



등록특허 10-2312595



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년10월15일
(11) 등록번호 10-2312595
(24) 등록일자 2021년10월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 34/30 (2016.01) *A61B 17/00* (2006.01)
A61B 34/00 (2016.01)
(52) CPC특허분류
A61B 34/30 (2016.02)
A61B 34/25 (2016.02)
(21) 출원번호 10-2016-7006762
(22) 출원일자(국제) 2014년08월14일
심사청구일자 2019년08월08일
(85) 번역문제출일자 2016년03월15일
(65) 공개번호 10-2016-0044525
(43) 공개일자 2016년04월25일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/051033
(87) 국제공개번호 WO 2015/023834
국제공개일자 2015년02월19일
(30) 우선권주장
61/866,120 2013년08월15일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

US07524320 B2

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 22 항

심사관 : 전창익

(54) 발명의 명칭 기구 살균 어댑터 구동 피처

(57) 요 약

수술 시스템(200)은 수술 기구로의 제어된 토크 및 포지션의 전달에 악영향을 미치게 되는 백래시에 민감한 수술 기구(260)를 포함한다. 수술 기구(260)는 기계적 인터페이스를 통해 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 내의 모터들에 연결된다. 기계적 인터페이스와 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)의 결합은 예컨대 0.7도 미만의 저 백래시를 가진다. 백래시는 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 내에서 제어된다. 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리 내의 구동 출력 디스크(545)로부터 수술 기구의 피동 디스크(964)까지, 기계적 인터페이스는 수술 과정에 사용되는 토크 레벨에 대해 제로 백래시를 가진다.

(52) CPC특허분류

A61B 34/70 (2016.02)

A61B 2017/00477 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

US20080119870 A1

US20120289973 A1

JP2007229906 A

US08602031 B2

US20100170519 A1*

US20110282356 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

장치로서,

수술 장치 인터페이스 요소를 포함하고,

상기 수술 장치 인터페이스 요소는,

복수의 중간 디스크와,

내부에 상기 복수의 중간 디스크를 회전가능하게 장착시된 제1 바디 구조부를 포함하고,

상기 복수의 중간 디스크의 각각의 중간 디스크는,

제1 정렬 리셉터를 및 구동 도그 리셉터들을 포함하는 피동 인터페이스와,

상기 피동 인터페이스의 반대편에 이격되어 있는 구동 인터페이스를 포함하고,

상기 구동 인터페이스는 구동 도그들 및 결합 구조부를 포함하고,

상기 결합 구조부는, 상기 중간 디스크의 원위면으로부터 원위 방향으로 연장되는 개방된 3차원 구조부를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 정렬 리셉터들이 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리의 구동 출력 디스크로부터 연장된 제1 정렬 요소와 정합하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 피동 인터페이스가 제2 정렬 리셉터들을 포함하고,

상기 제1 정렬 리셉터들이 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리의 구동 출력 디스크로부터 연장된 제1 정렬 요소와 정합하도록 구성되고,

상기 제2 정렬 리셉터들이 상기 구동 출력 디스크로부터 연장된 제2 정렬 요소와 정합하도록 구성되고,

상기 제1 정렬 리셉터들이 상기 제2 정렬 리셉터들로부터 이격되고,

제1 정렬 리셉터들과 상기 제2 정렬 리셉터들의 조합이, 상기 구동 출력 디스크와 상기 중간 디스크가 정합될 경우에, 상기 구동 출력 디스크를 상기 중간 디스크에 대해 배향시키는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 바디 구조부가 복수의 하드 스톱을 포함하고,

각각의 중간 디스크가 상기 복수의 하드 스톱 중의 하나와 연계되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 복수의 중간 디스크의 각각의 중간 디스크가,

외측면과,

상기 외측면으로부터 연장된 하드 스톱 텁을 포함하고,

상기 중간 디스크의 제1 축선방향 포지션에서, 상기 하드 스톱 텁이 상기 중간 디스크와 연계된 상기 하드 스톱과 접촉하고,

상기 중간 디스크의 제2 축선방향 포지션에서, 상기 하드 스톱 텁이 상기 중간 디스크와 연계된 상기 하드 스톱과 접촉하지 않는 상태로, 상기 중간 디스크가 자유롭게 회전하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 복수의 중간 디스크의 각각의 중간 디스크가,

외측면과,

상기 외측면으로부터 연장된 하드 스톱 텁을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 구동 도그 리셉터클들의 각각이,

상기 중간 디스크의 외면으로부터 상기 중간 디스크의 내부로 연장된 대향 측벽들을 포함하는 제1 부분과,

상기 구동 도그 리셉터클의 바닥면을 포함하는 제2 부분과,

상기 제1 부분으로부터 상기 제2 부분으로 연장되고, 2개의 대향하는 제3 부분 측면을 포함하는 제3 부분을 포함하고,

상기 제3 부분 측면의 각각이 경사형 표면을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 경사형 표면이 상기 구동 도그 리셉터클의 웨지 형상의 측면의 일부를 형성하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 구동 도그들의 각각이,

3차원 구조부를 포함하는 제1 부분과,

상기 제1 부분으로부터 연장되고, 2개의 대향하는 제2 부분 측면을 포함하는 제2 부분을 포함하고,

상기 제2 부분 측면의 각각이 곡선형 표면을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 곡선형 표면이 상기 구동 도그의 원형 형상의 일부를 형성하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 구동 도그 리셉터클들의 각각은, 상기 구동 도그 리셉터클들의 각각이 제1 평면에 의해 이등분되도록 포지셔닝되고,

상기 구동 도그들의 각각은, 상기 구동 도그들의 각각이 제2 평면에 의해 이등분되도록 포지셔닝되고,
상기 제1 평면이 상기 제2 평면에 대해 수직인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 구동 도그 리셉터클들의 각각이, 상기 중간 디스크의 종방향 축선으로부터 제1 거리만큼 이격되어 포지셔닝된 제1 에지면과, 상기 제1 에지면 반대편의 제2 에지면을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 수술 장치 인터페이스 요소가 제2 바디 구조부를 더 포함하고,
상기 제1 바디 구조부가 상기 제2 바디 구조부 내에 이동가능하게 장착되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제2 바디 구조부가 스키드 플레이트를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 15

삭제

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 개방된 3차원 구조부가 원형 트랙을 포함하고,
상기 원형 트랙이,

제1 높이, 제1 단부 및 제2 단부를 가진 제1 원주 섹션과,

상기 제1 원주 섹션의 상기 제1 단부 및 제2 단부 사이에 연장되고, 상기 제1 높이보다 더 작은 제2 높이를 가진 제2 원주 섹션과,

상기 원형 트랙의 중심을 통과하고, 상기 제1 단부와 상기 제2 단부로부터 등거리인 중심선을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 개방된 3차원 구조부가,

상기 제1 원주 섹션의 상기 제1 단부 및 상기 제2 단부 중의 하나로부터 상기 원형 트랙의 상기 중심선과 실질적으로 평행한 방향으로 연장되고, 상기 복수의 중간 디스크의 상기 중간 디스크의 상기 원위면의 외부에지를 향해 연장되는 벽을 더 포함하고,

상기 벽은 높이를 갖고,

상기 벽의 높이가 상기 제1 원주 섹션의 상기 제1 높이보다 더 작은 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 18

제13항에 있어서,

상기 제2 바디 구조부에 부착되는 살균 드레이프를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 19

제1항에 있어서,

수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리를 더 포함하고,

상기 수술 장치 인터페이스 요소가 상기 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리 상에 장착되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리가, 상기 중간 디스크의 상기 피동 인터페이스와 연결되는 구동 인터페이스를 가진 구동 출력 디스크를 더 포함하고,

상기 구동 출력 디스크에 소정의 예압력을 적용시킬 때, 상기 중간 디스크와 상기 구동 출력 디스크 사이의 연결이 제로 백래시를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 21

제1항에 있어서,

상기 수술 장치 인터페이스 요소 상에 장착되는 수술 기구를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 수술 기구가 상기 중간 디스크의 상기 구동 인터페이스와 연결되는 피동 인터페이스를 가진 피동 디스크를 더 포함하고,

상기 중간 디스크에 소정의 예압력을 적용시킬 때, 상기 중간 디스크와 상기 피동 디스크 사이의 연결이 제로 백래시를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 23

제1항에 있어서,

상기 개방된 3차원 구조부가 C자형 구조부를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 발명은 대체로 수술 기구 및 시스템에 관한 것이며, 보다 상세하게는 특히 저 백래시(low backlash) 구동 시스템을 갖는 수술 기구에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최소 침습 의료 시술에 채용되는 등의 로봇 제어 시스템은 비교적 작은 틀 또는 기구들을 정밀하게 제어하고 구동하기 위해 복잡한 장비를 구비할 수 있다(여기서 사용되는 것으로서 "로봇" 또는 "로봇식으로" 등의 용어는 원격조작 또는 원격 로봇적 관점을 포함한다). 도 1a는 공지의 로봇 제어 시스템(100)의 한 예를 도시하고 있다. 예를 들어, 인튜이티브 서지컬 인코포레이티드(Intuitive Surgical, Inc.)에 의해 상용화된 da Vinci® 수술 시스템의 일부일 수 있는 시스템(100)은 다수의 암(130)을 가진 환자측 카트(110)를 구비한다. 각각의 암(130)은 대체로 기구(150)의 작동을 위한 기계적 동력을 장착하고 제공하기 위한 기계적 인터페이스를 갖는 구동 시스템을 포함하는 도킹 포트(docking port)(140)를 가진다. 암(130)은 의료 시술 중에 그 시술을 위해 각각의 의료 기구(150)를 이동시키고 포지셔닝시키는 데 사용될 수 있다.

[0003] 도 1b는 공지의 기구(150)의 저면도를 도시하고 있다. 기구(150)는 대체로 전달 또는 백엔드(backend) 기구(152), 백엔드 기구(152)로부터 연장되는 메인 튜브(154) 및 메인 튜브(154)의 원위 단부에 위치한 기능 텁

(156)을 구비한다. 팁(156)은 대체로 의료 시술 중에 사용될 수 있는 스칼pell, 시저, 포셉 또는 소작 기구 등의 의료 도구를 구비한다. 구동 케이블 또는 텐돈(tendon)(155)이 팁(156)에 연결되어 메인 튜브(154)를 통해 백 엔드 기구(152)로 연장된다. 백엔드 기구(152)는 일반적으로 기구(150)의 구동 텐돈과 구동 시스템(140)의 기계적 인터페이스의 전동 축선 사이의 기계적 연결을 제공한다. 구체적으로, 기어 또는 디스크(153)가 구동 시스템(140)의 기계적 인터페이스 상의 상보적인 피처(complementary feature)들과 결합하도록 포지셔닝되고, 치수결정되고, 성형된 돌출부 또는 구멍과 같은 피처들을 가진다. 일반적인 기구에 있어서, 디스크(153)의 회전이 개개의 텐돈(155)을 잡아당겨 팁(156) 내의 대응하는 기계적 링크를 작동시킨다. 시스템(100)은 그에 따라 팁(156)을 포지셔닝시키고, 배향시키고 작동시킬 필요에 따라 구동 텐돈(155)의 운동 및 인장력을 제어할 수 있다. 공지의 수술 시스템의 더 자세한 사항은 예컨대 그 전체 개시내용이 여기에 참조되는, "수술 로봇 툴, 데이터 구조 및 용법(Surgical Robotic Tools, Data Architecture, and Use)"이라는 명칭으로 티어니(Tierney) 등에 허여된 미국 특허 제7,048,745호(2001년 8월 13일자 출원)에 설명되어 있다.

[0004]

시스템(100)의 기구(150)는 구동 시스템(140)으로부터 하나의 기구(150)를 제거한 다음 제거된 기구 대신에 또 다른 기구(150)를 설치함으로써 교체될 수 있다. 설치 과정은 대체로 디스크(153) 상의 피처들이 구동 시스템(140)의 상보적인 피처들과 적절히 결합하는 것을 필요로 한다. 하지만, 설치 전에, 기구(150) 상에서의 디스크(153)의 배향은 일반적으로 환자측 카트(110)에 알려져 있지 않다.

[0005]

또한, 이러한 환자측 카트(110)와 같은 장비는, 의료 시술들 사이에 복잡한 장비를 세정하고 살균함에 있어서의 곤란성으로 인해, 흔히 의료 시술 동안 살균 배리어(sterile barrier)(예를 들면, 플라스틱 시트 드레이프)에 의해 덮여진다. 이 살균 배리어는 도킹 포트(140)와 기구 백엔드(152) 사이에 개재되는 살균 어댑터(sterile adapter)를 포함할 수 있다. 예컨대, 그 전체 개시내용이 여기에 참조되고, 몇 가지 예시적인 살균 배리어 및 어댑터 시스템을 설명하고 있는, "살균 수술 어댑터(Sterile Surgical Adaptor)"라는 명칭으로 앤더슨(Anderson) 등에 허여된 미국 특허 제7,048,745호 및 미국 특허 제7,699,855호(2006년 3월 31일자 출원)를 참조.

[0006]

한 가지 대표적인 기구(150)의 설치 과정은, 중간의 살균 어댑터를 구비하는 것도 가능한 상태에서, 디스크(153)의 배향과 상관없이 백엔드 기구(152)를 구동 시스템(140) 상에 장착하는 것을 포함한다. 그런 다음 구동 시스템(140) 내의 구동 모터가, 새롭게 설치되는 기구(150)의 작동을 위해 상보적인 피처들이 서로 맞물려 서로 확실하게 결합되는 것을 보장하도록, 설치 과정 중에 전후로 여러 차례 회전될 수 있다. 설치 과정 중의 어떤 시점에서, 구동 모터들은 개개의 디스크(153)를 회전시키도록 확실하게 결합된다. 하지만, 구동 모터들이 기구(150)의 개개의 디스크(153)와 확실하게 결합되는 시간들이 서로 다르고 예측 불가능하기 때문에, 설치되는 기구(150)는 때때로 설치 과정 중에 예측 불가능하게 운동할 수 있다. 어떤 용처에서는, 그와 같은 예측 불가능한 운동이 허용될 수 없다. 일반적으로, 설치 과정 중의 기구 팁의 무작위적인 운동들을 수용하기 위해 기구(150) 둘레에 빈 또는 한정된 공간이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0007]

수술 시스템은 수술 기구로의 제어된 토크 및 포지션의 전달에 악영향을 미치게 되는 백래시에 민감한 수술 기구를 포함한다. 수술 기구는 기계적 인터페이스를 통해 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리 내의 모터들에 연결된다. 기계적 인터페이스와 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리의 결합은 예컨대 0.7도 미만의 저 백래시를 가진다. 기계적 인터페이스는 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리 내의 구동 인터페이스를 수술 기구의 피동 인터페이스에 연결시킨다. 하나의 양태에 있어, 기계적 인터페이스는 수술 과정에 사용되는 토크 레벨에 대해 제로(0) 백래시를 가진다.

[0008]

그에 따라, 장치가 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리를 포함한다. 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리는 구동 유닛 및 구동 출력 어셈블리를 포함한다. 구동 출력 어셈블리는 구동 유닛에 연결된다. 구동 출력 어셈블리는 구동 유닛에 연결되는 저 백래시 커플러를 포함한다. 구동 출력 디스크가 저 백래시 커플러에 연결된다. 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리 백리시의 일부는 구동 유닛 및 구동 출력 디스크의 저 백래시 커플러에 대한 연결에 존재한다.

- [0009] 하나의 양태에 있어서, 구동 출력 디스크는 원위 단부면을 구비하는 원통형 바디이다. 제1 정렬 요소가 원위 단부면으로부터 연장된다. 제2 정렬 요소가 원위 단부면으로부터 연장된다. 제1 정렬 요소는 제2 정렬 요소로부터 이격되어 있다. 구동 출력 디스크와 장치 내의 또 다른 어셈블리의 디스크가 정합 (mating)될 때, 제1 정렬 요소와 상기 제2 정렬 요소의 조합이 출력 디스크를 장치 내의 또 다른 어셈블리의 디스크에 대해 배향시킨다. 하나의 양태에 있어서, 제1 정렬 요소는 핀이고, 제2 정렬 요소는 탭이다.
- [0010] 이 양태에 있어서, 구동 출력 디스크의 원위 단부면은 중심 및 원주 에지를 구비한다. 복수의 구동 도그(drive dog)가 원위 단부면으로부터 연장된다. 각각의 구동 도그는 원위 단부면의 중심으로부터 제1 거리만큼 이격되어 포지셔닝된 제1 에지면 및 원위 단부면의 원주 에지에 인접하여 포지셔닝된 제2 에지면을 구비한다. 제2 에지면은 제1 에지면의 반대편이다. 또한, 각각의 구동 도그는 원위 단부면으로부터 연장되는 예컨대 직육면체와 같은 3차원 구조부인 제1 부분 및 제1 부분으로부터 연장되는 제2 부분을 포함한다. 제2 부분은 2개의 대향하는 제2 부분 측면을 가진다. 제2 부분 측면의 각각은 곡선형 표면이다. 하나의 양태에 있어서, 곡선형 표면은 예컨대 실린더의 외면의 일부와 같은 원호형 단면의 일부이다.
- [0011] 구동 출력 어셈블리는 샤프트를 포함한다. 제1 예압 스프링이 샤프트에 연결된다. 제1 예압 스프링은 또한 구동 출력 디스크에 연결된다. 제1 예압 스프링은, 당해 제1 예압 스프링이 압축될 때, 구동 출력 디스크 상에 제1 예압력을 적용시키도록 구성된다.
- [0012] 구동 출력 어셈블리는 또한 샤프트에 연결되는 제2 예압 스프링을 포함한다. 제2 예압 스프링은 제1 예압 스프링과 조합하여, 제1 및 제2 예압 스프링이 압축될 때, 구동 출력 디스크 상에 제2 예압력을 적용시키도록 구성된다. 제2 예압력이 제1 예압력보다 더 크다.
- [0013] 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리는 복수의 구동 유닛을 포함하는 모터 팩을 포함한다. 복수의 구동 유닛은 전술한 구동 유닛을 포함한다. 모터 팩은 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리의 하우징 내에 이동가능하게 장착된다. 모터 팩은 또한 복수의 하드 스탭을 포함한다. 복수의 하드 스탭은 모터 팩의 원위면으로부터 연장되도록 구성된다.
- [0014] 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리는 또한 해제 래치를 포함한다. 해제 래치는 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리의 하우징 내에 피벗식으로 장착된다. 핀이 해제 래치의 근위 단부로부터 하우징 내부에 연장된다. 하나의 양태에 있어서, 핀은 스프링 장전된(spring-loaded) 핀이다.
- [0015] 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리의 모터 팩은 또한 해제 래치 차단 스탭을 포함한다. 하나의 양태에 있어서, 모터 팩이 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리의 하우징에 대해 완전 후퇴 포지션에 있는 경우, 해제 래치의 작동이 차단되지 않는다. 하지만, 모터 팩이 하우징에 대해 제1 포지션에 위치되는 경우, 핀이 해제 래치 차단 스탭과 접촉하여, 해제 래치가 놀라지는 경우에 해제 래치의 피벗운동을 방지한다. 또 다른 양태에 있어서는, 해제 래치 차단 스탭은, 수술 기구가 살균 어댑터 어셈블리에 장착되어 있는 동안에 모터 팩이 완전 후퇴 포지션에 있을 때, 해제 래치의 피벗운동을 방지한다.
- [0016] 또 다른 양태에 있어서, 장치는 수술 장치 어셈블리, 예압 트랙 및 예압 트랙 상을 주행하는 예압 어셈블리를 포함한다. 예압 어셈블리는 수술 장치 어셈블리에 연결된다. 삽입 어셈블리가 예압 트랙을 포함한다.
- [0017] 예압 어셈블리가 예압 트랙 상의 제1 위치에 포지셔닝될 때, 예압 어셈블리는 수술 장치 어셈블리에 제1 힘을 적용시킨다. 예압 어셈블리가 예압 트랙 상의 제2 위치에 포지셔닝될 때, 예압 어셈블리는 수술 장치 어셈블리에 제2 힘을 적용시킨다. 제2 힘은 제1 힘보다 더 크다.
- [0018] 하나의 양태에 있어서, 예압 어셈블리는 캠 종동절 어셈블리 및 암을 포함한다. 캠 종동절 어셈블리는 예압 트랙 상을 주행한다. 암은 제1 단부 및 제2 단부를 가진다. 제1 단부는 수술 장치 어셈블리에 연결된다. 암의 제2 단부는 캠 종동절 어셈블리에 연결된다. 캠 종동절 어셈블리가 예압 트랙 상의 제1 위치에 포지셔닝될 경우, 암은 제1 힘에 비례하는 힘을 캠 종동절 어셈블리로부터 수술 장치 어셈블리로 전달하도록 구성된다. 캠 종동절 어셈블리가 예압 트랙 상의 제2 위치에 포지셔닝될 경우, 암은 제2 힘에 비례하는 힘을 캠 종동절 어셈블리로부터 수술 장치 어셈블리로 전달하도록 구성된다.
- [0019] 수술 장치 어셈블리는 또한 구동 유닛 하우징 및 모터 팩을 포함한다. 모터 팩은 구동 유닛 하우징 내에서 이동가능하게 장착된다. 암의 제1 단부가 모터 팩에 연결된다. 캠 종동절 어셈블리가 예압 트랙 상의 제1 위치에 포지셔닝될 경우, 암은 제1 힘에 비례하는 힘을 캠 종동절 어셈블리로부터 모터 팩으로 전달하도록 구성된다. 캠 종동절 어셈블리가 예압 트랙 상의 제2 위치에 포지셔닝될 경우, 암은 제2 힘에 비례하는 힘을

캠 종동절 어셈블리로부터 모터 팩으로 전달하도록 구성된다.

[0020] 또 다른 양태에 있어서, 장치는 예압 트랙 및 예압 트랙 상을 주행하도록 구성된 예압 어셈블리를 포함한다. 예압 어셈블리는 수술 장치 어셈블리에 연결되도록 구성된다. 예압 어셈블리는 또한 예압 어셈블리가 예압 트랙 상의 제1 위치에 포지셔닝될 경우 수술 장치 어셈블리에 제1 힘을 적용시키도록 구성된다.

[0021] 예압 어셈블리는 예압 리셋 기구를 포함한다. 예압 리셋 기구는 예압 어셈블리를 예압 트랙 상의 제1 위치에 자동적으로 포지셔닝시키도록 구성된다.

[0022] 또 다른 양태에 있어서, 장치는 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리, 삽입 어셈블리 및 예압 어셈블리를 포함한다. 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리는 하우징 및 모터 팩을 포함한다. 모터 팩은 하우징 내에 이동 가능하게 장착된다. 삽입 어셈블리는 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리에 연결된다. 삽입 어셈블리는 또한 예압 트랙도 포함한다. 예압 어셈블리는 캠 종동절 어셈블리, 암 및 예압 리셋 어셈블리를 포함한다. 암은 제1 단부 및 제2 단부를 구비한다. 암의 제1 단부는 캠 종동절 어셈블리에 회전가능하게 연결된다. 암의 제2 단부는 모터 팩에 연결된다. 캠 종동절 어셈블리 예압 트랙 상을 주행하도록 구성된다. 예압 리셋 어셈블리는 예압 어셈블리를 예압 트랙 상의 제1 위치에 자동적으로 위치시키도록 구성된다. 제1 위치에서, 예압 어셈블리는 모터 팩 상에 제1 힘을 적용시킨다.

[0023] 또 다른 장치는 삽입 어셈블리, 기구 매니퓰레이터 어셈블리, 수술 장치 인터페이스 및 수술 기구를 포함한다. 때때로, 수술 장치 인터페이스는 수술 장치 인터페이스 요소라 지칭된다. 삽입 어셈블리는 원위 단부 및 예압 트랙을 포함한다. 기구 매니퓰레이터 어셈블리는 삽입 어셈블리의 원위 단부에 연결된다. 기구 매니퓰레이터 어셈블리는 구동 출력 디스크를 포함한다. 구동 출력 디스크는 구동 출력 인터페이스를 가진다.

[0024] 수술 장치 인터페이스는 기구 매니퓰레이터 어셈블리 상에 장착된다. 수술 장치 인터페이스는 중간 디스크를 포함한다. 중간 디스크는 중간 피동 인터페이스 및 중간 구동 인터페이스를 가진다. 중간 피동 인터페이스는 구동 출력 인터페이스에 연결된다.

[0025] 수술 기구는 수술 장치 인터페이스 상에 장착된다. 수술 기구는 피동 디스크를 포함한다. 피동 디스크는 피동 인터페이스를 가진다. 피동 인터페이스는 중간 구동 인터페이스에 연결된다.

[0026] 제1 힘이 구동 출력 디스크와 중간 디스크 사이의 연결에 적용될 경우, 구동 출력 디스크와 중간 디스크 사이의 연결은 2개의 디스크를 정렬되게 만드는 데 사용되는 토크 레벨에 대해 논제로 백래시(non-zero backlash)를 가진다. 제2 힘이 구동 출력 디스크와 중간 디스크 사이의 연결에 적용될 경우, 구동 출력 디스크와 중간 디스크 사이의 연결은 수술 과정에 사용되는 토크 레벨에 대해 제로 백래시를 가진다. 제2 힘이 제1 힘보다 더 크다.

[0027] 따라서, 장치는 구동 출력 디스크 및 중간 디스크를 포함한다. 구동 출력 디스크는 원위 단부면 및 원위 단부면으로부터 연장된 복수의 구동 도그를 포함한다. 복수의 구동 도그의 각각의 구동 도그는 원위 단부면으로부터 연장된 예컨대 직육면체와 같은 3차원 구조부인 제1 부분 및 제1 부분으로부터 연장된 제2 부분을 포함한다. 제2 부분은 2개의 대향하는 제2 부분 측면을 포함한다. 제2 부분 측면의 각각은 곡선형 표면이다. 하나의 양태에 있어서, 곡선형 표면은 예컨대 실린더의 외면의 일부와 같은 원호형 단면의 일부이다. 중간 디스크는 근위 단부면 및 근위 단부면으로부터 중간 디스크 내로 연장된 복수의 구동 도그 리셉터를(drive dog receptacle)을 포함한다. 복수의 구동 도그 리셉터의 각각의 구동 도그 리셉터는 복수의 구동 도그 중의 하나를 수용하도록 구성된다. 복수의 구동 도그 리셉터의 각각의 구동 도그 리셉터는 외면으로부터 중간 디스크 내부로 연장된 대향 측벽들을 구비하는 제1 부분, 구동 도그 리셉터의 바닥면인 제2 부분 및 제1 부분으로부터 제2 부분으로 연장된 제3 부분을 포함한다. 제3 부분은 2개의 대향하는 제3 부분 경사형 측면을 포함한다.

[0028] 장치는 구동 출력 디스크에 연결된 제1 예압 스프링을 가진다. 제1 예압 스프링은 구동 출력 디스크가 중간 디스크에 연결될 때 압축된다. 제1 예압 스프링의 압축은 구동 출력 디스크에 예압력을 적용시킨다. 예압력이 구동 출력 디스크에 적용될 때, 구동 출력 디스크와 중간 디스크 사이의 연결은 2개의 디스크를 정렬되게 만드는 데 필요한 토크 레벨에 대해 논제로 백래시를 가진다.

[0029] 장치는 또한 구동 출력 디스크에 연결된 제2 예압 스프링을 포함한다. 예압 어셈블리가 제1 및 제2 예압 스프링에 연결된다. 예압 어셈블리가 제1 및 제2 예압 스프링을 압축시킬 때, 압축된 제2 예압 스프링은 압축된 제2 예압 스프링과 조합하여 구동 출력 디스크와 중간 디스크 사이의 연결에 제2 예압력을 적용시킨다. 제2 예압력이 그 연결에 적용될 때, 구동 출력 디스크와 중간 디스크 사이의 연결은 수술 과정에 사용되는 토크 레벨에 대해 제로 백래시를 가진다.

- [0030] 또 다른 양태에 있어서, 장치는 수술 장치 인터페이스 요소를 포함한다. 수술 장치 인터페이스 요소는 복수의 중간 디스크 및 내부에 복수의 중간 디스크를 회전가능하게 장착시키는 제1 바디 구조부를 포함한다.
- [0031] 각각의 중간 디스크는 중간 피동 인터페이스 및 중간 구동 인터페이스를 포함한다. 중간 구동 인터페이스는 중간 피동 인터페이스의 반대편이다.
- [0032] 중간 피동 인터페이스는 제1 정렬 리셉터를 및 구동 도그 리셉터들을 포함한다. 중간 구동 인터페이스는 구동 도그들 및 결합 구조부를 포함한다.
- [0033] 제1 정렬 리셉터들은 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리의 구동 출력 디스크로부터 연장된 제1 정렬 요소와 정합하도록 구성된다. 중간 피동 인터페이스는 또한 제2 정렬 리셉터들을 포함한다. 제2 정렬 리셉터들은 구동 출력 디스크로부터 연장된 제2 정렬 요소와 정합하도록 구성된다. 제1 정렬 리셉터들은 제2 정렬 리셉터들로부터 이격되어 있다. 제1 및 제2 정렬 리셉터들의 조합이, 구동 출력 디스크와 중간 디스크가 연결 예컨대 정합될 때, 구동 출력 디스크를 중간 디스크에 대해 배향시킨다.
- [0034] 제1 바디 구조부는 복수의 하드 스톱을 포함한다. 각각의 중간 디스크는 하드 스톱들 중의 하나와 연계된다. 각각의 중간 디스크는 당해 중간 디스크의 외측면으로부터 연장된 하드 스톱 탭을 가진다. 중간 디스크의 제1 축선방향 포지션에서, 하드 스톱 탭은, 중간 디스크가 회전될 때, 그 중간 디스크와 연계된 하드 스톱과 접촉한다. 중간 디스크의 제2 축선방향 포지션에서, 중간 디스크는 하드 스톱 탭이 그 중간 디스크와 연계된 하드 스톱과 접촉하지 않는 상태로 자유롭게 회전한다.
- [0035] 구동 도그 리셉터들의 각각은 중간 디스크의 외면으로부터 중간 디스크 내부로 연장된 대향 측벽들을 가진 제1 부분을 포함한다. 구동 도그 리셉터의 제2 부분은 구동 도그 리셉터의 바닥면이다. 구동 도그 리셉터의 제3 부분은 제1 부분으로부터 제2 부분으로 연장된다. 제3 부분은 2개의 대향하는 제3 부분 측면을 포함한다. 제3 부분 측면들의 각각은 경사형 표면이다. 하나의 양태에 있어서, 경사형 표면은 웨지의 측면의 일부이다.
- [0036] 중간 디스크 구동 도그들의 각각은 예컨대 직육면체와 같은 3차원 구조부인 제1 부분을 가진다. 구동 도그의 제2 부분은 제1 부분으로부터 연장된다. 제2 부분은 2개의 대향하는 제2 부분 측면을 가진다. 제2 부분 측면의 각각은 곡선형 표면의 일부이다. 하나의 양태에 있어서, 곡선형 표면은 예컨대 실린더의 외면의 일부와 같은 원호형 단면의 일부이다.
- [0037] 중간 디스크의 구동 도그 리셉터들의 각각은 당해 구동 도그 리셉터들의 각각이 제1 평면에 의해 이등분될 수 있도록 포지셔닝된다. 중간 디스크의 구동 도그들의 각각은 당해 구동 도그들의 각각이 제2 평면에 의해 이등분되도록 포지셔닝된다. 제1 평면은 제2 평면에 대해 수직이다.
- [0038] 수술 장치 인터페이스 요소는 또한 제2 바디 구조부를 포함한다. 제1 바디 구조부는 제2 바디 구조부 내에 이동가능하게 장착된다. 제2 바디 구조부는 스키드 플레이트를 포함한다.
- [0039] 중간 디스크는 또한 원위면을 가진다. 결합 구조부는, 하나의 양태에 있어서, 원위면으로부터 원위 방향으로 연장되는 개방된 3차원 구조부이다. 개방된 3차원 구조부는 대체로 C자형 구조부이다. C자형 구조부는 일정 높이, 제1 단부 및 제2 단부를 가진다. 제1 및 제2 단부는 C자형 구조부의 개구부를 한정한다. 중심선이 C자형 구조부의 중심을 통과한다. 중심선은 제1 및 제2 단부로부터 등거리이다.
- [0040] 개방된 3차원 구조부는 또한 제1 및 제2 단부 중 하나로부터 연장된 벽을 포함한다. 이 벽은 C자형 구조부의 중심선과 실질적으로 평행한 방향으로 연장된다. 이 벽은 또한 중간 디스크의 원위면의 외부 에지를 향해 연장한다. 이 벽은 C자형 구조부의 높이보다 작은 높이를 가진다.
- [0041] 또 다른 양태에 있어서, 개방된 3차원 구조부는 원형 트랙이다. 원형 트랙은 제1 높이, 제1 단부 및 제2 단부를 가진 제1 원주 섹션을 포함한다. 원형 트랙은 또한 제1 원주 섹션의 제1 및 제2 단부 사이에 연장되는 제2 원주 섹션을 포함한다. 제2 원주 섹션은 제2 높이를 가진다. 제2 높이는 제1 높이보다 작다. 원형 트랙의 중심선이 원형 트랙의 중심을 통과하고, 제1 단부와 제2 단부로부터 등거리이다. C자형 구조부는 원형 트랙의 한 예이다. 이 양태에 있어서, 개방된 3차원 구조부는 또한 제1 원주 섹션의 제1 및 제2 단부 중 하나로부터 제1 원주 섹션의 중심선과 실질적으로 평행한 방향으로 연장된 벽을 포함한다. 이 벽은 복수의 중간 디스크의 중간 디스크의 원위면의 외부 에지를 향해 연장된다. 이 벽은 높이를 가진다. 이 벽의 높이는 제1 원주 섹션의 제1 높이보다 작다.
- [0042] 하나의 양태에 있어서, 수술 장치 인터페이스 요소는 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리 상에 장착된다. 수술

기구 매니퓰레이터 어셈블리는 구동 인터페이스를 가진 구동 출력 디스크를 포함한다. 구동 인터페이스는 중간 디스크의 중간 피동 인터페이스와 연결된다. 구동 출력 디스크에 소정의 예압력을 적용시킬 때, 중간 디스크와 구동 출력 디스크 사이의 연결은 수술 과정에 사용되는 토크 레벨에 대해 제로 백래시를 가진다.

[0043] 또 다른 양태에서, 수술 기구는 수술 장치 인터페이스 요소 상에 장착된다. 수술 기구는 또한 피동 인터페이스를 구비한 피동 디스크를 가진다. 피동 인터페이스는 중간 디스크의 중간 구동 인터페이스에 연결된다. 중간 디스크에 소정의 예압력을 적용시킬 때, 중간 디스크와 피동 디스크 사이의 연결은 수술 과정에 사용되는 토크 레벨에 대해 제로 백래시를 가진다.

[0044] 따라서, 하나의 양태에 있어서, 장치는 중간 디스크 및 피동 디스크를 포함한다. 중간 디스크는 중간 피동 인터페이스 및 중간 구동 인터페이스를 포함한다. 중간 구동 인터페이스는 중간 피동 인터페이스의 반대편이다.

[0045] 중간 피동 인터페이스는 정렬 리셉터를 및 구동 도그 리셉터들을 포함한다. 중간 구동 인터페이스는 구동 도그들 및 결합 구조부를 포함한다.

[0046] 피동 디스크는 중간 구동 인터페이스와 정합하도록 구성된 피동 인터페이스를 포함한다. 피동 인터페이스는 결합 리셉터를, 구동 도그 리셉터를 및 회전 방지 요소를 포함한다. 회전 방지 요소는 피동 디스크의 회전을 방지하는 회전 잠금 기구를 포함한다. 결합 리셉터들은 결합 구조부가 당해 결합 리셉터들과 정렬될 경우에 결합 구조부를 수용하도록 구성된다.

[0047] 또 다른 양태에 있어서, 장치는 수술 기구를 포함한다. 수술 기구는 피동 디스크 리셉터를 가진 바디를 포함한다. 수술 기구 내의 샤프트의 근위 단부가 피동 디스크 리셉터를 내로 연장된다. 피동 디스크가 피동 디스크 리셉터를 내에 포지셔닝되도록 샤프트의 근위 단부 상에 장착된다.

[0048] 피동 디스크는 피동 인터페이스를 포함한다. 피동 인터페이스는 결합 리셉터를, 구동 도그 리셉터를 및 회전 방지 요소를 포함한다. 회전 방지 요소는 회전 잠금 기구를 가진다. 회전 방지 요소의 결합 시, 회전 잠금 기구는 피동 디스크 리셉터들과 결합하여, 피동 디스크의 회전을 방지한다.

[0049] 구동 도그 리셉터들의 각각은 제1 부분, 제2 부분 및 제3 부분을 포함한다. 제1 부분은 피동 디스크의 근위 면으로부터 피동 디스크 내부로 연장된 대향 측벽들을 포함한다. 제2 부분은 구동 도그 리셉터들의 바닥면이다. 제3 부분은 제1 부분으로부터 제2 부분으로 연장된다. 제3 부분은 2개의 대향하는 제3 부분 측면을 가진다. 제3 부분 측면들의 각각은 경사형 표면을 포함한다. 하나의 양태에 있어서, 경사형 표면은 웨지의 측면의 일부이다. 하나의 양태에 있어서, 각각의 구동 도그 리셉터들은 피동 디스크의 종방향 축선으로부터 제1 거리만큼 이격되어 포지셔닝된 제1 에지면 및 제1 에지면 반대편의 제2 개방 에지를 포함한다.

[0050] 결합 리셉터들은 피동 디스크의 근위면으로부터 피동 디스크 내부로 연장된 그루브를 포함한다. 그루브는 제1 단부로부터 제2 단부까지 연장된다. 그루브는 폭 및 깊이를 가진다. 그루브의 제1 단부는 회전 방지 요소로부터 제1 캡만큼 이격되어 있다. 그루브의 제2 단부는 회전 방지 요소로부터 제2 캡만큼 이격되어 있다. 그루브의 폭 및 깊이는 중간 디스크의 중간 구동 인터페이스의 결합 구조부를 수용하도록 치수결정된다.

[0051] 하나의 양태에 있어서, 회전 방지 요소는 플렉서(flexure)이다. 회전 잠금 기구는 플록셔로부터 연장된다. 이 양태에 있어서, 회전 잠금 기구는 탱(tang)을 포함한다.

[0052] 피동 디스크 리셉터들은 바닥면을 가진다. 복수의 톱니가 바닥면으로부터 근위 방향으로 돌출한다.

[0053] 장치는 또한 살균 어댑터 어셈블리를 포함한다. 수술 기구는 살균 어댑터 어셈블리 상에 장착된다. 살균 어댑터 어셈블리는 피동 디스크의 피동 인터페이스와 연결되는 중간 구동 인터페이스를 가진 중간 디스크를 포함한다. 중간 디스크에 소정의 예압력을 적용시킬 때, 중간 디스크와 피동 디스크 사이의 연결은 제로 백래시를 가진다.

[0054] 장치는 또한 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리를 포함한다. 살균 어댑터 어셈블리는 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리 상에 장착된다. 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리는 또한 중간 디스크의 피동 인터페이스와 연결되는 구동 인터페이스를 가진 구동 출력 디스크를 포함한다. 구동 출력 디스크에 소정의 예압력을 적용시킬 때, 중간 디스크와 구동 출력 디스크 사이의 연결은 수술 과정에 사용되는 토크 레벨에 대해 제로 백래시를 가진다.

도면의 간단한 설명

[0055] 도 1a는 종래기술의 원격조작 최소 침습 수술 시스템을 도시한 도면이다.

도 1b는 종래기술의 수술 장치 어셈블리를 도시한 도면이다.

도 2는 저 백래시를 가진 수술 장치 어셈블리를 포함하는 원격조작 수술 시스템을 도시한 도면이다.

도 3a는 수술 장치 어셈블리가 저 백래시를 가지는, 도 2의 수술 장치 어셈블리의 구성의 상세도이다.

도 3b는 수술 장치 어셈블리가 저 백래시를 가지는, 도 2의 수술 장치 어셈블리의 구성의 상세도이다.

도 4a 내지 4g는 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리 상의 살균 어댑터 및 수술 기구의 장착, 백래시를 감소시키기 위한 예압 기구의 작동, 기구 제거 잠금, 살균 어댑터 제거 잠금, 예압 해제 및 자동 예압 리셋을 도시한 블록도이다.

도 5는 도 2의 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리의 원위 단부를 도시하고 있다.

도 6은 삽입 축선 베이스 어셈블리에 부착되는 삽입 어셈블리에 부착되는 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리를 도시하고 있다.

도 7a 및 7b는 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리에 살균 어댑터 어셈블리를 부착하는 제1 양태를 도시하고 있다.

도 8a는 구동 출력 유닛 및 살균 어댑터 어셈블리의 또 다른 양태를 도시하고 있다.

도 8b 내지 8d는 도 8a의 살균 어댑터 어셈블리의 구동 출력 유닛에 대한 연결을 도시한 절결도이다.

도 8g 내지 8e는 도 8a의 살균 어댑터 어셈블리용 살균 어댑터 래치 어셈블리를 도시한 절결도이다.

도 8h는 도 8a의 살균 어댑터 어셈블리의 하부 사시도이다.

도 8i는 도 8a의 살균 어댑터 어셈블리의 상부 사시도이다.

도 9a 및 9b는 도 2의 수술 기구의 상세도이다.

도 10 내지 13은 살균 어댑터 어셈블리 내에 수술 기구를 장착하는 단계들을 도시하고 있다.

도 14는 구동 출력 디스크가 중간 디스크에 연결되고(예컨대 정합되고), 중간 디스크가 피동 디스크에 연결되어 있을 때의 디스크 스택을 도시한 도면이다.

도 15a는 구동 유닛 어셈블리 하우징이 제거되고, 구동 출력 유닛 주위의 하우징이 제거된 상태에서의 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리를 도시한 도면이다.

도 15b는 유성 감속기의 측면도이다.

도 15c는 유성 감속기의 원위측 도면이다.

도 15d는 28:1 유성 감속기의 근위측 도면이다.

도 15e는 9:1 유성 감속기의 근위측 도면이다.

도 16a는 구동 출력 어셈블리의 상세도이다.

도 16b는 저 백래시 커플러의 끝면도이다.

도 16c는 구동 출력 디스크 상의 구동 인터페이스를 도시한 도면이다.

도 16d는 구동 도그의 단면도이다.

도 17a는 살균 어댑터 어셈블리를 도시한 도면이다.

도 17b는 리셉터를 및 중간 디스크를 보여주는 가동 바디의 확대도이다.

도 18a는 중간 디스크의 근위 단부 상의 중간 피동 인터페이스를 도시한 도면이다.

도 18b는 중간 디스크의 원위 단부 상의 중간 구동 인터페이스를 도시한 도면이다.

도 18c는 구동 도그 리셉터를의 단면도이다.

도 18d는 구동 출력 디스크 상의 구동 인터페이스가 중간 디스크 상의 중간 피동 인터페이스와 부분적으로 결합된 이후에 저 예압력하에 구동 도그 리셉터를 내에 삽입된 구동 도그를 도시한 단면도이다.

도 19a는 피동 디스크의 근위 단부 상의 피동 인터페이스를 도시한 도면이다.

도 19b는 피동 인터페이스 어셈블리의 바디의 일부분을 도시한 도면이다.

도 20a는 중간 디스크와 피동 디스크가 접촉 상태에 있는, 즉 부분적으로 연결되었지만 정합되지 않았을 때의 절결도이다.

도 20b는 중간 디스크와 피동 디스크가 정합되어 있을 때의 절결도이다.

도 21은 삽입 어셈블리의 하나의 양태를 도시한 상세도이다.

도 22a 및 22b는 예압 어셈블리를 상세하게 도시한 도면이다.

도 22c는 예압 어셈블리의 캠 종동절 어셈블리의 휠에 작용하는 자유체 시력도이다.

도 22d 및 22e는 거리(**Zload**) 만큼 이동한 구동 유닛 하우징의 상부에 대해 추가 거리(Δ) 만큼 이동한 모터 팩을 도시하고 있다.

도 22f는, 하나의 양태에 있어서, 예압 트랙의 치수를 도시한 도면이다.

도 22g는 후퇴력 대 수술 기구의 삽입 거리의 그라프이다.

도 23은 예압 어셈블리의 상세도이다.

도 24a는 캠 종동절 어셈블리의 해제를 도시한 도면이다.

도 24b는 예압 어셈블리의 자동 예압 리셋 기구를 도시한 도면이다.

도 25는 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리, 살균 어댑터 어셈블리 및 수술 기구의 절결도로서, 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리의 모터 팩이 복수의 전개된 하드 스텁을 포함하고 있는 것을 도시하고 있는 도면이다.

도 26a 및 26b는 해제 래치 기구 및 해제 래치 기구의 작동을 차단시키기 위한 기구를 도시한 도면이다.

도면에 있어서, 단 자릿수의 도면번호의 도면들의 경우에는, 요소의 참조번호 중의 첫번째 자리는 그 요소가 처음 등장하게 되는 도면의 도면번호이다. 두 자릿수 도면번호의 도면들의 경우에는, 요소의 참조번호 중의 처음 2자리는 그 요소가 처음 등장하게 되는 도면의 도면번호이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0056]

하나의 양태에 있어서, 수술 시스템(200)(도 2)(예컨대 최소 침습 원격조작 수술 시스템)은 암(220)을 가진 환자측 카트(210)를 포함한다. 암(220)의 한쪽 단부에 엔트리 가이드 매니퓰레이터(230)가 위치한다. 엔트리 가이드 매니퓰레이터(230) 상에는 마스터 기구 매니퓰레이터(280)가 장착되고, 마스터 기구 매니퓰레이터(280)는 다수의 수술 장치 어셈블리를 지지한다. 하나의 양태에 있어서, 수술 장치 어셈블리는 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240), 기구 살균 어댑터 어셈블리(250) 및 수술 기구(260)를 포함한다.

[0057]

수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)는 때때로 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)라 지칭된다. 기구 살균 어댑터 어셈블리(250)는 때때로 살균 어댑터 어셈블리(250)라 지칭된다.

[0058]

엔트리 가이드 매니퓰레이터(230)는 그룹으로서의 수술 장치 어셈블리들의 피치(pitch) 및 요(yaw)를 변경시킨다. 각각의 수술 기구(260)의 메인 튜브가 단일 포트 엔트리 가이드(270) 내의 여러 가지 채널을 통해 연장된다. 이 양태에 있어서, 단일 포트 엔트리 가이드(270)는 캐뉼라에 장착된다. 단일 포트는 환자 내부 수술 부위에 대한 단일 액세스 위치(예컨대, 단일 절개부, 단일의 자연적인 인체 구멍 등)를 의미한다.

[0059]

본 명세서에 사용되는 것으로서, 캐뉼라는 환자의 체벽을 통과하여 환자와의 직접적 접촉 상태에 있게 되는 튜브이다. 캐뉼라는 일반적으로 환자에 대해 내외로 슬라이드 하지 않지만, 캐뉼라는 운동의 원격 중심이라 불리는 그것의 축선 상의 한 점 둘레로 피치 운동 및 요 운동 할 수 있다.

[0060]

본 명세서에 사용되는 것으로서, 단일 포트 엔트리 가이드(270)는 모든 수술 기구들 및 카메라 기구가 환자 내부의 위치에 도달하기 위해 통과해야만 하는 튜브이다. 엔트리 가이드(270)는 각각의 기구를 위한 개별의 내강(lumen)을 가진다. 엔트리 가이드(270)는 캐뉼라를 통과하고, 캐뉼라에 대해 비틀릴 수 있다.

[0061]

본 명세서에 사용되는 것으로서, 백래시(backlash)는 어떤 기계적 인터페이스의 한 부분이 그 기계적 인터페이스의 접속 부분을 이동시키지 않고 이동될 수 있는 최대 각도이다. 수술 기구(260)는 수술 기구 매니퓰레이터

어셈블리(240)로부터 수술 기구(260)로의 제어된 토크 및 포지션의 전달에 악영향을 미치게 되는 백래시에 민감하다. 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 수술 기구(260)는 기계적 인터페이스를 통해 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 내의 모터들에 연결된다. 기계적 인터페이스와 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)의 결합은 예컨대 0.7도 미만의 저 백래시를 가진다. 하나의 양태에 있어서, 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 내의 출력 디스크(구동 출력 디스크)로부터 수술 기구(260)의 입력 디스크(피동 디스크)까지, 기계적 인터페이스는 제로(0) 백래시를 가진다.

[0062] 하나의 양태에 있어서, 기계적 인터페이스는 살균 어댑터 어셈블리(250)를 포함한다. 살균 어댑터 어셈블리(250)는 살균 드레이프(미도시)를 포함한다. 살균 드레이프는 당업자에게 알려진 형태와 대등한 소재로 구성된다. 살균 어댑터 어셈블리(250)는 1회용 제품이다. 따라서, 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 살균 어댑터 어셈블리(250)에 구현되는 기계적 인터페이스의 부분은 최소 개수의 부품을 포함한다.

[0063] 수술 기구(260)의 전달 유닛은 다수의 평행한 입력 샤프트를 가진다. 제조 편차 및 공차로 인해, 이 입력 샤프트들의 모두가 완벽하게 평행하거나 정확하게 위치될 수 있는 것은 아니다. 이런 이유로, 기계적 인터페이스는 수술 기구(260)를 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)에 결합하는 과정 중의 샤프트 각도상 및 평면상 오정렬을 수용해야만 한다. 기계적 인터페이스는 기구 결합 과정 중에 매우 적은, 실질적으로 0의, 기구 텁 운동을 가지고 수술 기구(260)를 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 내의 구동 모터들에 연결시킨다. 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 수술 기구(260)가 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 내의 모터들과 결합될 때까지, 기구 텁 운동은 방지된다. 또한, 수술 기구(260)의 원위 단부는, 기계적 인터페이스 내의 백래시가 최소화될 때까지, 캐뉼라의 원위 단부를 넘어 신장하지 않는다.

[0064] 컨트롤러(290)가 외과의 제어 콘솔(도시되지 않음)에 연결되고 또한 환자측 카트(210)에 연결된다. 컨트롤러(290)가 시스템(200) 내의 다양한 컨트롤러들을 대표한다. 컨트롤러(290)는 제어 명령에 응답하여 수술 기구(260)에 제어 명령을 전송한다. 제어 명령은 외과의에 의한 의과의 제어 콘솔 내의 마스터의 운동에 기초한다. 슬레이브 수술 기구(260)가 제어 명령에 응답하여 이동함에 따라, 시스템 컨트롤러(290) 내의 디스플레이 모듈도 외과의 제어 콘솔 내의 디스플레이 장치에 의해 생성되는 수술 부위의 입체 영상을 갱신한다.

[0065] 컨트롤러(290)로 설명되지만, 컨트롤러(290)는 실제 하드웨어, 프로세서에서 실행되는 소프트웨어 및 펌웨어의 임의의 조합에 의해 구현될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 또한, 본 명세서에 설명되는 바와 같은 그것의 기능들은 하나의 유닛에 의해 실행되거나, 각각의 구성요소가 하드웨어, 프로세서 상에서 실행되는 소프트웨어 및 펌웨어의 임의의 조합에 의해 구현될 수 있는 여러 가지 구성요소들 간에 분배될 수 있다. 여러 가지 구성요소들 간에 분배되는 경우, 구성요소들은 하나의 위치에 집중화되거나, 분산 처리를 위해 시스템(200) 전반에 걸쳐 분산될 수 있다. 프로세서는 적어도 하나의 논리 유닛 및 논리 유닛과 연계된 메모리를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0066] 도 3a 및 3b는 엔트리 가이드 매니퓰레이터(230)에 장착되는 4개의 수술 장치 어셈블리(300)를 도시한 도면이다. 도 3a에 있어서, 수술 장치 어셈블리(300)는 초기 포지션, 예컨대 제1 위치에 포지셔닝되어 있다. 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 기계적 인터페이스는 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 내의 모터와 수술 기구(260)의 전달 유닛 내의 샤프트 사이에 디스크 스택을 포함한다. 도 3a의 구성에 있어서는, 제1 예압력이 디스크 스택 상에 적용된다. 예컨대, 제1 사전설정력이 디스크 스택 상에 적용된다.

[0067] 이 제1 예압력에 의하면, 제1 예압력은 기계적 인터페이스 내의 디스크들 간의 상대 운동을 방지하기 충분할 정도로 단단히 디스크 스택 내의 디스크들을 함께 체결시키기에는 불충분하기 때문에, 기계적 인터페이스는 약간의 백래시를 가질 수 있다. 어쨌든, 기계적 인터페이스 내의 디스크 스택 내의 디스크들의 제1 예압력과 조합한 디자인은 백래시가 최소화될 때까지 디스크 스택 내의 디스크들이 결합된 상태로, 예컨대 부분적으로 연결된 상태로 유지되는 것을 보장한다.

[0068] 저 예압력인 제1 예압력에 의해, 0.1인 마찰 계수를 가정하면, 기계적 인터페이스 내의 디스크들은 예컨대 1.17 in-lb의 제1 토크 레벨까지는 제로 백래시를 가진다. 제1 토크 레벨을 초과하면, 예컨대 1.13도의 공지된 작은 백래시가 존재할 수 있다. 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 마찰력을 극복하도록 디스크들을 회전시키고 디스크들을 신속하게 동적으로 정합(mating)시키기에 충분한 힘이 사용되기 때문에, 이 힘은 일반적으로 제1 토크 레벨보다 큰 힘을 제공한다. 이 경우, 기계적 인터페이스 내의 디스크들은 제로(0)가 아닌 백래시를 가진다. 따라서, 기계적 인터페이스는 이 경우에 논제로 백래시(non-zero backlash)를 가진다고 말한다.

[0069] 도 3b에 있어서는, 4개의 수술 장치 어셈블리 중의 3개가 원위측으로 이동되었다. 화살표(390)가 원위 및 근위

방향을 한정한다. 여기에서, 원위 방향은 환자(201) 쪽을 향하고, 마스터 기구 매니퓰레이터(280)의 반대쪽이다. 근위 방향은 환자(201)의 반대쪽이고, 마스터 기구 매니퓰레이터(280)를 향하고 있다.

[0070] 수술 장치 어셈블리(300)가 삽입 어셈블리(331) 상에서 원위측으로 이동할 때, 디스크 스택에 작용하는 예압력은 제1 예압력에서 제2 예압력으로 자동적으로 증가된다. 제2 예압력은 제2 사전설정력의 한 예이다. 제2 예압력은 수술 과정 중에 사용되는 토크 레벨에 대해 기계적 인터페이스의 백래시, 즉 디스크 스택 내의 디스크들 사이의 백래시를 제로(0)로 감소시킨다.

[0071] 하나의 양태에 있어서, 제2 예압력은 예컨대 2.3 lb의 고 예압력이다. 직전에 설명한 바와 같이, 기계적 인터페이스 내의 디스크들 및 그에 따른 기계적 인터페이스는 수술 과정 중에 사용되는 토크 레벨에서 제로 백래시를 가진다. 하나의 예로, 마찰 계수를 0.1로 가정하면, 기계적 인터페이스는 4.9 in-lb까지의 토크 레벨에 대해 제로 백래시를 가진다. 수술 기구(260)가 엔드 이팩터에서 수술에 유용한 힘을 적용시키기 위해서는, 특정 토크가 기계적 인터페이스 내의 디스크들에 적용되어야 한다. 이는 수술에 유용한 토크로 간주된다. 하나의 예로, 수술에 유용한 토크는 4.425 in-lb일 수 있으며, 따라서 기계적 인터페이스는 이 양태에 있어서 수술에 사용되는 토크 레벨에 대해 제로 백래시를 가진다.

[0072] 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 종래기술과 달리, 백래시의 제어는 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)에서 이루어진다. 이전에는, 백래시는 1회용이었던 살균 어댑터 어셈블리에서 제어되었고, 이는 어떤 경우에 있어서는 살균 어댑터 어셈블리가 탄성적 특성들을 가진 사출성형 부품들을 포함하는 것을 필요로 하였다. 백래시의 제어를 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 내로 이동시키는 것은 기계가공된 부품들의 사용을 가능하게 해주고, 따라서 백래시의 감소를 가능하게 해준다.

[0073] 도 4a 내지 4g는 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리 상의 살균 어댑터 어셈블리 및 수술 기구의 장착을 도시한 블록도이다. 도 4a 내지 4g에 도시된 다른 양태들은 백래시를 감소시키기 위한 예압 기구의 작동, 기구 제거 잠금(lockout), 살균 어댑터 제거 잠금, 예압 해제 및 자동 예압 리셋을 포함한다. 도 4a 및 4g는 비례적이 아니다. 도 4a 및 4g 내의 화살표(390)는 도 4a 내지 4g의 각 도면에서의 근위 및 원위 방향을 보여준다.

[0074] 도 4a는 삽입 어셈블리(431)에 부착된 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440)를 도시하고 있다. 구체적으로는, 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(448)이 삽입 어셈블리(431)의 원위 단부에 고정 부착되고, 따라서 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(448)은 삽입 어셈블리(431)의 운동과 함께 이동한다. 하지만, 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(448) 내의 모터 팩(446)은 레일(439) 상에서 이동할 수 있다. 모터 팩(446)은 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(448)에 대해 원위 및 근위 방향으로 이동할 수 있다. 모터 팩(446)은 리턴 스프링(447)에 의해 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(448)에 연결되어 있다.

[0075] 모터 팩(446)은 예압 어셈블리(480)에 의해 삽입 어셈블리(431)에 이동가능하게 연결된다. 예압 어셈블리(480)는 삽입 어셈블리(431)의 예압 트랙 상을 주행한다. 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 예압 어셈블리(480)가 원위 방향으로 이동함에 따라, 예압 어셈블리(480)는 원위 방향으로 모터 팩(446) 상에 종방향력을 제공한다.

[0076] 모터 팩(446)은 복수의 구동 유닛(441)을 포함한다. 복수의 구동 유닛(441)은 복수의 구동 모터 및 복수의 구동 출력 어셈블리(43)를 포함한다. 복수의 구동 모터의 각각의 구동 모터가 복수의 구동 출력 어셈블리의 대응하는 구동 출력 어셈블리(443)에 연결된다.

[0077] 구동 출력 어셈블리(443)는 예압 스프링 어셈블리 및 구동 출력 디스크(445)를 포함한다. 구동 출력 어셈블리(443)는 또한 예압 스프링 어셈블리와 구동 출력 디스크(445) 사이에 포지셔닝된 저 백래시 커플러를 포함한다. 구동 출력 디스크(445)는 한 세트의 입력 펀들에 의해 저 백래시 커플러에 연결된다. 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 구동 출력 디스크(445)는 원위 단부면을 포함하는 원통형 디스크이다. 각각의 구동 출력 디스크(445)의 원위 단부는 구동 인터페이스를 가진다. 구동 인터페이스는 구동 도그(drive dog)들 및 정렬 요소들을 포함한다.

[0078] 구동 도그들은 원위 단부면으로부터 원위 방향으로 연장된다. 각각의 구동 도그는 원위 단부면으로부터 연장되는 예컨대 직육면체와 같은 3차원 구조부로 이루어진 제1 부분 및 제1 부분으로부터 연장된 제2 부분을 포함한다. 구동 도그의 제2 부분은 2개의 대향하는 제2 부분 측면을 구비하고, 2개의 대향하는 제2 부분 측면의 각각은 곡선형 표면을 구비한다. 하나의 양태에 있어서, 곡선형 표면은 예컨대 실린더의 외면의 일부와 같은 원호형 단면의 일부이다.

[0079] 모터 팩(446)은 모터 팩(446)의 원위면으로부터 연장하도록 구성된 복수의 하드 스톱(437)을 포함하고, 모터 팩

(446)은 또한 해제 래치 차단 스톱(438)을 포함한다. 해제 래치 차단 스톱(438)은 모터 팩(446)의 한쪽 측면에서 원위 방향으로 연장된다. 해제 래치(435)는 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(448)의 한쪽 벽에 장착된다. 래치 핀(435)이 해제 래치(435)의 근위 부분에 연결되어 있다.

[0080] 도 4a는 예압이 해제된 상태에 있는, 예컨대 모터 팩(446)이 완전 후퇴 포지션에 있을 때의 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440)를 도시하고 있다. 이 구성에 있어서는, 구동 출력 디스크(445)를 포함한 복수의 구동 출력 디스크가 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(448)의 원위면으로부터 전진(돌출)하지 않도록, 리턴 스프링(447)이 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(448) 내에서 모터 팩(446)을 후퇴시키고 있다. 래치 핀(435P)이 해제 래치(435)의 근위 부분에 연결되어 있다.

[0081] 하나의 양태에 있어서, 모터 팩(446)이 완전 후퇴 포지션(432)에 위치되어 있을 때, 컨트롤러(290)는 삽입 어셈블리(431)가 그 위에서 예압 어셈블리(480)가 주행하게 되는 예압 트랙을 이동시키게 만든다. 예압 트랙의 이동은 예압 어셈블리(480)가 모터 팩(446) 상에 종방향력을 가하게 되는 결과를 낳는다. 모터 팩(446) 상에 작용하는 종방향력은 모터 팩(446)을 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(448)에 대해 원위측으로 포지션(433)까지 이동시켜, 구동 출력 디스크(445)를 포함한 복수의 구동 출력 디스크가 도 4b에 도시된 바와 같이 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(448)의 원위면으로부터 전진(돌출)한다. 모터 팩(446)이 포지션(433)에 있기 때문에, 리턴 스프링(447)은 모터 팩(446)이 포지션(432)에 있었을 때의 초기 상태로부터 신장된다.

[0082] 수술 장치 인터페이스 요소(450)(예컨대, 살균 어댑터)가 도 4b에 도시된 바와 같이 구성된 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440) 상에 장착될 수 있을 것이다. 하지만, 이 구성에서 수술 장치 인터페이스 요소(450)를 장착하는 것은 장착 과정 중에 구동 출력 어셈블리(443) 내의 예압 스프링 어셈블리를 포함하는 복수의 예압 스프링 어셈블리를 압축하는 것을 필요로 한다.

[0083] 따라서, 하나의 양태에 있어서, 모터 팩(446)이 도 4b에 도시된 포지션에 있을 경우, 수술 장치 인터페이스 요소(450)를 장착하기 전에, 예압 해제 버튼(482)이 작동되어, 예압 기구(408)에 의해 모터 팩(446)에 적용된 종방향력이 해제된다. 그 결과, 리턴 스프링(447)이 도 4a에 도시된 바와 같이 모터 팩(446)을 완전 후퇴 포지션(432)으로 당긴다.

[0084] 모터 팩(446)이 완전 후퇴 포지션(432)에 있는 상태에서, 하나의 양태에 있어서, 수술 장치 인터페이스 요소(450)의 한쪽 단부 상의 텅(tongue)들이 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(448)의 그루브들 내에 포지셔닝되고, 수술 장치 인터페이스 요소(450)의 다른쪽 단부가 도 4c에 도시된 바와 같이 해제 래치(435)와 결합할 때까지 근위 방향으로 이동된다. 모터 팩(446)이 완전 후퇴된 상태인 도 4c의 구성에 있어서, 해제 래치(435)의 근위 단부가 푸시되면, 해제 래치(435)가 수술 장치 인터페이스 요소(450)를 해제시켜, 수술 장치 인터페이스 요소(450)는 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440)로부터 제거될 수 있다. 하지만, 하나의 양태에 있어서, 모터 팩(446)이 완전 후퇴 포지션(432)에 있는 동안에, 수술 기구가 수술 장치 인터페이스 요소(450) 내에 장착되어 있는 경우에는, 해제 래치(435)의 작동은 예압 해제 버튼(482)이 가압될(예컨대, 작동될) 때까지 해제 래치 차단 스톱(438)에 의해 차단된다.

[0085] 따라서, 이 양태에 있어서, 수술 장치 인터페이스 요소(450)(도 4c)는 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440)의 원위면 상에 장착된다. 이하에 보다 완전히 설명되는 바와 같이, 수술 장치 인터페이스 요소(450)는 프레임(451) 및 가동 바디(451C)를 포함한다. 가동 바디(451C)는 프레임(451) 내에서 근위 및 원위 방향으로 이동할 수 있다. 복수의 중간 디스크가 가동 바디(451C) 내에 장착되어, 복수의 중간 디스크의 각각이 프레임(451)에 대해 회전할 수 있다. 이 양태에 있어서, 이 복수의 중간 디스크의 각각은 동일하며, 따라서 중간 디스크(453)가 복수의 중간 디스크의 각각을 대표한다.

[0086] 복수의 중간 디스크의 각각의 중간 디스크(453)는 중간 피동 인터페이스(455) 즉 제1 중간 디스크 인터페이스 및 중간 구동 인터페이스(456) 즉 제2 중간 디스크 인터페이스를 포함한다. 중간 피동 인터페이스(455)는 중간 구동 인터페이스(456)의 반대편이고 중간 구동 페이스(456)로부터 이격되어 있다. 하나의 양태에 있어서, 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 중간 피동 인터페이스(455)는 제1 정렬 리셉터클(receptacle) 및 도그리셉터클들을 포함한다. 중간 구동 인터페이스(456)는 구동 도그 및 결합 구조부를 포함한다.

[0087] 중간 피동 인터페이스의 구동 도그 리셉터클들의 각각은 제1 평면에 의해 이등분되도록 포지셔닝된다. 중간 구동 인터페이스의 구동 도그들의 각각은 제2 평면에 의해 이등분되도록 포지셔닝된다. 제1 평면은 제2 평면에 대해 수직이다.

[0088] 중간 피동 인터페이스의 구동 도그 리셉터클의 각각은 외면으로부터 중간 디스크 내부로 연장된 대향 측벽들로

이루어지는 제1 부분, 바닥면으로 이루어지는 제2 부분 및 제1 부분으로부터 제2 부분으로 연장되는 제3 부분을 포함한다. 제3 부분은 2개의 대향하는 제3 부분 측면을 포함하고, 각각의 제3 부분 측면은 경사형 표면을 포함한다.

- [0089] 중간 구동 인터페이스의 구동 도그들의 각각은 제1 부분 및 제1 부분으로부터 연장되는 제2 부분을 포함한다. 제1 부분은 3차원 구조부, 예컨대 직육면체이다. 제2 부분은 2개의 대향하는 제2 부분 측면을 포함하고, 각각의 제2 부분 측면은 곡선형 표면을 포함한다. 결합 구조부는 중간 디스크의 원위면으로부터 원위 방향으로 돌출하는 개방된 3차원 구조부를 포함한다.
- [0090] 가동 바디(451C)는 또한 복수의 하드 스텁 리셉터를(457)을 포함한다. 복수의 하드 스텁 리셉터를(457)은 가동 바디(451C)의 근위면으로부터 원위 방향으로 가동 바디(451C) 내부로 연장된다.
- [0091] 하나의 양태에 있어서, 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440)는, 수술 장치 인터페이스 요소(450)가 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440) 상에 장착될 때, 컨트롤러(290)로 신호를 전송하는 센서를 포함한다. 이 신호에 응답하여, 컨트롤러(290)는 삽입 어셈블리(431)가 그 위에서 예압 어셈블리(480)가 주행하는 예압 트랙을 이동시키게 만들어, 예압 어셈블리(480)가 리셋되고, 예압 어셈블리(480)가 자동적으로 모터 팩(446) 상에 종방향력을 적용시킨다. 모터 팩(446) 상의 종방향력을 모터 팩(446)을 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(448)에 대해 원위측으로 포지션(433)으로 이동시킨다.
- [0092] 모터 팩(446)이 완전 후퇴 포지션(432)으로부터 포지션(433)으로 이동됨에 따라, 복수의 구동 출력 디스크의 각각의 구동 출력 디스크(445)의 구동 인터페이스가 복수의 중간 디스크의 복수의 중간 피동 인터페이스의 대응하는 중간 피동 인터페이스(455)와 접촉하고, 결과적으로 각각의 중간 디스크(453)가 가동 바디(451C)와 접촉한다. 가동 바디(451C)가 프레임(451) 내에서 원위측으로 가능한 한 멀리 이동할 때, 구동 출력 디스크(445)의 원위 방향으로의 추가적인 운동은 차단된다.
- [0093] 결과적으로, 모터 팩(446)이 종방향력에 응답하여 포지션(433)으로 계속해서 이동함에 따라, 리턴 스프링(447)은 더 신장되고, 복수의 구동 출력 어셈블리의 각각의 구동 출력 어셈블리(443) 내의 예압 스프링 어셈블리는 압축되어, 예압력이 복수의 구동 출력 디스크의 각각의 구동 출력 디스크(445)에 가해진다. 이 예압력은 구동 출력 디스크(445) 및 대응하는 중간 피동 인터페이스(455)를 밀어, 예압력이 수술 장치 인터페이스 요소(450) 내의 복수의 중간 디스크의 각각의 중간 디스크(453)로 전달된다. 이 구성이 도 4d에 도시되어 있다.
- [0094] 때때로 수술 장치 인터페이스라 지칭되는 수술 장치 인터페이스 요소(450)가 처음에 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440) 상에 장착될 때는, 중간 피동 인터페이스(455)의 요소들은 구동 출력 디스크(445) 상의 구동 인터페이스의 대응하는 요소들과 정렬되지 않을 수 있다. 디스크(453, 445)의 요소들이 정렬되지 않은 경우, 2개의 디스크는 구동 인터페이스와 중간 피동 인터페이스의 피처(feature)들에 의해 서로 부분적으로 연결되지만, 2개의 디스크는 서로 연결 예컨대 정합(mating)되지 않는다.
- [0095] 다음으로, 컨트롤러(290)는 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440)에 구동 출력 디스크(445)를 회전시키기 위한 신호를 전송한다. 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 구동 출력 디스크(445)의 구동 인터페이스가 중간 디스크(453)의 중간 피동 인터페이스(455)와 정합할 때까지, 중간 디스크(453)의 회전은 차단되고, 구동 출력 디스크(445)는 회전된다. 또한, 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 구동 출력 디스크(445)의 구동 인터페이스의 요소들의 중간 디스크(453) 상의 중간 피동 인터페이스(455)의 대응하는 요소들과의 부분적 연결은 2개의 디스크가 회전할 때 2개의 디스크가 예압력하에 부분적으로 연결된 상태로 유지되는 것을 보장한다. 하나의 양태에 있어서, 2개의 디스크가 연결되었을 때, 또 다른 센서가 디스크 스택의 높이의 변화를 검출하고, 컨트롤러(290)에 구동 출력 디스크(445)의 회전을 정지시키기 위한 신호를 전송한다. 2개의 디스크의 정합을 감지하는 하나의 대안적인 기법이 이하에 설명된다. 2개의 디스크가 정합되었을 때는, 디스크 스택의 높이가 감소되기 때문에, 예압력은 감소된다.
- [0096] 모터 팩(446)이 포지션(433)에 있을 때, 해제 래치 차단 스텁(438)이 해제 래치(435)에 연결된 래치 핀(435P) 전방으로 돌출한다. 따라서, 어떤 사람이 해제 래치(435)의 근위 단부를 눌러 수술 장치 인터페이스 요소(450)를 해제시키려 하는 경우, 래치 핀(435P)이 해제 래치 차단 스텁(438)에 접촉하고, 이것이 수술 장치 인터페이스 요소(450)를 해제시키는 것을 차단하며, 이는 해제 래치(435)가 수술 장치 인터페이스 요소(450)를 해제시킬 정도로 충분히 피벗운동될 수 없기 때문이다. 따라서, 수술 장치 인터페이스 요소(450) 상에 예압력이 존재하는 동안은, 수술 장치 인터페이스 요소(450)는 탈착될 수 없다.
- [0097] 또 다른 양태에 있어서는, 수술 장치 인터페이스 요소(450)가 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440) 상에 장착될

때, 신호가 컨트롤러로 전송되지 않고, 따라서 모터 팩(446)은 도 4c에 도시된 바와 같이 완전 해제 포지션(432)에서 유지된다. 수술 기구(460)가 도 4b의 구성이나 도 4c의 구성에서 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440)에 연결될 수 있다. 하나의 예로, 도 4c의 구성이 사용된다.

[0098] 하나의 양태에 있어서, 수술 기구(460)가 도 4e에 도시된 바와 같이 적정 포지션에 유지될 때까지, 수술 기구(460)의 한쪽 단부가 수술 장치 인터페이스 요소(450)의 프레임(451)의 램프(ramp)를 따라 슬라이드된다. 하나의 양태에 있어서, 수술 기구(460)는 바디(465) 및 메인 투브(467)를 포함한다. 메인 투브(465)는 바디(465)로부터 원위측으로 연장된다. 바디(465)는 피동 디스크 리셉터클(463), 샤프트(466) 및 피동 디스크(464)를 포함한다. 샤프트(466) 및 피동 디스크(464)는 수취된 토크를 기구를 통해 기구의 하나 이상의 구성요소로 전달하는 전달 유닛의 일부분이다.

[0099] 샤프트(466)의 근위 단부는 피동 디스크 리셉터클(463) 내로 연장되고, 피동 디스크(464)는 샤프트(466)의 근위 단부 상에 장착되어, 피동 디스크(464)가 피동 디스크 리셉터클(463) 내에 포지셔닝된다. 피동 디스크(464)는 중간 디스크(453)의 중간 구동 인터페이스(456)와 연결되는 피동 인터페이스를 포함한다.

[0100] 피동 디스크(464)의 피동 인터페이스는 하나의 결합 리셉터클, 구동 도그 리셉터클들 및 하나의 회전 방지 요소를 포함한다. 구동 도그 리셉터클들은 전술된 것과 동등하다. 회전 방지 요소는 회전 잠금 기구를 포함한다. 회전 방지 요소의 결합 시에, 회전 잠금 기구는 피동 디스크 리셉터클(463)과 결합하여, 피동 디스크(464)의 회전을 방지한다.

[0101] 수술 기구(460)가 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440)에 연결될 때, 각각의 피동 디스크(464)는 수술 장치 인터페이스 요소(450)의 대응하는 중간 디스크(453)를 그 중간 디스크(453)가 자유롭게 회전할 수 있도록 하여 근위측으로 민다. 이는 디스크 스택 상의 예압력을 증가시킨다. 하지만, 수술 기구(460)가 처음에 수술 장치 인터페이스 요소(450) 상에 장착될 때는, 중간 구동 인터페이스(456)의 요소들은 피동 디스크(464) 상의 피동 인터페이스의 대응하는 요소들과 정렬되지 않을 수 있다. 이 2개의 디스크(453, 464)의 요소들이 정렬되지 않은 경우, 2개의 디스크는 중간 구동 인터페이스(456)와 피동 인터페이스의 피처(feature)들에 의해 서로 부분적으로 연결되지만, 2개의 디스크는 서로 정합되지 않는다.

[0102] 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 중간 디스크(453)의 중간 구동 인터페이스(456)가 피동 디스크(464)의 대응하는 피동 인터페이스와 정렬되지 않은 경우, 중간 디스크(453)의 중간 구동 인터페이스(456)의 결합 구조부는 수술 기구(460)의 피동 디스크(464) 상의 회전 방지 요소와 결합된다. 회전 방지 요소는 회전 잠금 기구를 포함한다. 회전 방지 요소의 결합 시, 회전 잠금 기구는 피동 디스크 리셉터클(463)과 결합하여, 피동 디스크(464)의 회전을 방지한다.

[0103] 수술 기구(460)가 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440)에 연결될 때, 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440)는 수술 기구(460)의 존재를 검출하고, 컨트롤러(290)에 신호를 전송한다. 이 신호에 응답하여, 컨트롤러(290)는 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440)에 구동 출력 디스크(445)를 회전시키기 위한 신호를 전송한다. 피동 디스크(464)가 제자리에 고정된 상태에서 중간 구동 인터페이스(456)가 회전함에 따라, 중간 구동 인터페이스(456)의 각 요소가 회전하여 피동 디스크(464)의 피동 인터페이스의 대응하는 요소와 정렬되고, 그 대응하는 요소와 정합된다. 중간 구동 인터페이스(456)와 피동 디스크(464)의 피동 인터페이스의 연결이 피동 디스크(464)의 회전 잠금을 해제시킨다. 따라서, 디스크 스택, 즉 디스크(445, 453, 464)는 하나의 유닛으로서 회전한다. 디스크(453, 464)가 연결될 때, 센서는 다시 디스크 스택의 높이의 변화를 검출하고, 컨트롤러(290)에 구동 출력 디스크(445)의 회전을 정지시키기 위한 신호를 전송한다. 디스크 스택이 정합될 때, 디스크 스택에 적용되는 예압력을 제1 종방향력 즉 제1 예압력이라 한다.

[0104] 상기 설명은 수술 기구(460)가 도 4d에 도시된 구성의 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440) 및 수술 장치 인터페이스 요소(450)와 함께 장착된 것을 가정하였다. 하지만, 하나의 다른 양태에 있어서, 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440)와 수술 장치 인터페이스 요소(450)가 도 4c에 도시된 구성에 있다면, 수술 기구(460)가 장착될 때, 센서는 컨트롤러에 신호를 전송하고, 컨트롤러는 전술한 것과 동등한 방식으로 디스크 스택이 정렬되고, 정합되고 하나의 유닛으로서 회전하도록 구동 출력 디스크(445)를 회전시킨다. 따라서, 수술 기구(460)가 장착될 때의 포지션(432, 433)에 관한 모터 팩(446)의 초기 포지션에 상관없이, 그 결과적인 구성은 도 4e로 도시된다.

[0105] 모터 팩(446)에 제1 종방향력이 적용된 도 4e의 구성에 있어서, 수술 장치 인터페이스 요소(450)는 예압를 해제

하지 않고서는 제거될 수 없다. 하지만, 수술 기구(460)는 여전히 제거될 수 있을 것이다. 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 하나의 양태에 있어서, 수술 기구(460)의 각 측면에 해제 버튼이 있다. 해제 버튼을 작동시키면 수술 기구(460) 내의 일정 기구가 수술 장치 인터페이스 요소(450) 내의 가동 바디(451C)를 근위측으로 밀게 만들어, 중간 디스크(453)와 피동 디스크(464)가 결합해제되고, 수술 기구(460)는 제거될 수 있다.

[0106] 삽입 어셈블리(431)를 따라 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440)를 이동시킴으로써 수술 기구(460)가 캐뉼라 내로 삽입될 때, 메인 튜브(467)에 연결된 단부 구성요소가 캐뉼라의 원위 단부로부터 돌출하기 전에, 예압 어셈블리(480)에 의해 제2 예압력이 디스크(445, 453, 464)의 디스크 스택에 적용된다. 구체적으로, 수술 기구(460)가 원위측으로 이동할 때, 예압 어셈블리(480)가 예압 트랙을 따라 원위측으로 이동한다. 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440)가 원위측으로 소정의 거리(**Zload**)만큼 이동할 때, 예압 어셈블리(480)는 모터 팩(446)이 소정의 거리(**Zload**) 플러스 일정 추가 거리(Δ)만큼 이동하게 만들어, 모터 팩(446)이 포지션(434)에 위치한다. 모터 팩(446)의 추가 거리(Δ) 이동은 복수의 구동 출력 어셈블리의 각각의 구동 출력 어셈블리(443) 내의 예압 스프링 어셈블리를 압축시켜, 제2 예압력이 복수의 구동 출력 디스크의 각각의 구동 출력 디스크(445)에 가해진다. 제2 예압력은 수술 기구(460)의 원위 단부가 캐뉼라를 빠져나가기 전에 구동 유닛(441) 내의 모터 샤프트의 회전과 수술 기구(460) 내의 샤프트(467)의 회전 사이의 백래시를 0.7도 미만으로 감소시킨다.

[0107] 모터 팩(446)의 추가 거리(Δ) 이동은 또한 리턴 스프링(447)을 추가로 신장시키고, 또한 복수의 하드 스톱(437)의 각각을 복수의 하드 스톱 리셉터를(457)의 대응하는 하드 스톱 리셉터를 내로 삽입시킨다. 복수의 하드 스톱(437)은 수술 장치 인터페이스 요소(450) 내에서의 가동 바디(451C)의 임의의 근위측 이동을 방지한다. 복수의 하드 스톱(437)과 복수의 하드 스톱 리셉터를(457)의 결합은 수술 기구 제거 잠금을 형성하여, 수술 기구(460)의 제거를 방지한다. 어떤 사람이 수술 기구(460) 상의 해제 버튼을 작동시키려 하는 경우, 복수의 하드 스톱(437)이 가동 바디(451C)의 임의의 근위측 이동을 방지하기 때문에, 수술 기구(460) 내의 기구가 수술 장치 인터페이스 요소(450) 내의 가동 바디(451C)를 근위측으로 밀 수 없고, 따라서 중간 디스크(453)과 피동 디스크(464)는 결합해제될 수 없다.

[0108] 복수의 하드 스톱 리셉터를(457)의 사용은 단지 예시이며 한정하려는 의도가 아니다. 또 다른 양태에 있어서는, 복수의 하드 스톱 리셉터를(457)이 사용되지 않는다. 대신, 복수의 하드 스톱(437)은 가동 바디(451C)의 근위면과 접촉하여, 가동 바디(451C)의 근위 방향으로의 이동을 방지한다.

[0109] 어떤 이유로 수술 기구(460)의 원위 팀이 캐뉼라의 원위 단부를 넘어 돌출하고 있는 동안에 수술 기구(460)를 제거하는 것이 필요한 경우에는, 예압 해제 버튼(482)을 푸시한다. 푸시되면, 예압 해제 버튼(482)은 모터 팩(446) 상의 종방향력이 해제되게 만든다. 그 결과, 리턴 스프링(447)이 모터 팩(446)을 완전 후퇴 포지션(432)으로 당긴다.

[0110] 모터 팩(446)이 완전히 후퇴되었기 때문에, 복수의 하드 스톱(437)은 수술 장치 인터페이스 요소(450)의 가동 바디(451C) 내의 복수의 하드 스톱 리셉터를(457)로부터 후퇴되고, 디스크(453, 464)는 더 이상 어떤 예압력도 받지 않는다. 따라서, 수술 기구(460) 상의 해제 버튼이 삽입 어셈블리(431)의 임의의 포지션에서 수술 기구(460)를 수술 장치 인터페이스 요소(450)로부터 제거하도록 사용될 수 있다. 또한, 해제 래치 차단 스톱(438)이 후퇴되어, 해제 래치(435)가 삽입 어셈블리(431)의 임의의 포지션에서 기구 매니퓰레이터 어셈블리(440)로부터 수술 장치 인터페이스 요소(450)를 결합해제시키는 데 사용될 수 있다. 하나의 양태에 있어서, 수술 장치 인터페이스 요소(450)의 해제는 예압 해제 버튼(482)이 눌러지는 이후까지 방지된다. 예컨대, 해제 래치 차단 스톱(438)은 예압 해제 버튼(482)이 눌러지는 이후까지 해제 래치(435)의 작동을 차단한다. 예압이 전술한 바와 같이 자동적으로 리셋되고, 다음번 수술 장치 인터페이스 요소(450)가 설치되고, 삽입 어셈블리(431)가 완전 후퇴 포지션으로 이동된다.

[0111] 도 5 내지 13은 도 3a 및 3b에 도시된 구성을 얻기 위해 가져 수술 장치 어셈블리(300)의 부품들을 설치하는 하나의 양태를 도시하고 있다. 도 5는 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)의 원위 단부를 도시하고 있다. 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)는 구동 유닛 어셈블리(541) 및 구동 출력 유닛(542)을 포함한다. 이 양태에 있어서, 구동 출력 유닛(542)은 복수의 구동 출력 어셈블리(543P), 예컨대 8개의 구동 출력 어셈블리를 포함한다. 여기서, 구동 출력 어셈블리(543)는 8개의 구동 출력 어셈블리 중 임의의 하나를 말한다. 하나의 양태에 있어서는, 8개의 구동 출력 어셈블리 중 6개만이 사용된다. 구동 출력 어셈블리(543)는 때때로 커플러(44)로 지칭되는 저백래시 커플러(544) 및 구동 출력 디스크(545)를 포함한다. 도 16a도 참조. 하나의 양태에 있어서는, 0.3도 미만의 백래시를 가지는 커플러가 저백래시 커플러로 간주된다.

- [0112] 구동 출력 디스크(545)는 한 세트의 출력 펀들에 의해 저 백래시 커플러(544)에 연결된다. 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 출력 디스크(545)는 원위 단부면을 구비한 원통형 디스크이다. 각각의 구동 출력 디스크(545)의 원위 단부는 구동 인터페이스(557)를 가진다. 구동 인터페이스(557)는 구동 도그들 및 정렬 요소들을 포함한다. 도 5에 있어서, 구동 도그들과 제1 및 제2 정렬 요소가 구동 출력 디스크(545)의 원위 단부면(도 16c 참조)으로부터 원위 방향으로 돌출한다.
- [0113] 도 6은 삽입 축선 베이스 어셈블리(632)에 부착되는 삽입 어셈블리(331)에 부착된 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)를 도시하고 있다. 삽입 축선 베이스 어셈블리(632)는 삽입 어셈블리(331)를 이동시키기 위한 모터 및 전력 전자장치를 포함한다.
- [0114] 살균 어댑터 어셈블리(250)는 살균 어댑터 프레임(651) 및 살균 드레이프 (미도시)를 포함한다. 살균 드레이프는 살균 어댑터 프레임(651)에 고정 부착된다. 살균 어댑터 어셈블리(250)는 수술 장치 인터페이스 요소의 한 예이다. 살균 어댑터 프레임(651)은 수술 장치 인터페이스 요소 바디의 한 예이다. 보다 일반적인 관점에서, 수술 장치 인터페이스 요소는 구동 시스템의 구동 인터페이스와 수술 기구의 피동 인터페이스 사이의 기계적 인터페이스를 포함하는 구조부이다.
- [0115] 복수의 텅(652A, 652B)이 살균 어댑터 프레임(651)의 제1 단부(651A)로부터 연장된다. 제1 단부(651A)는 때때로 살균 어댑터 어셈블리(250) 및 살균 어댑터 프레임(651)의 폐쇄 단부라 지칭된다. 각각의 텅(652A, 652B)은 구동 출력 유닛(543)의 복수의 그루브의 대응하는 그루브(647A, 647B)와 정합하도록 구성된다. 살균 어댑터 프레임(651)의 제2 단부(651B)는, 살균 어댑터 프레임(651)이 구동 출력 유닛(542) 상에 장착될 때, 구동 출력 유닛(542)의 살균 어댑터 해제 래치(635)에 결합되는 립(654)을 포함한다. 제2 단부(651B)는 때때로 살균 어댑터 어셈블리(250) 및 살균 어댑터 프레임(651)의 개방 단부라 지칭된다.
- [0116] 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 살균 어댑터 프레임(651)은 가동 바디(651C)를 포함한다. 가동 바디(651C)는 살균 어댑터 프레임(651) 내에서 근위 및 원위 방향으로 이동할 수 있다.
- [0117] 각각의 중간 디스크가 살균 어댑터 프레임(651)에 대해 그리고 가동 바디(651C)에 대해 회전할 수 있도록, 복수의 중간 디스크(653P)가 가동 바디(651C)의 복수의 중간 디스크 리셉터를 내에 장착된다. 따라서, 복수의 중간 디스크(653P)는 살균 어댑터 프레임(651) 내에 회전가능하게 장착된다. 중간 디스크(653)가 복수의 중간 디스크(653P)의 각각의 중간 디스크를 대표한다. 중간 디스크(653)가 대표 중간 디스크이다.
- [0118] 각각의 중간 디스크(653)는 중간 디스크(653)의 제1 측면 상에 중간 중간 피동 인터페이스(655)를 그리고 중간 디스크(653)의 제2 측면 상에 중간 구동 인터페이스(756)(도 7)를 포함한다. 제1 측면은 제2 측면의 반대편이고 제2 측면으로부터 이격되어 있다. 각각의 중간 디스크(653)의 중간 피동 인터페이스(655)는 중간 디스크(653)가 가동 바디(651C)의 중간 디스크 리셉터를 내에 장착된 상태에 있는 도 6에서 볼 수 있다. 중간 피동 인터페이스(655)는 구동 출력 유닛(542) 내의 구동 출력 디스크(545) 상의 구동 인터페이스(557)와 정합하도록 구성되어 있다.
- [0119] 살균 어댑터 어셈블리(250)를 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 상에 장착하기 위해, 각각의 텅(652A, 652B)이 구동 출력 유닛(542)의 대응하는 그루브(647A, 647B) 내로 삽입된다. 도 7a 참조. 그런 다음, 살균 어댑터 프레임(651)은 립(654)이 살균 어댑터 해제 래치(635)에 결합될 때까지 회전된다. 요소(652A, 652B)를 텅이라 지칭하고, 요소(647A, 647B)를 그루브라 지칭하는 것은 단지 예시이며 한정하려는 의도가 아니다. 선택적으로, 요소(652A, 652B)는 장부(tenor) 또는 돌출부로서 설명될 수 있을 것이며, 요소(674A, 647B)는 장부 구멍 또는 캐비티로서 설명될 수 있을 것이다.
- [0120] 도 7b에 도시된 바와 같이, 살균 어댑터 프레임(651)이 구동 출력 유닛(542)에 래칭될 때, 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)의 플런저(546)가 눌러진다. 플런저(546)가 눌러질 때, 컨트롤러(290)에 살균 어댑터 어셈블리(250)의 존재를 지시하는 신호가 생성된다. 이 신호에 응답하여, 수술 시스템(200)의 컨트롤러(290)는 먼저 복수의 구동 출력 디스크(545P)(도 5)의 각각의 구동 출력 디스크(545) 상에 작용하는 예압력을 발생시키는 자동 예압 리셋 기구(도 24b 참조)를 활성화시키고, 그런 다음 컨트롤러는 복수의 구동 출력 디스크(545P)의 각각의 구동 출력 디스크(545)를 회전시키기 위한 신호를 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)에 전송한다.
- [0121] 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 구동 출력 유닛(542) 내의 각각의 구동 출력 어셈블리(543)는 스프링 장전되어 있어, 살균 어댑터 어셈블리(250)가 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 상에 장착된 후에 예압력이 각각의 구동 출력 디스크(545) 상에 가해지도록 자동적으로 포지셔닝된다. 예압력은 구동 출력 디스크(545) 및 살균 어댑터 프레임(651) 내의 중간 디스크(653)의 대응하는 중간 피동 인터페이스(655)를 민다.

- [0122] 하지만, 도 7b에 있어서, 살균 어댑터 프레임(651)이 처음에 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 상에 장착될 때, 중간 피동 인터페이스(655)의 요소들은 구동 출력 디스크(545) 상의 구동 인터페이스(557)의 대응하는 요소들과 정렬되지 않을 수 있다. 2개의 디스크(653, 545)의 요소들이 정렬되지 않은 경우, 2개의 디스크는 부분적으로 연결되지만, 2개의 디스크는 서로 정합되지 않는다. 따라서, 서로 부분적으로 연결된 디스크(545, 653), 즉 제1 디스크 및 제2 디스크를 포함하는 디스크 스택이 제1 높이를 가진다. 예압력이 이 디스크 스택에 적용된 후, 컨트롤러는 구동 출력 디스크(545)를 회전시킨다.
- [0123] 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 2개의 디스크가 정합될 때까지 구동 출력 디스크(545)가 회전되는 동안, 중간 디스크(653)의 회전은 차단된다. 또한, 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 구동 출력 디스크(545) 상의 구동 인터페이스(557)의 요소들의 중간 디스크(653) 상의 중간 피동 인터페이스(655)의 대응하는 요소들과의 연결은 구동 출력 디스크(545)가 회전되는 동안 2개의 디스크가 예압력하에 부분적으로 연결된 상태로 유지되는 것을 보장한다. 2개의 디스크가 정합될 때, 하나의 양태에 있어서, 디스크 스택의 높이는 제2 높이를 가지며, 이 제2 높이는 제1 높이보다 작고, 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 내의 센서가 이 높이의 변화를 검출하고, 구동 출력 디스크(545)의 회전을 정지시키기 위한 신호를 컨트롤러(290)에 전송한다. 구동 출력 디스크와 중간 디스크의 정합을 검출하는 하나의 대안적인 방법이 이하에 설명된다.
- [0124] 도 7b는 또한 구동 유닛 어셈블리(541) 내의 모터 팩에 연결되는 예압 어셈블리(780)를 도시하고 있다. 예압 어셈블리(780)는 예압 어셈블리(480)의 하나의 양태의 상세한 예이다.
- [0125] 예압 어셈블리(780)는 삽입 어셈블리(331) 내의 예압 트랙(도 22a의 예압 트랙(2225) 참조) 상을 주행한다. 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741) 및 기구 살균 어댑터 어셈블리(250)는 삽입 어셈블리(331)의 원위 단부에 고정 부착고, 삽입 어셈블리(331)의 원위 단부와 함께 하나의 유닛으로서 이동한다.
- [0126] 하지만, 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741) 내의 모터 팩(도 22a 및 22b 참조)은 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)에 대해 원위 및 근위 방향으로 이동할 수 있다. 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 예압 어셈블리(780)가 원위 방향으로 이동할 때, 예압 어셈블리(780)는 모터 팩 상에 원위 방향의 종방향력을 제공한다. 이 종방향력은 제2 예압력을 발생시키는 구동 출력 어셈블리(543)의 스프링의 압축을 낳는다. 제2 예압력은 수술 기구(260)가 캐뉼라를 빠져나가기 전에 임의의 백래시를 0.7도 미만으로 감소시킨다.
- [0127] 다시 도 7a를 참조하면, 복수의 중간 디스크(653P)의 원위 측면 상의 중간 구동 인터페이스(756)를 볼 수 있다. 또한 도 7a 및 7b에서, 살균 어댑터 프레임(651)의 내측면으로부터 연장되는 기구 삽입 스키드 플레이트(755B)를 볼 수 있다. 살균 어댑터 프레임(651)의 반대편 내측면으로부터 연장되는 유사한 기구 삽입 스키드 플레이트(755A)가 있다. 도 7a 및 7b에 있어서, 때때로 가동 바디(651C)의 립(751B)이라 지칭되는 측부(751B)도 볼 수 있다. 측부(751A)는 도 11에 도시되어 있다.
- [0128] 도 8a 내지 8i는 수술 장치 인터페이스 요소(450) 및 살균 어댑터 어셈블리(250)의 하나의 대안적인 실시예인 살균 어댑터 어셈블리(250A)를 도시하고 있다. 살균 어댑터 어셈블리(250A)는 살균 어댑터 프레임(851) 및 살균 드레이프(미도시)를 포함한다. 살균 드레이프는 살균 어댑터 프레임(851)에 고정 부착된다. 살균 어댑터 프레임(851)은 수술 장치 인터페이스 요소 바디의 한 예이다.
- [0129] 복수의 그루브(852A, 852B)(도 8h 및 8i)가 살균 어댑터 프레임(851)의 내부로 연장되어 제1 및 제2 립(852A1, 852B1)을 형성한다. 제1 단부(851A)는 때때로 살균 어댑터 어셈블리(250A) 및 살균 어댑터 프레임(851)의 폐쇄 단부라 지칭된다. 각각의 그루브(852A, 852B)의 깊이와 치수는 벤트럴(ventral) 래치 어셈블리(847)의 원위 단부 상의 대응하는 후크(847A, 847B)의 표면이 대응하는 립(852A1, 852B1)과 결합하는 것을 가능하게 해주도록 구성된다.
- [0130] 제1 및 제2 립(852A1, 852B1)의 각각은 제1 표면 및 제2 표면을 포함한다. 제2 표면은 제1 표면의 반대편이다. 예컨대, 제1 표면은 근위측 표면이고, 제2 표면은 원위측 표면이다. 립의 제2 표면은 축선(890)에 수직한 방향으로 립의 제1 표면보다 더 길다. 립의 제3 표면이 제1 및 제2 표면 사이에 연장되고, 제1 및 제2 표면의 상이 한 길이의 관점에서 경사져 있다. 하나의 양태에 있어서, 제3 표면은 경사형 표면이다.
- [0131] 살균 어댑터 프레임(851)의 제2 단부(851B)는 살균 어댑터 어셈블리(250A)가 구동 출력 유닛(542A) 상에 장착될 때, 구동 출력 유닛(542A)의 살균 어댑터 해체 래치(835)의 원위부로부터 안쪽으로 축선(890)을 향해 연장된 립(835L)에 결합되는 립(854)을 포함한다. 제2 단부(851B)는 때때로 살균 어댑터 어셈블리(250A) 및 살균 어댑터 프레임(851)의 개방 단부라 지칭된다.

- [0132] 립(854)은 제1 표면 및 제2 표면을 포함한다. 제2 표면은 제1 표면의 반대편이다. 예컨대, 제1 표면은 근위측 표면이고, 제2 표면은 원위측 표면이다. 립(854)의 제2 표면은 축선(890)에 수직한 방향으로 립(854)의 제1 표면보다 더 길다. 립(854)의 제3 표면이 제1 및 제2 표면 사이에 연장되고, 제1 및 제2 표면의 상이한 길이의 관점에서 경사져 있다. 하나의 양태에 있어서, 제3 표면은 경사형 표면이다.
- [0133] 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 살균 어댑터 프레임(851)은 가동 바디(851C)를 포함한다. 가동 바디(851C)는 살균 어댑터 프레임(851) 내에서 근위 및 원위 방향으로 이동할 수 있다. 기구 삽입 스키드 플레이트(855A)가 살균 어댑터 프레임(851)의 내측면으로부터 연장되어 있다. 살균 어댑터 프레임(851)의 반대편 내측면으로부터 연장되는 유사한 기구 삽입 스키드 플레이트(855B)가 있다. 도 8a에서, 때때로 가동 바디(851C)의 립(851C1)이라 지칭되는 측부(851C1)도 볼 수 있다.
- [0134] 가동 바디(851C)의 피처들 및 작동은 가동 바디(651C)의 피처들 및 작동과 동일하므로, 여기서는 가동 바디(851C)에 대해 가동 바디(651C)의 피처들 및 작동의 설명이 반복되지 않는다. 또한, 살균 어댑터 어셈블리(250A) 상의 수술 기구의 장착은 살균 어댑터 어셈블리(250)에 대해 설명된 것과 동일하므로, 그 설명은 살균 어댑터 어셈블리(250A)에 대해 반복되지 않는다.
- [0135] 살균 어댑터 어셈블리(250A)를 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 상에 장착하기 위해, 살균 어댑터 어셈블리(250A)는, 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 살균 어댑터 어셈블리가 구동 출력 유닛(542A)의 피처들에 결합될 때까지 종방향 축선(890)을 따라 축선방향으로 근위 방향으로, 즉 방향 화살표(891)(도 8a 및 8b)로 지시된 방향으로 이동된다. 도 8b 내지 8d는 살균 어댑터 어셈블리(250A)를 구동 출력 유닛(542A)에 장착하는 사용하는 요소들을 도시한 절결도이다. 구동 출력 유닛(542A)은 이 구동 출력 유닛(542A)에 포함되는 살균 어댑터 어셈블리(250A)용 래칭 기구(860)를 제외하면 구동 출력 유닛(542)과 유사하다.
- [0136] 구동 출력 유닛(542A)의 프레임(842F)은 당해 프레임(842F)의 원위면으로부터 연장되고 때때로 제1 정렬 요소라 지칭되는 제1 살균 어댑터 정렬 요소(845A) 및 역시 당해 프레임(842F)의 원위면으로부터 연장되고 때때로 제2 정렬 요소라 지칭되는 제2 살균 어댑터 정렬 요소(845B)를 포함한다. 살균 어댑터 정렬 요소(845A)는 벤트럴 래치 어셈블리(847)에 인접하면서 그 내측에 위치하는 한편, 살균 어댑터 정렬 요소(845B)는 살균 어댑터 해제 래치(835)에 인접하면서 그 내측에 위치한다.
- [0137] 살균 어댑터 어셈블리(250A)가 축선방향으로 구동 출력 유닛(542A)의 원위면의 근위측으로 이동함에 따라, 제1 살균 어댑터 정렬 요소(845A)는 살균 어댑터 프레임(851)의 제1 살균 어댑터 정렬 리셉터클(853A)(도 8h 및 8i)내로 진입, 예컨대 결합된다. 마찬가지로, 제2 살균 어댑터 정렬 요소(845B)는 살균 어댑터 프레임(851)의 제2 살균 어댑터 정렬 리셉터클(853B) 내로 진입, 예컨대 결합된다. 정렬 요소들과 리셉터클들은, 살균 어댑터 어셈블리(250A)의 근위 방향으로의 추가적인 운동이 래칭 기구(860)가 살균 어댑터 어셈블리(250A)와 결합하게 만들도록, 살균 어댑터 어셈블리(250A)를 정렬시키도록 구성된다.
- [0138] 제1 및 제2 정렬 요소(845A, 845B)는 복수의 살균 어댑터 정렬 요소의 한 예이다. 제1 및 제2 정렬 리셉터클(853A, 853B)은 복수의 정렬 리셉터클의 한 예이다. 따라서, 구동 출력 유닛(542A) 및 그에 따른 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)는, 이 양태에 있어서, 복수의 살균 어댑터 정렬 요소를 포함하고, 살균 어댑터 어셈블리(250A)는 복수의 정렬 리셉터클을 포함한다. 대안적으로, 복수의 리셉터클이 구동 출력 유닛(542A) 내에 형성되고, 복수의 정렬 요소가 살균 어댑터 프레임(851)의 근위면으로부터 연장될 수도 있을 것이다.
- [0139] 살균 어댑터 어셈블리(250A)가 근위 방향으로 추가 이동함에 따라, 후크(847A)의 경사형 표면이 살균 어댑터 어셈블리(250A)의 립(852A1)의 경사형 표면과 접촉하고, 후크(847B)의 경사형 표면이 살균 어댑터 어셈블리(250A)의 립(852B1)의 경사형 표면과 접촉한다. 마찬가지로, 살균 어댑터 해제 래치(835)의 립(835L)의 경사형 표면이 살균 어댑터 어셈블리(250A)의 립(854)의 경사형 표면과 접촉한다.
- [0140] 살균 어댑터 어셈블리(250A)의 근위 방향으로의 추가 운동은 살균 어댑터 해제 래치(835)의 원위 단부가 구동 출력 유닛(542A)의 축선(890)으로부터 면 외측으로 피벗운동하게 만들고, 벤트럴 래치 어셈블리(847)가 구동 출력 유닛(542A)의 축선(890)으로부터 면 외측으로 피벗운동하게 만든다. 후크(847A, 847B)가 원위측으로 립(852A1, 852B1)을 넘어 이동하고, 립(835L)이 원위측으로 립(854)을 넘어 이동한 후, 후크(847A, 847B) 및 립(835L)은 축선(890)을 향해 내측으로 피벗운동하여, 립(835L)은 립(854)과 결합하고, 후크(847A)는 립(852A1)과 결합하고, 후크(847B)는 립(852B1)과 결합한다. 구체적으로, 각각의 후크의 근위면이 대응하는 립의 제2 표면과 접촉한다. 따라서, 살균 어댑터 어셈블리(250A)는 당해 살균 어댑터 어셈블리(250A)를 축선(890)을 따라 구동 출력 유닛(542A)의 원위면을 향해 이동시키는 것만으로 도 8d에 도시된 바와 같이 구동 출력 유닛(542A)

상에 장착된다.

[0141] 도 8e 내지 8g는 살균 어댑터 래칭 기구(860)를 도시한 절결도이다. 살균 어댑터 래칭 기구(860)를 이해하는데 필요하지 않은 구성요소들은 도 8e 내지 8g에 포함되지 않는다. 살균 어댑터 래칭 기구(860)는 구동 출력 유닛(542A)의 프레임(842F)에 이동가능하게 연결된다. 살균 어댑터 래칭 기구(860)는 살균 어댑터 해제 래치(835), 푸시 로드(844) 및 벤트럴 래치 어셈블리(847)를 포함한다. 푸시 로드(844)는 살균 어댑터 해제 래치(835)의 운동이 벤트럴 래치 어셈블리(847)에 전달되도록 살균 어댑터 해제 래치(835)를 벤트럴 래치 어셈블리(847)에 연결시킨다. 따라서, 살균 어댑터 래칭 기구는 제1 래치 어셈블리, 제2 래치 어셈블리 및 제1 래치 어셈블리를 제2 래치 어셈블리에 연결시키는 푸시 로드를 포함한다.

[0142] 때때로 래치(835)라 지칭되는 살균 어댑터 해제 래치(835)는 근위 단부(제1 단부의 한 예) 및 원위 단부(제1 단부 반대편의 제2 단부의 한 예)를 포함한다. 래치 핀(835P)(도 8b)이 래치(835)의 근위 단부의 내부 표면에 연결된다. 래치 핀(835P)은 래치(835)의 내부 표면으로부터 내측으로 돌출한다. 래치 핀(835P)은 래치 핀(435P) 및 래치 핀(2635P)과 동등하므로, 그들 래치 핀의 설명이 래치 핀(835P)에 곧바로 적용될 수 있으며, 그 반대도 성립한다. 립(835L)은 래치(835)의 원위부로부터 내측으로 돌출한다. 이 양태에 있어서, 살균 어댑터 해제 래치(835)는 프레임(842F)에 피벗식으로 연결된다. 이 피벗 연결에는 래치(835)가 피벗운동하게 만드는 힘의 부재 시에 래치(835)를 소위 결합 포지션 또는 결합 상태로 유지시키기 위해 스프링이 장전된다. 래치(835)의 근위부가 내측으로 푸시될 때, 예컨대 제1 방향으로 푸시될 때, 그 운동이 푸시 로드(844)에 전달되도록, 푸시 로드(844)의 제1 단부는 래치(835)의 근위 단부에 피벗 연결된다.

[0143] 이 양태에 있어서, 벤트럴 래치 어셈블리(847)의 근위 단부, 예컨대 제1 단부가 프레임(842F)에 피벗식으로 연결된다. 하나의 양태에 있어서, 이 프레임(842F)에의 연결에는 벤트럴 래치 어셈블리(847)가 피벗운동하게 만드는 힘의 부재 시에 벤트럴 래치 어셈블리(847)를 소위 결합 포지션 또는 결합 상태로 유지시키기 위해 스프링이 장전된다. 2개의 레그가 벤트럴 래치 어셈블리(847)의 근위 단부로부터 원위측으로 연장된다. 각각의 레그의 원위 단부에, 예컨대 벤트럴 래치 어셈블리(847)의 원위 단부에, 후크 즉 후크(847A, 847B) 중의 하나가 위치한다. 푸시 로드(844)가 벤트럴 래치 어셈블리(847)의 근위 단부와 레그의 원위 단부 사이에서 벤트럴 래치 어셈블리(847)의 하나의 레그에 피벗 연결된다.

[0144] 이 양태에 있어서, 벤트럴 래치 어셈블리(847)는 힘(effort)이 지지점(fulcrum)(프레임에 대한 피벗 연결점)과 부하(load)(후크(847A, 847B)) 사이에 위치하는 3종 레버(Class 3 lever)로 구현된다. 3종 레버의 사용은 단지 예시이며 한정하려는 의도가 아니다. 다른 양태에 있어서는, 1종 레버 또는 2종 레버가 사용될 수도 있을 것이다. 2종 레버의 경우에는, 부하가 지지점과 힘 사이에 위치하고, 1종 레버의 경우에는, 지지점이 힘과 부하 사이에 위치한다.

[0145] 도 8f에 도시된 바와 같이, 살균 어댑터 해제 래치(835)에 아무런 외력도 작용하지 않는 제1 상태에서는, 살균 어댑터 해제 래치(835)와 벤트럴 래치 어셈블리(847)의 모두가 각각의 종방향 축선이 종방향 축선(890)과 정렬된 즉 종방향 축선(890)과 실질적으로 평행한 정상 상태 포지션(steady-state position) 즉 결합 포지션에 있다. 여기서, 실질적으로 평행하다는 것은 제조 공차 내의 평행을 의미한다. 래치(835)의 근위 단부에 외력(892)이 적용되거나(도 8g) 또는 대안적으로 립(835L)에 힘이 적용되는 제2 상태에서는, 래치(835)의 근위 단부가 축선(890)을 향해 내측으로 피벗운동하고, 래치(835)의 원위 단부는 외측으로 피벗운동한다. 래치(835)의 운동에 응답하여, 벤트럴 래치 어셈블리(847)의 원위 단부가 외측으로 피벗운동한다. 따라서, 외력(892)은 2개의 래치 어셈블리가 결합해제 포지션으로 이동하게, 예컨대 제1 상태로부터 제2 상태로 이동하게 만든다.

[0146] 도 8h는 살균 어댑터 어셈블리(250A)의 하부 사시도이다. 도 8i는 살균 어댑터 어셈블리(250A)의 상부 사시도이다. 도 8h 및 8i에는 도시되지 않았지만, 중간 디스크(653)가 가동 바디(851C) 내의 복수의 중간 디스크 리셉터를의 각각에 장착된다. 살균 어댑터 어셈블리(250)(도 6)에 대해서는, 복수의 중간 디스크가 가동 바디(851C)의 복수의 중간 디스크 리셉터를 내에 장착되어, 각각의 중간 디스크가 살균 어댑터 프레임(851) 및 가동 바디(851C)에 대해 회전할 수 있다. 따라서, 복수의 중간 디스크가 살균 어댑터 프레임(851) 내에 회전가능하게 장착된다. 복수의 중간 디스크는 복수의 중간 디스크(653P)와 동일하므로, 복수의 중간 디스크의 특징을 여기에 반복하여 설명하지 않는다. 또한, 가동 바디(851C) 내에 장착되는 복수의 디스크의 각각의 중간 디스크는 중간 디스크(653)(도 17b 참조)와 동일하므로, 살균 어댑터 어셈블리(250A)에 대해 중간 디스크(653)의 설명을 반복하지 않는다.

[0147] 살균 어댑터 어셈블리(250A)의 복수의 하드 스톱 리셉터를(857)은 복수의 하드 스톱 리셉터를(1757)과 동일하고 또한 그와 관련하여 설명되는 바와 동일한 방식으로 작동하므로, 그 설명을 여기에 반복하지 않는다. 살균 어

랩터 어셈블리(250A)는 각각의 중간 디스크에 연계된 중간 디스크 하드 스톱(861)을 가진다. 살균 어댑터 어셈블리(250A)의 각각의 중간 디스크 하드 스톱(861)은 중간 디스크 하드 스톱(1761)(도 17b)과 동일하고 또한 그와 관련하여 설명되는 바와 동일한 방식으로 작동하므로, 그 설명을 여기에 반복하지 않는다.

[0148] 도 9a는 하나의 양태에 있어서의 수술 기구(260)의 상세도를 도시하고 있다. 수술 기구(260)는, 이 양태에 있어서, 피동 인터페이스 어셈블리(961), 전달 유닛(965), 메인 휴브(967), 평행 운동 기구(968), 리스트 조인트(969) 및 엔드 이팩터(970)를 포함한다. 리스트 조인트(969)는 예컨대 여기에 참조되는 미국 특허출원 공개 US 2003/0036748 A1("능동적으로 포지셔닝 가능한 텐돈 작동식 다중 디스크 리스트 조인트를 갖는 수술 툴(Surgical Tool Having Positively Positionable Tendon - Activated Multi-Disk Wrist Joint)"의 명칭으로 2002년 6월 28일 출원됨)에 설명되어 있다. 평행 운동 기구(968)는 예컨대 여기에 참조되는 미국 특허 US 7,942,868 B2("평행 운동 기구를 구비한 수술 기구(Surgical Instrument With Parallel Motion Mechanism)"의 명칭으로 2007년 6월 13일자로 출원됨)에 설명되어 있다.

[0149] 도 9b에 도시된 바와 같이, 피동 인터페이스 어셈블리(961)는 복수의 피동 디스크(964P)를 포함한다. 복수의 피동 디스크(964P)는 피동 인터페이스 요소들의 한 예이다. 피동 디스크(964)는 복수의 피동 디스크(964P)의 각각의 피동 디스크를 대표한다. 피동 디스크(964)는 전달 유닛(965)의 샤프트 상에 장착된다. 또한, 각각의 피동 디스크(964)는 피동 인터페이스 어셈블리(961)의 바디 내의 리셉터를(도 19b 참조) 내에 장착된다.

[0150] 평행 운동 기구(968), 리스트 조인트(969) 및 엔드 이팩터(970)의 운동을 제어하기 위해, 전달 유닛(965) 내의 기계적 구성요소들(예컨대, 기어, 레버, 짐벌, 케이블 등)이 복수의 피동 디스크(964P)로부터의 토크를 메인 휴브(967)를 통해 작동하는 케이블, 와이어 및 하이포튜브(hypotube) 조합으로 전달한다. 메인 휴브(967)는, 대체로 강성이지만, 전달 유닛(965)과 엔트리 가이드(270) 사이에서 경미하게 휘어질 수 있다. 이러한 휩은 엔트리 가이드(270) 내의 기구 바디 휴브 보어들이 그렇지 않을 경우에 전달 유닛의 치수가 허용하는 것보다 서로 더 가깝게 이격되는 것을 가능하게 해준다. 이 휩은 탄성적이어서, 메인 휴브(967)는 수술 기구(260)가 엔트리 가이드(270)로부터 후퇴될 때 그것의 직선형 형상을 취한다(메인 휴브는 영구적 휩을 가지고 형성될 수 있으며, 이것은 기구 바디 를(roll)을 방지한다).

[0151] 피동 인터페이스 어셈블리(961)는 각 측면에 한 쌍의 장착 왕(962A1, 962B1; 962A2, 962B2)을 가진다. 또한, 전달 유닛(965)의 각 측면 상에는 해제 베튼(963A, 963B)이 위치한다. 장착 왕(962B2) 및 해제 베튼(963B)은 도 10에서 보여진다.

[0152] 살균 어댑터 프레임(651)에 수술 기구(260)를 장착하기 위해, 먼저, 장착 왕(962A1, 962A2)이 살균 어댑터 프레임(651)의 개방 단부에 위치한 스키드 플레이트(755A, 755B)(도 10, 11) 상에 위치된다. 도 11은 살균 어댑터 프레임(651)의 외측면이 제거된 도 10의 절결도이다.

[0153] 장착 왕(962A1)은 살균 어댑터 프레임(651)의 제1 측벽으로부터 연장된 스키드 플레이트(755A) 상에 지지된다. 수술 기구(260)는 스키드 플레이트(755A) 상에서 스키드 플레이트(755A)의 반대편 단부에 위치한 파킹 슬롯(1155A)을 향해 슬라이드되고(도 11), 제1 장착 왕(962A1, 962A2)의 상부면이 립(751A, 751B)의 하부 에지와 접하고, 이것이 가동 바디(651C)를 근위 방향으로 이동시킨다(도 12). 가동 바디(651C)의 근위측 운동이 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)의 플런저(1246)를 근위 방향으로 누르고, 이는 결과적으로 컨트롤러(290)로 전송되는 수술 기구(260)가 살균 어댑터 어셈블리(250) 상에 적재되어 있다는 신호를 생성한다.

[0154] 장착 왕(962A1)이 살균 어댑터 프레임(651)의 폐쇄 단부에 위치한 파킹 슬롯(1155A)에 도달하면(도 13), 제1 장착 왕(962A1, 962A2)의 상부면은 더 이상 립(751A, 751B)의 하부 에지와 접촉하지 않는다. 그 결과, 가동 바디(651C) 상의 예압력이 가동 바디(651C)를 원위 방향으로 이동시키고(도 13), 제1 장착 왕(962A1)을 제자리에 잠금한다. 제1 장착 왕(962A1)이 살균 어댑터 프레임(651)의 폐쇄 단부에 도달하면, 제2 장착 왕(962B1)은 살균 어댑터 프레임(651)의 개방 단부 근방에서 스키드 플레이트(755A)의 평탄부 상에 지지된다.

[0155] 살균 어댑터 프레임(651) 내의 각각의 중간 디스크(653)가 복수의 구동 출력 디스크(545P) 상의 예압력에 의해 축선방향 원위 방향으로 밀어지고 있다. 따라서, 수술 기구(260)가 살균 어댑터 프레임(651)에 장착될 때, 복수의 중간 디스크(653P)가 제1 예압력을 가동 바디(651C)에 전달하여, 예압력이 장착 왕(962A1)에 적용된다. 이 예압력은 수술 기구(260)가 살균 어댑터 프레임(651) 내로 쉽게 슬라이드될 수 있고, 작은 예압력이 모든 디스크 상에 유지되도록 선택된다.

[0156] 수술 기구(260)가 살균 어댑터 어셈블리(250) 내에 장착될 때, 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)는 수술 기구(260)의 존재를 검출하고, 컨트롤러(290)에 수술 기구(260)의 존재를 지시하는 신호를 전송한다. 이 신호에 응

답하여, 수술 시스템(200) 내의 컨트롤러(290)는 수술 기구 어셈블리(240)에 복수의 구동 출력 디스크(545P)의 각각의 구동 출력 디스크(545)를 회전시키기 위한 신호를 전송한다.

[0157] 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 구동 출력 유닛(542) 내의 각각의 구동 출력 어셈블리(543)는 스프링이 장착되어 있어, 살균 어댑터 어셈블리(250)가 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 상에 장착된 후 예압력이 각각의 구동 출력 디스크(545) 상에 작용되도록 자동적으로 포지셔닝된다. 이 예압력은 구동 출력 디스크(545) 및 살균 어댑터 프레임(651) 내의 중간 디스크(653)의 대응하는 중간 피동 인터페이스(655)를 만다.

[0158] 하지만, 도 7b에 있어서, 수술 기구(260)가 처음에 살균 어댑터 어셈블리(250) 상에 장착될 때는, 중간 디스크(653)의 중간 구동 인터페이스(765)의 요소들은 피동 디스크(964) 상의 피동 인터페이스(980)의 대응하는 요소들과 정렬되지 않을 수 있다. 2개의 디스크(653, 964)의 요소들이 정렬되지 않은 경우, 2개의 디스크는 부분적으로 연결되지만, 2개의 디스크는 서로 정합되지 않는다. 따라서, 부분적으로 연결된 디스크(964, 653, 545) 즉 제3 디스크, 제2 디스크 및 제1 디스크를 포함하는 디스크 스택은 제3 높이를 가진다.

[0159] 수술 기구(260)가 살균 어댑터 프레임(651)에 장착될 때, 피동 인터페이스 어셈블리(961) 내의 각각의 피동 디스크(964)는 중간 디스크(653)가 자유롭게 회전할 수 있도록 살균 어댑터 어셈블리(250) 내의 대응하는 중간 디스크(653)를 근위측으로 만다. 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 살균 어댑터 어셈블리(250) 내의 중간 디스크(653)의 중간 구동 인터페이스(756)가 피동 인터페이스 어셈블리(961) 내의 피동 디스크(964)의 대응하는 피동 인터페이스(980)와 정렬되지 않았을 때, 중간 디스크(653)의 중간 구동 인터페이스(756) 상의 결합 구조부가 수술 기구(260)의 피동 디스크(964) 상의 회전 방지 요소(1900)(도 19a 참조)와 결합되고, 이것이 피동 인터페이스 어셈블리(961) 내의 피동 디스크(964)의 회전을 방지한다.

[0160] 중간 디스크(653)의 중간 구동 인터페이스(756)가 제자리에 고정된 피동 디스크(964)와 함께 회전함에 따라, 중간 구동 인터페이스(756)의 각각의 요소는 회전면서 피동 디스크(964)의 피동 인터페이스(980)의 대응하는 요소와 정렬되어 그 대응하는 요소와 정합한다. 이 중간 구동 인터페이스(756)와 피동 인터페이스(980)의 연결은 피동 디스크(964)의 회전 잠금을 해제시킨다. 따라서, 디스크들의 디스크 스택은 하나의 유닛으로서 회전한다. 3개의 디스크 모두가 정합될 때, 디스크 스택의 높이는 제4 높이를 가지고, 이 제4 높이는 제3 높이보다 작으며, 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 내의 센서가 이 높이의 변화를 검출하고, 컨트롤러에 구동 출력 디스크(545)의 회전을 정지시키기 위한 신호를 전송한다. 디스크 스택의 높이의 변화를 검출하는 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 내의 센서는 기계적 센서, 광학 센서, 유도형 센서, 용량형 센서 등일 수 있다.

[0161] 도 14는 구동 출력 디스크(545)가 중간 디스크(653)에 연결되고, 중간 디스크(653)가 피동 디스크(964)에 연결되었을 때의 디스크 스택(1400)을 도시한 도면이다. 여기서, 연결된다는 것의 의미는 2개의 인터페이스 디스크 상의 정렬 피처들의 모두가 정렬되어, 2개의 디스크가 정합 즉 완전히 연결된다는 것을 의미한다. 전술한 바와 같이, 2개의 인터페이스 디스크 상의 정렬 피처들 중의 일부가 정렬되지만, 2개의 인터페이스 디스크 상의 다른 정렬 피처들이 정렬되지 않을 때, 2개의 인터페이스 디스크는 부분적으로 연결된다. 모든 정렬 피처들이 정렬되어 정합될 수 있도록, 예압력은 일부의 백래시에도 불구하고 2개의 부분적으로 연결된 디스크가 접촉된 상태로 유지되도록 선택된다.

[0162] 디스크 스택(1400)은 도 3a 및 3b에 관하여 전술한 디스크 스택 구성이다. 구동 출력 디스크(545)의 구동 인터페이스(557)는 중간 디스크(653)의 중간 피동 인터페이스(655)에 정합되고, 중간 디스크(653)의 중간 구동 인터페이스(756)는 피동 디스크(964)의 피동 인터페이스(980)에 정합된다. 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 고 예압력 즉 제2 예압력이 디스크 스택(1400) 상에 작용할 때는, 설령 샤프트(1466)가 구동 출력 디스크(545)에 연결된 샤프트와 정확하게 정렬될 수 없는 경우에도 수술 과정에 사용되는 토크 레벨에 대해 디스크 스택(1400) 내의 디스크들 사이에 제로 백래시가 존재한다. 디스크 스택(1400) 내의 디스크(545, 653, 964)가 제2 예압력하에 정합될 때, 수술 과정에 사용되는 토크 레벨에 대해 디스크들 사이의 연결에 제로 백래시가 존재한다. 저 백래시 커플러(544)가 공간적 오정렬을 보정하고, 운동 및 토크를 디스크 스택(1400)으로 전달한다. 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 구동 도그들의 디자인이 구동 출력 디스크(445)와 피동 디스크(964)의 각도상 오정렬을 보정한다.

[0163] 도 15a는 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)이 제거된 상태에서의 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)를 도시한 도면이다. 또한, 도 15a에는 구동 유닛 어셈블리(541) 내의 구성요소들도 보여주는 절결도이다. 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)는 모터 팩(1541)을 포함하고, 모터 팩(1541)은 다시 복수의 구동 유닛(1500P)과 복수의 구동 출력 어셈블리(543P)를 포함한다. 복수의 구동 유닛(1500P)의 각각의 구동 유닛(4500)은 인코더(1501), 슬롯리스 브러시리스 서보 모터(slotless brushless servomotor)(1502), 컴팩트한 흘 이펙트 센서

(1503) 및 유성 감속기(1504)를 포함하다.

[0164] 하나의 양태에 있어서, 슬롯리스 브러시리스 서보 모터(1502)는 매우 높은 모터 상수를 가지며, 따라서 서보 모터(1502)는 매우 효율적이다. 슬롯리스 브러시리스 서보 모터의 사용은 단지 예시이며, 복수의 구동 유닛(1500P) 내의 모터를 이 특정 타입의 모터로 한정하려는 의도가 아니다. 브러시형 모터, 스템페 모터 등을 포함하는 다양한 모터가 사용될 수 있다. 각각의 서보모터(1502)는 모터 팩(1541) 내의 8개의 서보모터의 컴팩트한 구성의 관점에서 인접한 서보모터들에 대한 토크 리플(torque ripple)을 방지하기 위한 자기 실드(magnetic shielding)를 포함한다.

[0165] 컴팩트한 홀 이펙트 센서(1503)는 서보모터(1502) 내의 영구자석의 위치를 검출하는 데 사용된다. 홀 이펙트 센서(1503)는 제2 인코더로서 사용된다. 인코더-투-홀 체크(encoder-to-hall check)는 인코더(1501)와 홀 이펙트 센서(1503)에 의해 보고되는 회전 위치들을 비교한다. 회전 위치들이 상당히 다른 경우에는, 인코더(1501), 홀 이펙트 센서(1503) 또는 그들 사이의 메커니즘에 뭔가 문제가 있다는 것이다. 이 검사가 실패할 때는, 컨트롤러 내의 소프트웨어를 실행하여 즉시 모터를 오프시킨다.

[0166] 유성 감속기(1504)는 고부하, 고효율(90% 초과)이어서, 일반적인 감속기보다 역구동(back-drive)하기가 더 용이하다. 역구동 가능하다(back drivable)는 것은 일반적인 감속기에게 비해 감속기의 출력 샤프트가 비교적 낮은 토크로 회전될 수 있다는 것을 의미한다.

[0167] 유성 감속기(1504)는, 하나의 양태에 있어서, 1도 미만의 백래시를 가지고, 또 다른 양태에 있어서는, 예컨대 0.4도와 같은 낮은 백래시를 가진다. 하나의 양태에 있어서, 유성 감속기들 중 4개는 28:1 입력 대 출력비를 가지며, 표준 유성 감속기라 지칭된다. 이 양태에 있어서, 유성 감속기들 중 4개는 9:1의 입력 대 출력비를 가지며, 고속 감속기라 지칭된다. 마찬가지로 표준 유성 감속기를 갖는 구동 유닛(1500)은 표준 구동 유닛이라 지칭된다. 고속 유성 감속기를 갖는 구동 유닛(1500)은 고속 구동 유닛이라 지칭된다.

[0168] 도 15b 내지 15e는 모터 팩(1541)에 사용하기에 적합한 유성 감속기의 한 예를 도시한 도면이다. 도 15b는 유성 감속기(1504)의 측면도이다. 도 15c는 유성 감속기(1504)의 원위측 도면이다. 도 15d는 28:1 유성 감속기의 근위측 도면이다. 도 15e는 9:1 유성 감속기의 근위측 도면이다. 도 15b 내지 15e의 감속기의 치수의 한 예가 표 1에 주어진다.

표 1

REFERENCE NUMBER	DIMENSION
L1	1.043 inches
L2	1.070 inches
L3	0.673 inches
L4	0.698 \pm 0.002 inches
L5	0.738 inches
L6	0.030 inches
D1	0.684 inches (diameter)
A1	5.00 degrees
D2	0.750 inches (diameter)
D3	0.699, 0.700 inches (diameter)
W1	0.698, 0.700 inches
W2	0.385 \pm 0.003 inches
A2	45.00 degrees
R1	0.32 inches radius thru flange align to octagon \pm 3 degrees

[0169]

[0170] 도 16a 내지 16d는 이 양태에 있어서의 복수의 구동 출력 어셈블리(543P)의 각각의 구동 출력 어셈블리를 대표하는 구동 출력 어셈블리(543)를 더 상세하게 도시한 상세도이다. 구동 출력 어셈블리(543)는 볼 스플라인(ball-spline)(1603)을 포함한다. 저 예압 스프링(1601)(예컨대 제1 저 예압 스프링)이 볼 스플라인(1603)의 중

심 내강(central lumen) 내에 장착되어, 한쪽 단부를 구동 출력 디스크(545)의 근위측에 부착시키고 있다. 저 예압 스프링(1601)은 압축될 때 제1 예압력을 구동 출력 디스크(545)에 적용시킨다. 하나의 양태에 있어서, 제1 예압력은 0.5 lbf이다.

[0171] 볼 스플라인 너트(1604)가 볼 스플라인(1603) 상에 장착된다. 볼 스플라인 너트(1604)는 볼 스플라인(1603)을 따라 근위측 및 원위측으로 슬라이드하면서, 즉 제1 방향 및 제1 방향의 반대인 제2 방향으로 슬라이드하면서, 볼 스플라인(1603)으로부터의 토크/운동을 전달한다. 따라서, 토크/운동은 볼 스플라인(1603)을 통해, 때때로 플렉서(flexure)라 지칭되는 저 백래시 커플러(544)로 전달된다. 볼 스플라인(1603)은 구동 출력 어셈블리(543)가 볼 스플라인(1603)의 종방향 축선을 따라 이동하는 것을 가능하게 해주면서 토크/운동을 전달한다. 디스크 스택(1400) 내에서 디스크들이 결합되거나 결합해제될 때, 구동 출력 어셈블리(543)는 볼 스플라인(1603)을 따라 출입 이동하여, 결합 또는 결합해제를 용이하게 해준다. 볼 스플라인(1603)은 수술 과정에 사용되는 토크 레벨에 대해 제로 백래시를 가진다.

[0172] 볼 스플라인 너트(1604)는 고 예압 스프링(1602)(제2 예압 스프링)이 장착되는 하우징(1605) 내에 삽입된다. 고 예압 스프링(1602)은 저 예압 스프링(1601)과 조합하여, 양 스프링 모두가 압축될 때, 구동 출력 디스크(545)에 제2 예압력을 적용시킨다. 하나의 양태에 있어서, 제2 예압력은 2.3 lbf이다.

[0173] 플렉서(544)는 토크를 구동 유닛으로부터 플렉서(544)로 전달하는 2개의 핀에 의해 구동 유닛에 연결된다. 플렉서(544)는 또한 2개의 핀에 의해 구동 출력 디스크(545)에 연결된다. 따라서, 플렉서(544)는 토크를 구동 유닛으로부터 구동 출력 디스크(545)로 전달한다. 도 16b는 플렉서(544)의 끝면도이다.

[0174] 플렉서(544)는 구동 출력 디스크(545)의 근위면으로부터 근위측으로 연장되는 실린더(1445C)(도 14 및 16a) 상에 끼워맞춤된다. 플렉서는 4개의 빔(1641A, 1641B, 1641C, 1641D)을 가진다. 4개의 빔(1641A, 1641B, 1641C, 1641D)의 각각의 제1 단부가 플렉서(544)의 바디(1642)에 연결된다. 4개의 빔(1641A, 1641B, 1641C, 1641D)의 각각의 제2 단부는 각각 중심 보어를 갖는 실린더(1643A, 1643B, 1643C, 1643D)에 연결된다. 빔(1641A, 1641B, 1641C, 1641D)은 중심 내강(1640)을 통과하는 축선을 중심으로 한 비틀림에 강성이지만, 횡방향 오프셋(lateral offset)에 대해 유연성이 있다.

[0175] 구동 유닛에 의해 구동되는 출력 핀들이 실린더(1643A, 1643B)의 중심 보어 내에 장착된다. 구동 출력 디스크(545)의 입력 핀들이 실린더(1643C, 1643D)의 중심 보어 내에 장착된다.

[0176] 하나의 양태에 있어서, 플렉서(544)는 석출 경화 스테인리스 스틸 17-4 H1150으로 정밀 기계가공된 원피스 부품이다. 플렉서(544)의 백래시는 실린더의 중심 보어와 입력 핀 또는 출력 핀의 외경 사이의 장착 핀 챕에 의해 결정된다. 이 양태에 있어서, 수술 장치 어셈블리(300)의 백래시는 오직 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)에 의해서만 제어된다. 이는 백래시가 종래기술의 살균 어댑터 내의 올덤 커플링에 의한 것이었던 이전의 시스템과 대조적이다. 종래기술의 살균 어댑터 내의 부품들은 사출성형되었고, 따라서 플렉서(544)만큼 정밀하게 제작될 수 없었다. 예컨대 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)와 같은 수술 장치 어셈블리(300)의 재사용 가능한 부분 내의 백래시를 제어한다는 것은 백래시가 수술 장치 어셈블리(300)의 매번의 사용마다 일정하고, 종래기술의 살균 어댑터와 같은 1회용 어셈블리 내의 사출성형 부품들의 제조 공차에 좌우되지 않는다는 것을 의미한다.

[0177] 플렉서(544)는 중심 내강(1640)의 축선에 수직한 평면 내의 2 자유도의 운동을 수용한다. 빔(1641A, 1641B)에 연결된 출력 핀들은 축선(1690)을 따라 이동할 수 있다. 그 이동의 범위는 실린더(1643A, 1643B)의 외면과 바디(1642)의 외면 사이의 챕에 의해 한정된다. 마찬가지로, 빔(1643C, 1643D)에 연결된 입력 핀들은 축선(1690)에 수직한 축선(1691)을 따라 이동할 수 있다. 그 이동의 범위는 실린더(1643C, 1643D)의 외면과 바디(1642)의 외면 사이의 챕에 의해 한정된다. 하나의 양태에 있어서, 하나의 빔을 축선(1690, 1691) 중의 하나를 따라 0.010 in 변위시키기 위해서는 0.66 lbf가 필요하고, $29,000 \text{ lbf/in}^2$ 의 응력을 발생시킨다. 100 in-lbf 토크에서, 최대 응력은 $38,000 \text{ lbf/in}^2$ 이었다.

[0178] 플렉서(544)의 2 자유도가 샤프트 오정렬을 수용한다. 구체적으로는, 각각의 플렉서(544)가 구동 유닛(1500)의 대응하는 구동 샤프트와 완전히 동축이지 않은 샤프트(1466)(도 14)를 보정하도록 구부러지면서 구동 출력 디스크(545)로 토크를 전달하기 때문에, 구동 유닛 어셈블리(541)는 모터 팩(1541) 내의 구동 샤프트들과 전달 유닛(965) 내의 샤프트들 사이의 오정렬을 허용할 수 있다.

[0179] 도 16c는 예컨대 구동 출력 디스크(545)의 원위부와 같은 구동 출력 디스크(545)의 구동 인터페이스(557)의 하

나의 양태의 상세도이다. 구동 출력 디스크(545)는 원통형 바디를 가진다. 도 16d는 구동 도그(1652A)를 구비한 구동 출력 디스크(545)의 단면도이다.

[0180] 2개의 보어(1651A, 1651B)가 구동 출력 디스크(545)를 관통하고 있다. 입력 펈이 각각의 보어(1651A, 1651B) 내와 플렉서(544)의 실린더(1654A, 1643B) 내의 대응하는 보어 내로 끼워맞춤된다.

[0181] 2개의 구동 도그(1652A, 1652B), 제1 정렬 요소 즉 중심 포스트(1653)와 텁(1654) 및 제2 정렬 요소 즉 펈(1655)이 구동 출력 디스크(545)의 원위 단부면(1656)으로부터 원위측으로 연장된다. 중심 포스트(1653)는 텁(1654)의 높이보다 더 큰 높이를 가지고 있어, 구동 출력 디스크(545)를 중간 디스크(653)의 중간 피동 인터페이스(655) 내의 대응하는 정렬 리셉터를에 대해 중심맞춤시키는 것을 돋는다. 텁(1654)은 중심 포스트(1653)로부터 원위 단부면(1656)의 원주 에지를 향해 연장된다. 중심선(1670, 1671)은 중심 포스트(1653)의 중심을 통과하고 그 중심에서 교차한다. 중심 포스트(1653)와 텁(1654)은 구동 출력 디스크(545)를 중간 디스크(653)에 정렬시키는 것을 보조한다. 중심 포스트(1653)와 텁(1654)은 또한 정합된 한쌍의 디스크에 안정성을 제공한다.

[0182] 이 양태에 있어서, 펈(1655)도 중심선(1670) 상에 중심맞춤되어, 중심 포스트(1653)와 원위 단부면(1656)의 에지 사이에 포지셔닝된다. 펈(1655)은 예를 들어 펈(1655)의 외면의 일부가 평탄하여 원통형이 아니게 되도록 실린더가 한 평면에 의해 수직으로 절단된 것과 같은 실린더의 세그먼트이다. 하나의 양태에 있어서, 펈(1655)은 대체로 3차원 D자 형상을 가진다. 여기서, 대체로 3차원 D자 형상이란 펈(1655)의 형상처럼 3차원 D자 형상으로 인지될 정도로 충분히 3차원 D자 형상과 유사하다는 것을 의미한다. 펈(653)은 중간 디스크(653) 내의 정렬 리셉터를과 정합하도록 구성되어 있다.

[0183] 제1 및 제2 정렬 요소의 형상 및 배향은 단지 예시이며, 한정하려는 의도가 아니다. 제2 예압력하에서 백래시가 개입되지 않고, 정렬 요소들이 결합 및 결합해제될 때 접합되지 않고, 정렬 요소들이 정합된 한쌍의 디스크에 안정성을 제공하기만 한다면, 정렬 요소들의 다른 형상과 정렬 요소들 간의 다른 배향이 사용될 수 있을 것이다.

[0184] 구동 인터페이스(557)는 2개의 구동 도그(1652A, 1652B)를 포함한다. 구동 도그(1652A, 1652B)의 각각은 원위 단부면(1656)으로부터 원위측으로 돌출한다. 구동 도그(1652A, 1652B)의 각각은 구동 출력 디스크(545)의 종방향 축선으로부터 동일한 반경방향 거리(Rdog)를 가진다. 구동 출력 디스크(545)의 종방향 축선은 중심 포스트(1653)의 중심을 통과한다. 또한, 각각의 구동 도그(1652A, 1652B)는 원위 단부면(1656)의 원주 에지에 근접해 있다. 반경방향 등거리의 구동 도그(1652A, 1652B)의 조합과 원주 에지에 인접한 구동 도그(1652A, 1652B)의 포지셔닝은 구동 도그(1652A, 1652B)가 중간 디스크(653)에 토크/운동을 효과적으로 전달하는 것을 가능하게 해준다.

[0185] 구동 도그(1652A, 1652B)의 원위 단부면(1656)의 원주 에지에 대한 위치는 중간 디스크(653) 상의 구동 도그 리셉터를(도 18a 참조)의 위치에 의해 결정된다. 중간 디스크(653)의 직경은 부분적으로 살균 어댑터 어셈블리(250)의 가동 바디(651C) 내에 끼워맞출 수 있는 중간 디스크(653)의 개수에 의해 결정된다. 구동 도그(1652A, 1652B)는 당해 구동 도그(1652A, 1652B)가 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이 중간 디스크(653) 내의 구동 도그 리셉터를과 결합하도록 또한 당해 구동 도그(1652A, 1652B)가 가동 바디(651C)의 측벽과 접촉하지 않도록 치수결정되고 포지셔닝된다.

[0186] 도 16c에 도시된 바와 같이. 구동 도그(1652A, 1652B)는 Y 축선(1670)과 구동 출력 디스크(545)의 종방향 축선(미도시)을 포함하는 평면에 대해 거울 대칭성을 가진다. 구동 출력 디스크(545)의 종방향 축선은 중심 포스트(1653)의 중심에서 축선(1670)과 축선(1671)의 모두에 대해 수직이다.

[0187] 구동 도그(1652A, 1652B)의 각각은 X 축선(1671)과 구동 출력 디스크(545)의 종방향 축선을 포함하는 평면에 대해 거울 대칭성을 가진다. 이 평면은 구동 도그(1652A, 1652B)의 각각을 이등분한다.

[0188] 구동 도그(1652A, 1652B)의 치수는 강도 요건들에 기초하여 선택된다. 이 출원에 있어서의 구동 도그(1652A, 1652B)의 길이(반경방향 중심으로부터 에지까지의)는 디스크(545)의 중심의 정렬 피처들/회전방지 피처들의 치수 구속조건들에 의해 결정되고, 구동 도그(1652A, 1652B)의 높이는 제1 예압력과 제2 예압력의 양자 모두의 작용하에서 중간 디스크(653)와의 적절한 결합을 보장하면서 기구의 치수 및 하중을 감소시키도록 최소화된다.

[0189] 구동 도그(1652A)는 구동 도그(1652B)와 동일하므로, 구동 도그(1652A)의 특징들만이 상세하게 설명된다. 구동 도그(1652A)의 설명이 구동 도그(1652B)에 직접적으로 적용될 수 있으므로, 그 설명이 구동 도그(1652B)에 대해

반복되지 않는다.

[0190] 구동 도그(1652A)는 제1 부분(1652A1) 및 제2 부분(1652A2)을 가진다. 제1 부분(1652A1)은 원위측으로 원위 단부면(1656)으로부터 제2 부분(1652A2)까지 연장된다. 제2 부분(1652A2)은 제1 부분(1652A1)으로부터 원위 방향으로 연장된다.

[0191] 구동 도그(1652A)의 제1 부분(1652A1)은 직육면체이며, 따라서 예컨대 측면(1652s2, 1652s4)과 같은, 원위 단부면(1656)으로부터 연장된 4개의 직선형 측면을 가진다. 여기서, 직선형이라는 것은 구동 도그(1652A)의 종방향 축선과 X 축선(1671) 및 Y 축선(1670) 중의 하나를 포함하는 평면에 실질적으로 평행하다는 것을 의미한다. 선택되는 축선은 고려되고 있는 직육면체의 측면에 따라 좌우된다. 실질적으로 평행하다는 것은 제조 공차 내에서 평행하다는 것을 의미한다.

[0192] 제2 부분(1652A2)(도 16d)은 곡선형 표면인 2개의 대향하는 측면(1652cy12, 1652cy14)을 포함한다. 하나의 양태에 있어서, 곡선형 표면은 예컨대 실린더(1658)의 외면의 일부와 같은, 원호형 단면의 일부이다. 측면(1652cy12, 1652cy12)은 에지(1652e1, 1652e2)를 포함하고, 도 16d의 지면으로부터 나오는 2개의 평행한 평면에 의해 교차되는 실린더의 섹션의 외면들이다. 따라서, 측면(1652cy12, 1652cy14)은 곡선형 표면이다.

[0193] 하나의 양태에 있어서, 실린더(1658)는 0.125 in의 직경을 가진다. 실린더(1658)의 축선은 도 16d의 지면으로부터 뻗어 나온다. 이 양태에 있어서, 제2 부분(1652A2)의 다른쪽 2개의 측면은 직선형 측면이다. 다른 두 측벽은 직선형 면이다.

[0194] 하나의 양태에 있어서, 구동 출력 디스크(545)는 사출성형된 디스크이다. 구동 출력 디스크(545)는 폴리카보네이트, 폴리페닐설휤(PPSU), 폴리에틸렌이민(PEI) 등으로부터 제작될 수 있다

[0195] 도 17은 살균 어댑터 어셈블리(250)의 또 다른 도면이다. 살균 드레이프(미도시)가 림(1751)에 고정 부착된다. 예컨대, 양면 테이프에 의해 부착된다. 살균 드레이프는 공지되어 있으므로, 상세히 설명하지 않는다. 예를 들어, 모두가 여기에 참조되는 미국 특허 US 7,666,191 B2(2005년 12월 20일 출원), 미국 특허 US 7,699,855 B2(2006년 3월 31일 출원), 미국 특허출원 공개 US 2011/0277775 A1(2010년 8월 12일 출원) 및 미국 특허출원 공개 US 2011/0277776 A1(2010년 8월 12일 출원)을 참조. 살균 드레이프가 수술 과정 중에 살균 영역을 유지하기 위해 시스템(200)의 적어도 일부를 가리는 한편, 살균 어댑터 어셈블리(250)는 또한 수술 기구(260)와 그것의 연계된 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 사이의 정밀한 기계적 인터페이스와 함께 효율적이고 간단한 기구 교체를 제공한다.

[0196] 전술한 바와 같이, 가동 바디(651C)는 근위 및 원위 방향으로 이동할 수 있도록, 즉 살균 어댑터 프레임(651)에 대해 제1 방향으로 그리고 제1 방향의 반대인 제2 방향으로 이동할 수 있도록 살균 어댑터 프레임(651) 내에 장착된다. 도 17a에서, 가동 바디(651C)는 최원위 포지션에 있다. 가동 바디(651C)는 복수의 중간 디스크(653 P)의 각각의 중간 디스크(653)를 위한 리셉터클을 구비한다. 가동 바디(651C)는 또한 복수의 하드 스톱 리셉터클(1757)을 구비한다. 각각의 중간 디스크(653)는 원통형 바디를 가진다.

[0197] 하나의 양태에 있어서, 살균 어댑터 프레임(651), 가동 바디(651C) 및 복수의 중간 디스크(653P)의 각각은 사출성형에 의해 제작된다. 살균 어댑터 프레임(651), 가동 바디(651C) 및 복수의 중간 디스크(653P)에 적합한 재료는 폴리카보네이트, 폴리페닐설휤(PPSU), 폴리에틸렌이민(PEI) 등을 포함한다.

[0198] 각각의 중간 디스크(653)는 가동 바디(651C) 내의 대응하는 리셉터를 내에 장착된다. 각각의 중간 디스크(653)는 리셉터를 내에서 회전할 수 있고, 리셉터를 내에서 원위측 및 근위측으로 이동할 수 있다. 도 17a에서, 중간 디스크(653)는 최원위 포지션에 있다. 도 17b는 중간 디스크 리셉터클(1766) 및 중간 디스크(653)를 보여주는 가동 바디(651C)의 일부분의 확대도이다. 중간 디스크(653)는 당해 중간 디스크(653)의 외측면으로부터 연장되고 당해 중간 디스크(653)의 근위 단부면으로부터 연장되는 텁(1767)을 가진다(도 18a 참조). 중간 디스크(653)는 중간 디스크 하드 스톱(1761)과 연계된다고 한다. 이는 텁(1767)이 하드 스톱(1761)과 접촉할 수 있고, 접촉 시에 중간 디스크(653)의 회전이 정지된다.

[0199] 수술 기구(260)가 살균 어댑터 어셈블리(250) 상에 장착될 때, 중간 디스크(653)는 가동 바디(651C)에 대해 근위측으로 변위된다. 이 포지션에서, 텁(1767)의 최원위 부분 즉 텁(1767)의 바닥부는, 중간 디스크(653)가 자유롭게 회전하고 하드 스톱(1761)과 접촉하지 않도록, 하드 스톱(1761)의 최근위 부분 즉 하드 스톱(1761)의 정상부 위에 있다.

[0200] 도 18a 및 18b는 중간 디스크(653)의 중간 피동 인터페이스(655)(도 18a) 및 중간 구동 인터페이스(756)(도

18b)를 도시한 도면이다. 중간 피동 인터페이스(655)(도 18a)는 중간 디스크(653)의 근위 단부 상에 있다. 중간 피동 인터페이스(655)는 제1 정렬 리셉터를 및 제2 정렬 리셉터를을 포함한다. 이 양태에 있어서, 제1 정렬 리셉터를은 중심 포스트 리셉터를(1853)과 텁 리셉터를(1854)의 조합이다. 제2 정렬 리셉터를은 핀 리셉터를(1855)이다.

[0201] 중심 포스트 리셉터를(1853)과 텁 리셉터를(1854)의 조합은, 중심 포스트(1653)와 텁(1654)이 리셉터를(1853)과 리셉터를(1854)과 각각 정렬될 때, 중심 포스트(1653)와 텁(1654)의 조합과 정합하도록 구성된다. 마찬가지로, 핀 리셉터를(1855)은, 핀(1655)과 핀 리셉터를(1855)이 정렬될 때, 핀(1655)과 정합하도록 구성된다. 따라서, 구동 출력 디스크(545)는, 당해 구동 출력 디스크(545)의 정렬 요소들이 중간 디스크(653)의 정렬 리셉터를들과 정렬될 때, 하나의 배향에서만 중간 디스크(653)와 정합할 수 있다.

[0202] 중간 피동 인터페이스(655)는 또한 2개의 구동 도그 리셉터를(1852A, 1852B)을 포함한다. 도 18a에 도시된 바와 같이, 구동 도그 리셉터를(1852A, 1852B)은 Y 축선(1870)과 중간 디스크(653)의 종방향 축선(미도시)을 포함하는 평면에 대해 거울 대칭성을 가진다. 중간 디스크(653)의 종방향 축선은 축선(1870)과 축선(1871)의 모두에 대해 수직이다.

[0203] 리셉터를(1852A, 1852B)의 각각은 X 축선(1871)과 중간 디스크(653)의 종방향 축선(미도시)을 포함하는 평면에 대해 거울 대칭성을 가진다. 이 평면은 구동 도그 리셉터를(1852A, 1852B)의 각각을 이등분한다.

[0204] 각각의 구동 도그 리셉터를은 중간 디스크(653)의 종방향 축선으로부터 동일한 거리(Rcpt)에 내측 에지면을 가진다. 내측 에지면은, 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 구동 도그 리셉터를의 제3 측면을 형성한다. 구동 도그 리셉터를(1852A)은 구동 도그 리셉터를(1852B)과 동일하기 때문에, 구동 도그 리셉터를(1852A)의 특징들만이 상세하게 설명된다. 구동 도그 리셉터를(1852A)의 설명이 구동 도그 리셉터를(1852B)에 직접적으로 적용될 수 있으므로, 그 설명이 구동 도그 리셉터를(1852B)에 대해 반복되지 않는다.

[0205] 구동 도그 리셉터를(1852A)은 4개의 측면에 의해 한정될 수 있다. 하나의 양태에 있어서, 제1 측면은 실재하지 않으므로, 제1 측면은 개방되었다고 한다. 개방 측벽의 사용은 단지 예시이며 한정하려는 의도가 아니다. 어떤 양태에 있어서, 제1 측벽은 실체의 측벽일 수 있다. 제2 및 제4 측면은 제1 측면에 대해 수직인 벽들이다. 제3 측면은 제2 및 제4 측면에 대해 수직인 벽이다. 따라서, 이 양태에 있어서, 구동 도그 리셉터를(1852A)은 중간 디스크(653)의 외부 근위 에지면(1856)으로부터 원위측으로 중간 디스크(653) 내로 구동 도그 리셉터를(1852A)의 바닥면(1857)까지 연장되는 3개의 측벽에 의해 한정된다. 개방 측면 반대편인 제3 측벽은 외부 근위 에지면(1856)으로부터 바닥면(1857)까지 연장되는 직선형 벽이다. 2개의 대향벽 즉 제2 및 제4 측벽은, 후술하는 바와 같이, 2개의 부분 즉 직선형 벽부 및 경사형 벽부를 가진다.

[0206] 도 18c는 X 축선(1871)에 수직한 중심선을 따라 절단된 구동 도그 리셉터를(1852A)의 단면도이다. 구동 도그 리셉터를(1852A)은 제1 부분(1852A1) 및 제2 부분(1852A2)으로 나누어진다. 제1 부분(1852A1)은 중간 디스크(653) 내로 외부 근위면(1856)으로부터 제2 부분(1852A2)까지 연장된다. 제2 부분(1852A2)은 중간 디스크(653) 내로 제1 부분(1852A1)으로부터 구동 도그 리셉터를(1852A)의 바닥면(1857)까지 추가로 연장된다.

[0207] 구동 도그 리셉터를(1852A)의 제1 부분(1852A1)을 한정하는 대향벽들은 직선형 벽(1852s2, 1852s4)이다. 일반적으로, 제1 부분(1852A1)의 높이는, 구동 출력 디스크(545)의 원위 에지면과 중간 디스크(653)의 근위 에지면 사이에 약간의 공간이 존재하도록, 구동 도그(1652A)의 제1 부분(1652A1)의 높이보다 작다.

[0208] 제2 부분(1852A2)(도 18c)은 웨지 형상의 외부 측면의 일부인 2개의 대향 측벽(1852w2, 1852w4)에 의해 한정된다(즉, 측면(1852w2, 1852w4)은 경사진 평탄면이다). 측벽(1852w2, 1852w4)은 각도(a)로 대향하고 있다. 측면(1852w2, 1852w4)은 2개의 평행한 평면(예컨대 선(1852e1)을 포함하는 평면과 바닥면(1857)을 포함하는 평면)에 의해 교차되는 웨지 형상의 표면 부분들이다. 2개의 평면들은 모두 도 18c의 지면으로부터 나오는 평면들이다.

[0209] 하나의 양태에 있어서, 웨지의 부분은, 구동 도그(1652A)의 원위 단부가 리셉터를(1852A) 내에 완전히 삽입될 때, 구동 도그(1652A)의 원위 단부면이 바닥면(1857)에 접촉하지 않고, 실린더(1658)의 원통형 측벽 부분들이 경사형 측벽(1852w2, 1852w4)과 접촉하도록 선택된다. 하나의 양태에 있어서, 0.125 in 직경의 실린더의 경우, 각도(a)는 30도이고, 따라서 측벽(1852w2, 1852w4)은 30도 웨지 형상의 측면들의 일부분들이다.

[0210] 살균 어댑터 어셈블리(250)가 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 상에 장착될 때, 중간 디스크(653) 상의 중간 피동 인터페이스(655)의 배향에 대한 구동 출력 디스크(545) 상의 구동 인터페이스(557)의 배향은 알지 못한다. 하지만, 2개의 인터페이스의 상대적인 배향에 상관없이, 구동 출력 디스크(545) 상의 예압력은, 중간 디스크

(653)가 가동 바디(651C)의 리셉터클(1766)(도 17b) 내의 최원위 포지션에 포지셔닝되도록, 예컨대, 중간 디스크(653)가 제1 축선방향 포지션에 있도록, 중간 디스크(653)를 원위측으로 민다. 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 수술 기구(260)가 살균 어댑터 어셈블리(250) 내에 장착될 때, 중간 디스크(653)는 근위측으로 제2 축선방향 포지션으로 변위된다.

[0211] 전술한 바와 같이, 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)에 살균 어댑터 어셈블리(250)를 부착함으로써 플런저(546)가 눌러진 후에, 구동 출력 디스크(545)가 회전된다. 구동 출력 디스크(545)와 중간 디스크(653)가 접촉 상태에 있고 부분적으로 연결되어 있기 때문에, 구동 출력 디스크(545)의 회전은 중간 디스크(653)를 회전시킨다. 따라서, 인터페이스(557)와 인터페이스(655)가 정렬되어 정합하거나, 중간 디스크(653) 상의 템(1767)이 하드 스탬(1761)과 접촉한다. 템(1767)이 하드 스탬(1761)과 접촉할 때는, 중간 디스크(653)의 회전이 정지된다. 인터페이스(557)와 인터페이스(655)가 정합되지 않고 중간 디스크(653)의 회전이 정지될 때, 구동 출력 디스크(545)는 2개의 인터페이스가 정합될 때까지 계속해서 회전한다. 따라서, 그 결과 디스크(545)와 디스크(653)가 연결되고, 구동 출력 디스크(545)의 회전이 하드 스탬(1761)에서 정지된다. 제어 시스템은 구동 출력 디스크(545)의 배향을 결정하는 데 구동 출력 디스크(545)의 회전의 정지를 이용한다. 2개의 디스크가 하드 스탬(1761)에 도달하기 전에 정합되는 경우에는, 하드 스탬(1761)에 도달했을 때, 2개의 정합된 디스크의 회전이 정지된다는 것에 유의해야 한다.

[0212] 도 18d는 구동 출력 디스크(545) 상의 구동 인터페이스(557)가 중간 디스크(653) 상의 중간 피동 인터페이스(655)와 부분적으로 연결된 후에 저 예압력하에 구동 도그 리셉터클(1852A) 내에 삽입된 구동 도그(1652A)를 도시하고 있는 단면도이다. 전술한 바와 같이, 구동 도그(1652A)는 직선형 측면들을 갖는 제1 부분(1652A1)을 가진다. 제1 부분(1652A1)의 직선형 측면들은 전술한 바와 같이 제2 부분(1652A2) 즉 원통형 텁으로 합쳐진다. 구동 도그 리셉터클(1852A)도 직선형 배부 측벽들을 갖는 제1 부분(1852A1)을 가진다. 제1 부분(1852A1)은 전술한 바와 같이 경사형 내벽들을 갖는 제2 부분(1852A2)으로 합쳐진다.

[0213] 구동 도그(1652A)의 원위부의 2개의 측면 상의 곡선형 표면들과 구동 도그 리셉터클(1852A)의 원위부의 2개의 대응하는 2개의 측면 상의 경사형 측벽(경사형 측벽이 곡선형 측면에 대해 접선방향인)은 단지 예시이며 한정하려는 의도가 아니다. 고 예압력 즉 제2 예압력하에서 수술 과정 중에 사용되는 토크 레벨에 대해 구동 출력 디스크(545)와 중간 디스크(653) 사이에 회전 방향으로 제로 백래시가 존재하고, 2개의 디스크 사이의 인터페이스가 각도 오정렬을 보정하기만 한다면, 구동 도그(1652A)의 원위부 및 구동 도그 리셉터클(1852A)의 대응하는 원위 벽부에 다른 표면들이 사용될 수도 있을 것이다.

[0214] 리셉터클(1852A)의 경사형 벽들과 구동 도그(1652A)의 제2 부분(1652A2) 상의 원통형 표면들로 인해, 2개의 디스크가 부분적으로 연결되어 있는 동안에 토크/운동이 구동 출력 디스크(545)에 의해 전달될 때 2개의 디스크가 적절하게 기능하도록 구동 출력 디스크(545)와 중간 디스크(653)를 제자리에 유지시키기 위해서는 적당한 힘이 요구된다. 이 힘이 없을 때는, 적용된 토크가 구동 출력 디스크(545)와 중간 디스크(653)를 분리시킬 수 있기 때문에, 구동 출력 디스크(545)와 중간 디스크(653)가 분리될 수 있다.

[0215] 이러한 저 예압력하에서의 분리를 방지하기 위해, 전술한 바와 같이, 구동 도그(1652A)와 구동 도그 리셉터클(1852A)은 모두 직선형 벽들을 구비한 제1 부분들을 가진다. 구동 도그(1652A)와 구동 도그 리셉터클(1852A)이 토크에 의해 분리되기 시작할 때, 직선형 벽부들이 도 18d에 도시된 바와 같이 서로 접촉하게 된다. 이 시점에서, 구동 도그(1652A)와 구동 도그 리셉터클(1852A)은 더 이상 자신들을 분리시킬 수 없고, 공지된 또는 제어된 레벨의 백래시를 가진 상태에서 또한 구동 도그(1652A)가 구동 도그 리셉터클(1852A) 내에 완전히 삽입되어 완전히 연결되는 일없이, 운동이 계속될 수 있다. 하나의 양태에 있어서, 저 예압력 하에서, 공지된 레벨의 백래시는 1.13도이다. 따라서, 구동 출력 디스크(545)와 중간 디스크(653) 사이의 부분적 연결은 저 예압력하에서 공지된 레벨의 백래시를 가진다.

[0216] 또한, 도 18d에 도시된 바와 같이, 샤프트 구동 디스크(545)와 중간 디스크(653)에 의해 구동되는 샤프트 사이의 작은 양의 오정렬은 허용될 수 있다. 또한, 각도 오정렬은 도 18d의 지면을 출입하는 혼합형 실린더(1658)의 축선에 의해 한정되는 방향에서는 허용될 수 있다.

[0217] 구동 도그(1652A)와 구동 도그 리셉터클(1852A)이 고 예압력, 예컨대 제2 예압력하에서 서로 정합될 때는, 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 2개의 디스크 사이의 인터페이스에는 어떠한 백래시도 존재하지 않는다. 제2 예압력은 토크/운동이 적용될 때 구동 도그(1652A)와 구동 도그 리셉터클(1852A)이 물리적으로 다시 떨어져 분리되는 것을 방지하기에 충분하다. 따라서, 이 조인트는 백래시 없이 토크/운동을 전달할 수 있다. 제2 예압력하에서, 구동 출력 디스크(545)와 중간 디스크(653) 사이의 연결은 수술 과정에 사용되는 토크 레벨에 대해

제로 백래시를 가진다.

[0218] 도 18b는 중간 디스크(653)의 원위 단부 상의 중간 구동 인터페이스(756)의 상세도이다. 중간 구동 인터페이스(756)는 구동 도그(1862A, 1862B) 및 결합 구조부(1863C)를 포함한다.

[0219] 구동 도그(1862A, 1862B)의 각각은 구동 도그(1652A, 1652B)의 각각에 대등한 구조이다. 구체적으로는, 구동 도그(1862A, 1862B)의 각각은 원위 단부면(1866)으로부터 원위측으로 돌출한다. 구동 도그(1862A, 1862B)의 각각의 내측 에지는 원위 단부면(1866)의 종방향 축선으로부터 동일한 반경방향 거리를 가진다. 또한, 각각의 구동 도그(1862A, 1862B)는 원위 단부면(1866)의 원주 에지에 인접해 있다. 반경방향 등거리의 구동 도그(1862A, 1862B)의 조합과 원주 에지에 인접한 구동 도그(1862A, 1862B)의 포지셔닝은 구동 도그(1862A, 1862B)가 피동 디스크(964)에 토크/운동을 효과적으로 전달하는 것을 가능하게 해준다.

[0220] 도 18b에 도시된 바와 같이. 구동 도그(1862A, 1862B)는 X 축선(1871)과 중간 디스크(653)의 종방향 축선(미도시)을 포함하는 평면에 대해 거울 대칭성을 가진다. 중간 디스크(653)의 종방향 축선은 축선(1870)과 축선(1871)의 교점에서 축선(1870)과 축선(1871)의 모두에 대해 수직이다.

[0221] 구동 도그(1862A, 1862B)의 각각은 Y 축선(1870)과 중간 디스크(653)의 종방향 축선(미도시)을 포함하는 평면에 대해 거울 대칭성을 가진다. 이 평면은 구동 도그들을 이등분한다.

[0222] 구동 도그(1862A)는 구동 도그(1862B)와 동일하므로, 구동 도그(1862A)의 특징들만이 상세하게 설명된다. 구동 도그(1862A)의 설명이 구동 도그(1862B)에 직접적으로 적용될 수 있으므로, 그 설명이 구동 도그(1862B)에 대해 반복되지 않는다.

[0223] 구동 도그(1862A)의 원통형 측벽부들과 구동 도그(1862B)의 직선형 벽부들은 구동 도그(1652A)의 대응하는 부분들과 동일하므로, 이들 부분의 설명은 여기서 반복되지 않는다. 도 18b에 도시된 바와 같이, 립(1862L)이 구동 도그(1862A)의 제2 부분의 원위 단부로부터 반경방향 외측으로 연장된다. 2개의 측벽(1862s2, 1862s4)은 측벽(1862s1)에 대해 수직이고, 립(1862L)이 측벽(1862s1)으로부터 반경방향 외측으로 연장된다. 립(1862L)은 중간 디스크(653)를 가동 바디(651C) 내에 유지시키는 유지용 피처(retention feature)이다.

[0224] 결합 구조부(1863C)는, 이 양태에 있어서, 개방된 3차원 구조부이다. 이 개방된 3차원 구조부는, 이 양태에 있어서, 중간 디스크(653)의 종방향 축선과 축선(1871)을 포함하는 평면에 대해 거울 대칭성을 가진다. 여기서, 개방된 3차원 구조부란 폐쇄된 외주부를 갖지 않는, 즉 외부 측면이 내부 측면과 만나게 되는 개구부가 존재하는 3차원 구조부를 의미한다. 도 18d의 실시예에 있어서, 개방된 3차원 구조부는 2개의 부분, 즉 대체로 3차원 문자 C자형 구조부 및 2개의 벽(1863A, 1863B)을 포함한다. 또한, 여기에서 대체로 3차원 문자 C자형 구조부란 그 구조부를 보았을 때 3차원 문자 C자형 구조부로 인식되는 3차원 구조부이다.

[0225] 3차원 문자 C자형 구조부(1863C)는 일정 높이, 제1 단부(1863C1) 및 제2 단부(1863C2)를 가진다. 구조부(1863C)의 높이는 중간 디스크(653)의 원위면이라 지칭될 수 있는 중간 디스크(653)의 원위 단부면(1866)으로부터 구조부(1863C)의 최원위 단부면 또는 최원위 에지까지 원위측으로 형성된다. 제1 단부(1863C1)와 제2 단부(1863C2)는 C자형 구조부(1863C)의 개구부를 한정한다. 축선(1871)은, 이 양태에 있어서, 제1 단부(1863C1)와 제2 단부(1863C2)로부터 등거리에 있고, C자형 구조부(1863C)의 중심선이다.

[0226] C자형 구조부(1863C)는 원형 트랙인 개방된 3차원 구조부의 한 예이다. 원형 트랙은 제1 높이, 제1 단부 및 제2 단부를 가진 제1 원주 색션, 예컨대 C자형 구조부의 바디를 포함한다. 원형 트랙은 또한 제1 원주 색션의 제1 단부와 제2 단부 사이의 제2 원주 색션, 예컨대 C자형 구조부의 단부들 사이의 갭을 포함한다. 제2 원주 색션은 제2 높이를 가진다. 제2 높이는 제1 높이보다 작다. 원형 트랙의 중심선은 원형 트랙의 중심을 통과하고, 제1 단부와 제2 단부로부터 등거리이다.

[0227] 벽(1863A)은 제1 단부(1863C1)에 맞닿아 원위 단부면(1866)의 원주 에지를 향해 연장된다. 벽(1863B)은 제2 단부(1863C2)에 맞닿아 원위 단부면(1866)의 원주 에지를 향해 연장된다. 벽(1863)과 벽(1863B)은 동일한 높이를 가진다. 벽(1863)과 벽(1863B)의 높이는 중간 디스크(653)의 원위 단부면(1866)으로부터 벽(1863)과 벽(1863B)의 최원위 단부면 또는 최원위 에지까지 원위측으로 형성된다. 벽(1863)과 벽(1863B)의 높이는 C자형 구조부(1863C)의 높이보다 작다.

[0228] 도 18a 및 18b에 도시된 바와 같이, 구동 도그 리셉터를(1852A, 1852B)을 이등분하는 축선, 즉 X 축선(1871)은 구동 도그(1862A, 1862B)를 이등분하는 축선에 대해 수직이다. 모든 디스크들이 디스크 스택(1400A) 내에서 정합될 때, 중간 디스크(653)와 피동 디스크(864)에 대해 허용되는 회전의 축선은 중간 디스크(653)와 구동 출력

디스크(545)에 대해 허용되는 회전의 축선에 대해 90도이다. 다시 말해, 중간 디스크(653)의 구동 도그 리셉터 클(1852A, 1852B)의 각각은 제1 평면에 의해 이등분되도록 포지셔닝된다. 중간 디스크(653)의 구동 도그(1862A, 1862B)의 각각은 제2 평면에 의해 이등분되도록 포지셔닝된다. 제1 평면은 제2 평면에 대해 수직이다.

[0229] 중간 디스크(653)와 구동 출력 디스크(545) 사이의 인터페이스들의 연결이 제1 조인트를 형성하는 한편, 중간 디스크(653)와 피동 디스크(964) 사이의 인터페이스들의 연결이 제2 조인트를 형성한다. 이 2개의 작동 조인트들이 함께 시스템이 회전하고 운동/토크를 전달할 때 각도 오정렬을 수용한다. 이 2개의 조인트는 한 세트의 U-조인트들처럼 작동한다.

[0230] 도 19a는 피동 디스크(964)의 근위 단부 상의 피동 인터페이스(980)를 도시한 도면이다. 피동 인터페이스(980)는 결합 리셉터클, 구동 도그 리셉터클(1952A, 1952B) 및 회전 방지 요소(1980)를 포함한다. 이하에 보다 완전하게 설명되는 바와 같이, 회전 방지 요소(1980)는 회전 잠금 기구(1981)를 포함한다.

[0231] 구동 도그 리셉터클(1952A, 1952B)은 X 축선(1971)과 피동 디스크(964)의 종방향 축선(미도시)을 포함하는 평면에 대해 거울 대칭성을 가진다. 피동 디스크(964)의 종방향 축선은 축선(1970)과 축선(1971)의 교점에서 축선(1970)과 축선(1971)의 모두에 대해 수직이다. 구동 도그 리셉터클(1952A, 1952B)의 각각은 Y 축선(1970)과 피동 디스크(964)의 종방향 축선을 포함하는 평면에 대해 거울 대칭성을 가진다. 이 평면은 구동 도그 리셉터클들을 이등분한다. 각각의 구동 도그 리셉터클은 피동 디스크(964)의 종방향 축선으로부터 동일한 거리(Rcpt2)에 내측 에지면을 가진다. 구동 도그 리셉터클(1952A)은 구동 도그 리셉터클(1952B)과 동일하기 때문에, 구동 도그 리셉터클(1952B)의 특징들만이 상세하게 설명된다. 구동 도그 리셉터클(1952B)의 설명이 구동 도그 리셉터클(1952A)에 직접적으로 적용될 수 있으므로, 그 설명이 구동 도그 리셉터클(1952A)에 대해 반복되지 않는다.

[0232] 구동 도그 리셉터클(1952B)은 4개의 측면에 의해 한정될 수 있다. 제2 및 제4 측면은 제1 측면에 대해 수직인 벽들이다. 제3 측면은 제2 및 제4 측면에 대해 수직인 벽이다. 하지만, 이 양태에 있어서, 4개의 측면 중 제1 측면은 실재하지 않으므로, 개방된 제1 측면이라 지칭된다. 개방 측벽의 사용은 단지 예시이며 한정하려는 의도가 아니다. 어떤 양태에 있어서, 제1 측벽은 실체의 측벽일 수 있다.

[0233] 따라서, 이 양태에 있어서, 구동 도그 리셉터클(1952B)은 각각이 피동 디스크(964)의 외부 근위 에지면(1956)으로부터 구동 도그 리셉터클(1952B)의 바닥면(1957)까지 연장되는 3개의 측벽에 의해 한정된다. 개방 측면 반대편인 제3 측벽은 외부 근위 에지면(1956)으로부터 바닥면(1957)까지 연장되는 직선형 벽이다. 2개의 대향벽 즉 제2 및 제4 측벽은 2개의 부분 즉 직선형 벽부(1952s2, 1952s4) 및 경사형 벽부(1952w2, 1952w4)를 가진다.

[0234] 따라서, 구동 도그 리셉터클(1952B)은 제1 부분(1952B1) 및 제2 부분(1952B2)으로 나누어진다. 제1 부분(1952B1)은 피동 디스크(964) 내로 외부 근위 에지면(1956)으로부터 제2 부분(1952B2)까지 연장된다. 제2 부분(1952B2)은 피동 디스크(964) 내로 제1 부분(1952B1)으로부터 구동 도그 리셉터클(1952B)의 바닥면(1957)까지 추가로 연장된다. 구동 도그 리셉터클(1952B)의 또 다른 특징들은 구동 도그 리셉터클(1852A)에 대해 전술한 특징들과 동일하므로, 그 설명이 구동 도그 리셉터클(1953B)에 적용가능하여, 여기에 반복하지 않는다.

[0235] 결합 리셉터클(1963)은, 이 양태에 있어서, 피동 디스크(964)의 근위 단부에 형성된 개방된 3차원 그루브를 포함한다. 개방된 3차원 그루브는 외부 근위 에지면(1956)으로부터 원위측으로 피동 디스크(964) 내로 연장된다. 여기서, 개방된 3차원 그루브란 폐쇄된 내측 및 외측 외주부를 갖지 않는 3차원 그루브를 의미한다. 도 19a의 실시예에 있어서, 개방된 3차원 그루브는 폭과 깊이를 갖는 대체로 3차원 문자 C자형 그루브(1963C)이다

[0236] 3차원 문자 C자형 그루브(1963C)는 제1 단부(1963C1) 및 제2 단부(1963C2)를 가진다. 제1 단부(1963C1) 및 제2 단부(1963C2)는 각각 제1 캡(1963A) 및 제2 캡(1963B)만큼 회전 방지 요소(1980)로부터 떨어져 있다.

[0237] 이 양태에 있어서, 회전 방지 요소(1980)는 한쪽 단부에 회전 잠금 기구(1981)를 갖는 플렉서(1980F)를 포함한다. 이 양태에 있어서, 플렉서(1980F)는 피동 디스크(964)의 근위 단부의 중심 영역으로부터 피동 디스크(964)의 측벽을 향해 반경방향 외측으로 연장된다. 중심 영역은 C자 형상 그루브(1963C)에 의해 한정된다. 회전 잠금 기구(1981)는 플렉서(1980F)의 한쪽 단부로부터 원위 방향으로 연장된다. 회전 잠금 기구(1981)는 디스크(964)의 측벽의 일부를 형성한다. 이 양태에 있어서, 회전 잠금 기구(1981)의 최원위 단부는 탱(tang)이다.

[0238] 도 19b는 구동 인터페이스 어셈블리(961)의 바디(1985)의 일부를 도시한 도면이다. 바디(1985)는 피동 디스크 리셉터클(1986)을 포함한다. 복수의 기어 톱니(1987)가 피동 디스크 리셉터클(1986)의 바닥면으로부터 근위 방향으로 돌출한다. 바디(1985)는 복수의 피동 디스크(964P)의 각각의 피동 디스크(964)를 위한 피동 디스크 리

셉터클(1986)을 포함한다.

[0239] 전달 유닛(965)의 샤프트(1466)는 피동 디스크(964) 내로 연장되는 근위 단부를 가진다. 피동 디스크(964)는 피동 디스크 리셉터클(1986) 내에 포지셔닝되어 피동 디스크 리셉터클(1986) 내에서 회전할 수 있도록 샤프트(1466)의 근위 단부 상에 장착된다.

[0240] 수술 기구(260)가 처음에 살균 어댑터 어셈블리(250) 내에 장착될 때, 피동 인터페이스 어셈블리(961) 내의 피동 디스크(964)는, 중간 디스크(653)가 자유롭게 회전할 수 있도록, 예컨대 중간 디스크(653) 상의 탭(1767)이 근위측으로 이동되어, 중간 디스크(653)가 회전할 때 탭(1767)이 더 이상 하드 스톱(1761)과 접촉하지 않도록, 살균 어댑터 어셈블리(250) 내의 중간 디스크(653)를 가동 바디(651C)에 대해 근위측으로 만다. 일반적으로, 수술 기구(260)가 처음에 살균 어댑터 어셈블리(250) 내에 장착될 때, 살균 어댑터 어셈블리(250) 내의 중간 디스크(653)의 중간 구동 인터페이스(756)는 피동 디스크(964)의 피동 인터페이스(980)와 정렬되지 않는다. 따라서, 중간 디스크(653)와 피동 디스크(964)는 정합되지 않는다. 도 20a는 중간 디스크(653)와 피동 디스크(964)가 부분 접촉 상태에 있는, 즉 부분적으로 연결될 때의 절결도이다.

[0241] 중간 디스크(653)와 피동 디스크(964)가 접촉하게 되어 부분적으로 연결될 때, C자형 구조부(1863C)가 C자형 그루브(1963C) 내에 부분적으로 삽입된다. 하지만, 벽(1863A)이 캡(1963A)과 정렬되지 않고, 벽(1863B)이 캡(1963B)과 정렬되지 않는다. 따라서, 벽(1863A, 1863B)이 피동 디스크(964)의 근위 외부 에지면(1956)과 접촉할 때까지, C자형 구조부(1863C)만 C자형 그루브(1963C) 내로 진입한다.

[0242] C자형 구조부(1863C)의 일부는 플렉서(1980F) 상에 지지되고, 플렉서(1980F)를 원위 방향으로 휘어지게 만든다. 플렉서(1980F)의 흄은, 탱(1981T)이 피동 디스크 리셉터클(1986)의 바닥면 상의 톱니(1987)와 결합하도록, 회전 잠금 기구(1981)를 원위측으로 이동시킨다. 탱(1981T)과 톱니(1987)의 결합이 피동 디스크(964)가 회전하는 것을 방지한다.

[0243] 따라서, 피동 디스크(964)가 고정 유지되고, 중간 디스크(653)가 회전됨에 따라, 벽(1863A, 1863B)이 각각 캡(1963A, 1963B)과 정렬되고, 예압력이 C자형 구조부(1863C)가 C자형 그루브(1963C) 내로 완전히 삽입되고, 벽(1863A, 1863B)이 각각 캡(1963A, 1963B) 내로 삽입되게 만든다. 또한, 구동 도그의 각각이 대응하는 구동 도그 리셉터클 내로 삽입된다. C자형 구조부(1863C)가 더 이상 플렉서(1980F)를 밀지 않기 때문에, 플렉서(1980F)는 휘어지지 않은 상태로 복귀한다(도 20b). 이는 톱니(1987)로부터 탱(1981T)을 결합해제시키므로, 피동 디스크(964)는 회전할 수 있다. 따라서, 피동 디스크(964)는 토크가 샤프트(1466)로 전달되도록 중간 디스크(653)와 연결된다.

[0244] 플렉서(1980F)는 단지 예시이며 한정하려는 의도가 아니다. 예를 들어, 스프링 장전식 핀(spring-loaded pin)이 피동 디스크(964)에 포함되어, 중간 디스크(653)와 피동 디스크(964)가 연결되기까지 C자형 구조부(1863C)가 스프링 장전식 핀을 누르도록 할 수 있을 것이다. 눌러진 핀이 한쪽 단부에 탱을 구비한 피동 디스크(964)의 원위 단부의 플렉서를 밀 수 있을 것이다. 탱은 플렉서 상에 작용하는 힘이 제거될 때까지 톱니(1987)와 결합되어 있을 것이다. 대안적으로, 스프링 장전식 핀이 회전을 방지하도록 톱니(1987)와 결합될 수도 있을 것이다.

[0245] 수술 기구(260)가 살균 어댑터 어셈블리(250) 상에 장착되고, 중간 디스크가 피동 디스크와 연결된 후에, 운동/토크가 구동 유닛 어셈블리(541)로부터 수술 기구(260) 내의 전달 유닛으로 전달될 수 있다. 하지만, 전술한 바와 같이, 스프링(1601)의 압축에 의해 공급되는 제1 예압력하에서는, 디스크 스택(1400) 내에 약간의 백래시가 존재한다.

[0246] 제1 예압력하에서, 중간 디스크(653)와 피동 디스크(964) 사이의 연결 및 구동 출력 디스크(545)와 중간 디스크(653) 사이의 연결은 2개의 디스크를 정렬되게 만드는 데 필요한 토크 레벨에 대해 공지된 논제로 백래시를 가진다. 하지만, 더 낮은 토크 레벨에 대해서는, 구동 출력 디스크(545)와 중간 디스크(653) 사이의 부분적 연결은 제로 백래시를 가진다. 중간 디스크(653)와 피동 디스크(964)의 연결 및 구동 출력 디스크(545)와 중간 디스크(653) 사이의 연결의 백래시를 수술 과정 중에 사용되는 토크 레벨에 대해 제로(0)로 감소시키기 위해, 예압력은 제1 예압력에서 예압 어셈블리(780)를 사용하는 제2 예압력으로 변경된다.

[0247] 도 21은 삽입 어셈블리(331)의 하나의 양태의 상세도이다. 삽입 어셈블리(331)는 프레임(2110), 중간 캐리지(2120) 및 원위 캐리지(2130)를 포함한다. 중간 캐리지(2120)는 프레임(2110) 내의 볼 스크루(2111) 상에서 주행한다. 하나의 양태에 있어서, 볼 스크루(2111)는 6mm 피치(pitch)를 가지고, 따라서 역구동 가능하다. 중간 캐리지(2120)는 원위 캐리지(2130)를 구동하는 금속 벨트(2121)를 포함한다. 원위 캐리지(2130)는 기구 매니퓰

레이터 어셈블리(240)의 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)에 부착된다. 하나의 양태에 있어서, 원위 캐리지(2130)는 중간 캐리지(2120)보다 2배 더 멀리 이동한다.

[0248] 도 22a 및 22b는 예압 어셈블리(780)를 상세하게 도시한 도면이다. 도 22a 및 22b에 있어서, 수술 기구(260)는 살균 어댑터 어셈블리(250)에 장착되어 있다. 하지만, 설명의 편의를 위해, 수술 기구(260)는 도 22a 및 22b에 도시되어 있지 않다. 수술 기구의 원위 단부는 예를 들어 엔트리 가이드(270) 내의 채널 진입구에 포지셔닝된다.

[0249] 초기에, 도 22a에 도시된 바와 같이, 예압 어셈블리(780) 내의 캠 종동절 어셈블리(2283)는 중간 캐리지(2120) 상의 예압 트랙(2225)의 밸리(valley) 내에, 예컨대 예압 트랙(2225) 상의 제1 위치에 포지셔닝된다. 예압 트랙(2225)은 중간 캐리지(2120) 상에 장착된다. 밸리는 예압 트랙(2225)의 근위 단부에 위치된다. 캠 종동절 어셈블리(2283)는 예압 어셈블리(780) 내의 암(2282)의 제1 단부에 회전가능하게 연결된다. 암(2282)의 제2 단부는 모터 팩 브래킷(2281)에 연결된다. 모터 팩 브래킷(2281)은 모터 팩(1541)에 부착되어 있다. 따라서, 암(2282)은 모터 팩(1541)에 연결된다. 도 22a 및 22b에 있어서는, 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741) 내의 피처들과 요소들이 보일 수 있도록 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)이 투명하게 되어 있다. 전술한 바와 같이, 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)은 원위 캐리지(2130)에 부착된다.

[0250] 제1 위치에서는, 각각의 구동 출력 어셈블리(543) 내의 저 예압 스프링(1601)이 압축되고, 제1 예압력이 디스크 스팩(1400) 내의 각각의 디스크에 적용된다. 수술 장치 어셈블리(300)가 삽입 어셈블리(331)에 의해 제1 위치(도 22a)로부터 제2 위치(도 22b)까지 거리(**Zload**)만큼 원위측으로 이동될 때, 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)이 거리(**Zload**)만큼 이동된다.

[0251] 캠 종동절 어셈블리(2283)가 회전가능하게 장착되는 피벗 핀(2284)이 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)의 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)에 연결된다. 따라서, 삽입 어셈블리(331)가 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)을 원위측으로 거리(**Zload**)만큼 이동시킬 때, 피벗 핀(2284)은 캠 종동절 어셈블리(2283)를 동일한 거리(**Zload**)만큼 이동시킨다. 하나의 양태에 있어서, 거리(**Zload**)는 3.85 in이다.

[0252] 훨(2283W)이 캠 종동절 어셈블리(2283)의 제1 단부에 회전가능하게 부착되고, 훨(2283W)은 예압 트랙(2225) 상을 주행한다. 따라서, 캠 종동절 어셈블리(2283)가 원위측으로 이동할 때, 훨(2283W)은 예압 트랙(2225)의 윤곽을 추종한다. 한편, 예압 트랙(2225)과 피벗 포인트(2284) 사이의 거리는 캠 종동절 어셈블리(2283)가 원위측으로 이동함에 따라 감소한다. 그 결과, 캠 종동절 어셈블리(2283)가 예압 트랙(2225)의 램프(2225R)를 타고 오름에 따라, 캠 종동절 어셈블리(2283)는 도 22a에 도시된 제1 포지션으로부터 도 22b에 도시된 제2 포지션으로 회전하여, 모터 팩(1541)을 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)이 이동한 거리보다 더 큰 거리만큼 이동시킨다. 따라서, 캠 종동절 어셈블리(2283)의 회전은 모터 팩(1541)을 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)에 대해 소정의 거리만큼 원위측으로 변위시킨다.

[0253] 캠 종동절 어셈블리(2283)에 작용하는 힘들을 이해하기 위해, 도 22c의 자유체 시력도(free body force diagram)를 참조한다. 도 22c는 캠 종동절 어셈블리(2283)의 일부와 예압 트랙(2225)의 일부를 도시하고 있다. 캠 종동절 어셈블리(2283)가 예압 트랙(2225)의 램프(2225R) 위를 이동함에 따라, 예압 트랙(2225)은 예압 트랙(2225) 상에 훨력(**F_wheel**)을 가한다. 훨력(**F_wheel**)은 예압 트랙에 대해 수직 방향이다. 훨력(**F_wheel**)은 2개의 직교력 즉 후퇴력(**F_retract**)과 종방향력(**F_long**)으로 이루어진다. 후퇴력(**F_retract**)은 수술 장치 어셈블리(300)를 원위측으로 이동시키기 위해서 사용자가 원위 방향으로 가하게 될 힘이다. 대안적으로, 이 힘의 일부 또는 전부는 사용자가 그 전체 힘을 가할 필요가 없도록 모터에 의해 적용될 수도 있을 것이다.

[0254] 캠 종동절 어셈블리(2283)가 제1 위치로부터 제2 위치로 이동함에 따라, 종방향력(**F_long**)에 비례하는 힘이 캠 종동절 어셈블리(2283)에 의해 암(2282)에 전달된다. 이 종방향력(**F_long**)에 비례하는 힘은 암(2282)과 모터 팩 브래킷(2281)을 통해 모터 팩(1541) 상에 적용된다.

[0255] 따라서, 캠 종동절 어셈블리(2283)가 트랙(2225)을 따라 이동함에 따라, 2가지 작용이 캠 종동절 어셈블리(2283)에 의해 수행된다. 캠 종동절 어셈블리(2283)가 램프(2225R) 위를 이동하고 회전함에 따라, 캠 종동절 어셈블리(2283)는 모터 팩을 거리(**Zload**)보다 더 큰 거리만큼 원위측으로 만다. 예컨대, 모터 팩(1541)은 거리(**Zload+Δ**)만큼 이동한다. 또한, 캠 종동절 어셈블리(2283)가 램프(2225R) 위를 이동함에 따라, 캠 종동절 어셈블리(2283)는 종방향력(**F_long**)에 비례하는 힘을 모터 팩(1541)에 전달하고, 이는 결국 제2 예압력이 구동 출력 디스크(545) 상에 가해지도록 제1 및 제2 스프링(1601, 1602)을 압축시킨다. 제2 예압력은 압축된 스프링(1601, 1602)에 의해 제공된 힘들의 조합이다. 압축된 스프링(1602)에 의해 제공되는 힘은 압축된 스프링

(1601)에 의해 제공되는 힘보다 더 크다. 구동 출력 디스크(545) 상에 가해진 제2 예압력은 디스크 스택(1400) 내의 다른 디스크들의 각각에 적용된다. 전술한 바와 같이, 하나의 양태에 있어서, 제2 예압력은 3.0 lbf이다. 물론, 이것은, 수술 기구가 설치되지 않았을 때는 이 스프링들이 압축되지 않기 때문에, 수술 기구가 설치되었을 때에만 성립한다.

[0256] 도 22d 및 22e는 모터 팩(1541)이 거리(**Zload**) 만큼 이동한 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)의 상부에 대해 추가 거리(Δ) 만큼 이동한 것을 도시하고 있다. 하나의 양태에 있어서, 추가 거리(Δ)는 0.212 in이다. 이 양태에 있어서, 도 22d 및 22e는 캠 종동절 어셈블리(2283)가 회전할 때 암(2282)의 근위 단부가 이동하는 거리가 거리(Δ)임을 도시하고 있다. 이는 단지 예시이며 한정하려는 의도가 아니다.

[0257] 다른 구현예에 있어서, 캠 종동절 어셈블리(2283)는, 휠(2283W)이 높이(Δ)를 가진 램프(2225R)를 지나갈 때, 암(2282) 및 결과적으로 모터 팩(1541)이 거리(Δ)보다 더 큰 거리를 이동하게 되도록, 상이한 길이의 모멘트 암(2283M1, 2283M2)(도 23)을 가질 수도 있을 것이며, 또는 선택적으로 휠(2283W)이 높이(Δ)를 가진 램프(2225R)를 지나갈 때, 암(2282) 및 결과적으로 모터 팩(1541)이 거리(Δ)보다 더 작은 거리를 이동하게 되도록, 상이한 길이의 모멘트 암(2283M1, 2283M2)(도 23)을 가질 수도 있을 것이다. 결과적으로, 도 22d는 램프(2225R)가 높이(Δ)를 가지고 있는 것, 예컨대 휠(2283W)이 제1 포지션으로부터 제2 포지션으로 이동될 때, 휠(2283W)이 트랙(2225)에 대해 수직한 방향으로 거리(Δ)만큼 변위된다는 것을 예시하고 있다.

[0258] 도 22f는 예압 트랙(2225)의 하나의 양태를 도시한 도면이다. 예압 트랙(2225)의 치수의 한 예가 표 2에 주어진다.

표 2

REFERENCE NUMBER	DIMENSION
Home	0 inches
P1	0.05 inches
P2	0.33 inches
P3	1.14 inches
P4	1.92 inches
R2	1.80 inches (radius)
R3	5.00 inches (radius)
A3	171 degrees
Δ	0.212 inches

[0259] [0260] 예압 트랙(2225)은 예압력을 제1 예압력으로부터 제2 예압력으로 완만하게 증가시키도록 구성된다. 도 22g는 예압 어셈블리(780)가 예압 트랙(2225) 상에서 원위측으로 제1 위치로부터 제2 위치로 이동할 때의 후퇴력의 그래프이다. 곡선(2280)은 각각의 삽입 거리에서의 후퇴력을 나타낸다. 후퇴력은 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)에 근위 방향으로 작용한다.

[0261] 이 예에서, 제1 포지션은 0.0 in의 삽입 거리이고, 제2 포지션은 3.85 in의 삽입 거리이다. 후퇴력은 약 0.0 in로부터 0.6 in까지 직선적으로 증가한 다음, 감소된 기울기로 약 0.6 in로부터 2.2 in까지 직선적으로 계속해서 증가한다. 약 2.2 in로부터 2.6 in까지, 힘은 증가하여 최대가 된 다음, 약 3.85 in에서 0 힘으로 감소한다. 3.85 in의 삽입 거리에서, 2.3 lbf의 제2 예압력에 도달한다. 3.85 in의 삽입 거리에서, 제2 예압 스프링은 이 디자인에서 최대값으로 압축되므로, 원위측 운동에 어떠한 추가적인 저항도 제공하지 않는다. 이 예에서, 기구 텁은 4.8 in 이상의 삽입 깊이에서 캐뉼라로부터 돌출한다. 따라서, 디스크 스택(1400)은 기구 텁이 캐뉼라를 빠져나가기 전에 완전 예압되고, 백래시는 제로(0)로 효과적으로 감소된다.

[0262] 이러한 후퇴력 대 삽입 프로파일을 곡선(2280)으로 제공하는 트랙이 기계가공된다. 이 기계가공은 곡선(2280)에 따라 예압력을 완만하게 증가시키는 예압 트랙 프로파일을 생성한다. 이러한 설명의 관점에서, 당업자는 특정 예압 스프링 어셈블리와 특정 캐뉼라 및 수술 기구에 대한 후퇴력 대 삽입 거리를 생성할 수 있다.

[0263] 도 23은 예압 어셈블리(780)의 상세도이다. 암(2282)은 캠 종동절 어셈블리(2283)의 L자형 바디(2283B)의 제1

단부(2283A)에 회전가능하게 연결된 제1 단부(2882A)를 가진다. 암(2282)의 제2 단부(2282B)는 모터 팩 브래킷(2281)에 연결된다. 모터 팩 브래킷(2281)은 모터 팩(1541)에 부착된다.

[0264] 이 양태에 있어서, 제1 모멘트 암(2283M1)은 피벗 핀(2284)에서 제2 모멘트 암(2283M2)에 수직하고, 동일한 길이를 가진다. 따라서, 이 양태에 있어서, 종방향력(**F_long**)이 모터 팩(1541)에 적용된다. 하지만, 다른 양태에 있어서는, 2개의 모멘트 암은 수직하지 않을 수 있다. 2개의 모멘트 암이 수직하지 않을 경우나, 2개의 모멘트 암이 상이한 길이를 가지는 경우에는, 모터 팩(1541)에 적용되는 힘은 종방향력(**F_long**)에 비례한다. 각각의 양태에 있어서, 바디(2283B)의 형상은 2개의 모멘트 암을 수용하고, 회전하고 종방향력을 모터 팩에 전달하기 위해 필요한 강도를 제공하도록 선택된다.

[0265] L자형 바디(2283B)의 제2 단부(2283C)는 휠(2283W)에 회전가능하게 연결된다. 휠(2283W)은 예압 트랙(2225)상을 주행한다. L자형 바디(2283B)의 정점부(vertex)는 피벗 핀(2284)에 회전가능하게 연결된다. 피벗 핀(2284)은 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)의 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)에 고정 부착된다. 예압 어셈블리(740)의 제1 모멘트 암(2283M1)은 휠(2283W)의 회전 중심으로부터 L자형 바디(2283B)의 정점부의 회전 중심까지 연장된다. 예압 어셈블리(740)의 제2 모멘트 암(2283M2)은 암(2282)의 제1 단부(2282A)의 회전 중심으로부터 L자형 바디(2283B)의 정점부의 회전 중심까지 연장된다. 피벗 핀(2284)과 트랙(2225) 사이의 거리는 고정되어 있기 때문에, 휠(2283W)이 원위축으로 램프 위를 이동함에 따라, 캠 종동질 어셈블리(2283)는 도 22b에 도시된 바와 같이 회전하고, 따라서 모터 팩(1541)은 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)에 대해 변위되고, 그 결과 종방향력(**F_long**)이 모터 팩(1541) 내의 스프링 어셈블리들 상에 적용된다.

[0266] 도 23에 있어서, 예압 어셈블리(780)는 또한 예압 해제 기구를 포함한다. 예압 해제 기구는 예압 해제 버튼(2382), 예압 해제 레버(2385), 예압 결합 암(2386) 및 리턴 스프링(미도시, 도 4a는 내지 4h 참조)을 포함한다. 예압 해제 버튼(2382)은 예압 해제 버튼(482)의 한 예이다. 도 23에는 예압 해제 레버(2385) 상에 시계방향 토크를 가하는(도 23에 대해 시계방향), 핀(2388)과 동심인 비틀림 스프링도 도시되어 있지 않다. 이것은 예압 해제 버튼(2382)이 눌러지지 않을 경우에 예압 해제 레버(2385) 및 예압 해제 버튼(2382)을 비해제 포지션(도시된 상태)에 유지시키기 위해 필요하다.

[0267] 예압 결합 암(2386)의 제1 단부 즉 근위 단부는 피벗 핀(2284)에 회전가능하게 연결된다. 롤링 핀(2386P)이 예압 결합 암(2386)의 제2 단부 즉 원위 단부에 장착된다. 예압 결합 암(2386)의 제2 단부의 롤링 핀의 근위측에 예압 결합 표면(2386S)이 있다. 이 양태에 있어서, 예압 결합 표면(2386S)은 예압 트랙(2225)의 평탄부에 수직이다. 예압 결합 암(2386)은 선형 레일에 연결된다.

[0268] 예압 해제 레버(2388)의 제1 단부 즉 근위 단부의 후크가 예압 결합 암(2386)의 제2 단부의 롤링 핀(2386P)과 결합된다. 예압 해제 버튼(2382)은 예압 해제 레버(2385)의 제2 단부 즉 원위 단부와 연결되어, 예컨대 접촉 상태에 있다. 예압 해제 레버(2385)의 제1 단부와 제2 단부 사이에서, 예압 해제 레버(2385)는 당해 예압 해제 레버(2385)용 지지점(fulcrum)으로서 기능하는 또 다른 피벗 핀(2388) 상에 회전가능하게 장착된다.

[0269] 이 예에서, 예압 해제 레버(2385)는 지지점이 힘(예압 해제 버튼(2382)에 의해 공급되는 힘)과 부하(후크와 롤링 핀(2386P) 사이의 연결력) 사이에 있기 때문에 1종 레버이다. 이 예에서는, 예압 해제 레버(2385)가 1종 지레로서 구현되어 있지만, 이는 단지 예시이며 한정하려는 의도가 아니다. 다른 양태에 있어서는, 2종 레버 또는 3종 레버가 사용될 수도 있을 것이다. 2종 레버의 경우에는, 부하가 지지점과 힘 사이에 위치하고, 3종 레버의 경우에는, 힘이 지지점과 부하 사이에 위치한다.

[0270] 삽입 어셈블리(331)가 재밍(jamming) 상태가 되면, 수술 기구(260)가 제거 될 수 있도록 고 예압력이 해제되어야 한다. 수술 기구(260)를 제거하기 위해, 사용자는 예압 해제 버튼(2382)(도 24a)을 푸시한다. 사용자에 의해 제공되는 힘에 응답하여, 예압 해제 버튼(2382)은 예압 해제 레버(2385)의 제2 단부에 힘을 적용시킨다. 예압 해제 레버(2385)의 제2 단부 상에 작용하는 힘은 예압 해제 레버(2385)가 피벗 핀(2388)을 중심으로 회전하여, 예압 해제 레버(2385)의 제2 단부 상의 후크를 예압 결합 암(2386)의 제2 단부에 장착된 롤링 핀(2386P)으로부터 결합해제시키게 만든다.

[0271] 리턴 스프링이 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)과 모터 팩(1541) 사이에 장착되어 있고, 고 예압력이 가해질 때 신장된다는 것을 상기하자. 그 결과, 예압 해제 레버(2385)가 예압 결합 암(2386)으로부터 결합해제될 때, 리턴 스프링은 모터 팩(1541)을 완전 후퇴 포지션으로 후퇴시킨다.

[0272] 완전 후퇴 포지션에서는, 어떠한 예압력도 존재하지 않고, 구동 출력 디스크(545)는 중간 디스크(653)로부터 결합해제된다. 또한, 해제 래치 차단 스톱 및 복수의 하드 스톱(437)은, 기구 살균 어댑터 어셈블리(250)와 수술

기구(260)의 모두가 탈착될 수 있도록, 후퇴된다. 어떤 사람이 수술 기구를 후퇴시킬 때, 수술 기구(260)의 원위 단부가 직선이 아닌 경우, 예압력이 없고 구동 출력 디스크(545)가 결합되어 있지 않은 디스크 스택은 역구동 가능하기 때문에, 캐뉼라가 수술 기구(260)의 원위 단부를 직선화되게 만든다.

[0273] 도 24b는 예압 어셈블리(780) 내의 자동 예압 리셋 기구의 한 구현예를 도시하고 있다. 살균 어댑터 어셈블리(250)가 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 상에 장착될 때, 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)는 살균 어댑터 어셈블리(250)의 존재를 지시하는 신호를 컨트롤러(290)에 전송한다. 이 신호에 응답하여, 컨트롤러(290)는 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)를 근위측으로 이동시키는 모터를 작동시킨다.

[0274] 기구 조작 어셈블리 하우징(741)은 예압 트랙(2225) 상의 예압 결합 리지(2326)보다 2배 더 빠르게 근위측으로 이동한다. 이는 원위 캐리지(2130)가 중간 캐리지(2120)보다 2배 더 멀리 이동하기 때문이다. 이 양태에 있어서, 예압 결합 리지(2326)는 예압 트랙(2225)의 원위부로부터 연장된다.

[0275] 따라서, 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)이 근위측으로 이동할 때, 예압 결합 리지(2326)는 근위측으로 예압 결합 암(2386) 및 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)의 절반의 속도로 이동한다. 따라서, 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)이 근위측으로 이동할 때, 예압 결합 암(2386)의 표면(2386S)이 예압 트랙(2225) 상의 예압 결합 리지(2326)와 결합한다. 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)이 계속해서 근위측으로 이동함에 따라, 예압 결합 리지(2326)가 예압 결합 암(2386)의 표면(2386S) 상에 원위 방향의 종방향력을 가한다. 이는 캠 종동질 어셈블리(2383)가 전술한 바와 같이 모터 팩(1541) 상에 종방향력을 적용시키게 만든다. 모터 팩(1541)이 종방향력에 의해 근위 방향으로 위치(Preload_1)를 넘어 이동됨에 따라, 예압 해제 레버(2385) 상의 후크(도 24b에서는 볼 수 없음)가 롤링 편(2386P)과 결합한다. 예압 해제 레버(2385) 상의 후크가 롤링 편(2386P)에 결합된 후, 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)은, 모터 팩(1541)이 위치(Preload_1)에 위치하도록, 원위측으로 이동된다. 예압력의 적용은 이 양태에 있어서 살균 어댑터 어셈블리(250)의 장착 시에 자동적이므로, 예압력 살균 어댑터 어셈블리(250)의 장착 후에는 예압력이 구동 출력 디스크(545) 상에 유지된다.

[0276] 도 23, 24a 및 24b에는 해제 기구를 이해하는데 필요한 요소들만 도시되어 있다는 것에 유의해야 한다. 도 23, 24a 및 24b와 연관된 실제 구성은 도 22a에 관하여 도시되고 설명된 모든 요소들을 포함한다.

[0277] 도 25는 수술 기구 제거 잠금 장치를 예시하는 수술 장치 어셈블리(300)의 일부분의 절결도이다. 수술 기구 제거 잠금 장치는 디스크 스택(1400)에 예압력을 적용시키는 예압 기구, 복수의 하드 스톱(2437) 및 복수의 하드 스톱 리셉터클(1757)을 포함한다. 복수의 하드 스톱(2437)은 복수의 하드 스톱(437)의 한 예이다.

[0278] 복수의 하드 스톱(2437)의 각각은 모터 팩(1541)의 원위면으로부터 원위 방향으로 연장된다. 도 17a에 도시된 바와 같이, 복수의 하드 스톱 리셉터클(1757)의 각각이 살균 어댑터 어셈블리(250)의 가동 바디(651C)의 근위면으로부터 가동 바디(651C) 내로 원위 방향으로 연장된다.

[0279] 살균 어댑터 어셈블리(250)가 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 상에 장착되고, 전술한 바와 같이 예압력이 자동적으로 적용될 때, 가동 바디(251)는 살균 어댑터 어셈블리(250)의 살균 어댑터 프레임(651) 내의 최원위 포지션에 위치한다. 이 포지션에서, 복수의 하드 스톱(2437)은 복수의 하드 스톱 리셉터클(1757) 내에 있지 않고, 가동 바디(651C) 살균 어댑터 프레임(651) 내에서 자유롭게 이동할 수 있다.

[0280] 따라서, 수술 기구(260)가 전술한 바와 같이 살균 어댑터 어셈블리(250) 내에 장착될 수 있다. 하지만, 제2 예압력이 구동 출력 어셈블리(543) 상에 적용되고, 스프링 어셈블리가 완전히 압축되었을 때는, 복수의 하드 스톱(2437)이 복수의 하드 스톱 리셉터클(1757) 내로 전진(돌입)하여, 복수의 하드 스톱(2437)이 가동 바디(651C)가 근위 방향으로 이동하는 것을 방지한다. 수술 기구(260)의 제거는 가동 바디(651C)를 근위 방향으로 이동시킨다. 따라서, 제2 예압력이 모터 팩(1541) 상에 적용되는 경우, 복수의 하드 스톱(2437)이 가동 바디(651C)가 근위 방향으로 이동하는 것을 방지하여, 결과적으로 수술 기구(260)의 제거되는 것이 방지된다.

[0281] 복수의 하드 스톱 리셉터클(1757)의 사용은 단지 예시이며 한정하려는 의도가 아니다. 다른 양태에 있어서는, 복수의 하드 스톱 리셉터클(1757)이 사용되지 않는다. 그 대신, 복수의 하드 스톱(2437)은 가동 바디(651C)의 근위면과 접촉하여, 가동 바디(651C)의 근위 방향의 이동을 방지한다.

[0282] 따라서, 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)는 때때로 하우징(741)이라 지칭되는 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741) 및 모터 팩(1541)을 포함한다. 모터 팩(1541)은 하우징(741)에 대해 이동가능하게 연결된다. 복수의 하드 스톱(2437)이 모터 팩(1541)의 원위 단부에 장착된다. 복수의 하드 스톱(2437)은 적어도 수술 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)의 하우징(741)에 대한 제1 포지션과 제2 포지션에 포지셔닝될 수 있다. 복수의

하드 스텁(2437)이 제1 포지션에 있을 때, 수술 기구(260)가 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)에 대해 연결 및 연결해제될 수 있다. 복수의 하드 스텁(2437)이 제2 포지션에 있을 때, 수술 기구(260)는 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240)으로부터 연결해제될 수 없다.

[0283] 도 26a는 살균 어댑터 해제 래치(2635)의 절결 상세도이다. 살균 어댑터 해제 래치(2635)는 해제 래치(435)의 하나의 양태의 예이다. 살균 어댑터 프레임(651)의 한쪽 단부 상의 립(654)이 살균 어댑터 해제 래치(2635)의 원위 단부로부터 연장된 립(2635L)에 결합된다. 살균 어댑터 해제 래치(2635)는, 당해 살균 어댑터 해제 래치(2635)가 살균 어댑터 어셈블리(250)의 살균 어댑터 프레임(651)에 대해 결합 및 결합해제되게 피벗운동할 수 있도록, 기구 매니퓰레이터 어셈블리 하우징(741)의 벽 내에 장착된다. 하나의 양태에 있어서, 프레임에 대한 살균 어댑터 해제 래치(2635)의 피벗 연결에는, 래치(2635)의 정상 상태 포지션(steady-state position)이 결합 포지션이도록, 스프링이 장전되어 있다. 래치 핀(2635P)이 살균 어댑터 해제 래치(2635)의 근위부에 연결되어 있다. 모터 팩(1541)이 완전히 후퇴되어 위치(Home)에 있을 때, 예컨대 모터 팩(1541) 상에 어떠한 예압력도 가해지지 않을 때, 래치 핀(2635P)은 살균 어댑터 해제 래치(2635)가 살균 어댑터 프레임(651)에 대해 결합 및 결합해제되도록 피벗운동하는 것을 차단하지 않는다.

[0284] 살균 어댑터 어셈블리(250)가 기구 매니퓰레이터 어셈블리(240) 상에 장착될 때, 전술한 바와 같이 자동 예압리셋 기구가 예압력, 예컨대 모터 팩(1541)이 예압 결합 기구에 의해 위치(Preload_1)로 이동될 때 모터 팩(1541) 상에 작용하는 저 예압력을 가한다. 모터 팩(1541)이 위치(Preload_1)로 이동될 때, 해제 래치 차단 스텁(2638)도 원위측으로 이동된다.

[0285] 모터 팩(1541)이 위치(Preload_1)에 있을 때, 살균 어댑터 해제 래치(2635)의 근위 단부가 푸시되는 경우에는, 래치 핀(2635P)이 해제 래치 차단 스텁(2638)과 접촉하고, 이것이 살균 어댑터 해제 래치(2635)가 살균 어댑터 프레임(651)으로부터 결합해제되도록 피벗운동하는 것을 차단시킨다. 따라서, 저 예압력이 모터 팩(1541) 상에 가해질 때는, 살균 어댑터 어셈블리(250)의 제거가 차단된다.

[0286] 도 26a는 살균 어댑터 해제 래치(2635)가 눌러져 있는 동안에 자동 예압 리셋 기구가 가동되는 경우의 잠재적 과제를 설명한다. 해제 래치 차단 스텁(2638)이 원위측으로 이동할 때, 해제 래치 차단 스텁(2638)은, 살균 어댑터 해제 래치(2635)가 해제되어 있지 않은 경우, 래치 핀(2635P)을 타격할 것이다. 이것은 잠재적으로 래치 핀(2635P)을 손상, 예컨대 래치 핀(2635P)을 굴곡시켜, 살균 어댑터 제거 차단 기구가 적절하게 작동하지 않게 만들 수 있다. 따라서, 하나의 양태에 있어서, 래치 핀(2635P)(도 26b)은 살균 어댑터 해제 래치(2635)의 근위 단부에 피벗식으로 연결되고, 그 연결에는 스프링(2634)이 스프링 장전된다. 따라서, 살균 어댑터 해제 래치(2635)가 눌러지고, 자동 예압 리셋 기구가 가동되는 경우, 해제 래치 차단 스텁(2638)이 래치 핀(2635P)을 타격할 때, 래치 핀(2635P)은 피벗운동하므로, 손상되지 않는다. 살균 어댑터 해제 래치(2635)가 해제될 때, 스프링(2634)은 래치 핀(2635P)이 그것의 원래 포지션으로 복귀하게 만든다.

[0287] 상기 실시예들 중의 몇몇에 있어서, "근위(측)" 또는 "근위측으로"라는 용어들은 일반적으로 시스템 운동의 기구학적 체인을 따라 매니퓰레이터 암 베이스에 더 근접하거나, 시스템 운동의 기구학적 체인을 따라 운동의 원격 중심(또는 수술 부위)로부터 더 멀리 떨어진 대상 또는 요소를 설명하는 데 사용된다. 마찬가지로, "원위(측)" 또는 "원위측으로"라는 용어들은 시스템 운동의 기구학적 체인을 따라 매니퓰레이터 암 베이스로부터 더 멀리 떨어지거나, 시스템 운동의 기구학적 체인을 따라 운동의 원격 중심(또는 수술 부위)에 근접하는 대상 또는 요소를 설명하는 데 사용된다.

[0288] 본 명세서에 사용되는 것으로서, "제1", "제2", "제3", "제4" 등은 서로 다른 구성요소들 또는 요소들을 구별하기 위해 사용되는 형용사들이다. 따라서, "제1", "제2", "제3", "제4" 등은 구성요소들 또는 요소들의 어떠한 순서를 의미하려는 의도가 아니다.

[0289] 본 발명의 양태들 및 실시형태들을 설명하는 상기 설명 및 첨부도면은 제한하는 것으로 받아들여져서는 안된다. 청구범위가 보호받고자 하는 발명들을 한정한다. 다양한 기계적, 조성적, 구조적, 전기적 및 작동적 변경이 상기 설명 및 청구범위의 기술사상 및 범위를 벗어나는 일없이 이루어질 수 있다. 경우에 따라서는, 잘 알려진 회로, 구조 및 기술들은 본 발명의 설명을 불명료하게 하는 것을 피하기 위해 도시되지 않거나 자세히 설명되지 않는다.

[0290] 또한, 이 설명의 용어는 본 발명을 제한하는 것으로 의도되지 않는다. 예컨대, "밀", "하부", "아래", "위", "상부", "근위", "원위" 등과 같은 공간적으로 상대적인 용어들은 도면에 예시되는 바와 같이 하나의 요소의 또 다른 요소에 대한 관계나 하나의 피처(feature)의 또 다른 피처에 대한 관계를 설명하기 위해 사용될 수 있

을 것이다. 이러한 공간적으로 상대적인 용어들은 도면에 도시된 포지션과 배향뿐만 아니라 사용 또는 작동에 있어서의 장치의 다른 포지션들(즉, 위치들) 및 배향들(즉, 회전 위치들)을 아우르는 것으로 의도된다. 예컨대, 도면의 장치가 뒤집어진다면, 다른 요소 또는 피처의 "아래" 또는 "밑"으로 설명된 요소는 이번에는 다른 요소 또는 피처의 "상부" 또는 "위"가 될 것이다. 따라서, 예시의 용어 "아래"는 위와 아래의 양자 모두의 포지션 및 배향을 아우를 수 있다. 장치는 다르게 배향될 수 있으며(예컨대 90도 회전되거나 다른 배향으로), 여기에 사용되는 공간적으로 상대적인 용어들은 그에 따라 해석될 수 있다. 마찬가지로, 다양한 축선들을 따른 운동 및 그 둘레의 운동의 설명은 다양한 특수한 장치 포지션 및 배향을 포함한다.

[0291]

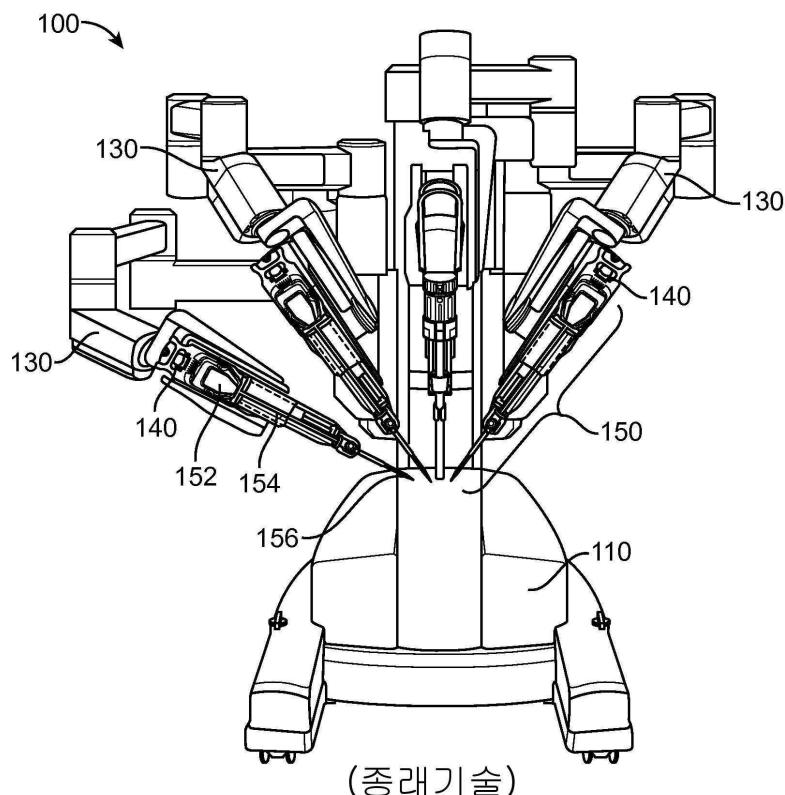
"하나의" 및 "그 하나의"와 같은 단수 형태는 문장에서 달리 지시되어 있지 않는 한 복수 형태도 포함하는 것으로 의도된다. 그리고, "포함하다", "구비하다" 및 이와 유사한 표현의 용어는 언급되는 피처, 단계, 작업, 작동, 요소 및/또는 구성요소의 존재를 특정하지만, 하나 이상의 다른 피처, 단계, 작업, 요소, 구성요소 및/또는 그 그룹의 존재나 추가를 배제하지 않는다. 연결되는 것으로서 설명되는 구성요소들은 전기적으로나 기계적으로 직접적으로 연결될 수도 있으며, 또는 하나 이상의 중간 구성요소를 통해 간접적으로 연결될 수도 있다.

[0292]

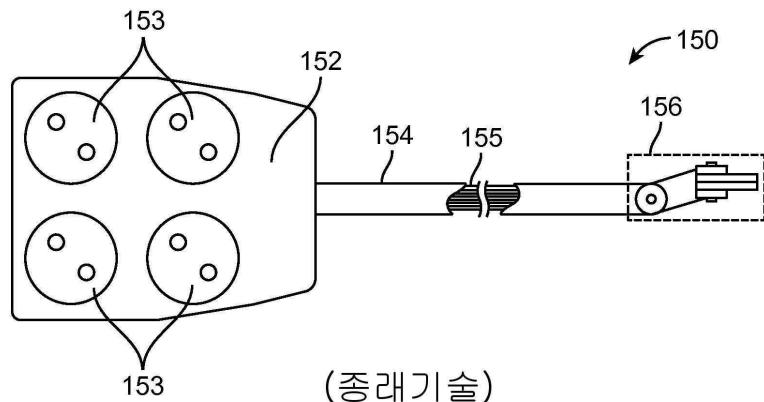
모든 실시예들과 예시들은 비제한적이고, 청구범위를 본 명세서에 설명된 특정 구현예들과 실시형태들 및 그것들의 균등론적 형태들로 한정하는 데 사용되어서는 안된다. 하나의 표제하의 문장은 하나 이상의 표제하의 문장과 교차 참조되거나 하나 이상의 표제하의 문장에 적용될 수 있기 때문에, 어떤 표제도 단독으로 발명을 구성해서는 안되며 어떤 경우에도 발명을 한정하기 위해 사용되어서는 안된다. 마지막으로, 본 설명의 관점에서, 하나의 양태 또는 실시형태와 관련하여 설명되는 특정의 특징들은, 특별히 그 도면에서 도시되거나 그 문장에서 설명되지 않더라도, 본 발명의 다른 개시되는 양태들 또는 실시형태들에 적용될 수 있다.

도면

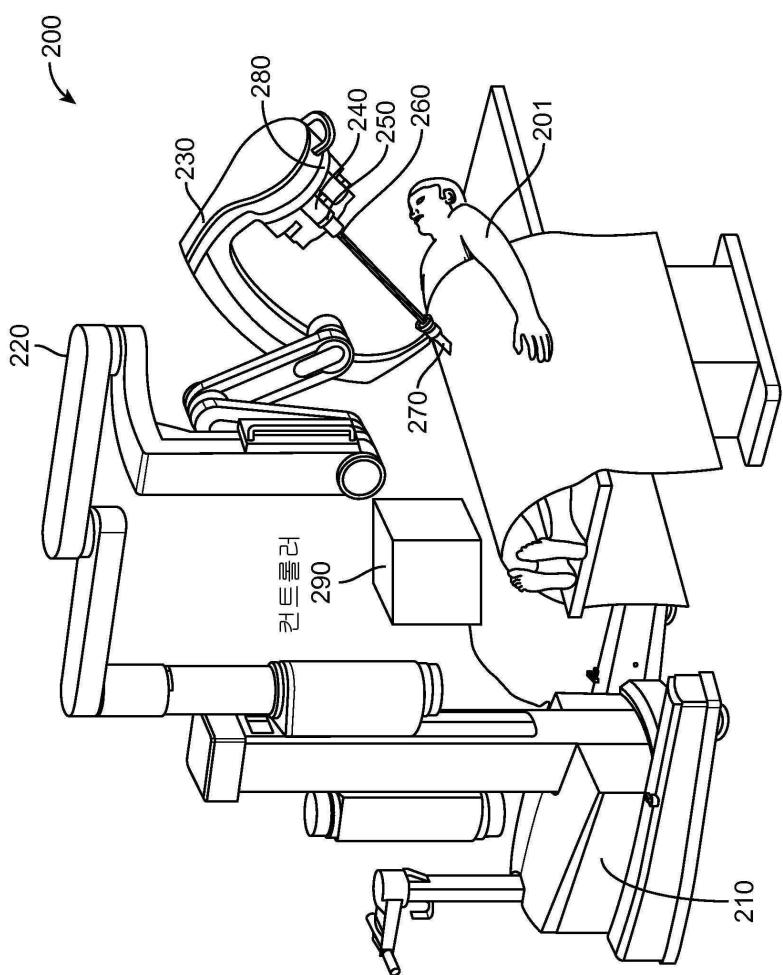
도면 1a



도면 1b



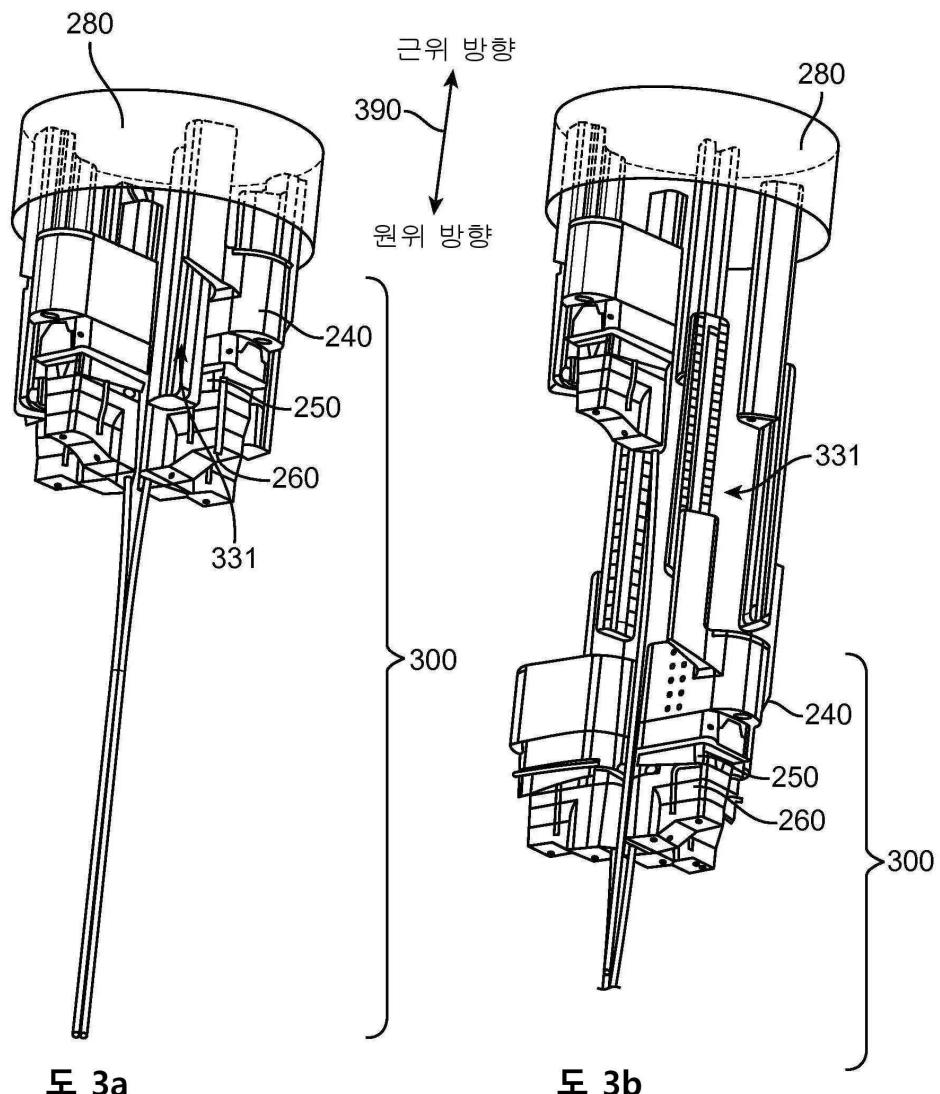
도면2



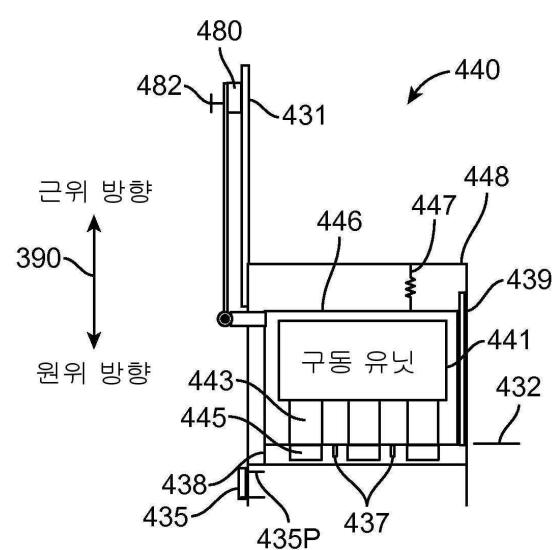
도면3

작제

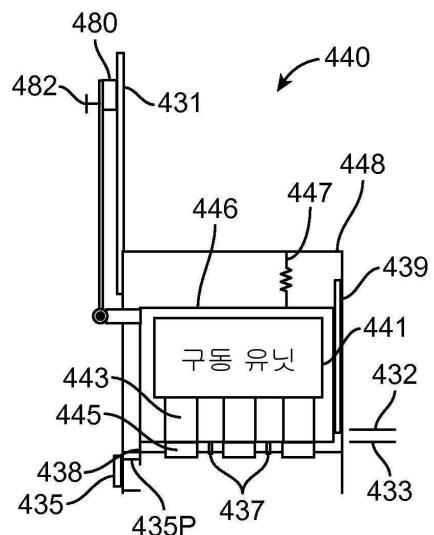
도면3ab



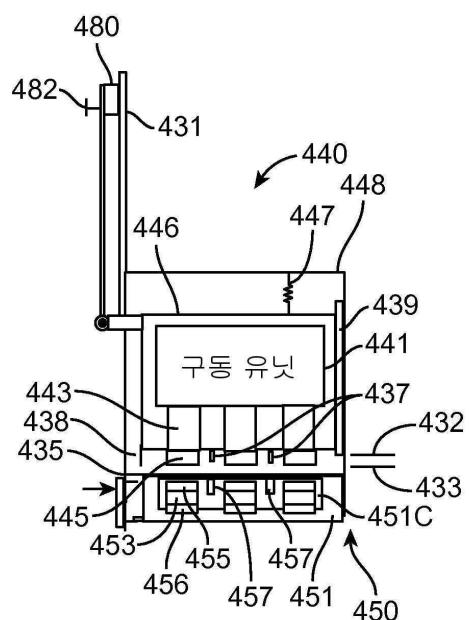
도면4a



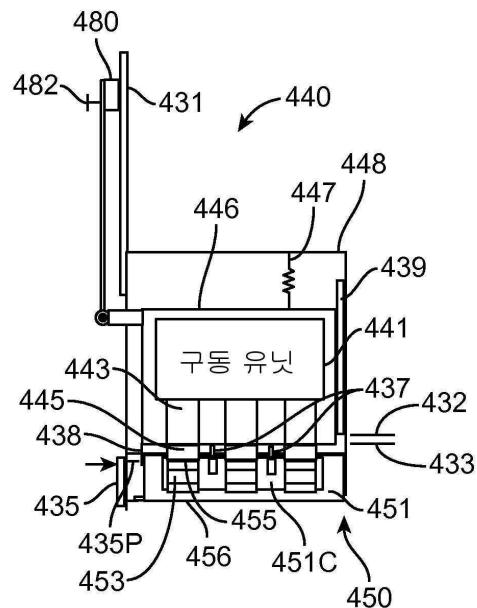
도면4b



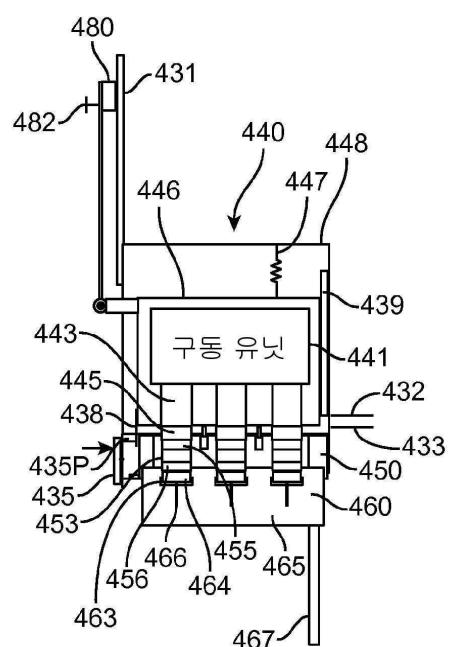
도면4c



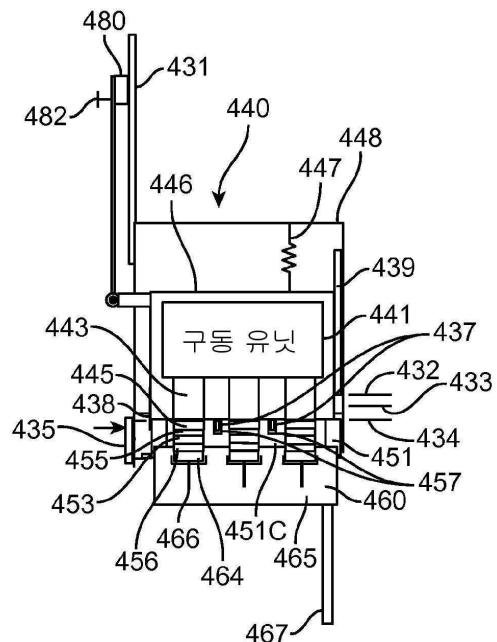
도면4d



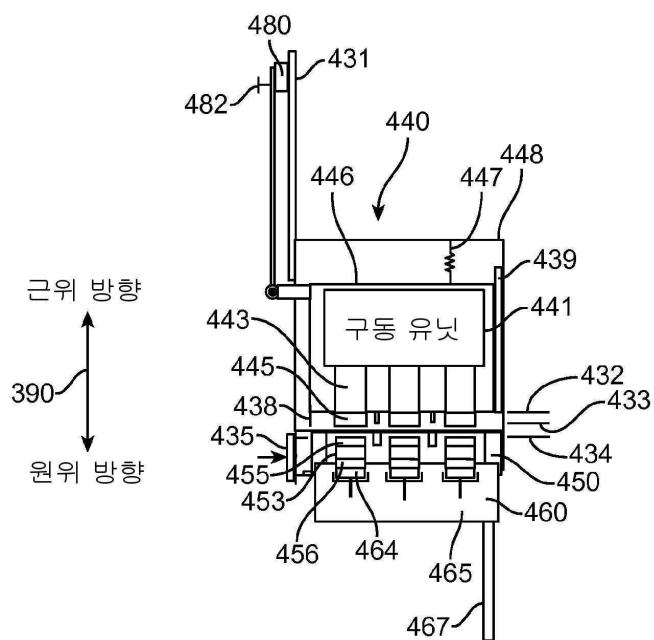
도면4e



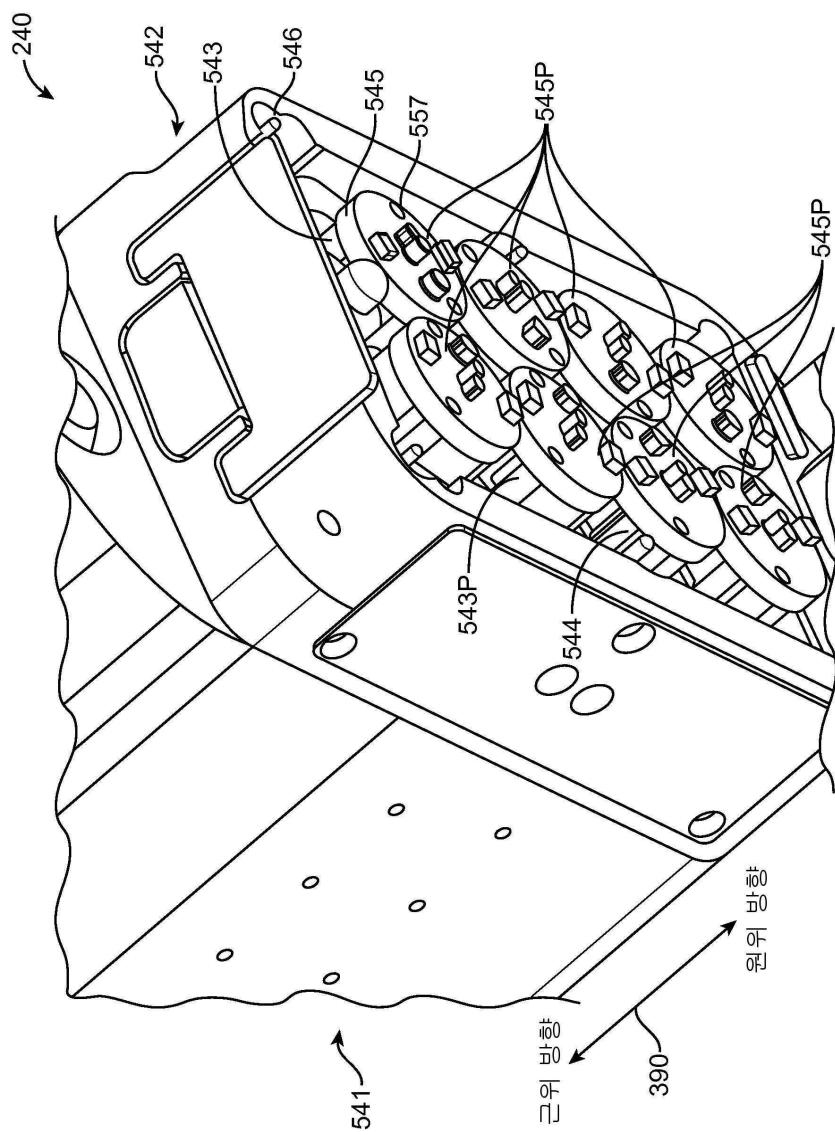
도면4f



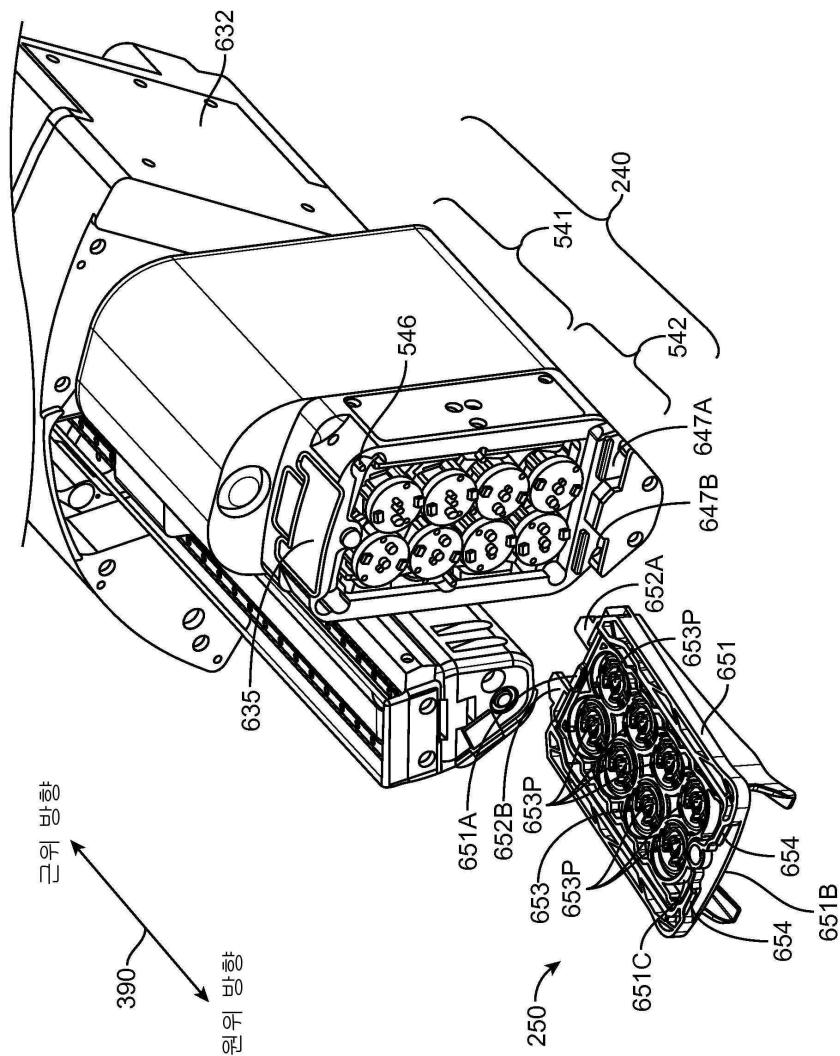
도면4g



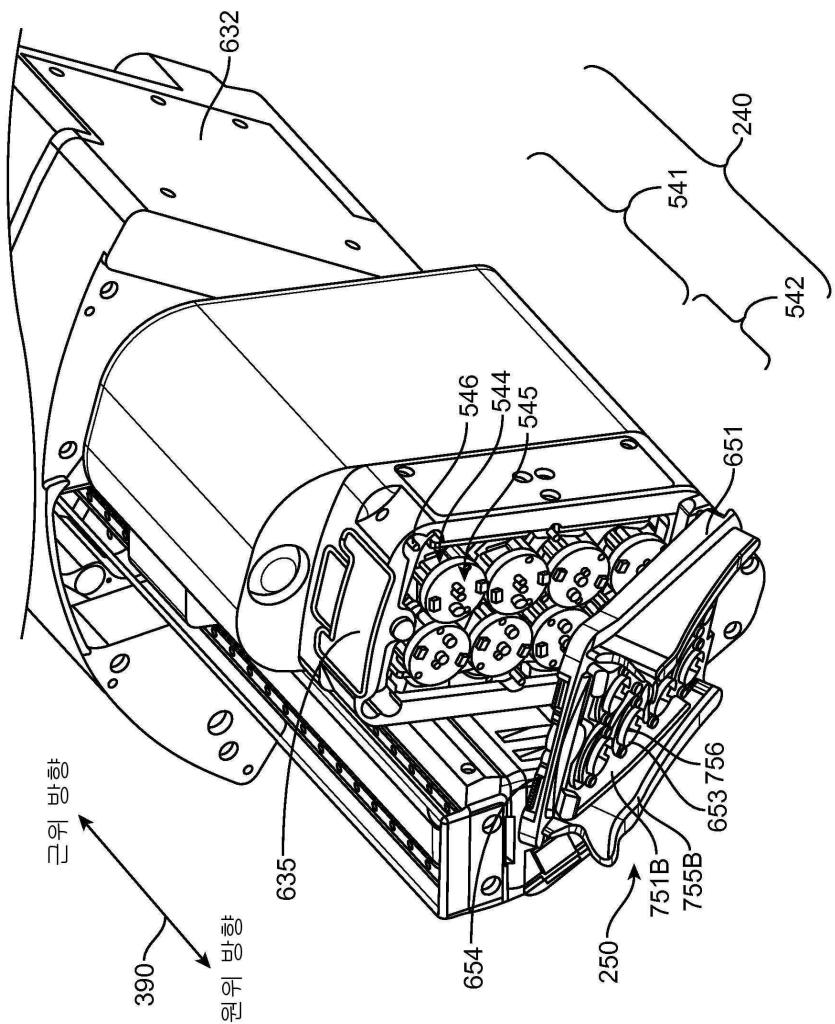
도면5



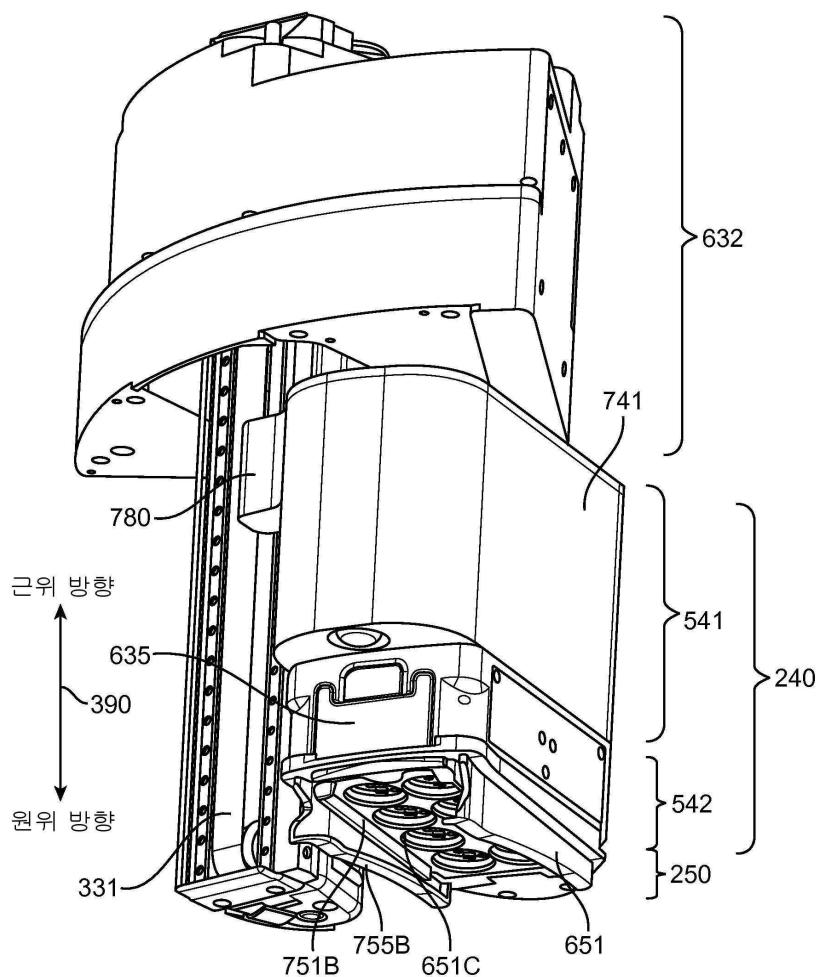
도면6



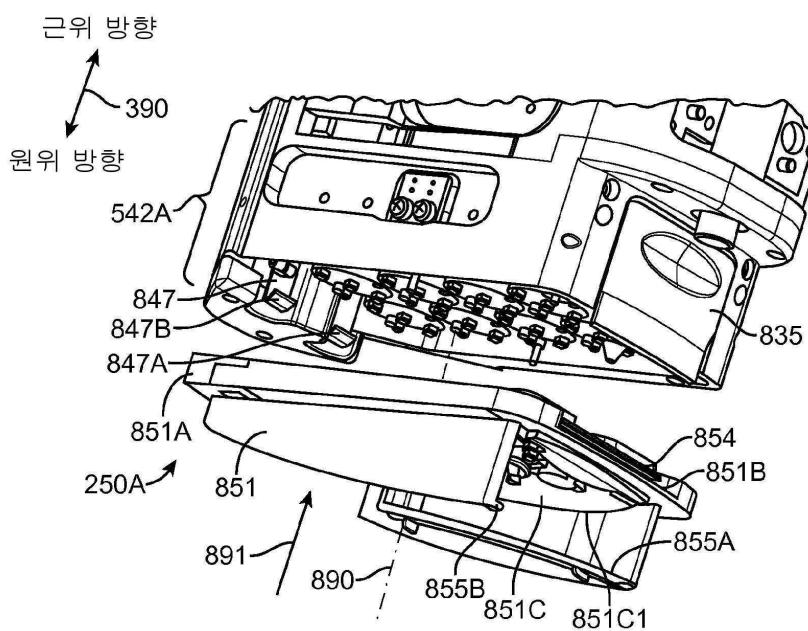
도면 7a



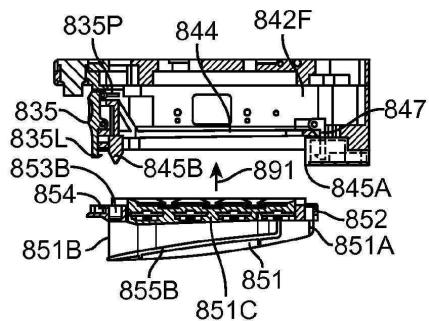
도면7b



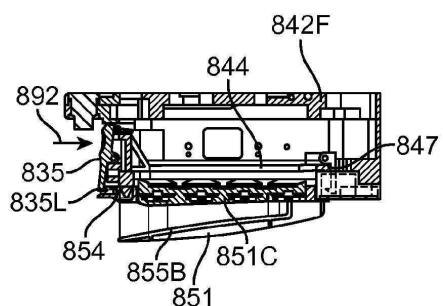
도면8a



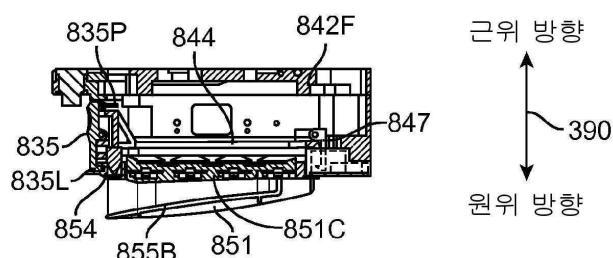
도면8b



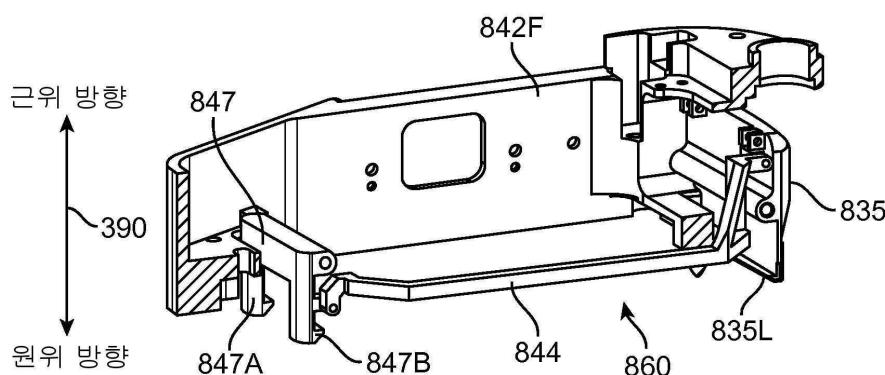
도면8c



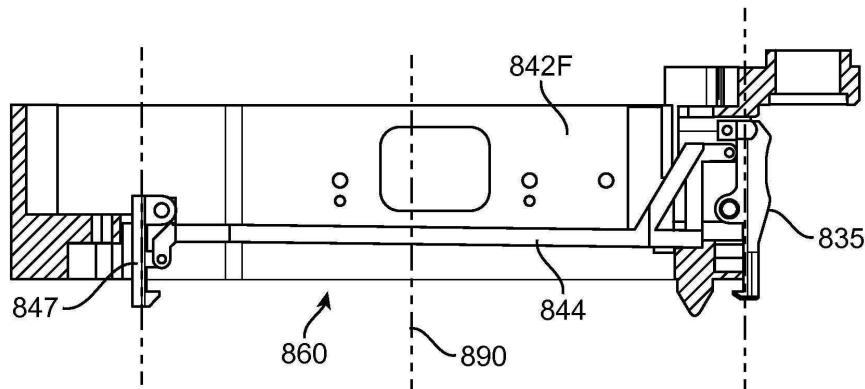
도면8d



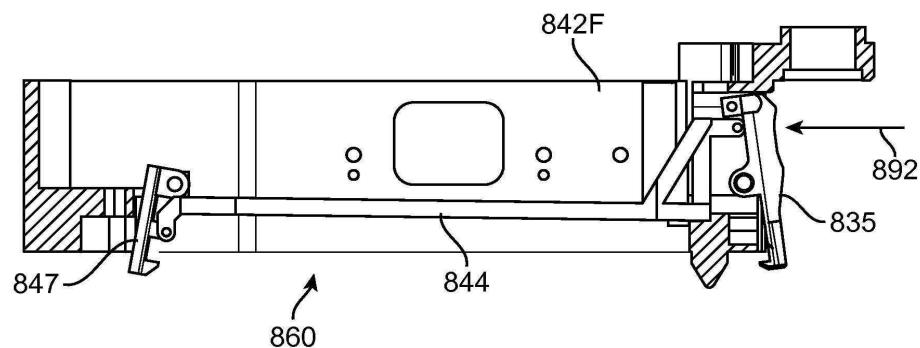
도면8e



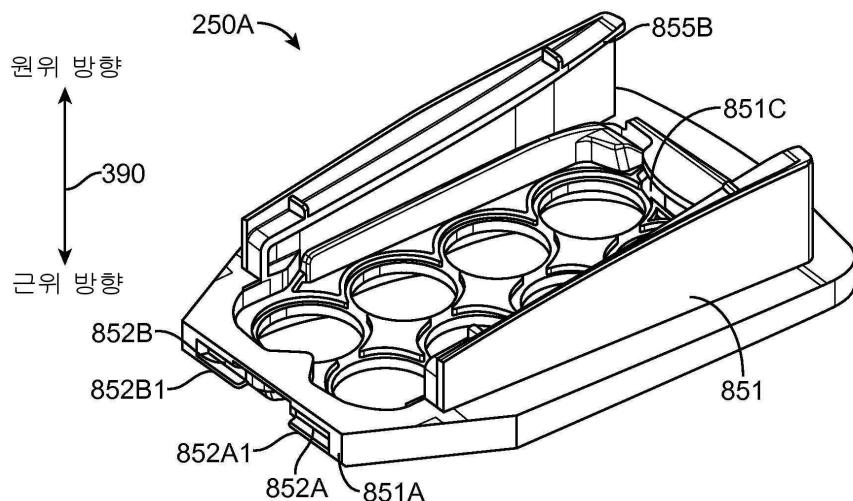
도면8f



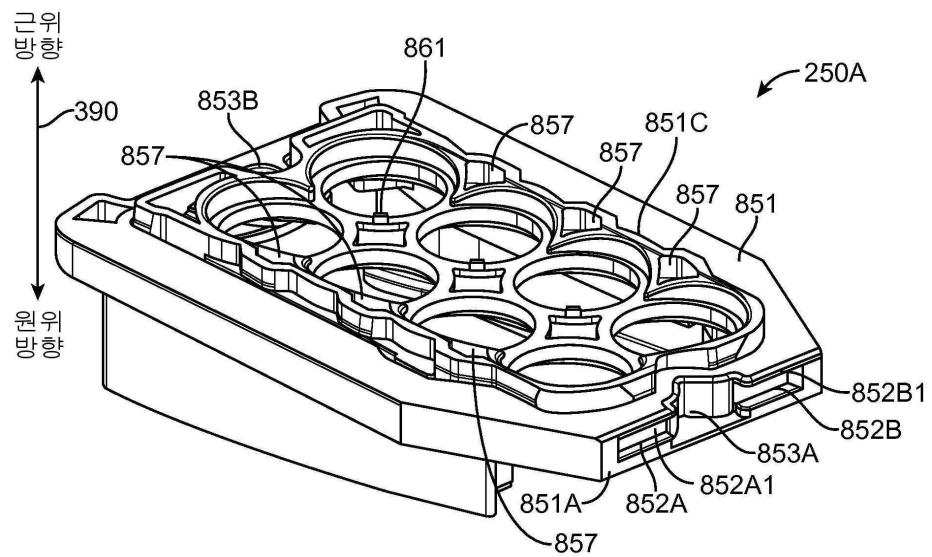
도면8g



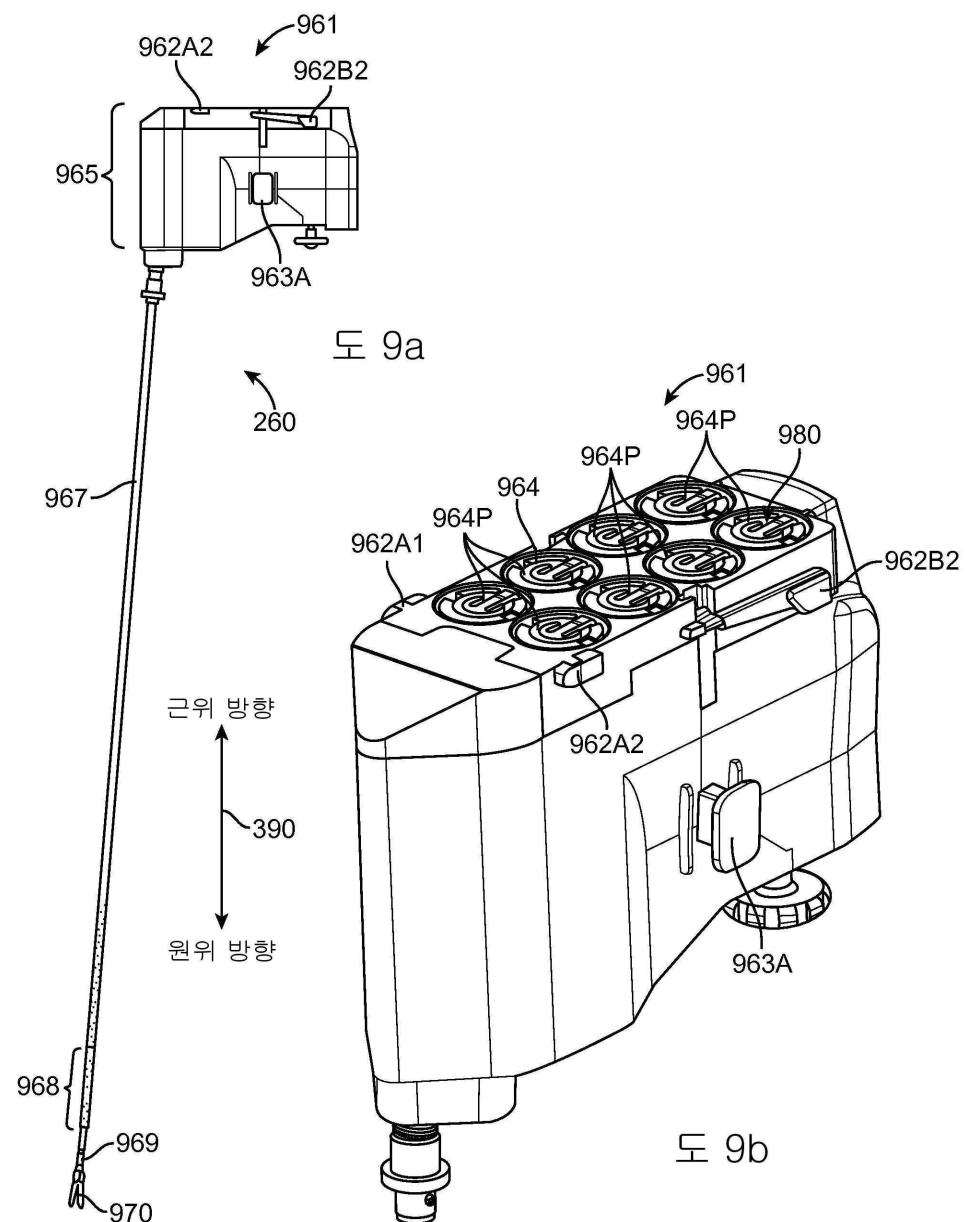
도면8h



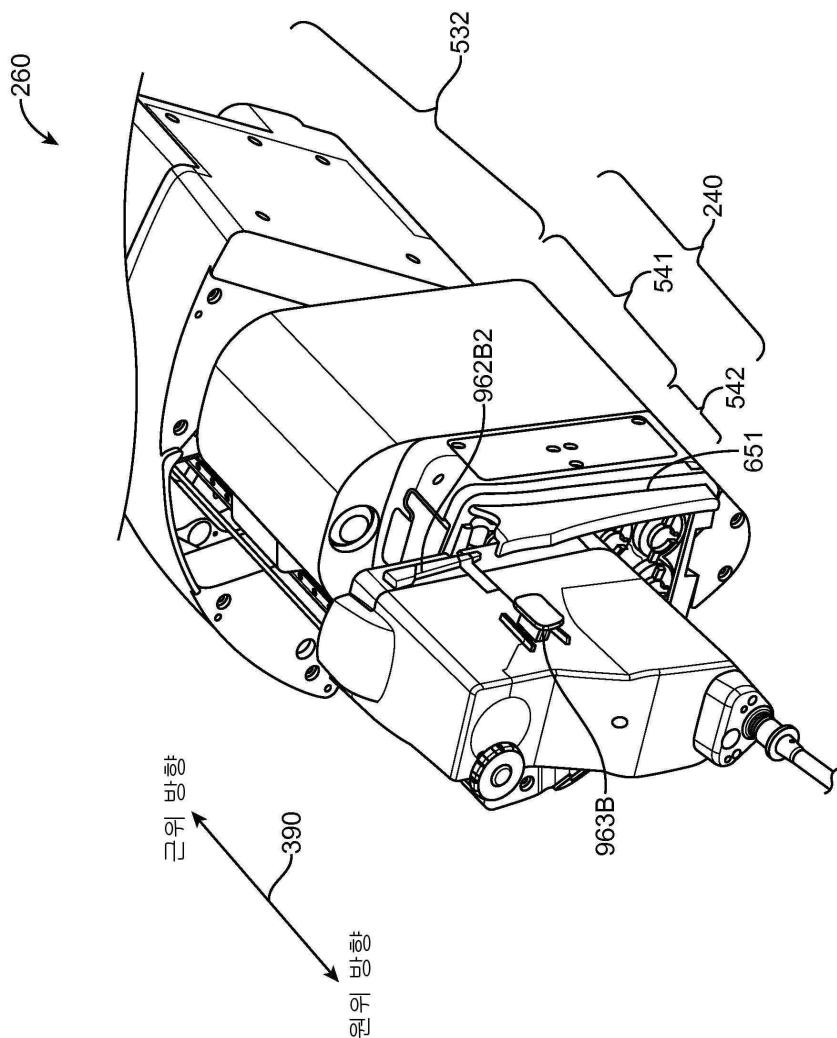
도면8i



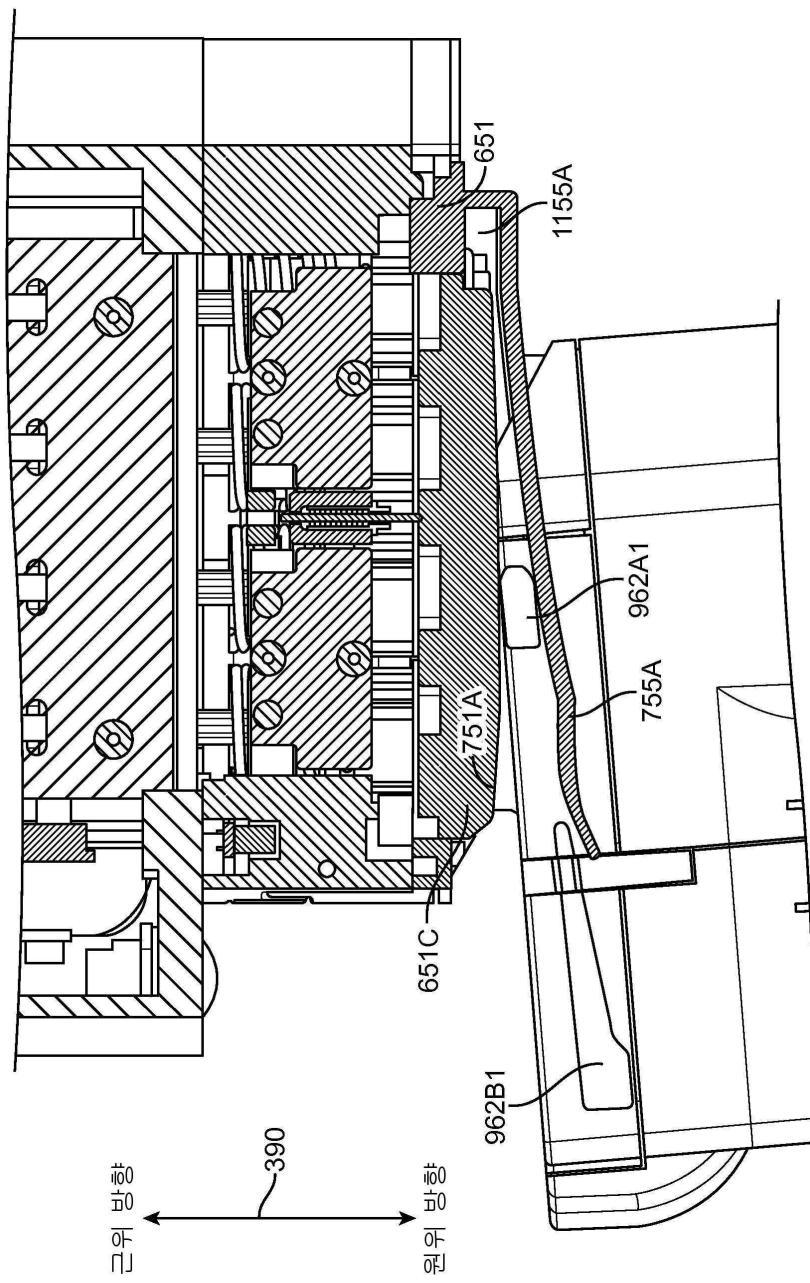
도면9



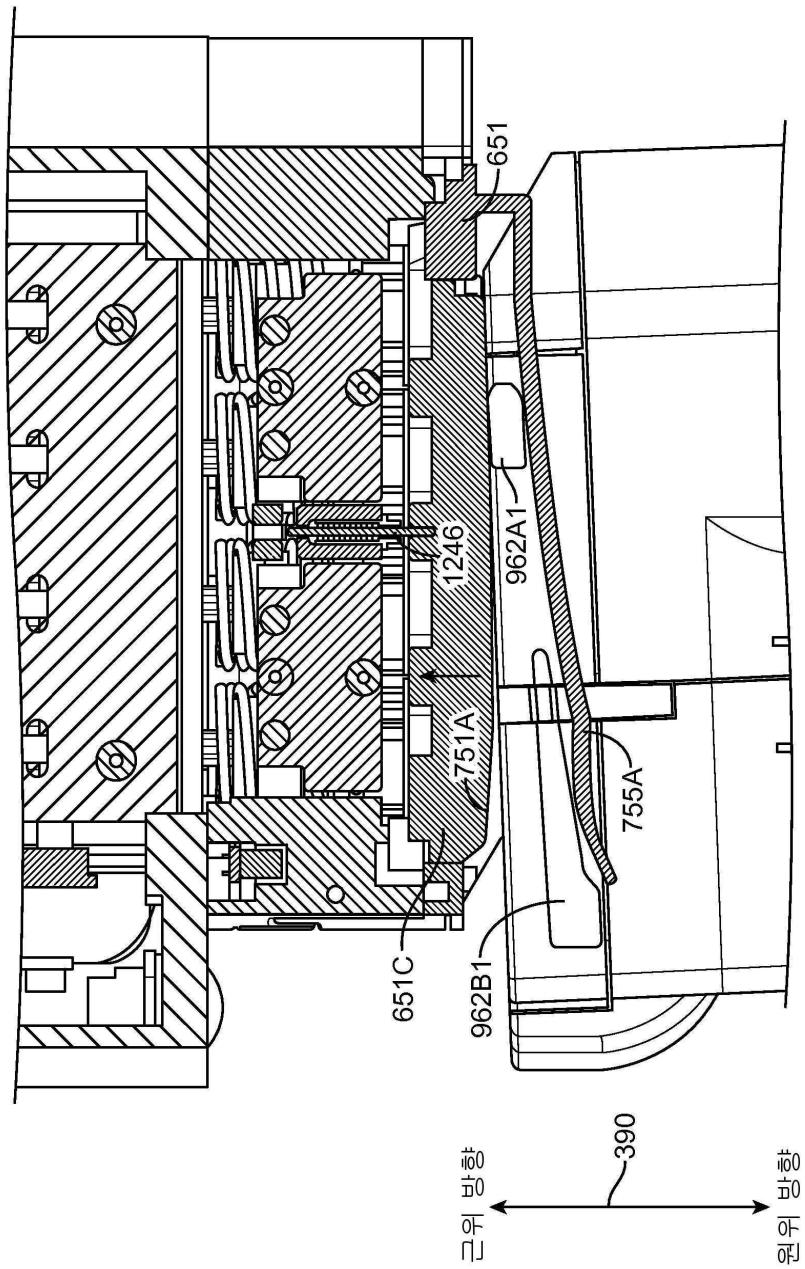
도면10



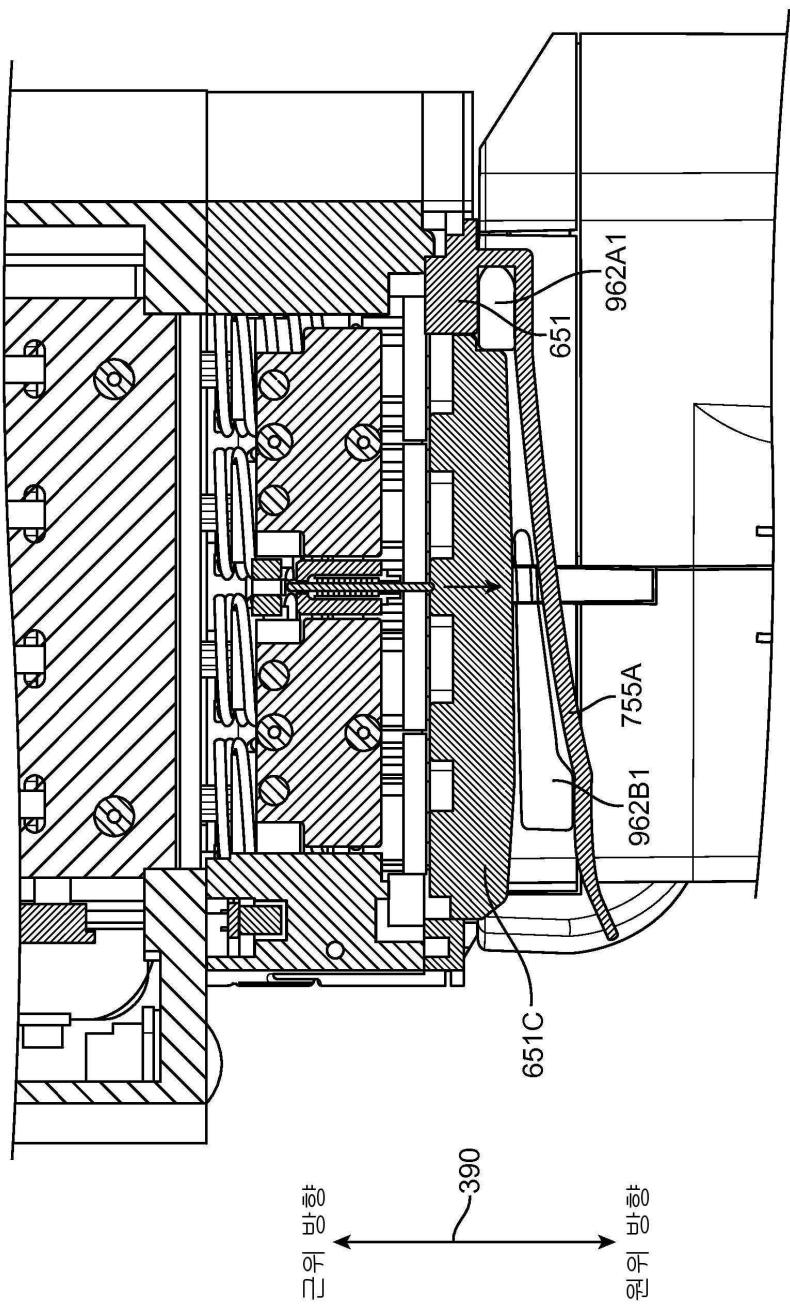
도면11



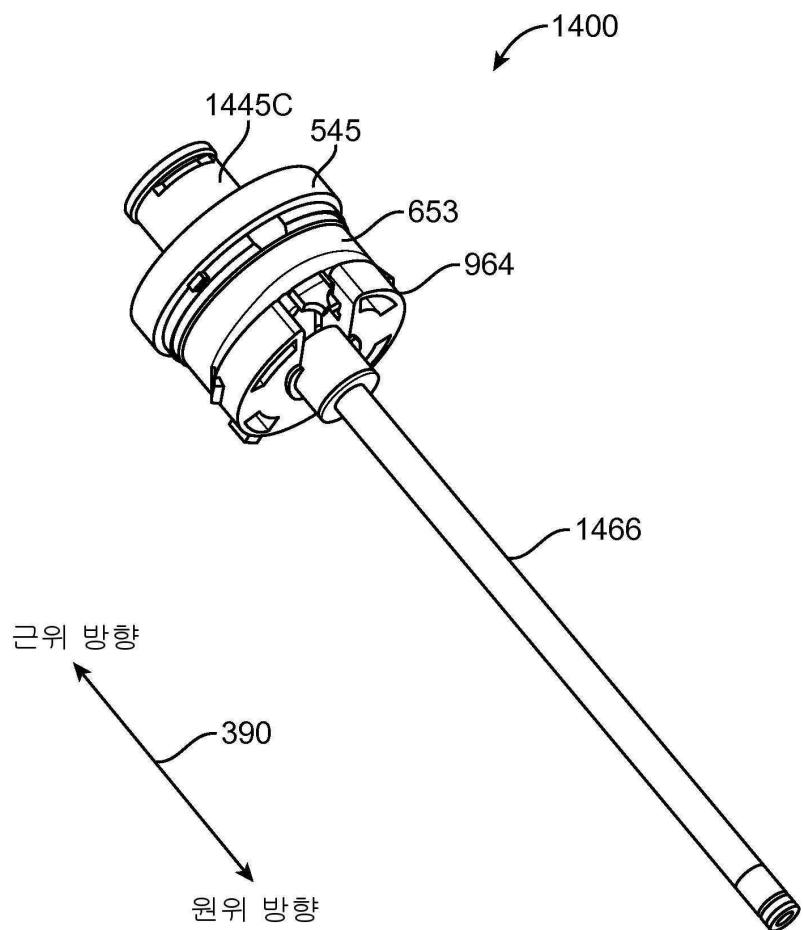
도면12



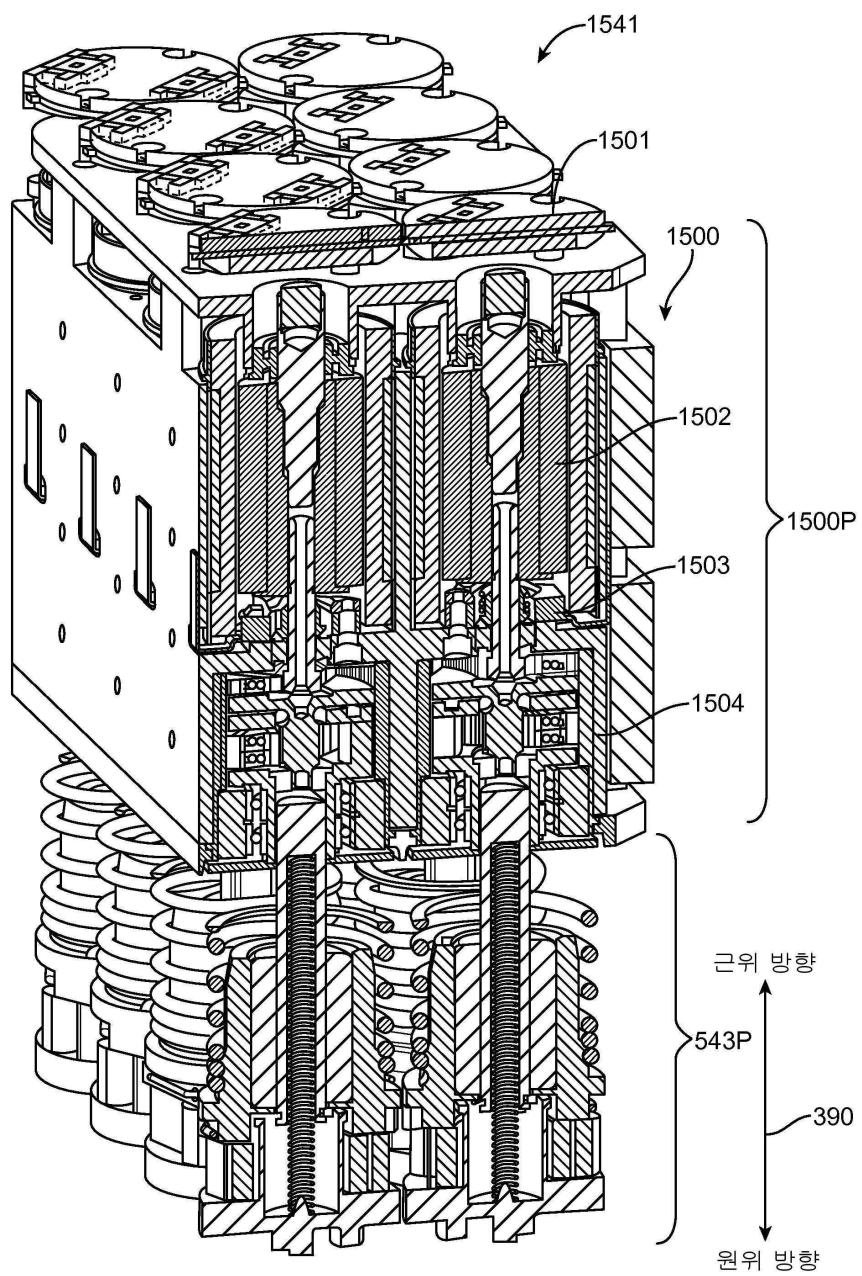
도면13



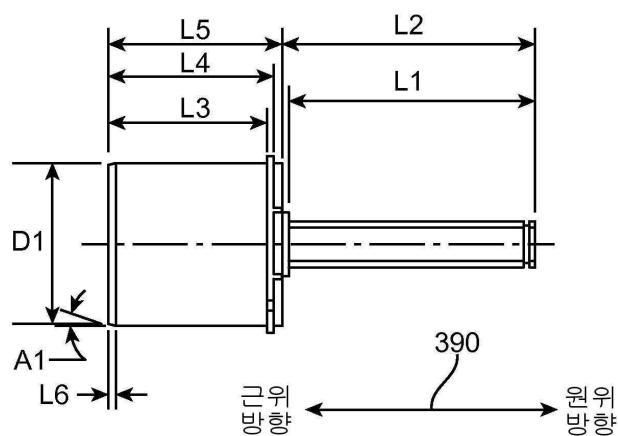
도면14



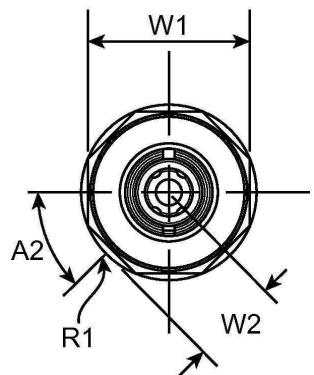
도면 15a



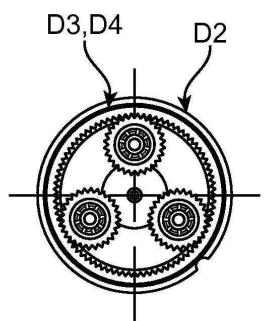
도면 15b



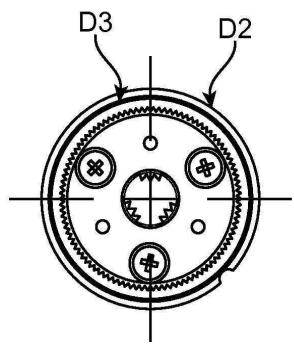
도면 15c



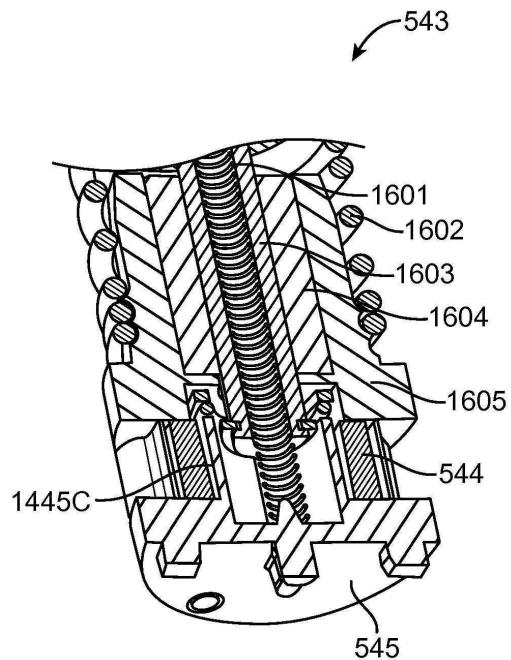
도면 15d



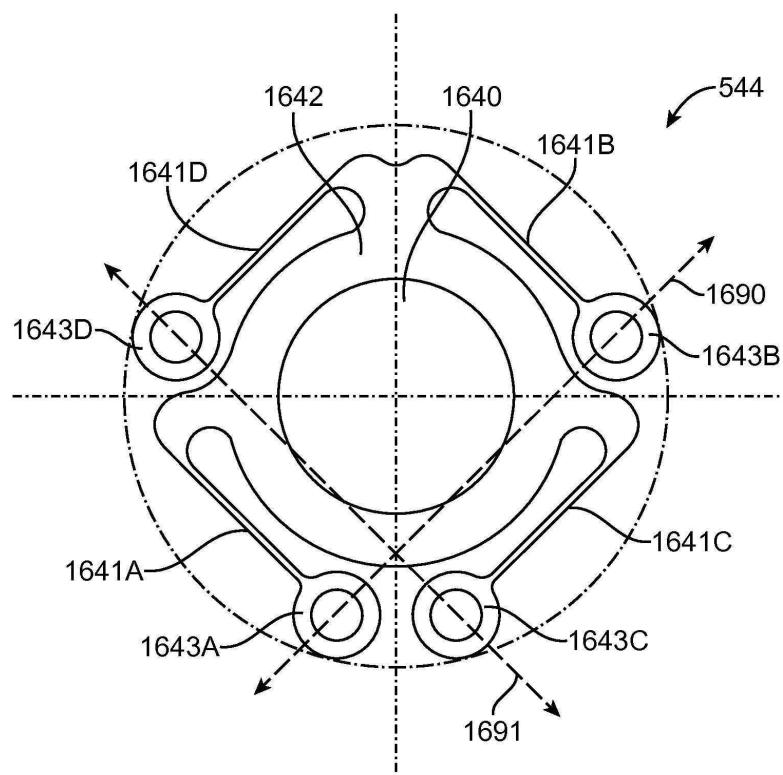
도면 15e



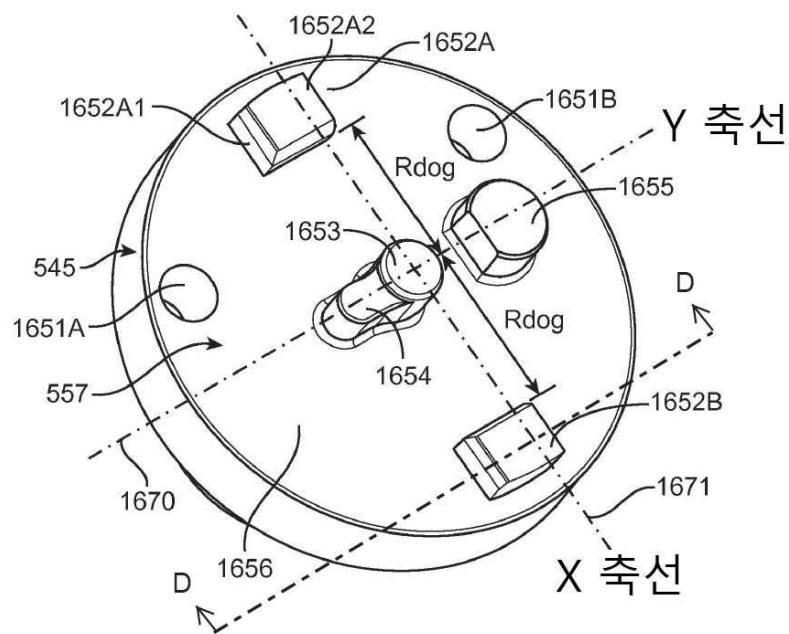
도면 16a



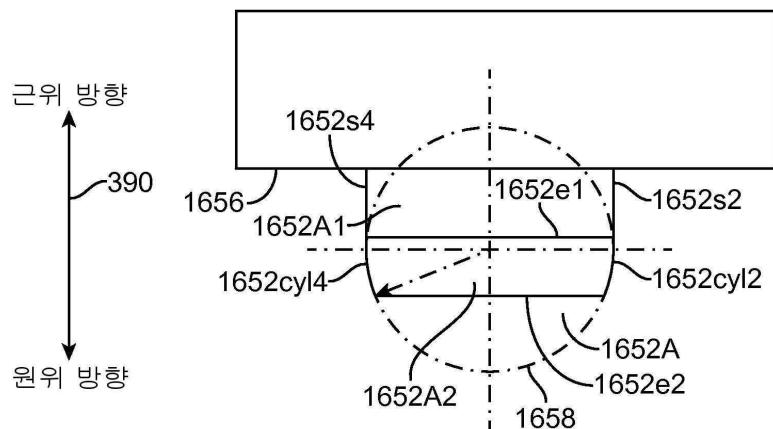
도면 16b



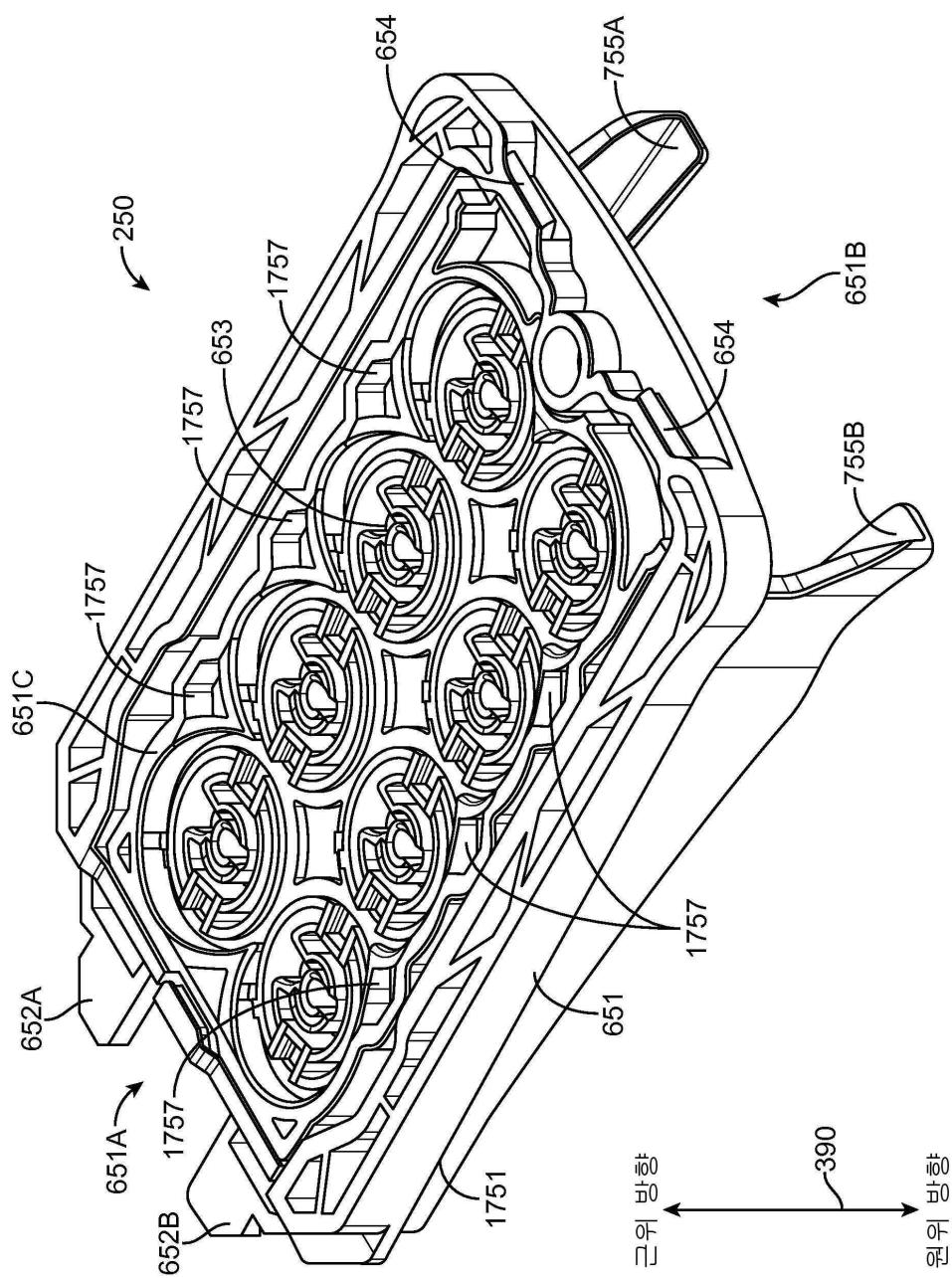
도면 16c



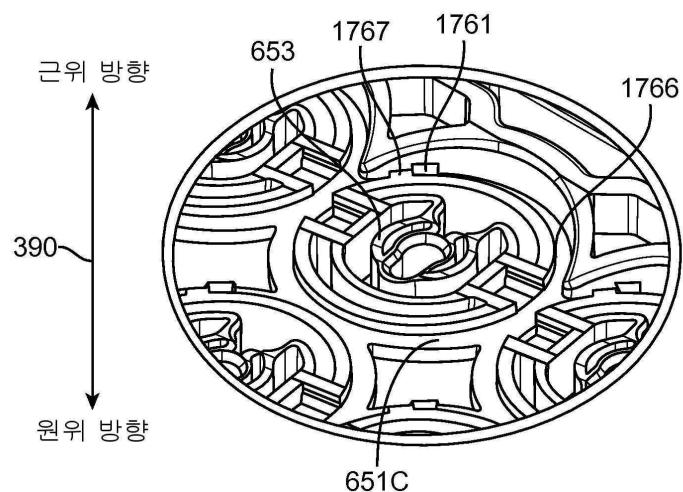
도면 16d



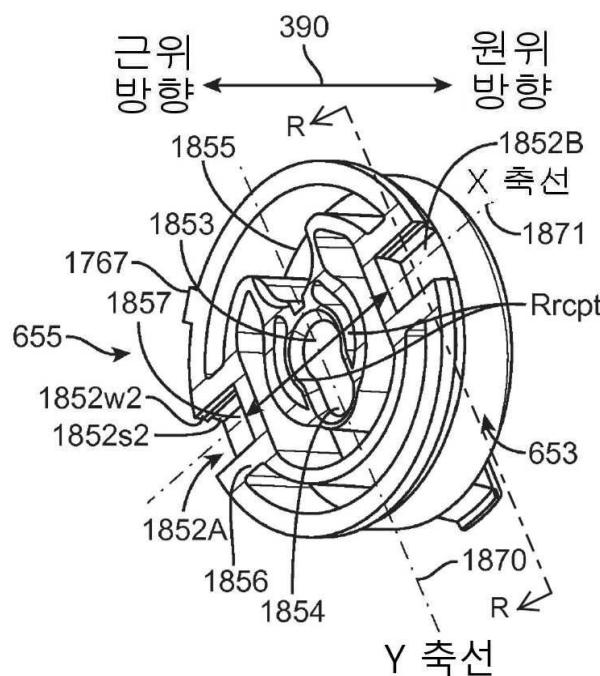
도면 17a



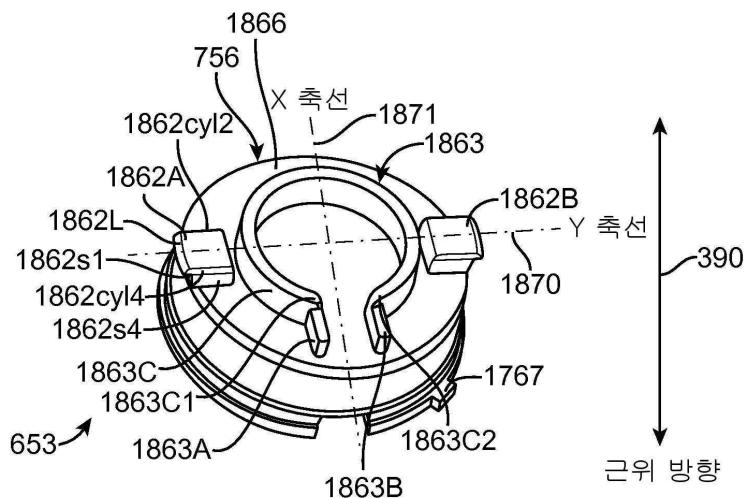
도면17b



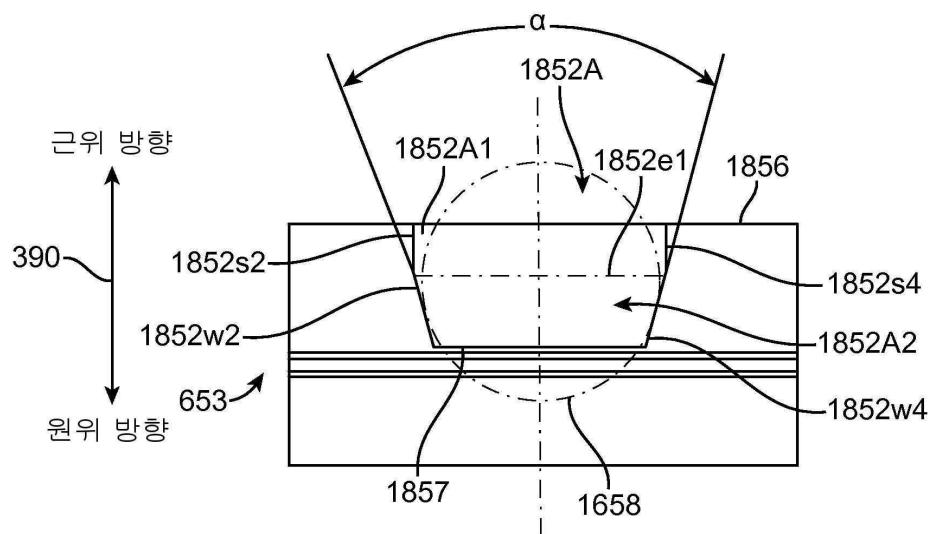
도면18a



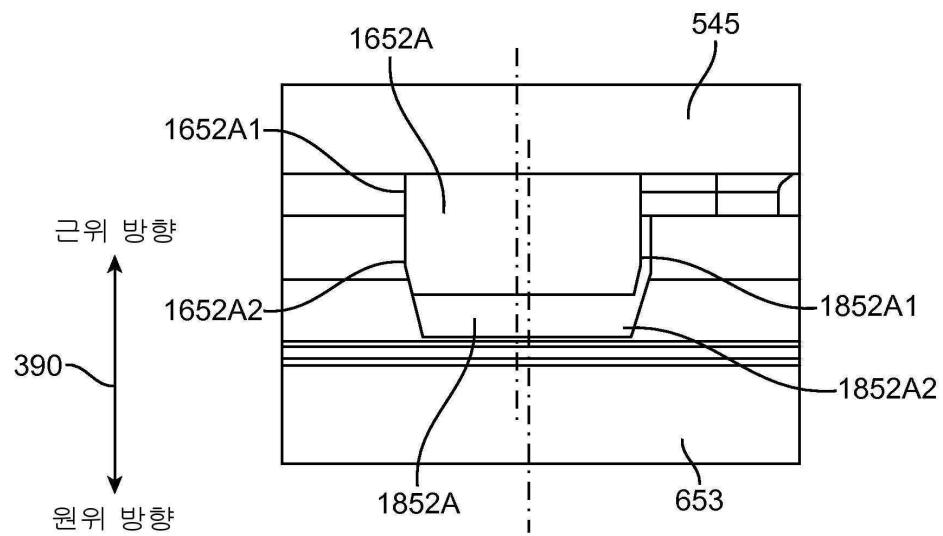
도면 18b



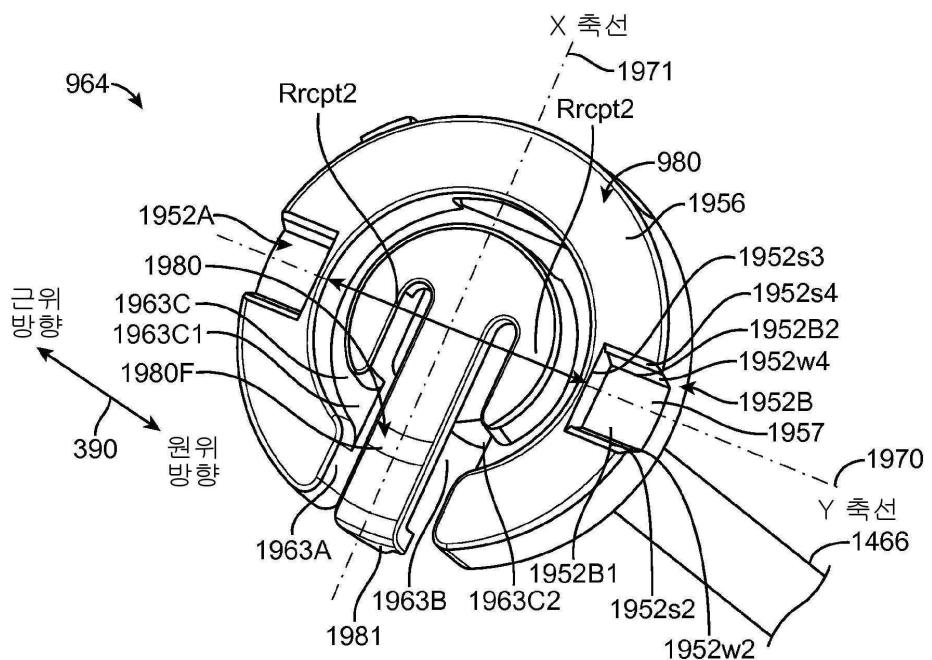
도면 18c



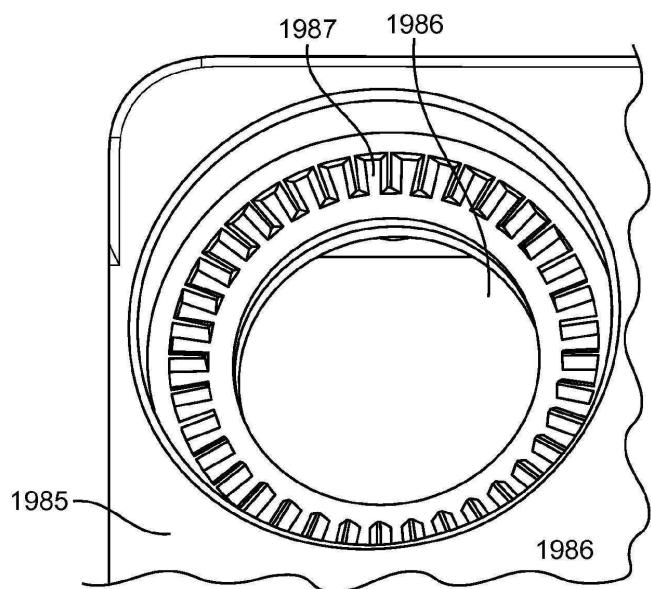
도면 18d



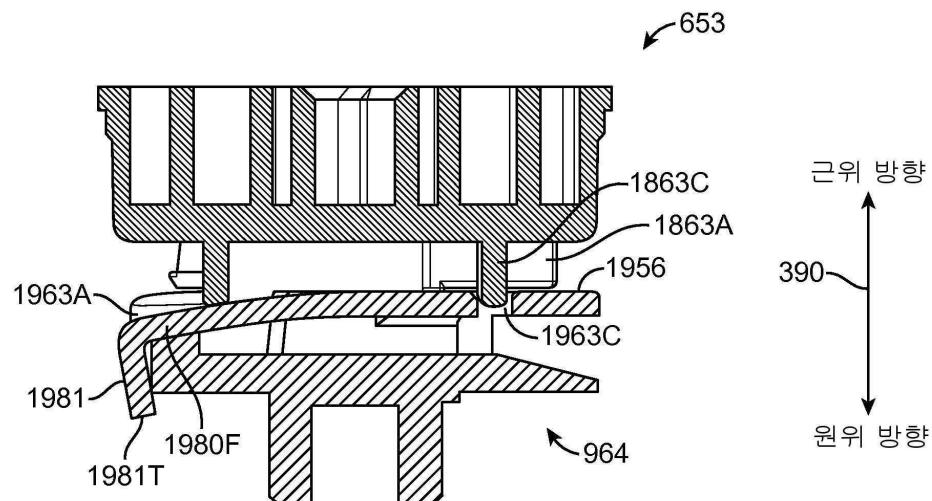
도면 19a



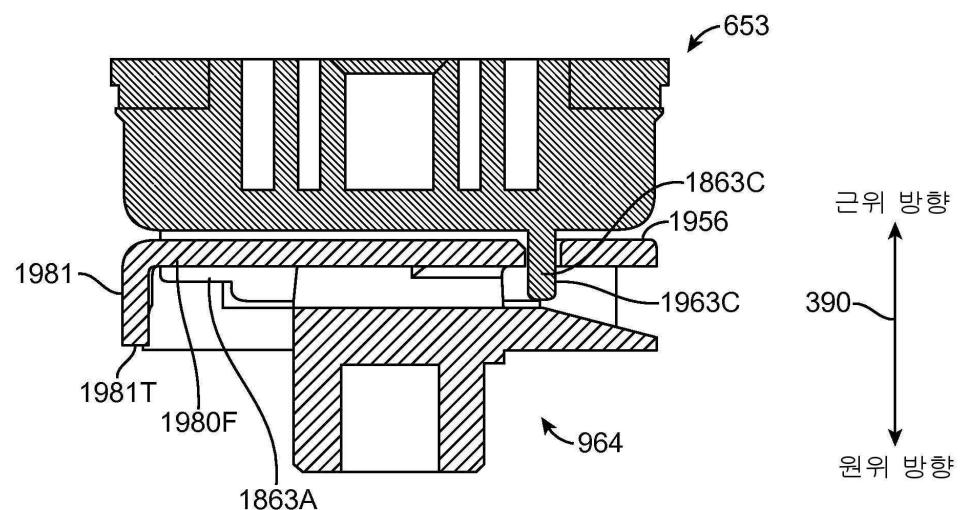
도면 19b



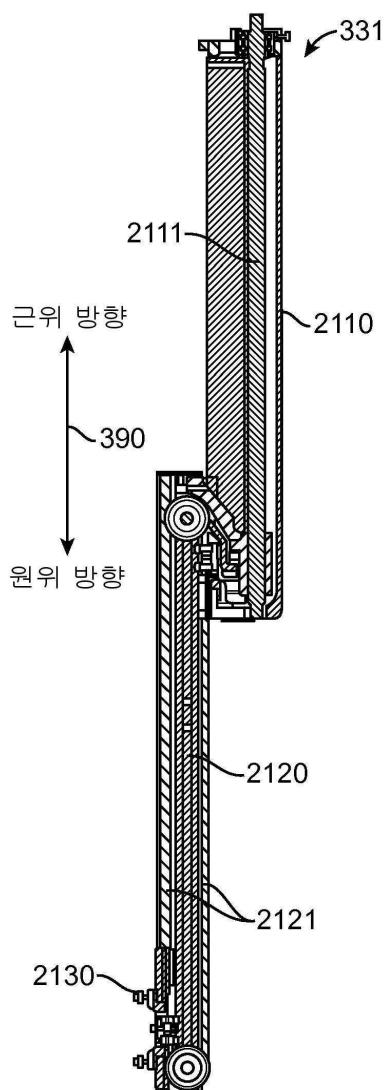
도면20a



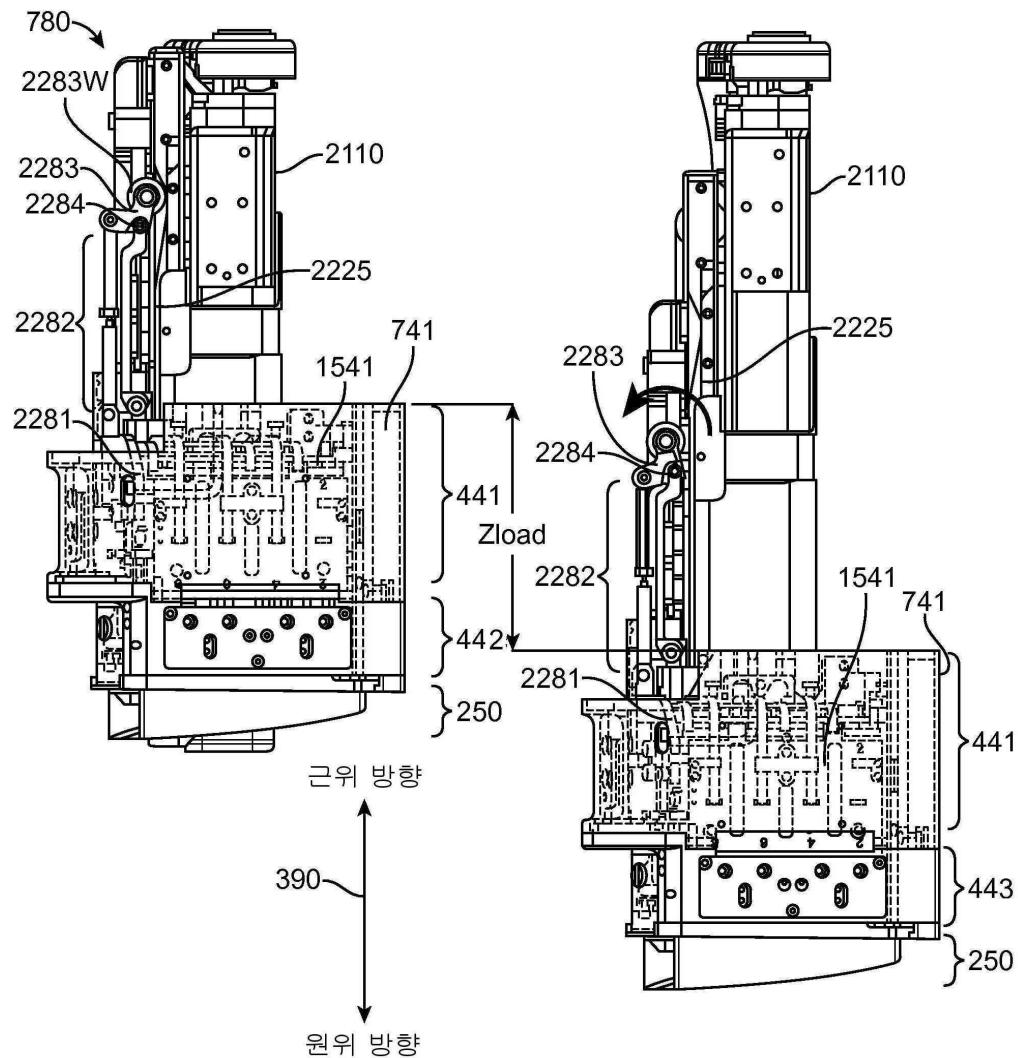
도면20b



도면21



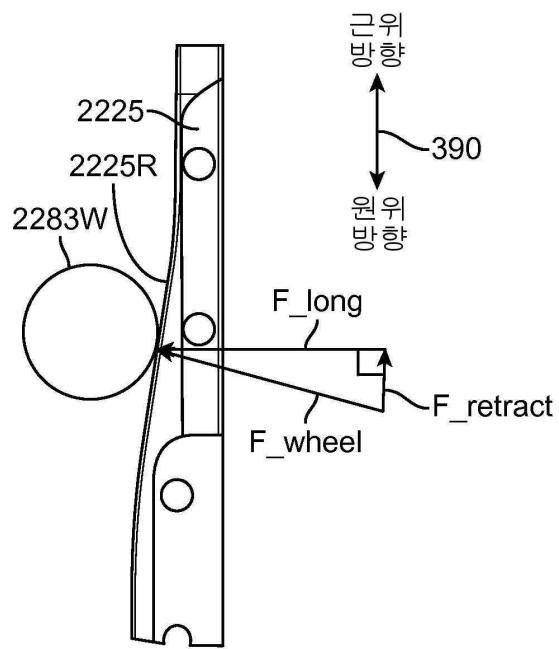
도면22ab



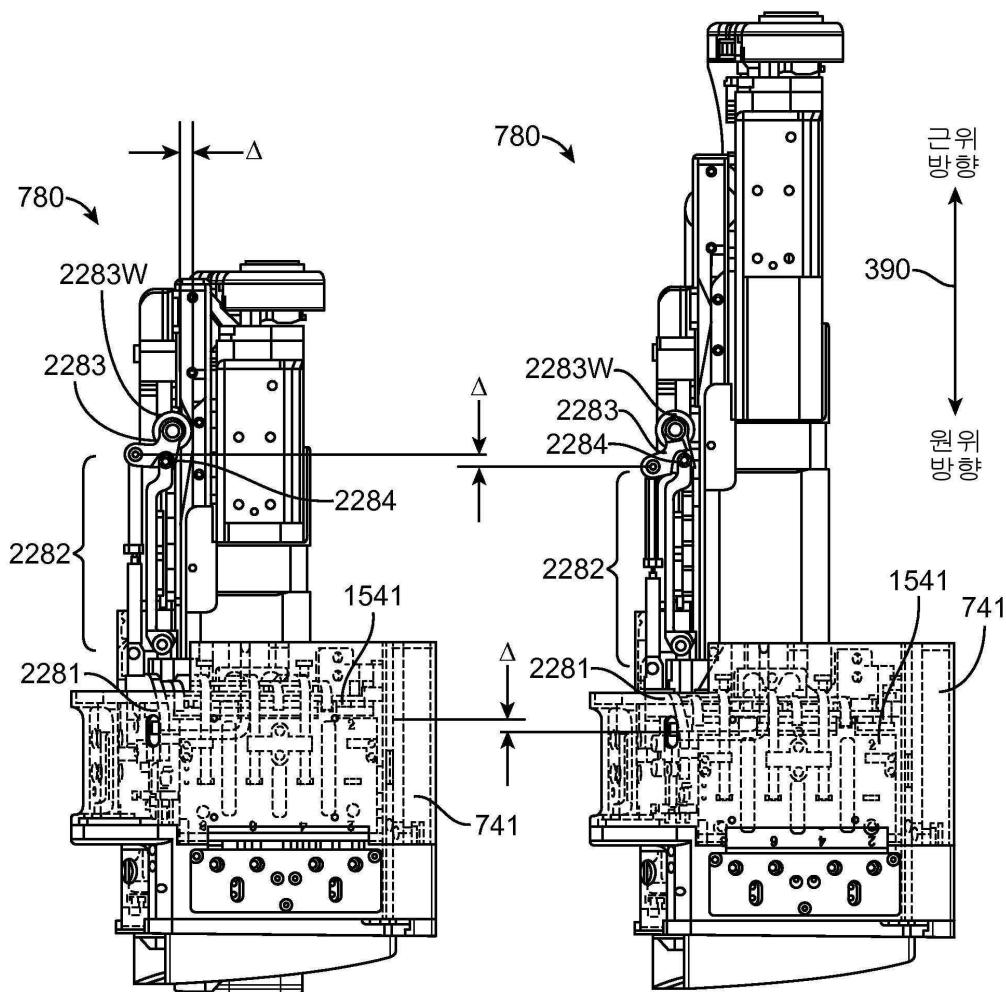
도 22a

도 22b

도면22c



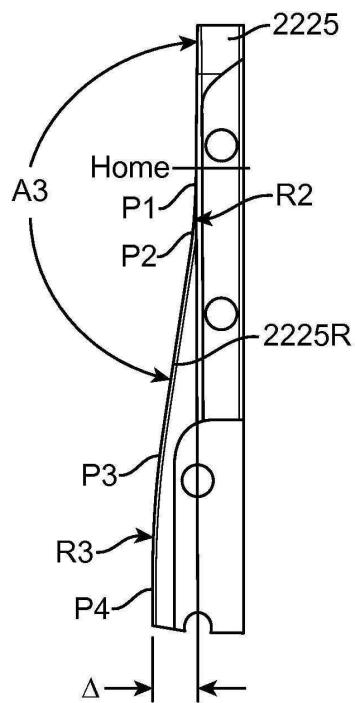
도면22de



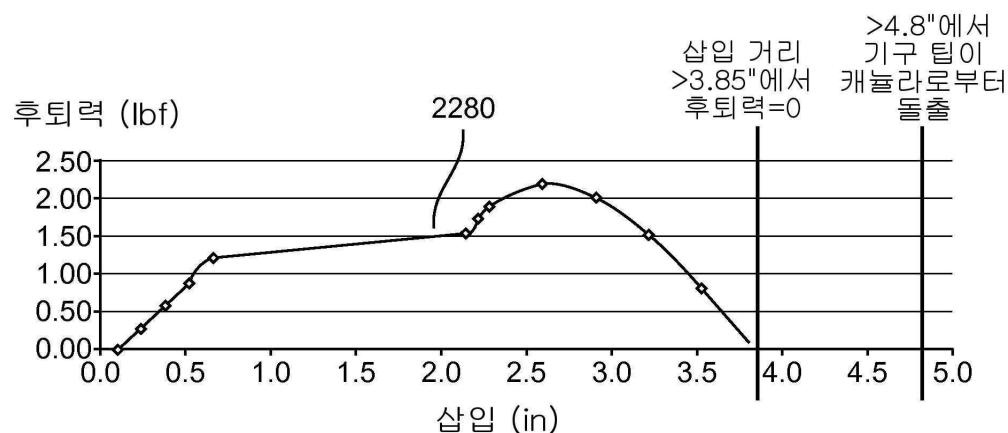
도 22d

도 22e

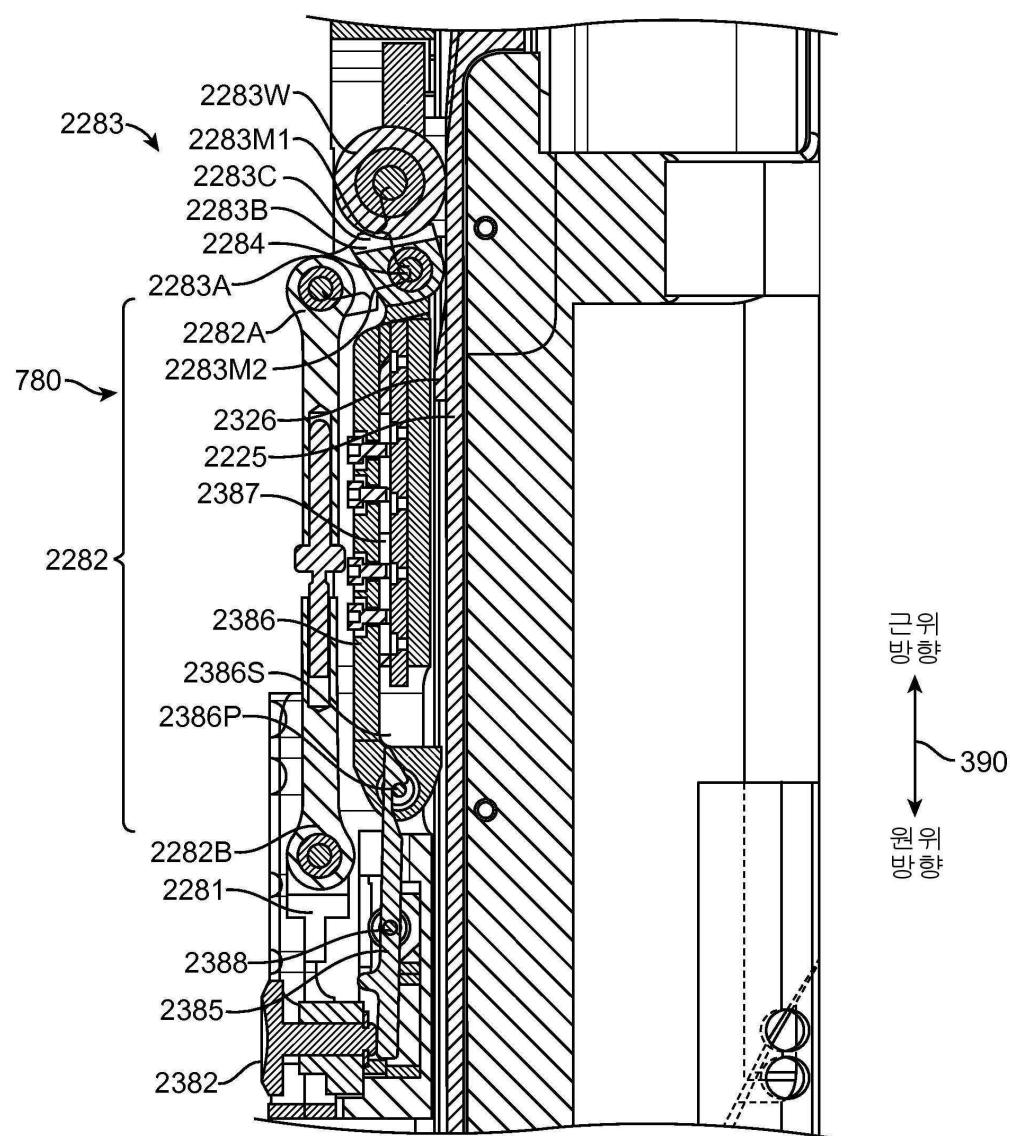
도면22f



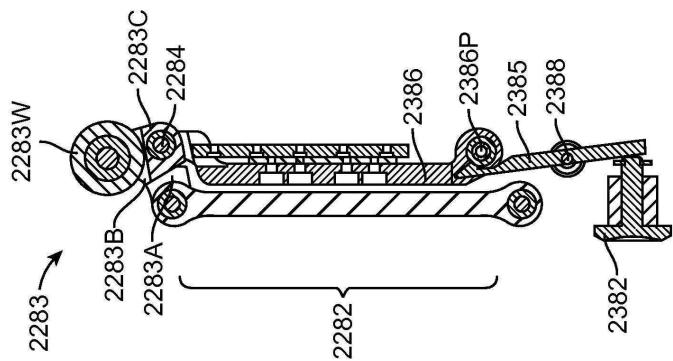
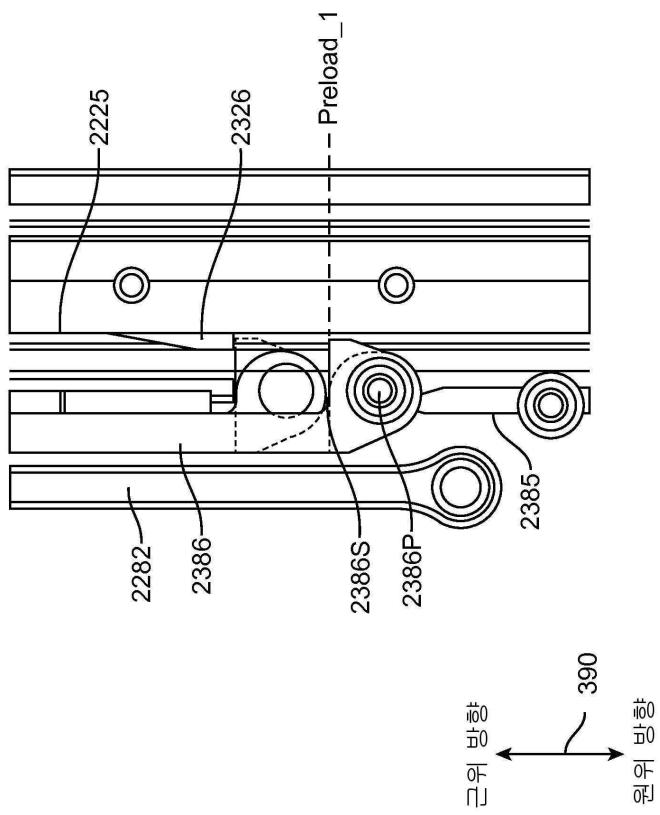
도면22g



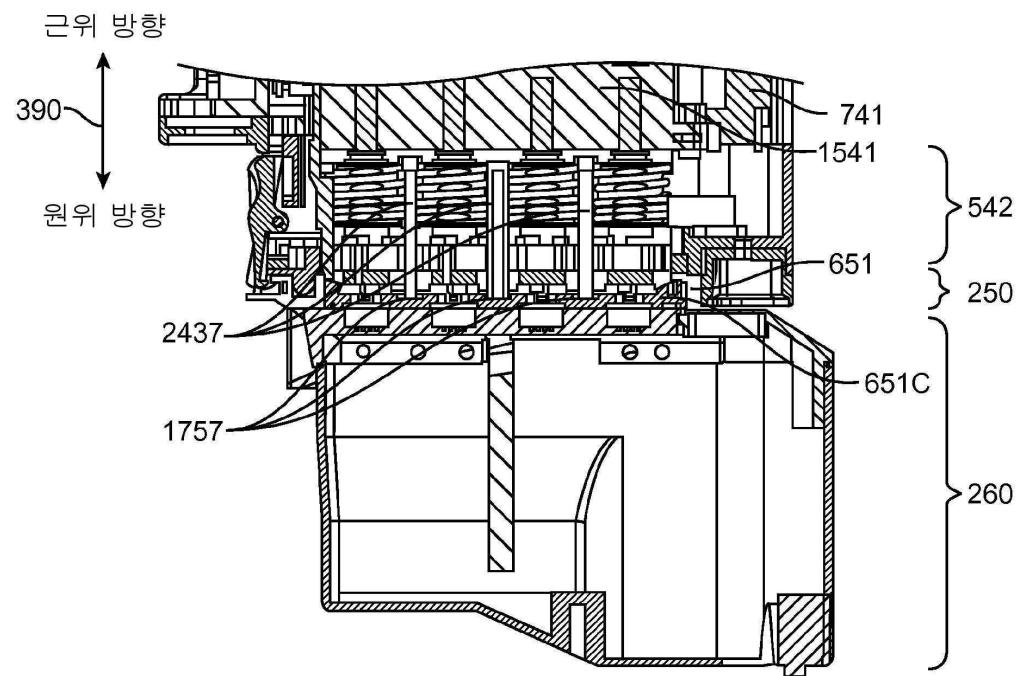
도면23



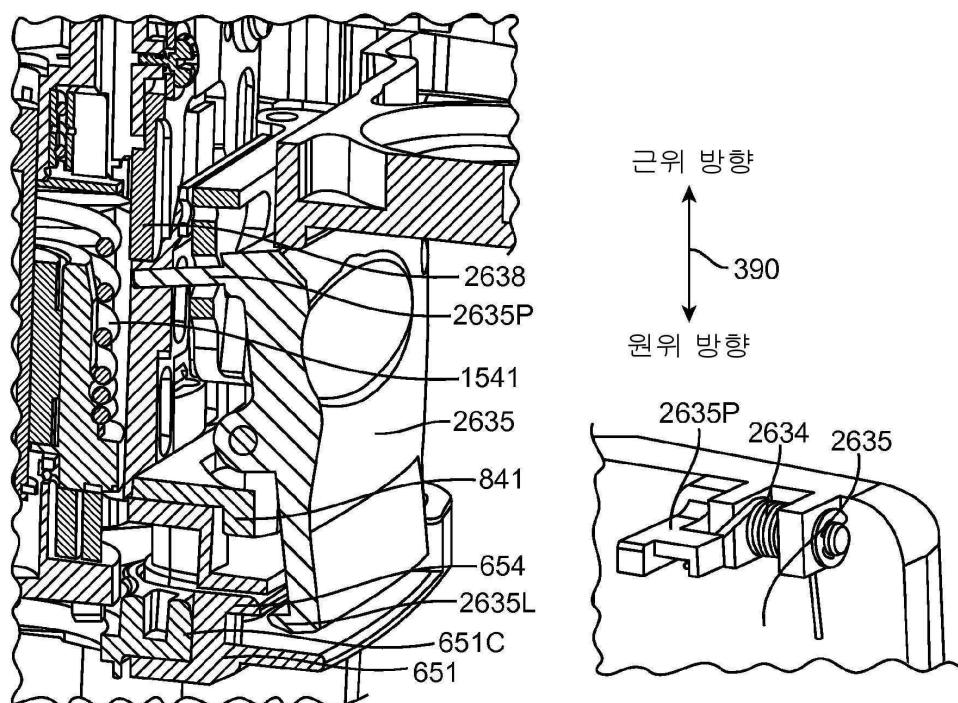
도면24



도면25



도면26



도 26a

도 26b