



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년05월09일
(11) 등록번호 10-2395579
(24) 등록일자 2022년05월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 34/30 (2016.01) A61B 17/29 (2006.01)
A61B 34/00 (2016.01) A61B 34/37 (2016.01)
(52) CPC특허분류
A61B 34/30 (2016.02)
A61B 17/29 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7030266
(22) 출원일자(국제) 2015년03월31일
심사청구일자 2020년03월23일
(85) 번역문제출일자 2016년10월28일
(65) 공개번호 10-2016-0140843
(43) 공개일자 2016년12월07일
(86) 국제출원번호 PCT/US2015/023636
(87) 국제공개번호 WO 2015/153642
국제공개일자 2015년10월08일
(30) 우선권주장
61/973,257 2014년03월31일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140013114 A
US20120199632 A1

(73) 특허권자
인튜어티브 서지컬 오퍼레이션즈 인코포레이티드
미국 캘리포니아 94086 서니베일 키퍼 로드 1020
(72) 발명자
베일리 데이비드 더블유.
미국 캘리포니아 94028 포틀라 벨리 윈덤 드라이브 230
로저스 티오도르 더블유.
미국 캘리포니아 94501 앨러미다 스틸링 애버뉴 3240
(74) 대리인
(뒷면에 계속)
양영준, 김윤기

전체 청구항 수 : 총 26 항

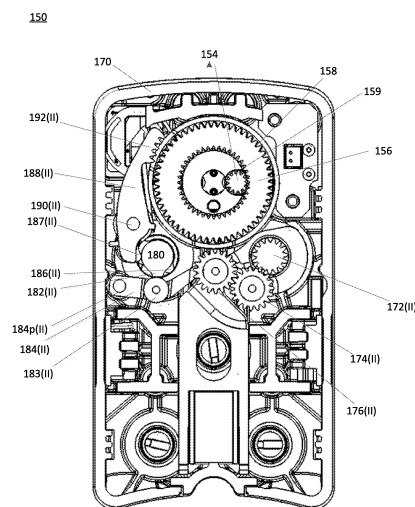
심사관 : 전창익

(54) 발명의 명칭 시프트 가능한 트랜스미션을 가진 수술 기구

(57) 요약

근단부 및 말단부를 가지는 기다란 샤프트를 가진 수술 도구가 개시된다. 수술 말단 작용기는 말단부 부근에 위치한다. 수술 말단 작용기는 복수의 자유도를 포함하는 복수의 작용기 메커니즘을 가진다. 작용기 몸체는 근단부에 위치한다. 작용기 몸체는 복수의 작용기 메커니즘을 구동하기 위한 복수의 모터 인터페이스를 포함한다. 작용기 몸체에 트랜스미션이 연결된다.

대표도 - 도7b



(52) CPC특허분류

A61B 34/37 (2016.02)

A61B 34/70 (2016.02)

A61B 2034/305 (2016.02)

(72) 발명자

데야노프 루멘

미국 캘리포니아 94555 프리몬트 개드윅 커먼
34289

라스롭 레이

미국 테네시 37212 내쉬빌 24 애버뉴 에스. 2013

브리슨 가브리엘 에프.

미국 캘리포니아 94706 올버니 레드 오크 애버뉴
에이퍼티. 307 405

명세서

청구범위

청구항 1

수술 도구로서,

근단부 및 말단부를 가지는 기다란 샤프트;

상기 샤프트의 상기 말단부에 있는 수술 말단 작용기로서, 상기 수술 말단 작용기는 각각 고유한 기계적 자유도와 연관된 복수의 말단 작용기 컴포넌트를 포함하고, 상기 복수의 말단 작용기 컴포넌트는 제1 말단 작용기 컴포넌트 및 제2 말단 작용기 컴포넌트를 포함하는 것인 상기 수술 말단 작용기; 및

상기 샤프트의 상기 근단부에 있는 구동 메커니즘을 포함하고,

상기 구동 메커니즘은 제1 모터 인터페이스 및 트랜스미션을 포함하고, 상기 트랜스미션은 제1 상태와 제2 상태 사이에서 이동 가능한 시프트 메커니즘을 포함하고, 상기 제1 상태에서, 상기 제1 모터 인터페이스는 상기 제2 말단 작용기 컴포넌트를 구동시키지 않으면서 상기 제1 말단 작용기 컴포넌트를 구동시키도록 상기 트랜스미션을 통해 연결되어 있고, 상기 제2 상태에서, 상기 제1 모터 인터페이스는 상기 제1 말단 작용기 컴포넌트를 구동시키지 않으면서 상기 제2 말단 작용기 컴포넌트를 구동시키도록 상기 트랜스미션을 통해 연결되어 있고, 상기 시프트 메커니즘은 복수의 캠샤프트 로브를 포함하는 캠샤프트를 포함하는 것을 특징으로 하는 수술 도구.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 구동 메커니즘은 상기 제1 상태와 상기 제2 상태 사이에서 상기 시프트 메커니즘을 시프트하도록 연결된 제2 모터 인터페이스를 포함하는 것을 특징으로 하는 수술 도구.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 말단 작용기 컴포넌트는 제3 말단 작용기 컴포넌트를 포함하고; 그리고

상기 시프트 메커니즘은 제3 상태로 이동 가능하고, 상기 제1 상태 및 상기 제2 상태에서, 상기 제1 모터 인터페이스는 상기 제3 말단 작용기 컴포넌트를 구동시키지 않고, 상기 제3 상태에서, 상기 제1 모터 인터페이스는 상기 제1 및 제2 말단 작용기 컴포넌트를 구동시키지 않으면서 상기 제3 말단 작용기 컴포넌트를 구동시키도록 상기 트랜스미션을 통해 연결되는 것을 특징으로 하는 수술 도구.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 구동 메커니즘은 상기 시프트 메커니즘을 상기 제1 상태, 상기 제2 상태, 및 상기 제3 상태 사이에서 시프트하도록 연결된 제2 모터 인터페이스를 포함하는 것을 특징으로 하는 수술 도구.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 캠샤프트는 회전 가능한 캠샤프트이고, 상기 캠샤프트의 제1 위치는 상기 제1 상태에 대응하고, 상기 캠샤프트의 제2 위치는 상기 제2 상태에 대응하는 것을 특징으로 하는 수술 도구.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 구동 메커니즘은 상기 캠샤프트를 구동시키도록 연결된 제2 모터 인터페이스를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수술 도구.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제1 말단 작용기 컴포넌트는 제1 말단 작용기 기계적 자유도와 연관되고, 상기 제2 말단 작용기 컴포넌트는 제2 말단 작용기 기계적 자유도와 연관되고; 그리고

상기 구동 메커니즘은 제3 말단 작용기 기계적 자유도를 구동시키도록 연결된 제2 모터 인터페이스, 제4 말단 작용기 기계적 자유도를 구동시키도록 연결된 제3 모터 인터페이스, 및 제5 말단 작용기 기계적 자유도를 구동시키도록 연결된 제4 모터 인터페이스를 포함하고;

상기 제1, 제2, 제3, 제4, 및 제5 말단 작용기 기계적 자유도는 각각 고유한 것을 특징으로 하는 수술 도구.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 복수의 말단 작용기 컴포넌트는 제6 말단 작용기 기계적 자유도와 연관된 제3 말단 작용기 컴포넌트를 포함하고;

상기 제1, 제2, 제3, 제4, 제5, 및 제6 말단 작용기 기계적 자유도는 각각 고유한 것을 특징으로 하는 수술 도구.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 구동 메커니즘은 상기 시프트 메커니즘을 상기 제1 상태와 상기 제2 상태 사이에서 시프트하도록 연결된 제5 모터 인터페이스를 포함하는 것을 특징으로 하는 수술 도구.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 수술 말단 작용기는 수술 도구를 가지는 그립핑 장치를 포함하고, 상기 수술 말단 작용기는 관절을 포함하고, 상기 관절은 원격 제어 암에 대하여 상기 그립핑 장치를 피치(pitch), 요우(yaw), 및 롤(roll) 할 수 있는 것을 특징으로 하는 수술 도구.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제1 말단 작용기 기계적 자유도는 상기 관절을 롤 시키기 위한 것이고;

상기 제2 말단 작용기 기계적 자유도는 상기 수술 도구를 작동시키기 위한 것이고;

상기 제3 말단 작용기 기계적 자유도는 상기 제6 말단 작용기 기계적 자유도에 대하여 강한 힘으로 상기 그립핑 장치를 작동시키기 위한 것이고;

상기 제4 말단 작용기 기계적 자유도는 상기 관절을 요우 시키기 위한 것이고;

상기 제5 말단 작용기 기계적 자유도는 상기 관절을 피치 시키기 위한 것이고; 그리고

상기 제6 말단 작용기 기계적 자유도는 상기 제3 말단 작용기 기계적 자유도에 대하여 약한 힘으로 상기 그립핑 장치를 작동시키기 위한 것을 특징으로 하는 수술 도구.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 캠샤프트는 회전 가능한 캠샤프트인 것을 특징으로 하는 수술 도구.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 복수의 캠샤프트 로브는 상기 제1, 제2, 및 제3 말단 작용기 기계적 자유도 각각에 파워를 공급하고 잠금시키기 위한 한 쌍의 로브를 포함하는 것을 특징으로 하는 수술 도구.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 상기 트랜스미션은 제1 말단 작용기 기계적 자유도를 구동시키기 위한 제1 기어 트레인, 상기 제2 말단 작용기 기계적 자유도를 구동시키기 위한 제2 기어 트레인, 및 상기 제3 말단 작용기 기계적 자유도를 구동시키기 위한 제3 기어 트레인을 포함하는 것을 특징으로 하는 수술 도구.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제1 기어 트레인은:

제1 입력 기어;

궁극적으로 상기 제1 입력 기어에 연결된 제1 출력 기어;

상기 제1 입력 기어와 상기 제1 출력 기어를 체결 및 체결 해제하기 위해 상기 캠샤프트와 이동 가능하게 체결된 제1 로커 암을 포함하고,

상기 제1 로커 암은 상기 제1 출력 기어를 잠금 및 잠금 해제하기 위해 상기 캠샤프트와 이동 가능하게 체결되어 있고;

상기 제2 기어 트레인은:

제2 입력 기어;

궁극적으로 상기 제2 입력 기어에 연결된 제2 출력 기어;

상기 제2 입력 기어와 상기 제2 출력 기어를 체결 및 체결 해제하기 위해 상기 캠샤프트와 이동 가능하게 체결된 제2 로커 암을 포함하고,

상기 제2 로커 암은 상기 제2 출력 기어를 잠금 및 잠금 해제하기 위해 상기 캠샤프트와 이동 가능하게 체결되어 있고, 그리고

상기 제3 기어 트레인은:

제3 입력 기어;

궁극적으로 상기 제3 입력 기어에 연결된 제3 출력 기어;

상기 제3 입력 기어와 상기 제3 출력 기어를 체결 및 체결 해제하기 위해 상기 캠샤프트와 이동 가능하게 체결된 제3 로커 암을 포함하고,

상기 제3 로커 암은 상기 제3 출력 기어를 잠금 및 잠금 해제하기 위해 상기 캠샤프트와 이동 가능하게 체결되어 있는 것을 특징으로 하는 수술 도구.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 제1 출력 기어는 축을 따라 뺄어 있고 축에 대하여 회전 가능한 메인 샤프트에 연결되어 있고, 상기 제2 및 제3 출력 기어는 상기 메인 샤프트 내에 홀딩되어 있고, 상기 축에 대하여 상기 메인 샤프트와 함께 회전하는 것을 특징으로 하는 수술 도구.

청구항 17

제 16 항에 있어서, 상기 제2 출력 기어는 상기 메인 샤프트 내에 뺄어 있는 제1 출력 샤프트에 연결되어 있고, 상기 제3 출력 기어는 상기 메인 샤프트 내에 뺄어 있는 제2 출력 샤프트에 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 수술 도구.

청구항 18

제 15 항에 있어서, 상기 제1, 제2, 및 제3 기어 트레인은 상기 캠샤프트와 평행한 공통의 축을 따라 배열되어 있는 것을 특징으로 하는 수술 도구.

청구항 19

제1 모터 인터페이스, 트랜스미션 및 제1 및 제2 컴포넌트를 포함하는 수술 말단 작용기를 포함하는 수술 장치의 동작 방법으로서,

상기 트랜스미션을 제1 상태로 동작시키는 단계;

상기 트랜스미션을 상기 제1 상태에서 제2 상태로 시프트하기 위해 제1 로브 및 제2 로브로 캠샤프트를 구동시키는 단계;

상기 트랜스미션을 상기 제2 상태로 동작시키는 단계; 및

상기 트랜스미션을 상기 제2 상태에서 상기 제1 상태로 시프트하기 위해 상기 캠샤프트를 구동시키는 단계를 포함하고,

상기 제1 상태는 상기 트랜스미션이 상기 제1 모터 인터페이스를 상기 수술 말단 작용기의 상기 제1 컴포넌트에 연결하고, 상기 제1 모터 인터페이스를 상기 수술 말단 작용기의 상기 제2 컴포넌트로부터 연결 해제시키는 상태이고;

상기 제2 상태는 상기 트랜스미션이 상기 제1 모터 인터페이스를 상기 수술 말단 작용기의 상기 제2 컴포넌트에 연결하고, 상기 제1 모터 인터페이스를 상기 수술 말단 작용기의 상기 제1 컴포넌트로부터 연결 해제시키는 상태인 것을 특징으로 하는 수술 장치의 동작 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서, 시프트 불가능한 모터를 이용하여 상기 수술 말단 작용기의 복수의 시프트 불가능한 작용기 출력 중 적어도 하나를 구동시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수술 장치의 동작 방법.

청구항 21

제 19 항에 있어서, 제2 모터를 이용하여 상기 트랜스미션의 캠샤프트를 구동시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수술 장치의 동작 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서, 상기 캠샤프트를 구동시키는 단계는 복수의 기어 트레인 중 하나와 순차적으로 체결되도록 상기 캠샤프트를 회전시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 수술 장치의 동작 방법.

청구항 23

제 22 항에 있어서, 상기 캠샤프트를 구동시키는 단계는 기어 트레인 중 적어도 하나가 잠금 상태가 되게 만드는 것을 특징으로 하는 수술 장치의 동작 방법.

청구항 24

제 23 항에 있어서, 상기 캠샤프트를 구동시키는 단계는 상기 트랜스미션의 복수의 기어 트레인과 체결된 복수의 로커 암을 이동시키기 위해 상기 캠샤프트를 회전시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 수술 장치의 동작 방법.

청구항 25

제 24 항에 있어서, 상기 트랜스미션을 상기 제1 상태로 동작시키는 단계 및 상기 트랜스미션을 제2 상태로 동작시키는 단계는 롤 말단 작용기 기계적 자유도, 강력 그립핑 말단 작용기 기계적 자유도, 및 도구 작동 말단 작용기 기계적 자유도를 작동시키는 단계 중 하나를 각각 포함하는 것을 특징으로 하는 수술 장치의 동작 방법.

청구항 26

제 20 항에 있어서, 상기 복수의 시프트 불가능한 작용기 출력은 요우 말단 작용기 기계적 자유도, 피치 말단 작용기 기계적 자유도, 및 약력 그립핑 말단 작용기 기계적 자유도 중 적어도 하나를 구동시키는 것을 특징으로 하는 수술 장치의 동작 방법.

발명의 설명

배경 기술

미소 절개 수술 기술은 진단 또는 수술 과정 동안 관련 없는 조직이 손상되는 양을 줄여 환자 회복 시간, 불편함 및 유해한 부작용을 줄이도록 의도된 것이다. 미소 절개 수술의 한 효과는, 예컨대, 수술 후 병원 회복 시간의 감소이다. 표준 수술에 대한 평균 병원 입원 기간이 유사한 미소 절개 수술에 대한 평균 입원 기간보다 상당히 길기 때문에, 미소 절개 기술의 사용 증가는 매년 병원 비용을 수백만 달러 절약할 수 있다. 미국에서 매년 수행되는 다수의 수술이 미소 절개 방식으로 수행될 수 있지만, 미소 절개 수술 기구 및 그것을 마스터하

[0001]

는데 포함된 추가적인 수술 훈련의 제한사항으로 인해 현재 수술 중 일부만이 이러한 유리한 기술을 사용하는데 그치고 있다.

[0002] 미소 절개 원격 수술 시스템은 수술의 숙련도를 증가시키고 전통적인 미소 절개 기술에 대한 제한사항 중 일부를 회피하기 위해 개발되었다. 원격 수술에서, 수술의는 손으로 직접 기구를 잡고 이동시키는 것이 아니라, 수술 기구 이동을 조종하기 위해 몇몇 형태의 원격 제어(예컨대, 서보 메커니즘 등)를 이용한다. 원격 수술 시스템에서, 수술의는 수술의 워크스테이션에서 수술 위치의 이미지를 제공받을 수 있다. 디스플레이상에서 수술 부위의 2 또는 3차원 이미지를 보면서, 수술의는 서보-기계식으로 동작되는 기구의 모션을 제어하는 마스터 제어 장치를 조종함으로써 환자에 대한 수술 프로시저를 수행한다.

[0003] 원격 수술에 이용되는 서보메커니즘은 종종 두 마스터 컨트롤러(수술의의 각각의 손에 하나씩)로부터 입력을 받고, 각각 수술 기구가 장착된 2 이상의 로봇 암을 포함할 수 있다. 마스터 컨트롤러와 연관된 로봇 암 및 기구 어셈블리 간의 동작적 통신은 전형적으로 제어 시스템을 통해 달성된다. 제어 시스템은 전형적으로 마스터 컨트롤러로부터 연관된 로봇 암 및 기기 어셈블리로 입력 커맨드를 전달하고, 예컨대, 포스 피드백 등의 경우에, 기구 및 암 어셈블리로부터 연관된 마스터 컨트롤러로 다시 전달하는 적어도 하나의 프로세서를 포함한다. 로봇 수술 시스템의 한 예는 미국 캘리포니아 서니베일의 인튜어티브 서지컬 인코퍼레이티드로부터 사용 가능한 다빈치(DA VINCI®) 시스템이다.

[0004] 다양한 구조적 배열이 로봇 수술 동안 수술 부위에 있는 수술 기구를 지지하기 위해 사용될 수 있다. 구동 링크지 또는 "슬레이브"는 종종 로봇 수술 조종기로 불리고, 미소 절개 로봇 수술 동안 로봇 수술 조종기로서 사용하기 위한 예시적인 링크지 배열은 모두 참조로서 본 명세서에 통합된 미국 특허 번호 제7,594,912; 6,758,843; 6,246,200; 및 5,800,423호에 서술되어 있다. 이러한 링크지는 종종 샤프트를 가지는 기구를 유지하기 위해 평행사변형 배열을 활용한다. 이러한 조종기 구조는 기구가 리지드 샤프트의 길이를 따른 공간 내에 위치하는 조종의 원격 중심에 대하여 피벗하도록 기구의 이동을 제한할 수 있다. (예컨대, 복강경 수술 동안 복벽에 투관침(trocar) 또는 캐놀라(cannula)를 통한) 내부 수술 위치로의 삽입 지점과 조종의 원격 중심을 정렬시킴으로써, 수술 기구의 말단 작용기는 복벽에 잠재적으로 위험한 힘을 가하지 않으면서도 조종기 링크지를 이용하여 샤프트의 근단부를 이동시켜 안전하게 위치 조절될 수 있다. 대안의 조종기 구조는, 모두 참조로서 본 명세서에 통합된 미국 특허 번호 제7,763,015; 6,702,805; 6,676,669; 5,855,583; 5,808,665; 5,445,166; 및 5,184,601호에 서술되어 있다.

[0005] 다양한 구조의 배열은 또한 로봇 수술 동안 수술 부위에 있는 로봇 수술 조종기 및 수술 기구를 지지 및 위치 조절하기 위해 사용될 수 있다. 종종 셋업 조인트 또는 셋업 조인트 암이라 불리는 링크지 지지 메커니즘은 종종 각각의 조종기를 위치 조절하고 환자 신체 내 각각의 삽입 지점과 정렬시키기 위해 사용된다. 이러한 링크지 지지 메커니즘은 수술 조종기와 회망의 수술 삽입 지점 및 목표의 해부구조의 정렬을 가능하게 한다. 예시적인 링크지 지지 메커니즘은 참조로서 본 명세서에 통합된 미국 특허 번호 제6,246,200 및 6,788,018호에 서술되어 있다.

[0006] 새로운 원격 조종 시스템 및 장치들이 매우 효율적이고 유리하다는 것을 입증하였지만, 여전히 추가적인 향상이 요구된다. 일반적으로, 향상된 미소 절개 로봇 수술 시스템이 요구된다. 종종, 새로운 수술 기구는 기존의 원격 수술 시스템 플랫폼 상에서 사용하도록 개발된다. 그러므로, 이 기구는 특정 수술 애플리케이션에 대한 새로운 원격 조종 시스템을 개발하는 것이 엄두도 못 낼 정도로 비싸기 때문에, 원격 조종 시스템에 맞추어지도록 요구된다. 그러나, 기존의 원격 조종 플랫폼이 특정 수술 기구의 모든 메커니즘을 위해 원하는 만큼의 모터 출력을 가지지 못할 때 문제가 발생한다. 그러므로, 수술 기능을 제한하지 않으면서 그리고 기존의 원격 수술 시스템을 수정할 필요 없이 기존의 원격 수술 시스템에 새로운 수술 장치를 맞춤 필요성이 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

(특허문헌 0001) US 2011/0290856 A1 (2011.12.01)

(특허문헌 0002) EP 1724071 A1 (2006.11.22)

(특허문헌 0003) WO 2006/124390 A2 (2006.11.23)

(특허문헌 0004) EP 1973021 A2 (2008.09.24)

발명의 내용

과제의 해결 수단

- [0007] 다수의 실시예는 근단부 및 말단부를 가지는 기다란 샤프트를 포함하는 수술 도구에 관한 것이다. 수술 말단 작용기는 말단부 부근에 위치한다. 수술 말단 작용기는 복수의 작용기 메커니즘을 포함할 수 있는데, 각각의 메커니즘은 하나 또는 복수의 자유도(DOF)를 가진다. 작용기 몸체는 또한 근단부에 위치할 수 있다. 작용기 몸체는 복수의 작용기 메커니즘을 구동시키기 위한 복수의 모터 인터페이스를 포함할 수 있다. 예를 들어, 복수의 모터 인터페이스는 제1 모터 인터페이스를 포함할 수 있다. 트랜스미션은 상기 작용기 몸체와 상기 수술 말단 작용기 사이에 연결될 수 있다. 트랜스미션은 오직 상기 복수의 작용기 메커니즘 중 일부와 연관된 DOF 사이에서 제1 모터 인터페이스의 연결을 시프트하도록 구성될 수 있다.
- [0008] 다수의 실시예는 근단부 및 말단부를 가지는 기다란 샤프트를 포함하는 수술 도구에 관한 것이다. 수술 말단 작용기는 샤프트의 말단부에 위치한다. 수술 말단 작용기는 각각 고유한 기계적 자유도와 연관된 복수의 말단 작용기 컴포넌트를 가진다. 복수의 말단 작용기 컴포넌트는 제1 말단 작용기 컴포넌트 및 제2 말단 작용기 컴포넌트를 가진다. 구동 메커니즘은 샤프트의 근단부에 위치한다. 구동 메커니즘은 제1 모터 인터페이스 및 트랜스미션을 가진다. 트랜스미션은 제1 상태와 제2 상태 사이에서 이동 가능한 시프트 메커니즘을 포함한다. 제1 상태에서, 제1 모터 인터페이스는 제2 말단 작용기 컴포넌트를 구동시키지 않고 제1 말단 작용기 컴포넌트를 구동시키도록 트랜스미션을 통해 연결된다. 제2 상태에서, 제1 모터 인터페이스는 제1 말단 작용기 컴포넌트를 구동시키지 않고 제2 말단 작용기 컴포넌트를 구동시키도록 트랜스미션을 통해 연결된다.
- [0009] 다수의 실시예에서, 복수의 모터 인터페이스는 제1 상태와 제2 상태 사이에서 시프트 메커니즘을 시프트하기 위해 연결된 제2 모터 인터페이스를 포함한다.
- [0010] 다수의 실시예에서, 복수의 말단 작용기 컴포넌트는 제3 말단 작용기 컴포넌트를 포함한다. 시프트 메커니즘은 제3 상태로 이동 가능할 수 있다. 제1 상태 및 제2 상태에서, 제1 모터 인터페이스는 제3 말단 작용기 컴포넌트를 구동시키지 않는다. 제3 상태에서, 제1 모터 인터페이스는 제1 및 제2 말단 작용기 컴포넌트를 구동시키지 않고 제3 말단 작용기 컴포넌트를 구동시키도록 트랜스미션을 통해 연결된다.
- [0011] 다수의 실시예에서, 복수의 모터 인터페이스는 시프트 메커니즘을 제1 상태, 제2 상태, 및 제3 상태 사이에서 시프트하기 위해 연결된 제2 모터 인터페이스를 포함한다.
- [0012] 다수의 실시예에서, 제1 말단 작용기 컴포넌트는 제1 말단 작용기 기계적 자유도와 연관될 수 있고, 제2 말단 작용기 컴포넌트는 제2 말단 작용기 기계적 자유도와 연관된다. 구동 메커니즘은 제3 말단 작용기 기계적 자유도에 연결된 제2 모터 인터페이스, 제4 말단 작용기 기계적 자유도에 연결된 제3 모터 인터페이스, 및 제5 말단 작용기 기계적 자유도에 연결된 제4 모터 인터페이스를 구동시키기 위해 연결된 제2 모터 인터페이스를 포함할 수 있다. 제1, 제2, 제3, 제4, 및 제5 말단 작용기 기계적 자유도는 각각 고유하다.
- [0013] 다수의 실시예에서, 복수의 말단 작용기 컴포넌트는 제6 말단 작용기 기계적 자유도와 연관된 제3 말단 작용기 컴포넌트를 포함한다. 제1, 제2, 제3, 제4, 제5, 및 제6 말단 작용기 기계적 자유도는 각각 고유하다.
- [0014] 다수의 실시예에서, 복수의 모터 인터페이스는 제1 상태와 제2 상태에서 시프트 메커니즘을 시프트하기 위해 연결된 제5 모터 인터페이스를 포함한다.
- [0015] 다수의 실시예에서, 시프트 메커니즘은 회전 가능한 캠샤프트를 포함할 수 있는데, 캠샤프트의 제1 위치는 제1 상태에 대응하고, 캠샤프트의 제2 위치는 제2 상태에 대응한다.
- [0016] 다수의 실시예에서, 복수의 모터 인터페이스는 캠샤프트를 구동시키기 위해 연결된 제2 모터 인터페이스를 포함한다.
- [0017] 다수의 실시예에서, 트랜스미션을 회전 가능한 캠샤프트를 포함할 수 있다. 캠샤프트는 복수의 DOF 중 제1 DOF로 제1 모터 인터페이스의 연결을 시프트하는 제1 캠샤프트 위치; 복수의 DOF 중 제2 DOF로 제1 모터 인터페이스의 연결을 시프트하는 제2 캠샤프트 위치; 복수의 DOF 중 제3 DOF로 제3 모터 인터페이스의 연결을 시프트하는 제1 캠샤프트 위치를 포함할 수 있다.

- [0018] 다수의 실시예에서, 복수의 모터 인터페이스는 제2, 제3, 제4, 및 제5 모터 인터페이스를 더 포함하고, 캄샤프트는 제2 모터 인터페이스에 의해 구동된다.
- [0019] 다수의 실시예에서, 복수의 DOF는 제3 모터 인터페이스에 배타적으로 연결된 제4 DOF; 제4 모터 인터페이스에 배타적으로 연결된 제5 DOF; 및 제5 모터 인터페이스에 배타적으로 연결된 제6 DOF를 더 포함한다.
- [0020] 다수의 실시예에서, 수술 말단 작용기는 수술 도구를 가진 그립 장치를 포함할 수 있고, 상기 수술 말단 작용기는 관절을 포함하고, 관절은 원격 제어 암에 대하여 그립 장치를 피치(pitch), 요우(yaw), 및 롤(roll) 시킬 수 있다.
- [0021] 다수의 실시예에서, 제1 DOF는 관절을 롤 시키는 메커니즘이고, 제2 DOF는 수술 도구를 작동시키는 메커니즘이고, 제3 DOF는 제6 DOF에 대하여 강력으로 그립 장치를 작동시키는 메커니즘이고, 제4 DOF는 관절을 요우 시키는 메커니즘이고, 제5 DOF는 관절을 피치 시키는 메커니즘이고, 그리고 제6 DOF는 제3 DOF에 대하여 약한 힘으로 그립 장치를 작동시키는 메커니즘이다.
- [0022] 다수의 실시예에서, 캄샤프트는 복수의 캄샤프트 로브(lob)를 포함한다.
- [0023] 다수의 실시예에서, 복수의 캄샤프트 로브는 제1, 제2, 및 제3 DOF 각각에 파워를 제공하고, 그것을 잠금시키기 위한 한 쌍의 로브를 포함한다.
- [0024] 다수의 실시예에서, 트랜스미션은 제1 DOF를 구동시키기 위한 제1 기어 트레인, 제2 DOF를 구동시키기 위한 제2 기어 트레인, 및 제3 DOF를 구동시키기 위한 제3 기어 트레인을 포함한다.
- [0025] 다수의 실시예에서, 제1 기어 트레인은 제1 입력 기어, 궁극적으로 제1 입력 기어에 연결된 제1 출력 기어, 제1 입력 기어와 제1 출력 기어를 체결 및 체결 해제하기 위해 캄샤프트와 이동 가능하게 체결된 제1 로커; 제1 출력 기어를 잠금 및 잠금 해제하기 위해 캄샤프트와 이동 가능하게 체결된 제1 로커를 포함한다.
- [0026] 다수의 실시예에서, 제2 기어 트레인은 제2 입력 기어, 궁극적으로 제2 입력 기어에 연결된 제2 출력 기어, 제2 입력 기어와 제2 출력 기어를 체결 및 체결 해제하기 위해 캄샤프트와 이동 가능하게 체결된 제2 로커; 제2 출력 기어를 잠금 및 잠금 해제하기 위해 캄샤프트와 이동 가능하게 체결된 제2 로커를 포함한다.
- [0027] 다수의 실시예에서, 제3 기어 트레인은 제3 입력 기어, 궁극적으로 제3 입력 기어에 연결된 제3 출력 기어, 제3 입력 기어와 제3 출력 기어를 체결 및 체결 해제하기 위해 캄샤프트와 이동 가능하게 체결된 제3 로커; 제3 출력 기어를 잠금 및 잠금 해제하기 위해 캄샤프트와 이동 가능하게 체결된 제3 로커를 포함한다.
- [0028] 다수의 실시예에서, 제1 출력 기어는 축을 따라 뺄어 있고, 축을 따라 회전 가능한 메인 샤프트에 연결될 수 있고, 제2 및 제3 출력 기어는 메인 샤프트 내에 홀딩(holding)되고, 상기 축에 대하여 메인 샤프트와 함께 이동한다.
- [0029] 다수의 실시예에서, 제2 출력 기어는 메인 샤프트 내에 뺄어 있는 제1 출력 샤프트에 연결될 수 있고, 제3 출력 기어는 메인 샤프트 내에 뺄어 있는 제2 출력 샤프트에 연결될 수 있다.
- [0030] 다수의 실시예에서, 제1, 제2, 및 제3 기어 트레인은 캄샤프트와 평행한 공통의 축을 따라 배열될 수 있다.
- [0031] 다수의 실시예는 원격 제어 수술 장치의 트랜스미션을 시프팅하는 방법에 관한 것이다. 이 방법에서, 수술 장치의 트랜스미션은 수술 장치의 수술 말단 작용기에 복수의 시프트 가능한 작용기 출력 중 하나를 체결시키도록 시프트된다. 수술 장치는 복수의 시프트 불가능한 출력을 포함할 수 있다. 수술 장치는 원격 제어 암에 연결될 수 있다. 원격 제어 암은 트랜스미션을 구동시키기 위한 제1 모터, 및 복수의 시프트 불가능한 출력을 구동시키기 위한 복수의 전용 모터를 포함하는 복수의 모터를 가질 수 있다. 하나의 체결된 시프트 가능한 작용기 출력은 수술 말단 작용기의 대응하는 작용기 메커니즘을 구동시키기 위해 제1 모터를 통해 구동될 수 있다.
- [0032] 다수의 실시예는 제1 모터 인터페이스, 트랜스미션 및 제1 및 제2 컴포넌트를 포함하는 말단 작용기 중 적어도 하나를 포함하는 수술 장치의 동작 방법에 관한 것이다. 이 방법은 트랜스미션을 제1 상태로 동작시키는 단계, 트랜스미션을 제1 상태에서 제2 상태로 시프트하는 단계, 트랜스미션을 제2 상태로 동작시키는 단계, 및 트랜스미션을 제2 상태에서 제1 상태로 시프트하는 단계를 포함한다. 제1 상태에서, 트랜스미션은 제1 모터 인터페이스를 말단 작용기의 제1 컴포넌트에 연결시키고, 제1 모터 인터페이스를 말단 작용기의 제2 컴포넌트로부터 연결 해제한다. 제2 상태에서, 트랜스미션은 제1 모터 인터페이스를 말단 작용기의 제2 컴포넌트에 연결시키고, 제1 모터 인터페이스를 말단 작용기의 제1 컴포넌트로부터 연결 해제한다.

- [0033] 다수의 실시예에서, 수술 말단 작용기의 복수의 시프트 불가능한 작용기 출력 중 적어도 하나는 전용 모터를 이용하여 구동될 수 있다.
- [0034] 다수의 실시예에서, 트랜스미션을 시프트하는 단계는 제2 모터를 이용하여 트랜스미션의 캠샤프트를 구동시켜 야기된다.
- [0035] 다수의 실시예에서, 캠샤프트를 구동시키는 단계는 복수의 기어 트레인 중 하나와 순차적으로 체결되도록 캠샤프트를 회전시켜 야기된다.
- [0036] 다수의 실시예에서, 캠샤프트는 트랜스미션의 복수의 기어 트레인과 체결된 복수의 로커 암을 이동시키기 위해 회전된다.
- [0037] 다수의 실시예에서, 캠샤프트를 회전시키는 단계는 체결되지 않은 기어 트레인 중 적어도 하나가 잠금 상태가 되게 만든다.
- [0038] 다수의 실시예에서, 시프트하는 단계는 오직 복수의 기어 트레인을 따라 순차적으로만 발생할 수 있다.
- [0039] 다수의 실시예에서, 복수의 작용기 시프트 가능한 출력은 롤 DOF 및 강력 그립 DOF 및 도구 작동 DOF를 작동시키기 위한 제1 시프트 가능한 출력을 포함한다.
- [0040] 다수의 실시예에서, 복수의 전용 DOF는 요우 DOF, 피치 DOF, 및 약력 그립 DOF를 포함한다.

도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1은 다양한 실시예에 따른, 수술을 수행하기 위해 사용되는 미소 절개 원격 수술 제어 수술 시스템의 평면도이다.
- 도 2는 다양한 실시예에 따른, 원격 수술 제어 수술 시스템을 위한 수술의 제어 콘솔의 투시도이다.
- 도 3은 다양한 실시예에 따른, 원격 수술 제어 수술 시스템 전자기기 카트의 투시도이다.
- 도 4는 다양한 실시예에 따른, 원격 수술 제어 수술 시스템을 도식적으로 도시한다.
- 도 5a는 다양한 실시예에 따른, 원격 수술 제어 수술 시스템의 환자측 카트의 부분적인 도면이다.
- 도 5b는 다양한 실시예에 따른, 원격 수술 조종 수술 도구의 전면도이다.
- 도 6은 다양한 실시예에 따른, 원격 수술 조종 시스템의 간단한 개략도이다.
- 도 7a-7h는 다양한 실시예에 따른, 원격 수술 조작식 수술 도구의 트랜스미션 어셈블리의 세로 방향 및 측방향의 단면이다.
- 도 8은 다양한 실시예에 따른, 원격 수술 조작식 수술 도구의 트랜스미션 어셈블리의 동작에 대한 캠 상태 차트를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0042] 아래의 설명에서, 본 발명의 다양한 실시예들이 서술될 것이다. 설명의 목적으로, 특정 구성 및 세부사항이 실시예의 완전한 이해를 제공하기 위해 나열된다. 그러나, 또한 본 발명이 이러한 특정 세부사항 없이 실시될 수도 있음이 당업자들에게는 명백할 것이다. 뿐만 아니라, 공지된 피쳐는 서술된 실시예를 모호하게 하지 않기 위해 생략되거나 간략화될 수 있다.
- [0043] I. 미소 절개 원격 보조 수술 시스템
- [0044] 이제 도면을 참조하면, 도면에서 유사한 부재번호는 수개의 도면에 걸쳐 유사한 부분을 나타내고, 도 1은 수술대(18)에 누워 있는 환자(12)에 미소 절개 진단 또는 수술 프로시저를 수행하기 위해 전형적으로 사용되는, 미소 절개 로봇 수술(MIRS) 시스템(10)의 평면도이다. 이 시스템은 프로시저 동안 수술의(18)에 의해 사용되는 수술의 콘솔(16)을 포함할 수 있다. 하나 이상의 보조(20)도 이러한 프로시저에 참여할 수 있다. MIRS 시스템(10)은 환자측 카트(22)(수술 로봇) 및 전자기기 카트(24)를 더 포함할 수 있다. 환자측 카트(22)는 수술의(18)가 콘솔(16)을 통해 수술 위치를 보는 동안 환자(12)의 신체 내 미소 절개 삽입구를 통해, 적어도 하나의 제거 가능하게 연결된 도구 어셈블리(26)(이하 간단히 "도구"라고 함)를 조종할 수 있다. 수술 위치의 이미지는 내시경(28)을 조종하기 위해 환자측 카트(22)에 의해 조종될 수 있는, 입체 내시경과 같은 내시경(28)에 의

해 획득될 수 있다. 전자기기 카트(24)는 수술의 콘솔(16)을 통해 수술의(18)에게 연속적으로 디스플레이할 수술 부위의 이미지를 처리하기 위해 사용될 수 있다. 한번에 사용되는 수술 도구(26)의 개수는 여러 요인들 중에서도 일반적으로 진단 또는 수술 프로시저, 및 수술실 내의 공간적 제약에 의존할 것이다. 수술 프로시저 동안 사용되는 하나 이상의 도구(26)를 변경할 필요가 있다면, 보조(20)는 환자측 카트(22)로부터 도구(26)를 제거하고 그것을 수술실 내의 트레이(30)로부터 다른 도구(26)로 교체할 수 있다.

[0045] 도 2는 수술의 콘솔(16)의 투시도이다. 수술의 콘솔(16)은 깊이 인지를 가능하게 하는 수술 위치의 조율된 입체 뷰를 수술의(18)에게 제공하기 위해 좌안 디스플레이(32) 및 우안 디스플레이(34)를 포함한다. 콘솔(16)은 환자측 카트(22)가 하나 이상의 도구를 조종하게 하는(도 1에 도시된) 하나 이상의 입력 제어 장치(36)를 더 포함한다. 입력 제어 장치(36)는 수술의가 도구(26)를 직접 제어한다는 강한 느낌을 가지도록, 수술의에게 원격 현장감(telepresence) 또는 입력 제어 장치(36)가 도구(26)와 일체라는 인식을 제공하기 위해, (도 1에 도시된) 그것의 연관된 도구(26)와 동일한 자유도를 제공할 수 있다. 이를 위해, 위치, 힘, 및 촉각 피드백 센서(도시되지 않음)가 도구(26)로부터의 위치, 힘, 및 촉각적 감각을 입력 제어 장치(36)를 통해 수술의의 손으로 다시 전달하기 위해 채용될 수 있다.

[0046] 수술의 콘솔(16)은 통상적으로 수술의가 직접 프로시저를 모니터링하고, 필요하다면 전화 또는 다른 통신 매체를 이용하는 것이 아니라 물리적으로 참석하여 직접 보조에게 말할 수 있도록 환자와 동일한 방에 놓여진다. 그러나, 수술의는 원격 수술 프로시저를 허용한 환자와 다른 방, 완전히 다른 건물, 또는 다른 원격 위치에 있을 수 도 있다.

[0047] 도 3은 전자기기 카트(24)의 투시도이다. 전자기기 카트(24)는 내시경(28)과 연결될 수 있고, 예컨대, 수술의 콘솔 상의 수술의에게 또는 현장에(locally) 및/또는 멀리 떨어져 위치하는 다른 적절한 디스플레이 상에, 연속적인 디스플레이하기 위한 캡처된 이미지를 처리하기 위한 프로세서를 포함할 수 있다. 예를 들어, 입체 내시경이 사용된 경우, 전자기기 카트(24)는 수술의에게 수술 부위의 조율된 입체 이미지를 제공하기 위해 캡처된 이미지를 처리할 수 있다. 이러한 조율은 반대 이미지 간의 정렬을 포함할 수 있고, 입체 내시경의 입체 동작 거리를 조절하는 것을 포함할 수 있다. 다른 예로서, 이미지 프로세싱은 광수차(optical aberration)와 같은, 이미지 캡처 장치의 이미징 에러를 보상하기 위해 이전에 정해진 카메라 보정 파라미터의 사용을 포함할 수 있다.

[0048] 도 4는 (도 1의 MIRS 시스템(10)과 같은) 로봇 수술 시스템(50)을 도식적으로 보여준다. 상술한 바와 같이, (도 1의 수술의 콘솔(16)과 같은) 수술의 콘솔(52)은 미소 절개 프로시저 동안 (도 1의 환자측 카트(22)와 같은) 환자측 카트(수술 로봇)(54)을 제어하기 위해 수술의에 의해 사용될 수 있다. 환자측 카트(54)는 수술 부위의 이미지를 캡처하고 (도 1의 전자기기 카트(24)와 같은) 전자기기 카트(56)로 캡처된 이미지를 출력하기 위한 입체 내시경과 같은 이미징 장치를 이용할 수 있다. 상술한 바와 같이, 전자기기 카트(56)는 임의의 연속적인 디스플레이 이전에 다양한 방식으로 캡처된 이미지를 처리할 수 있다. 예를 들어, 전자기기 카트(56)는 수술의 콘솔(52)을 통해 수술의에게 결합된 이미지를 디스플레이하기 전에 가상 제어 인터페이스를 통해 캡처된 이미지들을 오버레이(overlay)할 수 있다. 환자측 카트(54)는 전자기기 카트(56) 외부에서 프로세싱하기 위해 캡처된 이미지를 출력할 수 있다. 예를 들어, 환자측 카트(54)는 캡처된 이미지를 처리하기 위해 사용될 수 있는 프로세서(58)로 캡처된 이미지를 출력할 수 있다. 이러한 이미지들은 또한 캡처된 이미지를 함께, 순차적으로, 및/또는 이들의 조합으로 처리하기 위해 서로 연결될 수 있는 전자기기 카트(56) 및 프로세서(58)의 조합에 의해 처리될 수 있다. 수술 위치의 이미지 또는 다른 관련 이미지와 같은 이미지의 현장 및/또는 원격 디스플레이를 위해 하나 이상의 별도의 디스플레이(60)가 또한 프로세서(58) 및 전자기기 카트(56)와 연결될 수 있다.

[0049] 도 5a 및 5b는 각각 환자측 카트(22) 및 수술 도구(62)를 도시한다. 수술 도구(62)는 수술 도구(26)의 한 예이다. 도시된 환자측 카트(22)는 3개의 도구(26) 및 프로시저 위치의 이미지 캡처를 위해 사용되는 입체 내시경과 같은 하나의 이미징 장치(28)의 조종을 제공한다. 조종은 다수의 로봇 조인트를 가진 로봇 메커니즘에 의해 제공된다. 이미징 기기(28) 및 수술 도구(26)는 삽입구의 크기를 최소화하기 위해, 키네매틱 원격 중심이 삽입구에서 유지되도록 환자 내의 삽입구를 통해 위치 조절되고 조종될 수 있다. 수술 위치의 이미지는 그들이 이미징 장치(28)의 시야 내에 위치한 때 수술 도구(26)의 말단부의 이미지를 포함할 수 있다. 각각의 도구(26)는 하나 이상의 로봇 조인트의 말단부에 위치하는 각각의 수술 조종기(31)로부터 탈착 가능하고, 그것에 의해 운반된다. 수술 조종기(31)는 로봇 조인트의 이동을 통해, 환자측 카트(22)에 대하여 도구(26) 전체를 옮기는 이동 가능한 플랫폼을 제공한다. 수술 조종기(31)는 또한 하나 이상의 기계적 및/또는 전기적 인터페이스를 이용하여 도구(26)를 작동시키기 위한 파워를 제공한다. 이러한 캐리지 어셈블리의 예는 참조로서 통합된 미국 특허

공개 번호 US 2013/0325034에서 찾을 수 있다.

- [0050] 도 6은 원격 수술 제어 수술 시스템(100)의 간단한 개략도이다. 수술 시스템(100)은, 예컨대, 수술의 콘솔(52)일 수 있는 수술의 콘솔(102)을 포함한다. 수술의 콘솔(102)은, 예컨대, 환자측 카트(22)일 수 있는 환자측 카트(104)를 운전한다. 환자측 카트(104)는, 예컨대, 수술 조종기(31)일 수 있는 수술 조종기(106)를 포함한다.
- [0051] 수술 조종기(106)는 모터 유닛(108) 및 수술 도구(110)를 포함한다. 모터 유닛(108)은 5개의 모터를 보유한 캐리지 어셈블리이다. 몇몇 실시예에서, 단지 5개의 모터가 사용되지만, 다른 실시예에서는 5보다 많거나 적은 모터가 사용될 수도 있다. 여기서, 모터 유닛(108)은 다른 메커니즘에 할당될 수 있는 복수의 모터를 포함한다. 여기서, 모터 유닛(108)은 파워 모터(112), 캄샤프트 모터(114), 피치 모터(116), 요우 모터(118) 및 약력 그립 모터(120)를 포함하지만, 이러한 모터들은 부착되는 기기에 따라 상이한 목적으로 사용될 수도 있다. 일반적으로, 각각의 모터는 수술 도구(110)의 대응 입력부와 기계적으로 그리고 전기적으로 연결되는 전기 모터이다. 몇몇 실시예에서, 모터 유닛(108)은 도 5b에 도시된 근단 하우징으로 일반적으로 묘사된 바와 같이, 수술 도구와 함께 공유된 새시 내에서 수술 도구(110)의 근단부에 위치할 수 있다.
- [0052] 도구(110)는, 예컨대, 상술된 도구(26)일 수 있다. 사용 가능한 도구의 한 예는 참조로서 통합된 국제 공개 번호 WO 2011/060318이다. 여기서, 도구(110)는 수술 조종기(106)에 의해 각각 피치 모터(116), 요우 모터(118) 및 약력 그립 모터(120)와 기계적으로 연결된 3개의 별도의 입력을 포함하는 기다란 작용기 유닛(122)이다. 도구(110)는 또한 파워 모터(112) 및 캄샤프트 모터(114)에 기계적으로 연결된 트랜스미션(124)을 포함한다.
- [0053] 수술 말단 작용기(126)는 작용기 유닛(122)의 말단부에 위치한다. 수술 말단 작용기(126) 및 작용기 유닛(122)은 이동 가능한 관절에 의해 연결된다. 이러한 관절의 예는 본 명세서에 참조로서 합치된 미국 특허 공개 번호 US 2011/0118709에서 볼 수 있다. 간단히 말하자면, 수술 말단 작용기는 복수의 별도의 그러나 상호 연관된 메커니즘에 의해 특징지어질 수 있고, 각각의 메커니즘은 수술 말단 작용기(126)에 자유도(DOF)를 제공한다. 여기서 사용된 바와 같이, DOF는 대응하는 이동에 영향을 주기 위한 하나 이상의 상호 관련된 메커니즘이다. DOF는 수술 말단 작용기(126)에 동시에 또는 별도로 동작할 수 있는 상이한 모드의 동작을 제공한다. 예를 들어, 관절은 수술 말단 작용기(126)가 수술 조종기(106)에 대하여 피치 및 요우하는 것을 가능하게 하고, 따라서 피치 DOF(128) 및 요우 DOF(130)를 포함한다. 수술 말단 작용기(126)는 또한 기다란 축에 대하여 수술 말단 작용기를 회전시키는 롤 DOF(132)를 포함한다.
- [0054] 수술 말단 작용기(126)는 수술 스테플러와 같은 클램핑 및 절단 메커니즘을 포함할 수 있다. 이러한 클램핑 메커니즘의 예는 참조로서 통합된 미국 특허 공개 번호 2011-0118778 A1에서 볼 수 있다. 클램핑 메커니즘은 2모두에 따라 그립할 수 있고, 따라서 2개의 DOF를 포함한다. 약력 DOF(132)(예컨대, 케이블 기동식 메커니즘)는 조직을 부드럽게 조작하기 위해 약한 힘으로 클램프를 토글(toggle)하도록 동작한다. 약력 DOF(132)는 절단 또는 스테플링 동작을 위해 수술 말단 작용기를 스테깅(staging) 하기 위해 사용 가능하다. 강력 DOF(134)(예컨대, 리드 스크류 기동식 메커니즘)는 비교적 강한 힘으로 클램프를 개방하거나 클램프를 조직에 접근시키기 위해, 예컨대, 절단 또는 스테플링 동작의 준비로서 조직을 압박하기(tourniquet) 위해 동작한다. 클램핑된 후, 수술 말단 작용기(126)는 조직에 추가적인 영향을 주기 위한 도구 작동 DOF(138), 예컨대, 스테플링, 절단, 및/또는 소작 장치를 이용한다.
- [0055] 도시된 바와 같이, 피치 모터(116), 요우 모터(118) 및 약력 그립 모터(120)는 각각 피치 DOF(128), 요우 DOF(130), 및 약력 DOF(139)를 운전한다. 따라서, 각각의 DOF(128), 요우 DOF(130), 및 약력 DOF(139)는 개별적으로 모터와 짝을 이루고, 다른 DOF와 독립적으로 또는 동시에 동작할 수 있다.
- [0056] 그러나, 강력 DOF(126), 롤 DOF(132) 및 도구 작동 DOF(138)는 트랜스미션을 통해 파워 모터(112)와 단일 입력을 공유한다. 따라서, 파워 모터(112)와의 연결이 따로따로 발생하므로, 강력 DOF(126), 롤 DOF(132) 및 도구 작동 DOF(138)는 한번에 하나씩만 동작할 수 있다. 캄샤프트 모터(114)는 강력 DOF(126), 롤 DOF(132) 및 도구 작동 DOF(138) 사이에서 파워 모터(112)의 출력을 옮기기 위해 작동된다. 따라서, 트랜스미션(124)은 각각의 모터가 단일 DOF로 지정된 배열보다 더 많은 양의 DOF가 가능하므로 유리하다.
- [0057] II. 예시적인 트랜스미션
- [0058] 본 발명의 실시예들은 모터 캐리지로부터 허용 가능한 5 입력을 가지는 스테플러 기구의 6 자유도(6 DOF)를 제어하는 시스템 및 방법에 관한 것이다. 이것은 5 입력 중 하나를 취하여, 다른 입력이 3개의 상이한 스테플러 DOF에 선택적으로 채널되는 것을 가능하게 하는 시프터로서 이용한다. 스테플러 기구의 6 DOF는 관절 롤, 관절

피치, 관절 요우, 약력 그립(토글), 강력 그립(클램프) 및 도구 작동(스테플러 발사(fire))을 포함할 수 있다. 관절 피치, 요우, 및 약력 그립은 케이블 기동식일 수 있고, 롤, 클램프, 및 발사는 독립적인 동축 기어 세트에 의해 구동된다. 그 사용에 있어서, 트랜스미션은 3개의 메인 모드: 롤, 클램프/언클램프 및 발사를 포함할 수 있다. 관절 회전, 피치, 요우, 및 약력 그립은 모두 액티브 서보 제어를 받고, 강력 그립 및 발사 DOF는 회전축에 연결된다.

[0059] 다수의 실시예에서, 구동 입력은 선택적으로 관절 롤, 클램프 및/또는 발사에 선택적으로 연결된다. 이것은 적절한 스테플러 DOF와 체결되고 체결 해제되도록 회전될 수 있는 아이들러 기어(idler gear)의 사용을 통해 달성된다. 더욱이, 레버 암의 사용을 통해 그라운드에서 각각의 DOF를 고정시키는 방법이 존재한다. 이러한 레버 암은 시프팅 입력에 의해 제어되는데, 이는 적절한 개수 및 형상의 로브를 가진 캠샤프트일 수 있다. 관절의 롤 움직임 동안, 클램프 및 발사 입력 링은 회전 기어와 함께 회전하는 것이 필수적이다. 이러한 제약으로 인해, 기기 입력 및 입력 링 및 회전 기어 사이의 기어 비는 모두 동일하다. 이러한 방식으로 이어지는 상태 동안 모든 링/기어가 체결되어 있어 함께 회전하므로, 발사 및 강력 그립 구동 샤프트는 관절과 함께 회전하지 않는다. 이 시스템은 모든 트랜지션(transition)이 한번에 하나의 기능만 움직이도록 구성될 수 있다. 이러한 방식으로, 모든 트랜지션은 안전하게 테스트 가능하다. 그 후 트랜지션 아웃 시, 회전 기어는 잠금된다. 회전 기어가 잠금 암의 톱니와 정렬되도록 위치 조절되는 것이 필요한 관절의 필요성을 회피하기 위해, 이러한 DOF에 대한 보조 마찰 잠금이 존재한다.

[0060] 도 7a 내지 7h는 각각 트랜스미션 어셈블리(140)의 투시도 및 단면을 도시한다. 트랜스미션은 강력 DOF(126), 롤 DOF(132) 및 도구 작동 DOF(138) 각각에 대한 기어 트레인을 포함한다.

[0061] A. 제1 기어 트레인

[0062] 도 7a를 주목하면, 제1 기어 트레인(142)은 트랜스미션 어셈블리(140)의 근단부에 위치한다. 제1 기어 트레인(142)은 메인 샤프트(144)를 축방향으로 회전시킴으로써 롤 DOF(132)를 구동한다. 메인 샤프트(144)는 수술 말단 작동기(126)에 제어 케이블을 라우팅(routing)하기 위한 축방향 통로(146)를 포함한다. 메인 샤프트(144)는 근단 기어(148)의 외측 기어 톱니(147)를 구동함으로써 직접 회전된다.

[0063] B. 제2 기어 트레인

[0064] 제2 기어 트레인(150)은 트랜스미션 어셈블리(140)의 중앙 부분에 있는 제1 기어 트레인(142) 바로 옆에 위치한다. 제2 기어 트레인(150)은 메인 샤프트(144)에 대하여 중간 샤프트(152)의 회전에 의해 강력 그립 DOF(126)를 구동한다. 중간 샤프트(152)는 메인 샤프트(144)에 의해 유지되고, 따라서 메인 샤프트(144)와 함께 회전된다. 바꿔 말하자면, 중간 샤프트(152)의 회전 축은 메인 샤프트(144)의 회전축에 대하여 궤도(orbit)를 돌 수 있다.

[0065] 중간 샤프트(152)는 중간 내부 기어(154)에 직접 연결되고, 중간 내부 기어(154)는 중간 기어(156)의 내측 기어 톱니(도면에 도시되지 않음)에 의해 구동된다. 중간 기어(156)는 또한 궁극적으로 파워 모터(112)에 의해 중간 기어(156)를 직접 구동하기 위한 외측 기어 톱니(158)를 포함한다. 중간 기어(156)의 외측 기어 톱니(158)는 근단 기어(148)의 외측 기어 톱니(147)와 동등하게 구성된다. 따라서, 동시에 구동된다면, 동일한 입력 기어를 가정하면, 중간 기어(156)와 근단 기어(148) 사이에 상대적 이동은 존재하지 않고, 따라서 중간 샤프트(152)는 메인 샤프트(144)에 대하여 구동되지 않는다.

[0066] 메인 샤프트(144)의 외측 부분은 2개의 베어링에 의해 중간 기어(156)를 홀딩한다. 제2 기어 트레인(150)의 제1의 체결 해제된 상태에서, (아래에 서술된 말단 기어(166)를 가지는) 중간 기어(156)는 중간 기어(156)와 근단 기어(148)가 모두 동시에 파워 모터(112)와 체결된 때 메인 샤프트(144)와 함께 동시에 회전하도록 구성될 수 있다. 제1 체결 해제 상태에서, 중간 기어(156)의 회전은 중간 기어(156)가 메인 샤프트(144)에 대하여 회전하는 것이 허용되지 않기 때문에 중간 내부 기어(154)의 회전을 야기하지 않는다. 다르게 말하자면, 제1 체결 해제 상태에서, 중간 기어(156)는 메인 샤프트(144)와 함께 클록킹(clock)하고, 그러므로 중간 샤프트(152)를 이동시키기 위해 메인 샤프트(144)에 대하여 비동시적으로(asynchronously) 움직일 수 없다. 아래에 더 서술한 바와 같이, 제2 기어 트레인(150)은 중간 기어(156)가 파워 모터(112)로부터 물리적으로 체결 해제되어 있고, 물리적으로 잠금되고, 그로 인해 중간 내부 기어(154)를 구동시킬 수 없는 제2 연결 해제 상태를 포함한다.

[0067] (파워 모터(112)와) 제2 기어 트레인(150)의 체결된 상태에서, 근단 기어(148) 및 메인 샤프트(144)는 잠금되어 회전할 수 없다. 그러므로, 중간 내부 기어(154)의 회전축은 메인 샤프트(144)의 회전축에 대하여 궤도를 돌지 못한다. 그러나, 중간 내부 기어(154)는 그 자신의 회전축에 대하여 회전할 수 있다. 따라서, 체결된 상태에

서, 중간 기어(156)는 메인 샤프트(144)에 대하여 회전하고, 그로 인해 궁극적으로 파워 모터(112)에 의해 중간 내부 기어(154)를 구동한다.

[0068] C. 제3 기어 트레인

[0069] 제3 기어 트레인(160)은 트랜스미션 어셈블리(140)의 말단부에 위치하고, 전체적으로 제2 기어 트레인(150)과 동일한 방식으로 구성된다. 제3 기어 트레인(160)은 메인 샤프트(144)에 대하여 말단 샤프트(162)를 회전시켜 도구 작동 DOF(138)를 구동한다. 말단 샤프트(162)는 메인 샤프트(144)에 의해 홀딩되고, 따라서 메인 샤프트(144)와 함께 회전한다. 제2 기어 트레인(150)과 대체로 동일한 방식으로, 말단 샤프트(162)의 회전축은 메인 샤프트(144)의 회전축에 대하여 궤도를 둘 수 없다.

[0070] 말단 샤프트(162)는 말단 내부 기어(164)에 직접 연결되고, 말단 내부 기어(164)는 말단 기어(166)의 내측 기어 톱니(도면에 도시되지 않음)에 의해 구동된다. 말단 기어(166)는 또한 궁극적으로 파워 모터(112)에 의해 말단 기어(166)를 직접 구동하기 위한 외측 기어 톱니(168)를 포함한다. 말단 샤프트(162)의 외측 기어 톱니(168)는 근단 기어(148)의 외측 기어 톱니(147) 뿐만 아니라 중간 기어(156)의 외측 기어 톱니(158)와 동일한 방식으로 구성된다. 따라서, 동시에 구동될 때, 말단 기어(166), 중간 기어(156), 및 근단 기어(148) 간에 상대적 이동은 존재하지 않는다.

[0071] 메인 샤프트(144)의 외측 부분은 2개의 베어링에 의해 말단 기어(166)를 홀딩한다. 제3 기어 트레인(160)의 제 1 체결 해제 상태에서, 말단 기어(166)(및 중간 기어(156))는 말단 기어(166)와 근단 기어(148)가 파워 모터(112)에 동시에 체결된 때 메인 샤프트(144)와 동시에 회전하도록 구성될 수 있다. 제1 연결 해제 상태에서, 말단 기어(166)가 메인 샤프트(144)에 대하여 회전하는 것이 허용되지 않기 때문에, 말단 기어(166)의 회전이 말단 내부 기어(164)의 회전을 야기하지 않는다. 다르게 말하자면, 제1 체결 해제 상태에서, 말단 기어(166)는 메인 샤프트(144)와 클로킹하고, 그러므로 말단 샤프트(162)를 이동시키도록 메인 샤프트(144)에 대하여 비동시적으로 이동할 수 없다. 아래에 서술한 바와 같이, 제3 기어 트레인(160)은, 말단 기어(166)가 파워 모터(112)로부터 물리적으로 연결 해제되고 물리적으로 잠금되고 그로 인해 말단 내부 기어(164)를 회전 및 구동시킬 수 없는 제2 체결 해제 상태를 포함한다.

[0072] 제3 기어 트레인(160)의 (파워 모터(112)와의) 체결된 상태에서, 근단 기어(148) 및 메인 샤프트(144)는 잠금되어 회전할 수 없다. 이러한 방식으로 말단 내부 기어(164)의 회전축은 메인 샤프트(144)의 회전축에 대하여 궤도를 돌지 못한다. 그러나, 말단 내부 기어(164)는 그 자신의 회전축에 대하여 회전할 수 있다. 따라서, 체결된 상태에서, 말단 기어(166)는 메인 샤프트(144)에 대하여 회전하고, 그러므로 궁극적으로 작동기 유닛(122)에 의해 말단 내부 기어(164)를 구동한다.

[0073] D. 기어 트레인 구성

[0074] 도 7b-d를 주목하면, 제2 기어 트레인(150)의 대표적인 단면 및 투시도가 도시되어 있다. 도 7c 및 7d는 단일 기어 트레인이 어떻게 구성되는지 더 잘 이해할 수 있도록 다른 기어 트레인들의 일부분이 제거되어 있다. 중간 샤프트(152) 및 제3 기어 트레인(160)은 동일한 방식으로 구성되고, 따라서 아래의 설명은 각각 이들 기어 트레인의 대표적인 단면을 도시하는 도 7e 및 7f에도 적용된다. 불필요한 반복을 피하기 위해 기어 트레인 간에 유사한 부분에 대하여 공통의 부재번호가 사용된다. 예를 들어, 로커 암(188(II))은 제2 기어 트레인(150)의 로커 암을 의미하고, 로커 암(188(III))은 제3 기어 트레인의 로커 암을 의미한다. 각각의 기어 트레인은 본질적으로 동일한 방식으로 동작하지만, 아래에 설명된 공유된 캠샤프트의 각각의 캠 로브에 의해 결정되는 상이한 타이밍을 따른다.

[0075] 수술 도구(110)의 더 큰 하우징(170)은 트랜스미션 어셈블리(140)를 수용한다. 파워 모터(112)는 도 7c 및 7d에 도시된 바와 같이 각각의 기어 트레인이 공유하는 입력 샤프트(173)를 통해 제1 입력 기어(172(II))를 구동시킨다. 제1 입력 기어(172(II))는 아이들러 기어(174(II))와 맞물리고, 아이들러 기어(174(II))는 중간 기어(156)와 맞물릴 수 있는 제2 입력 기어(176(II))와 맞물린다. 아이들러 기어(174(II)) 및 제2 입력 기어(176(II))는 도 7c 및 7d에 도시된 바와 같이, 제1 입력 기어(172(II))에 대하여 회전하는 암(177(II)) 상에 있다. 도시된 바와 같이, 제2 입력 기어(176(II))는 아크의 아래 부분에 위치하고, 그러므로, 중간 기어(156)와 맞물리지 않는다. 제2 입력 기어(176(II))는 제2 입력 기어(176(II))와 중간 기어(156)를 체결시키기 위해 이동될 수 있다. 중간 기어(156)가 파워 모터(112)에 체결되도록 제2 입력 기어(176(II))를 중간 기어(156)쪽으로 바이어싱(bias)하기 위해 (도시되지 않은) 압축 스프링이 제2 입력 기어 샤프트와 하우징(170) 사이에 놓여진다.

[0076] 캠샤프트(180)는 기어 트레인을 따라 배치된다. 캠샤프트(180)는 일반적으로 구동 체인마다 적어도 2개의 로브

를 포함한다. 이 로브는 DOF 메커니즘과 기어 트레인을 체결 및 체결 해제하기 위해 회전한다. 캠샤프트(180)는 캠 로브를 원하는 위치에 선택적으로 놓기 위해 캠샤프트 모터(114)에 의해 회전된다.

[0077] 제1 캠 로브(182(Ⅱ))는 로커 암(184(Ⅱ))의 베어링(183(Ⅱ))을 체결시키기 위해 회전한다. 로커 암(184(Ⅱ))은 로커 피벗(184p(Ⅱ))에 대하여 이동 가능하다. 로커 암(184(Ⅱ))은 도 7c 및 7에 도시된 바와 같이, 제2 입력 기어(176(Ⅱ))의 기어 샤프트(176S(Ⅱ))를 체결시키도록 뻗어 있다. 제1 캠 로브(182(Ⅱ))의 하단부가 로커 암(184(Ⅱ))과 체결된 때, 제2 입력 기어(176(Ⅱ))는 (도시되지 않은) 압축 스프링의 바이어스로 인해, 도시된 바와 같이 중간 기어(156)와 체결된다.

[0078] 도시된 바와 같이, 제1 캠 로브(182(Ⅱ))의 상단부가 베어링(183(Ⅱ))과 체결된 때, 로커 암(184(Ⅱ))은 로커 피벗(184p(Ⅱ))에 대하여 아래로 이동된다. 로커 암(184(Ⅱ))과 기어 샤프트(176S(Ⅱ))의 체결로 인해, 이러한 아래쪽에서의 이동은 중간 기어(156(Ⅱ))로부터 제2 입력 기어(176(Ⅱ))를 체결 해제시킨다. 따라서, 제1 캠 로브(182(Ⅱ))의 이러한 위치에서, 제1 입력 기어로 인가되는 파워는 중간 기어(156)로 전달되지 않는다.

[0079] 제2 캠 로브(186(Ⅱ))는 로커 암 피벗(190(Ⅱ))에 대하여 피벗하는 로커 암(188(Ⅱ))의 표면(187(Ⅱ))을 체결시키기 위해 회전한다. 로커 암(188(Ⅱ))은 톱니부(192(Ⅱ))와 중간 기어(156)를 맞물리게 하기 위해 이동될 수 있는 톱니부(192(Ⅱ))를 포함한다. 도 7d에 도시된 스프링(157)은 중간 기어(156)로부터 먼쪽으로 톱니부(192(Ⅱ))를 바이어싱하기 위해 로커 암(188(Ⅱ))과 하우징(170) 사이에 넣어진다.

[0080] 도시된 바와 같이, 제2 캠 로브(186(Ⅱ))의 하단부가 로커 암(188(Ⅱ))의 표면(187(Ⅱ))과 체결된 때, 톱니부(192(Ⅱ))는 중간 기어(156)로부터 먼쪽으로 이동된다. 따라서, 이러한 위치에서 중간 기어(156)는 잠금 해제되고 회전이 허용된다.

[0081] 스테플러가 조직상에서 클램핑된 동안 시스템이 고장인 경우, 수동 언클램프 피치가 제공된다. 몇몇 실시예에서, 이것은 아래에 서술된 바와 같이 강력 그룹 DOF 상태로 캠샤프트(180)를 사용자가 수동으로 회전시킴으로써 달성될 수 있다. 도 7g에 도시된 바와 같이, 캠샤프트(180)의 상호잠금 캠 로브(194)는 회전 가능하고 궁극적으로 중간 샤프트(152)와 상호작용하는 단방향 클러치(198)에 연결된 상호잠금 플래그(196)를 이동시키기 위해 하이 상태(high state)로 이동 가능하다. 단방향 클러치(198)의 단부는 하우징(170) 내 통로를 통해 렌치와 같은 휴대용 도구에 의해 액세스 가능하다. 상호잠금 플래그(196)는 상호잠금 캠 로브(194)의 상단부가 도시된 바와 같이 상호잠금 플래그(196)를 들어올리지 않는다면 통로를 차단한다. 클램프 상태에서, 상호잠금 플래그(196)는 오직 죠(jaw)가 언덤핑되는 것을 허용하는 방향으로 단방향 클러치(198)를 통해 중간 샤프트(152)를 구동시키기 위한 사용자 액세스를 제공한다.

[0082] 도 7h는 로커 암(188(Ⅰ-Ⅲ))에 대하여 보조 샤프트 제동 시스템으로 역할하는 마찰 잠금 메커니즘(200)을 도시한다. 마찰 잠금 암(202)은 피벗(204)에 대하여 피벗하고, 제동면(206)을 포함한다. 마찰 잠금 암(202)은 도시된 바와 같이 샤프트(144)의 일부분과 맞닿게 제동면(206)을 위치시키기 위해 스프링(208)에 의해 바이어싱된다. 이러한 위치에서, 샤프트(144)는 회전할 수 없다. 캠샤프트(180)의 마찰 잠금 캠 로브(210)는 상단부 및 하단부를 포함한다. 샤프트(144)는 마찰 잠금 캠 로브(210)의 하단부가 마찰 잠금 암(202) 상에 위치된 베어링(212)과 맞닿아 있는 한 제동 상태를 유지할 것이다. 상단부는 샤프트(144)로부터 떨어지도록 마찰 잠금 암을 위치 조절하기 위해 베어링(212)을 들어올리기 위해 회전될 수 있다. 이러한 위치에서, 샤프트(144)는 회전이 허용된다.

[0083] III. 트랜스미션 시프팅 방법

[0084] 로커 암(188(Ⅰ-Ⅲ))의 상단부가 로커 암(188(Ⅰ-Ⅲ))의 표면(187(Ⅰ-Ⅲ))과 체결된 때, 톱니부(192(Ⅰ-Ⅲ))는 근단 기어(148), 중간 기어(156) 또는 말단 기어(166)와 체결하도록 이동된다. 이러한 위치는 중간 기어(156)와 로커 암(188)을 잠금시키고, 따라서 중간 기어(156)는 이동할 수 없다. 중간 기어(156)를 잠그는 한 목적은 강력 그룹 DOF의 마지막 위치를 잠금된 상태로 잠그는 것이다. 일반적으로, 각각의 기어 트레인은 유사한 방식으로 잠금되고, 그러므로 원치 않는 이동이 방지된다.

[0085] 캠샤프트(180)는 기어 트레인을 조화롭게 동작시키도록 구성되는데, 이는 캠샤프트 타이밍을 통해 달성된다. 도 8은 트랜스미션 어셈블리(140)의 동작에 대한 캠 상태 차트를 도시한다. 앞서 서술한 바와 같이, 기어 트레인, 예컨대, 도 7b-7d에 도시된 캠샤프트(180)인 공통의 캠샤프트를 공유한다. 캠샤프트(180)는 각각의 기어 트레인에 적어도 2개의 로브, 예컨대, 제1, 제2, 및 제3 기어 트레인과 함께 동작하는 제1 캠 로브(182(Ⅰ-Ⅲ)) 및 제2 캠 로브(186(Ⅰ-Ⅲ))를 제공한다. 그러나, 몇몇 기어 트레인은 더 많은 로브를 포함할 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예에서, 제1 기어 트레인은 마찰 잠금을 작동시키기 위한 제3 로브를 포함한다. 그리고, 도 7g

에 도시된 바와 같이, 추가적인 로브는 시스템 고장의 경우에 DOF를 뒤로 구동하기 위한 안전 메커니즘으로서 포함될 수 있다.

[0086] 일반적으로, 각각의 기어 트레인에 대하여, 하나의 캠 로브는 파워 체결을 제어하기 위해 동작 가능하고, 다른 캠 로브는 기어 트레인을 잠금시키기 위해 동작 가능하다. 따라서, 각각의 기어 트레인은 파워 캠 및 로커 캠에 의해 동작된다. 간단히 말하자면, 각각의 캠은 로우 상태 및 하이 상태를 가지고, 그 사이에 트랜지션 램프를 가진다. 각각의 로우 및 하이 상태의 지속시간은 들어 올려지는 대상(예컨대, 로커 암(188(I-III)) 및 로커 암(184(I-III)))의 동작의 희망하는 지속시간을 기초로 한다. 본 개시물의 목적을 위해, 제1 캠 로브(182(I-III))의 하이 상태는 제1 캠 로브(182(I-III))가 연관된 기어 트레인이 파워 모터(112)와 체결되도록 위치함을 의미하고, 한편 제1 캠 로브(182(I-III))의 로우 상태는 체결 해제를 의미한다. 이와 유사하게, 제2 캠 로브(186(I-III))의 하이 상태는 제2 캠 로브(186(I-III))가 연관된 기어 트레인이 연관된 로커 암(188(I-III))과 체결되도록 위치함을 의미하고, 한편 제2 캠 로브(186(I-III))의 로우 상태는 체결 해제를 의미한다. 또한, 중간 및 말단 기어 트레인의 출력부는 반드시 도시된 DOF에 의존할 필요 없고, 그러므로 상호 교환 가능함을 이해해야 한다.

[0087] A. 제1 트랜스미션 모드에 대한 캠 상태

[0088] 캠 상태 차트는 360도 회전에 걸친 각각의 캠의 로우 및 하이 상태를 도시한다. 0도 회전에서, 트랜스미션 어셈블리(140)은 롤 DOF(132)(ROLL)의 동작을 위해 파워를 공급하도록 구성된다. 도시된 바와 같이, 각각의 기어 트레인에 대한 제1 캠 로브(182(I-III))는 하이 상태이고, 각각의 기어 트레인에 대한 제2 캠 로브(186(I-III))는 로우 상태이다. 따라서, 제1 기어 트레인(142)은 잠금 해제되고 파워 모터(112)와 체결된다. 이러한 방식으로 제1 기어 트레인(142)의 로커 암(188(I))은 근단 기어(148)로부터 체결 해제되고, 제2 입력 기어는 근단 기어(148)와 체결된다. 제2 기어 트레인(150) 및 제3 기어 트레인(160)은 또한 잠금 해제되고, 중간 기어(156) 및 말단 기어(166)는 파워 모터와 접촉 유지된다. 게다가, 마찰 잠금 암(202)을 작동시키기 위한 마찰 잠금 캠 로브(210)는 샤프트(144)가 회전하는 것을 허용하도록 로우 상태가 되도록 구동된다.

[0089] 상술한 바와 같이, 롤 DOF(132)의 체결 동안, 중간 내부 기어(154) 및 말단 내부 기어(164)가 샤프트(144) 내에 홀딩되어 있고 그것과 함께 회전하기 때문에, 중간 기어(156) 및 말단 기어(166)는 근단 기어(148)와 동시에 회전할 것이 요구된다. 이러한 방식으로, 중간 기어(156)/중간 내부 기어(154)와 말단 기어(166)/말단 내부 기어(164) 간의 상대적 이동이 방지되고, 그로 인해 중간 샤프트(152)와 말단 샤프트(162)의 동작이 방지된다. 따라서, 중간 기어(156) 및 말단 기어(166)가 파워 모터(112)와 체결 상태를 유지하므로 롤 동작 동안 회전되지만, 제2 기어 트레인(150) 및 제3 기어 트레인(160)은 각각의 DOF를 동작시키지 않는다.

[0090] 또한, "인 캐눌러 브레이크 체크(in cannula brake check)"는 캠샤프트(180)의 대략 40도 회전에서 수행될 수 있다. 이러한 모드에서, 마찰 잠금 암(202)은 샤프트(144)와 체결 유지되지만, 제1 기어 트레인의 로커 암(188(I))은 체결 해제되고, 한편 제1 기어 트레인(142)은 파워 모터(112)와 체결 유지된다. 로커 암(188(I))이 체결 해제되기 때문에, 이는 시스템이 제동된 샤프트(144)의 회전을 시도함으로써 마찰 잠금 메커니즘(200)을 자가 테스트하는 것을 가능하게 한다. 샤프트(144)가 이러한 상태에서 회전할 수 있다면, 그것은 마찰 잠금 메커니즘(200)이 제 기능을 발휘하지 못함을 나타낼 수 있다.

[0091] B. 제2 트랜스미션 모드에 대한 캠 상태

[0092] 캠샤프트(180)의 대략 -150도 회전에서, 트랜스미션은 도구 작동 DOF(138)(발사)에 파워를 제공하도록 시프트된다. 여기서, 제1 기어 트레인(142)의 제1 캠 로브(182(I)) 및 제3 기어 트레인(160)의 제1 캠 로브(182(III))은 로우 상태이고, 제2 기어 트레인(150)의 제1 캠 로브(182(II))는 하이 상태이다. 이러한 방식으로 제1 기어 트레인(142) 및 제3 기어 트레인(160)의 제2 입력 기어는 각각 근단 기어(148) 및 말단 기어(166)로부터 체결 해제되고, 한편 제2 기어 트레인(150)의 제2 입력 기어는 중간 기어(156)와 체결된다. 그러므로, 오직 중간 기어(156)만이 파워 모터(112)로부터 파워를 받는다.

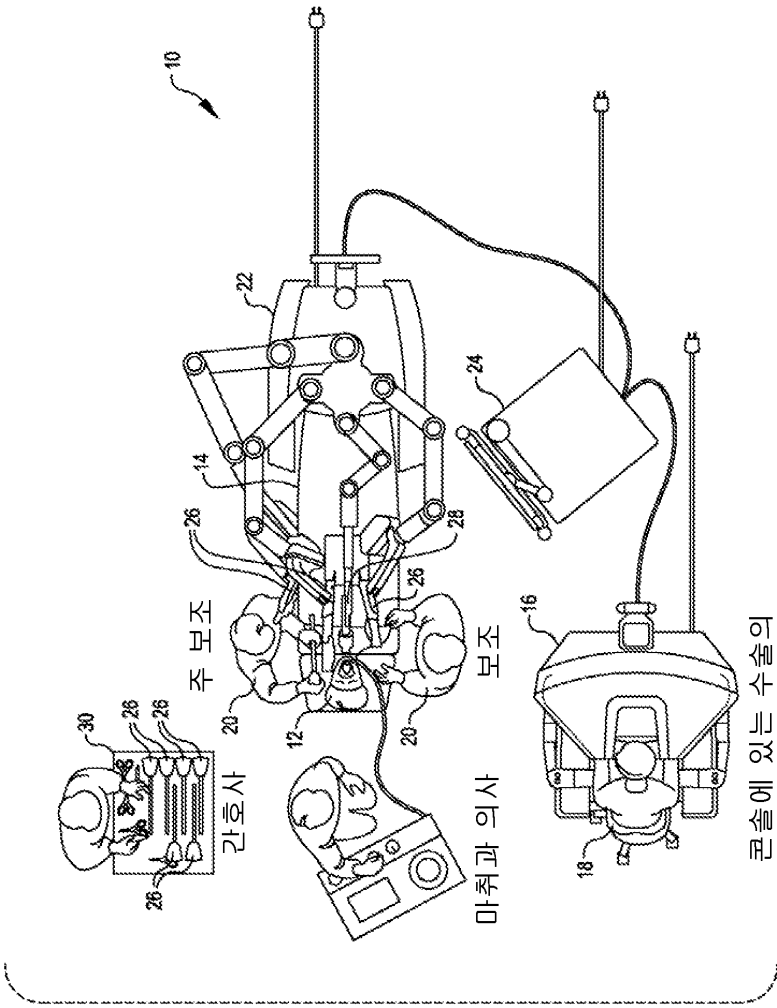
[0093] 도시된 바와 같이, 제1 기어 트레인(142)의 제2 캠 로브(186(I)) 및 제3 기어 트레인(160)의 제2 캠 로브(186(III))는 하이 상태이고, 제2 기어 트레인(150)의 제2 캠 로브(186(II))는 로우 상태이다. 이러한 방식으로, 제1 기어 트레인(142)의 로커 암(188(I)) 및 제3 기어 트레인(160)의 로커 암(188(III))은 각각 근단 기어(148) 및 말단 기어(166)와 체결되고, 제2 기어 트레인(150)의 로커 암(188(II))은 중간 기어(156)로부터 체결 해제된다. 그러므로, 중간 기어(156)만 자유롭게 회전 가능하다.

[0094] C. 제3 트랜스미션 모드에 대한 캠 상태

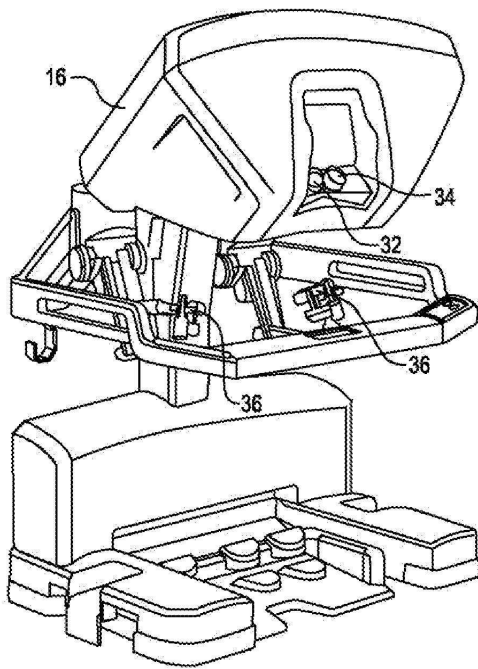
- [0095] 캠샤프트(180)의 대략 170도 회전에서, 트랜스미션은 강력 그립 DOF(136)(클램프)에 파워를 제공하도록 구성된다. 여기서, 제1 기어 트레인(142)의 제1 캠 로브(182(I)) 및 제2 기어 트레인(150)의 제1 캠 로브(182(II))는 로우 상태이고, 제3 기어 트레인(160)의 제1 캠 로브(182(III))는 하이 상태이다. 이러한 방식으로, 제1 기어 트레인(142) 및 제2 기어 트레인(150)의 제2 입력 기어는 각각 근단 기어(148) 및 중간 기어(156)로부터 체결 해제되고, 한편 제2 기어 트레인(150)의 제2 입력 기어는 중간 기어(156)와 체결된다. 그러므로, 말단 기어(166)만 파워 모터(112)로부터 파워를 받는다.
- [0096] 게다가, 제1 기어 트레인(142)의 제2 캠 로브(186(I)) 및 제2 기어 트레인(150)의 제2 캠 로브(186(II))는 하이 상태이고, 제3 기어 트레인(160)의 제2 캠 로브(186(III))는 로우 상태이다. 이러한 방식으로, 제1 기어 트레인(142)의 로커 암(188(I)) 및 제2 기어 트레인(150)의 로커 암(188(II))은 각각 근단 기어(148) 및 말단 기어(156)와 체결되고, 제3 기어 트레인(160)의 로커 암(188(III))은 말단 기어(166)로부터 연결 해제된다. 더욱이, 상호잠금 캠 로브(194)는 도 7g를 참조하여 상술한 바와 같이 하이 상태로 구동된다. 이것은 상호잠금 플레그(196)를 이동시키고, 시스템 고장인 경우에 제2 기어 트레인을 수동으로 뒤로 구동시키기 위한 사용자 액세스를 허용한다.
- [0097] 다양한 변형들이 본 발명의 정신 내에 속한다. 그러므로, 본 발명이 다양한 수정 및 대안의 구성에 영향을 받기 쉽지만, 그 특정한 도시된 실시예들이 도면에 도시되고 앞서 상세하게 설명되었다. 그러나, 개시된 형태 또는 형태들로 본 발명을 제한하고자 하는 의도는 없으며, 그 반대로 본 발명이 첨부된 청구항에 의해 정의되는 본 발명의 정신 및 범위 내에 속하는 모든 수정, 대안의 구성 및 동등물을 커버함을 이해해야 한다.
- [0098] 본 발명을 설명하는 문맥에서(특히 아래의 청구항의 문맥) 용어 "하나" 및 "하나의" 및 "그" 및 유사한 지시물의 사용은 명세서에 다르게 지시되거나 문맥에 의해 명백하게 반박되지 않는다면, 단수 및 복수를 모두 커버하도록 이해되어야 한다. 용어 "포함하는", "가진", "구비한", 및 "답은"은 다르게 언급되지 않았다면, 오픈 엔디드(open-ended) 용어(즉, "~을 포함하지만 그것으로 제한된 것은 아님"의 의미)로 해석되어야 한다. 용어 "연결된"은 심지어 사이에 어떤 것이 존재하더라도, 부분적으로 또는 전체적으로 포함된, 부착된, 또는 함께 결합된 것으로 해석되어야 한다. 본 명세서 내의 수치 범위의 언급은 단지 본 명세서에서 다르게 지시되지 않았다면, 범위 내에 속하는 각각의 개별 값을 개별적으로 언급하는 것의 속기법(shorthand method)으로서 역할하도록 의도된 것일 뿐이고, 각각의 개별 값들은 그것이 개별적으로 명세서에 언급된 것과 마찬가지로 명세서에 포함된다. 여기서 서술된 모든 방법은 명세서에 다르게 지시되거나 문맥에 의해 명백하게 반박되지 않는다면 임의의 적절한 순서로 수행될 수 있다. 여기 제공된 임의의 및 모든 예 또는 예시적인 언어(예컨대, "~와 같은")의 사용은 단지 본 발명의 실시예를 더 잘 설명할 의도일 뿐이며, 다르게 청구되지 않았다면 본 발명의 범위에 제한사항을 부가하지 않는다. 명세서 내의 표현이 본 발명의 실시예에 필수적인 임의의 청구되지 않은 엘리먼트를 지시하는 것으로 해석되어서는 안 된다.
- [0099] 본 발명을 실시한 발명자가 알고 있는 최선의 모드를 포함한 본 발명의 바람직한 실시예가 여기 서술되어 있다. 이러한 바람직한 실시예의 변형은 상기 설명을 읽은 당업자들에게 명백할 것이다. 본 발명자는 적절한 이러한 변형을 당업자들이 채용할 것으로 예상하고, 본 발명자는 본 명세서에 구체적으로 서술된 것과 다르게 본 발명이 실시되는 것도 고려하였다. 따라서, 본 발명은 적용 가능한 범이 허용하는 바와 같이, 여기 첨부된 청구항에 기재된 발명의 대상의 모든 변형 및 동등물을 포함한다. 게다가, 본 명세서에 다르게 지시되거나 문맥에서 명백하게 반박되지 않았다면 본 발명의 모든 가능한 변형에서 상술된 엘리먼트의 임의의 조합이 포함된다.
- [0100] 여기 언급된 공개물, 특허 출원 및 특허를 포함한 모든 참조문헌은 각각의 참조문헌이 참조로서 개별적으로 및 구체적으로 포함되도록 지시되고 그 전체가 본 명세서에 기재된 것과 동일한 범위로, 참조로서 여기 통합된다.

도면

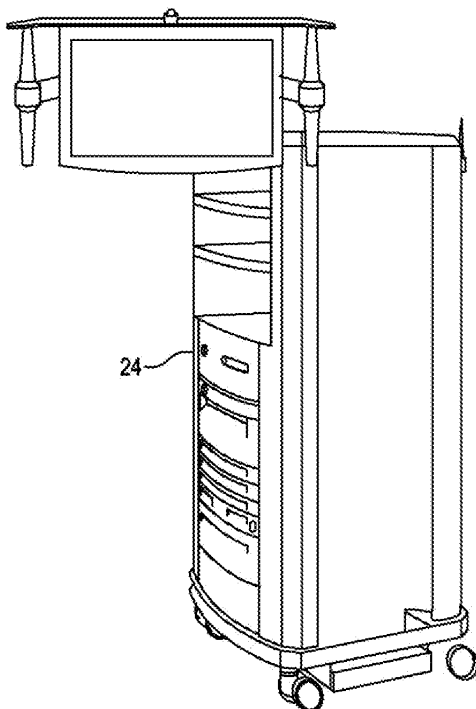
도면1



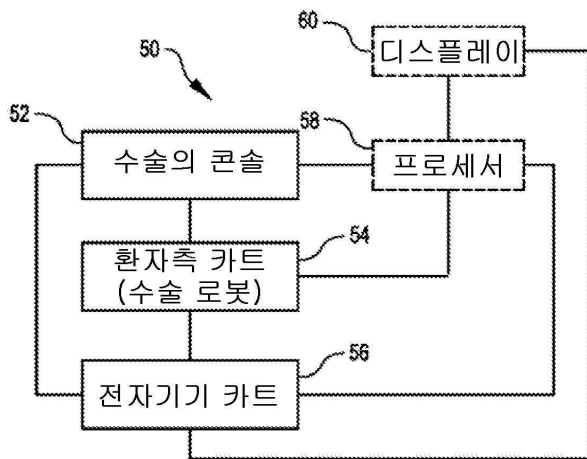
도면2



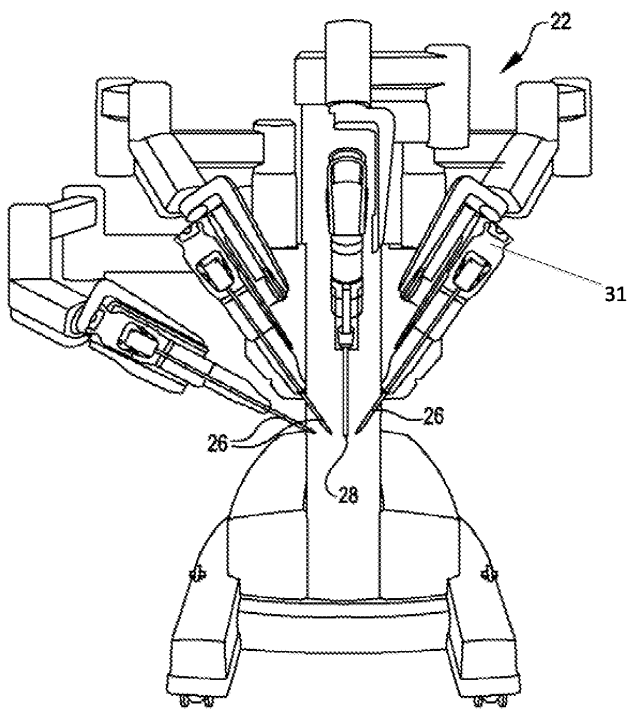
도면3



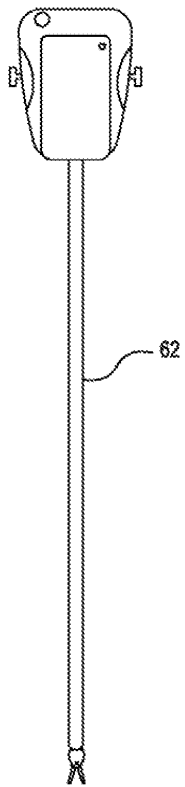
도면4



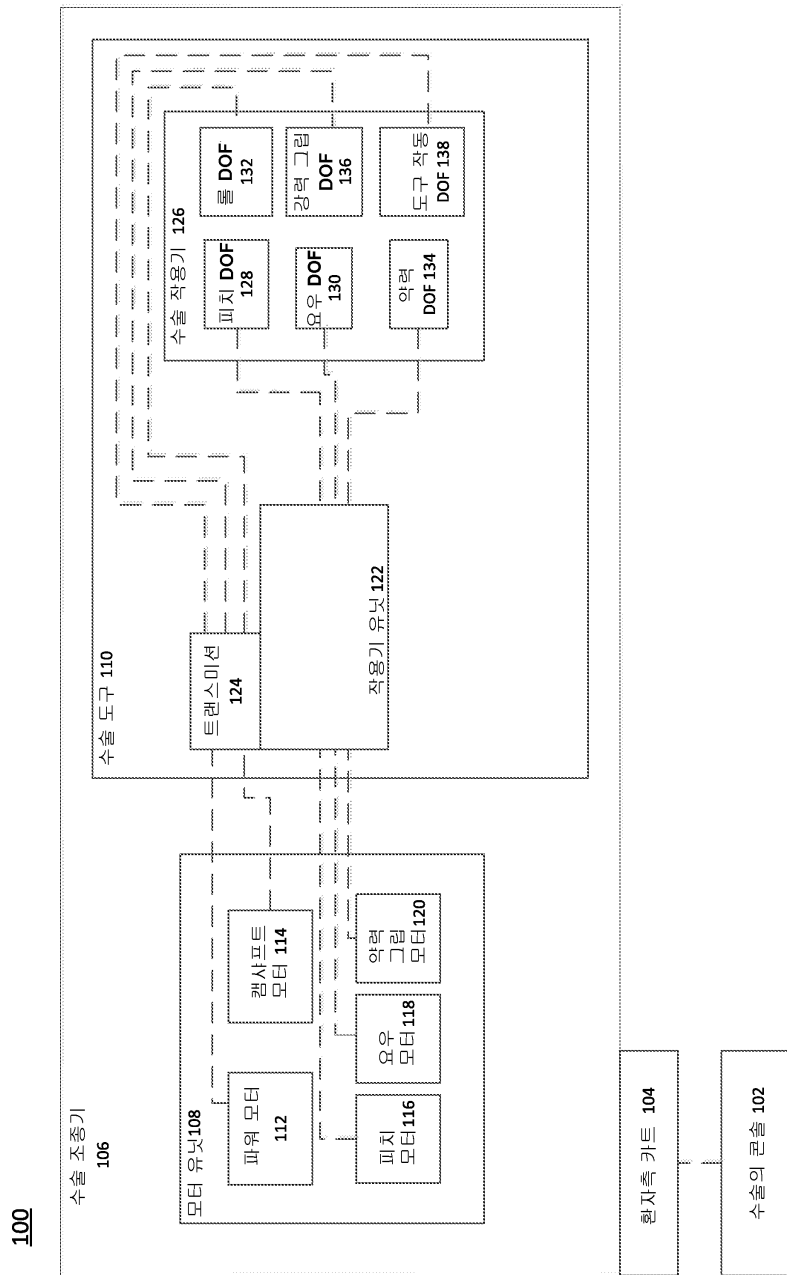
도면5a



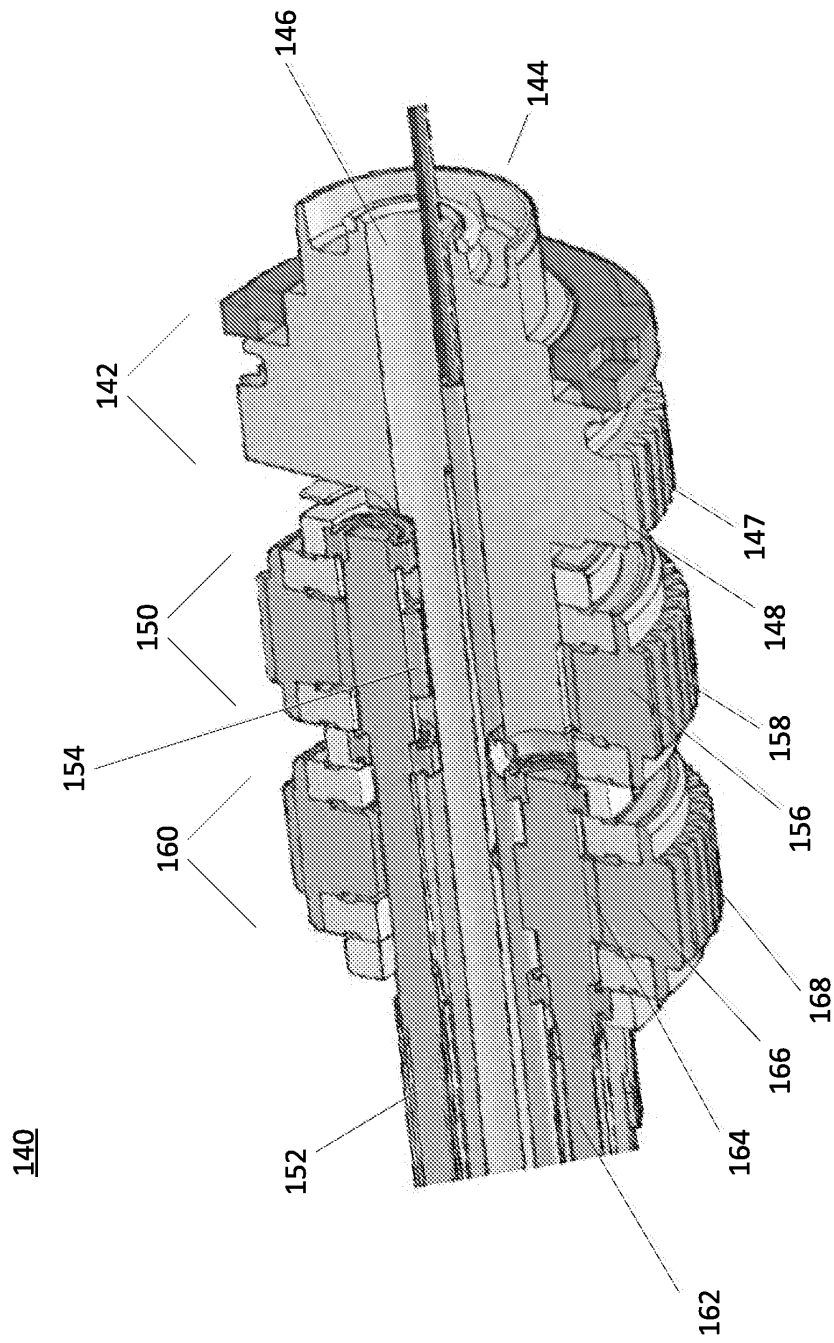
도면5b



도면6

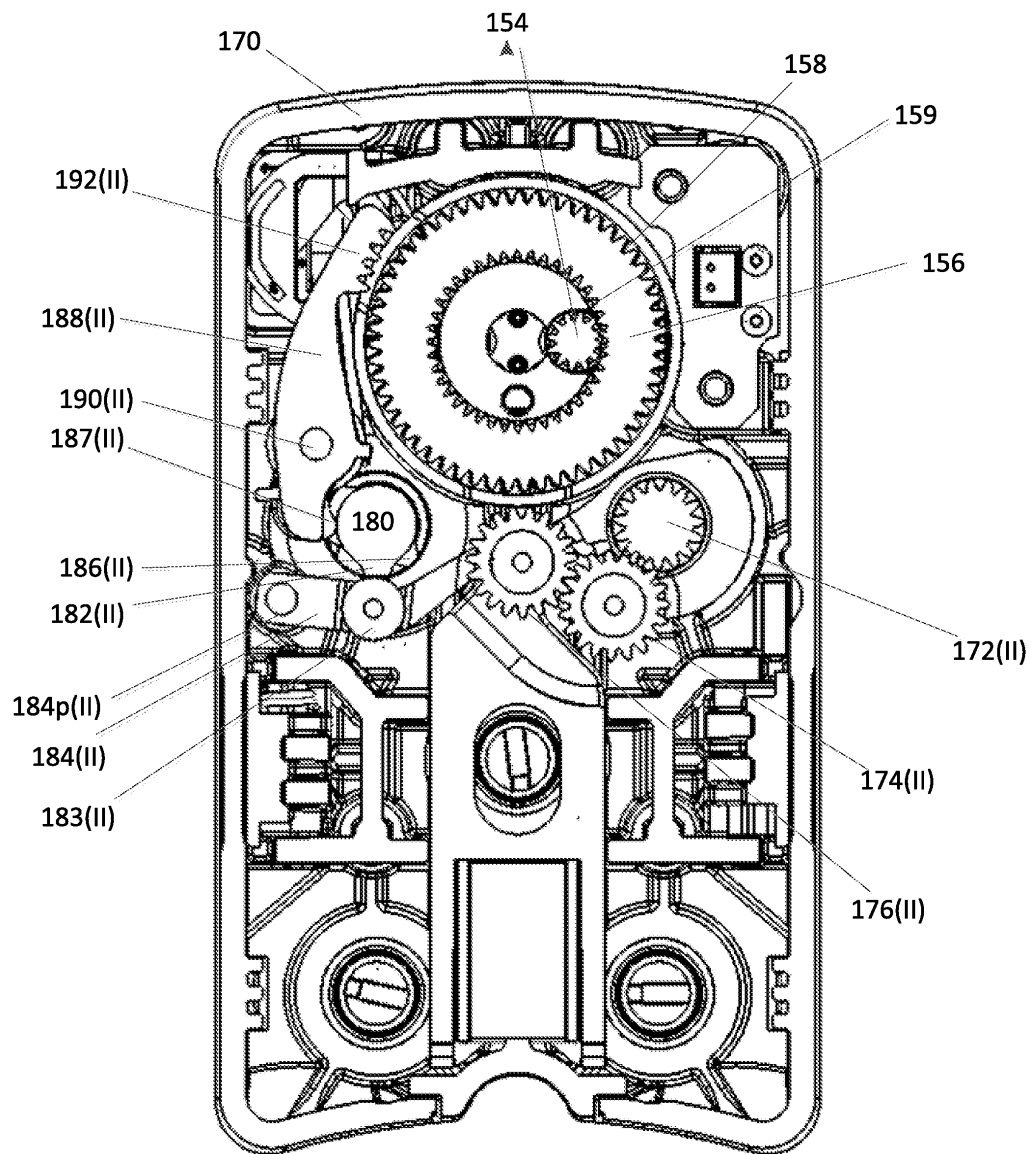


도면7a

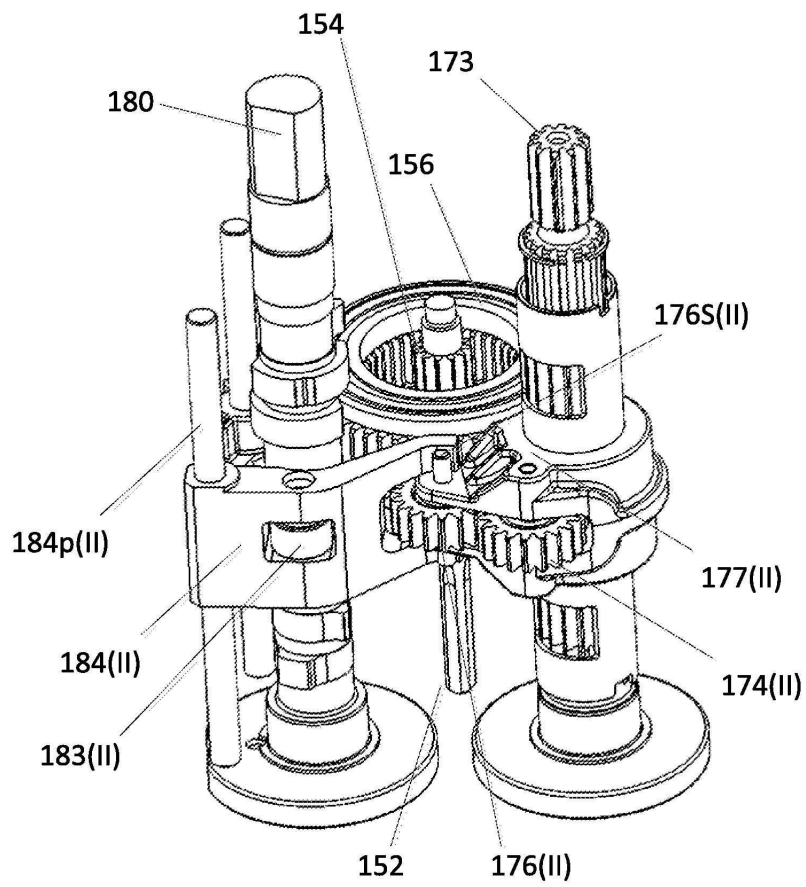


도면7b

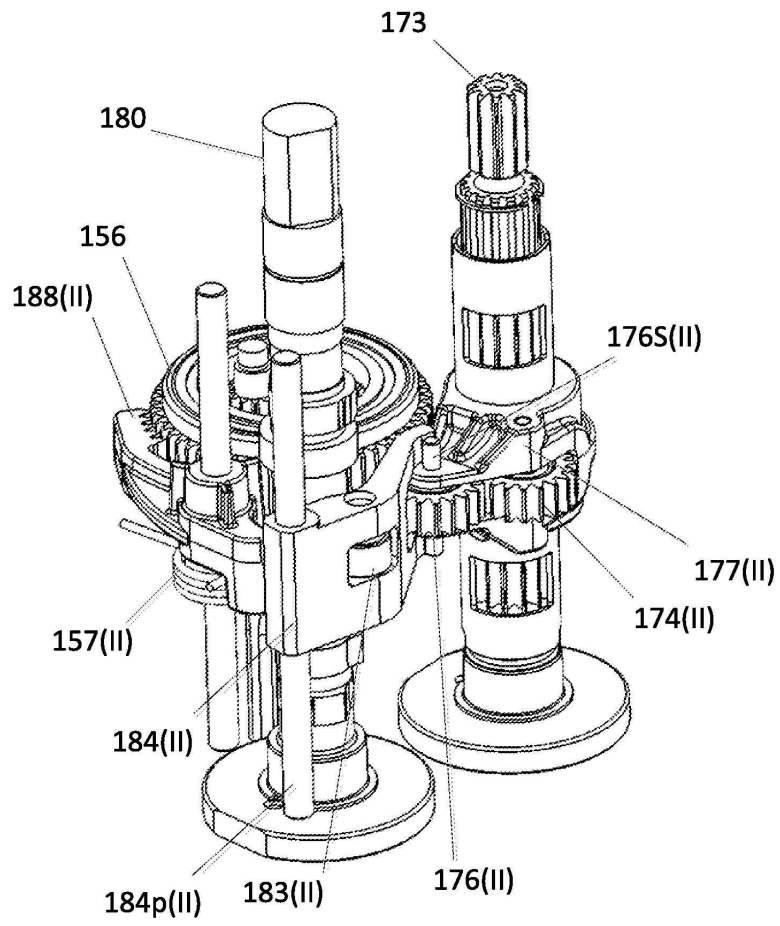
150



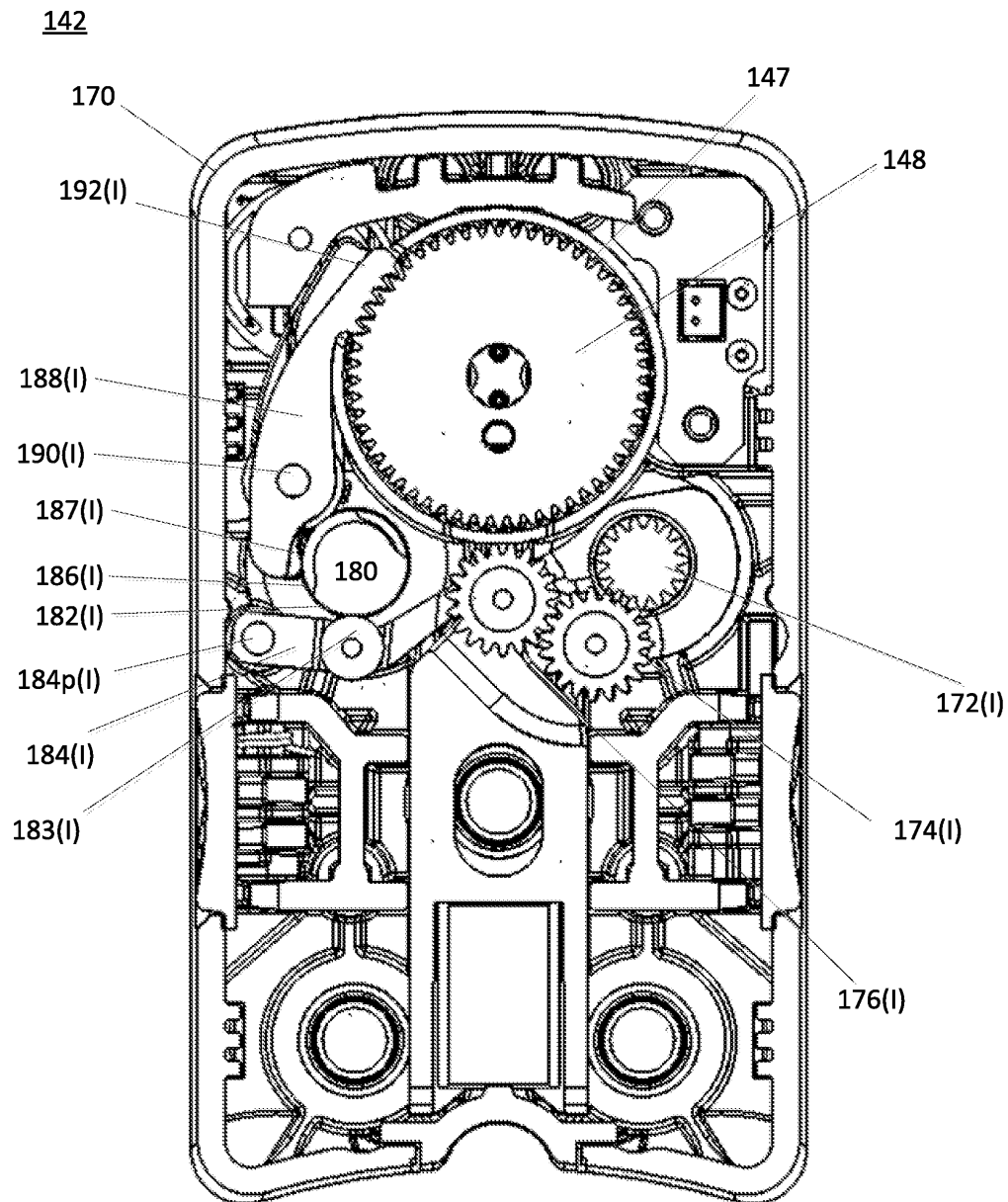
도면7c



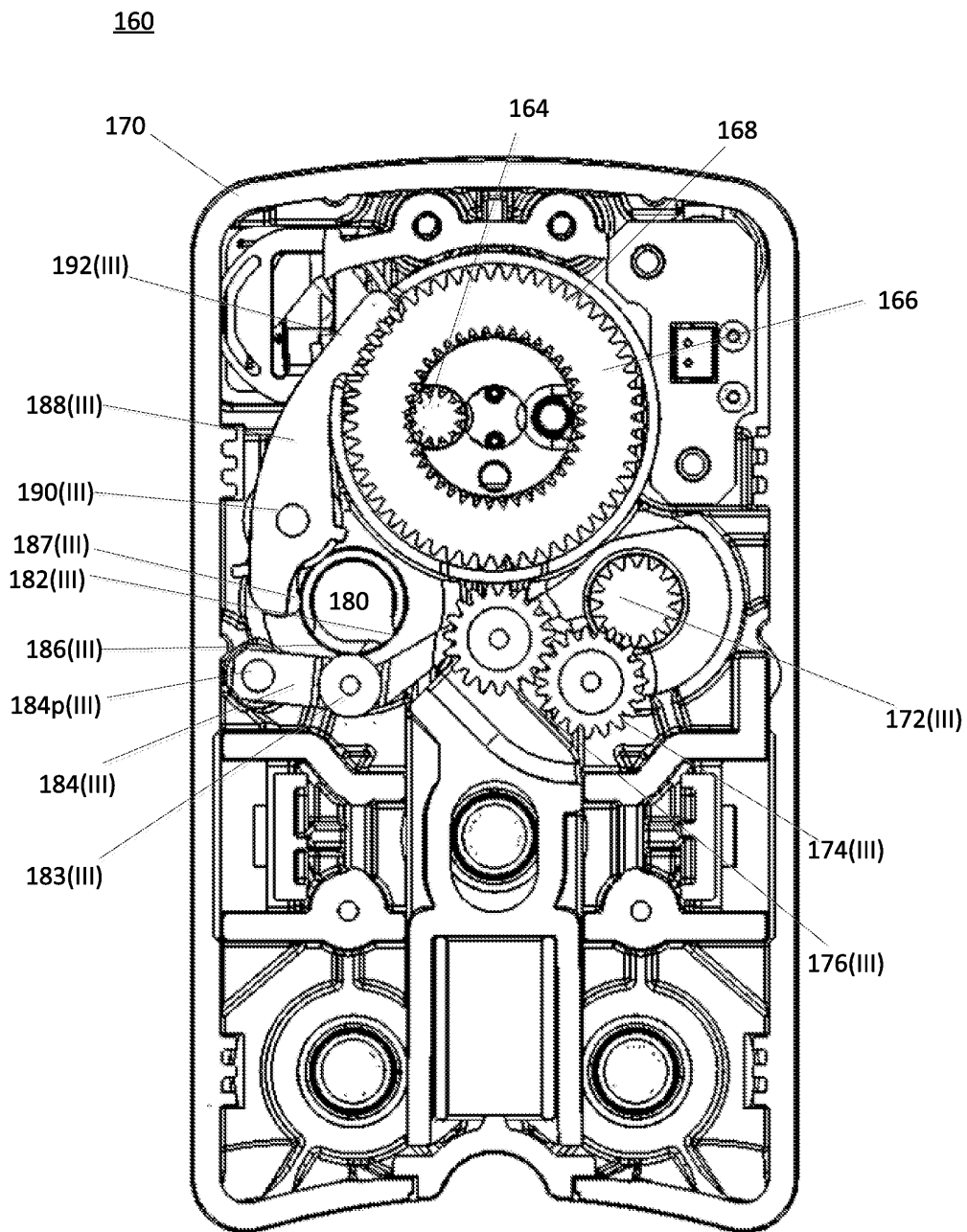
도면7d



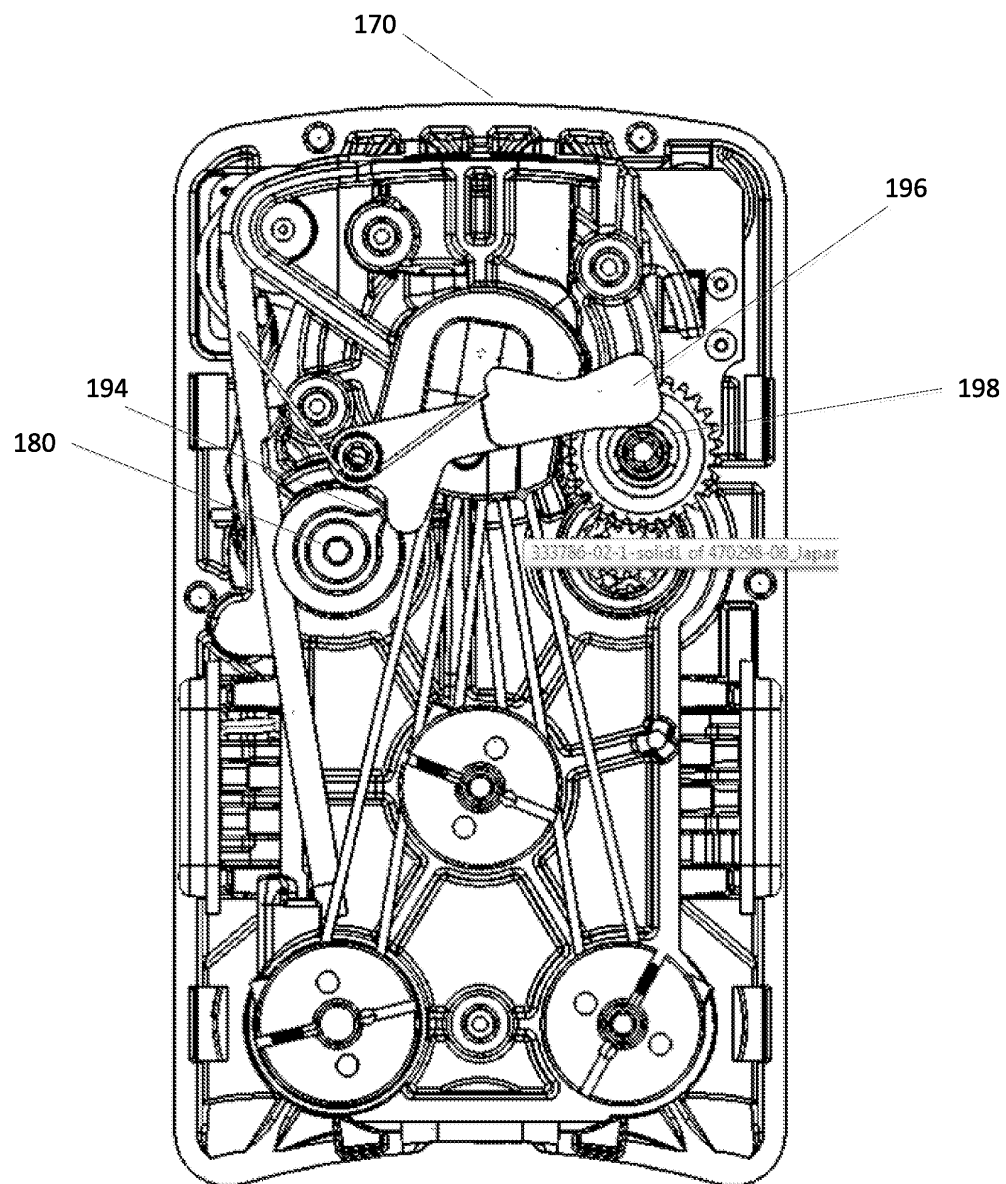
도면7e



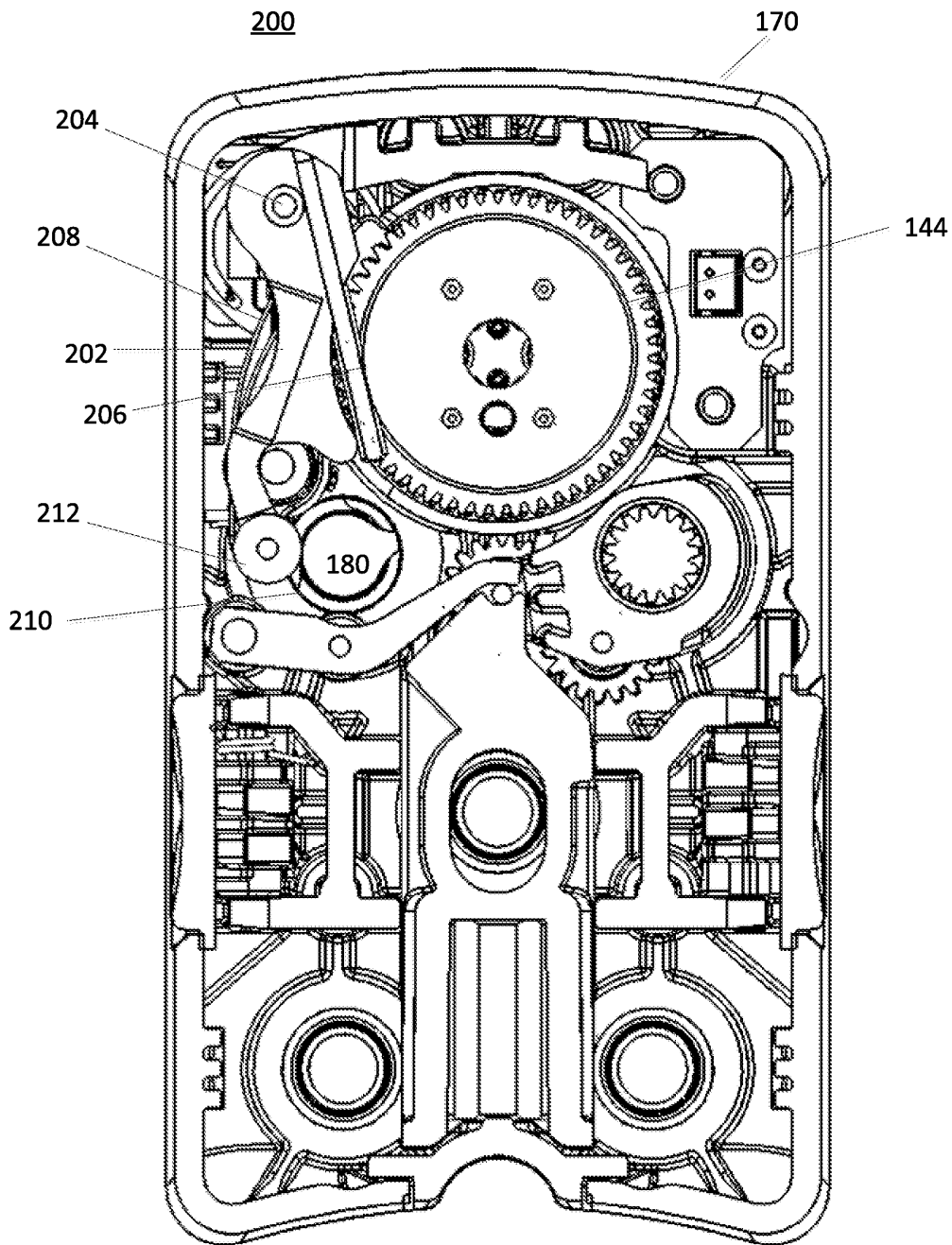
도면7f



도면7g



도면 7h



도면8

