



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년12월03일

(11) 등록번호 10-1924394

(24) 등록일자 2018년11월27일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 34/00 (2016.01) **A61B 17/00** (2006.01)
A61B 17/29 (2006.01) **A61B 34/30** (2016.01)
- (52) CPC특허분류
A61B 34/71 (2016.02)
A61B 2017/00477 (2013.01)
- (21) 출원번호 **10-2017-7033270(분할)**
- (22) 출원일자(국제) **2010년11월12일**
 심사청구일자 **2017년11월20일**
- (85) 번역문제출일자 **2017년11월17일**
- (65) 공개번호 **10-2017-0129968**
- (43) 공개일자 **2017년11월27일**
- (62) 원출원 특허 **10-2017-7019800**
 원출원일자(국제) **2010년11월12일**
 심사청구일자 **2017년08월02일**
- (86) 국제출원번호 **PCT/US2010/056610**
- (87) 국제공개번호 **WO 2011/060318**
 국제공개일자 **2011년05월19일**
- (30) 우선권주장
 61/260,919 2009년11월13일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 US04642021 A*
 EP1782927 A
 JP03501233 A*
 JP2007289726 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
인튜어티브 서지컬 오퍼레이션즈 인코포레이티드
 미국 캘리포니아 94086 서니베일 키퍼 로드 1020
- (72) 발명자
닥스2세 그레고리 더블류
 미국 캘리포니아 94086 서니베일 아파트먼트 2 리드 테라스 1046
머피 토드 이.
 미국 캘리포니아 94306 팔로알토 커트너 에비뉴 #3 250
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인와이에스장

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 도민환

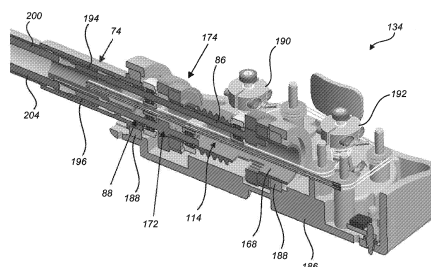
(54) 발명의 명칭 **독립적으로 회전하는 부재 내의 병렬 구동 샤프트들을 위한 모터 연결부**

(57) 요약

독립적으로 회전하는 부재 내에 분기형 구동 샤프트의 사용을 통합한 메커니즘, 조립체, 시스템, 도구 및 방법이 제공된다. 예시적인 메커니즘은 기부 및 기부에 대해 회전할 수 있도록 장착된 메인 샤프트, 메인 샤프트 내부에 장착된 제 1 구동 샤프트, 및 제 1 구동 샤프트와 맞물리는 제 1 구동 특징부를 포함한다. 메인 샤프트는 근

(뒷면에 계속)

대표도



단부, 원단부, 및 이들 사이에 한정된 메인 샤프트 회전축을 포함한다. 제 1 구동 샤프트는 메인 샤프트 회전축으로부터 분기된다. 제 1 구동 특징부 회전축은 제 1 구동 특징부에 대해 한정되고, 메인 샤프트가 회전함에 따라서 기부에 대해 고정된다. 제 1 구동 특징부는 제 1 구동 샤프트를 회전시킨다.

(52) CPC특허분류

A61B 2017/2902 (2013.01)

A61B 2034/304 (2016.02)

(72) 발명자

버뱅크 윌리엄 에이.

미국 콘네티컷 06482 샌디 후크 올드 그린 로드 2

맥도날드 윌리엄

미국 캘리포니아 95051 산타 클라라 트레이시 드라
이브 3410

세나 브루스 엠.

미국 캘리포니아 94025 멘로 파크 포페 스트리트
414

명세서

청구범위

청구항 1

회전가능한 메인 샤프트 내에 이어진 오프셋 구동 샤프트를 통해 토크를 전달하는 방법에 있어서, 상기 방법은 제어 케이블 구동 특징부를 기부에 대해 고정된 위치에서 지지하는 단계;

메인 샤프트가 메인 샤프트 회전축을 중심으로 회전하도록, 메인 샤프트를 상기 기부에 대해 회전하도록 지지하는 단계;

구동 샤프트가 상기 메인 샤프트 회전축으로부터 이격된 구동 샤프트 회전축을 중심으로 회전하도록, 구동 샤프트를 상기 메인 샤프트에 대해 회전하도록 지지하는 단계;

상기 구동 샤프트를, 상기 메인 샤프트가 회전하는 동안 상기 기부에 대해 고정된 구동 특징부 회전축을 가진 구동 특징부와 맞물리는 단계;

상기 메인 샤프트를 상기 기부에 대해 회전시키는 단계;

상기 구동 샤프트를 상기 메인 샤프트에 대해 회전시키기 위해, 상기 메인 샤프트에 대해 상기 구동 특징부를 회전시키는 단계; 및

상기 메인 샤프트에 대해 단부 작동기를 관절화하기 위해, 상기 제어 케이블 구동 특징부와 맞물리고 상기 메인 샤프트를 통해 상기 메인 샤프트에 연결된 단부 작동기에 이어지는 제어 케이블을 가동시키기 위해, 상기 제어 케이블 구동 특징부를 가동시키는 단계;를 포함하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 메인 샤프트가 상기 기부에 대해 회전하고, 동시에 상기 구동 샤프트가 상기 메인 샤프트에 대해 회전하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 메인 샤프트 회전축과 상기 구동 특징부 회전축은 일치하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 메인 샤프트에 대한 상기 구동 샤프트의 회전을 통해서 상기 단부 작동기의 메커니즘을 가동시키는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 집계를 제 2 제어 케이블 구동 특징부와 가동력을 전달하도록 연결하는 제 2 제어 케이블을 가동시키기 위해 상기 기부에 대해 고정된 위치를 가지면서 상기 기부와 연결된 제 2 제어 케이블 구동 특징부를 가동시킴으로써 상기 단부 작동기의 집계를 관절화하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서, 제 2 구동 샤프트가 상기 메인 샤프트 회전축으로부터 이격된 제 2 구동 샤프트 회전축을 중심으로 회전하도록, 제 2 구동 샤프트를 상기 메인 샤프트 내에서 상기 메인 샤프트에 대해 회전하도록 지지하는 단계;

상기 제 2 구동 샤프트를, 상기 메인 샤프트가 회전하는 동안 상기 기부에 대해 고정된 제 2 구동 특징부 회전축을 가진 제 2 구동 특징부와 맞물리는 단계;

상기 제 2 구동 샤프트를 상기 메인 샤프트에 대해 회전시키기 위해, 상기 메인 샤프트에 대해 상기 제 2 구동

특징부를 회전시키는 단계; 및

상기 메인 샤프트에 대한 상기 제 2 구동 샤프트의 회전을 통해서 상기 단부 작동기의 제 2 메커니즘을 가동시키는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 메인 샤프트 회전축, 상기 구동 특징부 회전축 및 상기 제 2 구동 특징부 회전축은 일치하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서, 집계를 제 2 제어 케이블 구동 특징부와 가동력을 전달하도록 연결하는 제 2 제어 케이블을 가동시키기 위해 상기 기부에 대해 고정된 위치를 가지면서 상기 기부와 연결된 제 2 제어 케이블 구동 특징부를 가동시킴으로써 상기 단부 작동기의 집계를 관절화하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서, 상기 메인 샤프트가 상기 기부에 대해 회전하고, 동시에 상기 제 2 구동 샤프트가 상기 메인 샤프트에 대해 회전하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 구동 특징부는 상기 구동 샤프트와 가동력을 전달하도록 연결되고 상기 메인 샤프트에 있는 개구를 통해서 뺀어 있는 바깥쪽 기어 톱니와 맞물리는 안쪽 링 기어를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 35 U.S.C. § 119(e) 하에 미국 특허출원 제61/260,919호(2009년 11월 13일 제출; 발명의 명칭 "독립적으로 회전하는 부재 내의 병렬 구동 샤프트들을 위한 모터 인터페이스")의 우선권을 주장하며, 이것은 본원에 참고자료로서 포함된다. 본 출원은 또한 미국 특허출원 No. xx/xxx,xxx(동시 제출; 발명의 명칭 "링킹된 당김 막대에 의한 손목 관절동작") [대리인 사건 번호 No. ISRG 02320/US], 미국 특허출원 No. xx/xxx,xxx(동시 제출; 발명의 명칭 "이중 만능 조인트") [대리인 사건 번호 No. ISRG 02340/US], 미국 특허출원 No. xx/xxx,xxx(동시 제출; 발명의 명칭 "2 자유도의 손목을 구비한 수술 도구") [대리인 사건 번호 No. ISRG 02350/US], 및 미국 특허출원 No. xx/xxx,xxx(동시 제출; 발명의 명칭 "여분의 닫힘 메커니즘을 가진 단부 작동기") [대리인 사건 번호 No. ISRG 02330/US]와 관련되며, 이들은 모두 본원에 참고자료로서 포함된다.

배경 기술

[0002] 최소 침습 수술 기술은 진단이나 수술 과정 동안 손상되는 무관한 조직의 양의 감소와 그에 따른 환자 회복시간, 불편함 및 해로운 부작용의 감소를 목표로 한다. 결과적으로, 최소 침습 수술 기술을 사용하면 표준 수술의 평균 입원기간이 상당히 단축될 수 있다. 또한, 최소 침습 수술의 경우 환자 회복시간, 환자 불편함, 수술 부작용 및 휴식기간이 줄어들 수 있다.

[0003] 최소 침습 수술의 통상적 형태는 내시경이고, 내시경의 통상적 형태는 복강경으로서, 이것은 복강 안에서의 최소 침습 검사 및 수술이다. 표준 복강경 수술에서는 환자의 복부에 가스를 불어넣은 다음, 캐놀라 슬리브를 작은 절개부(약 1/2 인치 이하)를 통해 통과시켜 복강경 기구를 위한 진입구를 제공한다.

[0004] 복강경 수술 기구는 일반적으로 수술 영역을 보기 위한 내시경과 수술 부위에서 작업하기 위한 도구를 포함한다. 작업 도구는 전형적으로 종래의(개방) 수술에서 사용되는 것들과 유사하며, 다만 각 도구의 작업 단부 또는 단부 작동기가 연장 튜브(예를 들어, 기구 샤프트 또는 메인 샤프트라고도 한다)에 의해서 손잡이로부터 분리되어 있다. 단부 작동기는, 예를 들어 클램프, 그래스퍼, 가위, 스테플러, 소작 도구, 직선 커터, 또는 니들 홀더를 포함할 수 있다.

[0005] 수술 과정을 수행하기 위해서, 의사는 작업 도구들을 캐놀라 슬리브를 통해 안쪽 수술 부위까지 통과시켜 보내

고, 이들을 복부 바깥에서 조작한다. 의사는 내시경이 찍은 수술 부위의 영상을 표시하는 모니터에 의해서 과정을 주시한다. 유사한 내시경 기술이, 예를 들어 관절경, 후복막강경, 골반경, 신장경, 방광경, 뇨조경(cisternoscopy), 부비동경, 자궁경, 요도경 등에서 이용된다.

[0006] 최소 침습 원격수술 로봇 시스템은 내부 수술 부위에서 작업할 때 의사의 손놀림을 좋게 하고, 의사가 먼 곳에서(멸균 영역 바깥에서) 환자를 수술할 수 있게 하기 위해 개발되고 있다. 원격수술 시스템에서 의사는 주로 제어 콘솔에서 수술 부위의 영상을 제공받는다. 적합한 뷰어 또는 디스플레이 상에서 수술 부위의 3-차원 영상을 보면서 의사는 제어 콘솔의 주 입력장치 또는 제어장치를 조작함으로써 환자에 대해 수술 과정을 수행한다. 주 입력장치는 각각 서보-메커니즘 방식으로 가동되는/관절화되는 수술 기구의 동작을 제어한다. 수술 과정 동안 원격수술 시스템은 의사를 위한 다양한 기능을 수행하는, 예를 들어 주 입력장치의 조작에 응하여 바늘을 고정하거나 움직이고, 혈관을 잡고, 조직을 절개하는 등의 기능들을 수행하는 단부 작동기를 갖는 다양한 수술 기구 또는 도구의 기계적 가동 및 제어를 제공할 수 있다.

[0007] 이들 단부 작동기의 조작 및 제어는 로봇 수술 시스템의 특히 유익한 양태이다. 이 때문에, 의사의 손목의 자연스런 동작을 의태할 수 있도록 단부 작동기의 3의 회전 동작도를 제공하는 메커니즘을 포함하는 수술 도구를 제공하는 것이 바람직하다. 이러한 메커니즘은 최소 침습 과정에서 사용할 수 있도록 적절한 크기를 가져야 하며, 가능한 오작동 지점을 줄이기 위해서 설계도 비교적 간단해야 한다. 또한, 이러한 메커니즘은 단부 작동기가 광범한 위치에서 조작될 수 있도록 충분한 동작 범위를 제공해야 한다.

[0008] 비-로봇 직선 클램핑, 절단 및 스테플링 장치들이 많은 상이한 수술 과정에서 사용될 수 있다. 예를 들어, 이러한 장치를 사용하여 위장관으로부터 암성 또는 비정상 조직을 절제할 수 있다. 불행하게도 공지된 직선 클램핑, 절단 및 스테플링 장치를 포함하는 많은 알려진 수술 장치들은 주로 대향하는 집게부를 가지는데, 이들은 환자 안에서 조종하는 것이 어려울 수 있다. 환자 안에서 조작될 수 있는 대향하는 집게부를 가진 공지된 장치들에 있어서, 이러한 장치들은 일부 수술 용도(예를 들어, 조직 클램핑, 조직 스테플링, 조직 절단 등)에서는 충분한 클램핑 힘을 생성할 수 없으며, 이것은 수술 장치의 효능을 감소시킬 수 있다.

[0009] 따라서, 특히 최소 침습 수술과 관련하여 수술 단부 작동기의 조종성의 개선이 필요하다고 생각된다. 또한, 높은 가동력, 예를 들어 높은 클램핑 힘을 가진 수술 단부 작동기가 필요하다고 생각된다.

발명의 내용

[0010] 메커니즘, 조립체, 시스템, 도구 및 방법이 제공되며, 이들은 대부분 독립적으로 회전하는 부재 내의 분기형 구동 샤프트의 사용과 통합된다. 이러한 메커니즘, 조립체, 시스템, 도구 및 방법은 수술, 예를 들어 최소 침습 수술, 최소 침습 로봇 수술에서의 사용은 물론, 다른 타입의 수술에서의 사용에 특히 유익할 수 있다. 독립적으로 회전가능한 기구 샤프트 내에 회전할 수 있도록 장착된 분기형 구동 샤프트의 조합은 다른 구성요소들, 예를 들어 제어 케이블, 제어 와이어, 카테테르 또는 다른 이러한 구성요소들의 연속 연결에 이용할 수 있는 기구 샤프트의 중심 영역을 이탈하면서 단부 작동기에 전달되는 유의한 가동력을 허용한다. 구동 샤프트 가동은 단부 작동기를 관절화하거나 및/또는 배향하는데 사용될 수 있으며, 예를 들어 이로써 선택적으로 제한된 반응 속도로 절단하거나 스테플링하는 것 등을 위한 비교적 높은 바람직한 클램핑 힘을 제공할 수 있다. 케이블 구동은 더 높은 반응 속도가 바람직할 때, 예를 들어 조직을 원격 수술 방식으로 파지하거나 조작하는 경우에 단부 작동기의 비교적 낮은 힘의 관절화 및/또는 배향을 위해 사용될 수 있다. 전형적인 혼성 케이블/샤프트 구동 시스템은 높은 힘의 샤프트 구동 또는 높은 반응 케이블 구동을 이용하여 단일 파지/처리 집게 조인트를 선택 가능하게 가동시킬 수 있다. 본원에 개시된 다양한 구체예들은 주로 수술 용도와 관련하여 설명되지만, 관련된 메커니즘, 조립체, 시스템, 도구 및 방법은 인체 내외부에서의 광범한 용도는 물론, 수술 외적인 용도에서도 사용될 수 있다.

[0011] 제 1 양태에서, 회전하는 메인 샤프트 내에 장착된 분기형 구동 샤프트를 포함하는 메커니즘이 제공된다. 이 메커니즘은 기부, 기부에 대해 회전할 수 있도록 장착된 메인 샤프트, 메인 샤프트 내부에 장착된 제 1 구동 샤프트, 및 제 1 구동 샤프트와 맞물리는 제 1 구동 특징부를 포함한다. 메인 샤프트는 근단부, 원단부, 및 이들 사이에 한정된 메인 샤프트 회전축을 포함한다. 제 1 구동 샤프트는 메인 샤프트 회전축으로부터 분기된다. 제 1 구동 특징부 회전축이 제 1 구동 특징부에 대해 한정되며, 메인 샤프트가 회전함에 따라서 기부에 대해 고정된다. 제 1 구동 특징부는 제 1 구동 샤프트를 회전시킨다.

[0012] 다양한 접근법을 사용하여 제 1 구동 특징부를 통해 제 1 구동 샤프트를 회전시킬 수 있다. 예를 들어, 메인 샤프트 회전축과 제 1 구동 특징부 회전축은 일치할 수 있다. 제 1 구동 특징부와 제 1 구동 샤프트 간의 맞물

림은 기부에 대한 제 1 구동 샤프트의 축 이동을 허용할 수 있다. 제 1 구동 특징부는 메인 샤프트에 있는 개구를 통해서 제 1 구동 샤프트와 맞물릴 수 있다. 제 1 구동 샤프트는 메인 샤프트 개구를 통해 돌출해서 제 1 구동 특징부와 맞물리는 제 2 구동 특징부를 포함할 수 있다. 제 2 구동 특징부는 바깥쪽 기어 톱니를 포함할 수 있다. 제 1 구동 특징부는 안쪽 고리 기어를 포함할 수 있다.

[0013] 많은 구체예들에서, 메커니즘은 메인 샤프트를 회전시키는 제 3 구동 특징부를 포함한다. 예를 들어, 제 3 구동 특징부 회전축을 가진 제 3 구동 특징부는 메인 샤프트와 맞물릴 수 있다. 제 3 구동 특징부 회전축은 제 3 구동 특징부가 메인 샤프트를 회전시킴에 따라서 기부에 대해 고정될 수 있다.

[0014] 많은 구체예들에서, 제 2 구동 샤프트는 메인 샤프트 내부에 장착되고, 메인 샤프트 회전축으로부터 분기된다. 제 4 구동 특징부 회전축을 가진 제 4 구동 특징부가 제 2 구동 샤프트와 맞물릴 수 있다. 제 4 구동 특징부 회전축은 메인 샤프트가 회전함에 따라서 기부에 대해 고정될 수 있다. 제 4 구동 특징부는 제 2 구동 샤프트를 회전시킬 수 있다. 제 4 구동 특징부는 메인 샤프트에 있는 개구를 통해서 제 2 구동 샤프트와 맞물릴 수 있다.

[0015] 많은 구체예들에서, 제 1 구동 샤프트의 지지구조는 메인 샤프트에 일체화된다. 예를 들어, 메인 샤프트는 제 1 구동 샤프트를 지지하는 베어링과 연결하도록 구성된 홈을 포함할 수 있으며, 메커니즘이 제 1 구동 샤프트를 지지하는 베어링을 더 포함할 수 있다. 메커니즘은 제 1 구동 샤프트를 지지하는 베어링을 보유할 수 있는 보유 고리를 더 포함할 수 있다.

[0016] 많은 구체예들에서, 단부 작동기는 메인 샤프트의 원단부와 연결된다. 단부 작동기는 제 1 구동 샤프트 및/또는 제 2 구동 샤프트와 연결될 수 있다. 단부 작동기는 메인 샤프트의 회전에 의해서 회전될 수 있다. 제 1 구동 샤프트 및/또는 제 2 구동 샤프트의 회전은 단부 작동기를 가동시킬 수 있다.

[0017] 많은 구체예들에서, 메커니즘은 제어 케이블 구동 특징부 및 제어 케이블 구동 특징부와 맞물리는 제어 케이블을 더 포함한다. 제어 케이블은 메인 샤프트 안에서 메인 샤프트의 근단부와 원단부 사이에 이어질 수 있다. 메커니즘은 제어 케이블과 연결된 단부 작동기를 더 포함할 수 있다. 제어 케이블의 동작은 단부 작동기를 가동시킬 수 있다.

[0018] 다른 양태에서, 회전하는 메인 샤프트 내에 장착된 분기형 구동 샤프트를 포함하는 로봇 조립체가 제공된다. 로봇 조립체는 기부, 기부에 대해 회전할 수 있도록 장착된 메인 샤프트, 메인 샤프트 내부에 장착된 구동 샤프트, 메인 샤프트 및 구동 샤프트와 연결된 가동 조립체, 및 메인 샤프트와 연결된 단부 작동기를 포함한다. 메인 샤프트는 근단부, 원단부, 및 이들 사이에 한정된 메인 샤프트 회전축을 포함한다. 구동 샤프트는 메인 샤프트 회전축으로부터 분기된다. 가동 조립체는 기부에 대해 메인 샤프트를 독립적으로 회전시키도록 작동될 수 있으며, 메인 샤프트에 대해 구동 샤프트를 회전시킬 수 있다. 단부 작동기는 구동 샤프트와 연결된 샤프트-구동 메커니즘을 포함한다.

[0019] 많은 구체예들에서, 로봇 조립체는 메인 샤프트 내부에 장착되어 메인 샤프트 회전축으로부터 분기된 제 2 구동 샤프트를 더 포함한다. 가동 조립체는 메인 샤프트에 대해 제 2 구동 샤프트를 독립적으로 회전시킬 수 있도록 더 작동될 수 있다. 단부 작동기는 제 2 구동 샤프트와 작동 가능하게 연결된 제 2 샤프트-구동 가동 메커니즘을 더 포함할 수 있다.

[0020] 많은 구체예들에서, 로봇 조립체는 단부 작동기와 연결된 제어 케이블을 더 포함한다. 제어 케이블은 메인 샤프트 안에서 메인 샤프트의 근단부와 원단부 사이에 이어질 수 있다. 제어 케이블의 동작은 단부 작동기를 가동시킬 수 있다.

[0021] 다른 양태에서, 회전하는 메인 샤프트 내에 장착된 분기형 구동 샤프트를 포함하는 로봇 시스템이 제공된다. 로봇 시스템은 기부, 기부에 대해 회전할 수 있도록 장착된 메인 샤프트, 메인 샤프트 내에 장착된 제 1 구동 샤프트, 메인 샤프트 내에 장착된 제 2 구동 샤프트, 메인 샤프트, 제 1 구동 샤프트 및 제 2 구동 샤프트와 연결된 가동 조립체, 컨트롤러, 및 메인 샤프트의 회전에 의해서 단부 작동기가 회전되도록 메인 샤프트와 연결된 단부 작동기를 포함한다. 메인 샤프트는 근단부, 원단부, 및 이들 사이에 한정된 메인 샤프트 회전축을 포함한다. 제 1 구동 샤프트와 제 2 구동 샤프트는 메인 샤프트 회전축으로부터 분기된다. 컨트롤러는 입력과 출력을 포함한다. 입력은 입력 장치와 연결되며, 입력 장치로부터 적어도 하나의 입력 신호를 수용할 수 있다. 출력은 가동 조립체와 연결되며, 적어도 하나의 제어 신호를 가동 조립체로 출력할 수 있다. 컨트롤러는 프로세서 및 명령이 함유된 유형의 매체를 포함하며, 실행되었을 때 프로세서는 적어도 하나의 입력 신호에 응하여 적어도 하나의 제어 신호를 생성하고, 이로써 사용자는 입력 장치를 사용하여 기부에 대해 메인 샤프트를, 메인 샤프트

프트에 대해 제 1 구동 샤프트를, 그리고 메인 샤프트에 대해 제 2 구동 샤프트를 독립적으로 회전시킬 수 있다. 단부 작동기는 제 1 구동 샤프트와 연결된 제 1 샤프트-구동 메커니즘과 제 2 구동 샤프트와 연결된 제 2 샤프트-구동 가동 메커니즘을 포함한다.

[0022] 많은 구체예들에서, 가동 조립체는 추가의 구성요소들을 포함한다. 예를 들어, 가동 조립체는 제 1 구동 샤프트 및 컨트롤러와 연결된 제 1 모터를 포함할 수 있다. 가동 조립체는 제 2 구동 샤프트 및 컨트롤러와 연결된 제 2 모터를 포함할 수 있다. 가동 조립체는 메인 샤프트 및 컨트롤러와 연결된 메인 샤프트 모터를 포함할 수 있다. 가동 조립체는 제 1 모터 및 컨트롤러와 연결된 제 1 인코더를 포함할 수 있다. 제 1 인코더는 제 1 모터의 위치에 대응하여 컨트롤러에 제 1 모터 위치 신호를 출력할 수 있다. 가동 조립체는 제 2 모터 및 컨트롤러와 연결된 제 2 인코더를 포함할 수 있다. 제 2 인코더는 제 2 모터의 위치에 대응하여 컨트롤러에 제 2 모터 위치 신호를 출력할 수 있다. 가동 조립체는 메인 샤프트 모터 및 컨트롤러와 연결된 메인 샤프트 인코더를 포함할 수 있다. 메인 샤프트 인코더는 메인 샤프트 모터의 위치에 대응하여 컨트롤러에 메인 샤프트 위치 신호를 출력할 수 있다.

[0023] 많은 구체예들에서, 로봇 시스템은 단부 작동기와 연결된 제어 케이블을 더 포함한다. 제어 케이블은 메인 샤프트 안에서 메인 샤프트의 근단부와 원단부 사이에 이어질 수 있다. 제어 케이블의 동작은 단부 작동기를 가동시킬 수 있다.

[0024] 다른 양태에서, 회전하는 메인 샤프트 내에 장착된 분기형 구동 샤프트를 포함하는 로봇 도구가 제공된다. 로봇 도구는 제 1, 제 2 및 제 3 구동 특징부와 도구 연결부를 갖는 조작기 상에 장착되도록 구성된다. 로봇 도구는 도구 연결부에 착탈 가능하게 장착될 수 있는 근위 도구 좌대; 원위 자유도 및 샤프트-구동 가동 메커니즘을 갖는 원위 단부 작동기; 좌대에 인접한 근단부, 단부 작동기에 인접한 원단부, 이들 사이에 연장된 내경, 및 근단부의 원위쪽 외측 개구를 가진 메인 샤프트; 및 좌대가 도구 연결부에 장착되었을 때 도구 연결부의 구동 특징부를 단부 작동기와 작동 가능하게 연결하는 혼성 케이블/샤프트 구동 시스템을 포함한다. 제 1 구동 특징부의 가동은 메인 샤프트 회전축을 중심으로 좌대에 대해 메인 샤프트와 단부 작동기를 회전시킨다. 메인 샤프트의 내경 안에서 원위 쪽으로 좌대로부터 연장된 케이블이 단부 작동기의 원위 자유도를 제 2 구동 특징부에 연결한다. 제 1 구동 샤프트는 단부 작동기의 샤프트-구동 가동 메커니즘을 메인 샤프트에 있는 외측 개구를 통해서 제 3 구동 특징부에 연결한다. 제 1 구동 샤프트는 메인 샤프트 회전축으로부터 분기된다.

[0025] 다른 양태에서, 회전가능한 메인 샤프트 내에서 이어진 분기형 구동 샤프트를 통해 토크를 전달하는 방법이 제공된다. 이 방법은 메인 샤프트 회전축을 중심으로 메인 샤프트가 회전하도록, 기부에 대해 회전할 수 있도록 메인 샤프트를 지지하는 단계; 메인 샤프트 회전축으로부터 분기된 구동 샤프트 회전축을 중심으로 구동 샤프트가 회전하도록, 메인 샤프트에 대해 회전할 수 있도록 구동 샤프트를 지지하는 단계; 메인 샤프트가 회전함에 따라서 기부에 대해 고정되는 구동 특징부 회전축을 가진 구동 특징부와 구동 샤프트를 맞물리는 단계; 기부에 대해 메인 샤프트를 회전시키는 단계; 및 메인 샤프트에 대해 구동 특징부를 회전시켜서 메인 샤프트에 대해 구동 샤프트를 회전시키는 단계를 포함한다. 많은 구체예들에서, 메인 샤프트가 기부에 대해 회전하고, 동시에 구동 샤프트가 메인 샤프트에 대해 회전한다.

[0026] 다른 양태에서, 최소 침습 수술 방법이 제공된다. 이 방법은 기부를 조작함으로써 최소 침습 개구 또는 자연 개구를 통해서 환자 안의 내부 수술 부위에 단부 작동기를 도입하는 단계; 기부에 대해 단부 작동기를 회전시키는 단계; 및 기구 샤프트에 대해 제 1 구동 샤프트를 회전시켜서 제 1 구동 샤프트가 단부 작동기를 가동시키도록 해서 단부 작동기로 수술 작업을 수행하는 단계를 포함한다. 이 방법에서, 단부 작동기는 기다란 기구 샤프트에 의해서 기부에 대해 지지되고, 기구 샤프트 회전축을 중심으로 기부에 대해 기구 샤프트를 회전시킴으로써 단부 작동기가 기부에 대해 회전되며, 기구 샤프트 회전축으로부터 분기된 제 1 구동 샤프트 회전축을 중심으로 제 1 구동 샤프트가 기구 샤프트에 대해 회전한다. 많은 구체예들에서, 상기 방법은 기구 샤프트에 대해 제 2 구동 샤프트를 회전시킴으로써 단부 작동기를 가동시키는 단계를 더 포함하며, 제 2 구동 샤프트는 기구 샤프트 회전축으로부터 분기된 제 2 구동 샤프트 회전축을 중심으로 회전한다. 본 발명의 특성 및 장점을 더 완전히 이해하기 위해서는 이후의 상세한 설명 및 첨부된 도면을 참조해야 한다. 본 발명의 다른 양태, 목적 및 장점들이 이후의 도면 및 상세한 설명으로부터 분명해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 많은 구체예들에 따른, 수술을 수행하는데 사용되는 최소 침습 로봇 수술 시스템의 평면도이다.

도 2는 많은 구체예들에 따른, 로봇 수술 시스템의 의사 제어 콘솔의 투시도이다.

- 도 3은 많은 구체예들에 따른, 로봇 수술 시스템 전자 카트의 투시도이다.
- 도 4는 많은 구체예들에 따른, 로봇 수술 시스템을 도식적으로 예시한다.
- 도 5a는 많은 구체예들에 따른, 로봇 수술 시스템의 환자측 카트(수술 로봇)의 정면도이다.
- 도 5b는 로봇 수술 도구의 정면도이다.
- 도 6은 많은 구체예들에 따른, 회전가능한 메인 샤프트 내에 2개의 분기형 구동 샤프트를 가진 로봇 조립체를 도식적으로 예시한다.
- 도 7은 많은 구체예들에 따른, 컨트롤러와 일체화된 도 6의 로봇 조립체의 구성요소들을 도식적으로 예시한다.
- 도 8은 많은 구체예들에 따른, 로봇 도구와 관련된 로봇 시스템을 도식적으로 예시한다.
- 도 9는 많은 구체예들에 따른, 로봇 도구 조작기에 착탈 가능하게 장착될 수 있는 로봇 도구의 투시도이다.
- 도 10은 많은 구체예들에 따른, 가동 조립체를 도시하는, 도 9의 로봇 도구의 근단부의 투시도이다.
- 도 11은 많은 구체예들에 따른, 제 1 분기형 내부 구동 샤프트를 가동시키기 위해 사용되는 구성요소들을 예시하는, 도 10의 가동 조립체의 단면의 투시도이다.
- 도 12는 많은 구체예들에 따른, 제 2 분기형 내부 구동 샤프트를 가동시키기 위해 사용되는 도 10의 가동 조립체의 구성요소들을 예시하는 투시도이다.
- 도 13은 많은 구체예들에 따른, 단부 작동기 제어 케이블의 여러 구성요소들 및 연속 연결을 예시하는, 도 10의 가동 조립체의 단면의 투시도이다.
- 도 14는 많은 구체예들에 따른, 여러 구성요소들 및 단부 작동기 제어 케이블의 연결을 예시하는, 도 10의 가동 조립체의 단면도이다.
- 도 15a는 많은 구체예들에 따른, 그것을 통해서 내부 장착된 분기형 구동 샤프트들이 구동되는 개구 및 메인 샤프트를 회전시키는데 사용되는 바깥쪽 기어 톱니를 도시하는, 회전가능한 메인 샤프트와 근위 도구 좌대를 연결하는데 사용된 메인 샤프트 연결 부속품의 투시도이다.
- 도 15b는 많은 구체예들에 따른, 2개의 내부 분기형 구동 샤프트와 관련된 지지 부속품을 포함하는 내부 조립체의 투시도이다.
- 도 15c는 많은 구체예들에 따른, 도 15a와 15b의 구성요소들의 조합을 도시하는 투시도이다.
- 도 15d는 많은 구체예들에 따른, 도 15a와 15b의 구성요소들의 조합을 도시하는 단부도이다.
- 도 16은 많은 구체예들에 따른, 부품수가 감소된 구성형태를 가진 가동 조립체의 투시도이다.
- 도 17은 도 16의 가동 조립체의 투시 단면도이다.
- 도 18a 및 18b는 도 16의 가동 조립체의 근단부 및 원단부를 각각 도시한다.
- 도 19는 많은 구체예들에 따른, 근위 도구 좌대 내에 일체화된 도 16의 가동 조립체의 평면도이다.
- 도 20은 많은 구체예들에 따른, 수술 조립체의 단순화된 도식도이다.
- 도 21은 많은 구체예들에 따른, 회전가능한 메인 샤프트 내에 이어진 분기형 구동 샤프트를 통해 토크를 전달하는 방법의 순서도이다.
- 도 22는 많은 구체예들에 따른, 최소 침습 수술 방법의 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028]

독립적으로 회전하는 부재 내에 분기형 구동 샤프트의 사용을 통합하는 메커니즘, 조립체, 시스템, 도구 및 방법이 제공된다. 이러한 메커니즘, 조립체, 시스템, 도구 및 방법은 수술에서, 예를 들어 최소 침습 수술, 최소 침습 로봇 수술에서는 물론, 다른 타입의 수술에서 사용하기에 특히 유익할 수 있다. 본원에 개시된 여러 구체예들은 주로 수술 용도와 관련하여 설명되지만, 관련된 메커니즘, 조립체, 시스템, 도구 및 방법은 인체 내외부에서의 광범한 용도는 물론, 수술 외적인 용도에서도 사용될 수 있다.

- [0029] 최소 침습 로봇 수술
- [0030] 이제 도면과 관련하여, 동일한 참조번호는 몇몇 도면에서 동일한 부품을 표시하며, 도 1은 수술대(14) 위에 누워 있는 환자(12)에게 최소 침습 진단 또는 수술 과정을 수행하는데 전형적으로 사용되는 최소 침습 로봇 수술(MIRS) 시스템(10)을 예시하는 평면도이다. 이 시스템은 과정 동안 의사(18)에 의해서 사용되는 의사 콘솔(16)을 포함할 수 있다. 또한, 한 명 이상의 어시스턴트(20)가 과정에 참여할 수 있다. MIRS 시스템(10)은 환자측 카트(22)(수술 로봇)와 전자 카트(24)를 더 포함할 수 있다. 환자측 카트(22)에서는 의사가 콘솔(16)을 통해 수술 부위를 보면서 환자(12)의 몸에 있는 최소 침습 절개부를 통해서 적어도 하나의 착탈 가능하게 연결된 도구 조립체(26)(이후 간단하게 "도구"라고 한다)를 조작할 수 있다. 수술 부위의 영상은 입체 내시경과 같은 내시경(28)에 의해서 얻어질 수 있고, 이것은 내시경(28)을 배향하도록 환자측 카트(22)에 의해 조작될 수 있다. 전자 카트(24)를 사용해서는 수술 부위의 영상을 처리할 수 있고, 그 후 의사 콘솔(16)을 통해 의사(18)에게 영상을 표시할 수 있다. 한번에 사용되는 수술 도구(26)의 수는 일반적으로 다른 요인들 중에서도 진단 또는 수술 과정과 수술실 내의 공간 구속에 따라서 좌우될 것이다. 과정 동안 사용되는 도구(26)들 중 하나 이상을 교환하는 것이 필요하다면, 어시스턴트(20)가 환자측 카트(22)에서 도구(26)를 제거하고, 그것을 수술실 안의 트레이(30)로부터 다른 도구(26)로 교체할 수 있다.
- [0031] 도 2는 의사 콘솔(16)의 투시도이다. 의사 콘솔(16)은 좌안 디스플레이(32)와 우안 디스플레이(34)를 포함하며, 의사에게 수술 부위의 조화된 입체 뷰를 제시하여 심층 인식을 가능하게 한다. 콘솔(16)은 하나 이상의 입력 제어장치(36)를 더 포함하며, 이로써 환자측 카트(22)(도 1에 도시된)에서 하나 이상의 도구를 조작할 수 있다. 입력 제어장치(36)는 관련된 도구(26)(도 1에 도시된)와 동일한 자유도를 제공할 것이며, 이로써 의사에게 텔레프리전스, 또는 입력 제어장치(36)가 도구(26)와 일체화된다는 인식을 제공할 수 있고, 의사는 도구(26)를 직접 제어하고 있다는 느낌을 강하게 받게 된다. 이를 위해서, 위치, 힘 및 촉각적 피드백 센서(미도시)를 이용하여 위치, 힘 및 도구(26)로부터의 촉각적 감각을 입력 제어장치(36)를 통해서 의사의 손에 다시 전달할 수 있다.
- [0032] 의사 콘솔(16)은 일반적으로 환자와 같은 방에 위치되며, 이로써 의사는 과정을 직접 모니터하고, 필요하다면 물리적으로 제시하고, 전화기나 다른 통신 매체를 거쳐서가 아니라 직접 어시스턴트에게 말할 수 있다. 그러나, 의사는 다른 방이나, 완전히 다른 빌딩이나, 또는 환자로부터 떨어진 다른 먼 위치에 있을 수 있으며, 이것은 원격 수술 과정을 허용한다(즉, 원격 영역 바깥에서 수술한다).
- [0033] 도 3은 전자 카트(24)의 투시도이다. 전자 카트(24)는 내시경(28)과 연결될 수 있고, 의사 콘솔 상에서, 또는 로컬 및/또는 원격 위치된 어떤 다른 적합한 디스플레이 상에서 의사에게 표시하는 것과 같은, 후속 표시를 위해서 캡처된 영상을 처리하기 위한 프로세서를 포함할 수 있다. 예를 들어, 입체 내시경이 사용된 경우, 전자 카트(24)는 캡처된 영상을 처리하여 수술 부위의 조화된 입체 영상으로 의사에게 제시할 수 있다. 이러한 조화는 대향 영상들 간의 정렬을 포함할 수 있으며, 입체 내시경의 입체 작업 거리를 조정하는 것을 포함할 수 있다. 다른 예로서, 영상 프로세싱은 미리 정해진 카메라 보정 변수들의 사용을 포함할 수 있으며, 이로써 광학 수차와 같은 영상 캡처 장치의 영상화 오류를 상쇄할 수 있다.
- [0034] 도 4는 로봇 수술 시스템(50)(예를 들어, 도 1의 MIRS 시스템(10))을 도식적으로 예시한다. 상기 논의된 대로, 의사는 의사 콘솔(52)(도 1의 의사 콘솔(16)과 같은)을 사용하여 최소 침습 과정 동안 환자측 카트(수술 로봇)(54)(도 1의 환자측 카트(22)와 같은)를 제어할 수 있다. 환자측 카트(54)는 입체 내시경과 같은 영상화 장치를 사용하여 수술 부위의 영상을 캡처하고, 전자 카트(56)(도 1의 전자 카트(24)와 같은)에 캡처된 영상을 출력할 수 있다. 상기 논의된 대로, 영상을 표시하기 전에 전자 카트(56)는 다양한 방식으로 캡처된 영상을 처리할 수 있다. 예를 들어, 전자 카트(56)는 캡처된 영상을 가상 제어 인터페이스에 오버레이하고, 그 다음에 의사 콘솔(52)을 통해서 의사에게 조합된 영상을 표시할 수 있다. 환자측 카트(54)는 캡처된 영상을 출력할 수 있으며, 이것은 전자 카트(56) 밖에서 처리될 수 있다. 예를 들어, 환자측 카트(54)는 캡처된 영상의 처리에 사용될 수 있는 프로세서(58)로 캡처된 영상을 출력할 수 있다. 또한, 영상은 전자 카트(56)와 프로세서(58)의 조합에 의해서 처리될 수 있으며, 이들은 함께 연결되어 캡처된 영상을 동시에, 순차적으로 및/또는 이들의 조합 방식으로 처리할 수 있다. 또한, 수술 부위의 영상, 또는 다른 관련된 영상과 같은 영상의 로컬 및/또는 원격 표시를 위해 하나 이상의 분리된 디스플레이(60)가 프로세서(58) 및/또는 전자 카트(56)와 연결될 수 있다.
- [0035] 도 5a 및 5b는 각각 환자측 카트(22)와 수술 도구(62)를 도시한다. 수술 도구(62)는 수술 도구(26)의 일례이다. 도시된 환자측 카트(22)는 수술 부위의 영상 캡처에 사용되는 입체 내시경과 같은 영상화 장치(28)

와 3개의 수술 도구(26)의 조작을 위해 제공된다. 조작은 다수의 로봇 조인트를 가진 로봇 메커니즘에 의해서 제공된다. 영상화 장치(28)와 수술 도구(26)는 운동학적 원격 중심이 유지되는 방식으로 환자의 절개부를 통해 배치 및 조작될 수 있으며, 이로써 절개부의 크기가 최소화될 수 있다. 수술 부위의 영상은 수술 도구들의 영상화 장치(28)의 시야 안에 배치된 경우 수술 도구(26)의 원단부의 영상을 포함할 수 있다.

[0036] 회전가능한 샤프트 내의 분기형 구동 샤프트(들)

[0037] 도 6은 많은 구체예들에 따른, 회전가능한 메인 샤프트 내에 2개의 분기형 구동 샤프트를 가진 로봇 조립체(70)를 도식적으로 예시한다. 로봇 조립체(70)는 회전가능한 메인 샤프트(74)의 원단부와 연결된 단부 작동기(72), 및 메인 샤프트(74)와 단부 작동기(72) 모두와 연결된 가동 조립체(76)를 포함한다.

[0038] 단부 작동기(72)는 단부 작동기 기부, 제 1 가동 메커니즘(78), 제 2 가동 메커니즘(80), 및 제어 케이블 메커니즘(들)(82)을 포함한다. 단부 작동기 기부는 회전가능한 메인 샤프트(74)에 선회 가능하게 연결된다. 제 1 가동 메커니즘(78)과 제 2 가동 메커니즘(80)은 샤프트 구동되며, 다양한 단부 작동기 특징부 및/또는 장치, 예를 들어 클램핑 특징부, 움푹이는 절단 특징부, 절단 및 스테플링 장치, 또는 샤프트-구동 메커니즘에 의해서 가동되고 및/또는 관절화될 수 있는 다른 적합한 단부 작동기 특징부 및/또는 장치를 가동시키고 및/또는 관절화하는데 사용될 수 있다. 또한, 제어 케이블 메커니즘(들)을 사용하여 다양한 단부 작동기 특징부 및/또는 장치, 특히 빠른 반응이 바람직한 것들, 예를 들어 파지 특징부, 메인 샤프트에 대해 단부 작동기 기부를 관절화하는데 사용되는 단부 작동기 기부 손목에 이어진 메인 샤프트, 또는 하나 이상의 제어 케이블을 통해서 가동되고 및/또는 관절화될 수 있는 다른 적합한 특징부 및/또는 장치를 가동시키고 및/또는 관절화할 수 있다.

[0039] 단부 작동기 기부는 회전가능한 메인 샤프트(74)에 연결되고, 이로써 메인 샤프트 회전축을 중심으로 메인 샤프트(74)가 회전함에 따라서 단부 작동기 기부가 상응하여 회전한다. 상기 논의된 대로, 메인 샤프트(74)를 독립적으로 회전시키는 능력은 비-회전 메인 샤프트에 대해 증가된 단부 작동기 조종성을 제공하며, 이것은 어떤 수술 과정 동안, 예를 들어 어떤 최소 침습 수술 과정 동안 유익할 수 있다. 또한, 단부 작동기 기부는 추가의 단부 작동기 조작성을 제공하는 적합한 손목 메커니즘(84)을 가진 회전가능한 메인 샤프트(74)와 연결될 수 있다.

[0040] 2개의 구동 샤프트를 사용하여 단부 작동기 샤프트-구동 가동 메커니즘을 구동시킬 수 있다. 제 1 구동 샤프트(86)는 메인 샤프트 회전축으로부터 분기된 제 1 구동 샤프트 회전축을 중심으로 회전할 수 있도록 장착된다. 제 1 구동 샤프트(86)는 제 1 가동 메커니즘(78)과 작동 가능하게 연결된다. 마찬가지로, 제 2 구동 샤프트(88)는 메인 샤프트 회전축으로부터 분기된 제 2 구동 샤프트 회전축을 중심으로 회전할 수 있도록 장착된다. 제 2 구동 샤프트(88)는 제 2 가동 메커니즘(80)과 작동 가능하게 연결된다.

[0041] 가동 조립체(76)는 회전가능한 메인 샤프트(74), 제 1 구동 샤프트(86), 제 2 구동 샤프트(88), 및 제어 케이블 메커니즘(들)(82)과 연결된다. 회전가능한 메인 샤프트(74)는 가동 조립체(76)의 기부에 대해 회전할 수 있도록 장착된다. 가동 조립체(76)는 기부에 대해 회전가능한 메인 샤프트(74)의 회전을 생성하도록 작동될 수 있다. 또한, 가동 조립체(76)는 기부에 대한 회전가능한 메인 샤프트(74)의 회전, 회전가능한 메인 샤프트(74)에 대한 제 1 구동 샤프트(86)의 회전, 및 회전가능한 메인 샤프트(74)에 대한 제 2 구동 샤프트(88)의 회전의 어떤 조합을 생성하도록 작동될 수 있다. 이와 같이, 제 1 가동 메커니즘(78) 및/또는 제 2 가동 메커니즘(80)은 회전가능한 메인 샤프트(74)의 회전과 동시에 및/또는 독립적으로 가동될 수 있다.

[0042] 가동 조립체(76)는, 제 1 구동 샤프트(86)와 제 2 구동 샤프트(88)가 기부에 대해 회전가능한 메인 샤프트(74)의 회전 동안에도, 회전가능한 메인 샤프트(74)에 대해 독립적으로 회전될 수 있다고 하는 상기 설명된 기능성을 제공하도록 구성된다. 가동 조립체(76)는 메인 샤프트 인코더(92) 및 메인 샤프트 연결부(94)와 연결된 메인 샤프트 모터(90), 제 1 인코더(98) 및 제 1 연결부(100)와 연결된 제 1 모터(96), 제 2 인코더(104) 및 제 2 연결부(106)와 연결된 제 2 모터(102), 및 제어 케이블 인코더(들)(110) 및 제어 케이블 연결부(들)(112)와 연결된 제어 케이블 모터(들)(108)를 포함한다. 메인 샤프트 연결부(94)는 회전가능한 메인 샤프트(74)와 연결되며, 이로써 회전 동작을 메인 샤프트 모터(90)에서 회전가능한 메인 샤프트(74)로 전달한다. 메인 샤프트 모터(90)는 기부에 고정적으로 연결될 수 있으며, 이로써 전달된 회전 동작이 기부에 대해 회전가능한 메인 샤프트(74)의 회전을 일으킨다. 메인 샤프트 인코더(92)는 메인 샤프트 모터(90), 메인 샤프트 연결부(94) 및/또는 회전가능한 메인 샤프트(74)의 배향을 측정하며, 컨트롤러(도 6에는 미도시)와 연결됨으로써 측정된 배향이 컨트롤러에 제공될 수 있다. 제 1 연결부(100)는 회전가능한 메인 샤프트(74)의 어떤 배향 및/또는 회전 동작 동안 회전 동작을 제 1 모터(96)에서 제 1 구동 샤프트(86)로 전달할 수 있도록 작동될 수 있도록 제 1 구동 샤프트(86)와 연결된다. 제 1 인코더(98)는 제 1 모터(96), 제 1 연결부(100), 및/또는 제 1 구동 샤프트(86)와 연결된다.

6)의 배향을 측정하며, 컨트롤러에 연결됨으로써 측정된 배향이 컨트롤러에 제공될 수 있다. 제 2 연결부(106)는 제 1 연결부(100)는 회전가능한 메인 샤프트(74)의 어떤 배향 및/또는 회전 동작 동안 회전 동작을 제 2 모터(102)에서 제 2 구동 샤프트(88)로 전달할 수 있도록 작동될 수 있도록 제 2 구동 샤프트(88)와 연결된다. 제2 인코더(104)는 제 2 모터(102), 제 2 연결부(106), 및/또는 제 2 구동 샤프트(88)의 배향을 측정하며, 컨트롤러에 연결됨으로써 측정된 배향이 컨트롤러에 제공될 수 있다. 제어 케이블 연결부(들)(112)가 제어 케이블 메커니즘(들)(82)과 작동 가능하게 연결된 제어 케이블(들)(114)과 연결된다. 제어 케이블(들)(114)은, 예를 들어 회전가능한 메인 샤프트(74)의 회전으로 인한 제어 케이블 길이의 변화가 최소화될 수 있도록 메인 샤프트 회전축 근처에서 이어짐으로써, 그리고 메인 샤프트(74)의 어떤 회전 배향 동안 일어날 수 있는 제어 케이블(들)의 어떤 꼬임 및/또는 제어 케이블 사이의 꼬임을 견딜 수 있도록 구성됨으로써, 회전가능한 메인 샤프트(74)의 회전 배향 범위를 견딜 수 있도록 이어질 수 있다(예를 들어, 케이블-케이블 마찰을 견디는 구성을 가짐으로써). 제어 케이블 인코더(들)(110)는 제어 케이블 모터(들)(108) 및/또는 제어 케이블 연결부(들)(112)의 배향을 측정하며, 컨트롤러에 연결됨으로써 측정된 배향(들)을 컨트롤러에 제공할 수 있다.

[0043] 도 7은 많은 구체예들에 따른, 컨트롤러(116)와 일체화된 로봇 조립체(70)의 구성요소들을 예시하는 단순화된 블록 다이어그램이다. 컨트롤러(116)는 버스 서브시스템(120)을 통해서 여러 주변 장치와 통신하는 적어도 하나의 프로세서(118)를 포함한다. 이들 주변 장치는 전형적으로 저장 서브시스템(122)을 포함한다.

[0044] 저장 서브시스템(122)은 컨트롤러(116)의 기능성을 제공하는 베이직 프로그래밍 및 데이터 구축을 유지한다. 상기 논의된 로봇 조립체 기능성을 실행하기 위한 소프트웨어 모듈은 전형적으로 저장 서브시스템(122)에 저장된다. 저장 서브시스템(122)은 전형적으로 메모리 서브시스템(124) 및 파일 저장 서브시스템(126)을 포함한다.

[0045] 메모리 서브시스템(124)은 전형적으로 프로그램 실행 동안 명령 및 데이터의 저장을 위한 메인 랜덤 액세스 메모리(RAM)(128)와 고정적인 명령이 저장되는 읽기 전용 메모리(ROM)(130)를 포함하는 다수의 메모리를 포함한다.

[0046] 파일 저장 서브시스템(126)은 프로그램 및 데이터 파일의 영구적(불휘발성) 저장을 제공하며, 하드 드라이브, 디스크 드라이브, 또는 플래시 메모리와 같은 다른 불휘발성 메모리를 포함할 수 있다. 입력 장치, 예를 들어 디스크 드라이브를 사용해서 상기 논의된 소프트웨어 모듈을 입력할 수 있다. 대안으로서, USB 포트와 같은 다른 공지된 구조들을 대신 사용하여 소프트웨어 모듈을 입력할 수 있다.

[0047] 이와 관련하여, 용어 "버스 서브시스템"은 일반적으로 다양한 구성요소들 및 서브시스템이 의도된 대로 서로와 통신하도록 하는 어떤 메커니즘을 포함하도록 사용된다. 버스 서브시스템(120)은 단일 버스로서 도식적으로 도시되지만, 전형적인 시스템은 로컬 버스 및 하나 이상의 확장 버스(예를 들어, ADB, SCSI, ISA, EISA, MCA, NuBus, 또는 PCI)와 같은 다수의 버스는 물론, 직렬 및 병렬 포트를 가진다.

[0048] 컨트롤러(116)는 입력 제어 장치(들)(36)(도 2에 도시된)로부터의 신호는 물론, 메인 샤프트 인코더(92), 제 1 인코더(98), 제 2 인코더(104), 및 제어 케이블 인코더(들)(110)로부터의 신호를 포함하는 각종 수신된 신호들에 응하여 로봇 조립체(70)의 구성요소들을 제어한다. 제어되는 구성요소들은 메인 샤프트 모터(90), 제 1 모터(96), 제 2 모터(102), 및 제어 케이블 모터(들)(108)를 포함한다. 디지털/아날로그 변환기와 같은 추가의 구성요소(미도시)를 사용하여 구성요소들과 컨트롤러(116)를 연결시킬 수 있다.

[0049] 도 8은 많은 구체예들에 따른, 로봇 수술 시스템 내에 일체화된 로봇 수술 도구(132)를 예시하는 단순화된 블록 다이어그램이다. 도구(132)는 근위 도구 좌대(134)와 연결하도록 구성된 도구 연결부를 가진 조작기(136) 상에 착탈 가능하게 장착될 수 있도록 구성된 근위 도구 좌대(134)를 포함한다. 도구(132)는 상기 논의된 대로, 메인 샤프트 모터에 의해 회전될 때 근위 도구 좌대(134)에 대해 회전할 수 있도록 장착된 기다란 메인 샤프트(74)를 더 포함한다. 단부 작동기(140)가 메인 샤프트(74)의 원단부와 연결됨으로써 메인 샤프트와 함께 회전할 수 있게 된다. 메인 제어 시스템(142)은 조작기(136)와 작동 가능하게 연결된다. 또한, 보조 제어 시스템(144)이 조작기(136)와 작동 가능하게 연결될 수 있다. 메인 제어 시스템(142)과 보조 제어 시스템(144)의 조합을 사용하여 조작기(136)를 통해서 도구(132)의 모든 가능한 관절동작을 제어할 수 있다. 예를 들어, 보조 제어 시스템(144)은 제 1 구동 샤프트 회전 및 제 2 구동 샤프트 회전을 위해서 구동 모터를 제어할 수 있다. 메인 제어 시스템(142)은 메인 샤프트 회전을 위한 구동 모터 및 하나 이상의 제어 케이블 구동 모터를 제어할 수 있다. 이러한 보조 컨트롤러를 사용하여 기존의 로봇 수술 시스템 구성형태를 보충할 수 있고, 이로써 독립적으로 회전하는 메인 샤프트 내에 이어진 하나 이상의 분기형 구동 샤프트를 가진 현재 개시된 로봇 도구의 사용이 가능해진다.

- [0050] 도 9는 많은 구체예들에 따른, 로봇 수술 도구(132)의 투시도이다. 상기 논의된 대로, 도구(132)는 도구 조작용기(136) 상에 착탈 가능하게 장착될 수 있도록 구성된 근위 도구 좌대(134)를 포함한다. 회전가능한 메인 샤프트(974)가 단부 작동기(140)와 근위 도구 좌대(134)를 연결한다.
- [0051] 도 10은 많은 구체예들에 따른, 가동 조립체(142)를 도시하는, 도 9(커버가 없는)의 근위 도구 좌대(134)의 투시도이다. 가동 조립체(142)는 제 1 분기형 구동 샤프트를 가동시키기 위한 제 1 모터(96)와 제 2 분기형 구동 샤프트를 가동시키기 위한 제 2 모터(102)를 포함한다. 상기 논의된 다양한 인코더(예를 들어, 메인 샤프트 인코더(92), 제 1 인코더(98), 제 2 인코더(104), 및 제어 케이블 인코더(들)(110))들이 가동 조립체(142) 내에 일체화될 수 있다. 제 1 모터(96)는 제 1 모터(96)를 선택적으로 구동시키는 컨트롤러와 연결된 짝을 이루는 전자 커넥터와 연결할 수 있도록 구성된 한 세트의 전자 접속 핀(144)과 연결된다. 마찬가지로, 제 2 모터(102)는 제 2 모터(102)를 선택적으로 구동시키는 컨트롤러와 연결된 짝을 이루는 전자 커넥터와 연결할 수 있도록 구성된 한 세트의 전자 접속 핀(146)과 연결된다.
- [0052] 도 11은 많은 구체예들에 따른, 제 1 분기형 내부 구동 샤프트를 가동시키기 위해서 사용된 구성요소들을 예시하는, 도 10의 가동 조립체(142)의 단면 투시도이다. 제 1 모터(96)는 제 1 모터 기어(148)와 회전 가능하게 연결된다. 제 1 모터 기어(148)는 제 1 연결 샤프트 근위 기어(150)와 맞물려 그것을 구동시키고, 이것은 제 1 연결 샤프트(152)를 구동시킨다. 연결 샤프트(152)는 차례로 제 1 연결 샤프트 원위 기어(154)를 회전시킨다. 제 1 연결 샤프트 원위 기어(154)는 제 1 연결 샤프트 원위 기어(154)와 맞물리는 바깥쪽 기어 톱니(158)와 안쪽 고리 기어 톱니(160)를 모두 포함하는 제 1 환형 기어(156)와 맞물린다. 제1 환형 기어(156)는 제 1 환형 기어 베어링(162)을 통해서 회전가능한 메인 샤프트(74)의 중심선을 중심으로 회전할 수 있도록 장착된다. 제 1 구동 샤프트(86)는 회전가능한 메인 샤프트 회전축으로부터 분기된 제 1 구동 샤프트 회전축을 중심으로 회전할 수 있도록 장착된다. 제1 구동 샤프트(86)는 2개의 제 1 구동 샤프트 지지 베어링(164)을 통해서 메인 샤프트에 장착된다. 제 1 구동 샤프트(86)는 메인 샤프트 연결 부속품(168)에 있는 개구로부터 돌출한 바깥쪽 기어 톱니를 포함하는 제 1 구동 샤프트 기어(166)와 연결됨으로써 제 1 환형 기어(156)의 안쪽 기어 톱니(160)와 맞물리게 된다. 작동시 제 1 모터(96)의 회전은 제 1 모터 기어(148)를 회전시키고, 이것은 제 1 연결 샤프트 근위 기어(150)를 회전시키고, 이것은 연결 샤프트(152)를 회전시키고, 이것은 제 1 연결 샤프트 원위 기어(154)를 회전시키고, 이것은 제 1 환형 기어(156)를 회전시키고, 이것은 제 1 구동 샤프트 기어(166)를 회전시키고, 이것은 메인 샤프트(74)에 대해 제 1 구동 샤프트(86)를 회전시킨다.
- [0053] 많은 구체예들에서, 가동 조립체(142)는 제 1 구동 샤프트(86)의 축 동작 범위를 수용하도록 설계되며, 예를 들어 제 1 구동 샤프트(86)의 축 동작 범위에 맞도록 제 1 환형 기어(156) 및 메인 샤프트 연결 부속품(168)의 개구를 설계함으로써 이루어진다(예를 들어, 제 1 구동 샤프트 기어(166)의 돌출한 기어 톱니를 수용하기에 충분한 크기 이상으로 제 1 구동 샤프트(86)의 축 동작 방향으로 개구와 환형 기어(156)의 치수를 늘려서 제 1 구동 샤프트 기어(166)가 제 1 환형 기어(156)의 안쪽 고리 기어 톱니에 대해 축상으로 미끄러져 들어가도록 함으로써). 제 1 구동 샤프트(86)의 이러한 축 동작은 메인 샤프트에 대해 단부 작동기 기부의 관절화 동안 일어날 수 있으며, 이 경우 단부 작동기 기부가 제 1 구동 샤프트(86)의 중심선으로부터 분기된 손목 축을 중심으로 회전한다.
- [0054] 또한, 도 11은 많은 구체예들에 따른, 제 1 분기형 내부 구동 샤프트(88)를 가동시키기 위해서 사용된 가동 구성요소들을 예시한다. 제 2 구동 샤프트(88)는 회전가능한 메인 샤프트 회전축으로부터 분기된 제 2 구동 샤프트 회전축을 중심으로 회전할 수 있도록 장착된다. 제 2 구동 샤프트(88)는 제 2 구동 샤프트 지지 베어링(170)을 통해서 메인 샤프트에 장착된다. 제 2 구동 샤프트(88)는 메인 샤프트 연결 부속품(168)에 있는 개구로부터 돌출한 바깥쪽 기어 톱니를 포함하는 제 2 구동 샤프트 기어(172)와 연결되며, 이로써 제 2 환형 기어(174)의 안쪽 고리 기어 톱니와 맞물리게 된다. 제 2 환형 기어(174)는 제 2 환형 기어 베어링(175)을 통해서 회전가능한 메인 샤프트(74)의 중심선을 중심으로 회전할 수 있도록 장착된다. 제 1 구동 샤프트와 관련하여 상기 논의된 대로, 가동 조립체(142)는 또한 제 2 구동 샤프트(88)의 축 동작 범위를 수용할 수 있도록 설계될 수 있는데, 예를 들어 제 2 구동 샤프트(88)의 축 동작 범위에 맞도록 제 2 환형 기어(174)와 메인 샤프트 연결 부속품(168)의 개구를 설계함으로써 이루어질 수 있다.
- [0055] 도 12는 많은 구체예들에 따른, 제 2 분기형 내부 구동 샤프트를 가동시키기 위해서 사용되는 도 10의 가동 조립체(142)의 구성요소들을 예시하는 투시도이다. 제 2 모터(102)가 제 2 모터 기어(176)와 회전 가능하게 연결된다. 제 2 모터 기어(176)는 제 2 연결 샤프트 근위 기어(178)와 맞물려 그것을 구동시키고, 이것은 제 2 연결 샤프트(180)를 구동시킨다. 제 2 연결 샤프트(180)는 차례로 제 2 연결 샤프트 원위 기어(182)를 회전시킨다. 제 2 연결 샤프트 원위 기어(182)는 제 2 연결 샤프트 원위 기어(182)와 맞물리는 바깥쪽 기어 톱니와 안

쪽 고리 기어 톱니를 모두 포함하는 제 2 환형 기어(174)와 맞물린다. 제 2 환형 기어(174)는 제 2 환형 기어 베어링을 통해 회전가능한 메인 샤프트의 중심선을 중심으로 회전할 수 있도록 장착된다. 작동시 제 2 모터(102)의 회전이 제 2 모터 기어(176)를 회전시키고, 이것은 제 2 연결 샤프트 근위 기어(178)를 회전시키고, 이것은 제 2 연결 샤프트(180)를 회전시키고, 이것은 제 2 연결 샤프트 원위 기어(182)를 회전시키고, 이것은 제 2 환형 기어(174)를 회전시키고, 이것은 제 2 구동 샤프트 기어(172)를 회전시키고, 이것은 회전가능한 메인 샤프트(74)에 대해 제 2 구동 샤프트(88)를 회전시킨다.

[0056] 많은 구체예에서, 메인 샤프트 연결 부속품(168)은 메인 샤프트 모터(90)(미도시)에 의해서 구동되는 메인 샤프트 연결부(94)(미도시)와 맞물리는 바깥쪽 기어 톱니(184)를 포함한다. 메인 샤프트 연결부(94)와 메인 샤프트 모터(90)는 도구 조작기(136)(도 8에 도시된) 상에 위치될 수 있으며, 이로써 근위 도구 좌대(134)가 도구 조작기(136) 상에 장착되었을 때 메인 샤프트 연결 부속품(168)과 연결될 수 있다.

[0057] 도 13은 많은 구체예들에 따른, 단부 작동기 제어 케이블의 여러 구성요소들 및 연속 연결을 예시하는, 도 10의 가동 조립체의 구성요소들의 단면 투시도이다. 근위 도구 좌대(134)는 여러 구성요소들을 위한 장착 기부를 제공하는 기부(186)를 포함한다. 메인 샤프트 연결 부속품(168)은 기부(186)에 대해 회전할 수 있도록 2개의 베어링(188)을 통해서 장착된다. 메인 샤프트 연결 부속품(168)은 회전가능한 메인 샤프트(74)를 지지한다. 메인 샤프트(74)는 축 내경을 가지며, 이것을 통해서 제 1 구동 샤프트(86), 제 2 구동 샤프트(88), 및 두 쌍의 제어 케이블(114)이 이어진다. 제 1 구동 샤프트(86)와 제 2 구동 샤프트(88)는 메인 샤프트 연결 부속품(168)과 회전가능한 메인 샤프트(74)의 중심선으로부터 분기되며, 회전가능한 메인 샤프트는 제어 케이블(114)이 메인 샤프트의 중심선을 따라 이어질 수 있도록 한다. 많은 구체예들에서, 기부에 대한 메인 샤프트가 회전함에 따라서 근위 좌대 기부(186)에 대한 단부 작동기 기부의 상응하는 회전으로 인하여 제어 케이블(114)의 꼬임이 생긴다. 메인 샤프트의 중심선을 따라 연결된 제어 케이블(114)은, 예를 들어 케이블 마찰력을 감소시킴으로써 및/또는 관련된 제어 케이블 신장을 감소시킴으로써 이러한 꼬임과 관련하여 발생할 수 있는 제어 케이블의 작동에 따른 유해한 손상의 감소에 도움이 될 수 있다.

[0058] 많은 구체예들에서, 한 쌍의 제어 케이블이 공통의 가동 메커니즘에 의해서, 예를 들어 그 주위에서 이 한 쌍의 제어 케이블이 감싸져 있는 캡스턴에 의해서 가동된다. 이러한 공통의 가동 메커니즘은 한 쌍의 제어 케이블 중 하나의 제어 케이블을 끌어당기면서 그 쌍의 나머지 제어 케이블은 상응하는 양만큼 풀어 내보내는데 사용될 수 있다. 도 13은 제 1 제어 케이블 쌍을 가동시키기 위한 제 1 캡스턴(190)과 제 2 제어 케이블 쌍을 가동시키기 위한 제 2 캡스턴(192)을 예시한다.

[0059] 많은 구체예에서, 제 1 구동 샤프트(86)는 제 2 구동 샤프트(86)의 원단부와 제 1 구동 샤프트 연장부(200)의 근단부를 연결하는 제 1 스플라인형 연결부(194)를 통해서 제 1 구동 샤프트 연장부(200)와 회전 가능하게 연결된다. 제 1 스플라인형 연결부(194)를 사용하여 편리한 크기의 제 1 구동 샤프트(86)의 사용이 가능해질 수 있으며, 예를 들어 이로써 제 1 구동 샤프트(86)가 과도한 비용 없이 생산될 수 있고, 전체 조립체에 더욱 쉽게 조립될 수 있다. 또한, 제 1 스플라인형 연결부(194)는 제 1 구동 샤프트 연장부(200)의 축 동작 범위의 수용을 제공할 수 있고, 이것은 상기 논의된 대로, 메인 샤프트 중심선으로부터 분기된 제 1 구동 샤프트 연장부(200)로 인하여 메인 샤프트에 대한 단부 작동기 기부의 관절화 동안 일어날 수 있다. 마찬가지로, 제 2 스플라인형 연결부(196)가 제 2 분기형 구동 샤프트(88)와 관련하여 사용될 수 있고, 이것은 유사한 이점을 제공할 수 있다.

[0060] 도 14는 많은 구체예들에 따른, 단부 작동기 제어 케이블의 여러 구성요소들 및 연속 연결을 더 예시하는, 도 10의 가동 조립체의 구성요소들의 단면도이다. 제 1 환형 기어(156)의 안쪽 고리 기어 톱니는 제 1 구동 샤프트 기어(166)와 상호작용하며, 이로써 메인 샤프트 연결 부속품에 대한 제 1 환형 기어(156)가 회전함에 따라서 메인 샤프트 연결 부속품에 대해 제 1 구동 샤프트(86)가 상응하여 회전하게 된다. 제 2 환형 기어(174)의 안쪽 고리 기어 톱니는 제 2 구동 샤프트 기어(172)와 상호작용하며, 이로써 메인 샤프트 연결 부속품에 대해 제 2 환형 기어(174)가 회전함에 따라서 메인 샤프트 연결 부속품에 대해 제 2 구동 샤프트(88)가 상응하여 회전하게 된다.

[0061] 도 15a는 많은 구체예들에 따른, 메인 샤프트 연결 부속품(168)의 투시도이다. 메인 샤프트 연결 부속품(168)은 다수의 개구, 슬롯, 고정장치 구멍, 및 바깥쪽 기어 톱니를 포함한다. 제 1 개구(206)는 제 1 구동 샤프트 기어(166)의 돌출한 기어 톱니를 수용한다. 제 2 개구(208)는 제 2 구동 샤프트 기어(172)의 돌출한 기어 톱니를 수용한다. 제 3 개구(210)는 제 2 구동 샤프트의 근단부를 지지하기 위해서 사용된 구동 샤프트 베어링 지지 부속품의 돌출한 특징부를 수용한다. 구동 샤프트 지지 베어링 장착 고정장치를 수용하는 다수의 고정장치

구멍(212)이 제공된다. 많은 구체예들에서, 메인 샤프트 연결 부속품(168)은 대칭 특징부를 포함하며, 이로써 제 1 및 제 2 구동 샤프트의 가역적 설치가 가능하게 된다. 바깥쪽 기어 톱니(184)를 사용하여 근위 도구 좌대의 기부에 대해 메인 샤프트 연결 부속품(168)을 회전시킬 수 있다. 2개의 슬롯(214)이 제 1 스플라인형 연결 부(194)와 제 1 스플라인형 연결부(196)를 수용한다.

[0062] 도 15b는 많은 구체예들에 따른, 2개의 내부 분기형 구동 샤프트와 관련된 지지 베어링 장착 구성요소들을 포함하는 내부 서브조립체의 투시도이다. 제 1 구동 샤프트 근위 부분(198)과 제 2 구동 샤프트 근위 부분(202)가 4개의 내부 지지 부속품(216)에 의해 지지된 베어링 안에 놓여진다. 4개의 내부 지지 부속품(216)은 상응하는 4개의 외부 지지 부속품(218)을 통해서 메인 샤프트 연결 부속품(168) 내의 위치에 보유되고, 이들 외부 지지 부속품은 부속품 쌍당 2개의 고정장치(220)를 통해서 내부 지지 부속품(216)과 연결된다.

[0063] 도 15c 및 15d는 많은 구체예들에 따른, 도 15a 및 15b의 구성요소들의 조합을 도시하는 도면이다. 도 15c는 조합의 투시도이고, 도 15d는 단부도이며, 이것은 고정장치(220), 바깥쪽 기어 톱니(184), 외부 지지 부속품(218), 제 1 구동 샤프트 기어(166), 제 2 구동 샤프트 기어(172), 2개의 내부 지지 부속품(216), 및 내부 지지 부속품(216)에 대해 제 2 구동 샤프트 근단부를 고정하기 위해서 사용된 보유장치 고리(222)를 도시한다. 인접한 내부 지지 부속품(216)들 사이에 위치한 중앙 공간(224)은 제어 케이블(미도시)의 연속 연결을 수용한다.

[0064] 대안의 접근법을 이용하여 분기형 내부 구동 샤프트를 지지할 수 있다. 예를 들어, 도 16은 부품수가 감소된 구성형태를 가진 가동 조립체(230)의 투시도이다. 가동 조립체(230)는 상기 설명된 2개의 분기형 구동 샤프트(86, 88)의 독립적 가동을 제공하지만, 이 2개의 구동 샤프트(86, 88)를 지지하는데 사용된 상기 설명된 구성요소들의 일부를 제거한다. 가동 조립체(230)는 상기 설명된 구성요소들의 일부, 예를 들어 제 1 구동 샤프트(86)(도면에서는 감춰져 있음), 제 1 구동 샤프트(88), 제 1 환형 기어(156), 및 제 2 환형 기어(174)를 포함한다. 가동 조립체(230)는 구동 샤프트 지지 베어링을 위한 일체화된 지지구조를 갖도록 구성된 메인 샤프트 연결 부속품(168A)을 포함한다. 상기 설명된 메인 샤프트 연결 부속품(168)과 유사하게, 메인 샤프트 연결 부속품(168A)은 상기 설명된 메인 샤프트 연결부(94)(미도시)와 맞물리는 바깥쪽 기어 톱니(184)를 포함한다.

[0065] 도 17은 메인 샤프트 연결 부속품(168A)에 일체화된 구동 샤프트 베어링의 지지구조를 상세히 예시하는, 가동 조립체(230)의 투시 단면도이다. 메인 샤프트 연결 부속품(168A)은 제 1 구동 샤프트 지지 베어링(164A, 164B) 및 제 2 구동 샤프트 지지 베어링(170A, 170B)과 연결하는 바깥쪽에서 접근가능한 홈(232, 234, 236)을 갖도록 구성된다. 보유장치 고리(244, 246)를 사용하여 홈(234) 안에 지지 베어링(164A, 164B)을 보유한다. 보유장치 고리(240, 242)를 사용하여 홈(236) 안에 지지 베어링(170A, 170B)을 보유한다. 원위 배치된 홈(232)은 제 1 구동 샤프트(86)의 원단부를 수용하도록 형성된다. 근위 배치된 홈(234)은 근위 배치된 지지 베어링(164A, 164B)을 지지하고, 제 1 구동 샤프트(86)의 근단부를 수용하도록 형성된다. 메인 샤프트 연결 부속품(168A)은 제 1 구동 샤프트(86)가 미끄러져 들어가서 놓여져 수용되도록 구성된 내경(238)을 포함한다. 원위 배치된 홈(236)은 지지 베어링(170A, 170B)을 지지하고, 제 2 구동 샤프트(88)를 수용하도록 형성된다.

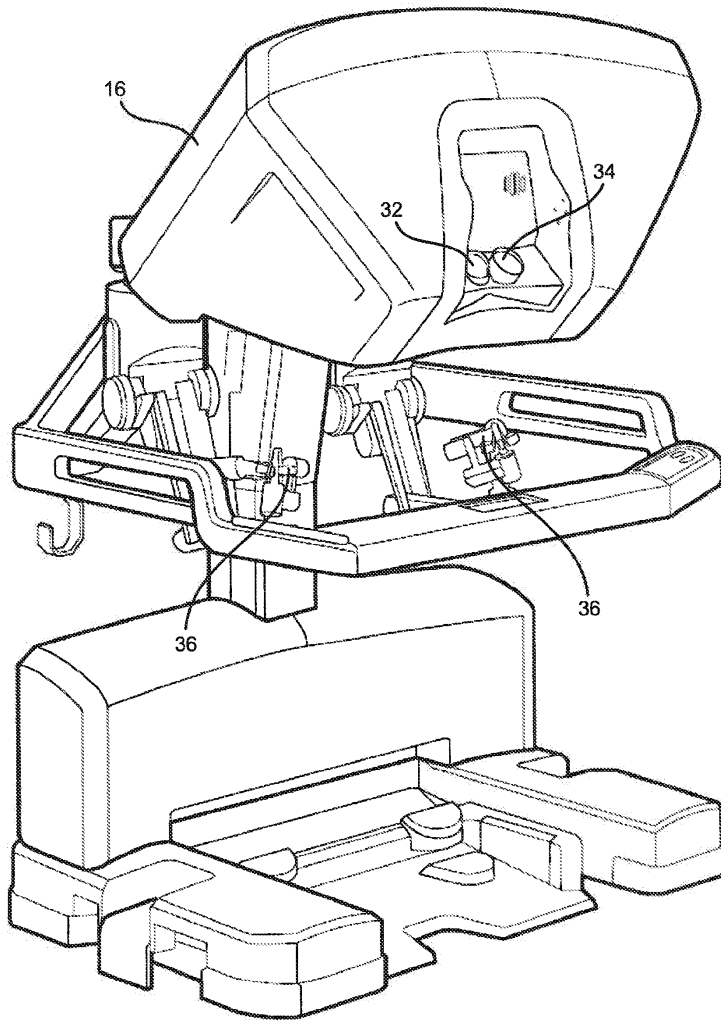
[0066] 제 1 구동 샤프트(86)는 다음 조립 순서대로 가동 조립체(230)로 조립될 수 있다. 먼저, 지지 베어링(164A)이 그것의 설치 위치로 위치된다. 다음에, 보유장치 고리(244)가 메인 샤프트 연결 부속품(168A)으로부터 그것의 설치 위치로 이동된다. 다음에, 제 1 환형 기어(156)와 제 1 환형 기어 베어링(162)을 포함하는 서브조립체가 메인 샤프트 연결 부속품(168A)의 근단부로부터 그것의 설치 위치로 이동된다. 다음에, 제 1 구동 샤프트(86)의 원단부를 지지 베어링(164A)을 지나고, 내경(238)을 지나 보냄으로써 제 1 구동 샤프트(86)가 설치된다. 다음에, 지지 베어링(164B)이 홈(234)을 따라서 그것의 설치 위치로 미끄러져 들어간다. 마지막으로, 보유장치 고리(246)가 메인 샤프트 연결 부속품(168A)의 근단부로부터 그것의 설치 위치로 이동된다. 유사한 순서가 제 2 구동 샤프트(88)를 가동 조립체(230)에 설치하는데도 이용될 수 있다.

[0067] 도 18a 및 18b는 가동 조립체(230)의 근단부 및 원단부 도면이다. 도 18a는 근위 홈(234)과 제 1 구동 샤프트(86)에 대해 근위 위치된 지지 베어링(164B)을 도시한다. 각 지지 베어링(170A, 170B, 164A, 164B)을 수용할 수 있는 보유장치 고리(240, 242, 244, 246)가 국소 형성된다. 도 18b는 제 1 구동 샤프트(86)와 제 2 구동 샤프트(88)의 원단부, 메인 샤프트 연결 부속품(168A)에 있는 관련된 홈(234, 236), 및 홈(236)에 배치된 지지 베어링(170A)을 도시한다.

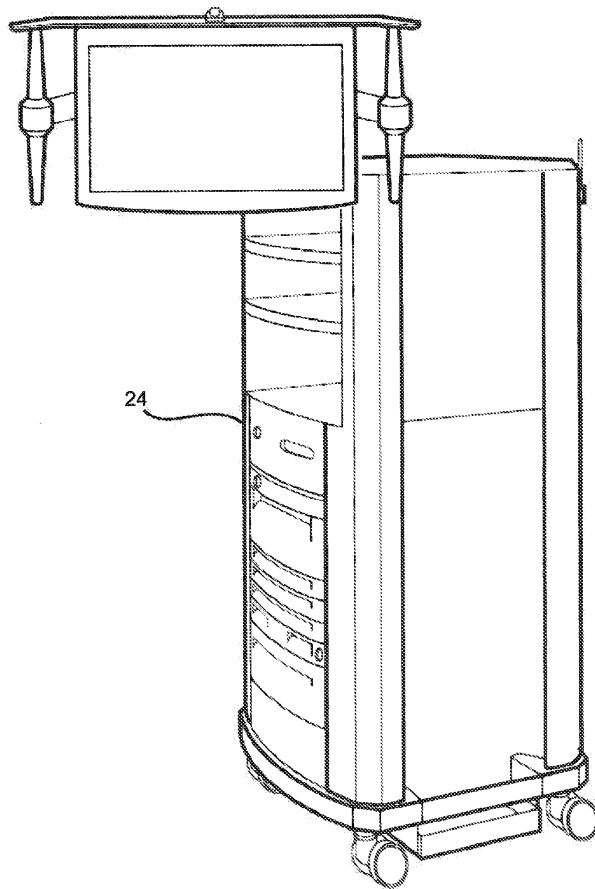
[0068] 도 19는 많은 구체예들에 따른, 근위 도구 좌대(250) 내에 일체화된 가동 조립체(230)를 예시하는 평면도이다. 가동 조립체(230)를 지지하고 가동시키는 것에 더하여, 근위 도구 좌대(250)는 회전가능한 메인 샤프트 내에 이어진 세 쌍의 제어 케이블을 위한 구성요소들의 가동 및 연속 연결을 더 포함한다.

- [0069] 도 20은 많은 구체예들에 따른, 수술 조립체(260)를 도식적으로 예시하는 단순화된 투시도이다. 수술 조립체(260)는 근위 가동 메커니즘(262), 회전가능한 메인 샤프트(264), 단부 작동기(266) 및 손목 메커니즘(268)을 포함한다. 단부 작동기(266)는 하나 이상의 샤프트-구동 메커니즘을 포함할 수 있다(예를 들어, 클램핑 메커니즘, 선형 절단 메커니즘, 스테플링 메커니즘). 수술 조립체(260)는 또한 하나 이상의 케이블-가동 메커니즘, 예를 들어 손목 메커니즘(268)을 통해서 메인 샤프트에 대해 단부 작동기의 기부를 관절화하는 케이블 가동 메커니즘, 및/또는 단부 작동기 기부에 대해 단부 작동기의 일부분을 관절화하는 케이블 가동 메커니즘을 포함할 수 있다. 근위 가동 메커니즘(262)은 회전가능한 메인 샤프트(264) 내에 이어진 하나 이상의 분기형 구동 샤프트의 장착 및 가동을 위해 상기 논의된 가동 메커니즘을 포함할 수 있다. 근위 가동 메커니즘(262)은 다양한 용도에서 사용할 수 있도록, 예를 들어 메인 샤프트(264) 및/또는 하나 이상의 내부 구동 샤프트의 회전을 위해서 수동 및/또는 자동 방식으로 가동되는 핸드헬드 장치로서 구성될 수 있다. 이와 같이, 수술 조립체(260)는 최소 침습 로봇 수술을 넘어서는 용도들, 예를 들어 비-로봇 최소 침습 수술, 비-최소 침습 로봇 수술, 비-로봇 비-최소 침습 수술에서의 용도는 물론, 회전가능한 외부 샤프트 내의 하나 이상의 분기형 구동 샤프트의 사용이 유익할 수 있는 다른 용도들을 가질 수 있다.
- [0070] 도 21은 많은 구체예들에 따른, 회전가능한 메인 샤프트 내에 이어진 분기형 구동 샤프트를 통해서 토크를 전달하는 방법(270)의 단순화된 순서도이다. 단계 272에서, 메인 샤프트는 기부에 대해 회전할 수 있도록 지지된다. 단계 274에서, 구동 샤프트는 메인 샤프트 회전축으로부터 분기된 구동 샤프트 회전축을 중심으로 메인 샤프트에 대해 회전할 수 있도록 지지된다. 단계 276에서, 분기형 구동 샤프트는 기부에 대해 고정된 회전축을 가진 구동 특징부와 맞물린다. 단계 278에서, 메인 샤프트는 기부에 대해 회전된다. 단계 280에서, 구동 샤프트는 메인 샤프트에 대해 구동 특징부를 회전시킴으로써 메인 샤프트에 대해 회전된다. 방법(270)의 단계들은, 예를 들어 도 6 내지 도 19와 관련하여 상기 논의된 구체예들을 이용하여 달성될 수 있다.
- [0071] 도 22는 많은 구체예들에 따른, 최소 침습 수술 방법(290)의 단순화된 순서도이다. 단계 292에서, 최소 침습 개구 또는 자연 신체 개구를 통해서 수술 도구의 단부 작동기가 수술 부위, 예를 들어 내부 수술 부위에 도입된다. 단부 작동기는 기부에 대해 회전하도록 장착된 기다란 기구 샤프트의 원단부에 장착되며, 이로써 단부 작동기가 기부에 대해 기구 샤프트와 함께 회전될 수 있다. 단부 작동기는 제 1 구동 샤프트와 작동 가능하게 연결되고, 이로써 기구 샤프트에 대한 제 1 구동 샤프트가 회전함에 따라서 단부 작동기 제 1 메커니즘이 가동되며, 제 1 구동 샤프트는 기구 샤프트 회전축으로부터 분기된 제 1 구동 샤프트 회전축을 중심으로 기구 샤프트에 대해 회전할 수 있도록 장착된다. 단계 294에서, 단부 작동기는 기구 샤프트를 회전시킴으로써 회전된다. 단계 296에서, 수술 작업은 단부 작동기 제 1 메커니즘을 가동시킴으로써 단부 작동기로 수행된다.
- [0072] 많은 구체예들에서, 방법(290)은 2개의 구동 샤프트에 의해서 가동되는 단부 작동기의 사용을 포함한다. 광범한 단부 작동기 메커니즘은 가동되는 구동 샤프트일 수 있다. 예를 들어, 단부 작동기는 제 1 구동 샤프트에 의해 가동되는 클램핑 특징부를 포함할 수 있다. 단부 작동기는 제 2 구동 샤프트에 의해 가동되는 움직이는 절단 특징부를 포함할 수 있다. 수술 작업은 클램핑 특징부로 조직을 클램핑하고, 움직이는 절단 특징부로 조직을 절단하는 것을 포함할 수 있다. 제 2 구동 샤프트는 기구 샤프트 회전축으로부터 분기된 제 2 구동 샤프트 회전축을 중심으로 기구 샤프트에 대해 회전할 수 있도록 장착될 수 있다. 단부 작동기는 제 2 구동 샤프트에 의해 가동되는 절단 및 스테플링 장치를 포함할 수 있다. 수술 작업은 클램핑 특징부로 조직을 클램핑하고, 절단 및 스테플링 장치로 조직을 스테플링하고, 절단 및 스테플링 장치로 조직을 절단하는 것을 포함할 수 있다.
- [0073] 본원에 설명된 예들 및 구체예들은 예시를 위한 것이며, 그것에 비추어 다양한 변형이나 변화가 당업자에게 제안될 것이고, 그들도 본 출원의 사상 및 범위와 첨부된 청구항들의 범위 내에 포함되어야 한다는 것이 이해된다. 많은 상이한 조합들이 가능하며, 이러한 조합들도 본 발명의 일부로서 고려된다.

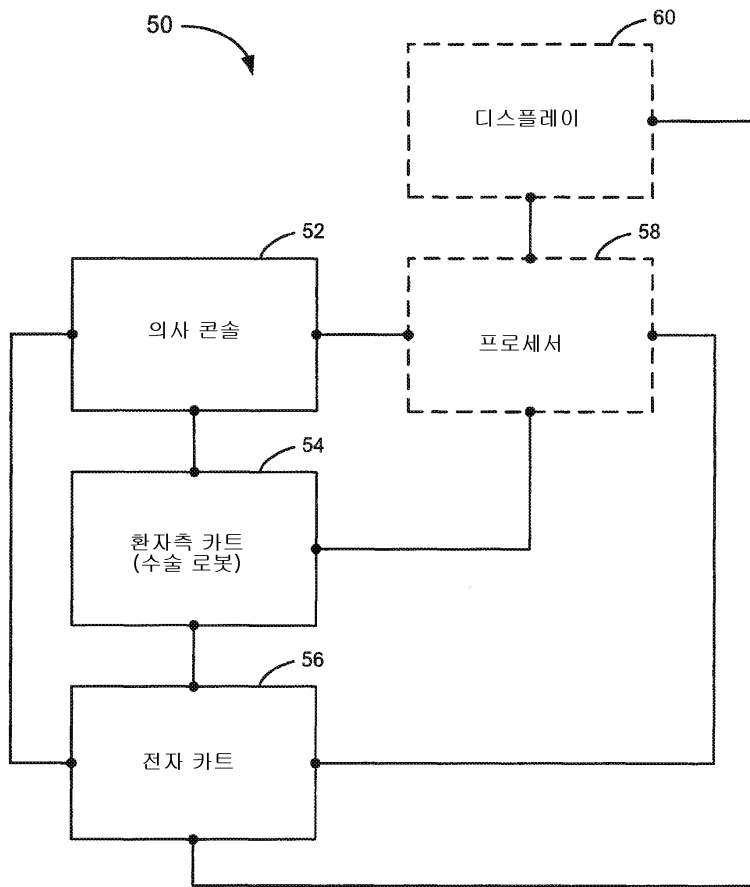
도면2



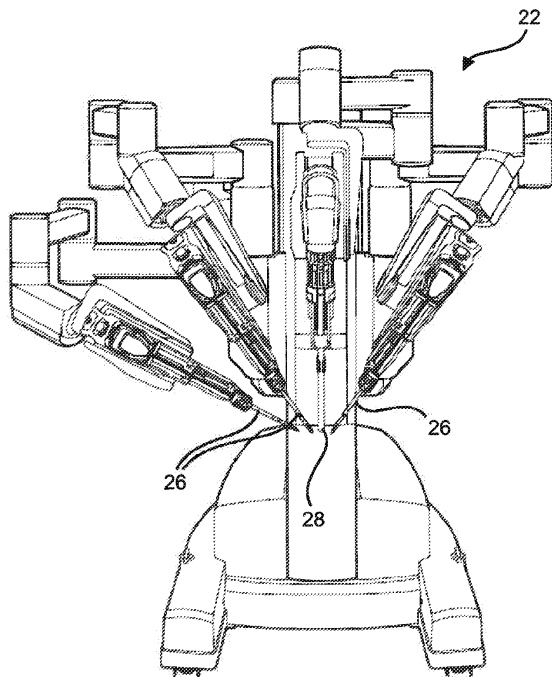
도면3



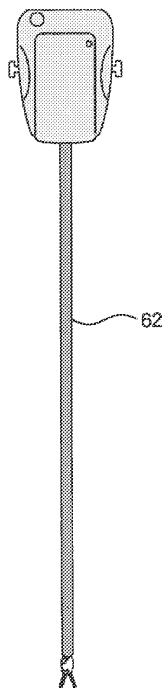
도면4



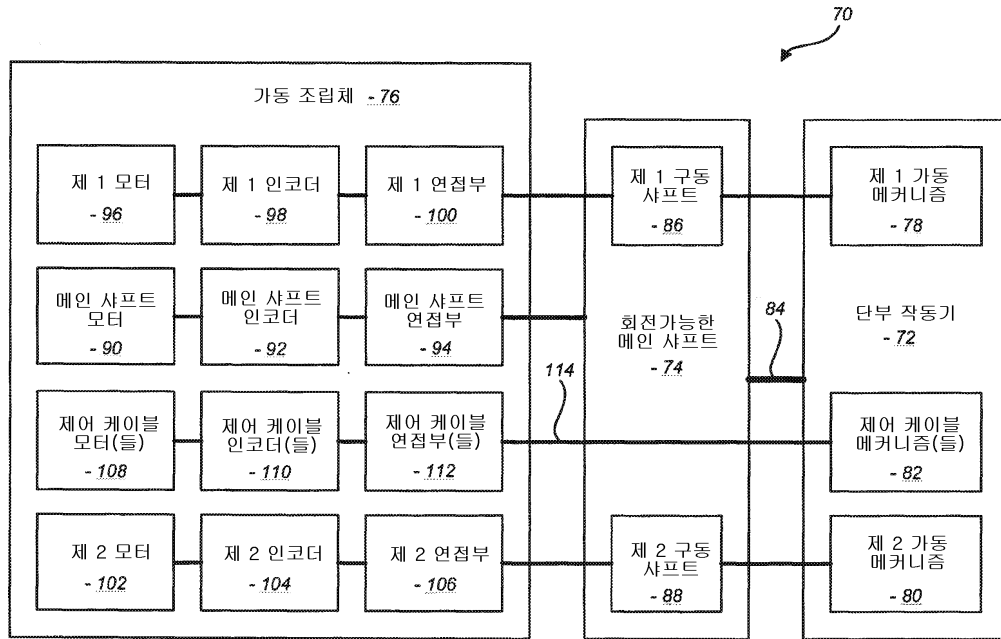
도면5a



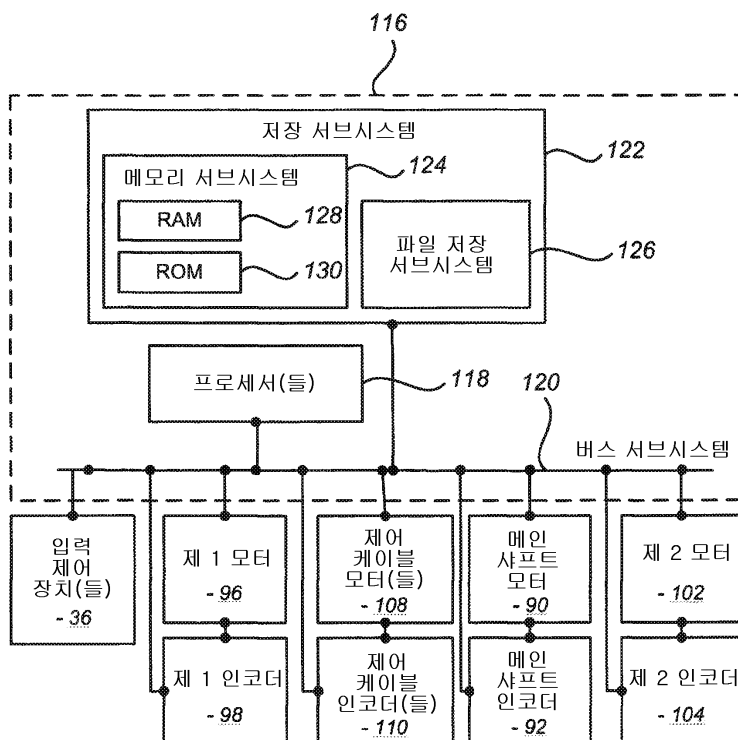
도면5b



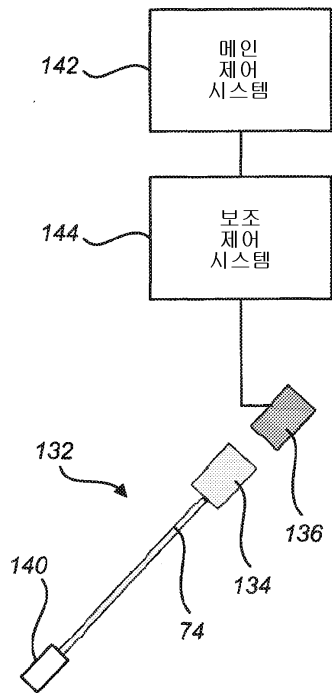
도면6



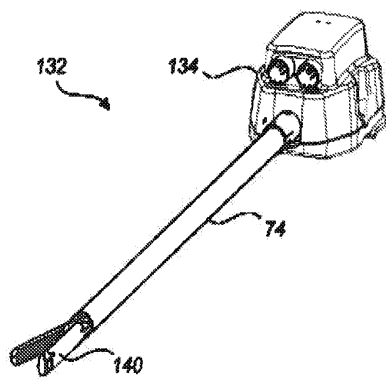
도면7



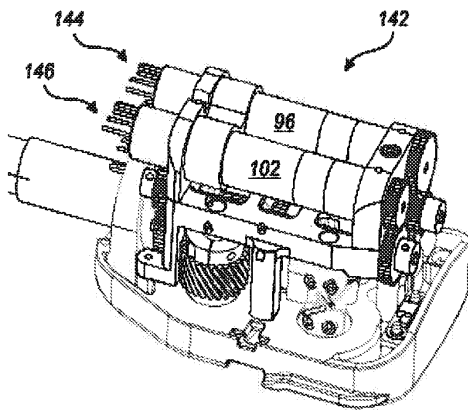
도면8



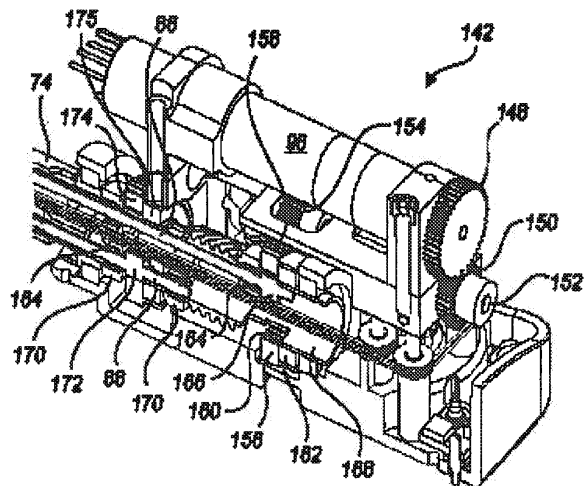
도면9



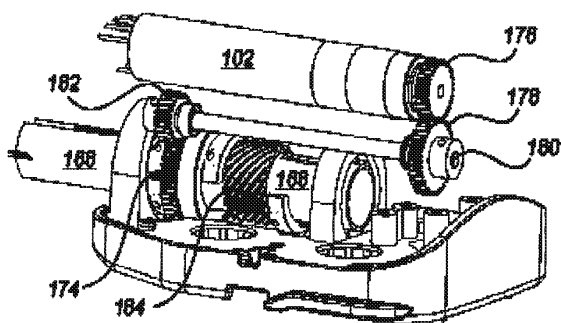
도면10



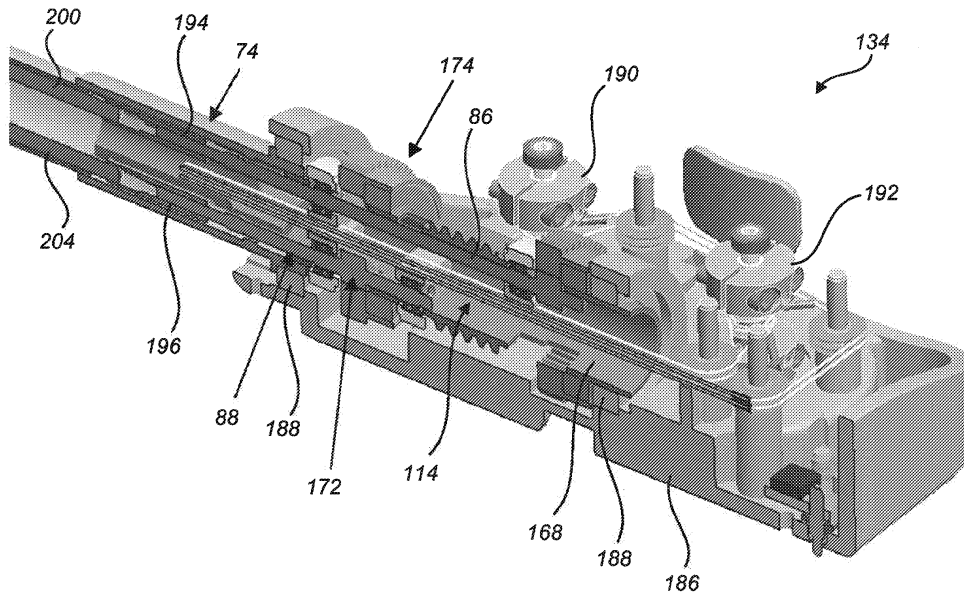
도면11



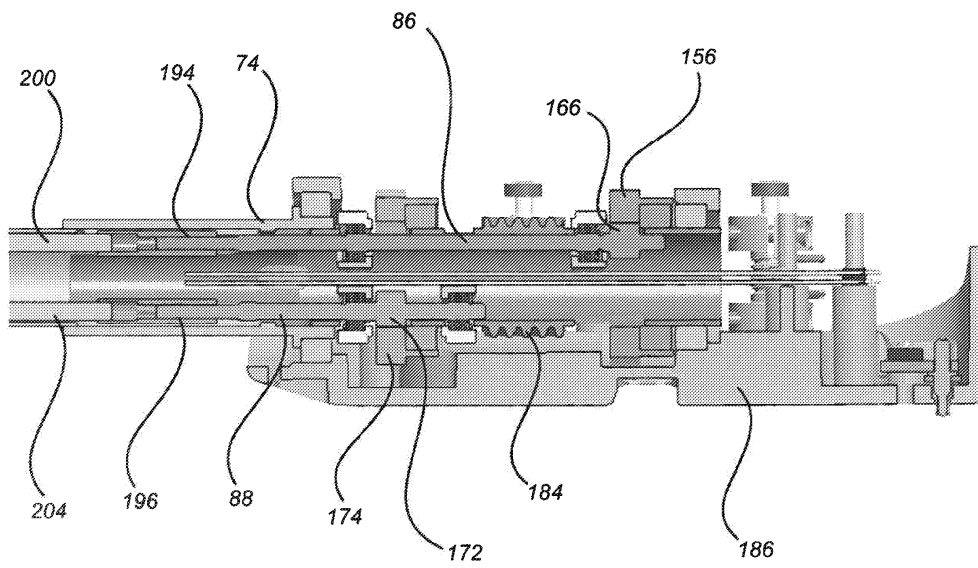
도면12



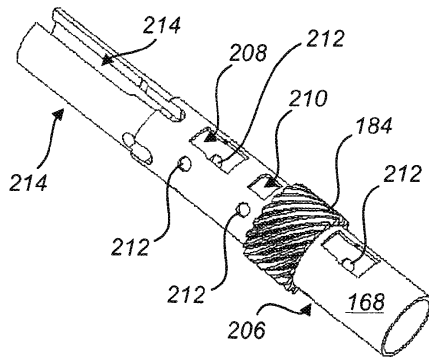
도면13



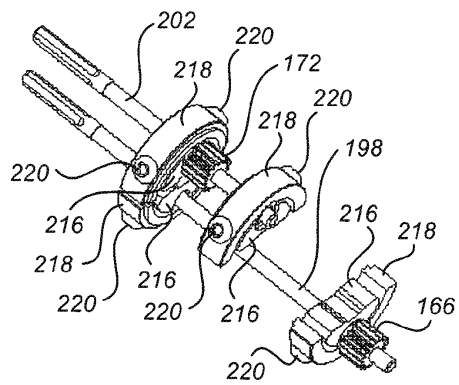
도면14



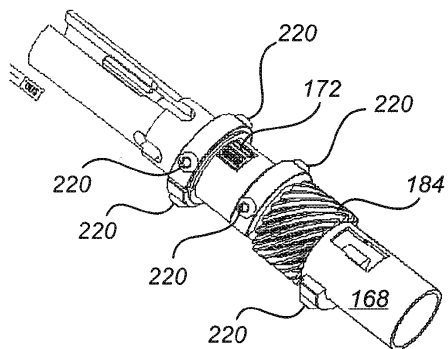
도면15a



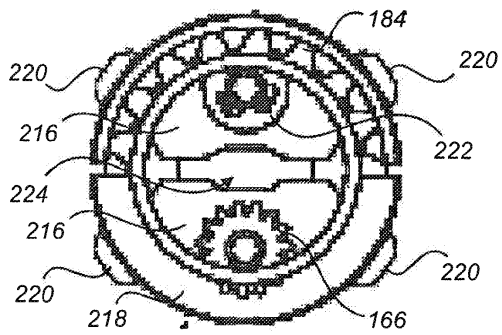
도면15b



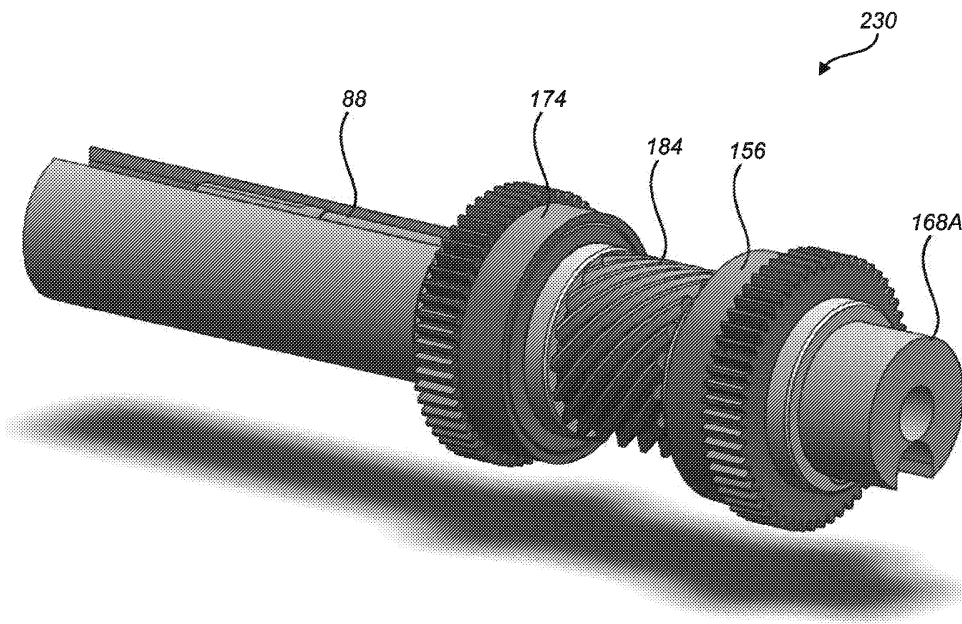
도면15c



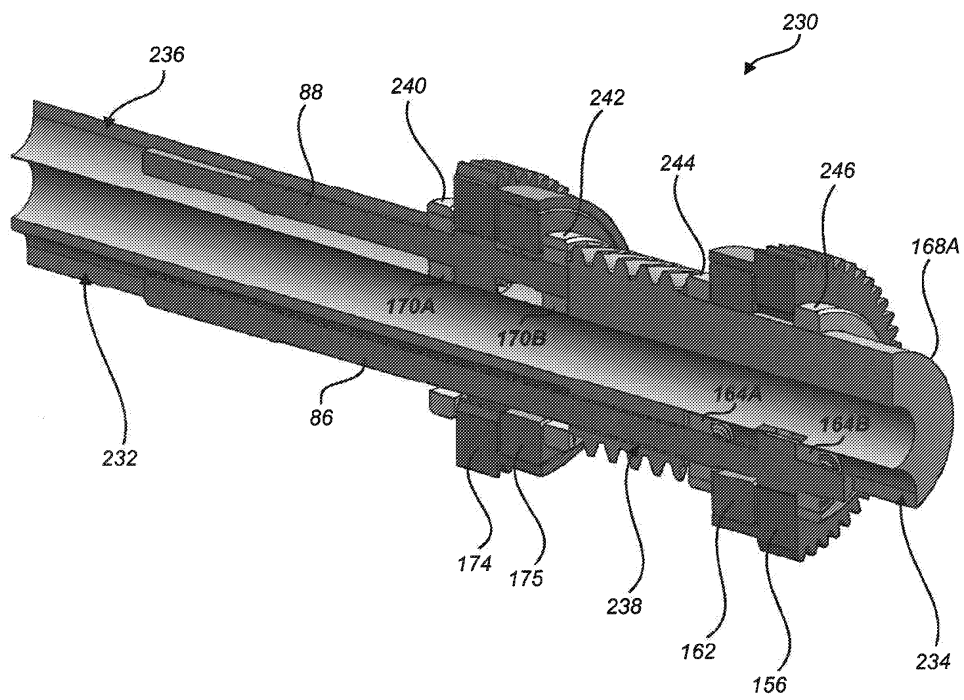
도면15d



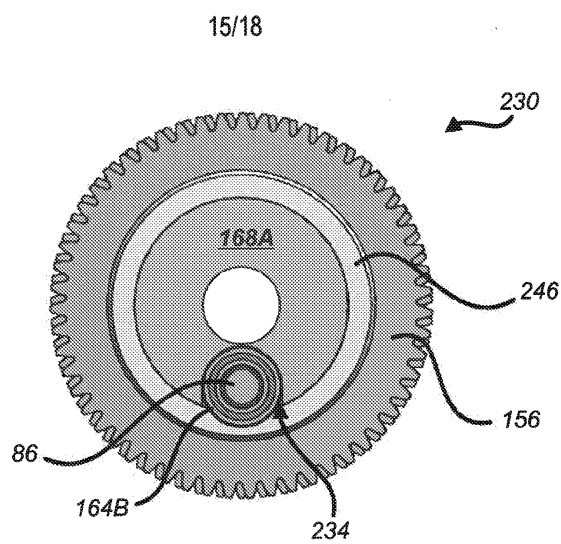
도면16



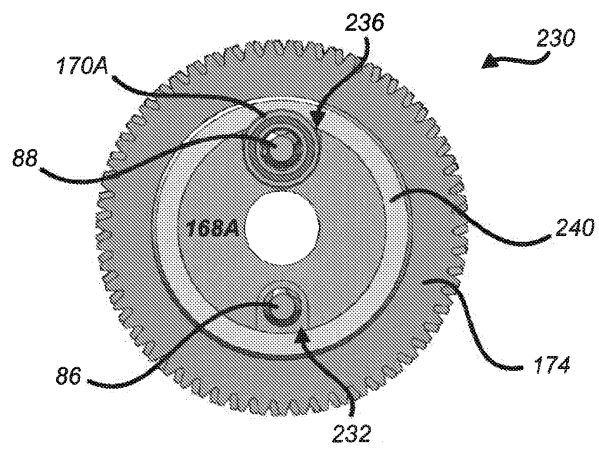
도면17



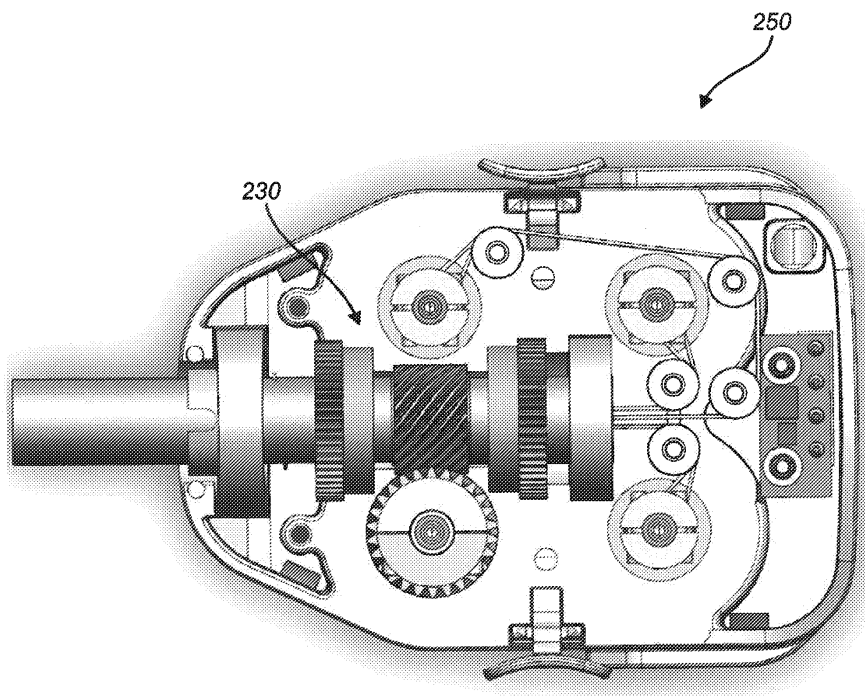
도면18a



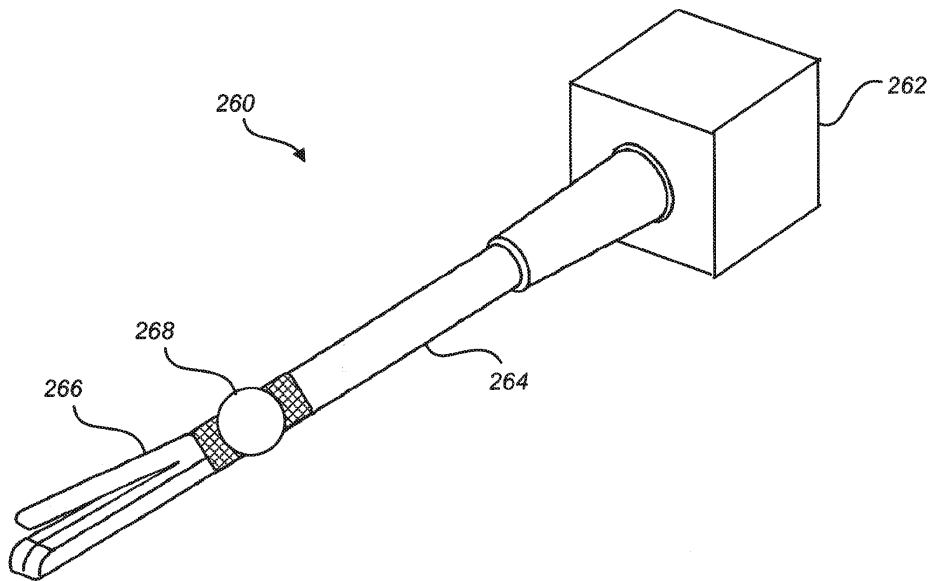
도면18b



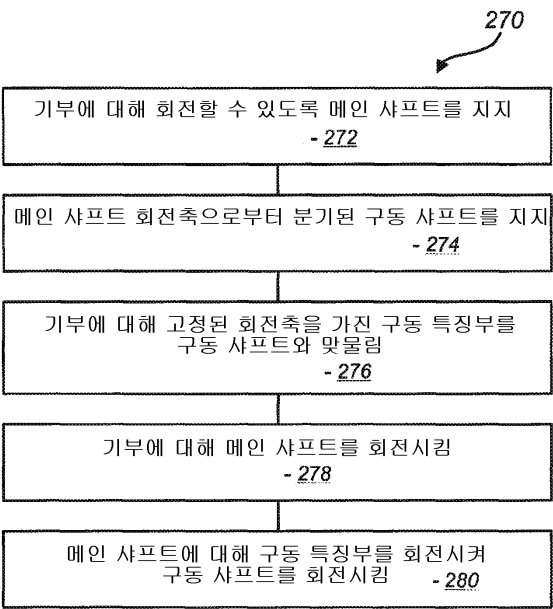
도면19



도면20



도면21



도면22

