



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년08월23일

(11) 등록번호 10-2291858

(24) 등록일자 2021년08월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 34/30 (2016.01) A61B 17/00 (2006.01)

A61B 34/00 (2016.01) A61B 34/20 (2016.01)

B25J 9/16 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61B 34/30 (2016.02)

A61B 34/70 (2016.02)

(21) 출원번호 10-2016-7001948

(22) 출원일자(국제) 2014년08월08일

심사청구일자 2019년07월19일

(85) 번역문제출일자 2016년01월22일

(65) 공개번호 10-2016-0040530

(43) 공개일자 2016년04월14일

(86) 국제출원번호 PCT/US2014/050347

(87) 국제공개번호 WO 2015/021384

국제공개일자 2015년02월12일

(30) 우선권주장

61/864,061 2013년08월09일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US20030073981 A1

US20110282491 A1

(73) 특허권자

인튜어티브 서지컬 오퍼레이션즈 인코포레이티드
미국 캘리포니아 94086 서니베일 키퍼 로드 1020

(72) 발명자

라본빌 제라드 제이.

미국 캘리포니아 94158 산호세 스티븐스 레인
3086

브래들리 알란 에스.

미국 캘리포니아 94501 알라메다 톰슨 애비뉴
3272

(74) 대리인

양영준, 김윤기

전체 청구항 수 : 총 20 항

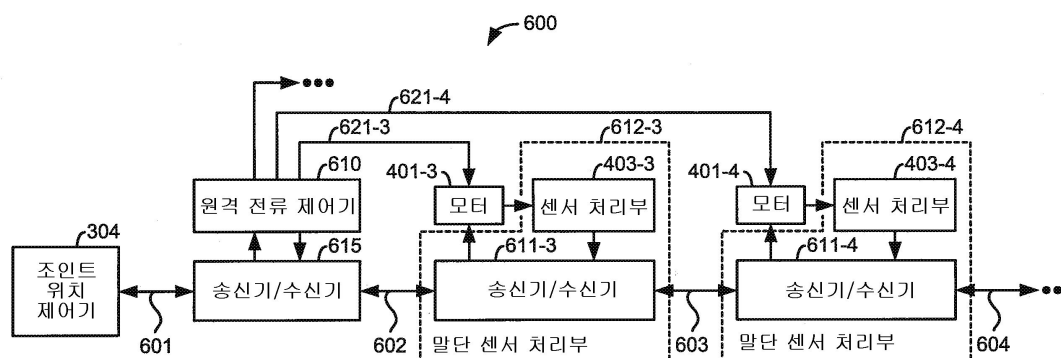
심사관 : 전창익

(54) 발명의 명칭 복수의 말단에 수용된 모터를 제어하기 위한 원격 전류 제어기를 갖는 의료 로봇 시스템

(57) 요약

의료 로봇 시스템은 모터 작동 조인트에 의해 이동가능한 하우징을 형성하는 링크를 갖는 조작기를 포함하고 있다. 이러한 조인트를 작동하기 위한 모터 및 이러한 모터의 상태를 감지하기 위한 센서가 조작기의 상응하는 링크 또는 다른 구조부로부터 형성된 하나 이상의 말단 하우징에 수용되어 있다. 위치 제어기가 인접 하우징에 수용되어 있고, 원격 전류 제어기로서, 중간 하우징에 수용되어 있고, 제공된 전류 커맨드 및 감지된 모터의 상태를 사용함으로써 모터에 대한 구동 신호를 생성하는 원격 전류 제어기에 모터에 대한 전류 커맨드를 제공한다.

대표도



(52) CPC특허분류

B25J 9/161 (2013.01)

A61B 2017/00477 (2013.01)

A61B 2034/2059 (2016.02)

G05B 2219/45117 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

로봇 조작 장치의 운동을 위해 복수의 모터를 제어하기 위한 분산 제어 시스템에 있어서,

상기 복수의 모터의 상태를 감지하기 위해 상기 복수의 모터에 결합된 복수의 센서로서, 상기 복수의 센서 및 상기 복수의 모터는 하나 이상의 말단 하우징에 배치된 복수의 센서, 및

상기 복수의 모터의 명령된 위치를 나타내는 전류 커맨드를 위치 제어기로부터 수신하고, 상기 복수의 모터의 감지된 상태의 정보를 수신하고, 상기 복수의 모터의 수신된 전류 커맨드 및 감지된 상태의 수신된 정보를 사용함으로써 상기 복수의 모터를 위한 개별적인 모터 구동 신호를 생성하고, 상기 개별적인 모터 구동 신호를 상기 복수의 모터에 전송하도록 구성된 원격 전류 제어기를 포함하고,

상기 위치 제어기는 인접 하우징에 배치되어 있고, 상기 원격 전류 제어기는 상기 인접 하우징과 상기 하나 이상의 말단 하우징 사이에 있는 중간 하우징에 배치된 것을 특징으로 하는 분산 제어 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 복수의 모터의 감지된 상태의 정보는 상기 복수의 모터의 회전자 각도의 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 분산 제어 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 로봇 조작 장치는 기구이고, 상기 복수의 모터는 상기 기구를 상응하는 자유도로 이동시키는 것을 특징으로 하는 분산 제어 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 기구는 샤프트, 말단 팁, 및 상기 말단 팁을 상기 샤프트에 결합하는 손목 메커니즘을 갖고 있고, 상기 복수의 모터는 상기 손목 메커니즘의 상응하는 자유도를 작동하기 위한 하나 이상의 모터를 포함하는 것을 특징으로 하는 분산 제어 시스템.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 기구는 엔드 이펙터를 갖고 있고, 상기 복수의 모터는 상기 엔드 이펙터의 상응하는 자유도를 작동하기 위한 하나 이상의 모터를 포함하는 것을 특징으로 하는 분산 제어 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 로봇 조작 장치는 로봇 암에 의해 조작되고, 상기 로봇 암은 복수의 링크 및 복수의 조인트를 포함하고, 상기 복수의 링크의 각각은 하우징에 의해 둘러싸여 있고, 상기 중간 하우징 및 상기 하나 이상의 말단 하우징은 상기 복수의 링크중 상응하는 링크를 둘러싸는 것을 특징으로 하는 분산 제어 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 로봇 암은 베이스 구조부에 장착되어 있고, 상기 베이스 구조부는 인접 하우징을 포함하는 것을 특징으로 하는 분산 제어 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 원격 전류 제어기는 데이터 체인 네트워크에 포함된 복수의 통신 링크를 통해 상기 복수의 센서와 통신하고, 상기 위치 제어기는 상기 데이터 체인 네트워크의 인접 통신 링크를 통해 상기 원격 전류 제어기와 통신하는 것을 특징으로 하는 분산 제어 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 데이터 체인 네트워크는 패킷 기반 네트워크를 포함하는 것을 특징으로 하는 분산 제어 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 복수의 모터는 하나 이상의 브러시리스 DC 모터를 포함하는 것을 특징으로 하는 분산 제어 시스템.

청구항 11

로봇 시스템에 있어서,

로봇 조작 장치의 작동을 위한 복수의 모터 및 복수의 센서가 수용된 하나 이상의 말단 하우징으로서, 상기 복수의 센서는 상기 복수의 모터의 상태를 감지하기 위해 상기 복수의 모터에 결합된 하나 이상의 말단 하우징;

상기 복수의 모터의 명령된 위치를 나타내는 전류 커맨드를 생성하는 위치 제어기가 수용된 인접 하우징; 및

원격 전류 제어기가 수용되어 있고, 상기 인접 하우징과 상기 하나 이상의 말단 하우징 사이에 있는 중간 하우징을 포함하고,

상기 원격 전류 제어기는 상기 전류 커맨드를 수신하고, 상기 복수의 모터의 감지된 상태의 정보를 수신하고, 상기 복수의 모터의 수신된 전류 커맨드 및 감지된 상태의 수신된 정보를 사용하여 상기 복수의 모터에 대한 개별적인 모터 구동 신호를 생성하고, 상기 개별적인 모터 구동 신호를 개별적인 신호 라인을 통해 상기 복수의 모터에 전송하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 로봇 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 복수의 모터의 감지된 상태의 정보는 상기 복수의 모터의 회전자 각도의 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇 시스템.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 로봇 조작 장치는 기구이고, 상기 복수의 모터는 상기 기구를 상응하는 자유도로 이동시키는 것을 특징으로 하는 로봇 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 기구는 샤프트, 말단 팁 및 상기 말단 팁을 상기 샤프트에 결합하는 손목 메커니즘을 갖고 있고, 상기 복수의 모터는 상기 손목 메커니즘의 상응하는 자유도를 작동하기 위한 하나 이상의 모터를 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇 시스템.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 기구는 엔드 이펙터를 갖고 있고, 상기 복수의 모터는 상기 엔드 이펙터의 상응하는 자유도를 작동하기 위한 하나 이상의 모터를 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇 시스템.

청구항 16

제11항에 있어서, 상기 로봇 조작 장치는 로봇 암에 의해 조작되고, 상기 로봇 암은 복수의 링크 및 복수의 조인트를 포함하고, 상기 복수의 링크의 각각은 하우징에 둘러싸여 있고, 상기 중간 하우징 및 상기 하나 이상의 말단 하우징은 상기 복수의 링크의 상응하는 링크를 둘러싸는 것을 특징으로 하는 로봇 시스템.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 로봇 암은 베이스 구조부에 장착되어 있고, 상기 베이스 구조부는 인접 하우징을 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇 시스템.

청구항 18

제11항에 있어서, 상기 원격 전류 제어기는 데이터 체인 네트워크에 포함된 복수의 통신 링크를 통해 상기 복수의 센서와 통신하고, 상기 위치 제어기는 데이터 체인 네트워크의 인접 통신 링크를 통해 상기 원격 전류 제어

기와 통신하는 것을 특징으로 하는 로봇 시스템.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 데이터 체인 네트워크는 패킷 기반 네트워크를 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇 시스템.

청구항 20

제11항에 있어서, 상기 복수의 모터는 하나 이상의 브러시리스 DC 모터를 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 의료 로봇 시스템에 관한 것이고, 특별히, 복수의 말단에 수용된 모터를 제어하기 위한 원격 전류 제어기를 구비한 의료 로봇 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최소 침습 수술 절차를 실행하는데 사용되는 시스템과 같은 의료 로봇 시스템은 보다 적은 고통, 보다 짧은 입원기간, 보다 빠른 정상 활동으로의 복귀, 최소 흉터, 감소된 회복 시간 및 보다 적은 조직의 손상을 포함하는 많은 장점을 전통적인 개복술에 대한 제공한다. 그 결과, 이러한 의료 로봇 시스템에 대한 수요는 강해지고 증가하고 있다.

[0003] 이러한 의료 로봇 시스템의 하나의 예는 최소 침습 로봇 수술 시스템인 캘리포니아, 서니베일의 인튜어티브 서지컬 인코퍼레이티드의 da Vinci[®] Surgical System이다. 이러한 da Vinci[®] Surgical System은 의사가 촬상 장치에 의해 촬상된 수술 부위의 디스플레이 스크린 상의 이미지를 볼 때 의사에 의해 조작되는 연관 마스터 제어기의 이동에 응답하여, 촬상 장치 및 수술 기구를 연결하는 인튜어티브 서지컬의 상표의 EndoWrist[®]와 같은 부착 의료 장치를 이동시키는 슬레이브 조작기를 구비한 다수의 로봇 암을 갖고 있다.

[0004] 슬레이브 조작기 및 이들의 부착된 의료 장치의 상응하는 자유도를 작동하기 위해 의료 로봇 시스템에 복수의 모터가 설치된다. 예로서, 여기에 언급되어 통합된 "Camera Referenced Control in a Minimally Invasive Surgical Apparatus" 표제의 U.S. 6,424,885는 연관된 마스터 제어기의 이동에 응답하여 조작기를 이동시킴으로써 부착 의료 장치의 위치 및 방향을 제어하기 위한 마스터/슬레이브 제어 시스템을 기술하고 있다.

[0005] 실제로, 복수의 모터는 이들이 구동하는 조인트 또는 다른 기계 부재 근방에 있도록 로봇 암 안의 다양한 위치에 분산될 수 있다. 제어를 위해, 일반적으로 이러한 모터의 상태를 감지하는 센서가 이들의 각각의 모터 근방에 위치되어 있다. 용이한 구현을 위해, 모터의 센서 근방에 가까이 모터의 전류 제어기를 위치시키는 것이 유리할 수 있다. 그러나, 모터 및 그것의 센서가 작은 하우징에 배치된 상황에서, 전류 제어기를 그것의 모터와 동일한 하우징에 배치하려고 하면 공간 및/또는 가열 문제를 유발할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 따라서, 본 발명의 하나 이상의 특징의 하나의 목적은 의료 로봇 시스템에서 공간 제약을 극복하면서 성능 및 안정도 필요조건을 충족하는 모터 제어 시스템의 배치구조를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 하나 이상의 특징의 다른 목적은 의료 로봇 시스템에서 과도한 열 문제를 피하면서 성능 및 안정도 필요조건을 충족하는 모터 제어 시스템의 배치구조를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 이러한 목적 및 추가 목적은 본 발명의 다양한 특징에 의해 달성될 수 있다. 하나의 특징은 로봇 조작 장치의 운동을 위해 복수의 모터를 제어하기 위한 분산 제어 시스템에 있어서, 상기 복수의 모터의 상태를 감지하기 위해 상기 복수의 모터에 결합된 복수의 센서로서, 상기 복수의 센서 및 상기 복수의 모터는 하나 이상의 말단 하

우징에 배치된 복수의 센서, 및 상기 복수의 모터의 명령된 위치를 나타내는 전류 커맨드를 위치 제어기로부터 수신하고, 상기 복수의 모터의 감지된 상태의 정보를 수신하고, 상기 복수의 모터의 수신된 전류 커맨드 및 감지된 상태의 수신된 정보를 사용함으로써 상기 복수의 모터를 위한 개별적인 모터 구동 신호를 생성하고, 상기 개별적인 모터 구동 신호를 상기 복수의 모터에 전송하도록 구성된 원격 전류 제어기를 포함하고, 상기 위치 제어기는 인접 하우징에 배치되어 있고, 상기 원격 전류 제어기는 상기 인접 하우징과 상기 하나 이상의 말단 하우징 사이에 있는 중간 하우징에 배치된 분산 제어 시스템이다.

[0009] 다른 특징은 로봇 시스템에 있어서, 복수의 모터 및 복수의 센서가 수용된 하나 이상의 말단 하우징으로서, 상기 복수의 센서는 상기 복수의 모터의 상태를 감지하기 위해 상기 복수의 모터에 결합된 하나 이상의 말단 하우징; 상기 복수의 모터의 명령된 위치를 나타내는 전류 커맨드를 생성하는 위치 제어기가 수용된 인접 하우징; 및 원격 전류 제어기가 수용되어 있고, 상기 인접 하우징과 상기 하나 이상의 말단 하우징 사이에 있는 중간 하우징을 포함하고, 상기 원격 전류 제어기는 상기 전류 커맨드를 수신하고, 상기 복수의 모터의 감지된 상태의 정보를 수신하고, 상기 복수의 모터의 수신된 전류 커맨드 및 감지된 상태의 수신된 정보를 사용하여 상기 복수의 모터에 대한 개별적인 모터 구동 신호를 생성하고, 상기 개별적인 모터 구동 신호를 개별적인 신호 라인을 통해 상기 복수의 모터에 전송하도록 구성되어 있는 로봇 시스템이다.

[0010] 본 발명의 다양한 특징의 추가 목적, 특징 및 장점은 다음의 도면을 참조하여 다음의 상세한 설명으로부터 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 의료 로봇 시스템의 사시도이다.

도 2는 의료 로봇 시스템에 사용가능한 대안의 환자측 카트를 도시하는 도면이다.

도 3은 의료 로봇 시스템의 로봇 암의 일부로서 포함된 조작기의 사시도이다.

도 4는 의료 로봇 시스템에 포함가능한 부착가능 기기의 사시도이다.

도 5는 의료 로봇 시스템에 포함된 마스터/슬레이브 제어 시스템의 블록도이다.

도 6은 의료 로봇 시스템에 포함된 조인트 제어 시스템의 블록도이다.

도 7은 의료 로봇 시스템에 포함된 네트워크 모터 제어 시스템의 제1 배치구조의 블록도이다.

도 8은 의료 로봇 시스템에 포함된 네트워크 모터 제어 시스템의 제3 배치구조의 블록도이다.

도 9는 의료 로봇 시스템에 포함된 네트워크 모터 제어 시스템의 하이브리드 배치구조의 일부의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 도 1은 예로서, 케이블(181, 182)을 통해 서로 통신하는 수술 콘솔(100), 환자측 카트(110), 및 비전 카트(170)를 포함하는 의료 로봇 시스템(1000)의 사시도이다. 수술 콘솔(100)은 스테레오 뷰어(101), 손으로 조작가능한 마스터 제어기(102, 103), 및 적어도 하나의 풋 페달(104)을 포함하고 있다. 환자측 카트(110)는 베이스(120) 및, 탈착가능한 의료 장치를 유지, 이동 및 조작하도록 구성된 로봇 암(111, 113, 115, 117)을 포함하고 있다.

[0013] 도 1의 예에서, 로봇 암(111, 113, 117)은 수술 기구(112, 114, 118)를 잡고 로봇 암(115)은 입체 내시경(116)을 잡는다. 대안으로, 로봇 암(111, 113, 115, 117)의 각각은 의료 시술이 실행되고 있는 동안 상이한 타입의 의료 장치를 잡거나 전체 의료 장치를 잡지 않을 수 있다. 예로서, 초음파 트랜스듀서와 같은 제2 이미지 촬상 장치가 로봇 암(111)에 의해 잡힌 수술 기구(112)를 대신할 수 있다. 다른 예로서, 로봇 암(111)이 의료 시술의 모두 또는 일부 동안 아무런 의료 장치가 부착되지 않은 상태로 미사용 상태로 남을 수 있다.

[0014] 입체 내시경(116)은 비전 카트(170)로 비디오 스트림으로서 연속 전송되는 입체 영상을 촬상한다. 비전 카트(170)는 각 쌍의 입체 영상을 수신될 때 처리하고 이렇게 처리된 쌍의 입체 영상을 거의 실시간으로 입체 뷰어(101)에 표시하기 위해 수술 콘솔(100)에 전송한다. 따라서, 의사는 마스터 제어기(102, 103) 및/또는 풋 페달(104)중 연관된 것을 조작함으로써 수술 기구(112, 114, 118) 및/또는 입체 내시경(116)을 원격 로봇 조작하는 동안 입체 내시경(116)에 의해 촬상된 시술 사이트의 입체 영상을 볼 수 있다. 이러한 원격 로봇 조작을 돕기 위해 의료 로봇 시스템(1000)에 마스터/슬레이브 제어 시스템이 제공되어 있다.

- [0015] 로봇 암(111, 113, 115, 117)은 베이스(120)에 대해 수직 방향 상하로(예를 들어, 천장 쪽으로 또는 바닥쪽으로) 개별적으로 이동될 수 있다. 로봇 암(111, 113, 115, 117)의 각각은 조작기 및 셋업 암을 포함하는 것이 바람직하다. 이러한 조작기는 의료 장치를 잡아 피봇 포인트에 대해 조작하도록 구성되어 있다. 이러한 셋업 암은 조작기의 잡힌 의료 장치 및 이러한 의료 장치의 피봇 포인트 역시 공간에서 수평으로 이동되도록 공간에서 조작기를 수평 이동하도록 구성되어 있다.
- [0016] 도 2는 각각의 암이, 도시된 수술 기구중 하나를 잡고 조작할 수 있도록 서로 유사하게 구성된 로봇 암(111', 113', 115', 117')을 갖는 대안의 바람직한 환자측 카트(110')를 예로서 도시하고 있다. 이러한 암(111', 113', 115', 117')의 각각은 또한 일반적으로 환자측 카트(110)의 대응 암 보다 가볍고 보다 작은 치수를 갖고 있다. 또한 환자측 카트(110)의 대응부와 상이하게, 로봇 암(111', 113', 115', 117')은 이들의 베이스(120')에 대해 일제히 상하 수직 방향으로 이동될 수 있다.
- [0017] 도 3은 로봇 암(111', 113', 115', 117')의 조작기를 나타내는 조작기(200)를 예로서 도시하고 있다. 조작기(200)는 탈착가능한 의료 장치(250)(도시되어 있지 않음)를 잡도록 구성되어 있다. 이러한 예에서, 의료 장치(250)는 입체 내시경 또는 초음파 트랜스듀서와 같은 촬상 장치일 수 있다. 대안으로, 의료 장치(250)는 수술 기구 또는 도구와 같은 의료 용구일 수 있다. 의료 장치(250)의 예가 도 4에 도시되어 있다. 조작기(200)는 또한 피봇 포인트(255)에서 교차하는 직교 X, Y, 및 Z축에 대해 피치, 요(yaw), 롤(roll) 및 인/아웃(I/O) 자유도로 의료 장치(250)를 이동시키도록 구성되어 있다. 의료 장치(250)가 의료 장치(250)의 말단부 및/또는 이러한 의료 장치(250)의 말단부에 있는 구동가능 엔드 이펙터를 제어가능하게 배향시키기 위한 손목 메커니즘을 포함할 때, 조작기(200)는 또한, 손목 메커니즘 및/또는 의료 장치(250)의 엔드 이펙터의 자유도를 작동시키도록 구성되어 있다.
- [0018] 조작기(200)는 복수의 접속된 링크 및 조인트를 포함하고 있다. 링크(231)는 조인트(211)에서 셋업 암의 인접 단부(230)에 결합되어 있다. 링크(231)는 또한 링크(231)의 장축(232)이 Z축과 일치하도록 링크(201)에 부착되어 있다. 링크(201, 202, 203, 204)는 도시된 바와 같이 조인트(212, 213, 214)에서 함께 결합되어 있다.
- [0019] 요 모터(221)는 모터(221)가 작동될 때 조인트(211)에서 링크(231)가 그 장축(232)에 대해 회전하도록 링크(231)에 수용되어 있다. 링크(231)를 그 장축에 대해 회전시킨 결과로서, 의료 장치(250)가 삽입가능한 캐놀라(263)는 피봇 포인트(255)에서 Z축에 대해 요 각도(252)로 회전한다.
- [0020] 피치 모터(222)는 모터(222)가 작동될 때, 케이블 및/또는 편평한 금속 밴드를 채용하는 것과 같은 종래의 내부 기계 어셈블리를 사용하여, 링크(202)가 링크(201)에 대해 조인트(212)에서 회전하고, 링크(202)가 링크(203)에 대해 조인트(213)에서 회전하고, 링크(204)가 링크(203)에 대해 조인트(214)에서 회전하도록 링크(201)에 수용되어 있다. 링크(201, 202, 203, 204)는 모터(222)가 작동될 때, 캐놀라(263)가 피봇 포인트(255)에서 Y축에 대해 피치 각도(252)로 회전되도록 일제히 이동하도록 제한된다.
- [0021] 모터(223)가 작동될 때, 캐리지(262)가 레일(261)을 따라 이동하도록 인/아웃(I/O) 모터(223)가 링크(204)에 수용되어 있다. 이러한 레일은 링크(204)의 장축에 대해 병렬로 뻗도록 링크(204) 안 또는 위에 설치되어 있다. 링크(204)의 말단부에는 캐놀라(263)가 부착되어 있다. 의료 장치(250)가 캐놀라(263)에 삽입되어 캐리지(262)에 부착될 때, 모터(223)의 작동에 의해, 캐리지(262)가 (화살표(254)에 표시된 바와 같은) 인/아웃 방향으로 이동하고, 부착된 의료 장치(250)의 샤프트(801)가 캐놀라(263)에 삽입되어 캐놀라(263)에 의해 안내될 때 샤프트(801)가 X 축을 따라 이동한다. 의료 장치(250)의 상응하는 자유도를 작동시키기 위해 캐리지(262)에 복수의 모터(224)가 수용되어 있다. 예로서, 복수의 모터(224)중 제1 모터는 작동될 때 의료 장치(250)가 그 장축에 대해 (도 4의 화살표 253에 의해 표시된 바와 같이) 회전하도록 하는 기어링을 작동시키도록 제공되어 있다. 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이, X 축은 의료 장치(250)의 장축과 일치하고, Z 축은 링크(231)의 장축(232)과 일치하고, Y 축은 X 및 Z 축에 직교한다. 다른 예로서, 의료 장치(250)가 (의료 장치(250)의 말단부를 피치 방향으로 그리고 요 방향으로 배향하는 것과 같은) 2개의 자유도를 갖는 손목 조인트(806)를 가질 때, 복수의 모터(224)중 제2 및 제3 모터는 2개의 자유도를 각각 작동시키도록 제공되어 있다. 또 다른 예로서, 의료 장치(250)가 (한 쌍의 조(jaw)를 개방 및 닫는 것과 같은) 하나의 자유도를 갖는 엔드 이펙터(802)를 갖고 있을 때, 이러한 자유도를 작동하도록 복수의 모터(224)의 제4 모터가 제공되어 있다.
- [0022] 의료 장치(250)의 예가 도 4에 도시되어 있는데, 여기에서, 의료 장치(250)는 캐리지(262)에 부착되기 위한 인터페이스(808), 캐놀라(263) 안에 삽입가능한 샤프트(801), 손목 메커니즘(806), 및 엔드 이펙터(802)를 갖는 수술 기구이다. 인터페이스(808)의 하측에서 볼 수 있는 바와 같이, 의료 장치(250)가 캐리지(262)에 부착될 때, 조작기(200)의 복수의 모터(224)를, 의료 장치(250)의 상응하는 자유도를 작동하도록 모터(224)의 운동

(256)을 변환하는 의료 장치(250) 내의 기계 부재에 기계적으로 결합하기 위해 인터페이스(808)에 기계 인터페이스(810)가 설치되어 있다.

[0023] 도 5는 예로서, 슬레이브 조작기(200)에 의한 의료 장치(250)의 운동을 희망의 상태로 명령하기 위해 조작자가 (마스터 제어기(102, 103중 하나와 같은) 마스터 제어기(301)를 조작하는 마스터/슬레이브 제어 시스템(300)의 블록도를 도시하고 있다. 그 때에 이러한 의료 장치와 연관된 마스터 제어기의 조작자 조작에 응답하여 다른 슬레이브 조작기에 의해 잡힌 다른 의료 장치를 제어하기 위한 유사한 마스터/슬레이브 제어 시스템이 의료 로봇 시스템(1000)에 제공될 수 있다. 마스터 제어기(301)는 그 조인트 상태의 정보를 마스터 순방향 운동학 유닛(302)에 제공한다. 이러한 마스터 순방향 운동학 블록(302)은 마스터 제어기(301)의 조인트의 감지 상태를 의료 장치(250)의 희망의 상태에 맵핑한다. 그다음, 슬레이브 역방향 운동학 블록(303)은 의료 장치(250)의 희망의 상태를 슬레이브 조작기(200) 및/또는 의료 장치(250)의 조인트 위치에 맵핑하여 의료 장치(250)가 희망의 상태에 있게 된다. 그다음, 조인트 위치 제어기(304)는 슬레이브 조작기(200) 및 의료 장치(250)의 희망의 조인트 위치 $\hat{\theta}_c$ 를, 이들의 각각의 조인트를 이들의 희망의 조인트 위치로 작동하기 위해 슬레이브 조작기(200) 내의 모터를 구동하기 위한 전류 커맨드 \hat{i}_c 로 전환한다. 의료 장치(250)의 부드러운 제어를 돕는 경로를 따라 피드백이 제공된다.

[0024] 도 6은 예로서, 슬레이브 조작기(200) 또는 의료 장치(250)의 조인트(410)를 작동하는 모터(401)를 제어하는데 사용되는 조인트 제어 시스템(400)의 블록도를 도시하고 있다. 슬레이브 조작기(200) 또는 의료 장치(250)의 다른 조인트를 작동하는 다른 모터를 제어하기 위한 유사한 조인트 제어 시스템이 의료 로봇 시스템(1000)에 제공될 수 있다. 이러한 예에서, 모터(401)는 전류 제어기(402)에 의해 제어되는 3상 브러시리스 직류(DC) 모터 인 것이 바람직하다. 전류 제어기(402)는 조인트 위치 제어기(304)로부터 전류 커맨드 I_c 를 수신하고, 3상 브러시리스 DC 모터(401)의 각각의 모터 권선에 제공하는 펄스폭 변조 전압 신호 v_a , v_b , v_c 를 생성한다. 센서 처리 유닛(403)은 모터(401)의 회전자 각도 R 를 감지하고 이러한 감지된 회전자 각도 R 의 정보를 다시 전류 제어기(402)에 제공하는, 홀 효과 센서 및/또는 로터리 인코더와 같은, 하나 이상의 센서를 포함하고 있다. 이러한 감지된 회전자 각도 R 은 또한 조인트 위치 제어기(304)에 직접 피드백되거나, 도시된 바와 같이, 전류 제어기(402)를 통해 간접적으로 피드백될 수 있다. 전류 제어기(402)는 위상 조절을 위한 감지 회전자 각도 R 피드백을 사용함으로써 그리고 전류 제어 피드백을 위한 내부 감지된 출력 전압 v_a , v_b , v_c 및/또는 전류 i_a , i_b , i_c (즉, 모터 권선으로 흐르는 전류)를 사용함으로써 종래의 방식으로 전류 커맨드 I_c 에 응답하여 펄스폭 변조 전압 신호 v_a , v_b , v_c 를 생성한다.

[0025] 도 7은 예로서, 로봇 암중 하나의 운동을 제어하기 위해 의료 로봇 시스템(1000)에 포함될 수 있는 네트워크 모터 제어 시스템의 제1 배치구조의 블록도를 도시하고 있다. 이러한 배치구조에서, 전류 제어기(예를 들어, 402-1, 402-2)는 조작기(200) 내의 각각의 모터(예를 들어, 401-1, 401-2) 인근에 또는 적어도 인접한 것이 바람직하다. 전류 제어기(예를 들어, 402-1, 402-2)의 각각은 상응하는 송신기/수신기(예를 들어, 404-1, 404-2)를 갖고 있다. 송신기/수신기(예를 들어, 404-1, 404-2)는 이러한 예에서 데이터 체인으로 조인트 위치 제어기(304)에 네트워킹되어 있다. 따라서, 전류 제어기(402-1)를 위한 송신기/수신기(404-1)는 통신 링크(501)를 통해 조인트 위치 제어기(304)와 통신하고, 전류 제어기(402-2)를 위한 송신기/수신기(404-2)는 통신 링크(502)를 통해 전류 제어기(402-1)를 위한 송신기/수신기(404-1)와 통신하고, 다음 전류 제어기를 위한 다음 송신기/수신기는 링크(503)를 통해 전류 제어기(404-2)를 위한 송신기/수신기(404-2)와 통신하는 등, 나머지도 같다. 스타 패턴과 스타 및 데이터 체인 링크의 하이브리드 조합과 같은 다른 통신 체계 역시 사용될 수도 있다.

[0026] 따라서, 데이터 체인 구조에서 각각의 송신기/수신기(예를 들어, 404-1, 404-2)는 인접한 상류/하류 송신기/수신기로부터 정보의 패킷을 수신하고, 이러한 패킷이 그 전류 제어기에 대해 의도된 것인지 여부를 결정하기 위해 정보의 패킷에서 행선지 필드를 체크한다. 그다음, 송신기/수신기는 행선지 필드가 그 전류 제어기가 행선지라는 것을 나타내는 경우에 그 전류 제어기에 수신된 정보의 패킷을 전달하거나 행선지 필드가 그 전류 제어기가 행선지가 아니라는 것을 나타내는 경우에 인접한 하류/상류 송신기/수신기에 수신된 정보의 패킷을 전달한다(즉, 행선지는 패킷이 인접한 상류 송신기/수신기로부터 수신된 경우에 더 하류에 있거나 행선지는 패킷이 인접한 하류 송신기/수신기로부터 수신된 경우에 더 상류에 있다).

[0027] 2개의 모터(401-1, 401-2)만이 도시되어 있지만, 조작기(200) 내의 모든 모터를 위한 모든 전류 제어기가 이러한 방식으로 네트워킹될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 여기에서 이해되는 바와 같이, 용어 "인근, 로컬

(local)"은 전류 제어기가 그 모터 및 센서 처리 유닛과 동일한 하우징 안에 있다는 것을 의미한다. 로컬 전류 제어기의 예로서, 도 3에서, 모터(222)에 대한 전류 제어기(및 그 송신기/수신기)는 모터(222)와 함께 링크(201)에 수용된 인쇄회로기판(730) 위에 있다. 따라서, 인쇄회로기판(730) 위의 전류 제어기는 링크(201)가 인쇄회로기판(730) 및 모터(222)를 감싸는 하우징으로 기능하기 때문에 그 모터(222) 인근에 있다.

[0028] 도 8은 예로서, 의료 로봇 시스템(1000)에 포함될 수 있는 네트워크 모터 제어 시스템의 제2 배치구조(600)의 블록도를 도시하고 있다. 이러한 배치구조에서, 단일 전류 제어기(610)가 조작기(200)에서 펄스폭 변조 전류 신호를 제공하는 모터(예를 들어, 401-3, 401-4)로부터 떨어져 있다. 여기에서 이해되는 바와 같이, 용어 "떨어지다(원격)"는 전류 제어기가 펄스폭 변조 전류 신호를 제공하는 모터와 상이한 하우징에 있다는 것을 의미한다. 떨어진 전류 제어기의 예로서, 도 3에서, 원격 전류 제어기(및 그 송신기/수신기)가 링크(202)에 수용된 인쇄회로기판(740)에 제공되어 있는 반면에, 원격 전류 제어기가 펄스폭 변조 전류 신호를 제공하는 모터(223, 224)는 링크(204) 및 캐리지(262)에 각각 수용되어 있다. 따라서, 인쇄회로기판(740) 상의 원격 전류 제어기는 모터와 상이한 하우징에 있기 때문에 전류 제어기가 펄스폭 변조 전류를 제공하는 모터로부터 떨어져 있다. 특히, 이러한 모터는 원격 전류 제어기를 위한 하우징의 것에 대해 말단에 있는 하우징에 배치되어 있다.

[0029] 모터(401-3, 401-4)의 상태를 감지하기 위해 센서 처리 유닛(예를 들어, 403-3, 403-4)이 제공되어 있다. 원격 전류 제어기(610) 및 센서 처리 유닛(예를 들어, 403-3, 403-4)은 데이터 체인으로 원격 전류 제어기(610)의 송신기/수신기(615)와 네트워크되어 있다. 센서 처리 유닛(예를 들어, 403-3, 403-4)이 데이터 체인 네트워크에서 통신하기 위해, 송신기/수신기(예를 들어, 611-3, 611-4)가 말단 센서 처리 유닛(612-3, 612-4)을 형성하기 위해 센서 처리 유닛(예를 들어, 403-3, 403-4)의 각각에 제공되어 있다. 따라서, 원격 전류 제어기(610)의 송신기/수신기(615)는 통신 링크(601)를 통해 조인트 위치 제어기(304)와 통신하고, 센서 처리 유닛(403-3)을 위한 송신기/수신기(611-3)는 통신 링크(602)를 통해 전류 제어기(610)의 송신기/수신기(615)와 통신하고, 센서 처리 유닛(403-4)을 위한 송신기/수신기(611-4)는 통신 링크(603)를 통해 센서 처리 유닛(403-3)을 위한 송신기/수신기(611-3)와 통신하고, 데이터 체인의 다음 센서 처리 유닛을 위한 다음 송신기/수신기는 통신 링크(604)를 통해 센서 처리 유닛(403-4)을 위한 송신기/수신기(611-4)와 통신하는 등, 나머지도 동일하다.

[0030] 정보는 패킷 교환 프로토콜을 사용하여 패킷으로 데이터 체인 네트워크에서 통신되는 것이 바람직하다. 이러한 패킷 교환 프로토콜의 예로서, 여기에 언급되어 통합된 "Synchronous Data Communication" 표제의 U.S. 8,054,752를 참조할 수 있다. 조인트 위치 제어기(304)로부터 원격 전류 제어기(610)로의 통신에서 전류 커맨드를 이들의 의도된 모터와 연관시키기 위해, 전류 커맨드가 패킷의 데이터 필드에 제공되고 이러한 커맨드가 의도된 모터가 이러한 패킷 내의 행선지 필드에서 식별된다. 마찬가지로, 말단 센서 처리 유닛(예를 들어, 612-3, 612-4)으로부터 원격 전류 제어기(610)로의 통신에서 센서 정보를 이들의 각각의 모터와 연관시키기 위해, 센서 정보가 패킷 내의 데이터 필드에 제공되고 이러한 정보가 적용되는 모터가 패킷 내의 소스 필드에서 식별된다. 이러한 후자의 경우에, 원격 전류 제어기(610)는 행선지 필드에서 식별된다. 원격 전류 제어기(610)의 송신기/수신기(615)와 말단 센서 처리 유닛(예를 들어, 612-3, 612-4) 사이의 통신 링크(예를 들어, 602, 603, 604)는 시스템 성능 및 안정도 필요조건을 보장하기 위해 고속 통신 링크인 것이 바람직하다.

[0031] 2개의 제어 루프가 네트워크 모터 제어 시스템의 제2 배치구조(600)에서 규정될 수 있다. 조인트 위치 제어기(304)의 처리 사이클에 의해 "포지션 루프"가 규정되고, 원격 전류 제어기(610)의 처리 사이클에 의해 "전류 루프"가 규정된다. 하나의 실시예에서, "포지션 루프"는 대략 $750\mu s$ (마이크로초)이고 "전류 루프"는 대략 $25\mu s$ 루프이다. 이로 인해, 조인트 위치 제어기(304)는 그 처리 사이클의 각각 동안(즉, 다음 세트의 조인트 포지션 커맨드 " $\hat{\theta}_C$ "를 수신할 때까지), 원격 전류 제어기(610) 및/또는 전류 제어기(402-1)와 같은, 모든 로봇 암 전류 제어기를 도울 수 있다. 또한, 이로 인해, 원격 전류 제어기(610)는 그 처리 사이클의 각각 동안(즉, 다음 세트의 전류 커맨드 " \hat{i}_C "를 수신할 때까지) 그 말단 센서 처리 유닛(예를 들어, 612-2, 612-4)으로부터 위치 데이터를 수신하고 그 제어된 모터(예를 들어, 401-3, 401-4)의 각각에 대한 모터 제어 신호(예를 들어, 621-3, 621-4)를 생성할 수 있다.

[0032] 원격 전류 제어기(610)는 개별적인 신호 라인(예를 들어, 신호 라인(621-3, 621-4)의 세트)을 통해 펄스폭 변조 전류 신호의 세트를 그 제어되는 모터(예를 들어, 401-3, 401-4)의 각각에 제공한다. 보통, 각각의 세트의 신호 라인은 3상 브러시리스 DC 모터의 상응하는 권선에 접속하기 위한 3개의 전압/전류 라인을 포함한다. 전류 및/또는 전압 센서는 각각의 신호 라인을 통해 흐르는 전류 및/또는 각각의 신호 라인에 인가되는 전압을 감지하기 위해 원격 전류 제어기(610)에 포함되는 것이 바람직하다. 이러한 감지된 전류는 원격 전류 제어기(610)

에서 전류 제어 목적을 위해 종래의 방식으로 사용될 수 있다.

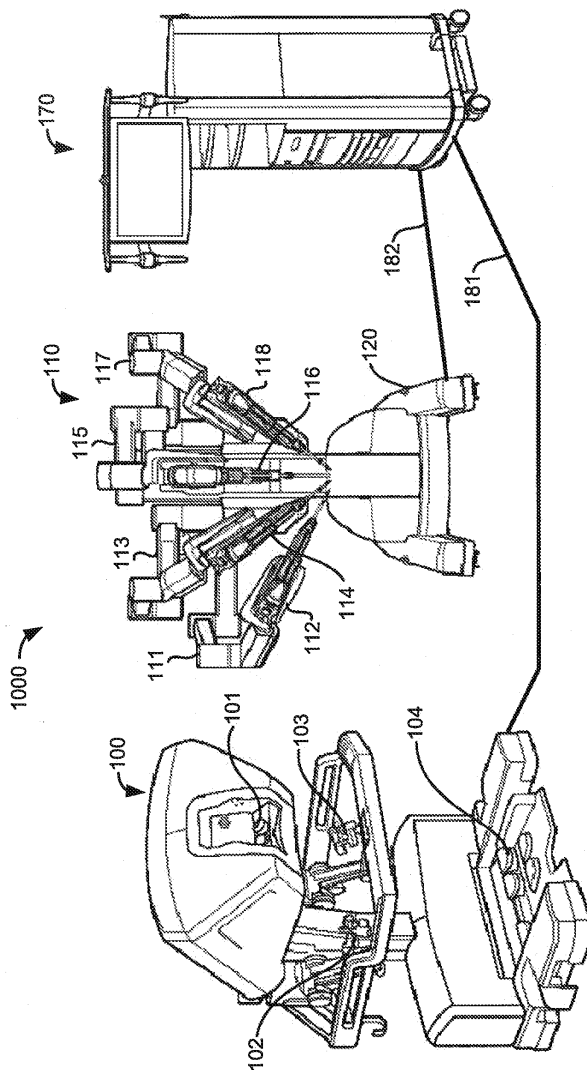
- [0033] 여기에 기술된 네트워크 모터 제어 시스템의 제1 및 제2 배치구조(500, 600)에 더해, 이러한 제1 및 제2 배치구조의 특징을 결합하는 하이브리드 배치구조 역시 의료 로봇 시스템(1000)에서 채용될 수 있다. 이러한 하이브리드 시스템에 의해 제1 배치구조(500)의 특징이 제2 배치구조(600)의 특징 보다 유리할 때 제1 배치구조(500)의 특징을 사용할 수 있고, 그 반대도 가능하다. 예를 들어, 제1 배치구조(500)의 특징은 공간 및 가열 관심이 최소일 때 실행 목적에 유리할 수 있다. 한편, 제2 배치구조(600)의 특징은 공간 및 가열이 특별한 관심사항일 때 유리할 수 있다.
- [0034] 다시 도 3에서, 조작기(200)는 네트워크 모터 제어 시스템의 하이브리드 배치를 포함하고 있다. 이러한 하이브리드 배치구조는 도 7의 제1 배치구조(500) 및 도 8의 제2 배치구조(600)의 특징을 결합한 것이다.
- [0035] 도 7의 제1 배치구조(500)는 조작기(200)의 피치 및 요 제어를 위해 사용된다. 특히, 요 전류 제어기(예를 들어, 402-1) 및 그 상응하는 송신기/수신기(예를 들어, 404-1)가 인쇄회로기판(730)에 제공되어 요 센서 처리 유닛(721)(예를 들어, 403-1)으로부터의 피드백을 사용하여 요 모터(221)를 제어한다. 피치 전류 제어기(예를 들어, 402-2) 및 그 상응하는 송신기/수신기(예를 들어, 404-2) 역시 인쇄회로기판(730)에 제공되어 피치 센서 처리 유닛(722)(예를 들어, 403-2)으로부터의 피드백을 사용하여 피치 모터(222)(예를 들어, 401-2)를 제어한다. 이러한 예에서, 조인트 위치 제어기(304)는 환자측 카트(110')의 베이스(120')에, 전체적으로 또는 일부 분산된 방식으로 배치될 수 있다. 대안으로, 비전 카트(170) 및 수술 콘솔(100)과 같은, 의료 로봇 시스템(1000)의 다른 부분에, 전체적으로 또는 일부 분산된 방식으로 배치될 수 있다. 또한, 요 및 전류 제어기(예를 들어, 402-1, 402-2)가 동일한 인쇄회로기판에 배치되기 때문에, 이들은 또한 자체 개별적인 송신기/수신기를 갖기 보다는 동일한 송신기/수신기를 공유할 수 있다.
- [0036] 피치 및 요 전류 제어기는 실행 목적을 위해 이들의 각각의 모터 근방에 있는 것이 유리할 수 있다. 한편, 이들을 링크(201)에 배치하는 것은 공간적인 문제가 거의 없는데, 그 이유는 링크(201)가 비교적 크고 인쇄회로기판(730)을 용이하게 수용할 수 있기 때문이다. 또한, 피치 및 요 제어기에 의해 발생된 열은 이들을 링크(201)에 배치함으로써 아무런 문제가 없는데, 그 이유는 이러한 링크가 조작기(200)의 인접단부에 있기 때문이다. 따라서, 링크(201)는 보다 말단의 링크(202, 203, 204) 보다 그 시간에 시술되고 있는 환자로부터 더 멀리 있다. 또한, 링크(201)가 보다 말단의 링크(202, 203, 204)와 비교하여 비교적 크기 때문에, 이러한 링크에 의해 수용된 피치 및 요 전류 제어기에 의해 발생된 열도 방산하도록 보다 큰 내부 체적 및 외부 표면적을 갖고 있다.
- [0037] 이와 대조되어, I/O 모터(223)는 링크(204)의 말단부에 배치되어 있다. 이러한 위치는 환자에 가깝고 공간 제한되어 있기 때문에, 그 전류 제어기를 모터(223) 근방에 위치시키는 것은 열 문제를 유발한다. 또한, 의료 장치(250)의 상응하는 자유도를 작동하는 모터(224)는 캐리지(262)에 수용되어 있다. 캐리지(262)의 내부가 특히 공간 제약되어 있고 캐리지(262)가 환자 근방에 있도록 링크(204)의 말단부쪽으로 이동할 수 있기 때문에, 모터(224)를 위한 전류 제어기를 캐리지(262)에 수용하는 것 역시 환자에게 해를 입히거나 부품의 동작 수명을 감소시킬 수 있는 가열 문제를 유발할 수 있다.
- [0038] 따라서, 링크(204)와는 상이한 하우징에 모터(223)를 위한 전류 제어기를 수용하는 것이 바람직하다. 또한, 캐리지(262)와는 상이한 하우징에 모터(224)를 위한 전류 제어기를 수용하는 것이 바람직하다. 이와 대조적으로, 말단 센서 처리 유닛(예를 들어, 612-3, 612-4)을 이들의 각각의 모터와 동일한 하우징에 수용하는 것이 바람직한데, 이들의 센서는 이들의 회전자 각도를 검출하기 위해 모터 근방에 있어야 하기 때문이다. 또한, 이들의 송신기/수신기 유닛(예를 들어, 611-3, 611-4)에 의해 발생된 열은 원격 전류 제어기(610)의 작동에 의해 발생된 열과 비교하여 상대적으로 작다.
- [0039] 따라서, 도 8의 제2 배치구조(600)의 특징은 원격 전류 제어기(예를 들어, 610)가 모터(223, 224)의 전류 제어를 위해 구현될 수 있도록 적용될 수 있다. 그러나, 이러한 경우에, 도 6에 도시된 바와 같이, 원격 전류 제어기(610)의 송신기/수신기(615)가 조인트 위치 제어기(304)와 직접 통신하도록 하기 보다는, 데이터 체인 네트워크의, 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이, 통신 링크(53)를 통해 인쇄회로기판(730)상의 요 전류 제어기(예를 들어, 402-2)의 송신기/수신기(예를 들어, 404-2)와 직접 통신한다.
- [0040] 도 9의 배치구조(900)를 구현하기 위해, 모터(223, 224)에 대해 전류를 제어하는 원격 전류 제어기(610)가 링크(202)에 수용되는 인쇄회로기판(740) 상의 송신기/수신기(615)를 따라 설치되어 있다. 이것은 원격 전류 제어기(610)를 위한 바람직한 하우징인데, 그 이유는 링크(202)가 링크(204) 보다 큰 하우징이고 특히 캐리지(262)

보다 커서, 원격 전류 제어기(610)에 의해 발생된 열이 방산을 위해 보다 큰 내부 체적 및 외부 표면적을 갖고 있기 때문이다. 또한, 링크(202)는 환자로부터 더 떨어져 있다. 따라서, 링크(202)에서 발생된 어떠한 열도 환자를 불편하게 하거나 해를 끼칠 가능성이 낮다. 인쇄회로기판(750)에서 처리 및 통신을 실행하는 I/O 모터(223)를 위한 말단 센서 처리 유닛(예를 들어, 612-3)이 모터(223) 근방에 인접한 센서(723)에 의해 제공되어 있다. 또한, 캐리지(262) 내의 인쇄회로기판(724)에서 처리 및 통신을 실행하는 모터(224)를 위한 말단 센서 처리 유닛이 모터(224) 근방에 인접한 센서에 의해 제공되어, 역시 이들의 각각의 모터(224) 근방에 인접하여 있다. 따라서, 이러한 예에서, 조인트 위치 제어기(304)는 환자측 카트(110')의 베이스(120')와 같은, 인접 하우징에 수용되어 있다. 말단 센서 처리 유닛(612-3, 612-4)은 링크(204) 및 캐리지(262)와 같은 말단 하우징에 수용되어 있다. 원격 전류 제어기(610) 및 그 송신기/수신기(615)는 링크(202)와 같은 중간 하우징(즉, 인접 하우징과 말단 하우징 사이의 하우징)에 수용되어 있다.

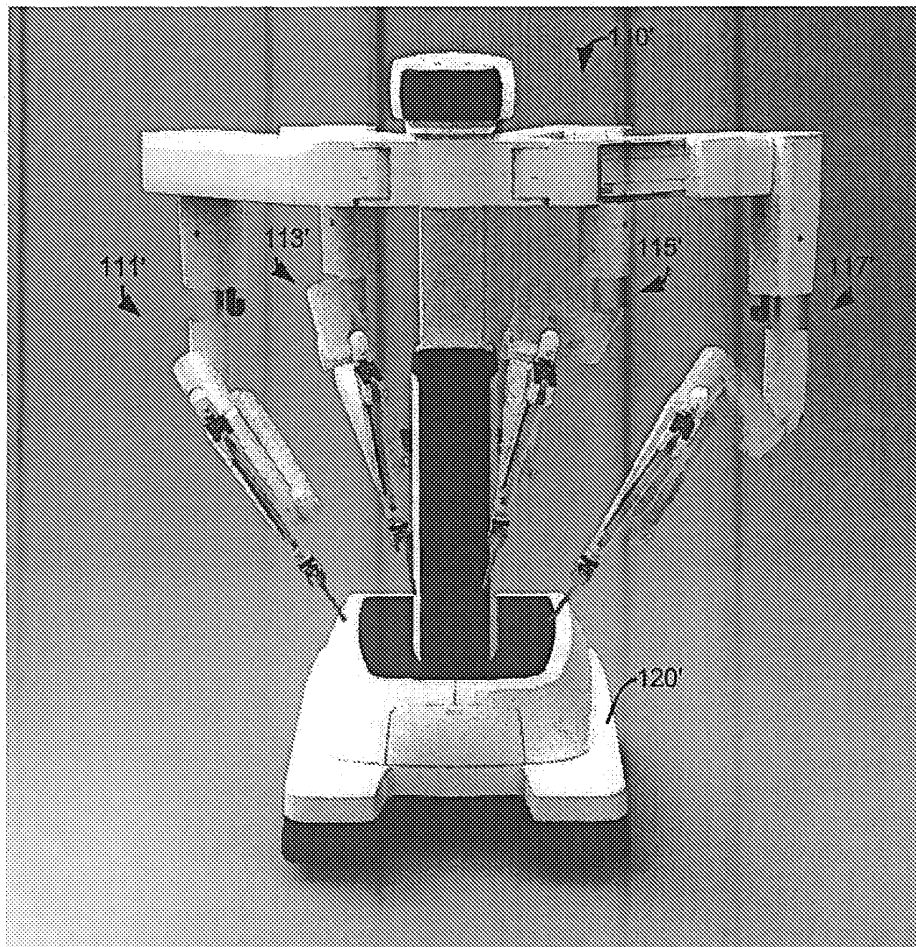
[0041] 본 발명의 다양한 특징이 바람직한 실시예를 통해 설명되었지만, 본 발명이 첨부된 청구범위의 전체 범위에서 보호된다는 것을 이해해야 한다.

도면

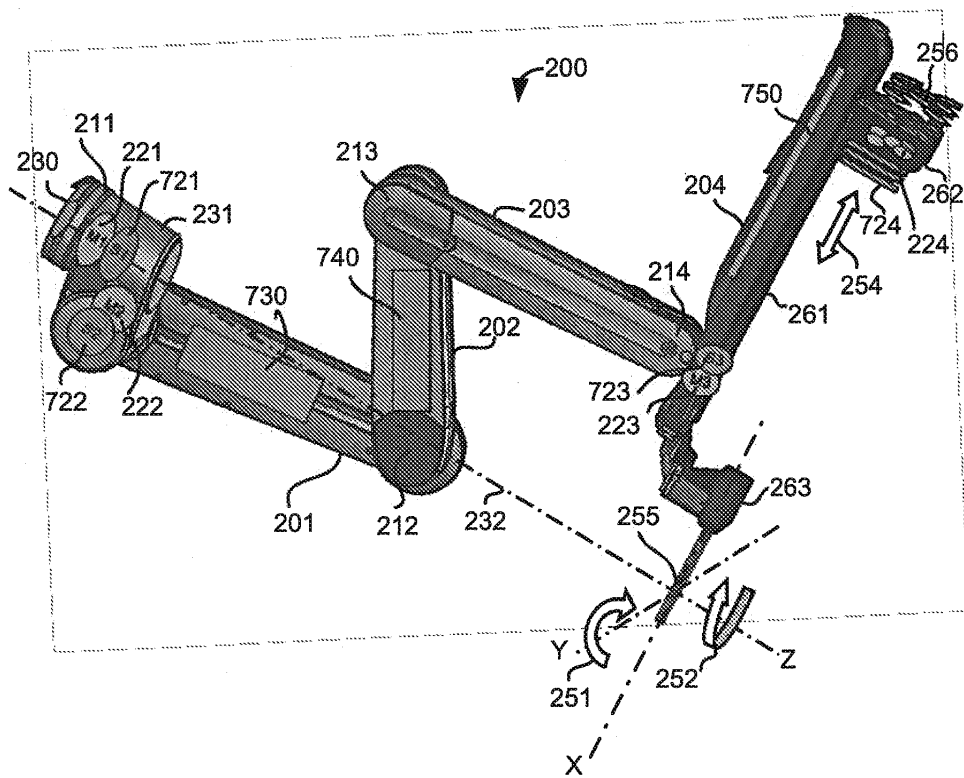
도면1



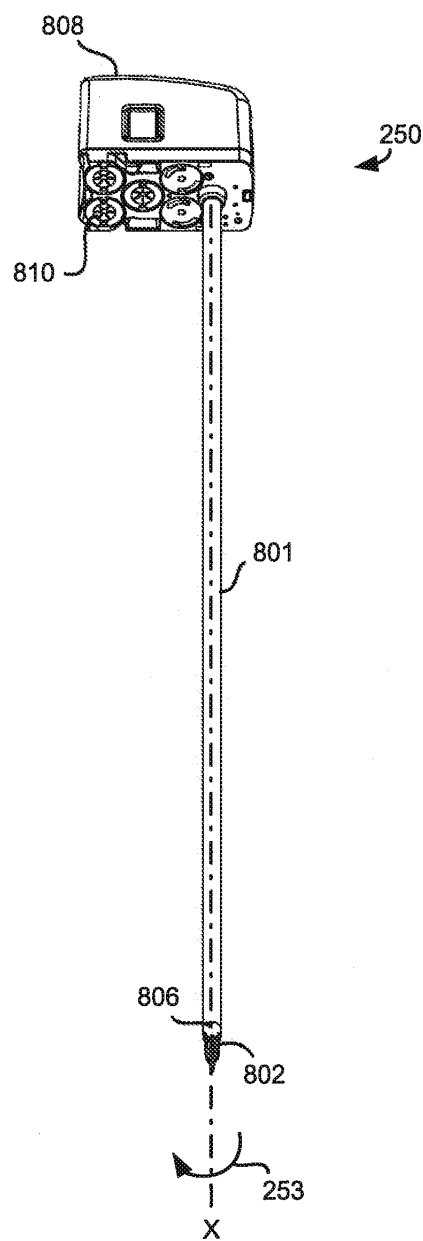
도면2



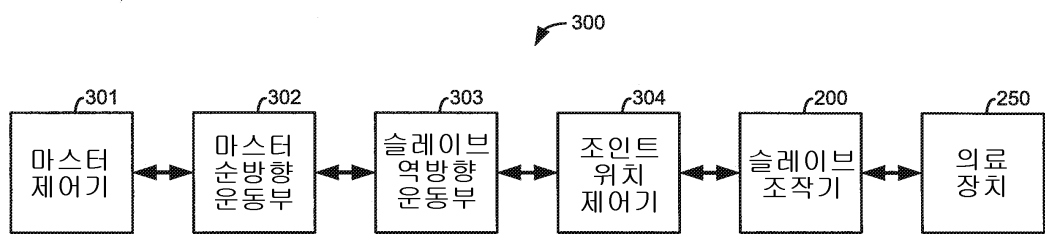
도면3



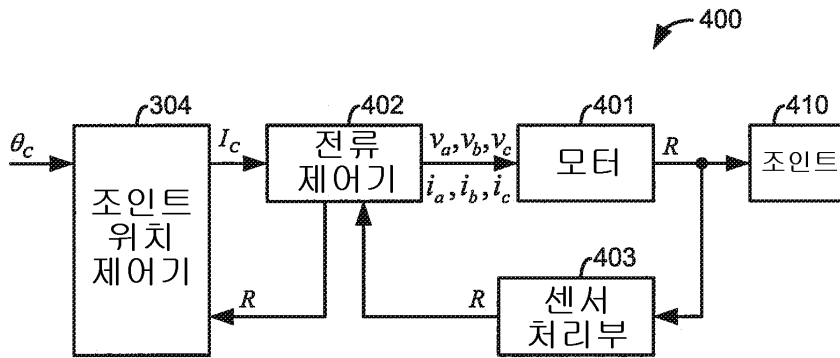
도면4



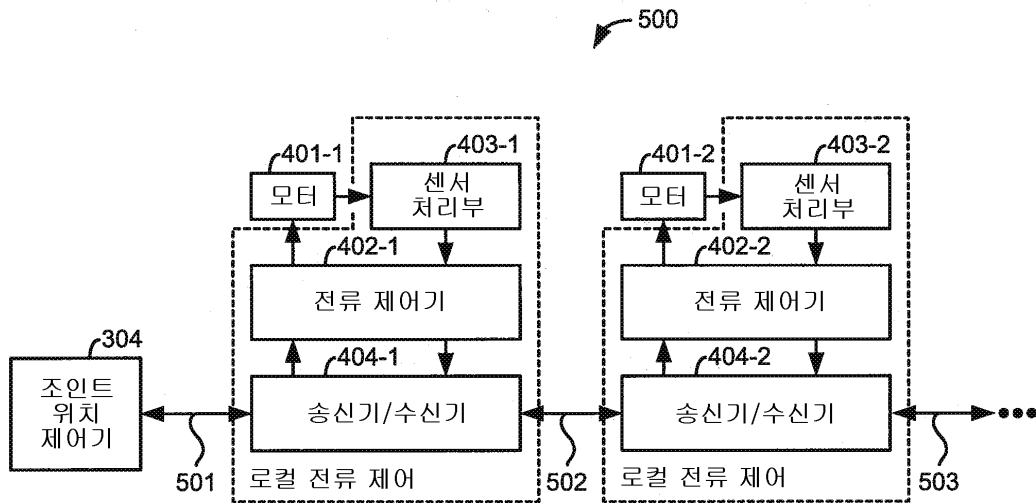
도면5



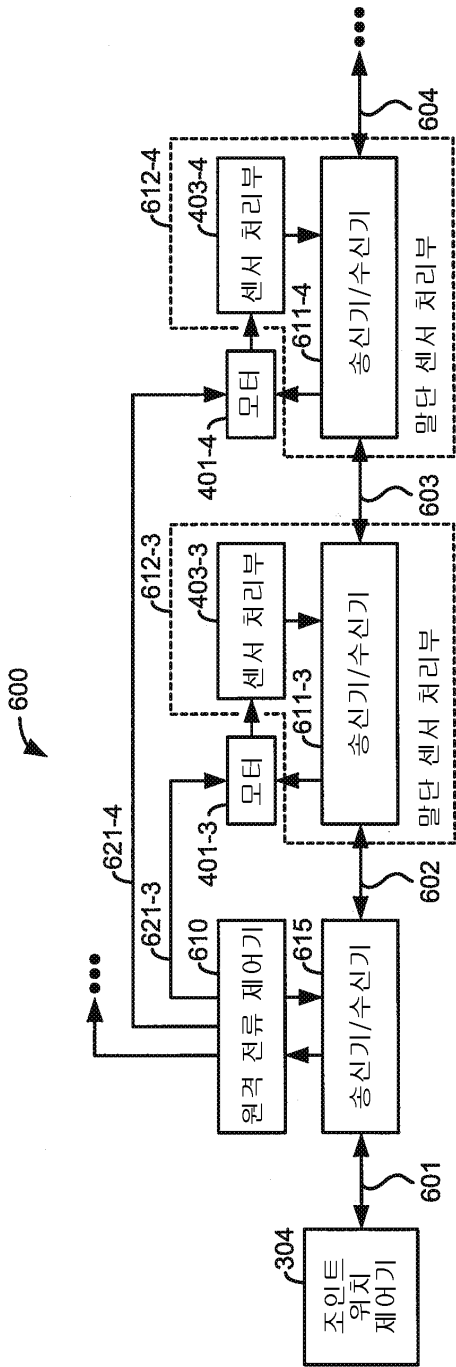
도면6



도면7



도면8



도면9

