러한 실시예에서, 2개의 컴퓨터 제어기/실시간 프로세서가 베이스 유닛(210) 내에 포함되고, 그들 각각은 핑거 중 하나와 연관되나, 다른 실시예에서 단일 실시간 프로세서가 양 핑거와 연관될 수 있을 것이다. 이러한 컴퓨터와 사용자 인터페이스 컴퓨터(예를 들어, 도 1a의 터치 스크린 컴퓨터(201)) 사이의 통신이 라우터(router)를 통한 인터넷 TCP/IP 연결, 또는 다른 수단을 이용할 수 있을 것이다. 다른 실시예에서, 터치스크린 프로세서 및 실시간 프로세서가 단일 컴퓨터 내에 수용되어, 라우터의 필요성을 배제한다.

[0062] 도 8a는 베이스 유닛의 하우스징(미도시) 내의 모터(236a, 236b, 238) 및 그 모터의 상응하는 기어 조립체의 배열을 도시한다. 베이스(218) 내에 수용된 각각의 조향 모터(236a, 236b)가 그 모터의 상응하는 기어 조립체(240a, 240b)의 기어를 구동시킨다.

[0063] 각각의 기어 조립체(240a, 240b) 내의 기어가 노출된 구동 샤프트(228a, 228b) 중 하나에 회전식으로 고정되고, 그에 따라 모터(236a, 236b)의 활성화가 구동 샤프트(228a, 228b)의 각각의 축방향 회전을 생성한다. 2개의 그러한 조향 모터(236a, 236b)가 각각의 핑거에 대해서 도시되어 있고, 각각이 상응하는 기어 조립체(240a, 240b)를 가진다. 기어 조립체(240a)를 구동시켜 구동 샤프트(228a)의 축방향 회전을 생성하도록, 모터(236a)가 배치된다. 모터(236b)가 기어 조립체(240b)를 구동시켜 구동 샤프트(228b)의 축방향 회전을 생성한다.

[0064] 도 8a를 다시 참조하면, 베이스 유닛 내의 롤 모터(238)의 출력이 기어 조립체(242)를 통해서 롤 구동 샤프트(244)와 같은 부재로 커플링되어, 롤 모터(238)가 동작될 때 롤 부재(244)의 축방향 회전을 유도한다. 롤 구동 샤프트(244)가 구동 샤프트(228a, 228b)와 유사한 구성을 가질 수 있을 것이다.

[0065] 롤 구동부

[0066] 롤 구동부(216)(도 1a, 1b 및 9)는 하우스징(217)을 포함한다. 도 10에 도시된 바와 같이, 롤 구동 튜브(248)가 롤 구동부 하우스징(217)(도 10에 도시하지 않음) 내에서 축방향으로 회전가능하다. 롤 구동 튜브(248)가 기구(100)(도 1a)의 샤프트의 일부를 수용하기 위한 루멘을 포함한다. 롤 구동 튜브(248)의 외부가 워엄 기어를 형성하고, 워엄 기어는 인접한 워엄 기어(249)를 포함하는 롤 기어 조립체와 결합한다. 롤 기어 조립체는, 하우스징(217)(미도시)의 하부 표면에서 노출된 피동 롤 샤프트(234)와 같은 부재를 포함한다. 피동 롤 샤프트(234)가 롤 구동부 하우스징(217)(즉, 롤 구동 부재)에 대해서 축방향으로 회전가능하다.

[0067] 피동 롤 샤프트(234)가 베이스 유닛(218)의 롤 구동 샤프트(244)(도 7b)와 회전식으로 결합하도록, 롤 구동부(216)가 베이스 유닛(218) 상에 배치될 수 있다. 이러한 회전 결합은 샤프트(244)로부터 샤프트(234)로의 토크 전달을 허용하고 - 그에 따라 롤 모터(238)의 활성화를 통한 롤 구동 튜브(248)(및 그에 따른 기구 샤프트)의 회전을 허용한다. 샤프트(234, 244)는, 조향을 위해서 이용된 피동 샤프트(226a, 226b) 및 구동 샤프트(228a, 228b)에 대해서 설명된 것과 유사한 짝을 이루는 피스일 수 있을 것이다.

[0068] 롤 구동 튜브(248)가 수술 기구 샤프트 상의 상응하는 특징부와 함께 회전하도록 결합하도록 설계된 특징부를

가진다. 이러한 결합은 물 구동 튜브(248)의 축방향 회전을 허용하여, 기구 샤프트의 원위 부분의 축방향 회전을 생성하도록 허용한다. 바람직한 특징부는, 기구 샤프트와 물 구동 튜브(248) 사이의 회전적인 결합을 생성하나, 슬라이딩 또는 길이방향 결합은 생성하지 않는 것이다. 다시 말해서, 물 구동 튜브(248)의 축방향 회전이 기구 샤프트를 축방향으로 회전시키나, 기구가 기구 선단부의 "z-축" 운동을 위해서 물 구동 튜브(248)를 통해서 전진 또는 후퇴되게 허용하도록, 그러한 특징부가 결합된다. 기구 샤프트와 물 구동 튜브(248) 사이의 회전적인 결합은 바람직하게 기구 선단부의 유용한 z-축 운동 범위를 통해서 유지되어야 한다(예를 들어, 기구 선단부가 핑거의 원위 단부에 위치되는 제1 위치 대 기구 선단부가 핑거의 원위 단부에 대해서 원위적인 제2 위치 사이에서 미리 결정된 거리 만큼).

[0069] 기구(100) 및 물 구동 튜브(248)를 위한 결합 특징부가 기구(100)(도 11)의 샤프트(102)의 구동 세그먼트(260)상의 제1 표면 요소 및 물 구동 튜브(248)(도 10)의 내측 표면 상의 상응하는 제2 표면 요소를 포함한다. 표면 요소(256, 258)의 예가 도 12a-14에 도시되어 있다. 도 12a 및 12b를 참조하면, 기구 샤프트(102)의 구동 세그먼트(260)가 기구 샤프트로부터 방사상으로 그리고 샤프트를 따라서 길이방향으로 연장하는 스플라인(spline) 또는 리브(rib) 형태의 제1 표면 요소(256)를 포함한다. 물 구동 튜브(248)의 루멘이 길이방향으로 연장하는 리브(또한 도 12b에서 확인 가능함) 형태의 제2 표면 요소(258)를 포함한다. 물 구동 튜브(248)가 회전될 때, 물 샤프트의 내부 루멘 상의 제2 표면 요소(258)가 기구 샤프트 상의 표면 요소와 접촉하고 그 기구 샤프트 상의 표면 요소를 회전적으로 우회할 수 없도록, 표면 요소(256, 258)가 배치된다. 물 샤프트가 기구 샤프트를 회전시킬 때 스플라인(256)과 인접한 리브(258) 사이의 유극(play)을 최소화하면서, 스플라인/리브를 상응하는 리브들 사이에 삽입하는 것을 돕기 위해서, 스플라인이 근위부에서보다 원위 단부에서 (외주 방향으로) 더 좁도록 스플라인(256)의 원위 단부가 테이퍼질 수 있을 것이다. 희망하는 운동의 z-축 범위 전체를 통해서 기구 샤프트와 물 샤프트 사이의 회전 결합을 유지하도록 스플라인(256)의 길이방향 길이가 선택된다.

[0070] 기구 샤프트의 구동 세그먼트(260)가, 도 11에 도시된 바와 같이, 근위- 및 원위- 인접 섹션 보다 큰 직경을 가질 수 있을 것이다. 물 구동 튜브(248) 내로 구동 세그먼트(260)를 삽입하는 것을 돕기 위해서, 구동 세그먼트(260)가 모따기된 원위 엣지(262)를 포함한다.

[0071] 도 13a-13c에 도시된, 다른 예로서, 구동 세그먼트(260)가 육각형 횡단면을 가지고, 물 구동 튜브(248)가 도시된 바와 같은 v-형상의 방사상 횡단면을 가지는 길이방향 홈을 구비한다. 루멘을 통한 기구의 길이방향 슬라이딩을 허용하나 루멘 내의 기구의 회전을 방지하도록, 육각형 횡단면의 모서리 영역에 의해서 형성된 구동 세그먼트(260)의 엣지(256a)가 홈통(258a) 내에 안착된다.

[0072] 도 14에 도시된 다른 실시예에서, 구동 세그먼트(260)가 길이방향으로 연장하는 홈(256b)을 포함한다. 하나 이상의 핀(258b)이 물 구동 튜브(248)의 루멘(luminal) 벽으로부터 방사상 내측으로 연장하고 홈(256b) 중 하나와 결합한다.

[0073] 기구 핸들(104)의 축방향 롤링을 유도하지 않으면서, 물 구동 튜브(248)가 구동 세그먼트(260) 및 그에 원위적인 기구 샤프트(102)의 모든 부분(엔드 이펙터(end effector) 포함)의 롤링을 유발하도록, 기구(100)가 바람직하게 구성된다는 것을 주목하여야 한다. 그에 따라, 물 구동 튜브(248)에 의해서 작용될 때, 기구 샤프트가 핸들에 대해서 자유롭게 회전할 수 있게 허용하는 방식으로, 핸들 및 샤프트가 함께 커플링된다. 예를 들어, 기구(100)가 구동 세그먼트 내의 또는 구동 세그먼트에 근접한 물 조인트를 포함할 수 있을 것이다.

#### [0074] 튜브형 연결부

[0075] 물 구동부 하우징(217)의 근위 및 원위 표면에서의 개구부(264 및 266)(도 1c)는 물 구동 튜브(248)의 루멘을 통한 기구 샤프트의 통과를 허용한다. 만약, 제1 실시예에서와 같이, 핑거 구동 조립체 및 물 구동부가 분리된 구성요소라면, 그러한 구성요소들 사이의 임의의 갭이 물 구동부 하우징(217)의 원위 개구부(266)와 하우징(210)의 근위 포트(222) 사이에 장착된 튜브형 연결부(268)에 의해서 가교연결되어 연속적인 기구 경로를 제공한다. 튜브형 연결부(268)가 물 구동부 하우징(217) 및 하우징(210)에 제거가능하게 연결될 수 있거나, 그들 중 하나 또는 양자 모두에 보다 영구적으로 연결될 수 있을 것이다. 기구 샤프트를 물 구동부 내로 안내하기 위해서, 기구 박스(252)와 물 구동부 상의 개구부(264) 사이에 유사한 튜브형 연결부가 존재할 수 있을 것이다.

[0076] 도 15를 참조하면, 튜브형 연결부(268)가, 플러시(flush) 포트로서의 이용을 위한 또는 주입 가스를 핑거 구동 조립체(200)를 통해서 그리고 신체 공동 내로 지향시키기 위한 루어(luer) 포트(274)를 포함할 수 있을 것이다. 교차-슬릿(cross-slit) 밸브와 같은 밸브(270)가 튜브형 연결부(268) 내에 배치되어, 기구가 존재하지 않을 때,

그 근위 단부를 통해서 주입 압력이 손실되는 것을 방지한다. 제2 밀봉부(272)가 배치되어 튜브형 연결부를 통과하는 기구 상의 샤프트에 대해서 밀봉하고, 그에 따라 연결부(268)를 통해서 배치된 기구의 샤프트 주위의 압력 손실을 최소화한다. 다른 실시예에서, 루어 포트(274), 밸브(270), 및 밀봉부(272)가 하우징(210) 내에 배치될 수 있을 것이다. 또한, 단일 밀봉부 또는 다른 밀봉부 구성을 이용하여 기구가 존재하는 상태에서 또는 기구가 존재하지 않는 상태에서 밀봉할 수 있을 것이다.

[0077] 명령 인터페이스

[0078] 도 1a를 다시 참조하면, 베이스 유닛은, 핸들(104)이 사용자(및 이하에서 설명되는 다른 신호)에 의해서 수작업으로 이동될 때, 수술 기구(100)의 근위 부분의 위치 및 그 위치의 변화에 상응하는 신호를 생성하기 위해서 구비된 명령 인터페이스(250)를 포함한다. 시스템은 명령 인터페이스에서 생성된 신호에 응답하여 제어 신호를 생성한다. 그러한 제어 신호를 이용하여, 기구 핸들의 사용자 조작에 따라서 핑거를 조향하고 기구의 샤프트를 롤링시키기 위해서 모터(236a, 236b, 238)를 구동시킨다. 그에 따라, 사용자에게 의한 기구 핸들의 수작업 이동은 기구의 원위 단부의 모터 피동 조향 및 기구 샤프트의 모터 피동 축방향 롤링을 초래한다.

[0079] 이러한 실시예에서, 기구의 핸들(104)(도 1)의 운동이 명령 인터페이스의 신호를 트리거링하고, 그러한 신호의 트리거링은 핑거의 조향 및 기구의 롤링을 초래한다. 다른 실시예에서, 기구 샤프트의 근위 부분, 또는 기구의 다른 구성요소가 이용될 수 있다. 또 다른 실시예는, 기구 핸들 자체의 사용자 이동에 응답하는 사용자 입력 장치 대신에, 기구의 희망 위치를 입력하는 신호를 생성하기 위한 분리된 사용자 입력 장치를 이용한다.

[0080] 도 16을 참조하면, 명령 인터페이스(250)는, 베이스(218)(미도시)에 고정되고 축(A1)(베이스의 표면에 대체로 수직할 수 있을 것이다) 주위로 회전될 수 있는 제1 부분 또는 브래킷(276a)을 포함한다. 제2 부분 또는 브래킷(276b)이 제1 브래킷(276a)에 장착되고 축(A2)(베이스의 표면에 대체로 평행할 수 있고 A1에 대해서 수직일 수 있을 것이다) 주위로 회전될 수 있다.

[0081] 기구 박스(252)가 도 1에 도시된 바와 같이 제2 브래킷(276b) 상에 배치된다. 도 1a를 다시 참조하면, 기구 박스가 제2 브래킷(276b)에 제거가능하게 부착된 하우징(253a)을 포함하고, 그에 따라 기구 박스가 수술 후에 폐기 또는 멸균처리 및 재사용을 위해서 탈착될 수 있을 것이다. 수술 기구(100)를 위한 통로(275)가 도시된 바와 같이 하우징을 통해서 연장한다. 도 16에 도시된 바와 같이, 제1 실시예에서, 하우징(253a) 내의 개구부(253b)가 제2 브래킷(276b)의 근위 부분 위에서 슬라이딩될 수 있다. 기구 박스(252)가 적절한 위치까지 전진하면, 기구 박스(252)와 브래킷(276b) 사이의 스프링 래치(255)(도 1a)가 상기 2개의 구성요소와 결합한다.

[0082] 기구 박스(252)가 수술 기구(100)를 수용하도록 그리고 기구의 z-축 배치 중에 기구 샤프트가 기구 박스(252)에 대해서 슬라이딩될 수 있게 허용하도록 구성된다. 기구 박스(252)(및 그에 따른 기구(100))와 함께 제1 및 제2 브래킷(276a, 276b)을 배열하는 것은, 사용자가 기구 핸들을 이동시킬 때, 인터페이스(250)가 축(A1, A2) 주위로 이동될 수 있게 한다. 기구 핸들의 상하 운동은, 축(A2) 주위의 브래킷(276b)의 피치 운동을 초래하고, 기구 핸들의 축방향 운동은 축(A1) 주위의 브래킷(276a)의 요(yaw) 운동을 초래하고, 조합된 상하 및 축방향 운동은 조합된 피치 및 요 이동을 초래한다.

[0083] 명령 인터페이스(250) 내의 인코더가 축(A1, A2) 주위의 운동에 응답하여 신호를 생성한다. 특히, 제1 인코더가 제1 브래킷(276a)의 (축(A1) 주위의) 요 운동에 상응하는 신호를 생성하도록, 제1 인코더가 배치된다. 제2 브래킷(276b)의 (축(A2) 주위의) 피치 운동에 상응하는 신호를 생성하도록 제2 인코더가 배치된다. 적절한 인코더의 유형에는, 이러한 목적에 적합한 각운동의 증분적인(incremental) 양 및 속도에 상응하는 신호를 생성하는 광학식 또는 자석식 증분적 회전식 인코더가 포함된다. 이러한 인코더에 의해서 생성되는 신호가 베이스 유닛(218) 내에 수용되고 조향 모터(236a, 236b)(도 7b)를 제어 및 구동하기 위해서 이용되는 전자장치에 의해서 수신된다.

[0084] 기구 박스는, 사용자의 작용에 응답하여 시스템 내에서 생성되는 몇몇 유형의 사용자 입력 신호를 유도하는 구성요소를 수용하고, 상기 입력 신호는: (a) 사용자가 기구 핸들 또는 연관된 롤 노브를 축방향으로 회전시킨 양을 나타내는 신호; (b) 기구 박스에서 시스템과의 결합으로 기구(100)를 적절히 배치한 것을 나타내는 신호; (c) 사용자가 명령 인터페이스(250)의 동작을 모터의 활성화로부터 선택적으로 결합 또는 분리할 수 있게 하는 사용자-동작가능 결합/분리 버튼으로부터의 신호; 및 (d) 기구(100)의 z-축 위치를 나타내기 위해서 기구의 z-축 운동에 응답하여 생성되는 신호를 포함한다.

[0085] 도 17a를 참조하면, 기구 박스(252)가 그 근위 단부 상에 노브(254)를 가지는 세장형 튜브(278)를 포함한다. 윤활된(lubricious) 내측 튜브(279)가 세장형 튜브(278)를 통해서 연장하고 노브(254)에 의해서 둘러싸인 근위

블록(282)을 가진다. 블록(282)은, 근위적으로-대면하는 금속 요소(284)와 같은, 하나 이상의 노출된 금속 요소를 지지한다. 자기 센서(286)가 블록(282) 내에 위치된다. 블록(282) 내의 개구부가 기구(100)의 샤프트를 수용하도록 배치되고, 그에 따라 기구 샤프트가 튜브(278)를 통과할 수 있다. 스프링 로딩형(loaded) 핀(281)이 블록(282) 내의 개구부 내로 연장한다.

[0086] 도 17a에서, 특정 특징부가 보일 수 있도록 하기 위해서, 기구(100)의 핸들이 노브(254)를 향해서 단지 부분적으로만 전진되어 도시되어 있다. 칼라(106)가 기구의 샤프트의 근위 부분(108)에 위치된다. 칼라(106)의 원위 측부가 도 11b에서 가장 잘 확인된다. 칼라는 노치(109)를 가지는 원위 부분을 포함한다. 칼라(106) 내의 자석(110)이 원위적으로 대면한다. 노치(109)가 핀(281)을 대면하는 상태로 사용자가 블록(282) 내의 개구부를 통해서 기구(100)를 전진시킬 때, 노치(109)가 핀(281)을 캡처하여 기구 핸들을 블록(282)에 대해서 함께 회전하게끔 결합시키도록, 이러한 특징부가 배치된다. 자석(110)이 금속 요소(284)에 근접할 때, 자석(110)이 금속 요소(284)에 자기적으로 부착되고, 그에 따라 기구를 블록(282)에 대해서 제 위치에서 유지한다.

[0087] 자석(110)이 금속 요소(284)에 배치될 때 홀(Hall) 센서일 수 있는 센서(286)가 기구 존재 신호를 생성하도록, 센서(286)가 배치된다. 이러한 신호는, 기구가 명령 인터페이스(250)에 적절하게 배치되었다는 것을 시스템으로 알려주고, 그에 따라 사용자가 준비되었을 때 시스템이 조향가능 핑거 및 기구 롤 위치를 제어할 준비가 되게 한다.

[0088] 그에 따라, 사용자가 이러한 특징에 우선하는 다른 동작을 취하지 않는 한, 주어진 핑거를 조향하기 위해서 이용되는 모터가 센서(286)로부터의 기구 존재 신호의 부재 시에 활성화되지 않도록, 시스템이 구성될 수 있을 것이다. 이러한 특징은, 통과하여 연장하는 기구가 존재하지 않을 때, 핑거의 우발적인 운동을 방지한다.

[0089] 사용자가 시스템을 "결합된" 상태로 배치하기를 원하는지의 여부를 나타내는 신호를 생성하도록, 사용자 작동형 스위치가 배치된다. 스위치는, 기구 박스(252), 기구, 또는 시스템(2) 상에서와 같이, 사용자 손의 용이한 접근을 위해서 사용자의 손 근처에 위치된다. 대안적으로, 스위치가 발 페달 또는 음성 활성화형 회로일 수 있을 것이다.

[0090] 제1 실시예에서, 노브(254)에 인접하여 배치되고 버튼 조립체(미도시)에 의해서 지지되는 버튼(288)을 이용하여, 스위치가 작동된다. 자석(미도시)이 버튼 조립체에 의해서 지지된다. 결합 버튼(288)이 눌러질 때, 버튼 조립체가 자석을 홀 센서와의 정렬 내로 또는 그 외부로 이동시키고, 그에 따라 버튼이 눌렸다는 신호를 홀 센서가 생성하게 한다. 버튼(288) 상의 압력이 해제될 때, 스프링(미도시)이 버튼을 그 원래 위치로 복귀시킨다. 시스템이 결합된 상태로 그리고 그 상태에서 벗어나 이동될 때, 피드백이 사용자에게 제공된다. 예를 들어, 시스템의 해당 부분이 결합될 때, 기구 박스 상의 LED(245)가 턴온되거나, 컬러가 변경될 수 있고, 해당 부분이 분리될 때 턴오프될 수 있다. 시스템이 결합된 상태와 결합되지 않은 상태 사이에서 이동될 때, 음향적 톤(tone)이 부가적으로 발생될 수 있을 것이다. 전기 연결부(99)(도 17b)가 기구 박스와 브래킷(276b) 사이에 연결되어 LED로 전압을 인가한다.

[0091] 결합 버튼이 눌러졌을 때, 시스템이 시스템의 해당 측부 상의 기구에 대해서 "비결합" 상태로부터 "결합된" 상태로 이동한다. 결합된 상태에 있을 때(전술한 바와 같이 기구 존재가 검출된 것으로 가정한다), 시스템이 명령 인터페이스(250)에서의 검출된 운동에 응답하여 모터를 활성화시킬 것이다. 동일한 결합 버튼(288)을 다시 누르는 것은 다른 신호를 생성할 것이고, 그러한 다른 신호는 시스템을 그러한 시스템의 해당 측부 상의 기구에 대해서 "비결합" 상태로 이동시키기 위해서 시스템에 의해서 이용된다. 시스템이 "비결합" 상태에 있을 때, 조향 및 롤 모터가 활성화되지 않을 것이고 핑거(214) 및 롤 구동 튜브(248)의 배향이 변함없이 유지될 것이다. 그에 따라, 기구 존재 센서(286) 및 사용자 작동형 결합 버튼(288)은, 명령 인터페이스(250)에서의 검출된 운동의 존재의 경우에도 조향 및 롤 모터(236a, 236b, 238)의 활성화를 방지하기 위해서 설계된 유용한 안전 및 편의 특징부가 된다. 이는, 명령 인터페이스(250)가 위치를 천이(shift)할 때 또는 의도하지 않게 부딪혔을 때 신체 내에서 핑거가 의도하지 않게 이동하는 것을 유발하지 않으면서, 사용자가 손을 기구 핸들로부터 제거하기를 원할 때와 같은 다양한 상황에서 유용하다. 또한, 사용자가 명령 인터페이스를 보다 인체공학적인 위치로 재-배치하는 동안, 또는 사용자가 신체 내의 동일한 위치로 전달하고자 하는 다른 기구를 가지는 해당 핑거를 통해서 연장하는 기구를 교체하는 동안, 핑거(214)의 신체 내의 배향을 유지하기 위해서 사용자가 시스템을 분리하는 것을 원할 수 있을 것이다.

[0092] 만약 사용자가 기구 핸들(104)에 대한 버튼(288)의 위치를 변화시키기로 결정한다면, 사용자는 기구 칼라(106)를 회전 노브(254)에 대해서 회전시키는 것에 의해서 그러한 위치를 변화시킬 수 있을 것이다.



- [0093] 블록(282), 노브(254) 또는 인접한 구조물 사이에서 연장하는 코드(미도시)를 이용하여, 기구 존재 센서(286) 및 사용자 작동형 버튼(288)과 연관된 센서로부터 베이스 또는 명령 인터페이스(250) 내의 회로망으로 신호를 반송할 수 있을 것이다.
- [0094] 롤 입력
- [0095] 기구 박스(252)는, 기구의 샤프트의 모터 동력형 롤링을 트리거링하기 위한 2가지 방식을 사용자에게 제공한다. 첫 번째 방식은 노브(254)를 회전시키는 것이고; 두 번째 방식은 기구 핸들(104)을 회전시키는 것이다. 제1 실시예에서, 회전 노브(254)가 기구 핸들(104)에 인접하여 배치되어, 사용자가 표준 손(hand) 기구 상의 회전 노브의 위치와 유사한 위치에서 노브를 찾을 수 있게 한다.
- [0096] 지지부(290, 292)가 기구 박스(252) 내의 고정된 위치에 장착된다. 제1 기어(294)가 튜브(278)의 외부 표면과 함께 회전하도록 결합되고, 제2 기어(296)가 제1 기어(294)와 인접하여 결합된다. 노브(254), 튜브(278), 및 그에 따른 기어(294)가 기구 박스(252)에 대해서 축방향으로 회전가능하고, 그들의 회전은 제2 기어(296)의 상응하는 회전을 생성한다. 제2 기어(296)의 회전은, 자석의 회전 위치가 명령 인터페이스(250) 내의 인코더에 의해서 감지되도록 배치된 자석의 회전을 생성한다. 자석과 인코더 사이에 멸균 드레이프가 존재할 수 있을 것이다. 도 17b를 참조하면, 자석이 포스트(298) 상에서 지지되는 디스크 자석(300)이다. 포스트(298)가 제2 기어(296)로부터 원위로 연장하고, 기어가 회전될 때 회전된다. 자석(300)이 대각선 방향으로 배치된 북극 및 남극을 가지는 원위적-대면 표면을 포함한다.
- [0097] 기구 박스(252)가 브래킷(276b) 상에 장착될 때, 포스트(298)가 브래킷(276b) 내의 상응하는 개구부(302)(도 16) 내로 연장한다. 포스트(298)(노브(254)의 회전 위치를 나타낸다) 상의 자석(300)의 회전 위치를 감지하기 위해서, 인코더 칩(304)(즉, 롤 입력 장치)이 개구부(302) 내에 배치된다. 인코더 칩(304)에 의해서 생성된 신호를 이용하여, 노브(254)의 회전에 응답한 롤 모터에 대한 구동 신호를 생성한다. 롤 입력이 기구의 핸들의 롤링을 통해서 유사하게 생성된다. 기구의 칼라(106)가 (블록(282)을 통해서) 튜브(278)에 회전식으로 커플링되기 때문에, 기구 핸들을 회전시키는 것이 튜브(278)를 회전시키고, 결과적으로 전술한 바와 같이 인코더 칩(204)에서의 신호 발생을 초래한다.
- [0098] 대안적인 실시예에서, 기구의 핸들 상의 회전가능 노브가 회전되어 유사한 방식으로 롤 입력 신호를 생성할 수 있을 것이다.
- [0099] 기구 샤프트의 원위 부분(102)과 기구 샤프트의 근위 부분(108) 사이의 기구 롤 조인트(260)(도 11a)에 마찰이 존재하기 때문에, 원위 부분의 롤링이 근위 부분(108)의 약간의 롤링을 초래할 수 있고, 그러한 약간의 롤링이 롤 인코더 칩(204)에 의해서 롤 입력을 생성할 수 있다. 도 17a를 참조하면, 기어 박스(252) 하우징(또는 기어 박스 내의 다른 고정된 지지부)와 기어(296) 또는 포스트(298) 사이에 배치된 요소를 이용하여 기어(296)의 회전 운동에 대항하는 마찰을 인가하도록, 기구 박스(252)가 설계된다. 마찰 플레이트(247)가 기어(296) 또는 포스트(298)의 근위 단부와 접촉하는 제1 면, 및 기구 박스(252)(도 17a에 미도시됨)의 내부와 접촉하는 제2 면을 가진다. 마찰 플레이트(247)는 기어(296)의 회전에 대항하는 마찰 저항을 부여한다. 기구 롤 조인트(260)에서 근위 샤프트(108)와 원위 샤프트(102) 사이에 존재하는 마찰보다 크도록, 마찰의 양이 선택된다. 그에 의해서, 롤 조인트(260)로부터의 마찰로 인한 기구 샤프트의 근위 부분(108)의 회전이 롤 인코더 칩(204)에 대한 입력이 되는 것이 방지되고, 따라서 정방향(forward) 피드백을 방지한다.
- [0100] z-축 운동
- [0101] 신체 공동 내에서 기구 선단부를 근위로 또는 원위로 이동시키기 위한 기구의 z-축 운동이, 기구 핸들(104)을 푸싱하는것/당기는 것에 의해서 수작업으로 실시된다. 노브(254) 및 기구 핸들(104)을 이용하여 기구 박스(252)에 대한 기구 핸들의 z-축 위치와 관계없이 기구 롤 입력을 생성하도록, 기구 박스(250)가 구성된다. 기구의 칼라(106)가 블록(282)과 커플링될 때, 기구의 z-축 운동(즉, 원위 위치와 근위 위치 사이에서의 기구의 전진 및 후퇴)으로 인해서, 노브(254) 및 튜브(278)가 유사하게 z-축을 따라서 이동된다 - z-축 이동 전체를 통해서 기구 및 롤 입력 특징부가 결합되어 유지된다. 일정한 힘의 스프링(320)(도 17b)이 튜브(278)의 원위 부분 상의 칼라(280) 및 지지부(290) 사이에 연결된다. 기구가 원위 방향으로 전진될 때, 스프링(320)의 힘에 대항하여, 튜브(278)가 칼라(280)를 원위로 푸싱한다. 사용자가 기구 핸들(104)을 기구 박스(252)로부터 제거할 때, 스프링(320)이 튜브(278)를 후퇴시키고 그에 따라 칼라(280)를 근위 위치로 복귀시킨다. 기구가 존재할 때, 스프링(320) 힘이 기구를 이동시키기 위해서 필요한 마찰력 보다 작을 것이고, 사용자 입력이 없는 상태에서 기구가 위치를 유지할 것이다.

- [0102] 튜브(278) 내로 기구를 삽입하는 동안에 튜브(278)가 원위적으로 전진하는 것을 방지하기 위한 로크(lock)를 기구 박스가 포함할 수 있을 것이다. 로크는 사용자에 의해서 수작업으로 해제가능한 기계적 래치일 수 있고, 또는 기구 존재 센서에 의해서 생성된 신호에 응답하여 전자적으로 해제될 수 있을 것이다.
- [0103] 기구의 z-축 위치가 결정될 수 있게 허용하는 기구 박스의 특징부가 도 17b를 참조하여 계속적으로 다음에 설명될 것이다. 핀(308)이 칼라(280)로부터 측방향으로 연장한다. 레버 아암(310)은, 핀(308) 위에서 슬라이딩이 가능한 슬롯(312)을 가지는 제1 단부를 구비한다. 레버 아암(310)의 제2 단부가 기구 박스 내에 장착된 정지형 레버 아암 장착부(314)에 피봇식으로 커플링된다. 자석(316)이 레버 아암(310)의 피봇 축에 배치되고, 레버 아암(310)이 피봇됨에 따라 회전한다. 자석(316)이 대각선 방향으로 배치된 북극 및 남극을 가지는 원위적-대면 표면을 포함한다.
- [0104] 도 16을 참조하면, 기구 박스(252)가 브래킷(276b) 상으로 장착될 때, 자석(316)(도 17a)이 브래킷(276b) 내에 장착된 인코더 칩(318)과 정렬되어 배치된다. 인코더 칩(318)은 자석(316) 및 그에 따른 레버 아암(310)의 회전 위치를 나타내는 신호를 생성하고, 그러한 신호로부터 튜브(278) 및 그에 따른 기구(100)의 측방향 위치가 시스템에 의해서 유도될 수 있다.
- [0105] 계수 인자(scaling factor)는, 기구 또는 핑거의 운동에 의해서 기구 핸들의 사용자 이동에 대해서 상향 또는 하향 스케일링되는(scaled) 양이다. 시스템(2)은 기구의 결정된 z-축 위치를 이용하여, 조향 모터의 제어에서 사용되는 계수 인자를 동적으로 조정한다. 예를 들어, 작은 계수 인자는, 기구의 z-축 위치와 관계없이 사용자 입력에 대해서 일정한 조향을 제공하기 위해서 기구 선단부가 핑거의 선단부에 보다 근접할 때 이용될 수 있는 것 보다 기구가 핑거로부터 완전히 연장될 때 조향을 위해서 이용될 수 있을 것이다.
- [0106] 명령 인터페이스(250)의 제1 및 제2 브래킷(276a, 276b)이 사용을 위해서 멸균 드레이프포 커버될 수 있을 것인 한편, 기구 박스(252)는 드레이프 외부에서 유지된다.
- [0107] 전기기계적 블록도
- [0108] 도 18a는, 롤 입력 휠이 전술한 바와 같이 기구 박스 상에 배치되지 않고 기구 샤프트 상에 배치되는, 실시예에 대해서 약간 수정된 바와 같은, 시스템(2)의 전기기계적 블록도를 도시한다. 전개 센서를 포함하는 특징의 다른 특징부는 도시하지 않았고, 도 18a 실시예에서, 롤 구동부는 분리된 구성요소가 아니라 베이스 유닛("구동 조립체"로 명명됨)의 일부로서 포함된다.
- [0109] 인용
- [0110] 시스템(2)을 이용하기 위해서, 베이스 유닛(218) 및 명령 인터페이스(250)의 제1 및 제2 부분(276a, 276b)이 멸균 드레이프에 의해서 커버된다. 롤 구동부(216) 및 핑거 구동 조립체(200)의 하우징(210)이 베이스 유닛에 장착되어 베이스 유닛(218)의 모터 피동 부재(228a, 228b, 244)를 피동 부재(226a, 226b, 234)와 결합시킨다. 시스템은 베이스 유닛의 샤프트(228a, 228b, 244)와 핑거 및 롤 구동부의 샤프트(226a, 226b, 234) 사이의 결합을 모니터링하고, 대응 부분과 결합하지 않은 것으로 확인되는 샤프트(228a, 228b, 244)가 상기 "운동 전달" 섹션에서 설명된 바와 같이 모터 활성화를 통해서 약간 회전될 수 있을 것이다.
- [0111] 기구 박스(252)가 명령 인터페이스(250)의 제2 부분(276b)에 장착된다. 스프링 래치(255)는, 구성요소가 적절하게 정렬되었을 때, 하우징(210) 및 롤 구동부(216)를 고정하기 위해서 베이스 유닛(218)에 결합된다. 유사한 스프링 래치는 기구 박스(252)를 고정하기 위해서 명령 인터페이스의 부분(276b)에 결합된다.
- [0112] 멸균 튜브형 연결부(268)가 롤 구동부(216)와 하우징(210) 상의 포트(222) 사이에 커플링되고, 유사한 연결부가 기구 박스(252)와 롤 구동부(216) 사이에 배치될 수 있을 것이다. 시스템(2)이 일단 조립되면, 핑거 구동 조립체(200)의 원위 단부가 환자의 신체 공동 내에 배치된다. 대안적으로, 핑거 구동 조립체가 또한 환자의 내부에 배치될 수 있고 이어서 시스템(2)으로 조립될 수 있을 것이다. 신체 공동 내로의 용이한 삽입을 위해서, 링크(12)를 이용하여 유선형의 나란한(side-by-side) 구성으로 핑거(214)를 배치하기 위해서, 전개 메커니즘이 이용된다. 핑거(214) 및 삽입 튜브(212)의 부분이 절개부를 통해서 신체 공동 내로 전달된다. 의료 기구의 원위 선단부(예를 들어, 핀셋, 파지부, 또는 다른 가요성 샤프트 손 기구)가 기구 박스(252)를 통해서 삽입되고, 원위적으로 전진된다. 기구를 전진시키는 것은 선단부가 기구 박스(252)를 빠져나오고, 롤 구동부(216)를 통과하고, 이어서 핑거 구동 조립체의 하우징(210)의 근위 단부 상의 포트(222) 내로, 그리고 기구의 원위 단부가 핑거(214)의 원위 단부로부터 연장할 때까지 상응하는 핑거(214)를 통과하도록 유도한다.
- [0113] 기구가 명령 인터페이스(250)를 통해서 완전히 삽입되었을 때, 기구 존재 신호가 센서(286)(도 17a)에 의해서

생성된다.

- [0114] 스코프, 및 파지부, 등과 같은 부가적인 기구가, 핑거를 통해서 전개된 기구와 동시적인 사용을 위해서, 포트(220)를 경유하여 삽입 캐놀라를 통과한다.
- [0115] 전개 메커니즘을 이용하여, 도 2a 내지 2c에 대해서 설명된 바와 같이, 삽입 캐놀라의 길이방향 축에 대한 각각의 핑거(및 그에 따라 핑거를 통과한 기구)의 축방향 간격을 조정한다.
- [0116] 사용자가 시스템을 이용하여 기구를 조향 또는 롤링할 수 있기 이전에, 사용자가 결합 버튼(288)을 눌러서 시스템으로 하여금 결합 상태로 진입하도록 유도한다.
- [0117] 적어도 시스템이 결합 상태에 위치될 때, 시스템이 브래킷(276a, 276b) 및 롤 입력 자석(300)의 위치를 감지하여 기구의 핸들(104)의 시작 위치를 결정한다.
- [0118] 만약 시스템이 결합 상태에 있다면 그리고 기구의 존재가 검출된다면, 핑거를 조향하고 기구를 롤링시키기 위해서 조향 및 롤 모터를 결합시키는 것에 의해서, 시스템이 명령 인터페이스(250)에서의 조향 및 롤 입력에 응답할 것이다. 신체 내에서 기구(100)를 조향하기 위해서, 사용자는 해당 기구의 핸들(104)을 조작한다. 예를 들어, 기구의 엔드 이펙터를 상향 이동시키기 위해서, 사용자는 핸들을 하강시킬 것이고; 엔드를 좌측으로 이동시키기 위해서, 사용자는 핸들을 우측으로 이동시킬 것이다. (그러나, 대안적인 배열에서, 엔드 이펙터가 핸들과 동일한 방향으로 이동하도록 - 그에 따라, 예를 들어, 핸들을 상승시키는 것이 엔드 이펙터를 상승시키도록 - 시스템이 구성될 수 있을 것이다). 명령 인터페이스(250) 내의 인코더는, 축(A1, A2)에 대한 브래킷(276a, 276b)의 회전을 감지함으로써, 핸들의 운동 또는 위치를 감지한다. 이에 응답하여, 시스템이 모터(236a, 236b)를 활성화시키기 위한 제어 신호를 생성하고, 그에 의해서 핑거 및 그 핑거를 통해서 연장하는 기구를 조향한다. 기구를 축방향으로 롤링시키기 위해서, 사용자가 기구 핸들(104) 또는 회전 노브(254)를 기구 박스(252)에 대해서 축방향으로 롤링시켜, 롤 인코더 칩(304)에서 신호를 생성한다. 이에 응답하여, 롤 모터(238)가 활성화되어 기구 샤프트의 원위 부분(102)을 롤링시킨다. 기구를 신체 공동 내로 더 배치하기 위해서, 사용자가 기구 핸들(104)을 원위적으로 푸싱한다. 이러한 기구의 z-축 운동이 인코더(318)에 의해서 감지되고, 기구의 z-축 위치가 시스템에 의해서 이용되어 핑거 조향 및/또는 기구 롤에 대한 계수 인자를 동적으로 조정할 수 있을 것이다.
- [0119] 도 18b는, 정방향 및 역방향 맵핑 및 PID 제어를 이용하여, 감지된 정보(예를 들어, 핑거의 위치,
- [0120] 사용자 인터페이스의 위치 등에 대한 계산(概算))을 기초로 핑거를 구동하기 위한 조향 모터를 제어하기 위한 예시적인 구동 제어 시퀀스의 개략도이다.
- [0121] 조오(jaw)의 개방/폐쇄와 같은 기구의 엔드 이펙터의 작동은, 기구 핸들 상의 수작업 액추에이터(예를 들어, 레버, 노브, 트리거, 슬라이드, 등)를 이용하는 통상적인 양식으로 실시된다. 원하는 경우에, 기구가 시술 중에 시스템으로부터 후퇴될 수 있을 것이고, 다른 기구로 대체될 수 있을 것이고, 그러한 다른 기구가 전술한 바와 같이 핸들의 조작을 통해서 조향되고 축방향으로 회전될 수 있을 것이다.
- [0122] 제1 실시예는 단지 하나의 예시적인 방식이고, 그러한 방식에서 기계화된 시스템이 구성될 수 있을 것이다. 발명의 범위를 벗어나지 않고도, 여러 변경이 그러한 실시예에 대해서 이루어질 수 있을 것이다.
- [0123] 몇 가지 변경에 대해서 이하에서 설명할 것이나, 다른 많은 변경도 가능할 것이고 본원 발명의 범위에 포함될 것이다.
- [0124] 도면이 하우징(210) 내의 2개의 핑거 및 분리된 하우징 내의 각각의 롤 구동부(216)를 도시하고 있지만, 다른 실시예가 다른 레이아웃을 이용할 수 있을 것이다. 예를 들어, 롤 구동부(216)를 핑거 구동부와 함께 공통 하우징 내에 배치하도록 설계안을 변경할 수 있을 것이다. 제2 예로서, 롤 구동부(216) 양자 모두가 핑거 구동부를 수용하는 하우징(210)으로부터 분리된 공통 하우징 내에 장착될 수 있을 것이다. 다른 실시예에서, 좌측-기구와 연관된 롤 구동부 및 핑거 구동부가 공통 하우징에 위치될 수 있을 것이고, 우측-기구와 연관된 롤 구동부 및 핑거 구동부 모두에 대해서는 분리된 하우징이 이용될 수 있을 것이다. 다른 실시예가 롤 구동부 및 핑거 구동부의 각각을 4개의 분리된 구성요소로서 패키징화할 수 있을 것이다.
- [0125] 다른 실시예에서, 모터가, 핑거 구동부 및 롤 구동부로부터 탈착가능한 것 대신에, 상응하는 핑거 구동부 및 롤 구동부의 조립체 내로 통합된다.
- [0126] 제2 실시예

- [0127] 도 19에 도시된 제2 실시예의 시스템(2A)은, 주로 롤 구동부의 특징부가 베이스 내로 통합된다는 점에서 제1 실시예와 상이하다. 보다 특히, 베이스(218a)는, 롤 구동 튜브(248)(미도시)를 수용하는 상승된 부분(216a)을 포함한다. 기구 통로가 상승된 부분(216a) 내에서 근위 개구부(264a)와 원위 개구부(미도시) 사이에서 연장한다. 기구 샤프트가 명령 인터페이스(250)와 핑거 구동 조립체(200) 사이에서 상승된 부분(216a) 내의 통로를 통해서 연장한다. 멸균 튜브 삽입체(미도시)가 상승된 부분(216a) 내의 통로를 통해서 삽입되어, 기구(100)가 통로를 오염시키는 것을 방지할 수 있다.
- [0128] 제3 실시예
- [0129] 도 20을 참조하면, 수술 접근 시스템(2B)의 제3 실시예가 본체(210a) 및 상기 본체(210a)로부터 원위로 연장하는 캐놀라(212)를 포함한다. 핑거(214)가 삽입 캐놀라(212)로부터 연장한다. 핑거(214)가 본원의 임의 개소에서 설명된 것과 유사한 특성을 가질 수 있을 것이다.
- [0130] 각각의 핑거는, 핑거(214)의 원위 부분을 독립적으로 재배치하여 삽입 캐놀라(212)의 길이방향 축으로부터의 측방향 분리를 증가 또는 감소시키도록 동작가능한 전용 전개 메커니즘을 포함한다. 각각의 전개 메커니즘이 강성의, 길이방향으로 슬라이딩 가능한, 부재(14a) 및 적어도 하나의 링크 아암(12a)(각각의 핑거에 대해서 2개가 도시됨)을 포함한다. 강성 부재(14a)는, 스테인리스 스틸 또는 강성 폴리머 재료로 제조된 직선형의, 단일-루멘의, 튜브를 포함하는 원위 부분 및 튜브형 근위 부분으로부터 연장하는 원위 바아로 구성될 수 있을 것이다. 원위 바아가 튜브형 근위 부분의 벽의 일부와 일체형일 수 있을 것이다. 각각의 핑거(214)가 강성 부재(14a)의 튜브형 원위 부분의 루멘으로부터 원위적으로 연장한다.
- [0131] 전개 시스템은 제1 실시예에 대해서 설명된 것과 유사하게 작용한다. 각각의 링크(12a)가 강성 부재(118)에 커플링된 제1 단부, 및 원위 단부에 근접하여, 상응하는 핑거(214)에 피봇식으로 커플링된 제2 단부를 가진다. 설명된 실시예에서, 이러한 피봇 연결부가 핑거 상에 배치된 칼라(122)에 형성된다. 강성 부재(14a)는, 링크(120)를 내측 및 외측으로 피봇시키기 위해서, 삽입 캐놀라(212)에 대해서 길이방향으로 이동가능하다. 설명된 구성에서, 원위 방향을 따른 슬라이딩(14a)이 링크(120)의 제2 단부를 외측으로 피벗시켜, 상응하는 핑거를 전개하거나 핑거를 삽입 캐놀라(212)의 길이방향 축으로부터 더 분리시킨다. 부재(14a)의 후퇴가 핑거의 분리를 증가시키도록, 대안적인 구성이 반대로 동작할 수 있을 것이다.
- [0132] 각각의 핑거가 칼라(122)에 피봇식으로 연결된 제1 단부 및 부재(14a) 중 상응하는 하나에 또는 삽입 캐놀라(212)에 피봇식으로 연결된 제2 단부를 가지는 지지 부재 또는 스트럿(124)을 더 포함할 수 있을 것이다. 지지 스트럿(124)이 핑거를 지지하여, 핑거의 길이방향 배향을 유지하는데 있어서 도움을 주고, 핑거가 사용 중에 늘어지거나 버클링되는 것을 방지한다.
- [0133] 핑거 전개를 위해서 길이방향으로 각각의 부재(14a)를 독립적으로 슬라이딩 시키기 위한 슬라이드 링(126)이 도시되어 있고, 이는 사용자가, 링(126)을 본체(210a)에 대해서 전진/후퇴시키는 것에 의해서 부재(14a)를 전진/후퇴시킬 수 있도록 한다. 링은, 부재(14a)의 길이방향 위치와 해제 가능하게 결합하는 것에 의해서 선택된 길이방향 및 측방향 위치에서 핑거를 해제 가능하게 록킹하는, '307 출원에서 개시된 바와 같은, 랫칭 특징부 기능을 포함할 수 있을 것이다. 도 20은, 이러한 배열이, 각각의 핑거가 전개되어 상이한 양의 측방향 분리 및 길이방향 연장을 가질 수 있도록 허용한다는 것을 도시한다.
- [0134] 기구(100)의 선단부(T)가 핑거의 원위 단부로부터 연장하는 것으로 도시되어 있다. 본체(210a)는 기구를 수용하기 위한 근위 개구부(128)를 포함한다. 기구(100)를 핑거(214)로부터 전개하기 위해서, 해당 기구의 선단부가 근위 개구부(128) 중 하나를 통해서 삽입되고, 기구의 선단부(T) 또는 엔드 이펙터가 핑거의 외부로 연장할 때까지, 본체(210a), 삽입 캐놀라(212) 및 핑거를 통해서 전진된다. 도 20에서, 근위 개구부(128)를 확인할 수 있도록, 좌측의 핑거를 통해서 이용되는 기구에 대한 핸들(104)을 도시하지 않았다.
- [0135] 제3 실시예와 제1 실시예 사이의 주요 차이점은, 제1 실시예의 핑거 구동부, 롤 구동부, 명령 인터페이스(기구 박스 포함), 및 베이스 유닛에서 삽입되는 것으로 설명된 특징부가 하우징(210a) 내로 통합된다는 것이다.
- [0136] 센서(130)가 본체(210a) 상에 배치되어, 기구 핸들(104)의 피치 및 요 운동을 감지한다. 본체(210a) 내의 모터(236a, 236b)가, 핑거를 통해서 연장하고 핸들의 감지된 위치에 따라서 핑거를 편향시키기 위해서 (예를 들어, 90도 간격으로) 핑거에 고정된 케이블과 결합된다. 예를 들어, 제1 모터(236a)는 핑거 원위 단부의 요 운동에 상응하여 제1 쌍의 케이블을 구동시키도록 배치되고, 제2 모터(236b)는 핑거 원위 단부의 피치 운동에 상응하여 제2 쌍의 케이블을 구동시키도록 배치될 수 있을 것이다.



- [0137] 또한, 핑거를 통해서 배치된 기구의 축방향 회전을 구동하기 위해서 자동화가 제공될 수 있을 것이다. 핸들 센서(304)가 기구 핸들(104)의 축방향 회전을 감지하도록 배치되고, 롤 모터(238)과 동작적으로 연관되어, 기어(134)를 이용하여 기구 또는 핑거의 축방향 롤링을 생성하거나 도울 수 있을 것이다.
- [0138] 제1 실시예에서와 같이, 조우의 개방/폐쇄와 같은 기구의 엔드 이펙터의 작용은, 기구 핸들 상의 수작업 액추에이터(예를 들어, 레버, 노브, 트리거, 슬라이드, 등)를 이용하는 통상적인 양식으로 실시된다. 원하는 경우에, 기구가 시술 중에 시스템으로부터 후퇴될 수 있을 것이고, 다른 기구로 대체될 수 있을 것이고, 그러한 다른 기구가 전술한 바와 같이 핸들의 조작을 통해서 다시 조향되고 축방향으로 회전될 수 있을 것이다.
- [0139] 시스템(100)은, 카트, 동작 테이블, 또는 수술실 내의 다른 고정물에 커플링될 수 있는 아암(204)(도 1b)과 같은 안정화 아암과 결합가능한 장착부(90)를 포함할 수 있을 것이다. 안정화 아암이 모터 피동 조인트 또는 망원경식 부재를 이용하여 수작업으로 배치될 수 있거나 조정될 수 있을 것이고, 그에 따라 발 페달 또는 다른 입력 장치와 같은 사용자 입력을 이용하여 시스템(2B)의 높이 및 배향이 조정되도록 허용할 수 있을 것이다.
- [0140] 제4 실시예
- [0141] 도 21은 도 20의 실시예와 유사하나, 각각의 핑거(214)의 Z-축 운동을 위한 메커니즘을 더 포함하는 실시예이다. 도 20의 실시예의 슬라이드 링(126)의 이용이 상응하는 핑거 위치의 z-축 변화를 생성하지만, 도 21의 배열은, 삽입 캐놀라(212)에 대한 핑거의 축방향 위치와 독립적인 z-축 운동을 허용한다.
- [0142] 특히, 시스템이 2개의 본체 섹션(210c)을 가지고, 각각의 섹션이 중앙 트랙(136)을 따라서 길이방향으로 슬라이딩된다. 각각의 본체 섹션이 핑거 중 하나 및 그 핑거의 상응하는 전개 시스템(부재(14a), 링크(12a), 지지 슬롯(124), 전개 링(126))에 커플링된다. 일 실시예에서, 삽입 캐놀라(212)가 트랙(136)에 커플링되고, 각각의 핑거 및 그 구동 및 전개 시스템이 사용자의 수작업 푸싱/당김에 응답하여 캐놀라에 대해서 길이방향으로 이동한다. 일차적인 z-축 조정이 이제 시스템의 각각의 측부에 대한 선형 베어링을 가지는 플랫폼을 통해서 실행되는 한편, 전개 메커니즘은 톨 분리(도면에서 x-축으로서 식별됨)의 조정을 위해서 유지된다. 각각의 측부가 독립적인 전개 시스템을 가지고, 그에 따라 거리(span)가 각각의 기구에 대해서 독립적으로 제어된다는 것을 주목하여야 한다.
- [0143] 제5 실시예
- [0144] 도 22의 실시예는 도 21의 실시예와 유사하나, 보다 모듈형인 포맷으로 제공된다. 이러한 실시예는, 피치, 요, 및 롤 모터(236a, 236b, 230), 센서(130, 304)를 수용하고, 기구(100)를 수용하기 위한 개구부(128)를 포함하는 독립적인 본체 섹션(210d)을 포함한다. 각각 폴리(232), 케이블(미도시), 및 롤 구동 튜브(248)를 가지는 핑거/롤 구동부의 쌍(203a)이 제공되고, 각각이 핑거/롤 구동부(203a)가 핑거(214) 중 하나에 연결된다. 본체 섹션(210d) 모듈 내의 모터가 핑거/롤 구동부(203a) 내의 폴리(232)를 작동시켜 케이블을 인장시키고 핑거/롤 구동부(203a)를 롤링시켜 핑거를 조향하고 기구를 롤링시킬 수 있도록 하는 방식으로, 각각의 핑거/롤 구동부(203a)가 본체 섹션(210d)과 해제 가능하게 결합될 수 있다. 핑거 분리(x-축)를 위한 슬라이드 링(126)이 핑거/롤 구동부(203a) 상에 위치된다.
- [0145] 제6 실시예
- [0146] 도 20-22의 실시예에서, 피치, 롤 및 요가 감지되고, 핑거가 기구를 배치하기 위해서 전기기계적으로 제어되나, 기구의 조오 클램핑 작용 또는 다른 엔드 이펙터 작용은 기구 핸들 상의 기계적 액추에이터에 의해서 기계적으로 구동된다. 도 23의 실시예는 도 22의 실시예와 대체적으로 유사하나, 기계적 액추에이터를 가지는 핸드 기구를 이용하는 대신에, 대안적인 수술 기구(100a)를 이용한다. 기구(100a)는, 톨의 엔드 이펙터(예를 들어, 조오)를 동작시키기 위해서 활성화되는 모터 모듈 내의 모터(138)과 결합한다. 일 실시예에서, 핑거 및 롤 구동부의 제어는 이전의 실시예에 대해서 설명한 바와 같이 피치, 롤 및 요를 제어하기 위한 기구(103a)의 사용자 조작에 응답하나, 시스템은 모터(138)를 통해서 엔드 이펙터의 작동을 개시하기 위해서 입력 장치(예를 들어, 스위치, 발 페달)로부터 신호를 수신하도록 구성된 기구이다. 다른 실시예에서, 기구(103a)의 수작업 조작 대신에, 조이스틱 또는 다른 형태의 입력 장치(들)과 같은 분리된 사용자 입력 장치로부터 수신된 신호에 응답하여, 피치, 롤, 요, 및 조오 모터가 동작될 수 있을 것이다.
- [0147] 제7 실시예
- [0148] 도 24의 실시예는 도 23의 실시예와 유사하나, 도 24의 실시예는, 트랙(136)을 따라서 본체(210e) 및 핑거/롤 구동부(203a)를 전진/후퇴시키는 모터(140)를 이용하여 z-축 운동을 자동화한다. 또한, 그러한 실시예는 기계

적인 전개 메커니즘을 배제하고, 그 대신에, 각각의 본체(210e) 내의 부가적인 모터(142)를 이용하여 핑거의 x-축 방향 또는 측방향 배치를 자동화한다. 모터(142)가 요소(14a)를 전진/후퇴시켜 전개 및 x-축 배치를 위해서 링크(12a)를 확장시킨다.

[0149] z- 및 x-축 운동의 자동화는, 기계적인 z- 및 x-축 운동을 이용하여 달성될 수 있는 것 보다 우수한 기구의 복잡한 용적(volumetric) 운동을 허용한다. 동적인 z-축을 제공하는 것은 기구의 증가된 도달거리(reach)를 증가시키는 한편, 동적인 x-축을 도입하는 것은 기구 선단부의 복잡한 배향 운동을 가능하게 한다. x-축 조정 중에 링크(12a)의 피봇팅으로부터 초래되는 z-축 변화를 상쇄하기 위해서 핑거의 z-축 위치를 자동적으로 조정하는 것에 의해서, x-방향을 따른 선단부 운동이 어느 정도 z-방향 운동으로부터 분리될 수 있다.

[0150] 도 25는, 기구 핸들 및 샤프트로부터 분리된 입력 장치를 이용하는 도 23 및 24의 시스템과 같은 시스템에서 이용될 수 있는 사용자 입력 장치의 단지 하나의 예를 도시한다. 도 25에 도시된 입력 장치(500)는, 수술 기구의 희망 위치에 따라서 사용자에게 의해서 조작되는 핸들을 포함한다. 입력 장치는 적어도 4개의 센서(제어 핸들 내의 다수의 피봇 조인트와 연관됨) 및 기구의 엔드 이펙터에서 성취하고자 하는 파지 로드를 시뮬레이팅하기 위한 액추에이터(502)를 포함한다. 입력 장치가 디지털 통신 와이어를 통해서 본체(210d, 210e)에 연결되고, 바람직하게 멸균 필드 내에서, 환자 옆에서 본체(210d, 210e)에 또는 그 근처에 위치될 수 있다. 예를 들어, 입력 장치(500) 및 본체가 공통 아암(예를 들어, 아암(204)) 상에, 공통 카트 또는 다른 고정물(예를 들어, 동작 테이블 또는 천장 장착부)에 의해서 지지되는 다른 아암 상에, 또는 동일하거나 상이한 고정물 상의 분리된 아암 상에 배치될 수 있을 것이다. 도 23 및 24의 시스템이 여러 가지 상호교환이 가능한 툴(100a)을 구비할 수 있을 것이고, 각각의 툴이 상이한 엔드 이펙터를 가지며, 그에 따라 사용자가 수술 시술 과정 중에 필요에 따라서 툴 모듈을 교환할 수 있게 허용한다.

[0151] 제8 실시예

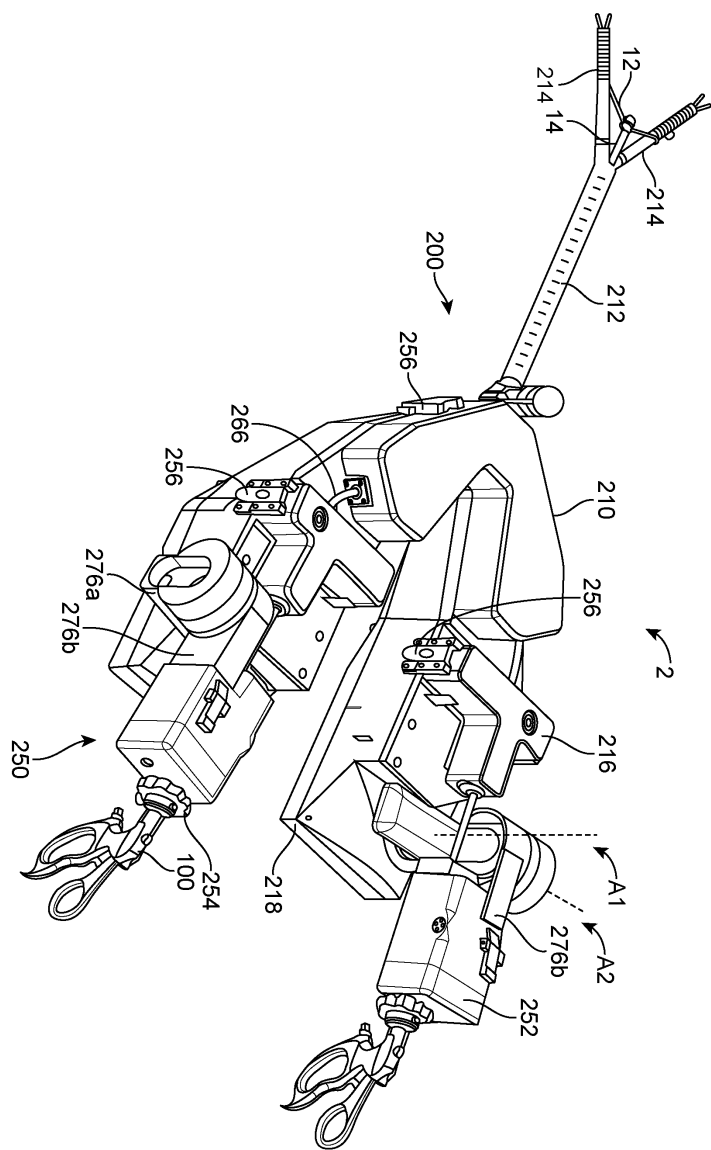
[0152] 도 26은 제1 실시예와 유사한 시스템(2E)을 도시한다. 그러나, 핑거 구동 조립체(203), 롤 구동부(216), 명령 인터페이스(250), 모터 구동부 및 연관된 전자장치가 단일 구성요소 내로 통합된다. 2개의 조향 모터(236a, 236b)가 시스템(2E)의 각 측부 상에서, 각각의 쌍의 케이블에 대해서 하나씩 도시되어 있다. 그러나, 그 대신에, 각각의 케이블이 그 자체의 전용 모터를 가질 수 있을 것이다.

[0153] 특정 실시예를 전술하였지만, 이러한 실시예가 예로서 제시된 것이고, 제한적이 아니라는 것을 이해하여야 할 것이다. 본원 발명의 사상 및 범위로 부터 벗어나지 않고도 여러 가지 형태 및 상세 내용의 변화가 이루어질 수 있다는 것이 당업자에게 자명할 것이다. 이는, 추후에 개발될 수 있는 종래 기술(들)의 기술 및 용어에 비추어 볼 때 특히 그러하다. 또한, 여러 가지 개시된 실시예의 특징이 여러 가지 방식으로 조합되어 여러 가지 부가적인 실시예를 생성할 수 있을 것이다.

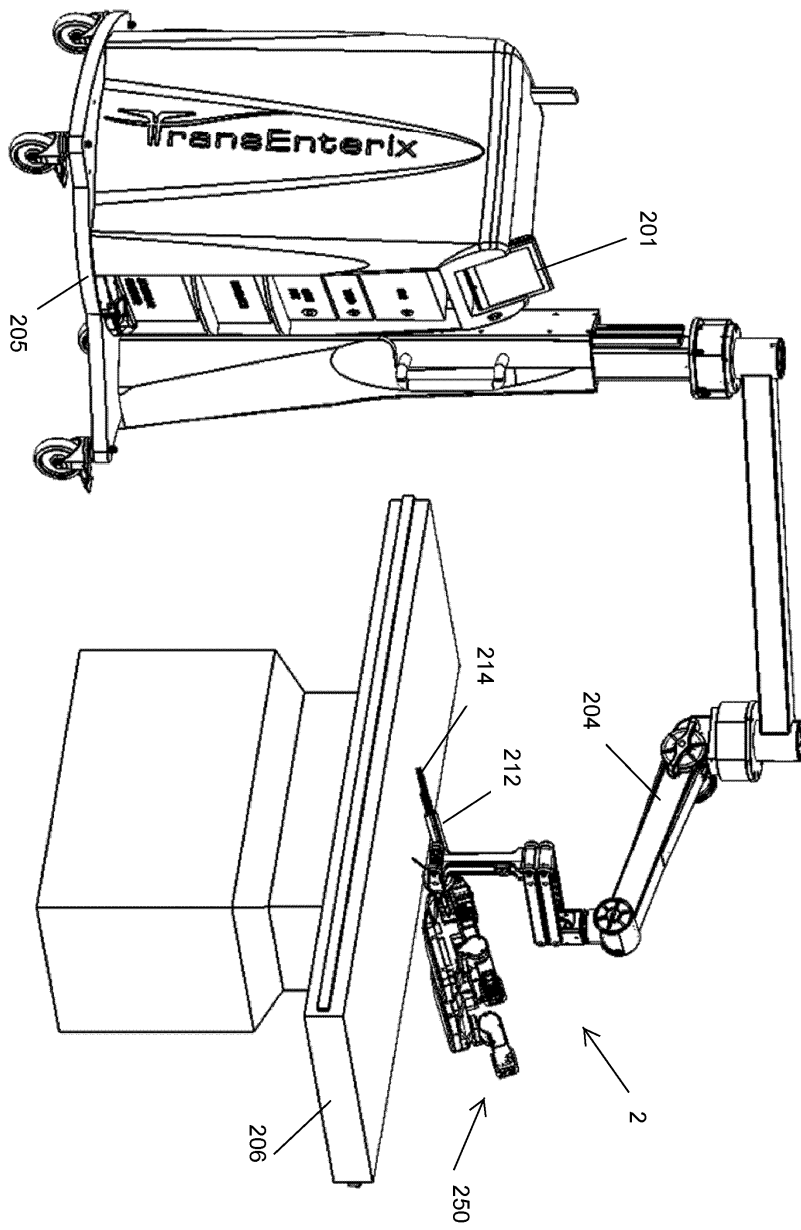
[0154] 우선권 목적을 포함하여, 앞서서 인용된 임의의 그리고 모든 특허, 특허 출원 및 발행된 공보가 여기에서 참조로서 포함된다.

도면

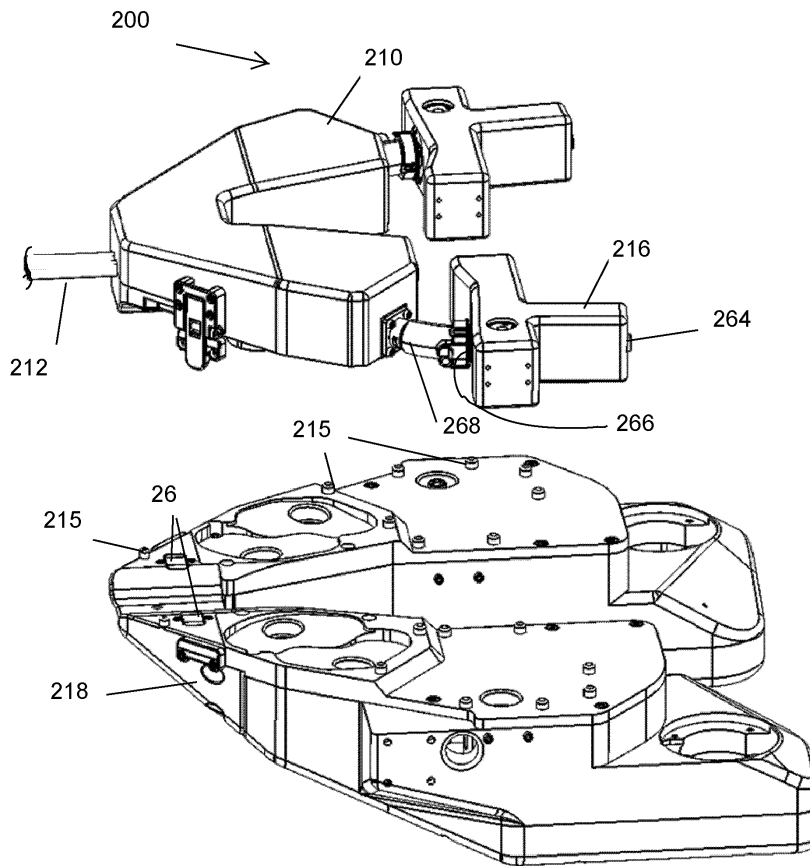
도면1a



도면1b

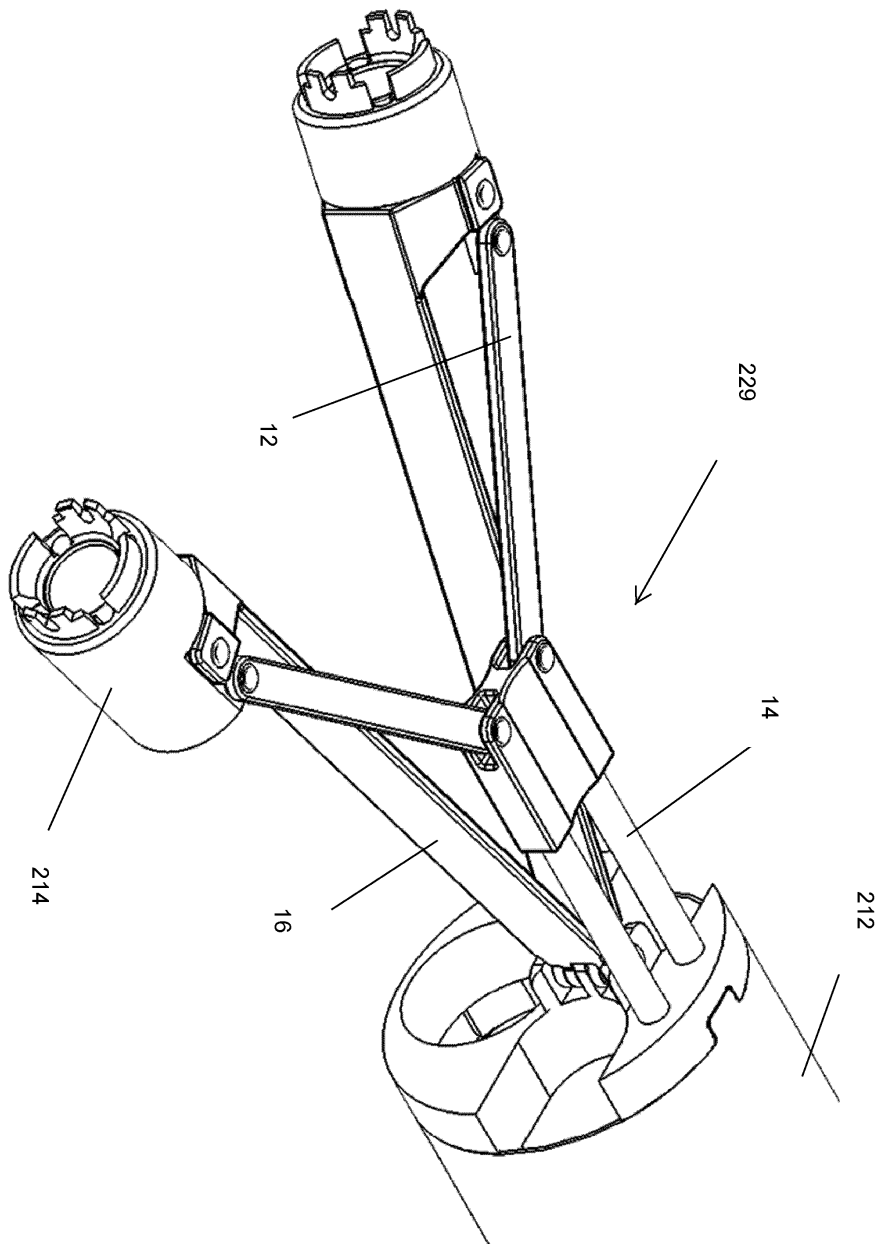


도면1c

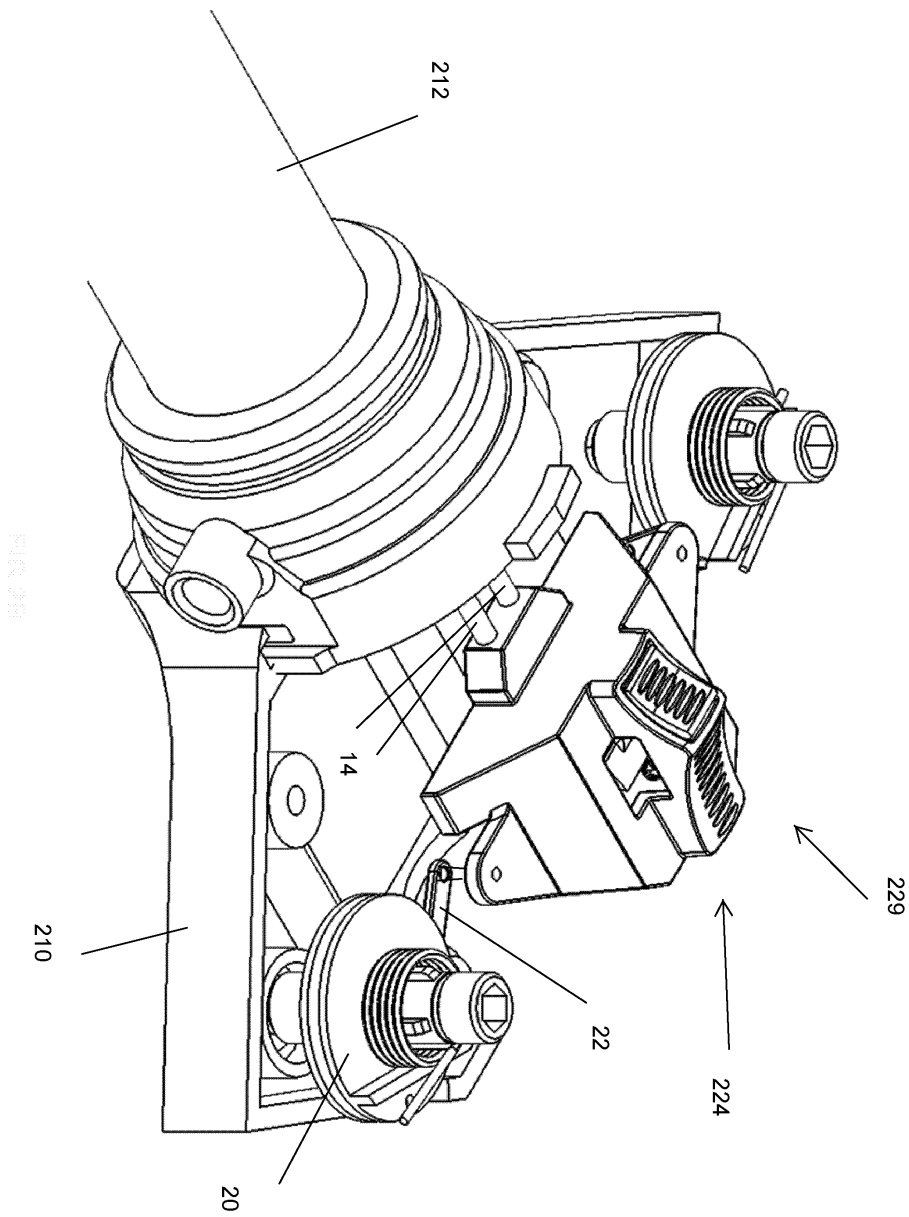




도면2a

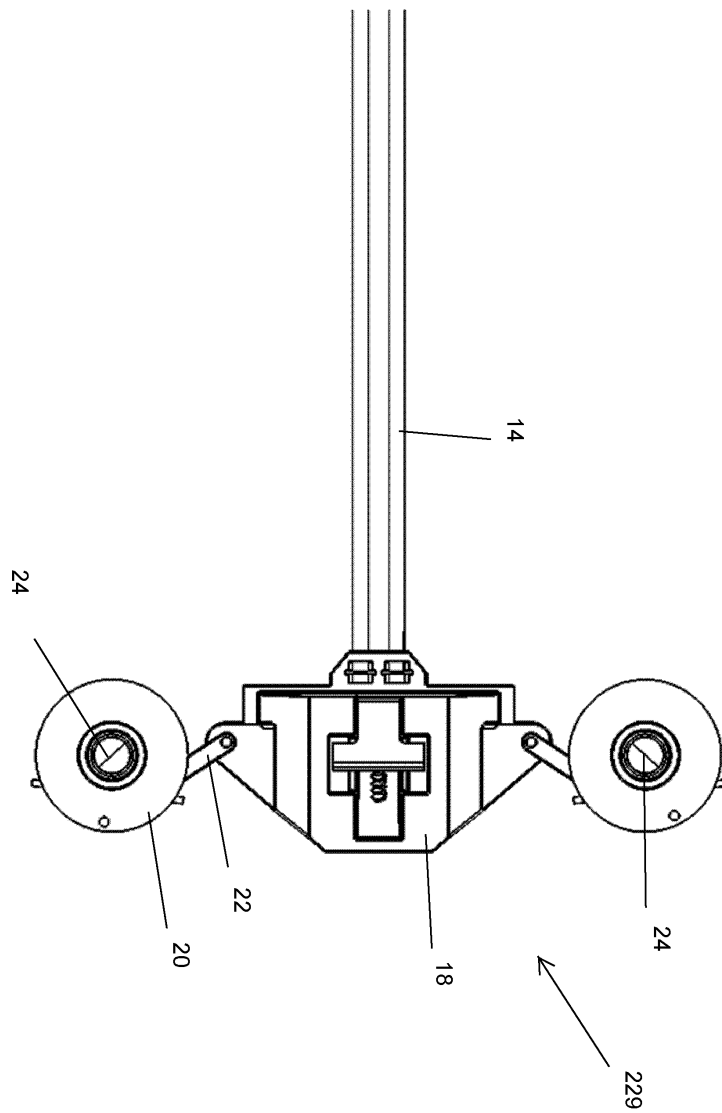


도면2b

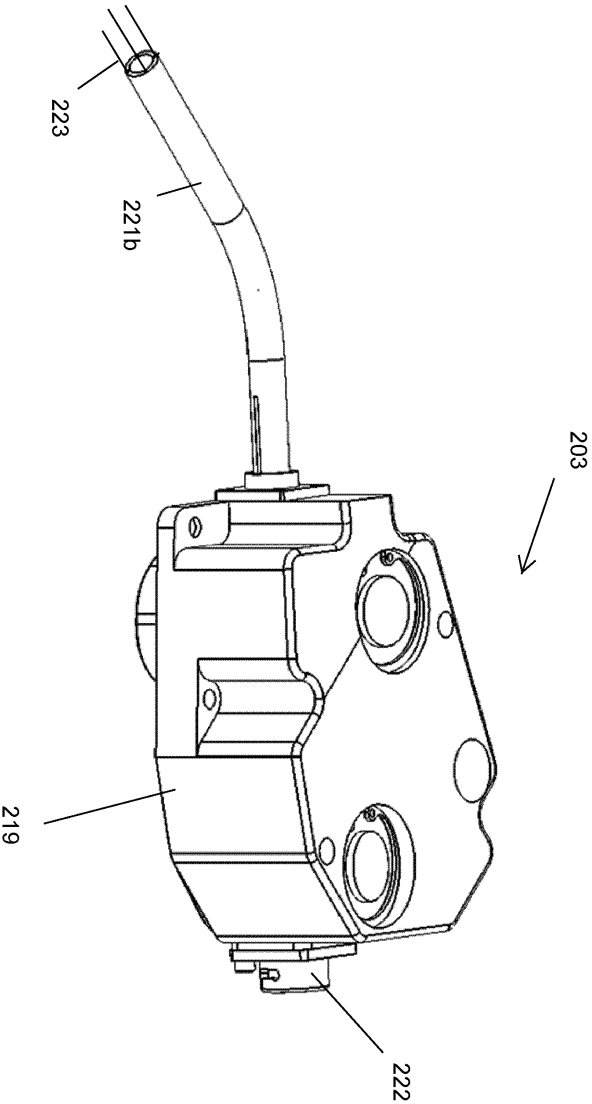




도면2c



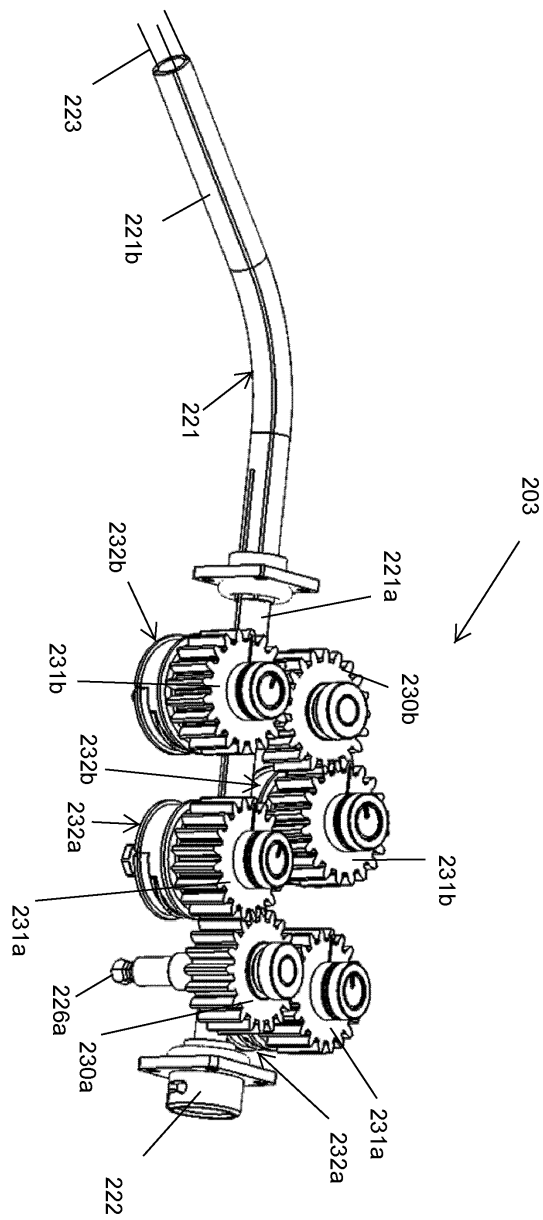
도면3



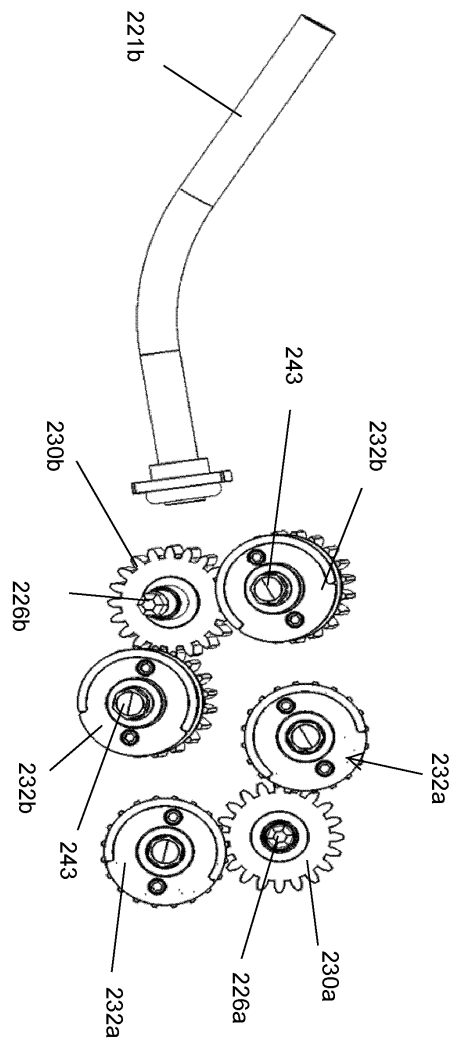
도면4

삭제

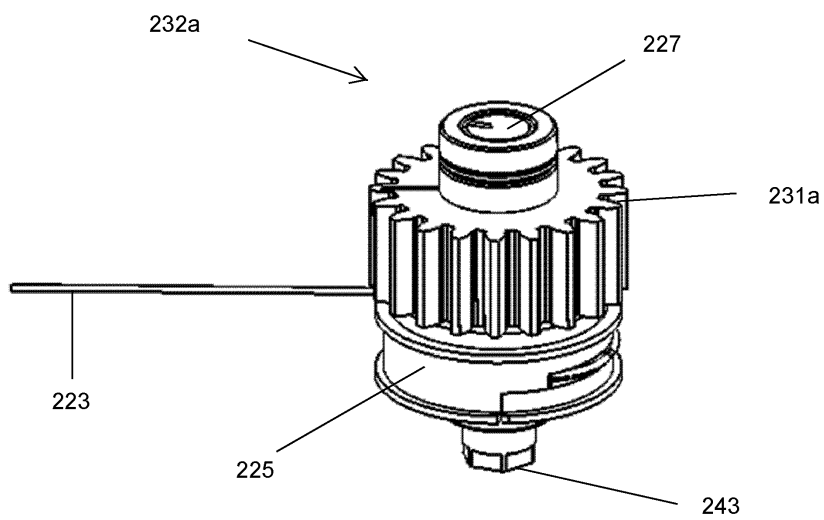
도면4a



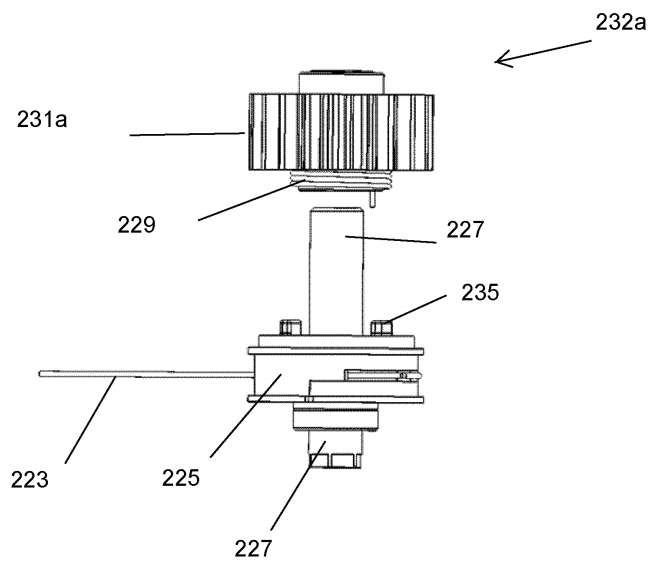
도면4b



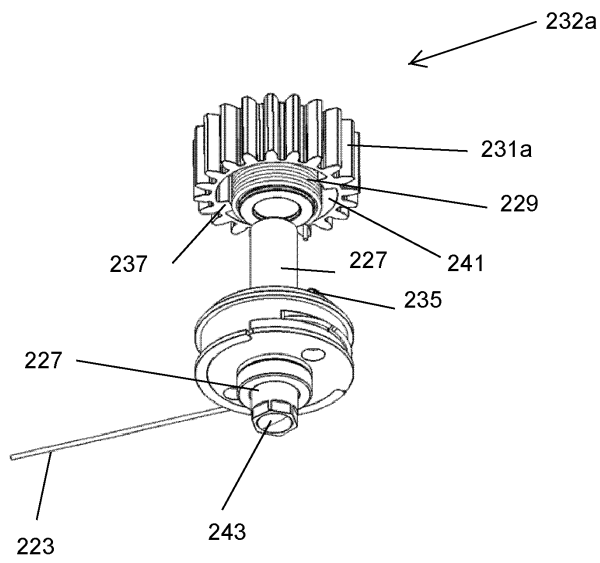
도면5a



도면5b



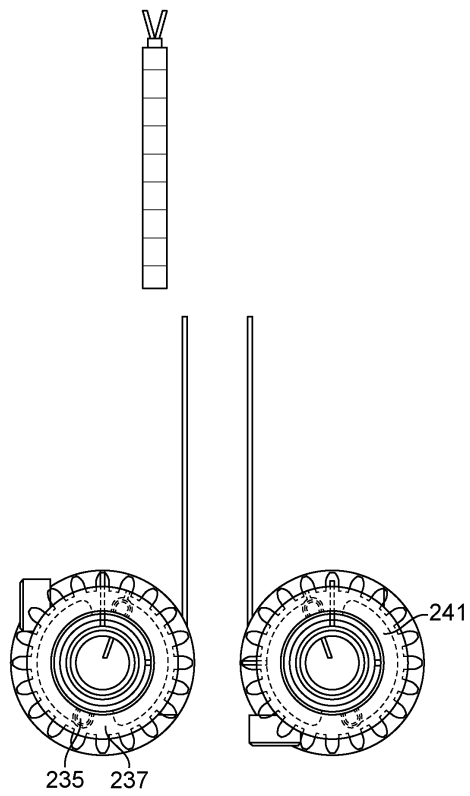
도면5c



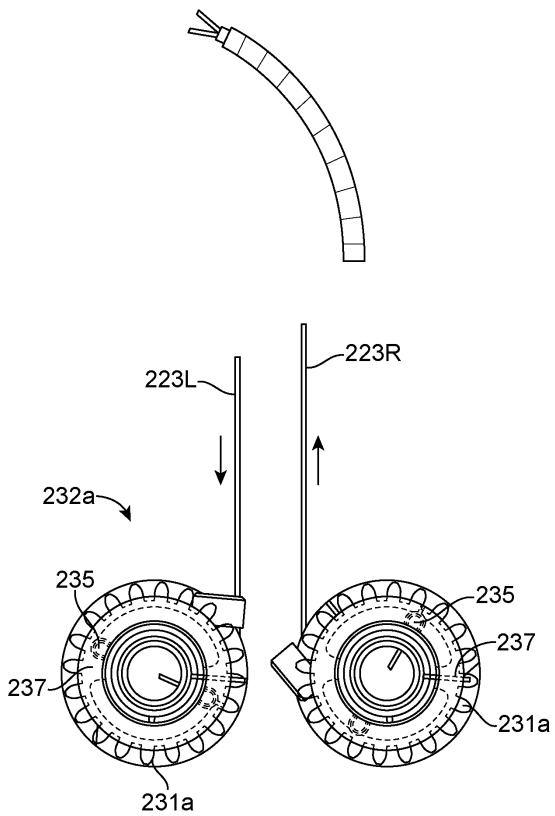
도면6

삭제

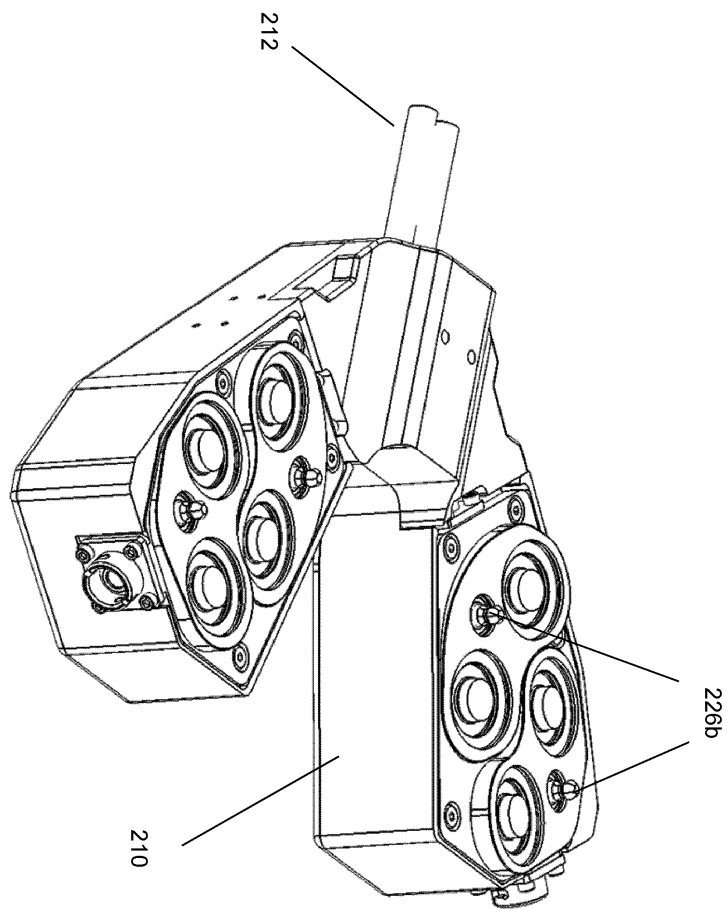
도면6a



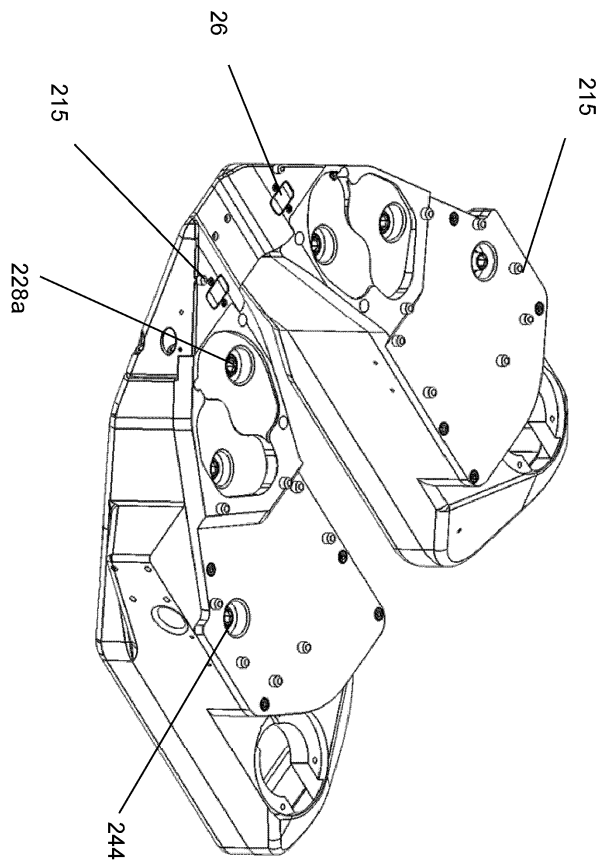
도면6b



도면7a

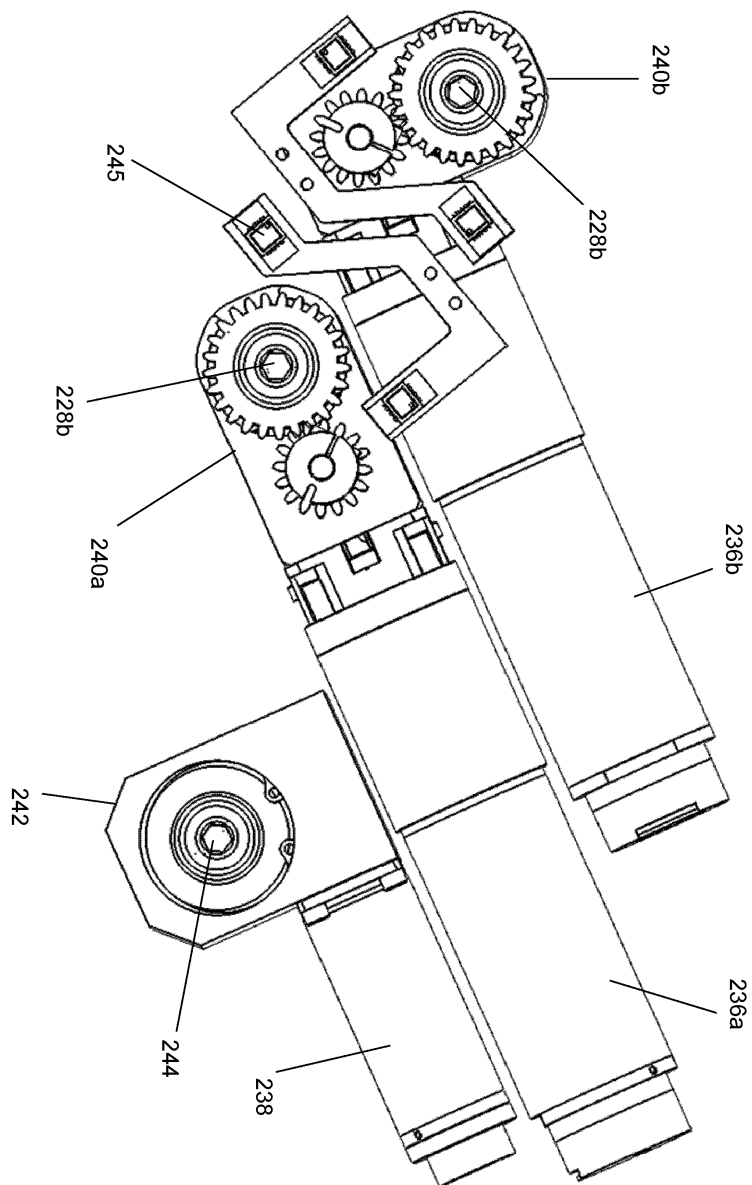


도면7b

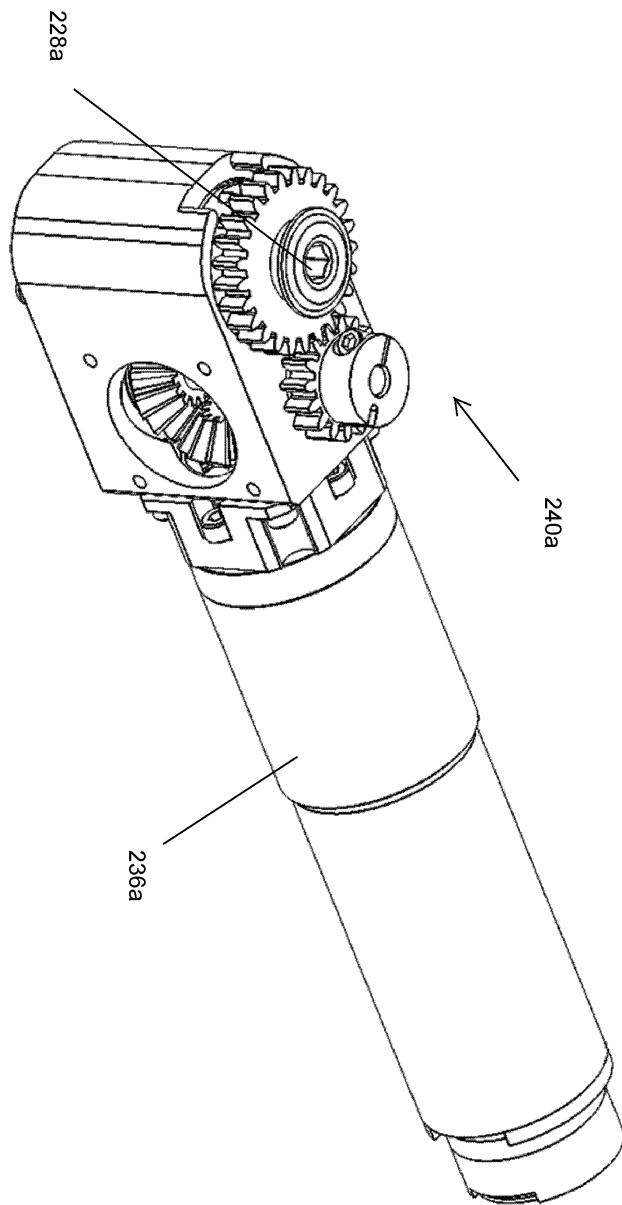




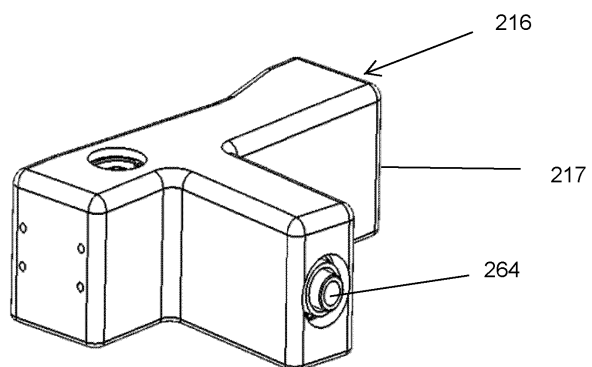
도면8a



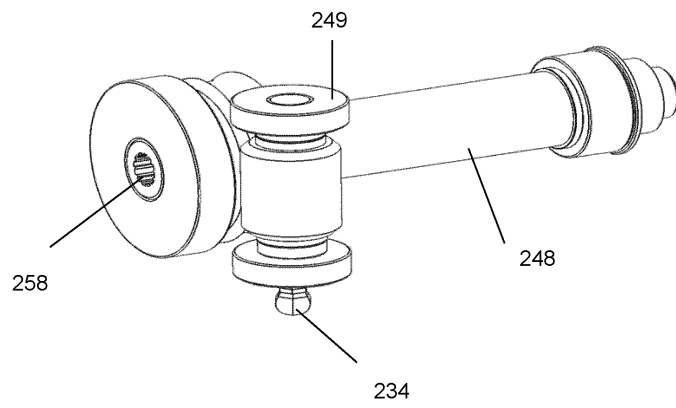
도면8b



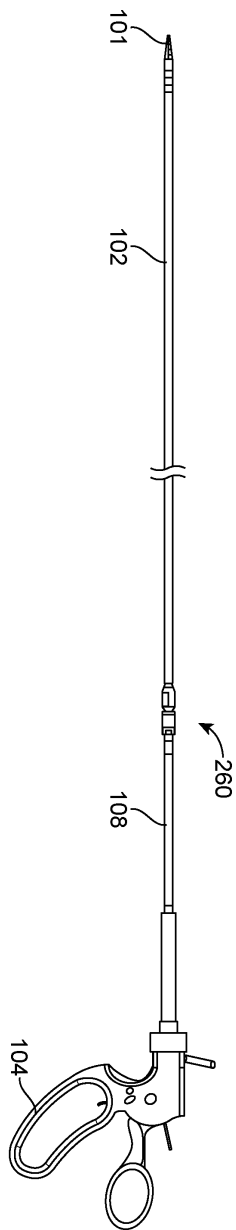
도면9



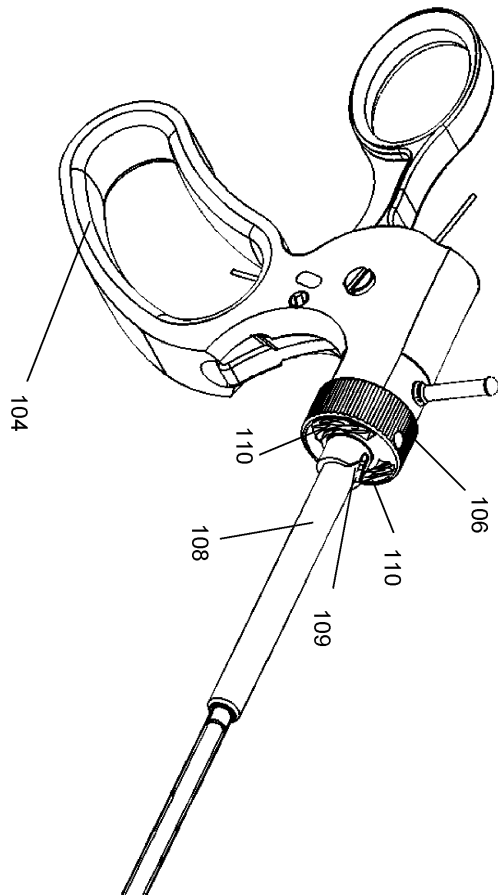
도면10



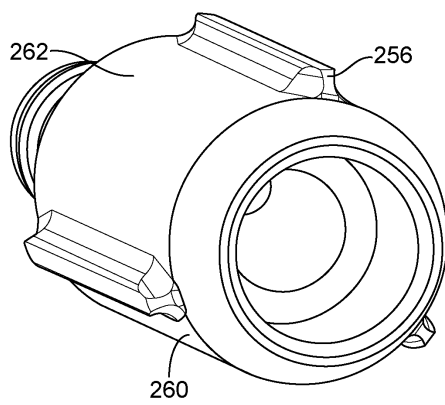
도면11a



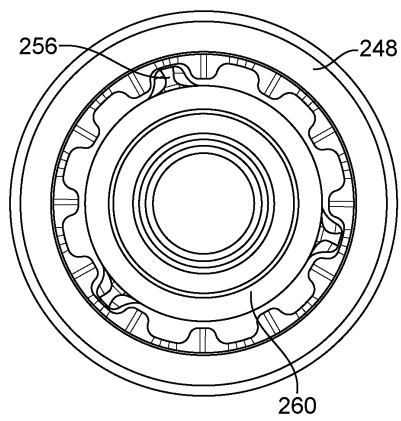
도면11b



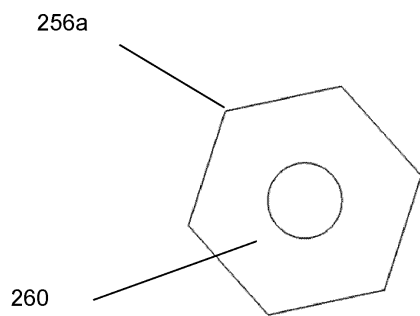
도면12a



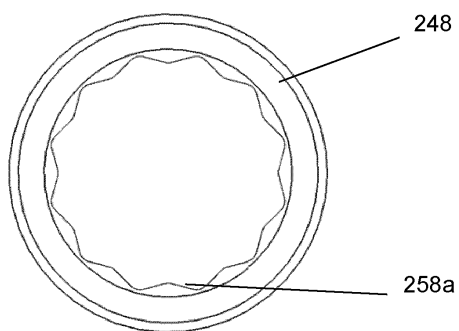
도면12b



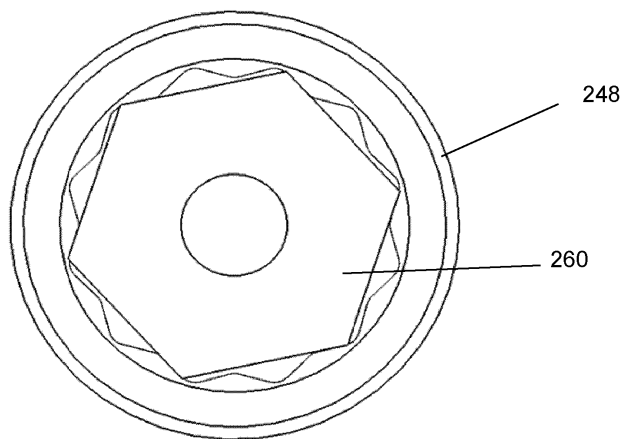
도면13a



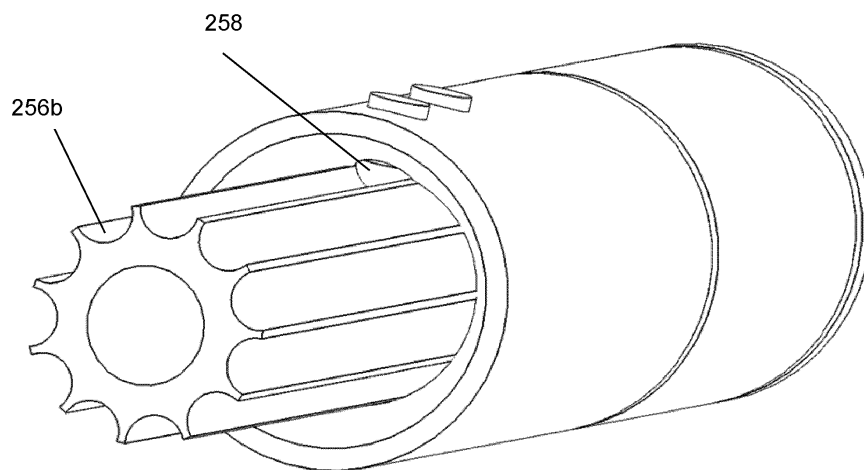
도면13b



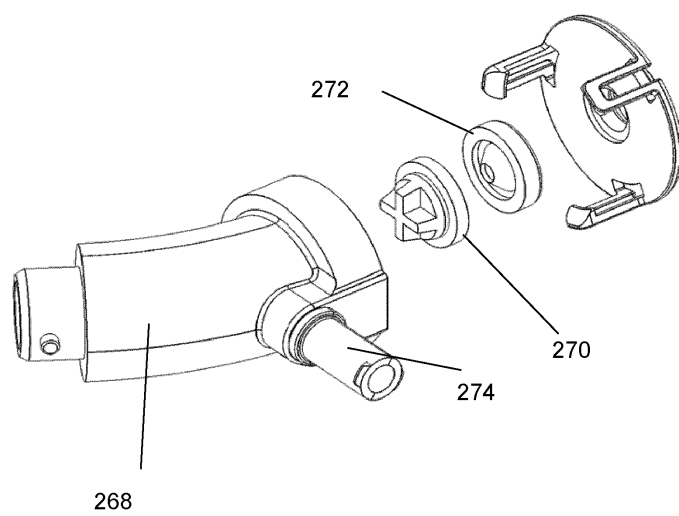
도면13c



도면14

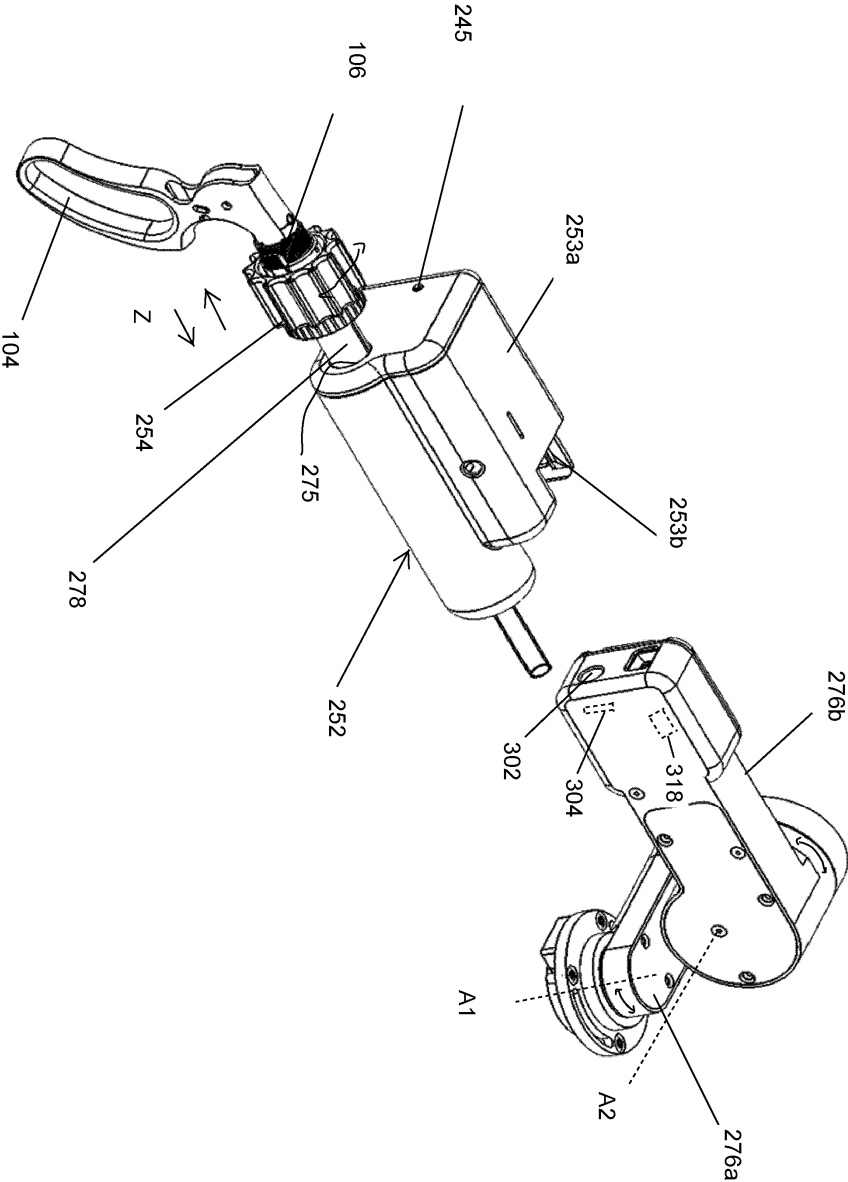


도면15

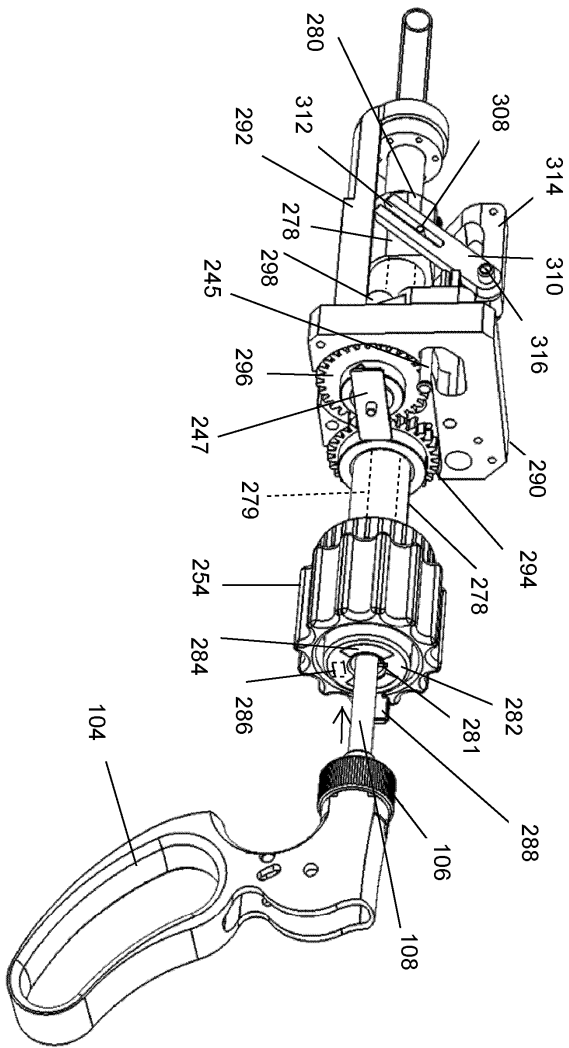




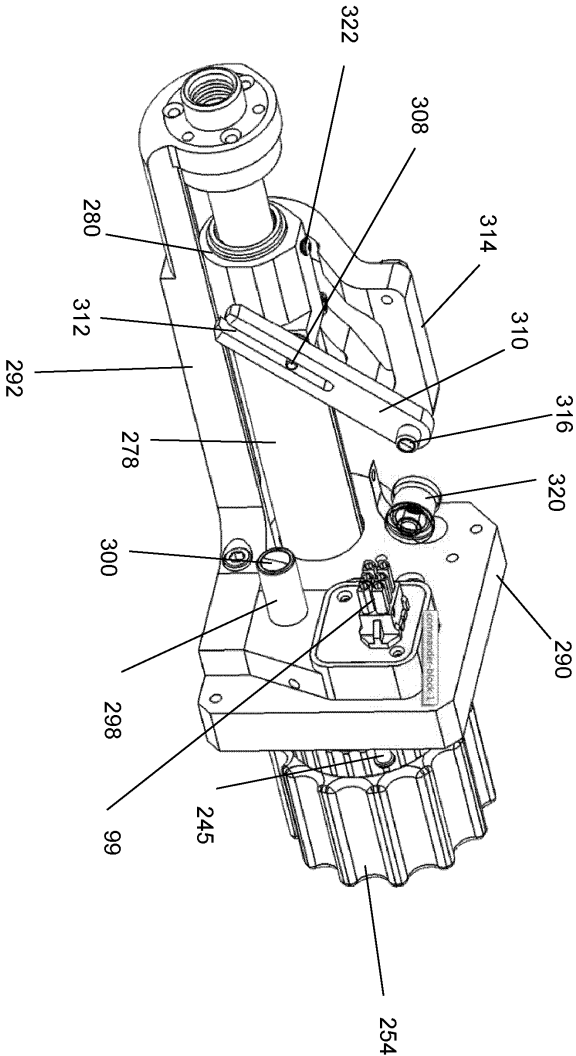
도면16



도면17a



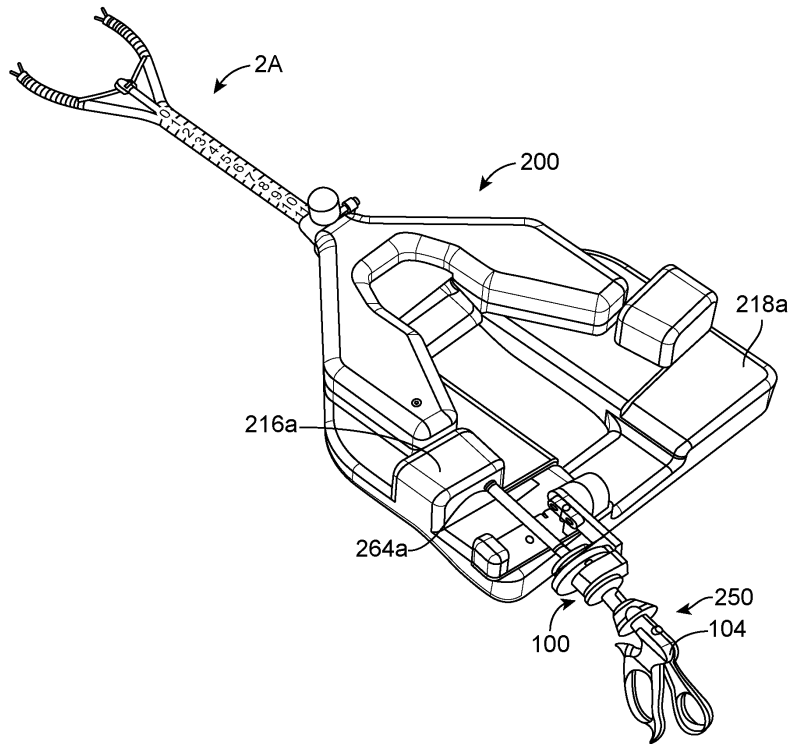
도면17b



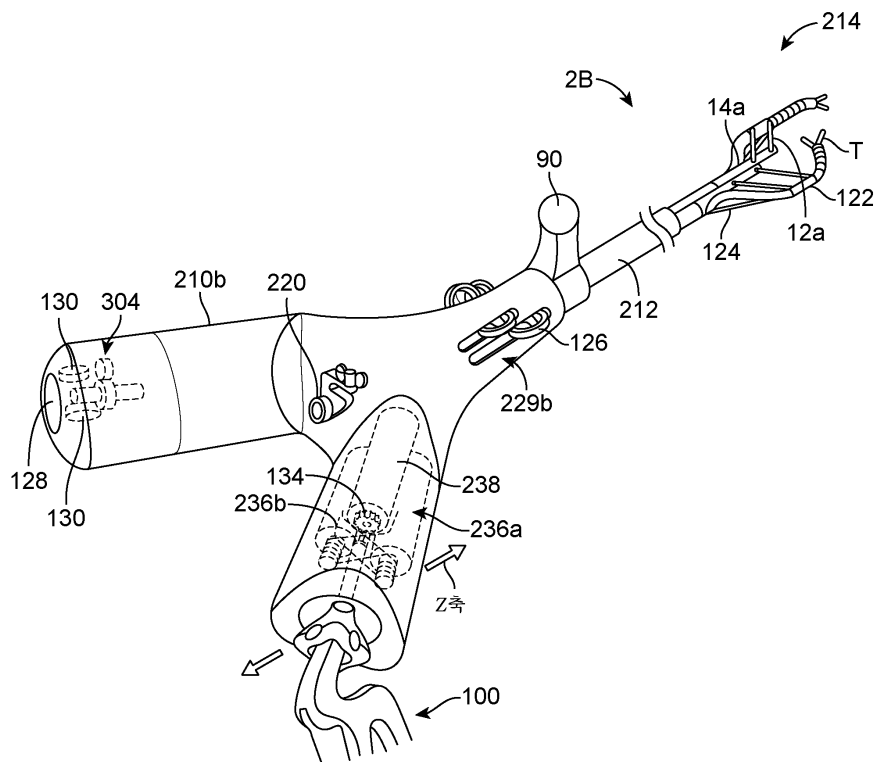




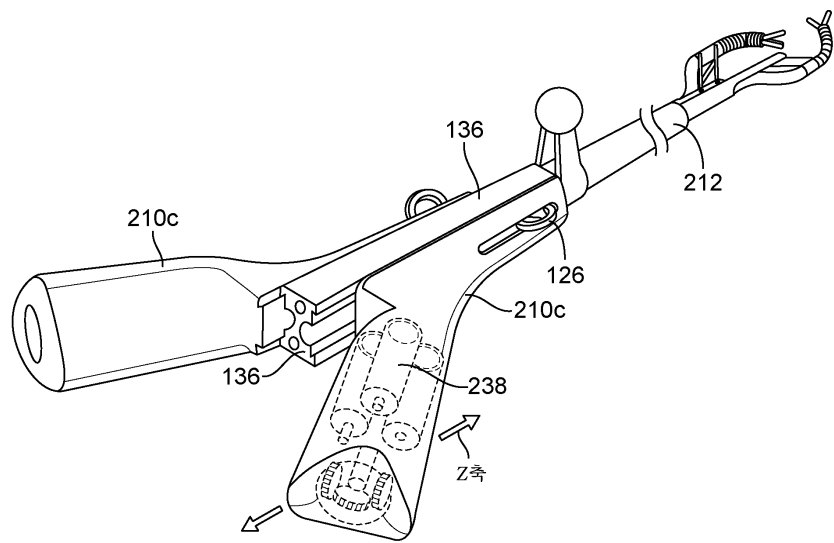
도면19



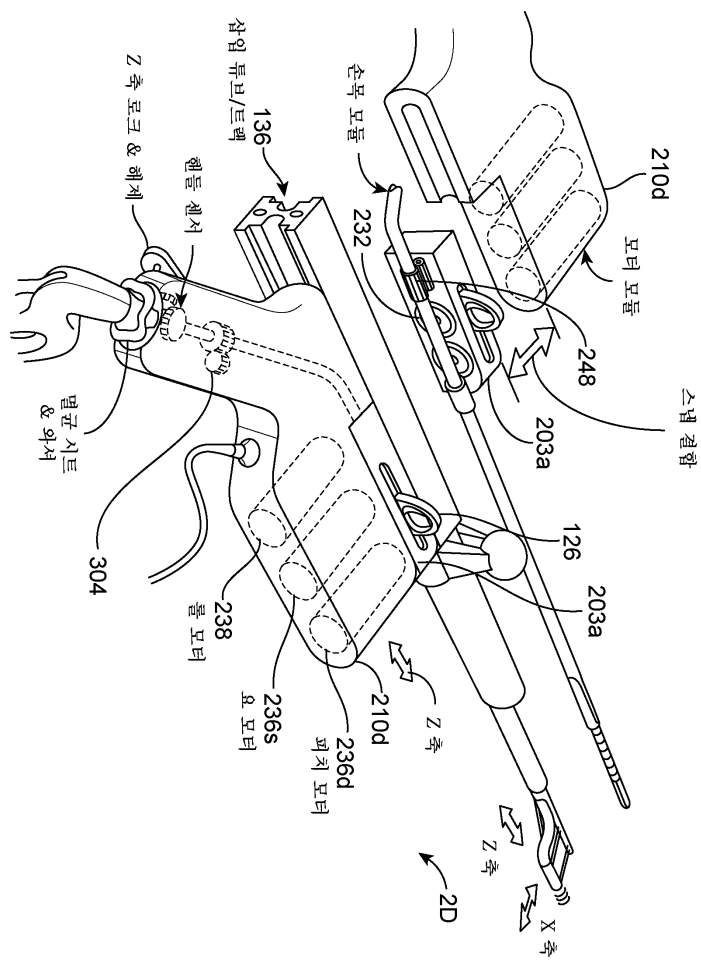
도면20



도면21

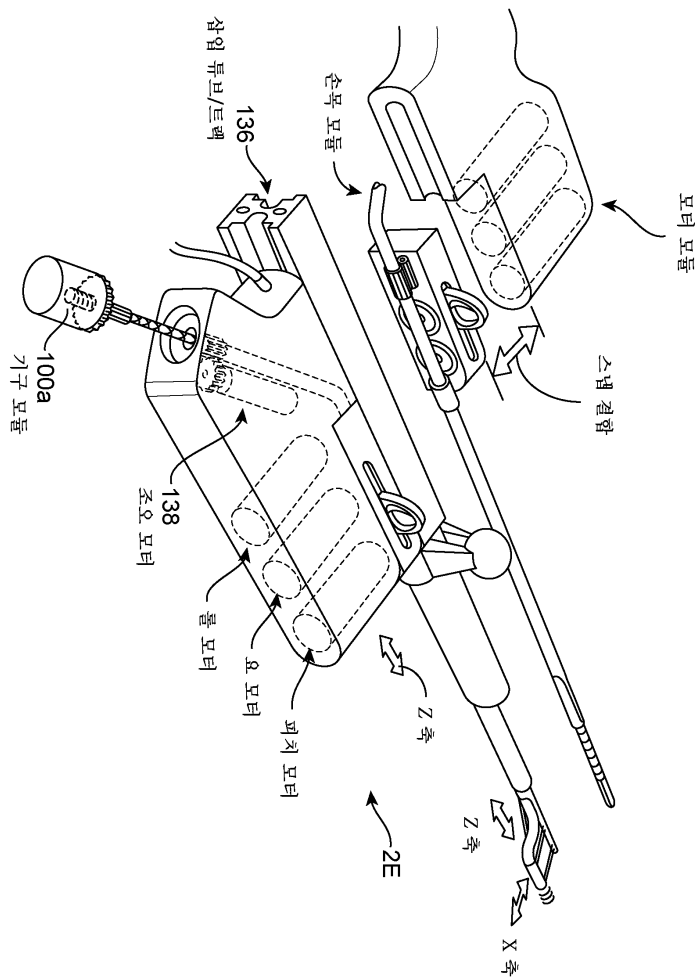


도면22

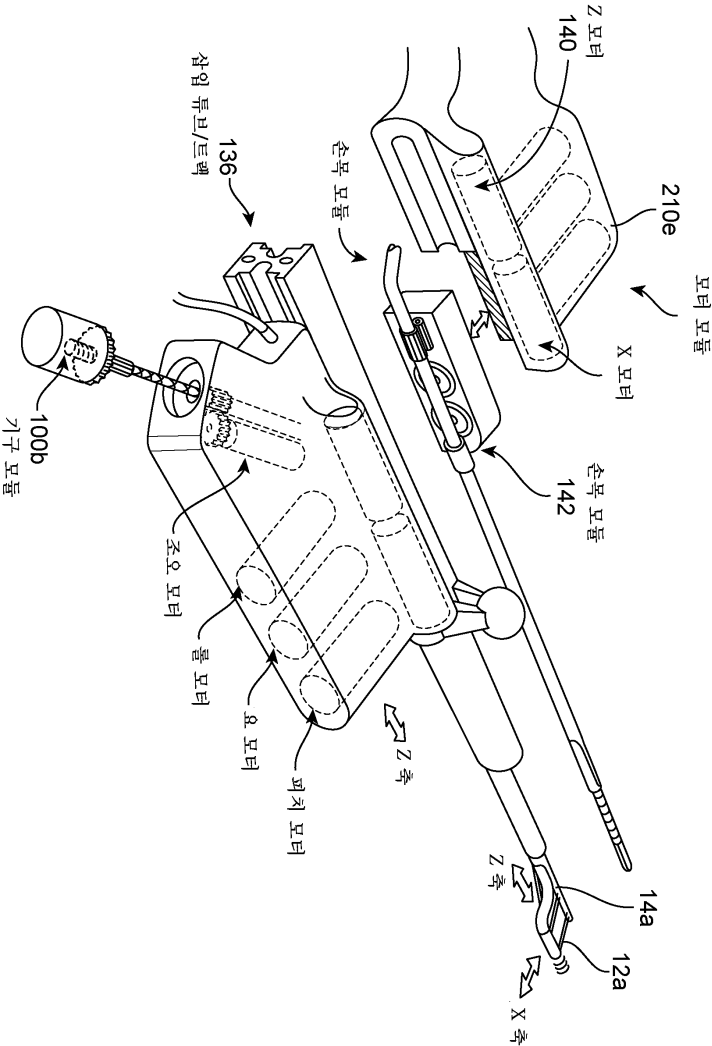




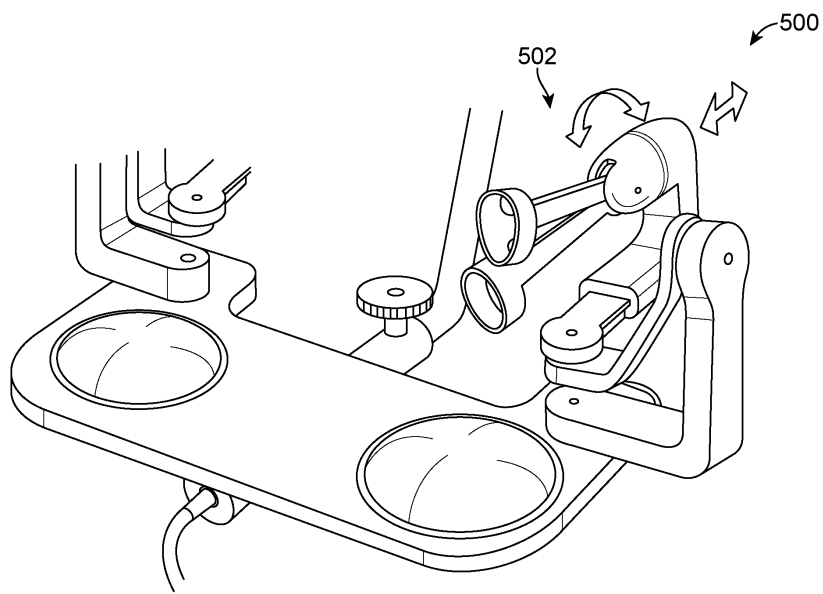
도면23



도면24



도면25



도면26

