



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년05월25일

(11) 등록번호 10-2114788

(24) 등록일자 2020년05월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 10/02 (2006.01) **A61B 17/062** (2006.01)
A61B 17/3205 (2006.01) **A61B 17/34** (2006.01)
B25J 13/08 (2006.01) **B25J 5/02** (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7023520
- (22) 출원일자(국제) 2013년02월15일
 심사청구일자 2018년02월06일
- (85) 번역문제출일자 2014년08월22일
- (65) 공개번호 10-2014-0125398
- (43) 공개일자 2014년10월28일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2013/026406
- (87) 국제공개번호 WO 2013/123372
 국제공개일자 2013년08월22일
- (30) 우선권주장
 13/767,856 2013년02월14일 미국(US)
 61/599,339 2012년02월15일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 US06245028 B1*
 US20060161136 A1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자
 인튜어티브 서지컬 오퍼레이션즈 인코포레이티드
 미국 캘리포니아 94086 서니베일 키퍼 로드 1020
- (72) 발명자
 베일리 데이비드 더블유
 미국 캘리포니아 94028 포틀라 벨리 윈덤 드라이브 230
 디마이오 사이먼 피
 미국 캘리포니아 94086 서니베일 #에이 폰더로사 애비뉴 976
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 특허법인와이에스장

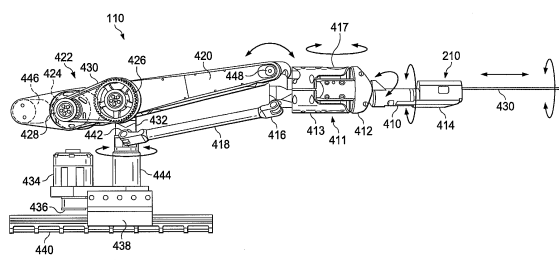
전체 청구항 수 : 총 24 항

심사관 : 최윤겸

(54) 발명의 명칭 표적 개입용 소형 바늘 매니플레이터

(57) 요약

기구 매니플레이터의 실시예들이 개시되어 있다. 기구 매니플레이터는, 트랙; 트랙을 따라 움직이도록 결합된 병진운동 캐리지; 병진운동 캐리지에 결합된 솔더 요 조인트; 솔더 요 조인트에 결합된 솔더 피치 조인트로서, 아암, 아암에 결합된 손목 마운트, 손목 마운트와 솔더 요 조인트 사이에 결합된 스트럿을 포함하고, 솔더 피치 메커니즘이 아암에 결합되는, 솔더 피치 조인트; 손목 마운트에 결합되되, 요 조인트 및 별도로 구동되는 피치-롤 조인트를 포함하는 요-피치-롤 손목; 및 손목에 결합되는 기구 마운트;를 포함한다. 여러 가지 조인트와 캐리지는 모터에 의해 구동될 수 있다.

대표도

(72) 발명자

자오 타오

미국 캘리포니아 94086 서니베일 수맥 드라이브
1022

베르너 로턴 엔

미국 캘리포니아 95051 산타 클라라 카일리 불러바
드 671

로 알란 이

미국 캘리포니아 94022 로스 알토스 이스트 포틀라
애비뉴 50

소저 조나단

미국 캘리포니아 94002 벨몬트 라이언 애비뉴 2133

스케나 브루스 마이클

미국 캘리포니아 94025 멘로 파크 포프 스트리트
414

명세서

청구범위

청구항 1

트랙;

트랙을 따라 움직이도록 결합되되, 리니어 모터에 의해 트랙을 따라 추진되는 병진운동 캐리지;

병진운동 캐리지에 결합되되, 솔더 요 모터에 의해 작동되는 솔더 요 조인트;

솔더 요 조인트에 결합되는 솔더 피치 조인트로서, 아암, 아암에 결합되는 손목 마운트, 상기 손목 마운트의 표면을 삽입 방향에 직각인 수직방향으로 지지하는 3차원 평행사변형을 형성하기 위해서 손목 마운트와 솔더 요 조인트 사이에 결합되는 스트럿들, 및 솔더 피치 조인트, 스트럿들, 아암 및 손목 마운트를 작동시키도록 결합된 솔더 피치 모터를 포함하는 솔더 피치 조인트;

손목 마운트에 결합되되, 하나 이상의 손목 요 모터에 의해 작동되는 요 조인트, 및 차동 구동 피치-롤 모터들에 의해 작동되는 차동 구동 피치-롤 조인트를 포함하는 요-피치-롤 손목; 및

상기 요-피치-롤 손목에 결합되되, 기구 드라이브를 제공하는 하나 이상의 기구 모터를 가지고 있는 기구 마운트;

를 구비하는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

컨트롤러를 더 포함하고,

컨트롤러는 리니어 모터, 솔더 요 모터, 솔더 피치 모터, 하나 이상의 손목 요 모터, 차동 구동 피치-롤 모터들 및 하나 이상의 기구 모터에 결합되고, 컨트롤러는 매니플레이터를 위치시키는 신호와 기구 마운트에 부착된 바늘 기반 기구의 삽입을 조정하는 신호를 제공하는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 요-피치-롤 손목은, 기구 마운트가 환자 간섭을 최소화하게 위치되도록 회전될 수 있는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

기구 마운트는 멸균 어댑터를 통해 기구와 결합되는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

바늘 기반 기구는 생검 기구인 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

바늘 기반 기구는 절제 기구인 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

바늘 기반 기구는 이미지에서의 바늘 기반 기구의 바늘의 위치를 위한 기준들을 포함하는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

컨트롤러는 리니어 모터, 숄더 요 모터, 숄더 피치 모터, 하나 이상의 손목 요 모터, 차동 구동 피치-롤 모터들 및 하나 이상의 기구 모터에 제공되는 신호들에 기초하여 매니플레이터의 위치를 결정하는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

컨트롤러는 매니플레이터 상에 장착된 하나 이상의 센서에 기초하여 매니플레이터의 위치를 보다 상세하게 결정하는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 10

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

병진운동 캐리지는 트랙 상의 병진운동 캐리지의 위치를 결정하는 병진운동 위치 센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

병진운동 위치 센서는 저항 센서인 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

병진운동 위치 센서는 광센서이고, 광인코더는 트랙 상에 위치되는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 13

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

병진운동 캐리지는 트랙 상에서 레일에 연결되어 있는 베어링을 포함하는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 14

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

숄더 요 조인트는,

병진운동 캐리지 및 숄더 요 모터에 결합되는 베이스;

베이스에 결합되는 지지 하우징;

지지 하우징과 베이스를 관통하는 샤프트; 및

샤프트의 단부에 결합되되, 숄더 요 모터가 샤프트의 회전을 작동시킬 수 있도록 숄더 요 모터에 연결되는 풀리 기어;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

지지 하우징은 스트럿들을 위한 수용부들을 포함하는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

숄더 피치 조인트는 샤프트에 결합되는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 17

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

숄더 피치 조인트는:

숄더 요 조인트를 수용하도록 결합되는 교차 지지체;

교차 지지체에 부착되는 제 1 폴리 기어;

교차 지지체 둘레에서 회전하도록 결합되는 아암으로서, 숄더 피치 모터가 아암에 고정되고 제 2 폴리 기어를 구동시키고, 제 2 폴리 기어가 교차 지지체 상에서의 아암의 회전이 숄더 피치 모터에 의해 작동되도록 제 1 폴리 기어에 연결되어 있는, 아암; 및

손목 마운트에 가해지는 웨이트(weight)를 균형잡기 위해서 아암에 부착되는 카운터 밸런스;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

손목 마운트는,

아암에 결합되는 손목 마운트 교차 지지체로서, 아암 내에서의 손목 마운트 교차 지지체의 회전을 허용하는, 손목 마운트 교차 지지체;

손목 마운트 교차 지지체에 부착되는 샤프트; 및

샤프트 상에 회전가능하게 결합되되, 스트럿들을 수용하는 하나 이상의 수용부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

아암과 손목 마운트 교차 지지체 사이에 결합되는 숄더 피치 위치 센서를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 20

제 18 항에 있어서,

샤프트와 하나 이상의 수용부 사이에 결합되는 숄더 요 위치 센서를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 21

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

요-피치-롤 손목은:

숄더 피치 조인트의 손목 마운트에 부착되되, 하나 이상의 손목 요 모터를 포함하는 제 1 구역;

하나 이상의 손목 요 모터에 의해 작동될 때 제 1 구역에 대하여 회전하도록 제 1 구역에 회전가능하게 연결되

어 있는 제 2 구역;을 포함하고,

제 2 구역은 피치-롤 모터들에 연결되는 차동 기어 장치를 포함하며, 차동 기어 장치가 마운트 기어에 결합될 때 롤 및 피치를 제공하는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

차동 기어 장치는:

마운트 기어에 부착되는 마운트 샤프트를 수용하는 코어로서, 코어가 제 2 구역에 고정되는 샤프트를 중심으로 회전하도록 제 2 구역에 고정되는 샤프트를 수용하는 코어;

제 2 구역에 고정된 샤프트 둘레에서 회전하도록 배열된 제 1 기어를 가진 제 1 휠로서, 제 1 기어가 마운트 기어에 연결되어 있고, 제 1 휠이 제 1 피치-롤 모터에 의해 구동되는, 제 1 휠; 및

제 2 구역에 고정된 샤프트 둘레에서 회전하도록 배열된 제 2 기어를 가진 제 2 휠로서, 제 2 기어가 마운트 기어에 연결되어 있고, 제 2 휠이 제 2 피치-롤 모터에 의해 구동되는, 제 2 휠;

을 포함하는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

제 1 차동 위치 센서는 제 2 구역과 제 1 기어 사이에 결합되고, 제 2 차동 위치 센서는 제 2 구역과 제 2 기어 사이에 결합되는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

청구항 24

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

기구 마운트는,

요-피치-롤 손목에 결합되는 마운트 기어와 마운트 샤프트; 및

기구 마운트의 하우징과 기구 드라이브 사이에 결합되는 위치 센서;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 기구 매니플레이터.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2012년 2월 15일자로 출원된 미국 가출원 제61/599,339호, 및 2013년 2월 14일자로 출원된 미국 정규출원 제13/767,856호의 우선권을 주장하고, 이는 본 명세서에서 그 전체로 참조사항으로 통합되어 있다.

[0002] 본 발명의 실시예들은 바늘을 회음부를 통해 전달하는 로봇 매니플레이터와 관련되어 있다.

배경 기술

[0003] 매년 150만 건의 코어 바늘 생검이 실행되어, 전립선 암에 관한 수백 내지 수천 건의 새로운 증상을 치유하고 있다. 여러 경우에 있어서, 전립선 암의 조기 탐지는 활용되고 있는 치료 방법의 효율을 높이고 있다.

[0004] 더욱이, MRI 유도식 바늘 기반 치료법(MRI-guided needle based therapy)들(생검, 국소 레이저 절제, 및 전립선 암을 위한 일반적인 치료방법 또는 다른 치료방법인 LDR(low-dose-rate) 영구적 근접치료(brachytherapy)에서 이용되는 이식가능한 시드(implantable seed)의 전달)은 성공적인 것으로 알려져 왔다. 그러나, 통상의 MRI 기구에 의해 확보되는 한정된 공간에서의 바늘의 조종은 도전할 만한 것으로 알려져 있다.

[0005] 공기에 의해 동력공급되는 로봇, 초음파 또는 압전기를 이용하는 해결책들이 일부 제공되어 왔다. 그러나 이 방법들은 이러한 환경에서 요구되는 힘과 능숙한 조종을 제공하지는 않는다.

[0006] 전립선 암은 미국 남성에 있어서 가장 일반적인 비피부암(noncutaneous cancer)이다. 전립선 암에 관한 2가지

일반적인 검사 방법이 있는데, 즉 전립선 특이 항원(prostate-specific antigen; PSA) 테스트와 직장수지 검사(digital rectal exam; DRE)이다. 혈액 시료 내의 항원 농도로부터 전립선 암의 가능성을 판정하는 PSA 테스트는 확정적이지 않다. DRE에서, 의사는 전립선이 비대되어 있는지 여부 또는 비정상적인 혹이 존재하는지 여부를 판정할 수 있다. 어느 경우이든, 바늘 생검은 종양이 존재하는지 아닌지 여부 또는 종양이 양성인지 악성인지 여부를 판정하는데 자주 권고되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 종양의 존재를 조사하기 위한 유의사항에 관한 현재의 표준은 경직장 초음파검사(transrectal ultrasound; TRUS)로 설명된다. 초음파 유도하에서, 의사는 생검 바늘을 직장의 벽을 통해 전립선 속에 배치시킬 수 있다. 생검 바늘은 추가 테스트를 위하여 작은 원통형의 조직을 떼어낸다. 일반적으로, 수술과정 동안 테스트하기 위하여 다수의 시료를 떼어낸다. TRUS 과정은 종양의 위치측정에 아주 정확하지는 않다고 알려져 있다. 자기 공명 영상(MRI) 및 컴퓨터 단층(CT) X-레이 영상과 같은 다른 형태의 영상은 고해상도로 제공될 수 있고, 개별적인 종양의 확인을 보다 확실하게 한다.
- [0008] 생검을 포함하는 바늘 기반 치료방법을 보다 정확하게 실행하기 위해서 로봇 바늘 매니플레이터와 여러 가지 영상 기술을 조합하려는 다양한 시도가 있어왔다. 그러나, 영상 환경 내부에서 실행되는 바늘 기반 수술과정을 위하여 개선된 성능의 매니플레이터를 개발할 필요는 여전히 남아 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 양태에 따라, 기구 매니플레이터에 관한 실시예들이 개시되어 있다. 일부 실시예에서, 기구 매니플레이터는, 트랙; 트랙을 따라 움직이도록 결합되되, 리니어 모터에 의해 트랙을 따라 추진되는 병진운동 캐리지; 병진운동 캐리지에 결합되되, 솔더 요 모터에 의해 작동되는 솔더 요 조인트; 솔더 요 조인트에 결합된 솔더 피치 조인트로서, 아암, 아암에 결합된 손목 마운트, 손목 마운트와 솔더 요 조인트 사이에 결합되고 3차원 평행 사변형을 형성하는 스트럿, 및 솔더 피치 조인트, 스트럿, 아암 및 손목 마운트를 작동시키도록 결합된 솔더 피치 모터를 포함하는, 솔더 피치 조인트; 손목 마운트에 결합되되, 하나 이상의 손목 요 모터에 의해 작동되는 요 조인트와, 차동 구동(differentially driven) 피치-롤 모터에 의해 작동되는 차동 구동 피치-롤 조인트를 포함하는 요-피치-롤 손목; 및 손목에 결합되되, 기구 드라이브를 제공하는 하나 이상의 기구 모터를 가지고 있는 기구 마운트;를 포함한다.
- [0010] 여러 가지 실시예는 다음의 도면에 대하여 아래에서 보다 상세하게 설명된다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1에는 본 발명의 일부 실시예에 따르는 매니플레이터가 이용될 수 있는 수술 환경이 도시되어 있다.
- 도 2에는 스캐너 이송 테이블 상에 장착된 본 발명의 일부 실시예에 따르는 로봇 매니플레이터가 도시되어 있다.
- 도 3에는 본 발명의 일부 실시예에 따르는 매니플레이터 시스템의 블록 다이어그램이 도시되어 있다.
- 도 4a에는 본 발명의 일부 실시예에 따르는 로봇 매니플레이터가 도시되어 있다.
- 도 4b와 도 4c에는 도 4a에 도시된 로봇 매니플레이터의 평면도가 도시되어 있다.
- 도 5a와 도 5b에는 도 4a에 도시되어 있는 로봇 매니플레이터의 삽입방향 축을 따르는 직선 운동이 도시되어 있다.
- 도 6a와 도 6b에는 도 4a에 도시되어 있는 로봇 매니플레이터의 솔더 요 조인트(shoulder yaw joint)가 도시되어 있다.
- 도 6c에는 도 4a에 도시되어 있는 로봇 매니플레이터에서 이용될 수 있는 스트럿이 도시되어 있다.
- 도 7a에는 도 4a에 도시되어 있는 로봇 매니플레이터의 솔더 피치 조인트(shoulder pitch joint)가 도시되어 있다.

도 7b에는 도 7a에 도시되어 있는 솔더 피치 조인트의 단면도가 도시되어 있다.

도 7c에는 도 7a에 나타나 있는 커넥팅 조인트와 솔더 피치 위치 센서 및 솔더 요 위치 센서의 단면도가 도시되어 있다.

도 8a, 8b, 8c, 8d 및 8e에는 도 4a에 도시되어 있는 로봇 매니퓰레이터의 요-피치-롤 손목(yaw-pitch-roll wrist)의 양태들에 관한 실시예들이 도시되어 있다.

도 8f, 8g 및 8h에는 도 8a, 8b, 8c, 8d 및 8e에 도시되어 있는 손목이 이용되는 위치 센서가 도시되어 있다.

도 9a, 9b, 9c에는 도 4a에 도시되어 있는 로봇 매니퓰레이터의 운반 마운트의 실시예들이 도시되어 있다.

도 10a와 도 10b에는 도 9a, 9b, 9c에 도시되어 있는 운반 마운트가 이용될 수 있는 멸균 어댑터가 도시되어 있다.

도 11은 로봇 매니퓰레이터용 컨트롤러가 도시되어 있는 블록 다이어그램이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 다음의 발명의 상세한 설명에서, 구체적인 세부사항은 본 발명의 일부 실시예들을 설명하는 것으로 시작된다. 그러나, 일부 실시예들이 이들 구체적인 세부사항의 일부나 전부가 없는 상태로 실시될 수 있다는 것은 당해 기술분야에서의 통상의 기술자에게는 자명할 것이다. 본 명세서에 개시된 구체적인 실시예들은 설명하기 위한 것이지 제한하기 위한 것이 아니다. 당해 기술분야에서의 통상의 기술자라면 본 명세서에 특별히 설명되지 않더라도 본 발명의 사상과 범위 내에 있는 다른 요소들을 인식할 수 있을 것이다.
- [0013] 더욱이, 발명의 상세한 설명의 용어는 본 발명을 한정하도록 의도된 것은 아니다. 예를 들어, "밑에(beneath)", "아래쪽에(below)", "하부의(lower)", "위쪽의(above)", "상부의(upper)", "근위의(proximal)", "원위의(distal)", "수평방향의(horizontal)", "수직방향의(vertical)" 등과 같은 공간 관련 용어들은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 다른 요소 또는 부재에 대한 일 요소 또는 부재의 관계를 설명하는데 사용될 수 있다. 이들 공간 관련 용어는 도면에 나타나 있는 위치와 배향뿐만 아니라 사용 시 또는 시술 시 장치의 상이한 위치들과 배향들을 포함하도록 의도되어 있다. 예를 들어, 도면 내의 장치가 뒤집히면, 다른 요소들 또는 부재들 "아래쪽에" 있거나 "밑에" 있는 것으로 설명되는 요소들은 다른 요소들 또는 부재들 "위쪽에" 있거나 "위에" 있게 될 것이다. 따라서, "아래쪽에"라는 예시적인 용어는 위쪽 내지 아래쪽을 나타내는 위치들과 배향들 모두를 포함할 수 있다. 장치는 이와 달리 배향(90도 회전된 상태 또는 다른 배향 상태)될 수 있어서, 본 명세서에서 사용된 공간 관련 설명어들은 적절히 해석될 것이다. 마찬가지로, 여러 가지 축 둘레에서의 운동 내지 이와 나란한 운동에 관한 설명은 여러 가지 특별한 장치 위치들 및 배향들을 포함한다. 더욱이, "일(a)", "하나의(an)" 및 "그(the)"와 같은 단수 형태들은 문맥상 달리 지시되지 않는 한 복수 형태들도 포함하도록 의도되어 있다. 그리고, "구비하다(comprise)", "구비하는(comprising)", "포함하다(include)" 등과 같은 용어는 언급된 부재들, 단계들, 시술들, 요소들 및/또는 구성요소들의 존재를 구체화하지만, 하나 이상의 다른 부재들, 단계들, 시술들, 요소들, 구성요소들 및/또는 그룹들의 존재나 추가를 배제하는 것은 아니다. 결합된 상태로 설명되는 구성요소들은 전기적으로 또는 기계적으로 직접 결합될 수 있고, 또는 하나 이상의 중간 구성요소들을 통해 간접적으로 결합될 수도 있다.
- [0014] 생체 내(in situ)의 병변(pathology)에 관한 병소(focal)/표적(targeted) 치료법에 대한 임상적 추세가 있다. 이들 치료법은 효과적이기만 하다면 종래의 광범위한 절제 수술과 비교할 때 침습에 있어서의 상당한 감소를 제공할 수 있다. 로봇 기반 기술은 이 분야에서의 임상적 요구를 해결하는데 도움이 될 수 있다. 본 명세서 전체에 걸쳐서, 전립선 암의 치료는 이러한 병소 치료법의 예시로서 이용된다. 이는 본 명세서에 개시된 실시예에 관한 유일한 이용으로 해석되어서는 안된다.
- [0015] 도 1에는 본 발명의 일부 실시예에 따르는 로봇 시스템을 이용할 수 있는 시스템(100)이 도시되어 있다. 도 1에 나타나 있는 바와 같이, 로봇 매니퓰레이터(110)는 스캐너(140) 내부에 배치될 수 있다. 스캐너(140)가 이 예시에서는 MRI 스캐너로 도시되어 있지만, 스캐너(140)는 임의의 다른 유형의 스캐너(예컨대 CT, 초음파, X-레이, PET 등)일 수도 있다. 로봇(110)의 운동은 로봇 컨트롤러(120)에 의해 제어된다. 로봇 컨트롤러(120)는 오퍼레이터 콘솔(130)과 통신하여, 오퍼레이터 콘솔(130)로부터의 지시를 로봇(110) 내부의 여러 가지 동력식 조인트의 조정된 운동(coordinated motion)으로 변환시킨다.
- [0016] 스캐너(140)는 스캐너 컨트롤러(142)에 결합된다. 스캐너 컨트롤러(142)는 워크스테이션(144)과 통신한다. 스캐

너 컨트롤러(142)와 통신하는 워크스테이션(144)은 스캐너(140)를 작동시켜서 이미지를 출력한다.

- [0017] 환자는 로봇(110)과 나란하게 이송 테이블(160) 위에 위치되어, 스캐너(140) 내부에 놓여지고, 또는 수술 부위에 로봇(110)이 액세스할 수 있으면서 바로 그 수술 부위의 이미지를 스캐너(140)가 제공할 수 있도록 스캐너(140)에 대하여 위치된다. 수술 부위의 이미지는 로봇(110)의 위치를 스캐너(140)로부터 수신되는 이미지로 기록하는 오퍼레이터 콘솔(130)에 입력된다. 이러한 방식으로, 오퍼레이터 콘솔(130)에 있는 오퍼레이터는 바늘을 표적이나 표적 근처에 배치하여 수술 부위 내의 구체적으로 확인된 표적에 작용하도록 로봇(110)에 명령할 수 있다.
- [0018] 경우에 따라서는, 레이저 절제와 같은 여러 가지 치료 형태에 적합한 별개의 드라이버(driver)(146)가 이용될 수 있다. 더욱이, 이 시스템은, 환자를 진정상태로 유지시키고 환자 준비 내지 회복 구역(150)에서 돌보는데 사용되는 마취 카트(162)를 포함할 수 있다.
- [0019] 도 2에는 로봇 매니퓰레이터(110)가 그 위에 장착되어 있는 테이블(160)이 도시되어 있다. 로봇(110)은 바늘 매니퓰레이터로서 작동하고, 도 2에 나타나 있는 바와 같이 바늘 기반 기구(210)는 로봇(110)에 결합된다. 테이블(160)은 또한 발 받침대(220)와 환자 고정장치(222)를 포함할 수 있는데, 환자 고정장치는 수술과정 동안 로봇(110)에 대하여 비교적 단단히 환자를 고정하는데 이용될 수 있다. 도 2에 나타나 있는 바와 같이, 로봇 매니퓰레이터(110)는 테이블(160)에 장착되고 테이블(160)의 길이를 따라 직선 운동할 수 있다. 로봇(110)은 충분히 소형이어서, 테이블(160) 상의 환자의 다리 사이에 자리잡을 수 있고, 예컨대 MRI 기구 보어와 같이 한정된 공간 내부에서 작동할 수 있다. 더욱이, 로봇(110)은 관심있는 영역을 촬상하는 이미지장치(imager)에 의해 생성된 자기장에 대하여 실질적으로 영향을 주지도 않고 실질적으로 영향을 받지 않는 재료로 구성된다.
- [0020] 도 3에는 본 발명의 일부 실시예에 따르는 로봇 시스템(300)의 블록 다이어그램이 도시되어 있다. 도 3에 나타나 있는 바와 같이, 로봇 매니퓰레이터(110)(본 명세서에서 로봇 또는 매니퓰레이터로도 지칭됨)는 컨트롤러(120)에 의해 제어된다. 컨트롤러(12)는 콘솔(130)과 상호작용한다. 이미지장치(310)는 또한 사용자 콘솔(130)과 상호작용한다. 콘솔(130)은 이미지장치에 의해 제공되는 이미지를 로봇(110)에 기록하기 위하여 컨트롤러(120)와 이미지장치(310) 모두로부터 입력값을 수신한다. 이미지장치(310)는 도 1에 도시된 바와 같이 MRI 이미지장치일 수 있지만, CT X-Ray 이미지장치와 같은 다른 촬상 형태일 수도 있다. 이미지장치(310)에 의한 로봇(110)의 기록은, 콘솔(130)에 있는 오퍼레이터가 컨트롤러(120)에 명령하여 이미지를 정보제공받은 오퍼레이터가 명령한대로 바늘 기반 기구(210)의 바늘(430)을 환자의 특정 위치에 배치시킬 수 있게 한다. 컨트롤러(120)는 전기적 입력값을 제공하여, 이러한 지시들을 실행하도록 로봇(110)에 있는 여러 가지 조인트의 운동을 제어한다.
- [0021] 도 4a에는 로봇 컨트롤러(110)의 일 실시예가 도시되어 있다. 로봇(110)은, 기구 마운트(410)에 부착되는, 바늘(430)을 가진 바늘 기반 기구(210)를 가지고 있는 상태로 나타나 있다. 바늘 기반 기구(210)는 멸균 어댑터(414)를 통해 마운트(410)에 장착될 수 있다. 바늘 기반 기구(210) 및 멸균 어댑터(414)는 로봇(110)으로부터 용이하게 제거될 수 있다. 바늘 기반 기구(210)는 마운트(410)를 통해 로봇(110)으로부터 입력값을 받아들일 수 있다. 예를 들어, 바늘(430)은 회전될 수 있고, 바늘(430)은 연장되어 삽입될 수 있으며, 바늘(430)은 마운트(410) 상에서 입력값을 통해 조종될 수 있다.
- [0022] 바늘(430)을 가진 바늘 기반 기구(210)는 생검 기구일 수 있고, 광 내지 RF 기반 레이저 절제 기술용 광섬유 내지 RF 안테나를 이용할 수 있으며, LDR 치료용 이식가능한 시드의 전달을 제공할 수 있고, 치료와 관련된 다른 물질의 전달을 제공할 수 있으며, 또는 다른 바늘 기반 치료를 제공할 수 있다. 기구(210)는 한번의 수술에서만 이용되는 1회용, 즉 쓰고 버릴 수 있는 기구일 수 있다. 따라서, 멸균 어댑터(414)는 기구(210)와 마운트(410) 사이에 제공될 수 있다. 마운트(410)에 제공되는 기구 입력부는 기구(210)와 마운트(410) 사이에서 멸균 어댑터를 통해 기구(210)에 결합될 수 있다. 치료 동안, 로봇(110)은 트레이핑될 수 있어서, 기구(210)가 차지하는 영역은 멸균 환경으로 남아 있다. 바늘 기반 기구(210)의 예시는, 본 명세서에서 그 전체로 참조사항으로 통합되어 있는 함께 출원된 미국 가출원 제61/599,300호에서 보다 상세히 설명된다.
- [0023] 마운트(410)의 제어 입력값은 마운트(410)에 있는 하나 이상의 기구 모터에 의해 제공되는데, 기구 모터는 일부 실시예에서는 멸균 어댑터(414)를 통해 입력 드라이브를 기구(210)에 제공한다. 일부 실시예에서, 마운트(410) 내에는 다수의 모터가 있을 수 있다. 일부 실시예에서, 기구(210) 내부에는 2자유도(degree of freedom; DoF)를 제공하는 2개의 모터가 있다. 기구(210)는 바늘(430)에 몇몇 자유도를 제공할 수 있다. 예를 들어, 기구(210)는 마운트(410)로부터의 입력 드라이브에 의해 동력공급되는 구름 운동 또는 병진 운동을 제공할 수 있다. 레이저 또는 RF 절제 치료에서, 예컨대 일단 바늘(430)이 치료를 위하여 적절히 위치되면, 기구(210)는 바늘(430)을 후

되시켜서 광섬유 내지 RF 안테나를 앞쪽으로 밀어낼 수 있다. 더욱이, 기구(210)의 메커니즘은 물질의 삽입, 시드의 배치(deposition), 또는 특정 치료를 위한 다른 전달을 허용한다.

- [0024] 기구(210)는 마운트(410)를 통해 컨트롤러(120)에 접속되어 있는 메모리와 프로세서를 포함할 수 있다. 기구(210)는 마운트(410) 위에서의 기구(210)의 작동개시시 또는 삽입시, 기구 유형, 기구의 일련 번호, 기구의 작동상 특징 및 컨트롤러(120)에 대한 기구의 사용 이력과 같은 정보를 전달할 수 있다. 기구(210)는 기구(210)를 따라 배치되어 있는 기준(fiducial)들을 포함할 수도 있는데, 이 기준들은 이미지에서의 바늘(430)의 위치를 결정하는데 사용될 수 있다.
- [0025] 마운트(410)는 요 자유도, 피치 자유도 및 롤 자유도를 가지고 있는 요-피치-롤 손목(411)에 결합된다. 손목(411)은 구역(413)과 구역(412)을 포함한다. 구역(412)은 요 조인트(417)로 구역(413)에 기계적으로 결합된다. 롤 자유도 및 피치 자유도는 아래에서 보다 상세하게 설명되는 바와 같이 여러 가지 방식으로 작동하는 구역(412) 내에 수용되는 한 쌍의 손목 피치-롤 모터에 의해 실행된다. 구역(412)은 아래에서 보다 상세하게 설명되는 바와 같이 구역(413)에 장착되는 하나 이상의 손목 모터에 의해 요잉 축(yaw axis)(417)을 중심으로 회전된다.
- [0026] 손목(411)은 조인트(448)로 아암(420)에 장착되고, 조인트(416)로 스트럿(418)에 장착된다. 아암(420)은 샤프트(432) 상에 장착된다. 스트럿(418)은 샤프트(432)가 관통하는 지지 하우징(444)에 피벗 조인트(442)로 결합된다. 아암(420)과 스트럿(418)은 손목(411)의 지지를 위하여 3차원 평행사변형 구조를 형성한다. 아암(420)은 숄더 피치 구동 메커니즘(422)에 의해 상승되거나 하강될 수 있다. 아래에서 보다 상세하게 설명되는 바와 같이, 숄더 피치 조인트는 교차 지지체(도 7b의 교차 지지체(702)를 참조)에 의해 형성될 수 있는데, 교차 지지체는 아암(420)을 관통하면서 풀리 기어(426)에 부착되고, 풀리 기어 둘레에서 아암(420)은 회전한다. 아암(420)과 스트럿(418)은, 아암(420)이 상승되거나 하강될 때 손목(411)의 구역(413)이 실질적으로 수평방향으로 배향된 상태로 남아 있도록 배열된다. 더욱이, 구역(413)은 아암(420)이 수평면에서 회전될 때, 삽입방향 축(트랙(440)과 나란한 축)을 따라 실질적으로 배향된 상태로 남아 있다. 더욱이, 바늘(430)은 바늘(430)과 나란한 축이 손목(411)의 구역(412)의 중심부를 관통하도록 중앙에 위치된다. 손목(411)을 작동하는데 이용되는 작동 토크는 실질적으로 감소될 수 있는데, 이는 바늘(430)을 삽입하는데 이용되는 어느 정도 큰 바늘 삽입력이 손목(411) 상에서 중앙에 위치되기 때문이다. 더욱이, 아암(420)과 스트럿(418)으로 형성된 3차원 평행사변형은 또한 손목(411) 상의 작동 토크를 감소시키는데 도움이 된다. 아암(420)과 스트럿(418)으로 형성된 3차원 평행사변형은 또한 아암(420)을 상승시키거나 하강시키는데 요구되는 작동 토크(숄더 피치 조인트의 작동으로도 지칭됨)를 감소시키는데 도움이 된다.
- [0027] 메커니즘(422)은 벨트(430)에 결합되는 2개의 풀리 기어, 즉 기어(428, 426)를 포함한다. 기어(428)는 숄더 피치 모터(424)에 의해 구동된다. 아암(420)은 지지체(432)에 대한 아암(420), 손목(411), 마운트(410) 및 바늘 기구(210)의 토크를 상쇄(offset)시키기 위해서 무게추(446)에 의해 균형잡힌다. 풀리 기어(426)는 교차 지지체(도 7b의 교차 지지체(702) 참조) 상에 고정되며, 교차 지지체 둘레에서 아암(420)은 회전하고 그 결과 모터(424)에 의한 풀리 기어(428)의 회전이 아암(420)을 상승시키거나 하강시킨다.
- [0028] 샤프트(432)는 아암(420)을 지지하고, 하우징(444)을 관통하여 베이스(438) 속으로 들어간다. 아암(420)은 샤프트(432)의 정상에서 수평방향 축을 따라 회전된다. 샤프트(432)는 자체적으로 회전될 수 있고, 숄더 요 모터(434)에 의해 구동된다. 모터(434)는 베이스(438) 내부에서 샤프트(432) 아래에 장착되어 있는 풀리(도 4a에는 도시되지 않음)에 결합된 벨트(436)에 의해 지지체(432)에 기계적으로 결합된다. 이와 더불어, 샤프트(432)와 아암(420)은, 샤프트(432) 둘레의 요잉 축과, 손목(411)의 구역(413)의 높이 제어(elevation control)를 허용하도록 수평방향으로 배향된 피칭 축을 가진 숄더를 형성한다.
- [0029] 베이스(438)는 트랙(440)을 따라 로봇(110)을 구동시키는 리니어 모터(도 4a에는 도시되지 않음)를 수용하는 병진운동 캐리지(도 4a에는 도시되지 않음)에 연결된다. 트랙(440)과 나란한 로봇(110)의 운동은 삽입방향 축과 나란한 운동으로 지칭된다.
- [0030] 모터(434, 424)는 미국 실용신안출원 제13/767,801호에 설명되어 있는 것과 같은 고회력 소형 모터인데, 이는 본 명세서에 그 전체로 참조사항으로 통합되어 있다. 로봇(110)은 바늘(430)의 광범위한 운동을 허용하는 소형 매니퓰레이터이다. 도 2에 나타나 있는 바와 같이, 로봇(110)은 환자의 다리 사이 및 MRI 이미지장치와 같은 환상 기구 내부에서 작동하도록 설계되어 있다. 따라서, 로봇(110)의 모든 구성요소들은 비강자성이다. 더욱이, 로봇(110)은 환자의 간섭(interference)이 실질적으로 없는 작동을 허용한다.

- [0031] 도 4a에 도시되어 있는 바와 같이, 로봇 매니퓰레이터(110)는 트랙(440)과 나란한 직선 운동을 제공하는데, 이 트랙은 도 2에 나타나 있는 바와 같이 대체로 MRI 기구의 보어를 따라 병진운동하도록 위치되어 있다. 따라서, 직선 운동은 트랙과 나란하게 향하고 있는 삽입방향 축과 나란하다. 로봇 매니퓰레이터(110)는 또한 솔더 요로도 지칭되는 샤프트(432) 둘레에서의 아암(420)의 수평방향 회전(도 2에 나타나 있는 테이블(160)의 평면과 평행한 평면에서의 회전)을 제공한다. 구역(413)의 수직방향 운동은 구동 메커니즘(422)에 의해 실행될 수 있는데, 이는 솔더 피치로도 지칭된다. 이 수직방향 운동 동안, 구역(413)은 아암(420)과 스트럿(418)에 의해 형성된 3차원 평행사변형을 통해 실질적으로 수평방향으로 배향된 상태로 남아 있다. 손목(411)은 피벗(417)을 중심으로 하는 요잉 축의 회전을 제공한다. 더욱이, 손목 롤 및 피치는 손목(411)의 구역(412)을 통해 마운트(410)에 제공될 수 있다. 더욱이, 마운트(410)에 의해 구동되는 바늘 기구(210)는 바늘 기구(210)에 좌우되는 삽입방향 직선 운동 및 회전 운동과 같은 바늘(430)에 대한 보다 상세한 자유도를 제공할 수 있다.
- [0032] 도 4a에는 아암(420)이 상승된 상태인 로봇 매니퓰레이터(110)가 도시되어 있다. 도 4b에는 손목(411) 상에서 약간 요잉운동하고 있으면서 아암(420)이 샤프트(432)를 중심으로 회전되고 있는 로봇(110)의 평면도가 도시되어 있다. 더욱이, 손목(411)의 구역(413)은 트랙(440)과 실질적으로 정렬되어 있는 상태로 남아 있다. 도 4c에는 마운트(410)가 손목(411)의 구역(412)과 함께 회전되고 있다는 것을 제외하고는 도 4b에 나타나 있는 평면도와 유사한 로봇(110)의 다른 평면도가 도시되어 있다.
- [0033] 상술된 바와 같이, 로봇 매니퓰레이터(110)는 바늘 기반 기구(210)의 바늘(430)을 회음부를 통해 전달할 수 있는 한편, 환자와 로봇 조정장치(110) 모두는 MRI 보어와 같은 이미지장치의 한계 범위 내에 있다. 로봇(110)의 제어는 오퍼레이터에 의해 제어되는 콘솔(130)로부터의 명령 하에서 컨트롤러(120)에 의해 행해진다.
- [0034] 컨트롤러(120)의 명령 하의 로봇(110)은 바늘 기반 기구(210)의 완전한 데카르트 위치(full Cartesian position) 및 회전 배향을 제어할 수 있다. 부가적으로, 제어 입력값은 로봇(110)을 통해 바늘 기반 기구(210)에 제공될 수 있다. 도 4a에 도시되어 상술된 바와 같이, 로봇(110)의 키네메틱스(kinematics)는 리니어 모터에 의해 구동되는 트랙(440)과 나란한 직선 운동을 포함한다. 트랙(440)은 전체적으로 MRI 이미지장치 또는 다른 이미지장치의 보어를 따라 배향되어 있다. 더욱이, 샤프트(432)는 바늘(430)에 대한 지지체(432) 둘레에서의 수평방향 회전을 제공할 수 있다. 회전하는 마운트(410)는 바늘(430)을 손목(411)의 구역(412)과 정렬된 상태로 유지하면서 환자와의 상호작용에 대한 추가 간격을 제공할 수 있다.
- [0035] 도 5a와 도 5b에는 트랙(440)과 나란한 로봇(110)의 운동이 도시되어 있다. 도 5a와 도 5b에 나타나 있는 바와 같이, 병진운동 캐리지(502)는 트랙(440) 위에서 움직인다. 트랙(440)은 레일(516)을 포함한다. 병진운동 캐리지(502)는 레일(516) 위에서 움직이는 캐리지(502)에 기계적으로 부착되는 베어링(504)을 포함한다. 따라서, 캐리지(502)는 베어링(504)이 레일(516)을 따라 움직이는 상태로 트랙(440)을 따라 병진운동할 수 있다.
- [0036] 도 5a와 도 5b에 나타나 있는 바와 같이, 하나 이상의 리니어 모터(506)는 병진운동 캐리지(502)에 기계적으로 부착되고, 세라믹 패드(508)에 맞닿는 병진운동 캐리지(502)에 병진운동시키는 힘(translational force)을 제공한다. 리니어 모터(506)는, 예컨대 압전 모터일 수 있다. 세라믹 패드(508)는 트랙(440)에 기계적으로 부착되고, 그 결과 모터(506)의 압전 소자는 패드(508)에 연결되어 있고 병진운동 캐리지(502)를 트랙(440)을 따라 이동시킨다. 더욱이, 트랙(440)은 트랙(440)과 나란한 직선 운동, 즉 삽입 운동이 테이블(160)의 장축을 따라 향하도록 도 2에 나타나 있는 테이블(160)에 고정될 수 있다.
- [0037] 도 5a와 도 5b에 보다 상세하게 도시되어 있는 바와 같이, 캐리지 위치표시 센서(510)는 또한 병진운동 캐리지(502)에 부착될 수 있다. 도 5a와 도 5b에 나타나 있는 바와 같이, 센서(510)는 인코더(514)를 따라 움직이는 헤드(512)를 포함할 수 있다. 인코더(514)는 트랙(440)에 부착된다. 센서 헤드(512)와 인코더(514)는 광 위치결정 센서, 저항 위치결정 센서, 또는 그들의 조합일 수 있다. 만약 센서(510)가 저항값에 기반을 둔다면, 트랙(440)과 나란한 병진운동 캐리지(502)의 위치는, 트랙(440)과 나란한 병진운동 캐리지(502)의 이동상태일 때 저항값이 증가하는 헤드(512)에서 전위차계로서 작동하는 인코더(514)의 저항값에 의해 결정된다. 만약 센서(510)가 광학에 기반을 둔다면, 헤드(512)는 인코더(514)로부터의 광복사량을 측정하도록 정렬되어 있는 광센서일 수 있다. 센서(510)는 광입력값에 기초하여 트랙(440)과 나란한 병진운동 캐리지(502)의 위치를 결정할 수 있다.
- [0038] 도 6a와 도 6b에는 도 4a에 도시되어 있는 바와 같이 로봇(110)의 솔더 요 조인트(600)가 도시되어 있다. 도 6a에 나타나 있는 바와 같이, 솔더 요 조인트(600)는 베이스(438)와 지지 하우징(444)을 포함한다. 지지 하우징(444)은 베이스(438)에 장착되거나 그 일부이다. 베이스(438)는 도 5a와 도 5b에 도시되어 있는 병진운동 캐리지(502)에 부착될 수 있다. 부가적으로, 모터(434)는 베이스(438) 위에 장착된다. 도 6a에 보다 상세하게 나타

나 있는 바와 같이, 샤프트(432)는 지지 하우징(444)을 관통한다. 폴리 기어(602)는 샤프트(432)에 장착되고, 벨트(610)와 함께 모터(432)에 결합된다. 벨트(610)는 폴리 기어(602)를 모터(434)의 폴리 기어(426)(도 4a 참조)와 결합시킨다.

[0039] 도 6a에 보다 상세하게 나타나 있는 바와 같이, 지지 하우징(440)은 수용부(612)를 포함한다. 수용부(612)는 조인트(442)를 기계적으로 수용한다. 도 4a에 나타나 있는 바와 같이, 조인트(442)는, 지지 마운트(444) 위에 고정식 부착 지점을 제공하면서 조인트(442)가 아암(420)과 함께 움직일 수 있도록 수용부(612) 속에 결합된다.

[0040] 도 6c에는 스트럿(418)의 일 실시예의 단부가 도시되어 있다. 스트럿(418)의 조인트(442)와 조인트(416)가 도시되어 있다. 도 6c에 나타나 있는 바와 같이, 조인트(442)는 피벗(624)에서 스트럿(418)에 결합되는 샤프트(622)를 포함한다. 이 방식으로, 스트럿(418)은 샤프트(622)의 장축을 중심으로 회전될 수 있고, 스트럿(418)은 피벗(624)에서 샤프트(622)와 스트럿(418)으로 된 평면에서 회전될 수 있다. 더욱이, 조인트(416)는 피벗(628)에서 스트럿(418)에 결합되는 샤프트(626)를 포함한다. 피벗(624)과 피벗(628)은, 샤프트(622, 626)를 스트럿(418)에 결합시켜서 스트럿(418)에 대한 샤프트(622, 626)의 회전을 허용하는 장치일 수 있다. 일부 실시예에서, 피벗(624, 628)은 각각 스트럿(418)과 샤프트(622, 626)를 통과하는 핀일 수 있고, 또는 볼 조인트일 수 있다. 도 7c와 도 4a에 도시되어 있는 바와 같이, 조인트(442)와 조인트(416)는 실질적으로 동일한 것일 수 있다.

[0041] 도 6b에는, 베이스(438)가 이동 캐리지(502)에 고정될 때 삽입방향 축에 대해 직각을 이루는 평면에서 지지 하우징(444)의 중심을 지나는 솔더 요 조인트(600)의 단면도가 나타나 있다. 도 6b에 나타나 있는 바와 같이, 수용부(612)는 베어링(614, 616)을 포함하고, 샤프트(622)를 수용부(612) 내부에서 샤프트(622)의 길이와는 나란하게 고정시키지만 수용부(612) 내부에서 샤프트(622)의 길이 둘레에서 회전하는 것을 허용하는 방식으로, 조인트(442)의 샤프트(622)를 수용한다.

[0042] 샤프트(432)는 지지 하우징(444)의 중심을 지나서 삽입된다. 베어링(606, 608)은 그 장축과 나란하게 샤프트(432)가 자유롭게 회전하는 능력과 지지를 제공한다. 도시된 바와 같이, 폴리 기어(602)는 그 장축 둘레에서의 샤프트(432)의 회전을 구동시키도록 샤프트(432)에 결합된다. 폴리(602)는 잠금고정 메커니즘(604)으로 샤프트(432)에 잠금고정될 수 있다.

[0043] 도 7a에는 솔더 요 조인트(600)와 나란한 솔더 피치 조인트(700)가 도시되어 있다. 도 7a에 나타나 있는 바와 같이, 솔더 피치 조인트(700)는 아암(420), 피칭 구동 메커니즘(422) 및 스트럿(418)을 포함한다.

[0044] 도 7b에는 솔더 요 조인트(600)와 솔더 피치 조인트(700)의 단면도가 도시되어 있다. 도 7b에 나타나 있는 바와 같이, 샤프트(432)는 샤프트(432)에 고정되는 교차 지지체(702)를 포함한다. 폴리 기어(426)는 교차 지지체(702)에 고정된다. 아암(420)은 베어링(704, 706) 상의 교차 지지체(702)의 축(710) 둘레에서 회전한다. 폴리 기어(428)와, 폴리 기어(428)에 부착되는 모터(424)는 모두 아암(420)에 기계적으로 결합된다. 따라서, 폴리 기어(428)가 회전됨에 따라, 아암(420)은 축(710) 둘레에서 회전하고, 손목 마운트(712)에서 아암(420)의 단부에 결합되는 손목(411)을 상승시키거나 하강시킨다.

[0045] 도 7a에 도시된 바와 같이, 손목 마운트(712)는 아암(420)과 스트럿(418)에 기계적으로 결합된다. 도 7a에 나타나 있는 바와 같이, 손목 마운트(712)는 스트럿(418)의 샤프트(626)를 수용하는 수용부(714)를 포함한다. 더욱이, 손목 마운트(712)는 조인트(448)에서 아암(420)에 결합된다. 도 7a에 나타나 있는 바와 같이, 아암(420)이 솔더 요 조인트(600)에 의해 수평방향으로 회전되거나 솔더 피치 조인트(700)로 수직방향으로 회전될 때, 손목 마운트(712)는 손목 마운트(712)의 회전을 허용하도록 조인트(448)에 결합된다. 결과적으로, 손목 마운트(712)는, 삽입 방향에 대해 직각상태로 남아 있으면서 수직상태로 남아 있는 표면을 가진다.

[0046] 도 7c에는 손목 마운트(712)를 지나는 조인트(448)의 단면도가 도시되어 있다. 도 7a와 도 7b에 도시된 바와 같이, 조인트(448)는 아암(420)과 스트럿(418)에 대한 손목 마운트(712)의 기계적 결합을 수월하게 한다. 도 7c에 도시되어 있는 바와 같이, 피벗(628)은 스트럿(418)의 단부에서 핀 수용부(722)에 수용되는 핀(720)을 포함한다. 핀(720)은 그 장축 둘레에서의 핀(720)의 회전을 허용하기 위해서, 스트럿(418)의 일부인 핀 수용부(722)에 위치되어 있는 베어링(724, 726) 상에서 회전한다. 핀(720)은 샤프트(626)에 부착된다. 샤프트(626)는 도 7c에 나타나 있는 바와 같이 수용부(714) 속에 삽입되어 있다. 베어링(728, 730)은 그 장축 둘레에서의 샤프트(714)의 회전을 허용하도록 위치되어 있다.

[0047] 조인트(448)는 교차 부재 지지체(734)와 샤프트(732)를 포함한다. 교차 부재 지지체(734)는 장축을 포함하고, 교차 부재 지지체(734)가 아암(420)에 부착되는 베어링(742, 740)의 외경 위에서 움직이면서 그 장축을 중심으

로 회전할 수 있도록 아암(420)의 단부에 위치되어 있다. 손목 마운트는 베어링(736, 738) 상의 샤프트(732)의 장축 둘레에서 회전할 수 있도록 샤프트(732)에 부착된다. 손목 마운트(712)는 리테이너(750)를 가진 샤프트(732) 상에서 유지될 수 있다.

[0048] 손목 마운트(712)의 배향 위치 결정은 위치 센서(746, 748)를 통해 제공된다. 위치 센서(746)는 아암(420)의 솔더 피치 배향에 관한 위치 데이터를 제공한다. 위치 센서(748)는 손목 마운트(712)의 솔더 요 배향에 관한 위치 정보를 제공한다. 위치 센서(746)는 광인코더, 전위차계(저항값)에 기반을 둔 센서를 포함할 수 있고 또는 이 모두를 포함할 수도 있다.

[0049] 도 7c에 나타나 있는 바와 같이, 위치 센서(746)는 아암(420) 상에 고정되어 있는 제 1 부분(752)과, 교차 부재 지지체(734) 상에 고정되어 있는 제 2 부분(754)을 포함한다. 따라서, 교차 부재 지지체(734)가 아암(420)에 대하여 회전되는 경우에는, 제 1 부분(752)은 제 2 부분(754)에 대하여 회전된다. 위치 센서(746)가 전위차계에 기반을 둔 센서를 포함하는 경우에는, 제 1 부분(752)이나 제 2 부분(754) 중 하나는 스위퍼(sweeper)를 포함하고, 제 1 부분(752)이나 제 2 부분(754) 중 나머지 하나는 스위퍼와 연결되어 있는 저항 소자를 포함한다. 총 저항값의 결과 표시는 제 2 부분(754)에 대한 제 1 부분(752)의 각도 배향을 지시한다. 이와 유사하게, 위치 센서(746)가 광센서를 포함하는 경우에는, 제 1 부분(752)이나 제 2 부분(754) 중 하나는 광인코더를 포함하고, 제 1 부분(752)이나 제 2 부분(754) 중 나머지 하나는 광인코더를 판독하기 위한 광헤드를 포함한다. 게다가, 제 2 부분(754)에 대한 제 1 부분(752)의 각도 배향은 결과 정보에 의해 결정될 수 있다.

[0050] 이와 유사하게, 솔더 요 위치 센서(748)는 손목 마운트(712) 상에 고정된 제 1 부분(758)과, 샤프트(732)에 고정된 제 2 부분(756)을 포함한다. 솔더 요 조인트(600)가 작동될 때 그러하듯이 손목 마운트(712)가 샤프트(732)에 대하여 회전할 때, 제 1 부분(758)은 제 2 부분(756)에 대하여 회전된다. 게다가, 위치 센서(748)가 전위차계에 기반을 둔 센서를 포함하는 경우에는, 제 1 부분(758)이나 제 2 부분(756) 중 하나는 스위퍼를 포함하고, 제 1 부분(758)이나 제 2 부분(756) 중 다른 하나는, 제 2 부분(756)에 대한 제 1 부분(758)의 각도 배향을 측정된 저항값으로부터 결정하기 위해서 스위퍼와 연결되어 있는 전위차계를 포함한다. 이와 유사하게, 위치 센서(748)가 광센서를 포함하는 경우에는, 제 1 부분(758)이나 제 2 부분(756) 중 하나는 광인코더를 포함하고, 제 1 부분(758)이나 제 2 부분(756) 중 다른 하나는 제 2 부분(756)에 대한 제 1 부분(758)의 각도 배향을 결정하는 광인코더를 판독하기 위한 광헤드를 포함한다.

[0051] 도 8a에는 손목(411)의 요(yaw)가 도시되어 있다. 손목(411)의 구역(413)은 도 7a에 나타나 있는 손목 마운트(712)에 기계적으로 결합된다. 구역(412)은 요잉 피벗(yaw pivot)(417)을 형성하기 위해서 각각의 표면(808, 810)에서 맞춤 구멍(matching hole)을 통해 돌출될 수 있는 핀(806, 828)을 포함한다. 도 8a에 나타나 있는 바와 같이, 베어링(802, 804)은 각각의 표면(808, 810)에 대하여 핀(806, 828) 둘레에 제공될 수 있다. 따라서, 구역(412)은 요잉 피벗(417) 둘레에서 회전될 수 있다.

[0052] 도 8b에는 구역(413)의 보다 상세한 양태가 도시되어 있다. 도 8b에 나타나 있는 바와 같이, 구역(413)은 하나 이상의 모터(816)를 포함한다. 모터(816)는 구역(812)의 회전에 영향을 미치는 힘을 도 8a에 나타나 있는 바와 같은 요잉 피벗(417) 둘레에 제공한다. 도 8b에 더 나타나 있는 광 위치 센서(828)와 저항 위치 센서(826) 모두는 도 8a에 도시되어 있는 바와 같이 구역(413)에 대한 구역(412)의 요잉 회전 배향에 관한 정보를 제공한다.

[0053] 광 위치 센서(828)는 광헤드(818)와 인코더(820)를 포함한다. 도 8b에 나타나 있는 바와 같이, 인코더(820)는 핀(806)에 부착되는 마운트(812) 상에 배치된다. 이 경우, 광헤드(818)는 인코더(820)를 판독하고 헤드(818)에 대한 인코더의 각도 배향은 결정될 수 있다.

[0054] 저항 센서(826)는 스위퍼(824)와 저항 소자(822)를 포함한다. 저항 소자(822)는 구역(413) 상에 고정될 수 있다. 스위퍼(824)는 핀(828)에 부착되어 고정되는 마운트(814) 상에 고정될 수 있다. 게다가, 저항 소자(822) 상의 스위퍼(824)의 각도 배향과, 이에 따른 구역(413)에 대한 구역(412)의 각도 배향은 스위퍼 아암(824)에서 측정된 저항값에 의해 결정될 수 있다.

[0055] 도 8c에는 손목(411)의 구역(412)이 보다 상세하게 도시되어 있다. 도 8c에 나타나 있는 바와 같이, 세라믹 휠(830, 832)은 모터(816)가 구역(413)에 대한 구역(412)의 요잉 회전에 영향을 미치도록 작동할 수 있는 표면을 제공한다. 피치 및 롤 동작은 기어 장치(838)에 의해 실행된다. 기어 장치(838)는 마운트(410)의 일부인 기어(850)에 연결되어 있다. 기어(850)는 샤프트(848)에 기계적으로 결합된다. 도 8c에 나타나 있는 바와 같이, 기어 장치(838)는 아래에서 보다 상세하게 설명되는 바와 같이 모터(834)에 의해 부분적으로 구동된다. 샤프트(848)의 롤 및 피치 운동은 기어 장치(838)의 차동 구동을 통해 달성된다.

- [0056] 도 8c에 보다 상세하게 나타나 있는 바와 같이, 기어 장치(838)는 코어(860)를 포함한다. 더욱이, 와이어(미도시)는 코어(860)의 와이어 런(846)을 지나서 스프링(840, 842) 사이에 부착될 수 있다. 이러한 배열은 샤프트(848)와 마운트(410)의 피칭 운동에 대한 스프링 하중식 카운터 밸런스(spring-loaded counter balance)를 제공한다.
- [0057] 도 8d에는 기어 장치(838)의 작동이 도시되어 있는 구역(412)의 단면이 도시되어 있다. 도 8d에 도시된 바와 같이, 기어 장치(838)는 구역(412)에 고정되는 샤프트(866)를 포함한다. 샤프트(866)는 코어(860)를 관통한다. 코어(860)는 샤프트(848)가 코어(866) 안에서 샤프트(866)를 관통하도록 샤프트(848)와 샤프트(866)를 수용한다. 더욱이, 휠(876, 878)은 샤프트(866)를 중심으로 회전하도록 배열되어 있다. 휠(876)은 베어링(860, 874) 상에서 회전하는 한편, 휠(878)은 베어링(870, 872) 상에서 회전한다. 기어(852)는 휠(876)에 기계적으로 부착되는 한편, 기어(874)는 휠(878)에 기계적으로 부착된다. 기어(852, 874)는 샤프트(848)에 부착되는 기어(850)에 연결되어 있다.
- [0058] 베어링(868, 880)은 샤프트(848)가 코어(860) 내부에서 회전할 수 있게 한다. 샤프트(848)와 코어(860)는 베어링(882, 884) 상의 샤프트(866) 둘레에서 회전할 수 있다. 따라서, 샤프트(848)는 손목 롤 운동이 일어나는 그 길이 둘레에서 회전될 수 있고, 샤프트(848)는 손목 피칭 운동이 일어나는 샤프트(866)의 길이 둘레에서 경사져 있을 수 있다.
- [0059] 휠(876)은 세라믹 디스크(856)를 포함하고, 휠(878)은 세라믹 디스크(858)를 포함한다. 세라믹 디스크(856, 858)는 휠(878, 876)(결과적으로는 기어(852, 854))을 샤프트(866) 둘레에서 회전시키기 위해서 각각의 모터(834, 836)에 의해 연결되어 있을 수 있다. 도 8d에 도시된 바와 같이, 만약 휠(876, 878)이 서로 동일한 회전 형태로 각각의 모터(834, 836)에 의해 회전된다면, 샤프트(848)가 샤프트(866) 둘레에서 회전되어 피칭 회전이 영향을 받는다. 만약 휠(876, 878)이 서로 반대되는 회전 형태로 회전된다면, 샤프트(848)가 그 축 둘레에서 회전되어 롤링 회전이 영향을 받는다.
- [0060] 도 8e에는 기어 장치(838)가 보다 상세하게 도시되어 있다. 도시된 바와 같이, 모터(834)는 세라믹 디스크(856)에 연결되어 있는 한편, 모터(836)는 세라믹 디스크(858)에 맞물린다. 회전 동안, 기어(852, 854)는 상술된 바와 같이 기어(850)에 연결되어 있다. 모든 기어(854, 852)가 서로 동일한 회전 상태로 구동될 때, 코어(860), 결과적으로는 샤프트(848)가 회전된다. 기어(854, 852)가 서로 반대되는 회전 상태로 구동될 때, 기어(850)가 회전되어 샤프트(848)는 그 장축을 중심으로 회전된다.
- [0061] 도 8e에는 위치 센서(862, 864)가 보다 상세하게 도시되어 있다. 위치 센서(862, 864)는 각각의 휠(876, 878)의 회전 위치에 관한 정보를 제공한다. 각각의 휠(876, 878)의 회전 위치로부터, 샤프트(848)와 기어(850)의 피칭 및 롤링 회전은 결정될 수 있다.
- [0062] 도 8f에는 위치 센서(862)가 도시되어 있다. 일부 실시예에서, 위치 센서(864)는 위치 센서(862)와 마찬가지로 실질적으로 동일할 수 있다. 대체로, 위치 센서(862, 864)는 각각의 휠(876, 878)의 회전 위치를 제공하는 센서일 수 있다. 도 8f에 도시되어 있는 위치 센서(862)는 광센서와 저항 센서 모두를 포함한다.
- [0063] 도 8f에 나타나 있는 바와 같이, 위치 센서(862)는 구역(412)에 고정되어 장착되는 고정부(890)를 포함한다. 도 8g에 나타나 있는 바와 같이, 고정부(890)는 광헤드와 저항 전위차계 트랙(894)을 포함한다. 도 8g에는 휠(876)을 향하고 있는 고정부(890)의 측면이 나타나 있는 고정부(890)가 도시되어 있다. 도 8h에 나타나 있는 바와 같이, 전위차계 트랙(894) 및 광헤드(898)로부터의 신호는, 위치에 관한 2개의 측정값과 관련된 신호를 제공하는 전자 커넥터(899)에 입력된다. 따라서, 광헤드(898)와 저항 스위프(892)으로부터의 신호는 도 8e에 도시된 바와 같이 다른 전자기기에 공급된다.
- [0064] 도 8f와 도 8h에는 전위차계 트랙(894)에 전기적으로 연결되어 있는 저항 스위프(892)의 위치가 도시되어 있다. 도 8h에 나타나 있는 바와 같이, 저항 스위프(892)는 휠(876) 상에 제공되고, 고정부(890) 상의 전위차계 트랙(894)들 사이에 전기적 연결을 제공한다. 광헤드(898)는 도 8h에 나타나 있는 바와 같이 휠(876) 상에 제공되는 인코더(896)로부터의 데이터를 판독한다. 인코더(896)와 스위프(892)는 고정부(890)의 반대편에 있다. 스위프(892)와 인코더(896)는 고정부(890)에 대한 휠(876)의 운동에 관한 회전 범위를 고려하기 위해서 휠(876) 상에 제공될 수 있다. 일부 실시예에서, 휠(876)은 고정부(890)에 대한 운동에 있어서 360도를 완전히 회전하지는 않는다. 위치 센서(862)는 저항 기반 위치 정보와 광 기반 위치 정보 모두를 제공한다.
- [0065] 도 9a에는 마운트(410)에 관한 일 실시예가 도시되어 있다. 도 9a에 도시된 바와 같이, 마운트(410)는 샤프트(848)와 기어(850)를 포함한다. 앞서 설명된 바와 같이, 샤프트(848)와 기어(850)는 손목(411)에 결합된다. 마

운트(810)는 드라이브(906, 908)와 전기 커넥터(910)를 포함한다. 상술된 바와 같이, 드라이브(906, 908)는 바늘 기반 기구(210)의 부재들을 작동시키는데 이용된다. 전기 커넥터(910)는 바늘 기반 기구(210)에 저장된 데이터나 프로세스와의 통신을 허용한다. 여러 경우에 있어서, 멸균 어댑터(414)는 마운트(410)에 결합되고, 바늘 기반 기구(210)는 멸균 어댑터(414)에 결합된다. 마운트(410)는 버튼(920)과, 멸균 어댑터(414)를 수용하는 캐치(904)를 포함한다.

[0066] 도 9b에는 마운트(410)의 드라이브(906, 908)를 지나는 단면도가 도시되어 있다. 도 9b에 나타나 있는 바와 같이, 드라이브(906)는 샤프트(920)에 결합되어 있다. 드라이브(908)는 샤프트(922)에 결합되어 있다. 모터(912)는 샤프트(916) 상에 장착된 세라믹 디스크에 연결되어 있다. 모터(912)가 세라믹 디스크(916)에 대하여 연결되어 있을 때, 샤프트(920)는 회전된다. 샤프트(920)는 베어링(928, 824) 상에서 회전된다. 이와 유사하게, 모터(914)는 샤프트(922)에 결합되는 세라믹 디스크(918)에 연결되어 있다. 모터(914)가 세라믹 디스크(918)에 대하여 연결되어 있을 때, 샤프트(922)는 베어링(926, 930) 상에서 회전된다.

[0067] 일부 실시예에서, 드라이브(906)와 샤프트(920) 사이 및 드라이브(908)와 샤프트(922) 사이에는 스프링이 장착되어 있을 수 있다. 이러한 방식으로, 드라이브(906, 908)는 사용 동안 바늘 기반 기구(210)나 멸균 어댑터(414)의 운동을 완충시킬 수 있다.

[0068] 부가적으로, 샤프트(920)는 위치 센서(940)에 연결되어 있을 수 있고, 샤프트(922)는 위치 센서(942)에 연결되어 있을 수 있다. 위치 센서(940, 942)는 드라이브(906, 908)에 관한 회전 위치 정보를 제공한다.

[0069] 도 9c에는 위치 센서(940)의 예시적인 일 실시예가 도시되어 있다. 위치 센서(942)는 위치 센서(940)와 실질적으로 유사하다. 도 9c에 나타나 있는 실시예에서, 위치 센서(940)는 저항 센서 및 광센서 모두를 포함한다. 디스크(950)는 샤프트(920)와 연결되어 있고, 그 결과 샤프트(920)와 함께 방향전환한다. 광헤드(948)는 디스크(950)에 고정된 인코더(952)로부터 광정보를 수신함으로써 위치 정보를 제공한다. 더욱이, 저항 스위프 아암(946)은 또한 디스크(950) 상에 장착된다. 저항 스위프 아암(946)은 마운트(410)와 고정된 전위차계 저항 소자(944)에 전기적으로 연결되어 있다. 따라서, 위치 정보는 스위프 아암(946)과 전위차계 저항 소자(944)로부터 수신된 저항 신호, 및 광헤드(948)와 인코더(952)에 의해 결정된 광데이터로부터 결정될 수 있다.

[0070] 도 10a와 도 10b에는 마운트(410)와 함께 이용될 수 있는 멸균 어댑터(414)가 도시되어 있다. 도 10a에 나타나 있는 바와 같이, 멸균 어댑터(414)는 마운트(410)의 래칫(904)에 연결되어 있는 어댑터(1002)를 포함한다. 더욱이, 드라이브(1006)는 마운트(410)의 드라이브(906)에 연결되어 있고, 드라이브(1008)는 마운트(410)의 드라이브(908)에 연결되어 있다. 멸균 어댑터(414)의 전기 커넥터(1004)는 마운트(410)의 전기 커넥터(910)와 연결된다. 멸균 어댑터(414)는 또한 바늘 기반 장치(210)를 수용하는 크래들(1010)을 포함한다.

[0071] 도 10b에 나타나 있는 바와 같이, 바늘 기반 장치(210)는 드라이브(1006, 1008)와 결합할 수 있다. 전기 커넥터(1012)는 전기 커넥터(1004)와 결합된다. 더욱이, 크래들(1010) 내의 래칫(1014)은 바늘 기반 장치(210)를 멸균 어댑터(414) 속에 고정시킬 수 있다.

[0072] 상술된 바와 같이, 손목(411)와 마운트(410)의 수직방향 위치는, 구동 메커니즘(422)을 통해 모터(424)에 의해 구동되는 아암(420)과 스트럿(418)에 의해 형성되는 3차원 평행사변형을 통해 제공된다. 평행사변형은 다른 조인트에서의 토크를 최소화하는데 도움이 되고, 손목(411)의 구역(413)을 수평방향으로 배향되면서 실질적으로 트랙(440)과 나란하게 정렬된 상태로 유지시킨다. 도 4a에 나타나 있는 바와 같이, 아암(420)은 운동을 용이하게 하기 위하여 무게추(446)로 균형잡힌다. 상술된 바와 같이, 손목(411)은 요-피치-롤 손목이다.

[0073] 환자 체내로의 바늘의 삽입은 로봇(110) 내에서의 한 개의 전용 조인트(dedicated joint)의 운동과는 대조적으로 전체 로봇(110)의 조정된 운동에 의해 실행된다. 일부 실시예에서, 로봇(110)은, 도 2에 도시되어 있는 바와 같이 MRI 기구의 보어 내부에서 환자의 다리 사이의 공간에서 작동하도록 한정되어 있다. 결과적으로, 로봇(110)의 일부 실시예에서, 구성요소들의 크기와 허용가능한 자유도 운동은 그 한정된 공간 내부에 배열될 수 있다.

[0074] 로봇 매니퓰레이터(110)의 실시예들은 자유도의 여러 가지 조합을 이용하도록 제공될 수 있다. 예를 들어, 이에 제한되는 것은 아니지만, 자유도의 특별한 조합은 아래에 제공된다. 트랙(440)과 나란한 수평방향/축방향 운동은 약 215mm일 수 있다. 숄더 요 조인트(600)에 의한 손목(411)의 수평방향/횡단방향 운동은 약 $\pm 115\text{mm}$ 일 수 있다. 숄더 피치 조인트(700)에 의해 작동되는 손목(411)의 수직방향 운동은 약 $\pm 125\text{mm}$ 일 수 있다. 수직방향 롬 센터(vertical rom center)는 약 177.5일 수 있다. 경사 또는 높이 파라미터는 $+30^\circ$ 내지 -15° 일 수 있다. 손목(411)에 의해 전해지는 팬 또는 방위각 운동은 $\pm 15^\circ$ 일 수 있다. 로봇(110)에 의해 전해지는 삽입 간

격은 150mm일 수 있다. 손목(411)에 의해 전해지는 구름운동은 $\pm 135^\circ$ 일 수 있다. 기구(210)의 일부 실시예에서, 시스 후퇴(sheath retraction) 및 레이저 전진 운동(laser advance motion)은 25mm일 수 있고, 구름운동은 계속될 수 있다. 바늘 삽입력은 바늘 삽입 속도가 50mm/s인 상태로 약 40N일 수 있다.

[0075] 모든 조인트는 나노모션(Nanomotion)에 의해 생산된 모터와 같은 압전 모터에 의해 구동될 수 있다. 모터(424, 434)는, 예컨대 미국 실용신안출원 제13/767,801호에 설명된 바와 같은 압전 모터일 수 있다. 베이스(438) 내의 모터는, 예컨대 리니어 압전 모터일 수 있다. 일부 실시예에서, 리니어 모터(506)(도 5a)는 2개의 나노모션 HR8 모터일 수 있다. 손목 요 모터(816)(도 8b)는 각각, 예컨대 2개의 HR2 모터일 수 있다. 손목 피치-롤 모터(834, 836)는 단일의 나노모션 HR2 모터일 수 있다. 마운트(410)(도 9b) 내의 모터(912, 914)는 마운트(410)의 하우징 내부에 장착된 개별적인 압전 소자들로 형성될 수 있다.

[0076] 도 11은 컨트롤러(120)의 기능이 도시되어 있는 블록 다이어그램이다. 도 6에 나타나 있는 바와 같이, 오퍼레이터 입력값은 컨트롤러(120)의 키네메틱스 프로세서(1102)에 수신된다. 오퍼레이터 입력값은 로봇(110)에 의해 실행되는 수술과정에 관한 오퍼레이터 지시의 결과로서 콘솔(130)에서 비롯된 것이다. 키네메틱스 프로세서(1102)는 로봇(110)의 운동을 결정하고 모터 드라이버(1104)에 적합한 신호를 제공한다. 모터 드라이버(1104)는 로봇(110) 상의 각각의 모터에 구동 신호를 제공한다. 키네메틱스 프로세서(1102)는 또한 기구(210)에 입력값을 제공하는 모터(912, 914)를 구동시키는 인터페이스(1106)와 기구 드라이버에 신호를 제공한다. 일부 실시예에서, 기구(210)는 입력 정보를 인터페이스(1106)에 제공한다. 이 입력 정보는, 예컨대 기구의 유형, 기구의 이력 및 기구의 작동 파라미터를 포함할 수 있다. 인터페이스(1106)에 의해 제공되는 정보는 기구(210)와 로봇(110)의 적합한 운동이 조정될 수 있도록 키네메틱스 프로세서(1102) 및 콘솔(130)에 제공된다.

[0077] 위치 결정(1110)은 로봇(110)의 위치를 결정하고 추적한다. 위치 결정(1110)은 키네메틱스 프로세서(1102)로부터 모터 드라이버(1104)로 보내진 제어 신호를 모니터링하고, 각각의 모터의 활동에 기초하여 로봇(110)의 각각의 조인트의 배향을 결정하는 운동들을 통합한다. 따라서, 조인트 위치 감지는 위치 결정에 관하여 상술된 바와 같이 점진적인 인코더에 주로 기초할 수 있다. 일부의 경우, 저항 전위차계 또는 광 위치 센서와 같은 센서는 위치 센서(1108)에 신호를 제공할 수 있다. 위치 센서(1108)는 로봇(110) 상의 센서들을 모니터링하고 위치 결정(1110)에 대한 실시간 절대 위치 정보를 제공하는데, 이는 로봇(110)의 시작 위치를 결정하는데 이용될 수 있고 점진적으로 결정될 때 위치에 관하여 에러 체크하기 위하여 이용될 수 있다. 상술된 바와 같이, 로봇 매니플레이터(110) 내의 모터들은 압전 모터이다. 시작 위치에 대한 이들 모터의 상대 위치는 컨트롤러(120)가 보낸 제어 신호에 기초하여 컨트롤러(120)에서 결정될 수 있다. 일부 실시예에서, 저항 위치 센서 또는 광 위치 센서는 시작 위치를 제공하고 에러 체크하기 위하여 로봇(110) 상에 배치될 수 있다.

[0078] 일부 실시예에서, 위치 결정(1110)은 이미지 프로세서(1112)로부터 데이터를 수신할 수도 있다. 이미지 프로세서(1112)는 스캐너(140)로부터 이미지를 수신한다. 이미지 프로세서(1112)는 기구(210)의 이미지에 기초하여 로봇 매니플레이터(110)의 위치를 결정할 수 있다. 일부 실시예에서, 이미지 프로세서(1112)는 스캐너(140)로부터의 이미지에서 특히 탐지할 수 있는 기구(210) 상에 장착된 기준들에 기초하여 기구(210)의 위치를 결정할 수 있다.

[0079] 로봇(110)을 만들때 이용되는 재료는 비자성체이고, 예컨대 알루미늄, 티타늄 및 울템(Ultem), PEEK 또는 델린(Delrin)과 같은 엔지니어링 플라스틱일 수 있다. 탄소 섬유는 특정 영역에서 이용될 수 있다. 베이스(440)에서 이용되는 리니어 베어링은 세라믹 베어링일 수 있다. 로봇(110)의 다른 운동시 이용되는 볼 베어링은 세라믹 베어링 또는 비자성 하이브리드 베어링일 수 있다. 위치 센서에서 이용되는 인코더는 아바코 테크놀로지(Avago Technologies)에서 제조한 광학 칩을 이용할 수 있다. 위치 센서에서 이용되는 대부분의 전위차계는 스펙트럼 컨트롤(Spectrum Controls)로부터 구할 수 있다.

[0080] 위에서 도시된 바와 같이, 로봇(110)은 표적 진단법 및 치료법에 적합한 바늘을 위치시키고 구동시키기 위한 소형 매니플레이터이다. 기구(210)는, 예컨대 생검 기구, 레이저 절제 기구, 치료약물 전달 기구 또는 다른 바늘 기반 기구일 수 있다. 완전한 데카르트 위치 및 배향은 회전과 같은 기구(210) 내부에서의 개별적인 자유도를 제어하기 위해서 마운트(410)와 모터(413)를 통해 다수의 구동 입력값과 함께 기구(210)에 제공된다. 일단 로봇(110)이 최초로 위치되면, 바늘 삽입은 로봇(110)의 조인트의 조정된 운동에 의해 구동된다. 최초 위치결정시, 예컨대 엔드 이펙터 마운트(410)는 환자의 간섭을 최소화하게 위치될 수 있다.

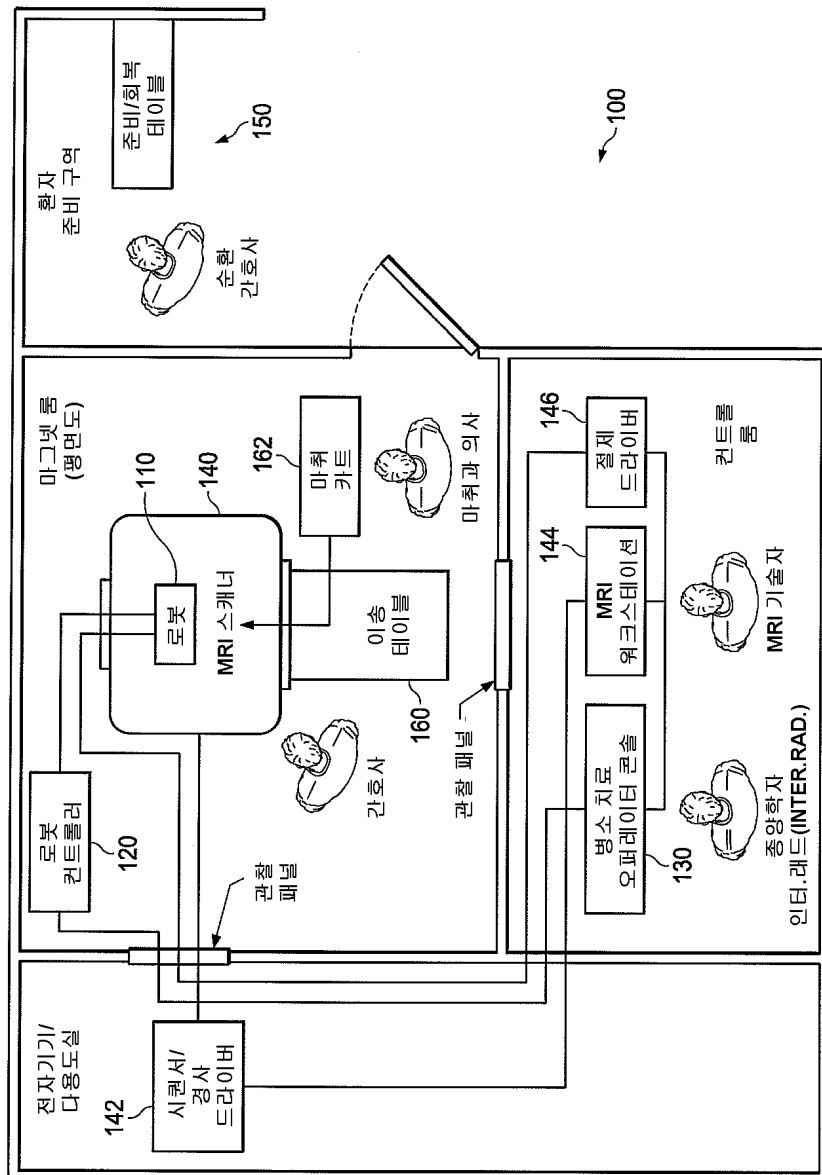
[0081] 기구(210)는 미국가출원 제61/599,300호에 보다 상세하게 설명되어 있다. 기구(210)는 이펙터 마운트(410)에 장착되기 전에 멸균 어댑터(414)에 장착될 수 있다. 멸균 어댑터와 기구(210)의 고정방법(keying) 내지 잠금고정방법(locking)은 미국 가출원 제61/599,300호에 설명되어 있다.

[0082] 더욱이, 멸균 인터페이스는 로봇(110) 위에서의 드레이핑(drape)에 의해 제공될 수 있다. 기구(210)와 로봇(110) 사이의 인터페이스는 기구 ID, 일련 번호, 기하학적 파라미터 및 사용법과 같은 기구(210)에 관한 정보를 컨트롤러(120)가 결정할 수 있게 한다. 일부 실시예에서, 기구(210)는 이미지장치 내부에서의 위치측정(localization)을 위한 내장형(embedded) 기준들을 포함할 수 있다.

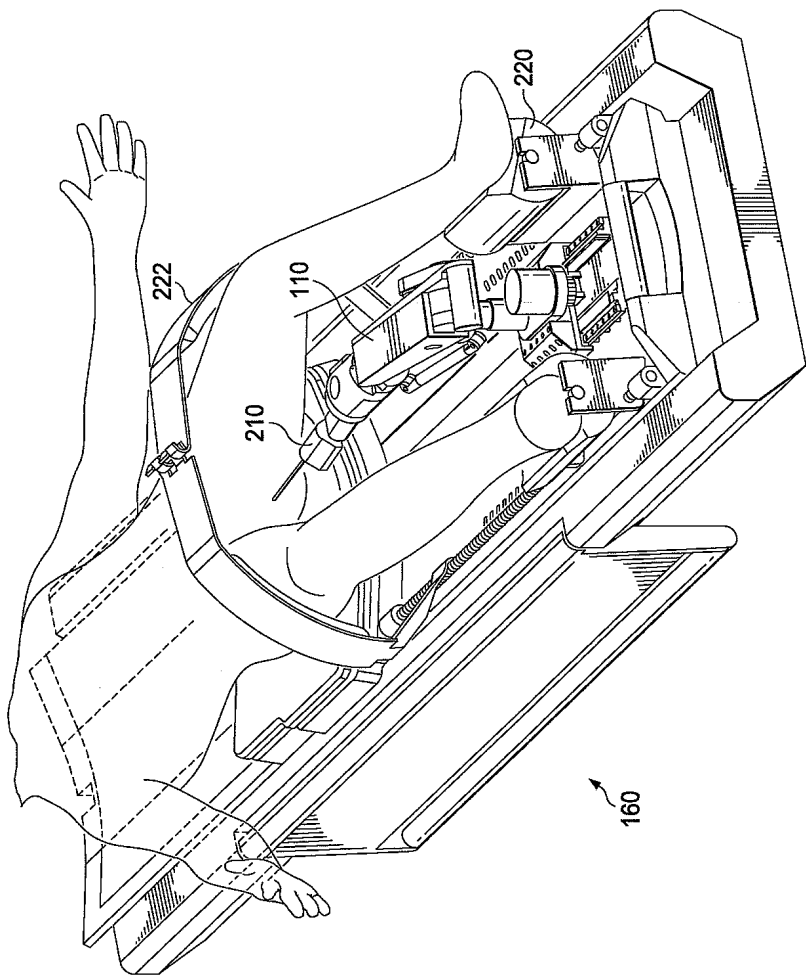
[0083] 상술된 발명의 상세한 설명은 본 발명의 특정 실시예를 설명하기 위해서 제공되는 것이지만 한정하기 위해 의도된 것은 아니다. 본 발명의 범위 내의 많은 변경과 수정은 가능하다. 본 발명은 다음의 특허청구범위에서 설명된다.

도면

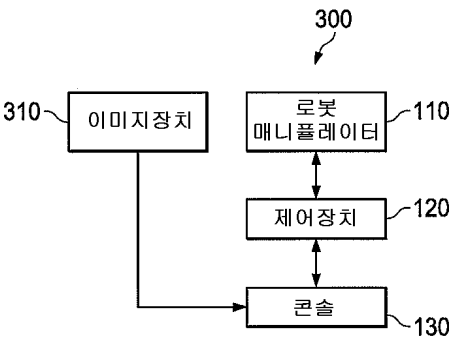
도면1



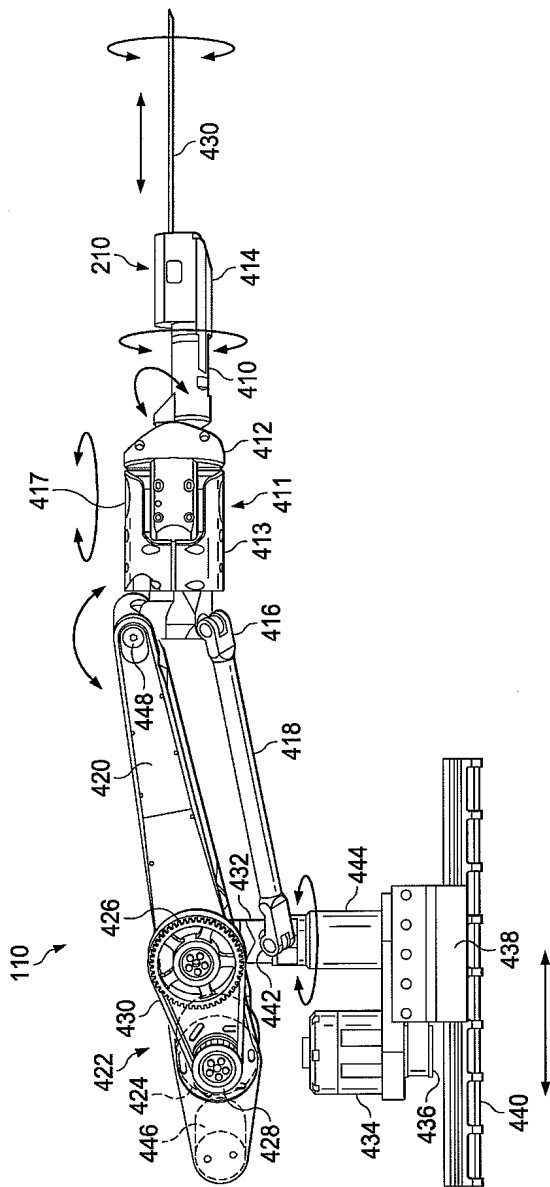
도면2



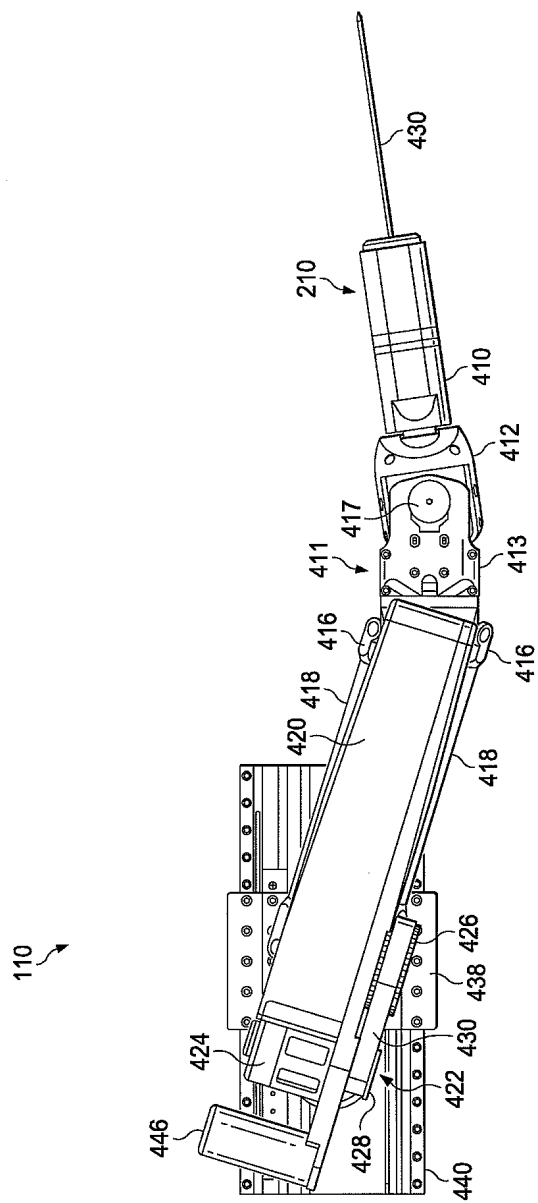
도면3



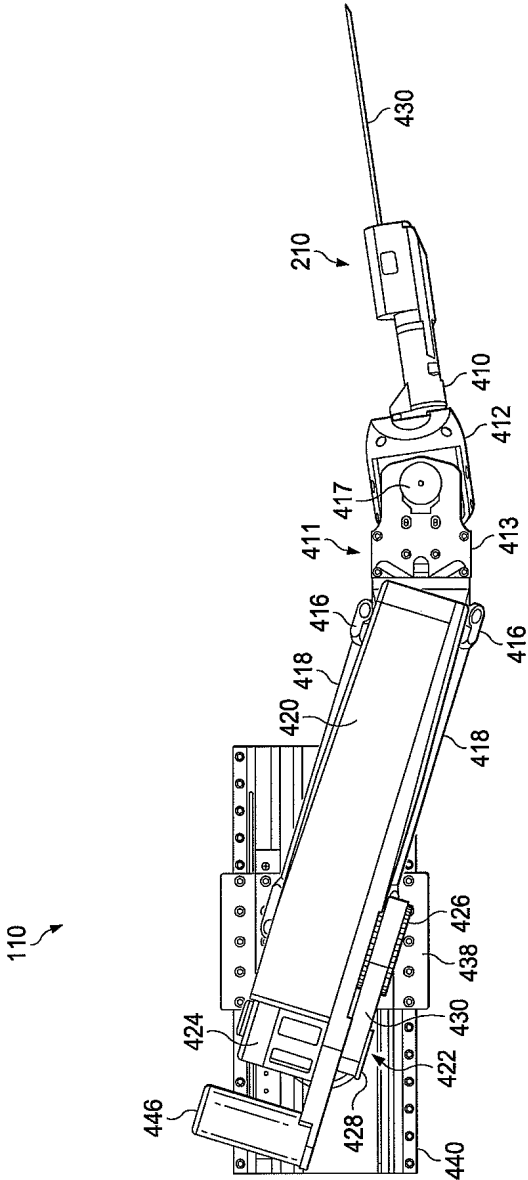
도면4a



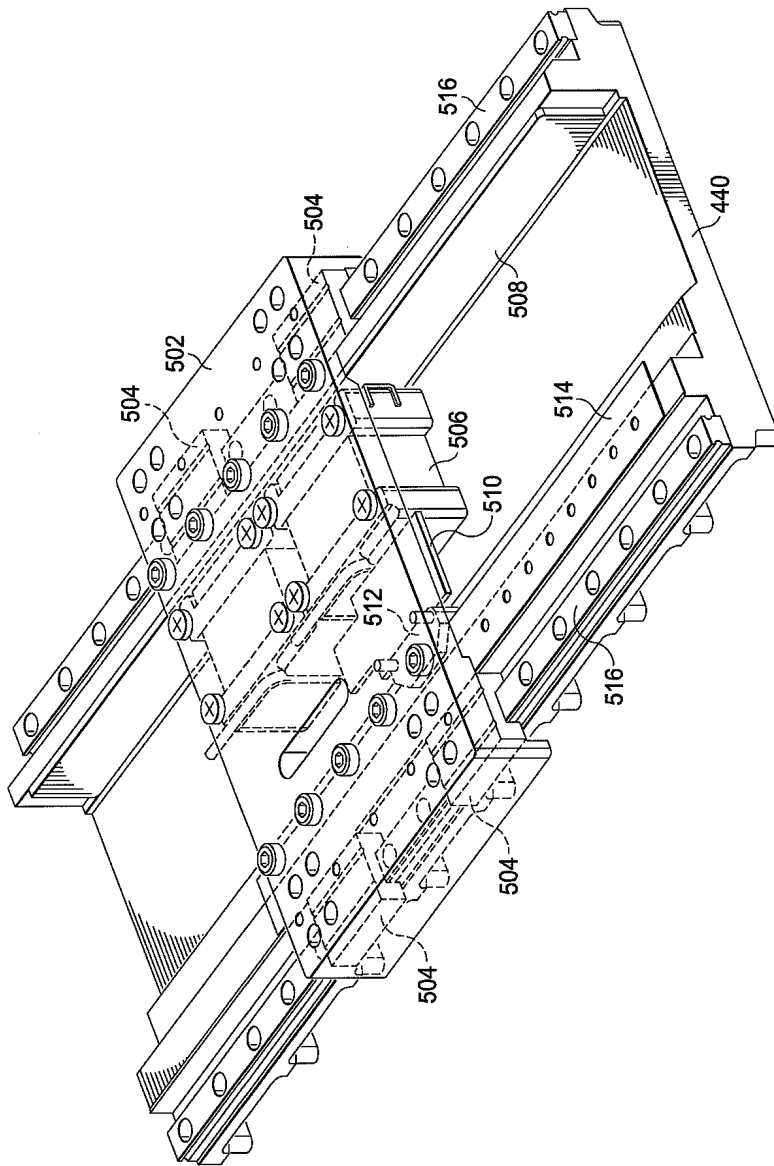
도면4b



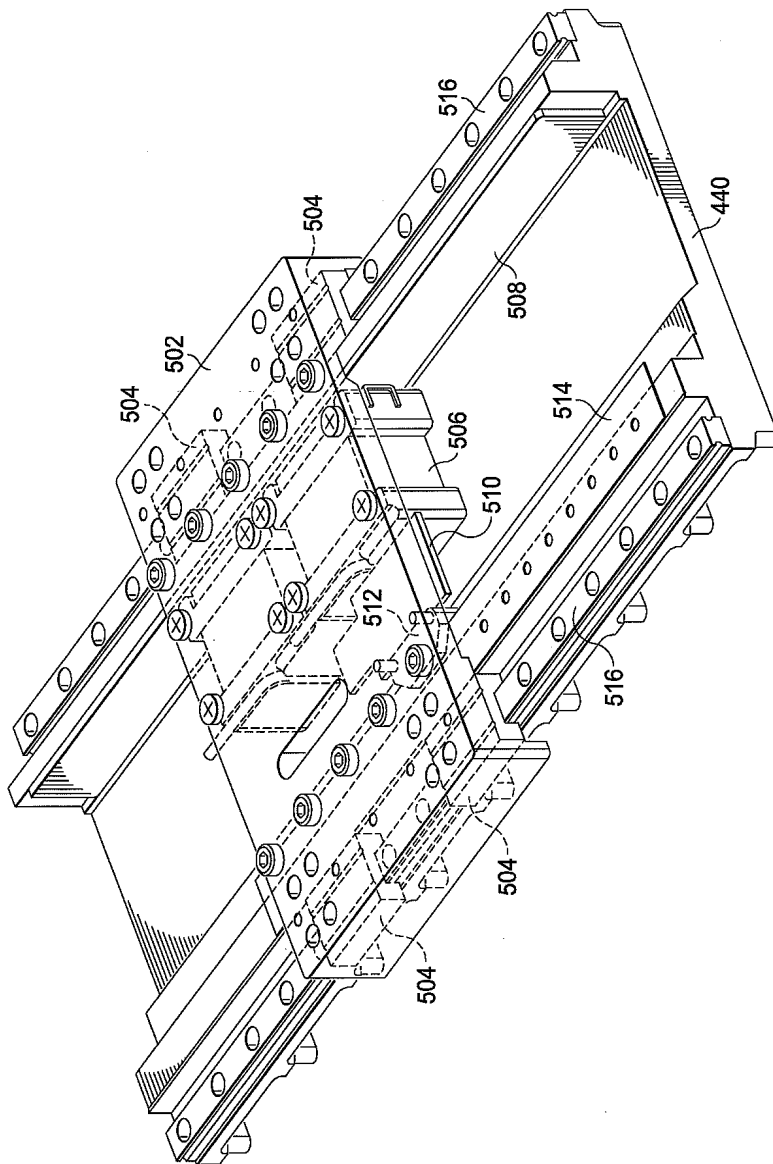
도면4c



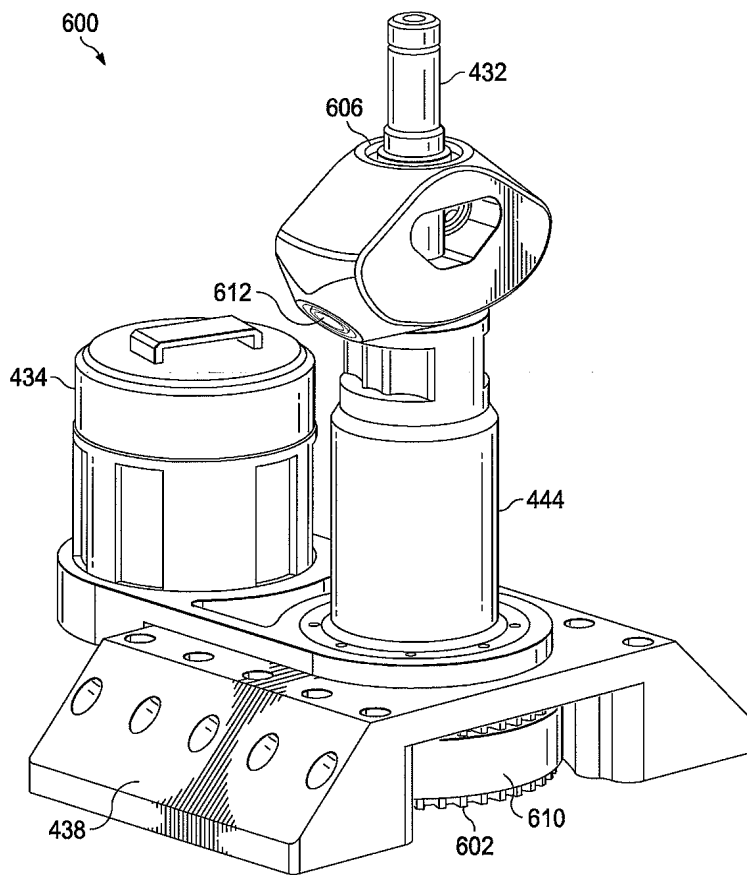
도면5a



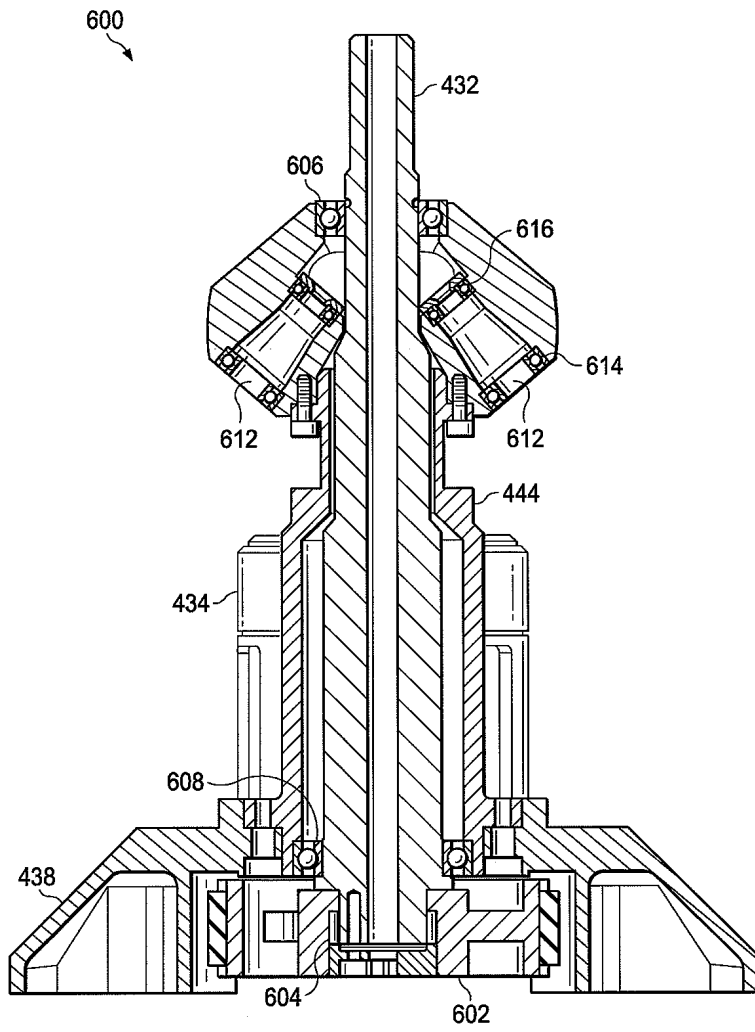
도면5b



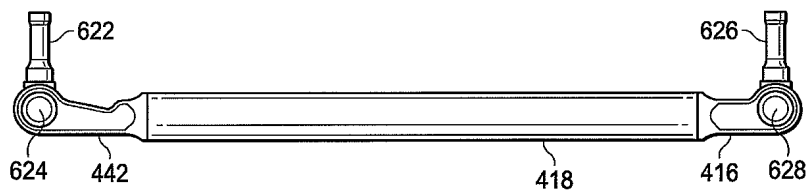
도면6a



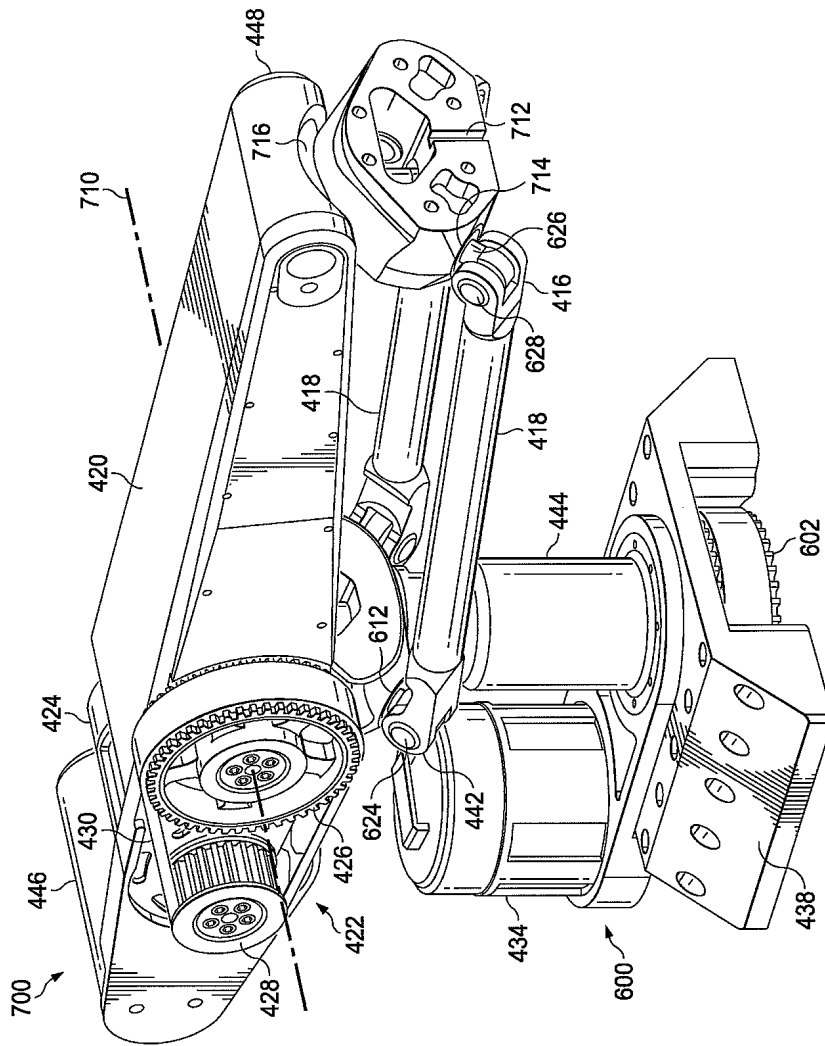
도면6b



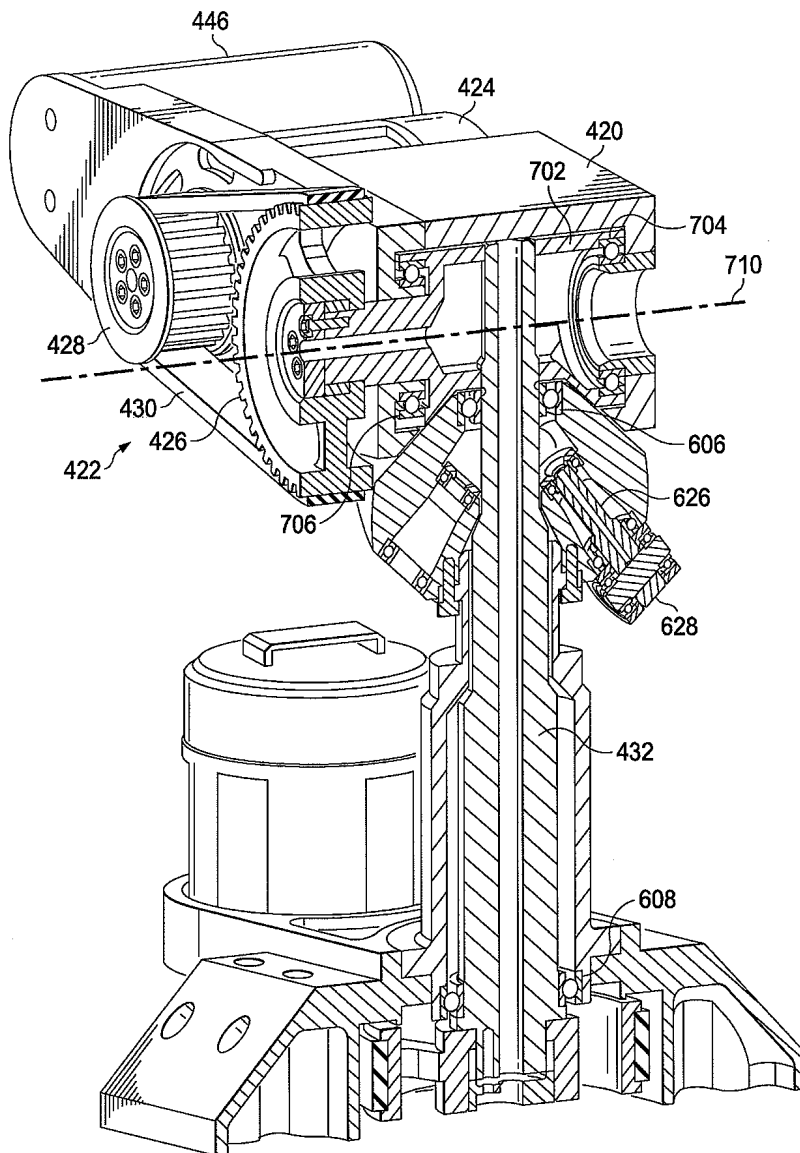
도면6c



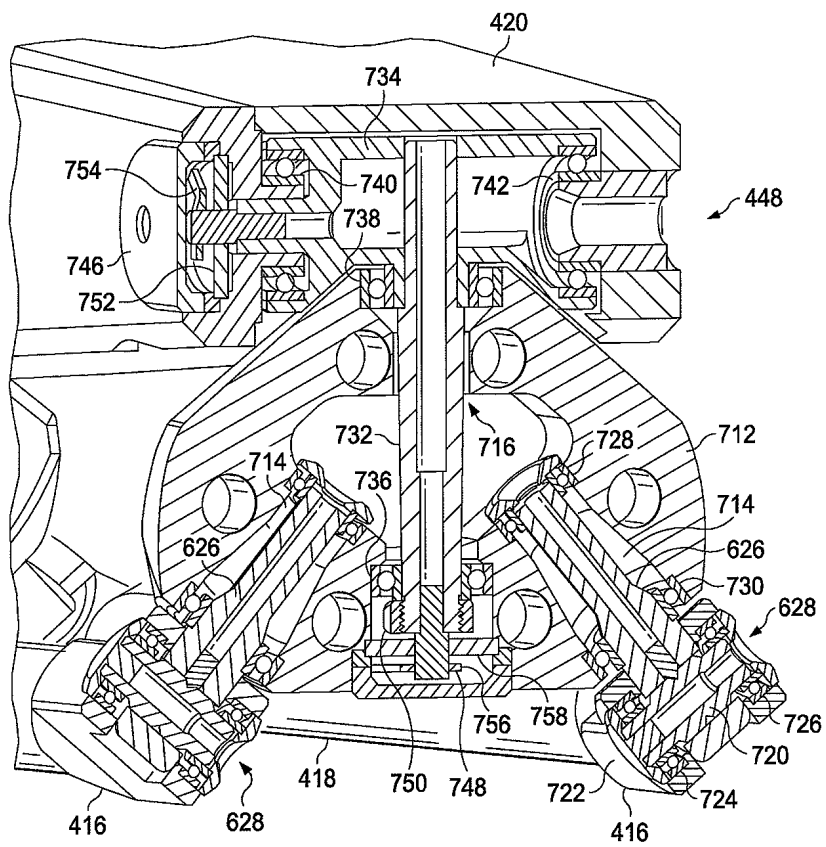
도면7a



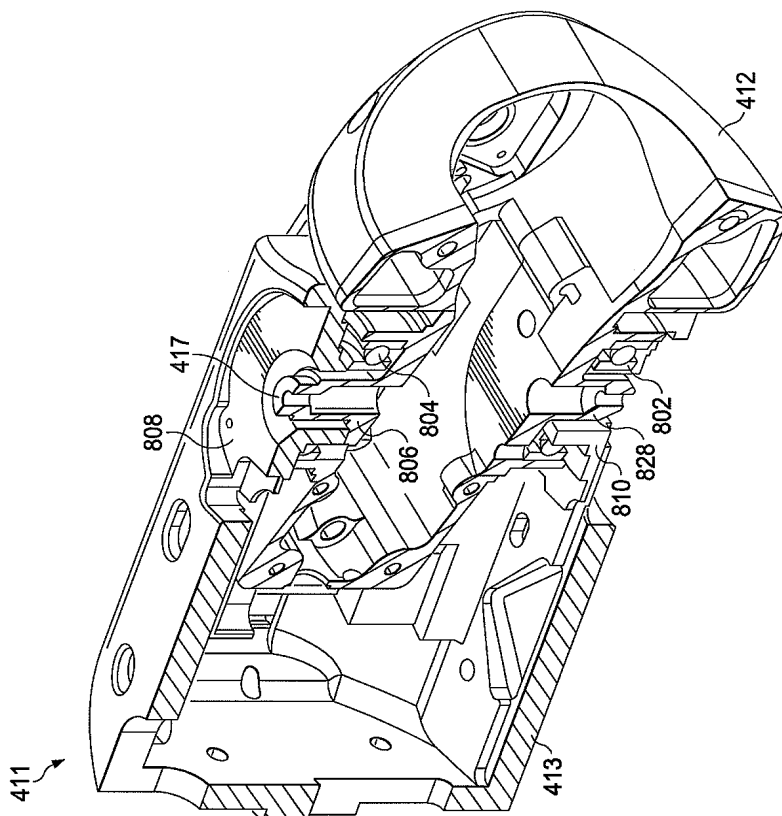
도면7b



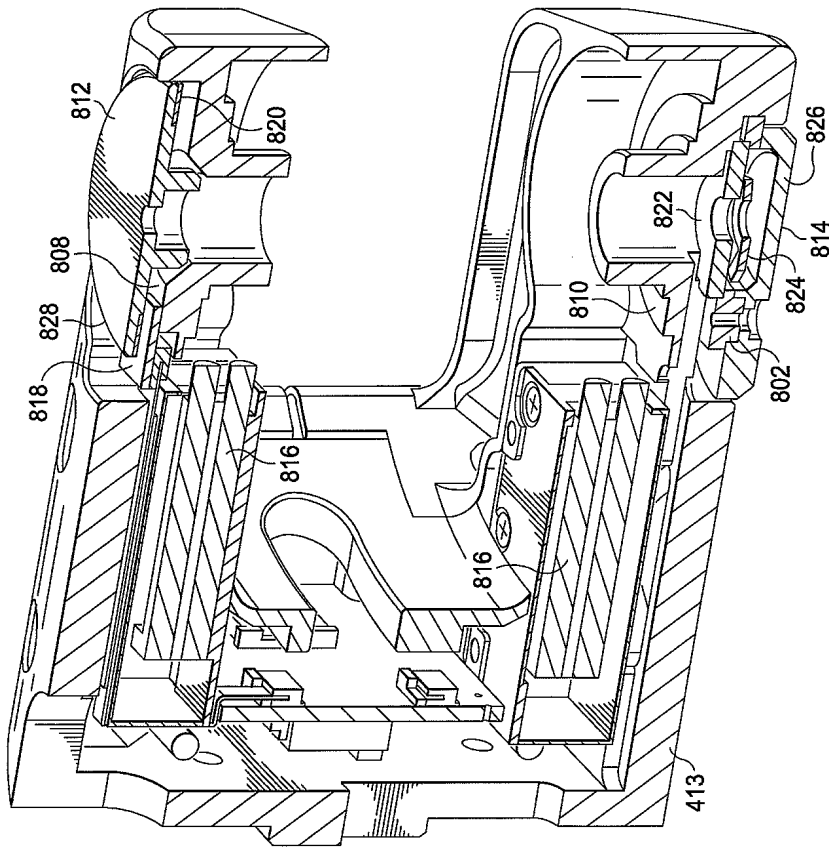
도면7c



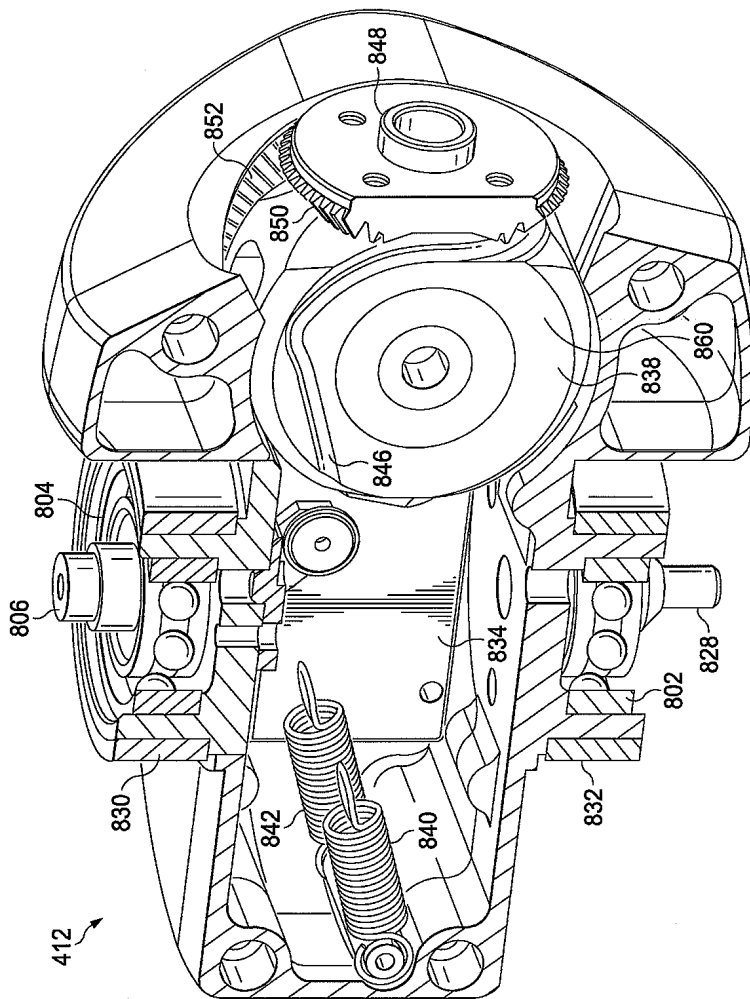
도면8a



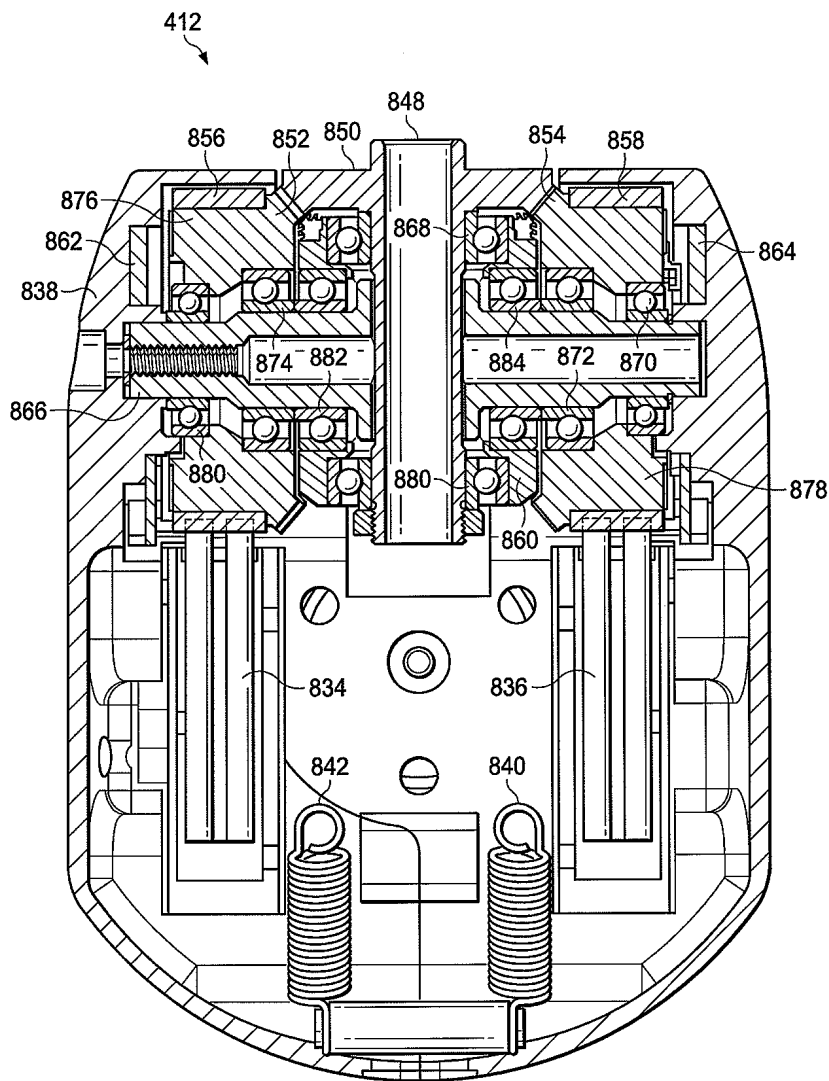
도면8b



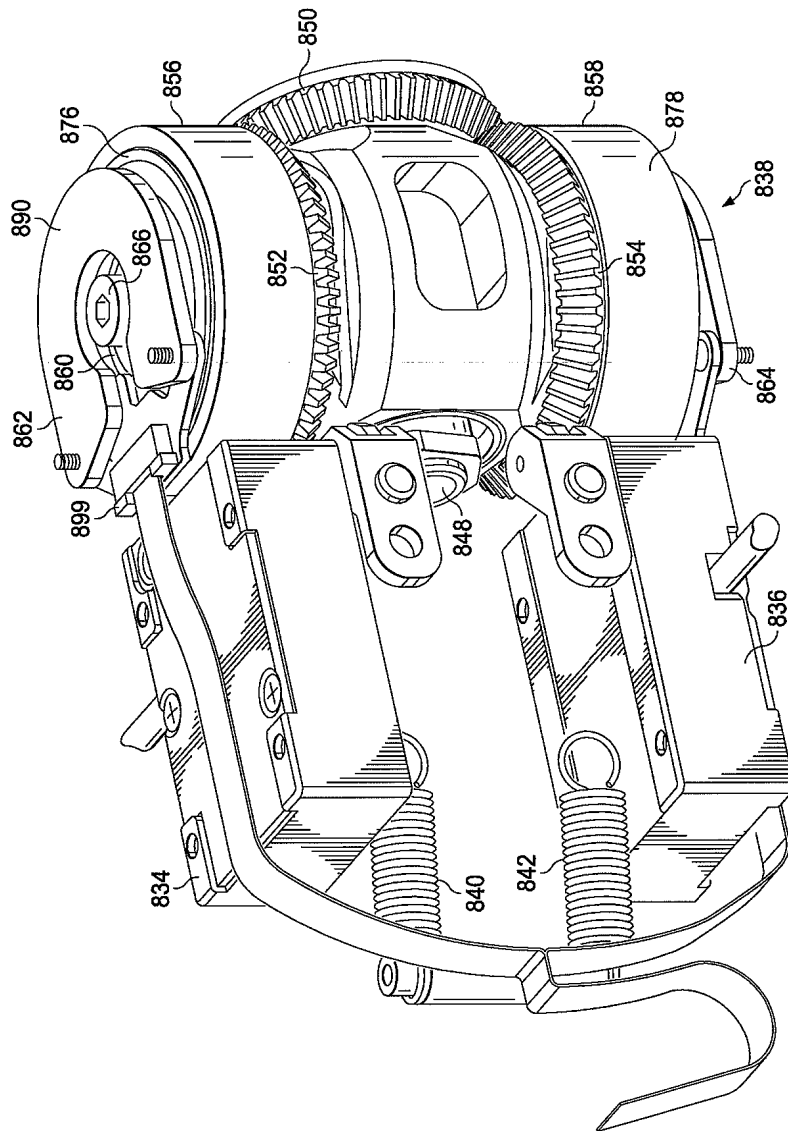
도면8c



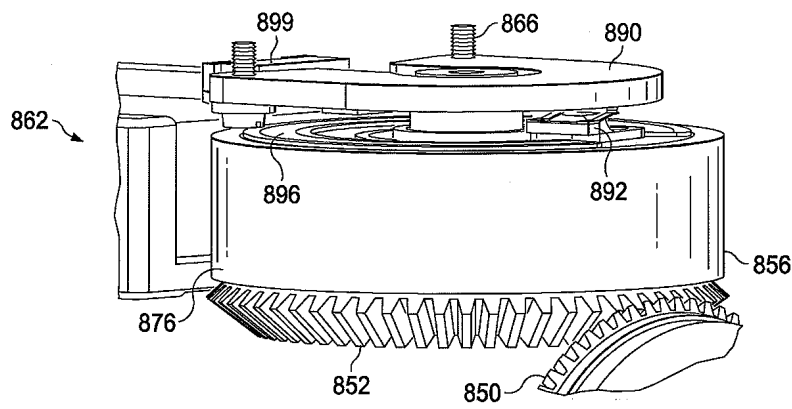
도면8d



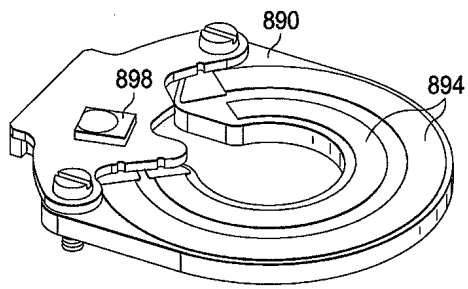
도면8e



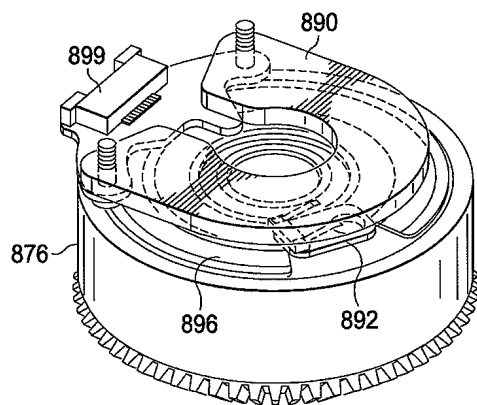
도면8f



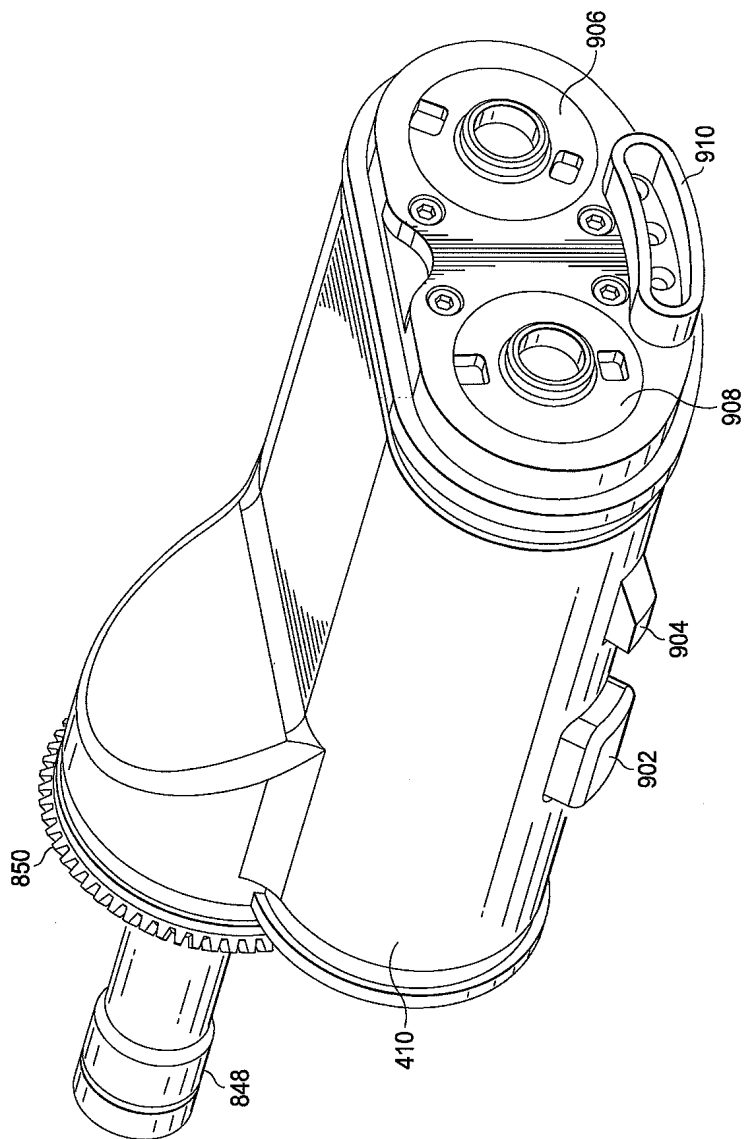
도면8g



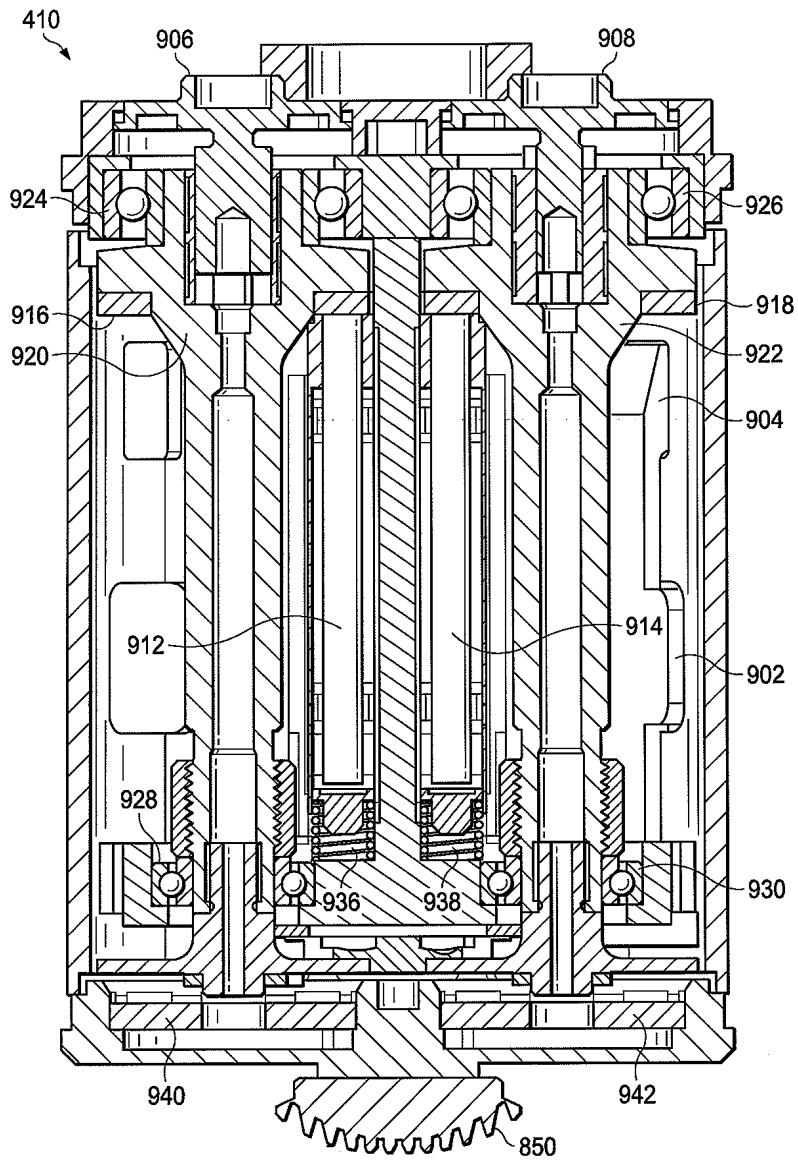
도면8h



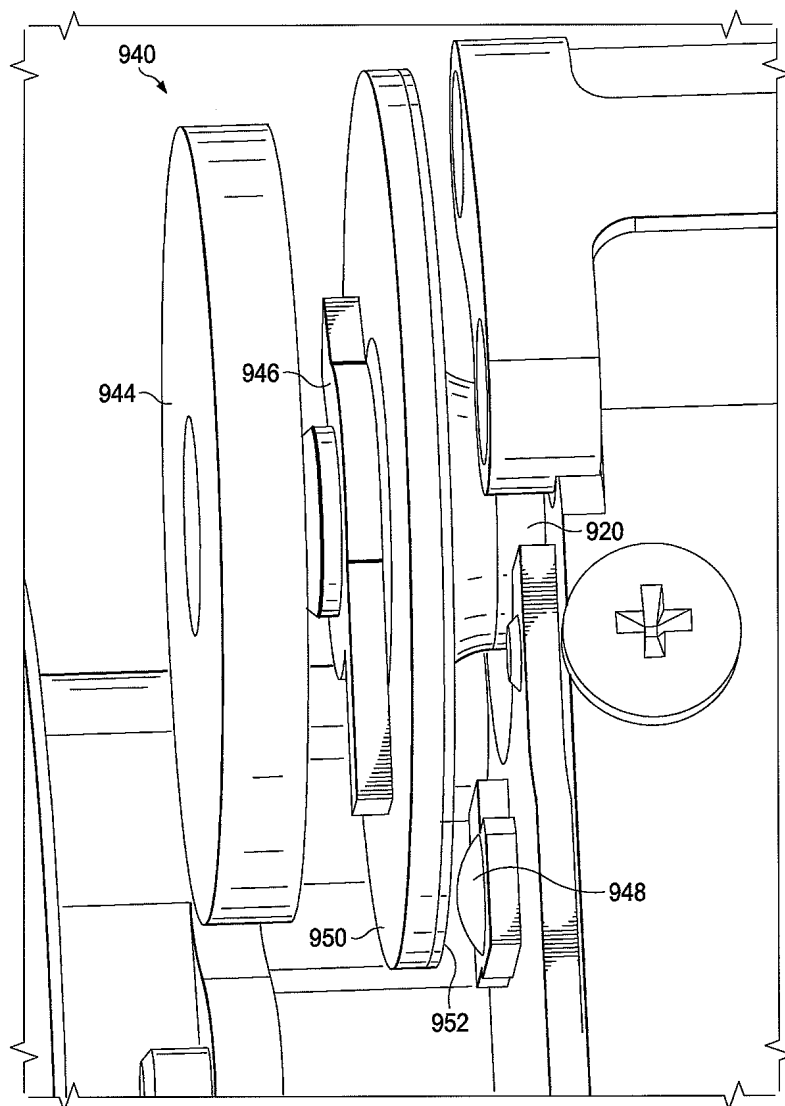
도면9a



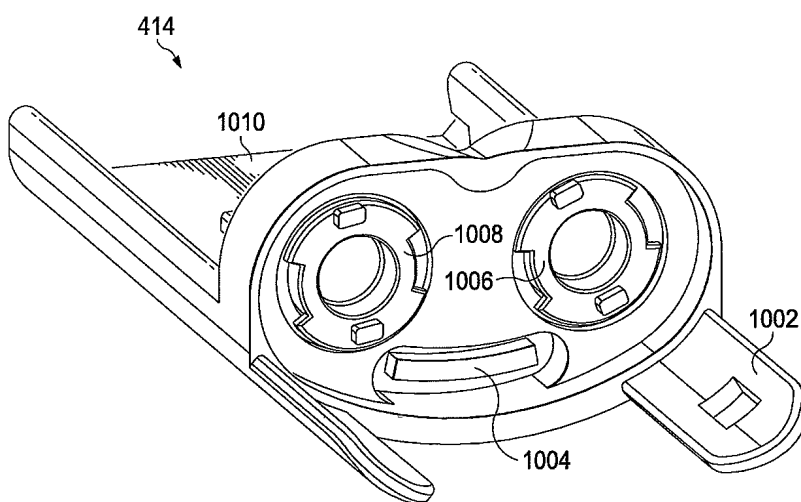
도면9b



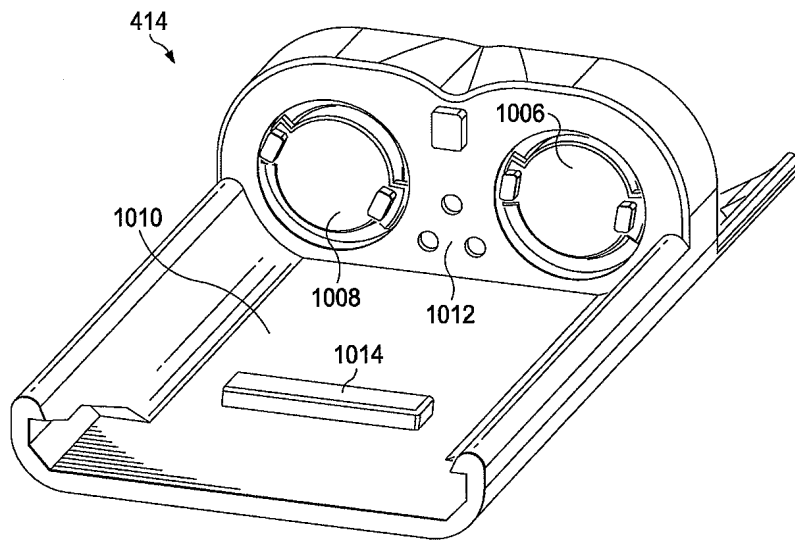
도면9c



도면10a



도면 10b



도면11

