



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년12월20일

(11) 등록번호 10-2479287

(24) 등록일자 2022년12월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 34/30 (2016.01) A61B 18/00 (2022.01)

A61B 34/20 (2016.01) A61G 13/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61B 34/30 (2016.02)

A61B 34/20 (2016.02)

(21) 출원번호 10-2017-7004450

(22) 출원일자(국제) 2015년10월27일

심사청구일자 2020년10월14일

(85) 번역문제출일자 2017년02월17일

(65) 공개번호 10-2017-0074843

(43) 공개일자 2017년06월30일

(86) 국제출원번호 PCT/US2015/057670

(87) 국제공개번호 WO 2016/069660

국제공개일자 2016년05월06일

(30) 우선권주장

62/069,245 2014년10월27일 미국(US)

62/134,252 2015년03월17일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US20130085510 A1

US20110015521 A1

(73) 특허권자

인튜어티브 서지컬 오퍼레이션즈 인코포레이티드
미국 캘리포니아 94086 서니베일 키퍼 로드 1020

(72) 발명자

그리피스 폴 쥬.

미국 캘리포니아 95054 산타 클라라 칼라일 코트
4503 아파트 2304

이코워츠 브랜던 디.

미국 캘리포니아 94086 서니베일 마리아 레인 834
아파트 1050

런치 고란

미국 캘리포니아 94610 오클랜드 체트우드 스트리트
530

(74) 대리인

양영준, 김윤기

전체 청구항 수 : 총 15 항

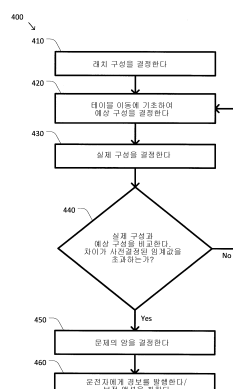
심사관 : 전창익

(54) 발명의 명칭 반응 운동 동안 제어점을 감시하기 위한 시스템 및 방법

(57) 요약

반응 운동 동안 제어점을 감시하는 시스템 및 방법은 컴퓨터 지원 의료 장치를 포함하고 있다. 상기 컴퓨터 지원 의료 장치는 각각 제어점을 갖는 하나 이상의 관절식 암 및 상기 하나 이상의 관절식 암에 결합된 제어 유닛을 포함한다. 상기 하나 이상의 관절식 암 및 상응하는 제어점은 수술 테이블의 이동을 추적하도록 구성되어 있다. 상기 제어 유닛은, 상기 수술 테이블의 이동 동안 상기 하나 이상의 제어점의 예상 공간 구성을 결정하는 단계, 상기 수술 테이블의 이동 동안 상기 하나 이상의 제어점의 실제 공간 구성을 결정하는 단계, 및 상기 예상 공간 구성과 상기 실제 공간 구성 사이의 차이를 결정하는 단계에 의해 상기 하나 이상의 제어점의 공간 구성을 감시한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

A61G 13/02 (2013.01)

A61B 2018/00898 (2013.01)

A61B 2034/2059 (2016.02)

명세서

청구범위

청구항 1

컴퓨터 지원 의료 장치에 있어서,

대응하는 하나 이상의 제어점을 갖는 하나 이상의 관절식 암으로서, 상기 하나 이상의 관절식 암 중 각각의 관절식 암은 하나 이상의 제어점 중 하나의 제어점을 갖고, 상기 하나 이상의 관절식 암 및 상응하는 하나 이상의 제어점은 별개의 수술 테이블의 이동을 추적하도록 구성되어 있는, 하나 이상의 관절식 암; 및

상기 하나 이상의 관절식 암에 결합된 제어 유닛을 포함하고,

상기 제어 유닛은,

상기 수술 테이블의 이동 동안 상기 하나 이상의 제어점의 예상 공간 구성을 결정하는 단계;

상기 수술 테이블의 이동 동안 상기 하나 이상의 제어점의 실제 공간 구성을 결정하는 단계; 및

상기 예상 공간 구성과 상기 실제 공간 구성 사이의 차이를 결정하는 단계에 의해 상기 하나 이상의 제어점의 공간 구성을 감시하는 컴퓨터 지원 의료 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 관절식 암 및 상기 상응하는 하나 이상의 제어점은 기기 드래깅을 사용하여 상기 수술 테이블의 이동을 추적하도록 구성되고, 기기 드래깅 동안 상기 하나 이상의 관절식 암의 각각의 하나 이상의 조인트는 잠금해제되어 환자의 신체 벽이 환자가 이동함에 따라 하나 이상의 제어점을 드래그하도록 허용하거나, 또는

상기 하나 이상의 제어점은 상기 관절식 암의 운동의 원격 중심에 상응하는 컴퓨터 지원 의료 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제어 유닛은 또한,

상기 수술 테이블의 이동 전의 상기 하나 이상의 제어점의 래치 구성 - 래치 공간 구성은 고정된 기준 좌표 프레임의 하나 이상의 제어점의 하나 이상의 지리적 속성을 규정함 - 을 결정함으로써, 그리고

수술 테이블의 이동에 의해 유발된 하나 이상의 제어점의 이동에 기인하는 상기 래치 구성에 대해 상기 예상 공간 구성을 결정함으로써 상기 예상 공간 구성을 결정하는 컴퓨터 지원 의료 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제어 유닛은 상기 수술 테이블에 결합되어 있고 상기 수술 테이블의 이동에 기초한 예상 공간 구성을 결정하는 컴퓨터 지원 의료 장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 예상 공간 구성 및 실제 공간 구성은 상기 하나 이상의 제어점 중 각각의 제어점의 예상 위치 및 실제 위치를 각각 규정하고,

상기 제어 유닛은 또한, 상기 하나 이상의 제어점 중 임의의 제어점의 예상 위치와 실제 위치 사이의 거리가 사전결정된 임계값 보다 클 때 경보를 발행하는 컴퓨터 지원 의료 장치.

청구항 6

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 하나 이상의 관절식 암은 3개 이상의 관절식 암 및 상응하는 제어점을 포함하고, 상기 상응하는 제어점들은 무리를 형성하고,

상기 예상 공간 구성 및 실제 공간 구성은 상기 무리의 예상, 실제 방향을 규정하고,

상기 수술 테이블의 이동이 회전을 포함할 때, 상기 제어 유닛은 상기 무리의 래치 방향에 상기 회전을 적용함으로써 상기 무리의 예상 방향을 결정하고, 상기 무리의 예상 방향과 실제 방향 사이의 각도가 사전결정된 임계값 보다 클 때 경보를 발행하는 컴퓨터 지원 의료 장치.

청구항 7

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 하나 이상의 관절식 암은 3개 이상의 관절식 암 및 상응하는 제어점을 포함하고, 상기 상응하는 제어점들은 무리를 형성하고,

상기 예상 공간 구성 및 실제 공간 구성은 상기 무리의 예상, 실제 위치를 규정하고,

상기 수술 테이블의 이동이 병진을 포함할 때, 상기 제어 유닛은 상기 무리의 래치 위치에 상기 병진을 적용함으로써 상기 무리의 예상 위치를 결정하고, 예상 위치와 실제 위치 사이의 거리가 사전결정된 임계값 보다 클 때 경보를 발행하는 컴퓨터 지원 의료 장치.

청구항 8

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제어 유닛은 또한,

상기 하나 이상의 제어점 중 각각의 제어점과 연관된 오차 값을 결정함으로써, 그리고

최대 오차 값을 갖는 관절식 암 또는 임계값을 초과하는 오차 값을 갖는 하나 이상의 관절식 암을 하나 이상의 문제의 암으로서 식별함으로써 상기 하나 이상의 관절식 암 중에서 하나 이상의 문제의 암을 결정하는 컴퓨터 지원 의료 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 오차 값은 상기 제어점의 실제 위치와 예상 위치 사이의 거리, 또는

상기 제어점의 실제 경로 길이와 예상 경로 길이 사이의 차이에 상응하는 컴퓨터 지원 의료 장치.

청구항 10

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 수술 테이블의 이동은 슬라이드 또는 높이 조정중 하나 이상을 포함하는 병진 이동을 포함하고,

상기 제어 유닛은 상기 하나 이상의 제어점의 공간 구성을 감시하는 동안 상기 수술 테이블의 병진 이동을 무시하는 컴퓨터 지원 의료 장치.

청구항 11

비임시 기계 판독가능 매체에 있어서,

의료 장치와 연관된 하나 이상의 프로세서에 의해 실행될 때,

별개의 수술 테이블의 이동 동안 하나 이상의 제어점의 예상 공간 구성을 결정하는 단계;

상기 수술 테이블의 이동 동안 상기 하나 이상의 제어점의 실제 공간 구성을 결정하는 단계; 및

상기 예상 공간 구성과 상기 실제 공간 구성 사이의 차이를 결정하는 단계를 포함하는 방법을 상기 하나 이상의 프로세서가 수행하도록 구성된 복수의 기계 판독가능 명령어를 포함하고,

상기 하나 이상의 제어점은 하나 이상의 관절식 암에 상응하고, 상기 수술 테이블의 이동을 추적하도록 구성되는 비임시 기계 판독가능 매체.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 하나 이상의 제어점은 기기 드래깅을 사용하여 상기 수술 테이블의 이동을 추적하도록 구성되고, 기기 드래깅 동안 상기 하나 이상의 관절식 암의 각각의 하나 이상의 조인트는 잠금해제되어 환자의 신체 벽이 환자가 이동함에 따라 하나 이상의 제어점을 드래그하도록 허용하거나, 또는

상기 하나 이상의 제어점은 상기 관절식 암의 운동의 원격 중심에 상응하는 비임시 기계 판독가능 매체.

청구항 13

제11항 또는 제12항에 있어서, 상기 예상 공간 구성 및 실제 공간 구성은 상기 하나 이상의 제어점 중 각각의 제어점의 예상 위치 및 실제 위치를 각각 규정하고,

상기 방법은 상기 하나 이상의 제어점중 임의의 제어점의 예상 위치와 실제 위치 사이의 거리가 사전결정된 임계값 보다 클 때 경보를 발행하는 단계를 더 포함하는 비임시 기계 판독가능 매체.

청구항 14

제11항 또는 제12항에 있어서, 상기 하나 이상의 관절식 암은 3개 이상의 관절식 암 및 상응하는 제어점을 포함하고, 상기 상응하는 제어점들은 무리를 형성하고,

상기 예상 공간 구성 및 실제 공간 구성은 상기 무리의 예상, 실제, 및 래치 방향을 규정하고,

상기 수술 테이블의 이동이 회전을 포함할 때, 상기 방법은 상기 무리의 래치 방향에 상기 회전을 적용함으로써 상기 무리의 예상 방향을 결정하는 단계 및, 상기 무리의 예상 방향과 실제 방향 사이의 각도가 사전결정된 임계값 보다 클 때 경보를 발행하는 단계를 더 포함하고,

상기 예상 공간 구성 및 실제 공간 구성은 상기 무리의 예상, 실제, 및 래치 위치를 규정하고,

상기 수술 테이블의 이동이 병진을 포함할 때, 상기 방법은 상기 무리의 래치 위치에 상기 병진을 적용함으로써 상기 무리의 예상 위치를 결정하는 단계 및, 예상 위치와 실제 위치 사이의 거리가 사전결정된 임계값 보다 클 때 경보를 발행하는 단계를 더 포함하는 비임시 기계 판독가능 매체.

청구항 15

제11항 또는 제12항에 있어서, 상기 방법은 상기 하나 이상의 제어점 중 각각의 제어점과 연관된 오차 값을 결정함으로써, 그리고 최대 오차 값을 갖는 관절식 암 또는 임계값을 초과하는 오차 값을 갖는 하나 이상의 관절식 암을 하나 이상의 문제의 암으로서 식별함으로써 상기 하나 이상의 관절식 암 중에 하나 이상의 문제의 암을 결정하는 단계를 더 포함하는 비임시 기계 판독가능 매체.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 관절식 암을 갖는 장치의 동작에 관한 것이고 특히 반응 운동 동안 제어점을 감시하는 것에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 점점 보다 많은 장치가 자율 및 반자율 전자 장치로 대체되고 있다. 이것은 특히 수술실, 중재실, 중환자실, 응급실등에서 발견되는 큰 어레이의 자율 및 반자율 전자 장치를 갖는 병원에 적용된다. 예를 들어, 유리 및 수은 기온계는 전자 온도계로 대체되고 있고, 정맥 주사기는 이제 전자 모니터 및 유량 조절기를 포함하고 있고, 전통 휴대형 수술 기기는 컴퓨터 지원 의료 장치로 대체되고 있다.

[0003] 이러한 전자 장치는 이들을 조작하는 직원에게 장점과 문제를 제공한다. 이들 전자 장치의 다수는 하나 이상의 관절식 암 및/또는 엔드 이펙터의 자율 또는 반자율 운동이 가능하다. 이러한 하나 이상의 관절식 암 및/또는 엔드 이펙터 각각은 관절식 암 및/또는 엔드 이펙터의 운동을 지원하는 링크 및 관절식 조인트의 조합을 포함하고 있다. 많은 경우에, 관절식 조인트는 상응하는 관절식 암의 링크 및 관절식 조인트의 말단부에 위치한 상응하는 기기의 희망의 위치 및/또는 방향(집합적으로, 희망의 포즈)을 얻도록 조작된다. 기기에 근접한 관절식 조인트의 각각은 상응하는 기기의 방향 및/또는 방향을 조작하는데 사용될 수 있는 적어도 하나의 자유도를 상응하는 관절식 암에 제공한다. 많은 경우에, 상응하는 관절식 암은 상응하는 기기의 롤, 피치, 및 요 방향은 물론 상응하는 기기의 x, y, 및 z 위치를 제어하는 것을 허용하는 적어도 6개의 자유도를 포함할 수 있다. 각각의 관절식 암은 원격 운동 중심을 더 제공할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 관절식 암 및 이러한 관절식 암의 상응하는 원격 운동 중심 또는 다른 포인트는 전자 장치의 다른 일부의 이동을 추적하도록 이동이 허용될 수 있다. 예를 들어, 기기가 시술 동안 환자 위의, 절개 사이트 또는 신체 구멍과 같은, 신체 개구 안으로 삽입되고 환자가 배치된 수술 테이블이 운동중일 때, 관절식 암이 신체 개구의 위치의 변화에 기기의 위치를 조정할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 이러한 관절식 암의 설계 및/또는 구현에 따라, 환자 위의 신체 개구는 관절식 암을 위한 원격 운동 중심에 상응할 수 있다.

[0004] 이러한 하나 이상의 관절식 암의 각각이 근원적인 이동을 추적할 때, 상응하는 관절식 암 및/또는 전자 장치의 다른 부분은 신체 개구의 이동을 보상하려고 한다. 이러한 관절식 암이 신체 개구 포인트의 이동을 완전히 보상할 수 없을 때, 이것은 원치않는 및/또는 불안정한 결과를 초래할 수 있다. 절개 포인트의 이동과의 대응성의 결여는 환자의 부상, 관절식 암의 파손 및/또는 다른 원치않는 결과를 초래할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

(특허문헌 0001) US 2002/0161446 A1 (2002.10.31)

(특허문헌 0002) US 6,120,433 A (2000.09.19)

(특허문헌 0003) US 2007/0013336 A1 (2007.01.18)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서, 신체 개구와 같은 제어점의 근원적인 이동을 보상하기 위해 관절식 암의 기능을 감시하는 것이 바람직할 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 일부 실시예에 따라, 컴퓨터 지원 의료 장치는 각각 제어점을 갖는 하나 이상의 관절식 암 및 상기 하나 이상의 관절식 암에 결합된 제어 유닛을 포함한다. 상기 하나 이상의 관절식 암 및 상응하는 제어점은 수술 테이블의 이동을 추적하도록 구성되어 있다. 상기 제어 유닛은, 상기 수술 테이블의 이동 동안 상기 하나 이상의 제어점의 예상 공간 구성을 결정하는 단계, 상기 수술 테이블의 이동 동안 상기 하나 이상의 제어점의 실제 공간 구성을 결정하는 단계, 및 상기 예상 공간 구성과 상기 실제 공간 구성 사이의 차이를 결정하는 단계에 의해 상기 하나 이상의 제어점의 공간 구성을 감시한다.

[0007] 일부 실시예에 따라, 컴퓨터 지원 의료 장치의 하나 이상의 제어점의 공간 구성을 감시하는 방법은 수술 테이블의 이동 동안 상기 하나 이상의 제어점의 예상 공간 구성을 결정하는 단계, 상기 수술 테이블의 이동 동안 상기 하나 이상의 제어점의 실제 공간 구성을 결정하는 단계, 및 상기 예상 공간 구성과 상기 실제 공간 구성 사이의 차이를 결정하는 단계를 포함한다. 상기 하나 이상의 제어점은 하나 이상의 관절식 암에 상응하고, 상기 수술 테이블의 이동을 추적하도록 구성되어 있다.

[0008] 일부 실시예에 따라, 비임시 기계 판독가능 매체는 의료 장치와 연관된 하나 이상의 프로세서에 의해 실행될 때, 방법을 상기 하나 이상의 프로세서가 실행하도록 구성된 복수의 기계 판독가능 명령어를 포함한다. 상기 방법은 수술 테이블의 이동 동안 상기 하나 이상의 제어점의 예상 공간 구성을 결정하는 단계, 상기 수술 테이블의 이동 동안 상기 하나 이상의 제어점의 실제 공간 구성을 결정하는 단계, 및 상기 예상 공간 구성과 상기 실제 공간 구성 사이의 차이를 결정하는 단계를 포함한다. 상기 하나 이상의 제어점은 하나 이상의 관절식 암에 상응하고, 상기 수술 테이블의 이동을 추적하도록 구성되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 일부 실시예에 따른 컴퓨터 지원 시스템의 단순도이다.
 도 2는 일부 실시예에 따른 컴퓨터 지원 시스템을 도시하는 단순도이다.
 도 3는 일부 실시예에 따른 컴퓨터 지원 의료 시스템의 운동학 모델을 도시하는 단순도이다.
 도 4는 일부 실시예에 따른 테이블 이동 동안 하나 이상의 제어 포인트를 감시하는 방법의 단순도이다.
 도 5는 일부 실시예에 따른 높이 유일(height-only) 모드에서 테이블 이동 동안의 제어점 위치의 단순도이다.
 도 6은 일부 실시예에 따른 회전 테이블 이동 동안의 제어점 무리(constellation)의 단순도이다.
 도 7a 내지 도 7g는 여기에 기술된 일체 컴퓨터 지원 디바이스 및 가동 수술 테이블을 통합하는 다양한 컴퓨터 지원 디바이스 시스템을 도시하는 개략 단순도이다.
 도면에서, 동일한 표시를 갖는 부재는 동일하거나 유사한 기능을 갖고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 다음의 설명에서, 본 발명과 일치하는 일부 실시예를 기술하는 특정 세부사항이 제시되어 있다. 그러나, 일부 실시예는 이러한 특정 세부사항의 일부 또는 모두 없이 실시될 수 있다는 것을 당업자는 이해할 것이다. 여기

에 개시된 특정 실시예는 설명을 위한 것이고 제한을 위한 것이 아니다. 당업자는 다른 요소가 여기에 구체적으로 기술되지 않았지만, 본 발명의 범위 및 정신 안에 있다는 것을 이해할 수 있다. 또한, 불필요한 반복을 피하기 위해, 하나의 실시예와 연관되어 도시되고 기술된 하나 이상의 특징은 달리 특정되지 않거나 하나 이상의 특징이 실시예를 비기능적으로 한다면 다른 실시예에 통합될 수 있다. 용어 "포함하는"은 포하지만 제한되지 않는 것을 의미하고, 포함된 하나 이상의 개별적인 아이템의 각각은 달리 언급되지 않으면 옵션으로 생각해야 한다. 마찬가지로, 용어 "할 수 있다"는 아이템이 옵션이라는 것을 나타낸다.

[0011] 도 1은 일부 실시예에 따른 컴퓨터 지원 시스템(100)의 단순도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 컴퓨터 지원 시스템(100)은 하나 이상의 가동 또는 관절식 암(120)을 구비한 장치(110)를 포함하고 있다. 이러한 하나 이상의 관절식 암(120)의 각각은 하나 이상의 엔드 이펙터를 지원한다. 일부 예에서, 장치(110)는 컴퓨터 지원 수술 장치와 일치할 수 있다. 이러한 하나 이상의 관절식 암(120)은 각각 관절식 암(120)의 적어도 하나의 말단부에 장착되는 하나 이상의 기기, 수술 기기, 이미징 장치 및/또는 그밖에 유사한 것에 대한 지지를 제공한다. 장치(110)는 장치(110)를 작동하기 위한 하나 이상의 마스터 컨트롤, 하나 이상의 관절식 암(120), 및/또는 엔드 이펙터를 포함할 수 있는 오퍼레이터 워크스테이션(도시되지 않음)에 더 결합될 수 있다. 일부 실시예에서, 장치(110) 및 오퍼레이터 워크스테이션은 캘리포니아, 서니베일의 인튜어티브 서지컬 인코퍼레이티드에 의해 판매되는 da Vinci[®] Surgical System에 상응할 수 있다. 일부 실시예에서, 다른 구성, 보다 적거나 많은 관절식 암, 및/또는 그밖의 유사한 것을 구비한 컴퓨터 지원 수술 장치가 옵션으로 컴퓨터 지원 시스템(100)과 함께 사용될 수 있다.

[0012] 장치(110)는 인터페이스를 통해 제어 유닛(130)에 결합되어 있다. 이러한 인터페이스는 하나 이상의 무선 링크, 케이블, 커넥터, 및/또는 버스를 포함할 수 있고 하나 이상의 네트워크 스위칭 및/또는 라우팅 장치를 구비한 하나 이상의 네트워크를 더 포함할 수 있다. 제어 유닛(130)은 메모리(150)에 결합된 프로세서(140)를 포함하고 있다. 제어 유닛(130)의 동작은 프로세서(140)에 의해 제어된다. 제어 유닛(130)이 오직 하나의 프로세서(140)를 갖는 것으로 도시되어 있지만, 프로세서(140)는 제어 유닛(130) 내의 하나 이상의 중앙 처리 유닛, 멀티코어 프로세서, 마이크로프로세서, 마이크로컨트롤러, 디지털 신호 프로세서, 전계 프로그래머블 게이트 어레이(FPGA), 주문형 집적 회로(ASIC) 및/또는 그밖의 것을 나타낼 수 있다는 것을 이해해야 한다. 제어 유닛(130)은 컴퓨팅 장치에 더해진 독립형 서브시스템 및/또는 보드 또는 가상 머신으로서 구현될 수 있다. 일부 실시예에서, 제어 유닛은 오퍼레이터 워크스테이션의 일부로서 포함되고 및/또는 오퍼레이터 워크스테이션으로부터 떨어져 동작되지만 함께 동작될 수도 있다.

[0013] 메모리(150)는 제어 유닛(130)에 의해 실행되는 소프트웨어 및/또는 제어 유닛(130)의 동작 동안 사용되는 하나 이상의 데이터 구조를 저장하는데 사용된다. 메모리(150)는 하나 이상 타입의 기계 판독가능 매체를 포함할 수 있다. 일부 공통 형태의 기계 판독가능 매체는 플로피 디스크, 플렉시블 디스크, 하드 디스크, 자기 테이프, 임의의 다른 자기 매체, CD-ROM, 임의의 다른 광학 매체, 펀치 카드, 페이퍼 테이프, 구멍의 패턴을 갖는 임의의 다른 물리적 매체, RAM, PROM, EPROM, FLASH-EPROM, 임의의 다른 메모리 칩 또는 카트리지, 및/또는 프로세서 또는 컴퓨터가 판독하도록 구성된 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다.

[0014] 도시된 바와 같이, 메모리(150)는 장치(110)의 자율 및/또는 반자율 제어를 지원하는 모션 제어 애플리케이션(160)을 포함하고 있다. 모션 제어 애플리케이션(160)은 장치(110)로부터 위치, 모션, 및/또는 센서 정보를 수신하고, 수술 테이블 및/또는 이미징 장치와 같은 다른 장치에 대해 다른 제어 유닛과 위치, 모션, 및/또는 충돌 회피 정보를 교환하고, 및/또는 장치(110), 관절식 암(120), 및/또는 장치(110)의 엔드 이펙터에 대한 모션을 계획하고 및/또는 모션의 계획을 돕기 위한 하나 이상의 애플리케이션 프로그래밍 인터페이스(API)를 포함할 수 있다. 그리고 모션 제어 애플리케이션(160)이 소프트웨어 애플리케이션으로서 도시되어 있지만, 모션 제어 애플리케이션(160)은 하드웨어, 소프트웨어, 및/또는 하드웨어 및 소프트웨어의 조합을 사용하여 구현될 수 있다.

[0015] 일부 실시예에서, 컴퓨터 지원 시스템(100)은 동작실 및/또는 조정실에서 발견될 수 있다. 그리고 컴퓨터 지원 시스템(100)이 2개의 관절식 암(120)을 갖는 오직 하나의 장치(110)를 포함하고 있지만, 컴퓨터 지원 시스템(100)은 장치(110)와 유사하고 및/또는 상이한 설계의 관절식 암 및/또는 엔드 이펙터를 갖는 임의의 수의 장치를 포함할 수 있다는 것을 당업자는 이해할 것이다. 일부 예에서, 이러한 장치의 각각은 보다 적거나 보다 많은 관절식 암 및/또는 엔드 이펙터를 포함할 수 있다.

[0016] 컴퓨터 지원 시스템(100)은 수술 테이블(170)을 더 포함한다. 하나 이상의 관절식 암(120)과 같이, 수술 테이블(170)은 수술 테이블(170)의 베이스와 상대적인 테이블 상부(180)의 관절식 이동을 지원한다. 일부 예에서,

테이블 상부(180)의 관절식 이동은 테이블 상부(180)의 높이, 틸트, 슬라이드, 트랜스렌부르크 방향등을 변경하기 위한 서포트를 포함할 수 있다. 도시되지는 않았지만, 수술 테이블(170)은 테이블 상부(180)의 위치 및/또는 방향을 제어하기 위한 수술 테이블 명령 유닛과 같은 하나 이상의 제어 입력부를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 수술 테이블(170)은 독일의 Trumpf Medical Systems GmbH에 의해 판매되는 수술 테이블의 하나 이상에 상응할 수 있다.

[0017] 수술 테이블(170)은 또한 상응하는 인터페이스를 통해 제어 유닛(130)에 결합되어 있다. 이러한 인터페이스는 하나 이상의 무선 링크, 케이블, 커넥터, 및/또는 버스를 포함할 수 있고, 하나 이상의 네트워크 스위칭 및/또는 라우팅 장치를 갖는 하나 이상의 네트워크를 더 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 수술 테이블(170)은 제어 유닛(130)과 상이한 제어 유닛에 결합될 수 있다. 일부 예에서, 모션 제어 애플리케이션(160)은 수술 테이블(170) 및/또는 테이블 상부(180)와 연관된 위치, 운동, 및/또는 다른 센서 정보를 수신하기 위한 하나 이상의 애플리케이션 프로그래밍 인터페이스(API)를 포함할 수 있다. 일부 예에서, 모션 제어 애플리케이션(160)은 수술 테이블(170) 및/또는 수술 상부(180)에 대한 모션을 계획하고 및/또는 계획하는 것을 도울 수 있다. 일부 예에서, 모션 제어 애플리케이션(160)은 관절식 암, 기기, 엔드 이펙터, 수술 테이블 구성요소 등의 이동, 조인트 및 링크의 운동 제한 범위를 피하여 관절식 암, 기기, 엔드 이펙터, 수술 테이블 구성요소등의 다른 운동을 보상하고, 내시경과 같은 뷰잉 장치를 조정하여 관심의 영역 및/또는 하나 이상의 기기 또는 엔드 이펙터를 뷰잉 장치의 시야 안에 유지 및/또는 배치하도록 구성된, 충돌 회피와 연관된 운동 계획에 기여할 수 있다. 일부 예에서, 모션 제어 애플리케이션(160)은 수술 테이블 명령 유닛을 사용함으로써 수술 테이블(170) 및/또는 테이블 상부(180)의 이동을 방지하는 것과 같이 하여 수술 테이블(170) 및/또는 테이블 상부(180)의 모션을 방지할 수 있다. 일부 예에서, 모션 제어 애플리케이션(160)은 레지스터 장치(110)와 수술 테이블(170) 사이의 기하학적 관계를 알도록 수술 테이블(170)과 함께 레지스터 장치(110)를 도울 수 있다. 일부 예에서, 기하학적 관계는 레지스터 장치(110) 및 수술 테이블(170)에 대해 유지되는 좌표 프레임들 사이에 병진 및/또는 하나 이상의 회전을 포함할 수 있다.

[0018] 도 2는 일부 실시예에 따른 컴퓨터 지원 시스템(200)을 도시하는 단순도이다. 예를 들어, 컴퓨터 지원 시스템(200)은 컴퓨터 지원 시스템(100)과 일치할 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 컴퓨터 지원 시스템(200)은 하나 이상의 관절식 암을 갖는 컴퓨터 지원 장치(210) 및 수술 테이블(280)을 포함하고 있다. 도 2에는 도시되어 있지 않지만, 컴퓨터 지원 장치(210) 및 수술 테이블(280)은 하나 이상의 인터페이스 및 하나 이상의 제어 유닛을 사용하여 함께 결합되어서, 적어도 수술 테이블(280)에 대한 운동학 정보가 컴퓨터 지원 장치(210)의 관절식 암의 모션을 실행하는데 사용되는 모션 제어 애플리케이션에 알려진다.

[0019] 컴퓨터 지원 장치(210)는 다양한 링크 및 조인트를 포함하고 있다. 도 2의 실시예에서, 컴퓨터 지원 장치는 일반적으로 3개의 상이한 세트의 링크 및 조인트로 분리된다. 먼저 모바일 카트(215) 또는 환자측 카트(215)의 인접 단부에 셋업 구조부(220)가 있다. 이러한 셋업 구조부의 말단부에는 관절식 암을 형성하는 일련의 링크 및 셋업 조인트(240)가 결합되어 있다. 그리고 이러한 셋업 조인트(240)의 말단부에는 다관절 매니퓰레이터(260)가 결합되어 있다. 일부 예에서, 일련의 셋업 조인트(240) 및 매니퓰레이터(260)는 관절식 암(120)중 하나에 대응할 수 있다. 그리고 컴퓨터 지원 장치가 오직 하나의 일련의 셋업 조인트(240) 및 상응하는 매니퓰레이터(260)를 갖는 것으로 도시되어 있지만, 당업자는 컴퓨터 지원 장치가 하나 보다 많은 일련의 셋업 조인트(240) 및 상응하는 매니퓰레이터(260)를 포함할 수 있어서 컴퓨터 지원 장치는 다수의 관절식 암을 장착할 수 있음을 이해할 것이다.

[0020] 도시된 바와 같이, 컴퓨터 지원 장치(210)는 이동 카트(215)에 장착되어 있다. 이러한 이동 카트(215)에 의해 컴퓨터 지원 장치(210)는 컴퓨터 지원 장치를 수술 테이블(280)에 근접하여 보다 더 잘 위치지정하도록 수술실 사이에서 또는 수술실 안에서와 같이 위치 이동될 수 있다. 셋업 구조부(220)는 이동 카트(215)에 장착되어 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 셋업 구조부(220)는 컬럼 링크(221, 222)를 포함하는 2파트 컬럼을 포함하고 있다. 컬럼 링크(222)의 상단부 또는 말단부에는 쇼울더 조인트(223)가 결합되어 있다. 쇼울더 조인트(223)에는 붐 링크(224, 225)를 포함하는 2-파트 붐이 결합되어 있다. 붐 링크(225)의 말단부에는 팔목 조인트(226)가 있고, 팔목 조인트(226)에는 암 장착 플랫폼(227)이 결합되어 있다.

[0021] 셋업 구조부(220)의 링크 및 조인트는 암 장착 플랫폼(227)의 위치 및 방향(즉, 포즈)을 변경하기 위한 다양한 자유도를 포함하고 있다. 예를 들어, 2-파트 컬럼이 축(232)을 따라 쇼울더 조인트(223)를 이동시킴으로써 암 장착 플랫폼(227)의 높이를 조정하는데 사용될 수 있다. 이러한 암 장착 플랫폼(227)은 쇼울더 조인트(223)를 사용하여 이동 카트(215), 2-파트 컬럼, 및 축(232)에 대해 추가로 회전될 수 있다. 암 장착 플랫폼(227)의 수평 위치는 2-파트 붐을 사용하여 축(234)을 따라 조정될 수 있다. 그리고 암 장착 플랫폼(227)의 방향 역시 팔

목 조인트(226)를 사용하여 암 장착 플랫폼 배향 축(236)에 대해 회전함으로써 조정될 수 있다. 따라서, 셋업 구조부(220)의 링크 및 조인트의 모션 리미트에 의해, 암 장착 플랫폼(227)의 위치는 2-파트 컬럼을 사용하여 이동 카트(215) 위로 수직으로 조정될 수 있다. 암 장착 플랫폼(227)의 위치 역시 각각 2-파트 붐 및 쇼울더 조인트(223)를 사용하여 이동 카트(215)에 대해 방사형으로 그리고 각지게 조정될 수 있다. 그리고 암 장착 플랫폼(227)의 각도 방향 역시 팔목 조인트(226)를 사용하여 변경될 수 있다.

[0022] 암 장착 플랫폼(227)은 하나 이상의 관절식 암을 위한 장착점으로서 사용될 수 있다. 이동 카트(215)에 대해 암 장착 플랫폼(227)의 높이, 수평 위치, 및 방향을 조정하는 기능은 수술 또는 시술이 시행되는 이동 카트(215) 근방에 위치된, 환자와 같은, 작업 공간에 대해 하나 이상의 관절식 암을 위치지정하고 배향하기 위한 유연한 셋업 구조부를 제공한다. 예를 들어, 암 장착 플랫폼(227)이 환자 위에 위치지정되어 다양한 관절식 암 및 이들의 상응하는 매니퓰레이터 및 기기가 환자에게 시술을 실행하기에 충분한 범위의 운동을 가질 수 있다. 도 2는 제1 셋업 조인트(242)를 사용하여 암 장착 플랫폼(227)에 결합된 단일 관절식 암을 도시하고 있다. 그리고, 오직 하나의 관절식 암이 도시되어 있지만, 당업자는 다수의 관절식 암이 추가 제1 셋업 조인트를 사용하여 암 장착 플랫폼(227)에 결합될 수 있음을 이해할 것이다.

[0023] 제1 셋업 조인트(242)는 관절식 암의 셋업 조인트(240) 섹션의 최근접부를 형성한다. 셋업 조인트(240)는 일련의 조인트 및 링크를 더 포함할 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 셋업 조인트(240)는 적어도, (뚜렷이 도시되지 않은) 하나 이상의 조인트를 통해 결합된 링크(244, 246)를 포함한다. 셋업 조인트(240)의 조인트 및 링크는 제1 셋업 조인트(242)를 사용하여 축(252)에 대해 암 장착 플랫폼(227)에 상대적으로 셋업 조인트(240)를 회전시키고, 제1 셋업 조인트(242)와 링크(246) 사이의 방사형 또는 수평 거리를 조정하고, 축(254)을 따라 배향 플랫폼에 상대적으로 링크(246)의 말단부에서 매니퓰레이터 마운트(262)의 높이를 조정하고, 매니퓰레이터 마운트(262)를 축(254)에 대해 회전시키는 기능을 포함하고 있다. 일부 예에서, 셋업 조인트(240)는 암 장착 플랫폼(227)에 상대적으로 매니퓰레이터 마운트(262)의 포즈를 변경하기 위한 추가 자유도를 허용하는 추가적인 조인트, 링크 및 축을 더 포함할 수 있다.

[0024] 매니퓰레이터(260)는 매니퓰레이터 마운트(262)를 통해 셋업 조인트(240)의 말단부에 결합되어 있다. 매니퓰레이터(260)는 매니퓰레이터(260)의 말단부에 장착된 기기 캐리지(268)와 함께 추가 조인트(264) 및 링크(266)를 포함하고 있다. 기기(270)가 기기 캐리지(268)에 장착되어 있다. 이러한 기기(270)는 삽입축을 따라 정렬된 샤프트(272)를 포함하고 있다. 샤프트(272)는 보통 매니퓰레이터(260)와 연관된 원격 운동 중심(274)을 통해 통과되도록 정렬되어 있다. 운동의 원격 운동 중심(274)의 위치는 보통 매니퓰레이터 마운트(262)에 대해 고정 병진 관계로 유지되어서 매니퓰레이터(260)의 조인트(264)의 동작에 의해 운동의 원격 운동 중심(274)에 대해 샤프트(272)가 회전한다. 이러한 실시예에 따라, 매니퓰레이터 마운트(262)에 대한 운동의 원격 운동 중심(274)의 고정 병진 관계는 매니퓰레이터(262)의 조인트(264) 및 링크(266)의 물리적 제약을 사용하여, 조인트(264)에 대해 허용된 운동에 대한 소프트웨어 제약을 사용하여, 및/또는 이 둘의 조합에 의해 유지된다. 조인트 및 링크의 물리적 제약을 사용하여 조작되는 원격 운동 중심을 사용하는 컴퓨터 지원 수술 장치의 대표적인 예가 2013년 5월 13일에 출원된, "Redundant Axis and Degree of Freedom for Hardware-Constrained Remote Center Robotic Manipulator" 표제의 미국 특허 출원 번호 13/906,888에 기술되어 있고, 소프트웨어 제약에 의해 조작되는 운동의 원격 센서를 사용하여 컴퓨터 지원 수술 장치의 대표적인 실시예가 2005년 5월 10일에 출원된, "Software Center and Highly Configurable Robotic Systems for Surgery and Other Uses" 표제의 미국 특허 번호 8,004,229에 기술되어 있고, 이들의 내용은 그 전체가 여기에 언급되어 통합되어 있다. 일부 예에서, 원격 운동 중심(274)은 샤프트(272)가 환자(278) 안으로 삽입될 때 환자(278) 안의, 절개 사이트 또는 신체 구멍과 같은, 신체 개구위 위치에 상응할 수 있다. 원격 운동 중심(274)이 수술 포트에 상응하기 때문에, 기기(270)가 사용될 때, 원격 운동 중심(274)은 환자(278)에 대해 고정된 상태가 되어 운동의 원격 운동 중심(274)에서 환자(278)의 인체에 대한 스트레스를 제한한다. 일부 예에서, 샤프트(272)는 옵션으로 수술 포트에 위치된 캐놀라(도시되지 않음)를 통과할 수 있다. 일부 예에서, 비교적 더 큰 샤프트 또는 가이드 튜브 외경(예를 들어, 4-5 mm 이상)를 갖는 기기는 캐놀라를 사용하여 신체 개구를 통과할 수 있고, 이러한 캐놀라는 비교적 더 작은 샤프트 또는 가이드 튜브 외경(예를 들어, 2-3 mm 이하)을 갖는 기기에 옵션으로 생략될 수 있다.

[0025] 샤프트(272)의 말단부에 엔드 이펙터(276)가 있다. 조인트(264) 및 링크(266)으로 인한 매니퓰레이터(260)의 자유도에 의해 적어도 매니퓰레이터 마운트(262)에 대해 샤프트(272) 및/또는 엔드 이펙터(276)의 롤, 피치, 및 요를 제어할 수 있다. 일부 예에서, 매니퓰레이터(260)의 자유도는 기기 캐리지(268)를 사용하여 샤프트(272)를 전진 및/또는 후퇴시키는 기능을 더 포함하여 엔드 이펙터(276)는 삽입축을 따라 그리고 운동의 원격 운동 중심(274)에 상대적으로 전진 및/또는 후퇴될 수 있다. 일부 예에서, 매니퓰레이터(260)는 캘리포니아, 서니베

일의 인튜어티브 서지컬 인코퍼레이티드에 판매되는 da Vinci[®] Surgical System와 함께 사용하기 위한 매니플레이터와 일치할 수 있다. 일부 예에서, 기기(270)는 내시경과 같은 이미징 장치, 그립퍼, 소작 또는 메스와 같은 수술 기기 등일 수 있다. 일부 예에서, 엔드 이펙터(276)는 샤프트(272)의 말단부에 대해 엔드 이펙터(276)의 일부의 추가 국부적인 조작을 가능하게 하는 롤, 피치, 요소, 그립 등과 같은 추가 자유도를 포함할 수 있다.

[0026] 수술 또는 다른 의료 시술 동안, 환자(278)는 보통 수술 테이블(280) 위에 위치되어 있다. 수술 테이블(280)은 테이블 베이스(282)가 이동 카트(215)에 근접하여 위치된 상태로 테이블 베이스(282) 및 테이블 상부(284)를 포함하여 기기(270) 및/또는 엔드 이펙터(276)는 기기(270)의 샤프트(272)가 환자(278)의 신체 개구에 삽입되어 있는 동안 컴퓨터 지원 장치(210)에 의해 조작될 수 있다. 수술 테이블(280)은 테이블 베이스(282)와 테이블 상부(284) 사이에 하나 이상의 조인트 또는 링크를 포함하는 관절식 구조부(290)를 더 포함하여, 테이블 베이스(282)에 대한, 테이블 상부(284), 그래서 환자(278)의 상대 위치가 제어될 수 있다. 일부 예에서, 관절식 구조부(290)는 테이블 상부(284) 위의 포인트에 위치될 수 있는 가상 규정된 테이블 운동 이소(iso) 센터(286)에 상대적으로 테이블 상부(284)가 제어되도록 구성될 수 있다. 일부 예에서, 이소센터(286)는 환자(278)의 내부에 위치될 수 있다. 일부 예에서, 이소센터(286)는 원격 운동 중심(274)에 상응하는 신체 개구 사이트와 같은, 신체 개구중 하나에 또는 근방에 환자의 인체 벽과 연어될 수 있다.

[0027] 도 2에 도시된 바와 같이, 관절식 구조부(290)는 테이블 상부(284)가 테이블 베이스(282)에 상대적으로 상승 및/또는 하강될 수 있도록 높이 조정 조인트(292)를 포함하고 있다. 관절식 구조부(290)는 이소센터(286)에 대해 테이블 상부(284)의 틸트(296) 및 트랜스렌부르크(296) 방향 모두를 변경하기 위해 조인트 및 링크를 더 포함하고 있다. 이러한 틸트(294)에 의해 테이블 상부(284)가 좌우로 기울어질 수 있어서 환자(278)의 좌측 또는 우측이 환자(278)의 타측에 대해 상방으로 (즉, 테이블 상부(284)의 종방향으로, 또는 상하(두개골-미골부) 축에 대해) 회전된다. 트랜스렌부르크(296)에 의해 테이블 상부(284)는 회전되어 환자(278)의 발이 상승되거나(트랜스렌부르크) 환자(278)의 머리가 상승된다(역 트랜스렌부르크). 일부 예에서, 틸트(294) 및/또는 트랜스렌부르크(296) 회전은 이소센터(286)에 대한 회전을 발생시키도록 조정될 수 있다. 관절식 구조부(290)는 도 2에 도시된 바와 같이 대략 좌측 및/또는 우측 운동으로 테이블 상부(284)가 테이블 베이스(282)에 대해 종방향(두개골-미골부) 축을 따라 미끄러지도록 추가 링크 및 조인트(298)를 더 포함하고 있다.

[0028] 도 7a 내지 도 7g는 여기에 기술된 통합 컴퓨터 지원 장치 및 가동 수술 테이블 특징부를 포함하는 다양한 컴퓨터 지원 장치 시스템 구조를 도시하는 단순 개략도이다. 이러한 다양한 도시된 시스템 구성요소는 여기에 기술된 원리에 따르고 있다. 이러한 도면에서, 구성요소는 이해를 위해 단순화되어 있고, 개별적인 링크, 조인트, 매니플레이터, 기기, 엔드 이펙터 등과 같은 다양한 세부요소는 도시되어 있지 않지만, 이들은 다양한 구성요소에 포함되어 있는 것으로 이해해야 한다.

[0029] 이러한 구조에서, 하나 이상의 수술 기기 또는 기기의 클러스터와 연관된 캐놀라는 도시되어 있지 않고, 캐놀라 및 다른 기기 가이드 장치가 비교적 더 큰 샤프트 또는 가이드 튜브 외경(예를 들어, 4-5 mm 이상)을 갖는 기기 또는 기기 클러스터에 옵션으로 사용될 수 있고 비교적 더 작은 샤프트 또는 가이드 튜브 외경(예를 들어, 2-3 mm 이하)을 갖는 기기에 대해 옵션으로 생략될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0030] 또한, 이러한 구조에서, 원격조정 매니플레이터는 수술 동안 하드웨어 제약(예를 들어, 고정 교차 기기 피치, 요, 및 롤 축) 또는 소프트웨어 제약(예를 들어, 소프트웨어 제약된 교차 기기 피치, 요, 롤 축)을 사용함으로써 원격 운동 중심을 규정하는 매니플레이터를 포함하는 것으로 이해해야 한다. 이러한 기기 회전축의 하이브리드가 규정되는 것(예를 들어, 하드웨어 제약된 롤 축 및 소프트웨어 제약된 피치 및 요 축) 역시 가능하다. 또한, 일부 매니플레이터 시술 동안 어떤 회전의 수술 기기 축도 규정하고 제약할 수 없고, 일부 매니플레이터는 시술 동안 오직 하나 이상의 회전의 기기 축을 규정하고 제약할 수 있다.

[0031] 도 7a는 가동 수술 테이블(1100) 및 단일 기기 컴퓨터 지원 장치(1101a)를 도시하고 있다. 수술 테이블(1100)은 가동 테이블 상부(1102) 및 말단부에서 테이블 상부(1102)를 지지하기 위해 기계적으로 접지된 테이블 베이스(1104)로부터 뻗은 테이블 지지 구조부(1103)를 포함하고 있다. 일부 예에서, 수술 테이블(1100)은 수술 테이블(170 및/또는 280)과 일치할 수 있다. 컴퓨터 지원 장치(1101a)는 원격조정 매니플레이터 및 단일 기기 어셈블리(1105a)를 포함하고 있다. 컴퓨터 지원 장치(1101a)는 또한 근접 베이스(1107a)에서 기계적으로 접지되어 있고 말단부에서 매니플레이터 및 기기 어셈블리(1105a)를 지지하도록 뻗은 지지 구조부(1106a)를 포함하고 있다. 지지 구조부(1106a)는 어셈블리(1105a)가 수술 테이블(1100)에 대해 이동되고 다양한 고정 자세로 유지될 수 있도록 구성되어 있다. 베이스(1107a)는 옵션으로 수술 테이블(1100)에 대해 영구 고정되거나 이동가능

하다. 수술 테이블(1100) 및 컴퓨터 지원 장치(1101a)는 여기에 기술된 바와 같이 함께 작동한다.

[0032] 도 7a는 또한 상응하는 지지 구조부(1106b)에 의해 지지되는 상응하는 개별적인 원격조정 매니플레이터 및 단일-기기 어셈블리(1105b)를 갖는, 2, 3, 4, 5개 이상의 개별적인 컴퓨터 지원 장치가 포함될 수 있다는 것을 도시한 옵션의 제2 컴퓨터 지원 장치(1101b)를 도시하고 있다. 컴퓨터 지원 장치(1101b)는 기계적으로 접지되어 있고, 어셈블리(1105b)는 컴퓨터 지원 장치(110a)와 유사한 포즈를 갖고 있다. 수술 테이블(1100) 및 컴퓨터 지원 장치(1101a, 1101b)는 함께 멀티-기기 수술 시스템을 만들고, 이들은 여기에 기술된 대로 함께 작동한다. 일부 예에서, 컴퓨터 지원 장치(110a 및/또는 1101b)는 컴퓨터 지원 장치(110 및/또는 210)와 일치할 수 있다.

[0033] 도 7b에 도시된 바와 같이, 다른 가동 수술 테이블(1100) 및 컴퓨터 지원 장치(1111)가 도시되어 있다. 컴퓨터 지원 장치(1111)는 대표적인 매니플레이터 및 기기 어셈블리(1105a, 1105b)에 의해 도시된 바와 같이, 2, 3, 4, 5개 이상의 개별적인 원격조정 매니플레이터 및 단일-기기 어셈블리를 포함하는 멀티-기기 장치이다. 컴퓨터 지원 장치(1111)의 어셈블리(1105a, 1105b)는 결합 지지 구조부(1112)에 의해 지지되어, 어셈블리(1105a, 1105b)는 수술 테이블(1100)에 대해 그룹으로서 함께 이동되고 포즈를 가질 수 있다. 컴퓨터 지원 장치(1111)의 어셈블리(1105a, 1105b)는 또한 상응하는 개별적인 지지 구조부(1113a, 1113b)에 의해 각각 지지되어, 각각의 어셈블리(1105a, 1105b)는 수술 테이블(1100) 및 하나 이상의 다른 어셈블리(1105a, 1105b)에 대해 개별적으로 이동되고 포즈를 가질 수 있다. 각각의 멀티-기기 수술 시스템 구조부의 예는 인튜어티브 서지컬 인코퍼레이티드에 의해 판매되는, da Vinci Si® Surgical System 및 da Vinci® Xi™ Surgical System이다. 예시적인 컴퓨터 지원 장치(1111)를 포함하는 수술 매니플레이터 시스템 및 수술 테이블(1100)은 여기에 기술된 바와 같이 함께 작동한다. 일부 예에서, 컴퓨터 지원 장치(1111)는 컴퓨터 지원 장치(110 및/또는 210)와 일치한다.

[0034] 도 7a 및 도 7b의 컴퓨터 지원 장치는 각각 플로어에 기계적으로 접지되어 도시되어 있다. 그러나, 이러한 하나 이상의 컴퓨터 지원 장치는 옵션으로 벽 또는 천장에 기계적으로 접지될 수 있고 이러한 벽 또는 천장에 대해 영구 고정되거나 이동가능할 수 있다. 일부 예에서, 컴퓨터 지원 장치는 컴퓨터 지원 시스템의 지지 베이스가 수술 테이블에 대해 이동될 수 있도록 하는 트랙 또는 격자 시스템을 사용하여 벽 또는 천장에 장착될 수 있다. 일부 예에서, 하나 이상의 고정되거나 해제가능한 장착 클램프는 각각의 지지 베이스를 이러한 트랙 또는 격자 시스템에 장착하는데 사용될 수 있다. 도 7c에 도시된 바와 같이, 컴퓨터 지원 장치(1121a)는 벽에 기계적으로 접지되고, 컴퓨터 지원 장치(1121b)는 천장에 기계적으로 접지되어 있다.

[0035] 추가로, 컴퓨터 지원 장치는 가동 수술 테이블(1100)을 통해 간접적으로 기계적으로 접지될 수 있다. 도 7d에 도시된 바와 같이, 컴퓨터 지원 장치(1131a)는 수술 테이블(1100)의 테이블 상부(1102)에 결합되어 있다. 컴퓨터 지원 장치(1131a)는 도 7d에 점선 구조부로 도시한 바와 같이, 테이블 지지 구조부(1103) 또는 테이블 베이스(1104)와 같은, 수술 테이블(1100)의 다른 부분에 옵션으로 결합될 수 있다. 테이블 상부(1102)가 테이블 지지 구조부(1103) 또는 테이블 베이스(1104)에 대해 이동할 때, 컴퓨터 지원 장치(1131)는 마찬가지로 테이블 지지 구조부(1103) 또는 테이블 베이스(1104)에 대해 이동한다. 그러나, 컴퓨터 지원 장치(1131a)가 테이블 지지 구조부(1103) 또는 테이블 베이스(1104)에 결합될 때, 컴퓨터 지원 장치(1131a)의 베이스는 테이블 상부(1102)가 이동할 때 그라운드에 대해 고정된 상태로 있게 된다. 테이블 운동이 발생함에 따라, 환자에게 기기가 삽입되는 신체 개구 역시 이동할 수 있는데, 그 이유는 환자의 신체가 이동하고 테이블 상부(1102)에 대해 신체 위치를 변경할 수 있기 때문이다. 따라서, 컴퓨터 지원 장치(1131a)가 테이블 상부(1102)에 결합되는 실시예에 있어서, 테이블 상부(1102)는 로컬 기계 그라운드로서 기능하고, 신체 개구는 테이블 상부(1102)에 대해 이동하고, 컴퓨터 지원 장치(1131a)에 대해서도 이동한다. 도 7d는 또한 멀티-기기 시스템을 생성하기 위해 컴퓨터 지원 장치(1131a)와 마찬가지로 구성된, 제2 컴퓨터 지원 장치(1131b)가 옵션으로 추가될 수 있다는 것을 보여주고 있다. 이러한 수술 테이블에 결합된 하나 이상의 컴퓨터 지원 장치를 포함하는 시스템은 여기에 개시된 바와 같이 작동한다.

[0036] 일부 실시예에서, 동일하거나 하이브리드 기계적 접지를 갖는 컴퓨터 지원 장치의 다른 조합이 가능하다. 예를 들어, 플로어에 기계적으로 접지된 하나의 컴퓨터 지원 장치 및, 수술 테이블을 통해 이러한 플로어에 기계적으로 접지된 제2 컴퓨터 지원 장치를 포함할 수 있다. 이러한 하이브리드 기계적 접지 시스템은 여기에 개시된 바와 같이 작동한다.

[0037] 본 특징은 또한 2개 이상의 수술 기기가 단일 신체 개구를 통해 신체에 들어가는 단일-신체 개구 시스템을 포함하고 있다. 이러한 시스템의 예는 여기에 언급되어 통합된, 2010년 8월 12일에 출원된, "Surgical System

Instrument Mounting" 표제의 미국 특허 번호 8,852,208 및, 2007년 6월 13일에 출원된 "Minimally Invasive Surgical System" 표제의 미국 특허 번호 9,060,678에서 볼 수 있다. 도 7e는 상술된 바와 같이 수술 테이블(1100)과 함께 원격조정 멀티-기기 컴퓨터 지원 장치(1141)를 도시하고 있다. 2개 이상의 기기(1142)는 각각 상응하는 매니플레이터(1143)에 결합되어 있고 기기(1142) 및 기기 매니플레이터(1143)의 클러스터는 시스템 매니플레이터(1145)에 의해 함께 이동한다. 이러한 시스템 매니플레이터(1144)는 시스템 매니플레이터(1144)가 이동되고 다양한 포즈에서 고정될 수 있도록 하는 지지 어셈블리(1145)에 의해 지지된다. 지지 어셈블리(1145)는 상기 설명과 일치하는 베이스(1146)에 기계적으로 접지되어 있다. 2개 이상의 기기(1142)는 단일 신체 개구에서 환자에게 삽입된다. 옵션으로, 기기(1142)는 단일 가이드 튜브를 통해 함께 뺀고, 가이드 튜브는 옵션으로, 상술된 문헌에서 기술된 바와 같이, 캐놀라를 통해 뺀어 있다. 컴퓨터 지원 장치(1141) 및 수술 테이블(1100)은 여기에 기술된 바와 같이 함께 작동한다.

[0038] 도 7f는 옵션으로 테이블 상부(1102), 테이블 지지 구조부(1103), 또는 테이블 베이스(1104)에 결합되어, 수술 테이블(1100)을 통해 기계적으로 접지된 다른 멀티-기기, 단일 신체 개구 컴퓨터 지원 장치(1151)를 도시하고 있다. 도 7d에 대한 상기 설명 역시 도 7f에 도시된 기계적 접지 옵션에 적용된다. 컴퓨터 지원 장치(1151) 및 수술 테이블(1100)은 여기에 기술된 바와 같이 함께 작동한다.

[0039] 도 7g는 하나 이상의 원격조정 멀티-기기, 단일 신체 개구 컴퓨터 지원 장치(1161) 및 하나 이상의 원격조정 단일-기기 컴퓨터 지원 장치(1162)가 여기에 기술된 바와 같이 수술 테이블(1100)과 함께 작동하도록 결합될 수 있음을 도시하고 있다. 컴퓨터 지원 장치(1161, 1162)의 각각은 직접 또는 다른 구조부를 통해, 여기에 기술된 다양한 방식으로 기계적으로 접지될 수 있다.

[0040] 도 3은 일부 실시예에 따른 컴퓨터 지원 의료 시스템의 운동학 모델(300)의 단순도이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 운동학 모델(300)은 많은 소스 및/또는 장치와 연관된 운동학 정보를 포함할 수 있다. 이러한 운동학 정보는 컴퓨터 지원 의료 장치 및 수술 테이블의 링크 및 조인트에 대한 공지된 운동학 모델에 기초한다. 이러한 운동학 정보는 또한 컴퓨터 지원 의료 장치 및 수술 테이블의 조인트의 위치 및/또는 방향과 연관된 정보에 기초한다. 일부 예에서, 이러한 조인트의 위치 및/또는 방향과 연관된 정보는 프리즘 조인트의 선형 위치 및 회전 조인트의 회전 위치를 측정하는, 인코더와 같은, 하나 이상의 센서로부터 유도될 수 있다.

[0041] 이러한 운동학 모델(300)은 다수의 좌표 프레임 또는 좌표계 및, 좌표 프레임의 하나로부터 좌표 프레임의 다른 것으로 위치 및/또는 방향을 변환하기 위한 동종 변환과 같은 변환을 포함하고 있다. 일부 예에서, 운동학 모델(300)은 도 3에 포함된 변환 링크에 의해 표시된 순방향 및/또는 반전/역방향 변환을 구성함으로써 좌표 프레임중 임의의 다른 것에서 좌표 프레임중 하나의 위치 및/또는 방향의 순방향 및/또는 역방향 맵핑을 허용하도록 사용될 수 있다. 일부 예에서, 변환이 행렬 형태로 동종 변환으로서 모델화될 때, 이러한 구성은 행렬 승산을 사용하여 달성될 수 있다. 일부 실시예에서, 운동학 모델(300)은 도 2의 컴퓨터 지원 장치(210) 및 수술 테이블(280)의 운동학 관계를 모델화하는데 사용될 수 있다.

[0042] 운동학 모델(300)은 수술 테이블(170) 및/또는 수술 테이블(280)과 같은, 수술 테이블의 위치 및/또는 방향을 모델화하는데 사용되는 테이블 베이스 좌표 프레임(305)을 포함하고 있다. 일부 예에서, 이러한 테이블 베이스 좌표 프레임(305)은 수술 테이블과 연관된 기준점 및/또는 방향에 대한 수술 테이블의 다른 점을 모델화하는데 사용될 수 있다. 일부 예에서, 이러한 기준점 및/또는 방향은 테이블 베이스(282)와 같은, 수술 테이블의 테이블 베이스와 연관될 수 있다. 일부 예에서, 테이블 베이스 좌표 프레임(305)은 컴퓨터 지원 시스템을 위한 글로벌 좌표 프레임으로서 사용되기에 적합할 수 있다.

[0043] 운동학 모델(300)은 테이블 상부(284)와 같은, 수술 테이블의 테이블 상부를 나타내는 좌표 프레임에서의 위치 및/또는 방향을 모델화하는데 사용될 수 있는 테이블 상부 좌표 프레임(310)을 더 포함하고 있다. 일부 예에서, 테이블 상부 좌표 프레임(310)은 회전 센터 또는 이소센터(286)와 같은, 테이블 상부의 이소 센터에 센터링될 수 있다. 일부 예에서, 테이블 상부 좌표 프레임(310)의 z축은 수술 테이블이 놓인 표면 또는 플로어에 대해 수직으로 및/또는 테이블 상부의 표면에 직교하는 방향을 가질 수 있다. 일부 예에서, 테이블 상부 좌표 프레임(310)의 x축과 y축은 테이블 상부의 종방향(상하) 및 측방향(좌우) 주축을 포착하도록 배향될 수 있다. 일부 예에서, 테이블 베이스-테이블 상부 좌표 변환(315)은 테이블 상부 좌표 프레임(310)과 테이블 베이스 좌표 프레임(305) 상의 위치 및/또는 방향을 맵핑하는데 사용될 수 있다. 일부 예에서, 관절식 구조부(290)와 같은, 수술 테이블의 관절식 구조부의 하나 이상의 운동학 모델은 과거 및/또는 현재 조인트 센서 판독값과 함께 테이블 베이스-테이블 상부 좌표 변환(315)을 결정하는데 사용된다. 일부 예에서, 도 2의 실시예와 일치하여, 테이블 베이스-테이블 상부 좌표 변환(315)이 수술 테이블과 연관된 높이, 틸트, 트랜스렌부르크, 및/또는 슬라

이드 세팅의 합성 효과를 모델화한다.

- [0044] 운동학 모델(300)은 컴퓨터 지원 장치(110) 및/또는 컴퓨터 지원 장치(210)와 같은 컴퓨터 지원 장치의 위치 및/또는 방향을 모델화하는데 사용될 수 있는 장치 베이스 좌표 프레임을 더 포함하고 있다. 일부 예에서, 장치 베이스 좌표 프레임(320)은 컴퓨터 지원 장치와 연관된 기준점 및/또는 방향에 대해 컴퓨터 지원 장치의 다른 포인트를 모델화하는데 사용될 수 있다. 일부 예에서, 이러한 기준점 및/또는 방향은 이동 카트(215)와 같은, 컴퓨터 지원 장치의 장치 베이스와 연관될 수 있다. 일부 예에서, 장치 베이스 좌표 프레임(320)은 컴퓨터 지원 시스템에 대한 글로벌 좌표 프레임으로서 사용되기에 적합할 수 있다.
- [0045] 수술 테이블과 컴퓨터 지원 장치 사이의 위치 및/또는 방향 관계를 추적하기 위해, 수술 테이블과 컴퓨터 지원 장치 사이에 등록을 실행하는 것이 바람직하다. 도 3에 도시된 바와 같이, 이러한 등록은 테이블 상부 좌표 프레임(310)과 장치 베이스 좌표 프레임(320) 사이에서 등록 변환(325)을 결정하는데 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 등록 변환(325)은 테이블 상부 좌표 프레임(310)과 장치 베이스 좌표 프레임(320) 사이의 일부 또는 전체 변환일 수 있다. 이러한 등록 변환(325)은 수술 테이블과 컴퓨터 지원 장치 사이의 구조적 배열에 기초하여 결정된다.
- [0046] 컴퓨터 지원 장치가 테이블 상부(1102)에 장착된 도 7d 및 도 7f의 예에서, 등록 변환(325)은 테이블 베이스-테이블 상부 좌표 변환(315)으로 결정되고 컴퓨터 지원 장치가 테이블 상부(112)에 어디에 장착되는지를 안다.
- [0047] 이러한 컴퓨터 지원 장치가 플로어에 배치되거나 벽 또는 천장에 장착되는 도 7a 내지 도 7c, 도 7e 및 도 7f의 예에서, 등록 변환(325)의 결정은 장치 베이스 좌표 프레임(320) 및 테이블 베이스 좌표 프레임(305)을 일부 제한함으로써 단순화된다. 일부 예에서, 이러한 제한은 장치 베이스 좌표 프레임(320) 및 테이블 베이스 좌표 프레임(305)이 동일한 수직상향 또는 z축에 일치하는 것을 포함한다. 수술 테이블이 바닥에 위치되었고 (예를 들어, 바닥에 수직인) 방의 벽 및 (예를 들어, 바닥에 평행한) 천장의 상대 방향이 알려져 있다는 가정하에, 공통 수직상향 또는 z 축(또는 적절한 방향 변환)이 장치 베이스 좌표 프레임(320) 및 테이블 베이스 좌표 프레임(305) 모두 또는 적절한 방향 변환에 대해 유지되는 것이 가능하다. 일부 예에서, 공통 z 축 때문에, 등록 변환(325)은 옵션으로, 테이블 베이스 좌표 프레임(305)의 z축에 대한 장치 베이스-테이블 베이스의 회전 관계만을 모델화할 수 있다(예를 들어, Θ_z 등록). 일부 예에서, 등록 변환(325)은 또한 테이블 베이스 좌표 프레임(305)과 장치 베이스 좌표 프레임(320) 사이의 수평 오프셋을 모델화할 수 있다(예를 들어, XY 등록). 이것은 컴퓨터 지원 장치 및 수술 테이블 사이의 수직(z) 관계가 알려져 있기 때문에 가능하다. 따라서, 테이블 베이스-테이블 상부 변환(315)의 테이블 상부의 높이의 변화는 장치 베이스 좌표 프레임(320)의 수직 조정과 유사한데, 그 이유는 테이블 베이스 좌표 프레임(305) 및 장치 베이스 좌표 프레임(320)의 수직축이 동일하거나 거의 동일하여서 테이블 베이스 좌표 프레임(305)과 장치 베이스 좌표 프레임(320) 사이의 높이의 변화가 서로 적절한 허용오차내에 있기 때문이다. 일부 예에서, 테이블 베이스-테이블 상부 변환(315)에서의 틸트 및 트랜스렌 부르크 조정은 테이블 상부(또는 그 이소 센터)의 높이 및 Θ_z 및/또는 XY 등록을 앞으로써 장치 베이스 좌표 프레임(320)에 맵핑될 수 있다. 일부 예에서, 등록 변환(325) 및 테이블 베이스-테이블 상부 변환(315)은 컴퓨터 지원 수술 장치가 구조적으로 그러한 경우가 아닐때도 테이블 상부에 부착된 것처럼 컴퓨터 지원 수술 장치를 모델화하는데 사용될 수 있다.
- [0048] 운동학 모델(300)은 컴퓨터 지원 장치의 관절식 암의 가장 인접한 포인트와 연관된 공유 좌표 프레임에 대한 적절한 모델로서 사용되는 암 장착 플랫폼 좌표 프레임(330)을 더 포함하고 있다. 일부 실시예에서, 암 장착 플랫폼 좌표 프레임(330)은 암 장착 플랫폼(227)과 같은, 암 장착 플랫폼 상의 가까운 포인트와 연관될 수 있다. 일부 예에서, 암 장착 플랫폼 좌표 프레임(330)의 중심점은 암 장착 플랫폼 좌표 프레임(330)의 z축이 암 장착 플랫폼 방향 축(236)과 정렬된 상태에서 암 장착 플랫폼 방향 축(236)에 위치될 수 있다. 일부 예에서, 장치 베이스-암 장착 플랫폼 좌표 프레임(335)은 장치 베이스 좌표 프레임(320)과 암 장착 플랫폼 좌표 프레임(330) 사이의 위치 및/또는 방향을 맵핑하는데 사용된다. 일부 예에서, 셋업 구조부(220)와 같은, 장치 베이스와 암 장착 플랫폼 사이의 컴퓨터 지원 장치의 링크 및 조인트의 하나 이상의 운동학 모델은 과거 및/또는 현재 조인트 센서 판독값과 함께 장치 베이스-암 장착 플랫폼 좌표 프레임(335)을 결정하는데 사용된다. 도 2의 실시예와 일치하는 일부 예에서, 장치 베이스-암 장착 플랫폼 좌표 변환(335)은 컴퓨터 지원 장치의 셋업 구조부의 2-파트 컬럼, 쇼울더 조인트, 2-파트 붐, 및 팔목 조인트의 합성 효과를 모델화할 수 있다.
- [0049] 운동학 모델(300)은 컴퓨터 지원 장치의 관절식 암의 각각과 연관된 일련의 좌표 프레임 및 변환을 더 포함하고 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 운동학 모델(300)은 3개의 관절식 암에 대한 좌표 프레임 및 변환을 포함하고 있지만, 당업자는 상이한 컴퓨터 지원 장치가 (예를 들어, 1, 2, 4, 5 이상의) 보다 적은 및/또는 보다 많은 관

절식 암을 포함할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 도 2의 컴퓨터 지원 장치(210)의 링크 및 조인트의 구성과 일치하여, 관절식 암의 각각은 관절식 암의 말단부에 장착된 기기의 타입에 따라, 매니플레이터 마운트 좌표 프레임, 원격 중심 좌표 프레임, 및 기기 또는 카메라 좌표 프레임을 사용하여 모델화된다.

[0050] 운동학 모델(300)에서, 관절식 암중 첫번째 관절식 암의 운동학 관계는 매니플레이터 마운트 좌표 프레임(341), 원격 중심 좌표 프레임(342), 기기 좌표 프레임(343), 암 장착 플랫폼-매니플레이터 장착 변환(344), 매니플레이터 마운트-원격 운동 중심 변환(345), 및 원격 운동 중심-기기 변환(346)을 사용하여 포착된다. 매니플레이터 마운트 좌표 프레임(341)은 매니플레이터(260)와 같은 매니플레이터와 연관된 위치 및/또는 방향을 나타내기 위한 적절한 모델을 나타낸다. 매니플레이터 마운트 좌표 프레임(341)은 상응하는 관절식 암의 매니플레이터 마운트(262)와 같은 매니플레이터 마운트와 연관되어 있다. 그다음, 암 장착 플랫폼-매니플레이터 장착 변환(344)은 상응하는 셋업 조인트(240)의 과거 및/또는 현재 조인트 센서 판독값과 함께, 상응하는 셋업 조인트(240)와 같은, 암 장착 플랫폼과 상응하는 매니플레이터 마운트 사이의 컴퓨터 지원 장치의 링크 및 조인트의 하나 이상의 운동학 모델에 기초한다.

[0051] 원격 운동 중심 좌표 프레임(342)은 상응하는 매니플레이터(260)의 상응하는 원격 운동 중심(274)과 같은, 매니플레이터에 장착된 기기의 원격 운동 중심과 연관되어 있다. 그다음, 매니플레이터 마운트-원격 운동 중심 변환(345)은 상응하는 조인트(264)의 과거 및/또는 현재 조인트 센서 판독값과 함께, 상응하는 매니플레이터(260)의 상응하는 조인트(264), 상응하는 링크(266), 및 상응하는 캐리지(268)와 같은, 상응하는 매니플레이터 마운트와 상응하는 원격 운동 중심 사이의 컴퓨터 지원 장치의 링크 및 조인트의 하나 이상의 운동학 모델에 기초하고 있다. 상응하는 원격 운동 중심이 도 2의 실시예와 같이, 상응하는 매니플레이터 마운트에 고정된 위치 관계로 유지되고 있을 때, 매니플레이터 마운트-원격 운동 중심 변환(345)은 본질적으로, 매니플레이터 및 기기가 작동될 때 변하지 않는 정적 병진 요소와, 매니플레이터 및 기기가 작동될 때 변하는 동적 회전 요소를 포함하고 있다.

[0052] 기기 좌표 프레임(343)은 상응하는 엔드 이펙터(276)와 같은, 기기의 말단부에 위치한 엔드 이펙터와 연관되어 있다. 그다음, 원격 운동 중심-기기 변환(346)은 과거 및/또는 현재 조인트 센서 판독값과 함께, 상응하는 기기, 엔드 이펙터 및 원격 운동 중심을 이동시키고 및/또는 배향시키는 컴퓨터 지원 장치의 링크 및 조인트의 하나 이상의 운동학 모델에 기초하고 있다. 일부 예에서, 원격 운동 중심-기기 변환(346)은 상응하는 샤프트(272)와 같은 샤프트가 원격 운동 중심을 통과하는 방향 및 이러한 샤프트가 원격 운동 중심에 대해 진행하고 및/또는 후퇴하는 거리를 처리한다. 일부 예에서, 원격 운동 중심-기기 변환(346)은 기기의 샤프트의 삽입 축이 원격 운동 중심을 통과하는 것을 반영하도록 억제될 수 있고 샤프트에 의해 규정된 축에 대해 샤프트 및 엔드 이펙터의 회전을 처리한다.

[0053] 운동학 모델(300)에서, 관절식 암의 제2 관절식 암의 운동학 관계는 매니플레이터 마운트 좌표 프레임(351), 원격 운동 중심 좌표 프레임(352), 기기 좌표 프레임(353), 암 장착 플랫폼-매니플레이터 장착 변환(354), 마운트-원격 운동 중심 변환(355), 및 원격 운동 중심-기기 변환(356)을 사용하여 포착된다. 매니플레이터 마운트 좌표 프레임(351)은 매니플레이터(260)와 같은 매니플레이터와 연관된 위치 및/또는 방향을 나타내기 위한 적절한 모델을 나타낸다. 매니플레이터 마운트 좌표 프레임(351)은 상응하는 관절식 암의 매니플레이터 마운트(262)와 같은 매니플레이터 마운트와 연관되어 있다. 그다음, 암 장착 플랫폼-매니플레이터 장착 변환(354)은 상응하는 셋업 조인트(240)의 과거 및/또는 현재 조인트 센서 판독값과 함께, 상응하는 셋업 조인트(240)와 같은, 암 장착 플랫폼과 상응하는 매니플레이터 마운트 사이의 컴퓨터 지원 장치의 링크 및 조인트의 하나 이상의 운동학 모델에 기초하고 있다.

[0054] 원격 운동 중심 좌표 프레임(352)은 상응하는 매니플레이터(260)의 상응하는 운동의 원격 운동 중심(274)과 같은, 관절식 암에 장착된 매니플레이터의 원격 운동 중심과 연관되어 있다. 그다음, 매니플레이터 마운트-원격 운동 중심 변환(355)은 상응하는 조인트(264)의 과거 및/또는 현재 조인트 센서 판독값과 함께, 상응하는 매니플레이터(260)의 상응하는 조인트(264), 상응하는 링크(266), 및 상응하는 캐리지(268)와 같은, 상응하는 매니플레이터 마운트와 상응하는 원격 운동 중심 사이의 컴퓨터 지원 장치의 링크 및 조인트의 하나 이상의 운동학 모델에 기초하고 있다. 상응하는 원격 운동 중심이 도 2의 실시예에서와 같이, 상응하는 매니플레이터 마운트에 대해 고정된 위치 관계로 유지되고 있을 때, 마운트-원격 운동 중심 변환(355)은 본질적으로, 매니플레이터 및 기기가 작동될 때 변하지 않는 정적 병진 요소 및 매니플레이터 및 기기가 작동될 때 변하는 동적 회전 요소를 포함한다.

[0055] 기기 좌표 프레임(353)은 상응하는 기기(270) 및/또는 엔드 이펙터(276)와 같은, 기기의 말단부에 위치한 엔드

이펙터와 연관되어 있다. 그다음, 원격 운동 중심-기기 변환(356)은 과거 및/또는 조인트 센서 판독값과 함께, 상응하는 기기, 엔드 이펙터 및 원격 운동 중심을 이동시키고 및/또는 배향시키는 컴퓨터 지원 장치의 링크 및 조인트의 하나 이상의 운동학 모델에 기초하고 있다. 일부 예에서, 원격 운동 중심-기기 변환(356)은 상응하는 샤프트(272)와 같은, 샤프트가 원격 운동 중심을 통과하는 방향 및, 샤프트가 원격 운동 중심에 대해 진행하고 및/또는 후퇴하는 거리를 처리한다. 일부 예에서, 원격 운동 중심-기기 변환(356)은 기기의 샤프트의 삽입축이 원격 운동 중심을 통과하는 것을 반영하기 위해 억제될 수 있고 샤프트에 의해 규정된 삽입축에 대한 샤프트 및 엔드 이펙터의 회전을 처리할 수 있다.

[0056] 운동학 모델(300)에서, 관절식 암의 제3 관절식 암의 운동학 관계는 매니플레이터 마운트 좌표 프레임(361), 원격 운동 중심 좌표 프레임(362), 카메라 좌표 프레임(363), 암 장착 플랫폼-매니플레이터 장착 변환(364), 매니플레이터 마운트-원격 운동 중심 변환(365), 및 원격 운동 중심-기기 변환(366)을 사용하여 포착된다. 매니플레이터 마운트 좌표 프레임(361)은 매니플레이터(260)와 같은 매니플레이터와 연관된 위치 및/또는 방향을 나타내기 위한 적절한 모델을 나타낸다. 매니플레이터 마운트 좌표 프레임(361)은 상응하는 관절식 암의 매니플레이터 마운트(262)와 같은 매니플레이터 마운트와 연관되어 있다. 그다음, 암 장착 플랫폼-매니플레이터 장착 변환(364)은 상응하는 셋업 조인트(240)의 과거 및/또는 현재 조인트 센서 판독값과 함께, 상응하는 셋업 조인트(240)와 같은, 암 장착 플랫폼과 상응하는 매니플레이터 마운트 사이의 컴퓨터 지원 장치의 링크 및 조인트의 하나 이상의 운동학 모델에 기초하고 있다.

[0057] 원격 운동 중심 좌표 프레임(362)은 상응하는 매니플레이터(260)의 상응하는 운동의 원격 운동 중심(274)와 같은, 관절식 암에 장착된 매니플레이터의 원격 운동 중심과 연관되어 있다. 그다음, 매니플레이터 마운트-원격 운동 중심 변환(365)은 상응하는 조인트(264)의 과거 및/또는 현재 조인트 센서 판독값과 함께, 상응하는 매니플레이터(260)의 상응하는 조인트(264), 상응하는 링크(266), 및 상응하는 캐리지(268)와 같은, 상응하는 매니플레이터 마운트와 상응하는 원격 운동 중심 사이의 컴퓨터 지원 장치의 링크 및 조인트의 하나 이상의 운동학 모델에 기초하고 있다. 상응하는 원격 운동 중심이 도 2의 실시예에서와 같이, 상응하는 매니플레이터 마운트에 대해 고정된 위치 관계로 유지되고 있을 때, 마운트-원격 운동 중심 변환(365)은 본질적으로, 매니플레이터 및 기기가 작동될 때 변하지 않는 정적 병진 요소 및 매니플레이터 및 기기가 작동될 때 변하는 동적 회전 요소를 포함한다.

[0058] 카메라 좌표 프레임(363)은 관절식 암에 장착된, 내시경과 같은 이미징 장치와 연관되어 있다. 그다음, 원격 운동 중심-카메라 변환(366)은 과거 및/또는 조인트 센서 판독값과 함께, 이미징 장치 및 상응하는 원격 운동 중심을 이동시키고 및/또는 배향시키는 컴퓨터 지원 장치의 링크 및 조인트의 하나 이상의 운동학 모델에 기초하고 있다. 일부 예에서, 원격 운동 중심-카메라 변환(366)은 상응하는 샤프트(272)와 같은, 샤프트가 원격 운동 중심을 통과하는 방향 및, 샤프트가 원격 운동 중심에 대해 진행하고 및/또는 후퇴하는 거리를 처리한다. 일부 예에서, 원격 운동 중심-카메라 변환(366)은 이미징 장치의 샤프트의 삽입축이 원격 운동 중심을 통과하는 것을 반영하기 위해 억제될 수 있고 샤프트에 의해 규정된 축에 대한 이미징 장치의 회전을 처리할 수 있다.

[0059] 상술되고 여기에 더 강조된 바와 같이, 도 3은 청구범위를 제한하지 않는 예에 불과하다. 당업자는 많은 수정, 대안, 및 수정을 이해할 것이다. 일부 실시예에 따라, 수술 테이블과 컴퓨터 지원 장치 사이의 등록은 대안의 등록 변환을 사용하여 테이블 상부 좌표 프레임(310)과 장치 베이스 좌표 프레임(320) 사이에서 결정될 수 있다. 대안의 등록 변환이 사용될 때, 등록 변환(325)은 테이블 베이스-테이블 상부 변환(315)의 반전/역방향으로 대안의 등록 변환을 구성함으로써 결정된다. 일부 실시예에 따라, 컴퓨터 지원 장치를 모델화하는데 사용된 좌표 프레임 및/또는 변환은 컴퓨터 지원 장치, 그 관절식 암, 그 엔드 이펙터, 그 매니플레이터, 및/또는 그 기기의 링크 및 조인트의 특정 구성에 따라 상이하게 배치될 수 있다. 일부 실시예에 따라, 운동학 모델(300)의 좌표 프레임 및 변환은 하나 이상의 가상 기기 및/또는 가상 카메라와 연관된 좌표 프레임 및 변환을 모델화하는데 사용될 수 있다. 일부 예에서, 가상 기기 및/또는 카메라는 이전에 저장되고 및/또는 래치된(latched) 기기 위치, 운동으로 인한 기기 및/또는 카메라의 투사, 의사 및/또는 다른 직원에 의해 규정된 기준점 등과 연관될 수 있다.

[0060] 상술된 바와 같이, 컴퓨터 지원 장치(100 및/또는 200)와 같은 컴퓨터 지원 시스템이 작동되고 있을 때, 수술 테이블(170 및/또는 280)과 같은, 수술 테이블의 운동이 허용되고 있는 동안 기기 및/또는 엔드 이펙터의 연속 제어를 허용하는 것이 바람직할 것이다. 일부 예에서, 이로 인해, 수술 테이블 운동이 환자의 신체 개구로부터 기기를 제거할 필요없이 일어나기 때문에 보다 적은 시간을 소비하는 시술이 가능할 수 있다. 일부 예에서, 이로 인해, 의사 및/또는 다른 의료진은 수술 테이블 운동이 일어나고 있는 동안 장기 이동을 감시할 수 있어서 보다 최적의 수술 테이블 포즈를 얻을 수 있다. 일부 예에서, 또한, 이로 인해 수술 테이블 운동 동안 시술의

능동적인 연속성이 가능하다. 일부 동작 모드에 의해, 하나 이상의 기기가 환자 위의 신체 개구 안으로 환자에게 삽입되는 동안 수술 테이블의 관절식 구조부의 운동(즉, 테이블 이동)이 가능하다. 수술 테이블 운동 동안 시술의 능동적인 지속을 허용하는 시스템의 예는 2015년 3월 17일에 출원된 "System and Method for Integrated Surgical Table" 표제의 미국 특허 가출원 번호 62/134,207 및 동시에 출원된, ISRG006930PCT / 70228.498W001 대리인 번호를 갖는 "System and Method for Integrated Surgical Table" 표제의 PCT 특허 출원에 보다 상세하게 기술되어 있고, 양측 모두가 여기에 언급되어 전체가 통합되어 있다. 일반적으로, 테이블 이동 동안, 환자의 절개 사이트를 통해 기기가 삽입되는 신체 개구, 신체 구멍, 및/또는 위치에 상응하는, 원격 운동 중심 또는 다른 제어점이 환자와 함께 이동하여 절개점에서의 환자의 해부학적 구조에 대한 스트레스를 제한하고 및/또는 기기 위치지정을 유지하는 것이 바람직하다. 일부 예에서, 이것은 환자가 이동할 때, 관절식 암의 하나 이상의 조인트를 해제 및/또는 잠금해제함으로써 그리고 신체 개구의 환자의 신체 벽이 제어점 및 연관된 기기를 드래그할 수 있도록 함으로써 기기 드래깅을 사용하여 달성될 수 있다. 그러나, 관절식 암 및/또는 엔드 이펙터는 가끔, 테이블 이동을 자유롭게 추적하는 기능을 손실하게 하여 제어점이 신체 개구와 일치하지 않는 상태로 남게 하는 교란을 만날 수 있다. 추적 기능을 잃도록 할 수 있는 교란의 예는 관절식 암의 조인트의 운동 제한 범위로의 도달, 뒤엎힌 케이블과 같은 장애, 캐블라 보유의 손실(즉, 신체 개구에서의 신체 벽으로부터 미끄러진 제어점과 연관된 캐블라), 테이블 상의 환자의 이동, 브레이크 해제 고장, 2개의 암 사이 및/또는 암과 환자 신체 사이의 충돌등을 포함한다. 따라서, 일부 예에서, 주어진 시각에서의 제어점의 구성이 테이블 운동에 기초한 예상 구성과 일치하는 것을 보장하기 위해 테이블 이동 동안 제어점의 구성을 감시하는 것이 바람직할 수 있다. 제어점의 실제 구성과 예상 구성 사이의 편차가 검출될 때, 테이블 이동을 테이블 이동을 무력화하는 것, 관절식 암의 제동, 사용자에게 경보를 발하는 등과 같은 상응하는 교정 액션을 취할 수 있다. 또한, 일부 실시예에 따라, 보정 액션을 돕기 위해 문제의 암(즉, 경보를 유발한 교란을 받은 및/또는 이러한 교란에 의해 가장 영향을 받은 하나 이상의 관절식 암)을 검출 및/또는 보고하는 것이 바람직할 수 있다.

[0061] 도 4는 일부 실시예에 따라 테이블 이동 동안 하나 이상의 제어점을 감시하는 방법 400의 단순도이다. 방법 400의 프로세스 410-460중 하나 이상은 적어도 일부, 하나 이상의 프로세서(예를 들어, 제어 유닛(130)의 프로세서(140))에서 실행될 때 이러한 하나 이상의 프로세서가 프로세스 410-460중 하나 이상을 실행하도록 할 수 있는 비임시, 유형, 기계 판독가능 매체에 저장된 실행가능한 코드의 형태로 구현될 수 있다. 일부 실시예에서, 방법 400은 환자의 신체 개구, 신체 구멍, 또는 절개 사이트에 위치된 것과 같은 제어점이 예상되는 대로 테이블 운동을 추적하지 못하도록 하는 교란을 검출하는데 사용될 수 있다. 도 2의 실시예에 일치하는 일부 예에서, 이러한 하나 이상의 제어점은 원격 운동 중심(274)의 예일 수 있고, 테이블 이동은 수술 테이블(280)의 관절식 구조부(290)의 운동에 상응할 수 있다. 당업자는 방법 400이 원격 운동 중심 또는 테이블 이동의 결과로서 예측가능하게 이동할 것으로 예상되는 임의의 다른 제어점의 이동을 감시하는데 적용될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0062] 일부 실시예에 따라, 방법 400은 테이블 이동 동안 하나 이상의 제어점을 감시하지 않는 방법에 대해 하나 이상의 유용한 향상을 지원한다. 일부 예에서, 방법 400은 제어점이 테이블 이동을 자유롭게 추적하지 못하도록 하는 교란을 검출함으로써 그리고 테이블 이동을 중지하고 및/또는 운전자에게 교란을 경고하는 것과 같은 상응하는 교정 액션을 취할 수 있도록 함으로써 테이블 이동 동안 환자 또는 장비의 손상의 가능성을 낮출 수 있다. 일부 예에서, 방법 400은 또한, 교란된 및/또는 교란에 의해 가장 많이 영향을 받는 하나 이상의 문제의 암을 보고함으로써 운전자 개입을 도울 수 있다. 일부 예에서, 방법 400은 제어점 구성의 지리학적 속성의 선택된 세트를 감시함으로써 및/또는 불안정한 교란으로부터 일상적인 일탈을 정확하게 구별하는 임계값을 설정함으로써 다른 방법들에 대한 오경보의 가능성을 낮출 수 있다.

[0063] 프로세스 410에서, 제어점의 래치 구성이 결정된다. 이러한 래치 구성은 기준 프레임에서 제어점(함께 제어점 무리로 부른다)의 지리학적 배치의 하나 이상의 속성을 규정한다. 일부 실시예에서, 이러한 지리학적 속성은 제어점의 위치, 제어점 무리의 방향, 제어점 쌍들 사이의 점간 거리, 3개의 제어점의 세트 사이에 형성된 내각, 제어점 무리의 곡률 중심 등을 포함할 수 있다. 일부 예에서, 이러한 래치 구성은 각각의 제어점의 위치를 확인하고 및/또는 제어점 무리의 상응하는 지리학적 속성을 유도하기 위해, 센서 판독값 및/또는 운동학 모델(300)과 같은 운동학 모델을 사용하여 결정될 수 있다. 이러한 기준 프레임의 선택은 동작 모드에 의존할 수 있다. 일부 실시예에서, 이러한 기준 프레임은 월드 좌표 프레임과 관련하여 고정되는 임의의 좌표 프레임일 수 있다. 이러한 예에서, 도 2 및 도 3의 실시예와 일치하여, 장치 베이스 좌표 프레임(320), 암 장착 플랫폼 좌표 프레임(330), 및/또는 테이블 베이스 좌표 프레임(305)중 하나는 기준 프레임으로서 사용될 수 있다. 고정된 기준 프레임이 각각의 제어점의 위치를 개별적으로 추적하기 위한 임의의 작동 모드에서 사용될 수 있다.

일부 실시예에서, 이러한 기준 프레임은 이러한 기준 프레임의 축의 원점의 위치 및/또는 방향이 제어점, 테이블 상부, 및/또는 시스템의 다른 이동 구성요소의 현 위치 및/또는 방향에 의존하는 동적 좌표 프레임일 수 있다. 동적 좌표 프레임의 하나의 예는 기준 프레임의 원점이 현 시각에서의 제어점의 평균 및/또는 가중 평균 위치이고 기준 프레임의 방향이 월드 좌표 프레임 또는 테이블 상부 좌표 프레임과 관련하여 고정된 무게중심 기준 프레임이다. 무게중심 기준 프레임은 옵션으로, 서로에 대한 제어점의 이동을 추적하기 위한 임의의 작동 모드에서 사용될 수 있는데, 이러한 경우에 제어점의 공통-모드 병진 운동(즉, 모든 제어점에 동일하게 적용되는 병진 운동)은 무관하다. 일단 프로세스 410이 완료되면, 테이블 이동이 시작될 수 있다.

[0064] 프로세스 420에서, 제어점의 예상 구성은 테이블 이동에 기초하여 결정된다. 이러한 예상 구성은 테이블 이동에 기초하여 프로세스 410 동안 결정된 래치 구성에 상대적인 제어점의 위치 및/또는 방향의 예상 변화를 처리한다. 일부 실시예에서, 이러한 예상 구성은 래치 구성에 의해 규정된 것에 상응하는 지리학적 속성의 세트를 규정할 수 있다. 일부 실시예에서, 이러한 예상 구성은 대신에 및/또는 추가로, 위치의 변화, 방향의 변화등과 같은, 래치 구성에 상대적으로 규정된 하나 이상의 차별되는 속성을 규정할 수 있다. 일부 예에서, 기기 드래깅을 사용할 때와 같이, 제어점은 테이블과 함께 이동하는 것으로 예상된다. 이러한 실시예에서, 예를 들어, 주어진 거리에 의해 테이블의 높이가 변할 때, 고정 기준 프레임의 제어점의 각각의 수직 위치는 동일한 거리만큼 변할 것으로 예상된다. 마찬가지로, 테이블이 틸트, 트랜스렌부르크, 및/또는 역 트랜스렌부르크 회전과 같이, 주어진 각도 만큼 회전될 때, 무게중심 기준 프레임의 제어점 무리는 동일한 각도로 회전할 것으로 예상된다. 일부 실시예에 따라, 제어점 무리의 하나 이상의 지리학적 속성은 테이블 이동 동안 변하지 않을 것으로 예상된다. 예를 들어, 제어점 무리의 내각, 점간 거리, 곡률 중심 등은 테이블 이동 동안 일정할 것으로 예상된다.

[0065] 430에서, 테이블 이동 동안의 제어점의 실제 구성이 결정된다. 일부 예에서, 이러한 실제 구성은 프로세스 410의 기준 프레임에서 각각의 제어점의 위치 및/또는 상응하는 제어점 무리의 지리학적 속성을 확인하기 위해 위치 센서 및/또는 운동학 모델을 사용하여 결정될 수 있다. 일부 실시예에서, 이러한 실제 구성은 프로세스 410의 래치 구성 및/또는 프로세스 420에 의해 결정된 예상 구성에 의해 규정된 것에 상응하는 지리학적 속성의 세트를 규정한다.

[0066] 프로세스 440에서, 제어점의 실제 구성 및 예상 구성이 비교되어, 이러한 구성들 사이의 차이가 하나 이상의 사전결정된 임계값을 초과하는지 여부를 결정한다. 이러한 사전결정된 임계값의 타입 및/또는 값은 비교되는 지리학적 속성에 의존한다. 일부 예에서, 이러한 지리학적 속성이 제어점 위치를 포함할 때, 이러한 사전결정된 임계값은 실제 위치와 예상 위치 사이의 최대 허용가능한 거리를 나타낸다. 마찬가지로, 이러한 지리학적 속성이 제어점 무리의 방향을 포함할 때, 이러한 사전결정된 임계값은 실제 방향과 예상 방향 사이의 최대 허용가능한 각도를 나타낸다. 일부 예에서, 이러한 지리학적 속성이 중심 위치와 같은, 제어점 무리와 연관된 위치를 포함할 때, 이러한 사전결정된 임계값은 실제 위치와 예상 위치 사이의 최대 허용가능한 거리를 나타낸다. 다른 예에서, 이러한 지리학적 속성이 제어점 무리의 곡률 중심을 포함할 때, 이러한 사전결정된 임계값은 이러한 곡률 중심이 제어점 무리의 무게중심 아래에 위치되는 제약을 나타낸다. 사전결정된 임계값의 다양한 다른 타입 및/또는 값은 옵션으로, 비교되는 속성의 기초 속성과 일치하는 방식으로 다른 지리학적 속성에 적용될 수 있다.

[0067] 일반적으로, 이러한 사전결정된 임계값의 값들은 실제 구성과 예상 구성 사이의 일상적인 편차(예를 들어, 관절식 암의 작은 진동, 기기 드래깅으로 인한 작은 지연, 환자의 신체벽의 허용가능한 일그러짐 등)로부터 나오는 오경보를 최소화하면서 제어점 구성으로의 불안정한 교란을 정확하게 검출하기 위해 요청에 따라 선택된다. 일부 실시예에서, 사전결정된 임계값중 하나 이상의 값은 테이블 이동 동안 환자의 신체에 상대적으로 제어점이 이동할 수 있는 임상적으로 수용가능한 거리에 기초하여 선택된다. 일부 실시예에서, 이러한 임상적으로 허용가능한 거리는 약 12 mm이다. 따라서, 일부 실시예에서, 프로세스 440은 유지되는 임상적으로 수용가능한 거리와 일치하는 사전결정된 임계값에 대한 값을 결정하기 위해 하나 이상의 계산을 실행하는 단계를 포함할 수 있다. 이러한 계산은 비교되는 지리학적 속성의 특성에 의존한다. 예를 들어, 이러한 지리학적 속성이 각도일 때, 이러한 계산은 이러한 임상적으로 수용가능한 거리를 기준 프레임에서 등가의 각도 값으로 전환하는 단계를 수반한다.

[0068] 이러한 구성들 사이의 차이가 하나 이상의 사전결정된 임계값을 초과하는지 여부를 결정하기 위해 실제 구성과 예상 구성을 비교하는 것은 다양한 방법으로 달성될 수 있다. 따라서, 상술된 프로세스 440은 단지 예이고 이에 제한되지 않는다. 일부 예에 따라, 임상적으로 수용가능한 거리를 비교되는 지리학적 속성과 일치하는 사전결정된 임계값으로 전환하지 않고, 대신에, 이러한 비교되는 지리학적 속성이 임상적으로 수용가능한 거리와 일

치하는 거리 값으로 전환될 수 있다. 일부 예에 따라, 실제 구성과 예상 구성을 직접 비교하지 않고, 실제 구성의 지리학적 속성에 대한 허용가능한 값들의 범위를 예상 구성 및 사전결정된 임계값에 기초하여 결정할 수 있다. 이러한 예에 따라, 실제 구성의 지리학적 속성이 허용가능한 값들의 범위 안에 있지 않다면, 사전결정된 임계값은 초과된 것으로 판정된다.

[0069] 프로세스 440에서, 하나 이상의 사전결정된 임계값이 초과되지 않은 것으로 판정되면, 테이블 이동은 진행될 수 있고 방법 400은 프로세스 420으로 돌아가 제어점 구성을 계속 감시한다. 그러나, 하나 이상의 사전결정된 임계값이 초과된 것으로 판정될 때, 정보가 주어지고 방법 400은 하술된 프로세스 450으로 진행한다.

[0070] 프로세스 450에서, 프로세스 440에서 경보를 유발한 하나 이상의 제어점 및 상응하는 암(문제의 암으로 부른다)이 결정된다. 이러한 문제의 암을 결정하기 위한 하나 이상의 기술이 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 조인트가 운동 제한 범위에 도달할 때, 운동 제한 범위 이벤트에 상응하는 관절식 암이 문제의 암으로서 식별될 수 있다. 일부 실시예에서, 각각의 제어점과 연관된 오차 값이 결정되고, 최대 오차 값을 갖는 상응하는 관절식 암(즉, 최악의 문제의 암) 및/또는 임계값을 초과하는 오차 값을 갖는 하나 이상의 상응하는 관절식 암이 하나 이상의 문제의 암으로서 식별된다. 일부 실시예에서, 실제 구성 및 예상 구성이 각각의 제어점에 대한 실제 및 예상 위치를 규정할 때, 이러한 오차 값은 실제 위치와 예상 위치 사이의 거리를 포함한다. 일부 실시예에서, 이러한 오차 값은 실제 경로 길이와 예상 경로 길이 사이의 차이를 포함하는데, 이러한 경로 길이는 테이블 운동 동안 각각의 제어점이 이동한 거리의 양을 가리킨다. 이러한 경로 길이 차이가 작용하는 방법을 설명하기 위해, 다음의 예가 제공되어 있다. 예상 위치가 우측으로 10 유닛 만큼 그다음 좌측으로 5 유닛 만큼 이동하고, 실제 위치가 우측으로 7 유닛 만큼 그다음 좌측으로 2 유닛 만큼 이동한다. 양측 실제 위치와 예상 위치는 이동 후에 시작 위치의 우측으로 5 유닛에 종료되어, 실제 위치와 예상 위치 사이의 거리는 0 유닛이다. 그러나, 예상 위치는 15 유닛의 길이의 경로를 따라 이동하였고 실제 위치는 9 유닛의 길이의 경로를 이동하여서, 실제 경로 길이와 예상 경로 길이 사이의 차이는 6 유닛이다. 따라서, 일부 실시예에서, 이러한 경로 길이 차이는 실제 위치와 예상 위치 사이의 최종 거리를 사용할 때 모호한 실제 위치와 예상 위치 사이의 특정 편차를 오차 값으로서 포착하는데 사용된다.

[0071] 프로세스 460에서, 하나 이상의 교정 액션이 프로세스 440에서 발한 경보에 기초하여 및/또는 프로세스 450에서 결정된 문제의 암에 기초하여 취해진다. 일부 실시예에서, 이러한 교정 액션은 테이블 이동을 중지 및/또는 불능으로 하는 단계, 운전자에게 교란에 대한 경보를 주는 단계, 관절식 암의 하나 이상에 보상을 적용하는 단계, 오류 보고서를 로그 및/또는 디스패치 하는 단계 등중 하나 이상을 포함한다. 일부 실시예에서, 테이블 이동은 경보가 발하는 대로 중단되고 옵션으로, 운전자가 문제의 암을 수동으로 재위치지정하고 및/또는 교란을 식별하고 보정하기 위해 검사를 실행하는 것과 같은 하나 이상의 액션을 실행할 때까지 작동불능 상태로 남는다. 일부 실시예에서, 운전자는 옵션으로, 오디오 알람, 플래싱 라이트(예를 들어, LED), 디스플레이 스크린 상의 메시지, 수술 테이블 명령 유닛의 진동 등과 같은 오디오, 시각, 및/또는 햅틱 시그널링 메커니즘을 사용하여 교란에 대해 경보가 주어질 수 있다. 마찬가지로, 이러한 문제의 암은 옵션으로, 상술된 오디오, 시각, 및/또는 햅틱 시그널링 메커니즘과 같은, 임의의 적절한 시그널링 메커니즘을 사용하여 운전자에게 보고될 수 있다. 일부 실시예에서, 테이블과 관련된 제어점의 추가 운동을 방지 및/또는 줄이기 위해 문제의 암 및/또는 모든 관절식 암을 포함하는, 관절식 암의 하나 이상에 제동이 완전히 및/또는 일부 가해질 수 있다. 일부 실시예에서, 옵션으로 오차 신호가 관절식 암의 하나 이상의 조인트에 전송되어 하나 이상의 조인트에 대항력을 가함으로써 실제 구성과 예상 구성 사이의 편차를 보상하려고 시도할 수 있다. 일부 실시예에서, 타임스탬프, 시스템 식별자, 운전자 식별자, 문제의 암 식별자 등과 같은 정보와 관련된 세부사항을 포함하는 오류 보고서가 정보 목적을 위해 및/또는 추가의 보정 액션을 취할 수 있도록 하기 위해 로컬 및/또는 원격 컴퓨터 애플리케이션에 로그되고 및/또는 디스패치될 수 있다.

[0072] 상술되고 여기에서 더 강조된 바와 같이, 도 4는 청구범위를 제한하지 않는 예일 뿐이다. 당업자는 많은 변형, 대안, 및 수정을 이해할 것이다. 일부 실시예에 따라, 방법 400은 프로세스 410-460중 하나 이상을 생략할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예는 문제의 암 검출의 프로세스 450을 생략하고, 문제의 암을 식별하지 않고 교란에 대한 경보를 운전자에게 줄 수 있다. 일부 실시예는 특히 래치 구성에 의해 규정된 지리학적 속성이 테이블 운동 동안 변하지 않을 것으로 예상될 때, 예상 구성을 결정하는 프로세스 420을 생략할 수 있다(달리 말하면, 예상 구성은 프로세스 410에서 결정된 래치 구성과 등가일 수 있다). 테이블 운동 동안 변하지 않을 것으로 예상되는 지리학적 속성은 제어점 사이의 점간 거리, 3개의 제어점의 세트에 의해 형성된 내각, 무게중심 기준 프레임에서의 제어점 무리의 곡률 중심 등을 포함할 수 있다. 이러한 실시예는 예를 들어, 테이블 이동에 대한 정보가 유용하지 않을 때 및/또는 테이블 이동이 등록 변환을 사용하여 테이블 이동을 제어점 무리의 기준 프레

임으로 전환하지 않고 실행될 때 사용될 수 있다. 일부 실시예에 따라, 방법 400 동안 실행된 프로세스 410-460의 순서는 재배열될 수 있고 및/또는 프로세스 410-460중 하나 이상은 동시에 실행될 수 있다. 일부 예에서, 예상 구성을 결정하는 프로세스 420은 실제 구성을 결정하는 프로세스 430의 전에, 동시에 또는 후에 실행될 수 있다. 일부 예에서, 문제의 암을 결정하는 프로세스 450은 경보를 발하는 프로세스 460의 전에, 동시에 또는 후에 실행될 수 있다. 일부 예에 따라, 복수의 사전결정된 임계값이 프로세스 440 동안 체크되어 프로세스 460에서 다양한 엄격함의 보정 액션을 트리거할 수 있다. 예를 들어, 제1 사전결정된 임계값이, 초과될 때, 프로세스 460에서 운전자에게 경고를 트리거하지만 계속된 테이블 이동을 허용하고, 제2 사전결정된 임계값이, 초과될 때, 프로세스 460에서 테이블 이동을 억제할 수 있다.

[0073] 도 5는 일부 실시예에 따른 높이 유일 모드(즉, 테이블 이동 동안의 제어점 위치(500)의 단순도이다. 도 5는 시간(t 축)에 대한 수직 위치(z 축)의 트레이스를 도시하고 있다. 도 4의 실시예와 일치하는 일부 실시예에서, 도 5는 높이 유일 모드(즉, 테이블 이동이 수직 방향의 병진으로 제한되어 있다)에서 테이블 이동 동안의 방법 400의 적용을 설명하고 있다. 도 2 및 도 3과 일치하는 일부 예에서, 높이 유일 모드는 감시되는 제어점의 수가 3개 보다 적을 때 및/또는 수술 테이블과 컴퓨터 지원 장치 사이의 등록이 실행되지 않았고 테이블 베이스-장치 베이스 변환 325가 알려져 있지 않을 때 실행될 수 있다.

[0074] 예상 위치(510)와 실제 위치(520)는 각각, 시간이 지남에 따른 제어점의 예상 위치 및 실제 위치를 도시하는 트레이스이다. 사전결정된 임계값(530)은 시간이 지남에 따른 예상 위치(510)에 상응하는 허용가능한 위치의 범위이다. 페이즈(phase) 540은 프리래칭 페이즈 540a, 트래킹 페이즈 540b, 미검출 교란 페이즈 540c, 및 검출 교란 페이즈 540d를 포함하고 있다. 프리래칭 페이즈 540a 동안, 제어점 감시가 아직 시작되지 않았기 때문에, 아무런 테이블 이동도 허용되지 않는다. 프리래칭 페이즈 540a와 트래킹 페이즈 540b 사이에, 제어점의 래치 위치가 결정되고 높이 유일 테이블 이동이 이어서 허용된다. 도 4와 일치하는 실시예에서, 이러한 래치 위치는 제어점 구성이 고정 기준 좌표 프레임에서 제어점의 위치를 규정하는 프로세스 410을 사용하여 결정된다.

[0075] 트래킹 페이즈 540b 동안, 높이 유일 테이블 이동이 일어나고, 제어점이 테이블 이동을 자유롭게 추적한다. 테이블이 도 5에 도시된 바와 같이 상승할 때, 예상 위치(510)는 테이블과 함께 상승한다. 실제 위치(520)는 실제 위치와 예상 위치 사이의 임의의 작은, 일상적인 편차가 관찰될 수 있지만, 트래킹 페이즈 540b 동안 예상 위치(510)를 대략 추적한다. 도 4와 일치하는 실시예에서, 예상 위치(510)는 프로세스 420을 사용하여 결정되고 실제 위치(520)는 프로세스 430을 사용하여 결정된다. 예상 위치(510)와 실제 위치(520)는 래치 위치의 기준 프레임에 표현되고 및/또는 래치 위치에 대해 상이하게 표현될 수 있다. 또한, 트래킹 페이즈 540b 동안 예상 위치(510)와 실제 위치(520)는 비교되어 실제 위치(520)가 사전결정된 임계값(530)에 의해 주어진 허용가능한 범위 안에 있는지 여부를 판단한다. 도 4에 일치하는 실시예에서, 이러한 비교는 사전결정된 임계값의 값이 12 mm와 같은, 임상적으로 수용가능한 거리로 설정되어 있는 프로세스 440을 사용하여 실행된다. 이해를 위해 도 5에 허용가능한 위치의 범위의 수직 성분만이 도시되어 있지만, 이러한 비교는 3차원에까지 실행되어, 예상 위치(510)와 실제 위치(520) 사이의 임의의 방향에서의 편차가 검출될 수 있음을 이해해야 한다. 따라서, 일부 실시예에서, 이러한 허용가능한 위치의 범위는 3차원의 허용가능한 위치의 구(球)를 형성한다. 도 5에 도시된 바와 같이, 트래킹 페이즈 540b 동안 예상 위치(510)와 실제 위치(520) 사이의 차이는 사전결정된 임계값(530)을 초과하지 않는다.

[0076] 트래킹 페이즈(540b)와 미검출 교란 페이즈(540c) 사이에, 제어점이 테이블 이동을 자유롭게 추적하지 못하도록 하는 교란(550)이 일어난다. 교란(550)은 도 5에 도시된 바와 같이, 주어진 높이 위로 제어점이 상승하는 것을 차단하는 장애를 만나는 것과 같이, 도 4에 대해 상술된 교란중 하나를 포함할 수 있다. 따라서, 미검출 교란 페이즈 540c 동안, 실제 위치(520)는 예상 위치(510)를 더 이상 가까워서 추적하지 않는다. 그러나, 실제 위치(520)와 예상 위치(510)는 사전결정된 임계값(530)을 아직 초과하지 않는다. 따라서, 실제 위치(520)와 예상 위치(510) 사이의 거리가 사전결정된 임계값(530)에 접근하는 동안 테이블 이동이 계속 허용된다.

[0077] 미검출 교란 페이즈 540c와 검출 교란 페이즈 540d 사이에, 실제 위치(520)와 예상 위치 사이의 거리는 사전결정된 임계값(530)에 도달하여, 경보가 발생된다. 도 4와 일치하는 실시예에서, 프로세스 450을 사용한 문제의 암 검출 및/또는 프로세스 460을 사용한 보정 액션은 검출 교란 페이즈 540d의 시작시에 이어서 일어날 수 있다. 도 5에 표시된 실시예에서, 테이블 이동은 교란 검출 페이즈 540d 동안 불능이 되어 실제 위치(520)와 예상 위치(510) 사이의 차이는 사전결정된 임계값(530) 위로 증가하지 않는다. 또한, 하나 보다 많은 제어점이 감시되고 있을 때, 하나 이상의 문제의 암이 예를 들어, 실제 위치와 예상 위치 사이의 최대 차이를 갖는 제어점을 식별함으로써 및/또는 사전결정된 임계값(530)이 초과되는 제어점 모두를 식별함으로써, 프로세스 450에 대해 위에서 설명된 메커니즘중 하나를 사용하여 결정될 수 있다. 옵션으로, 운전자는 교란이 검출되었음을 표

시하는 가청 경보 및/또는 문제의 암을 표시하는 플래싱 라이트와 같은, 프로세스 460과 관련하여 설명된 피드백 메커니즘중 하나에 의해 검출된 교란 및/또는 문제의 암의 아이덴티티로 주의를 돌릴 수 있다. 일부 실시예에서, 테이블 이동은 운전자가 예를 들어, 하나 이상의 문제의 암을 수동으로 재위치지정함으로써 교란을 처리할 때까지 정지 상태로 남을 수 있다.

[0078] 상술되고 여기에 더 강조된 바와 같이, 도 5는 청구범위를 제한하지 않는 예일 뿐이다. 당업자는 많은 변경, 대안, 및 수정을 이해할 것이다. 일부 실시예에 따라, 도 5의 z 축은 수직 또는 수평 위치, 방향, 점간 거리, 내각등을 포함하는, 제어점 무리의 임의의 지리학적 속성을 나타낼 수 있다. 따라서, 프로시저 500은 제어점 무리의 임의의 지리학적 속성을 감시하기 위한 방법을 보여줄 수 있다.

[0079] 도 6은 일부 실시예에 따른 회전 테이블 이동 동안의 제어점 무리(600)의 단순도이다. 도 6은 복수의 제어점의 평균 위치에 위치된 원점을 갖는 무게중심 기준 프레임에서의 제어점 무리의 3차원 배치를 도시하고 있다. 도 4의 실시예와 일치하는 일부 실시예에서, 도 6은 틸트, 트랜슬렌부르크, 및/또는 역 트랜슬렌부르크 회전과 같은 회전이 허용되는 모드에서의 테이블 이동에 방법 400을 적용하는 것을 설명하고 있다. 도 2 및 도 3과 일치하는 일부 예에서, 감시되는 제어점의 수가 적어도 3개일 때 및/또는 수술 테이블과 컴퓨터 지원 장치 사이의 등록이 실행된 후와 같이, 등록 변환(325)가 알려져 있을 때 회전 테이블 이동이 허용될 수 있다.

[0080] 예상 구성(610)은 시간이 지남에 따라 제어점 무리(600)에서 제어점의 예상 위치를 나타내는 경로(610a-c)를 포함하고, 실제 구성(620)은 시간이 지남에 따라 제어점의 실제 위치를 나타내는 경로(620a-c)를 포함하고, 사전 결정된 임계값(630)은 시간이 지남에 따라 예상 구성(610)에 상응하는 허용가능한 위치(630a-c)의 범위를 포함하고 있다. 기준 프레임(640)은 제어점 위치를 결정하는데 사용되는 무게중심 기준 프레임을 나타낸다. 테이블을 회전시키기 전에 및/또는 제어점 무리의 래치 구성을 결정하기 전에, 등록 변환이 결정된다. 도 2 및 도 3과 일치하는 일부 실시예에서, 등록 변환은 등록 변환(325) 및/또는 대안의 등록 변환(325)에 상응할 수 있고, Θ_z 등록 및/또는 XY 등록을 사용하여 결정될 수 있다. 따라서, 주어진 각도에 의한 테이블 베이스 좌표(305)에 대한 테이블의 회전은 등록 변환(325)의 적용에 의해 장치 베이스 좌표(320)로 전환될 수 있다.

[0081] 테이블 운동의 시작에서, 그리고 Θ_z 등록 및/또는 XY 등록후에, 제어점 무리의 래치 구성이 결정된다. 도 4의 실시예와 일치하는 일부 실시예에서, 이러한 래치 구성은 테이블 운동 전에 기준 프레임(640)에서 프로세스 410을 사용하여 결정된다. 이러한 래치 구성은 각각의 제어점의 위치 및/또는 테이블 회전 전에 기준 프레임(640)에 대해 제어점 무리에 의해 형성된 각도의 크기와 같은 제어점 무리의 하나 이상의 지리학적 속성을 규정한다. 일단 이러한 래치 구성이 결정되면, 테이블 이동 동안의 제어점 감시가 시작된다. 도 4의 실시예와 일치하는 일부 실시예에서, 제어점 무리의 실제 구성이 제어점 무리의 예상 구성으로부터 사전결정된 임계값(630)보다 많이 벗어났는지를 결정하기 위해 제어점 감시가 프로세스 420-440을 사용하여 실행된다. 기준 프레임(640)이 무게중심이기 때문에, 높이 조정, 슬라이드 조정, 및/또는 이소센터 이외의 위치에서의 테이블의 회전 이동에 상응하는 병진 이동과 같은, 테이블의 병진 이동은 예상 구성(610)을 변경하지 않는다. 한편, 테이블의 회전 이동은 예상 구성(610)의 방향을 변경하는데, 이러한 변경의 방향 및 크기는 검출된 테이블 이동과 등록 변환을 사용하여 결정된다. 제어점 무리의 실제 중심이 병진하고 있을 수 있지만, 좌표 프레임(640)이 무게중심이기 때문에, 이러한 실제 중심은 고려되는 제어점 무리의 중심에 대한 상대 위치에 불과하다는 것에 주목해야 한다.

[0082] 제어점 무리(600)는 기준 프레임(640)에 대해 예상 구성의 방향의 변화를 유발하는 회전을 도시하고 있다. 도 5에 도시된 예와 같이, 실제 구성(620)은 대략 사전결정된 임계값(630) 안에서 예상 구성(610)을 추적한다. 이해를 위해, 도 6에 도시된 지리학적 속성은 위치이지만, 기준 프레임(640)에 대한 실제 구성(620)에 의해 형성된 각도의 크기와 같은 다른 지리학적 속성 역시 예상 구성(610)과 비교되고 상응하는 임계값에 대해 체크(즉, 회전 크기 체크)될 수 있음을 이해해야 한다.

[0083] 제어점 무리(600)는 또한 허용가능한 범위(630c)를 넘어 예상 경로(610c)로부터 벗어나는 제어점 경로(620c)를 유발하는 교란(650)을 도시하고 있다. 도 4의 실시예와 일치하는 일부 실시예에서, 임계값의 조월에 의해 프로세스 440 동안 경보가 발생되어 문제의 암 식별(45) 및/또는 보정 액션(46)의 프로세스중 하나 이상이 실행된다. 일부 실시예에서, 제어점 경로(620c)에 상응하는 문제의 암이 예를 들어, 실제 경로 길이와 예상 경로 길이 사이의 최대 차이를 갖는 제어점을 식별함으로써 프로세스 450에 대해 상술된 메커니즘중 하나를 사용하여 결정될 수 있다. 일부 실시예에서, 회전 크기 체크를 실행할 때와 같이, 암 모두가 문제의 암으로서 식별될 수 있다. 운전자는 교란이 검출되었다는 것을 나타내는 가청 알람 및/또는 문제의 암을 나타내는 플래싱 라이트와 같은, 프로세스 460에 대해 설명된 피드백 메커니즘중 하나에 의해 검출 교란 및/또는 문제의 암의 아이

텐터티에 주의가 환기될 수 있다.

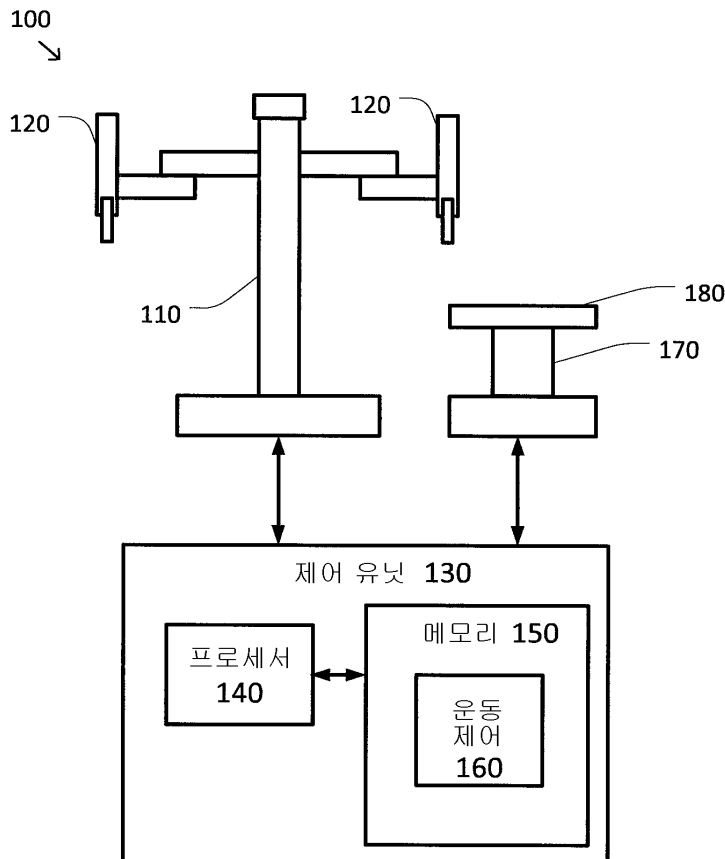
[0084] 상술되고 여기에 더 강조된 바와 같이, 도 6은 청구범위를 제한하지 않는 예에 불과하다. 당업자는 많은 수정, 대안, 및 수정을 이해할 것이다. 일부 실시예에 따라, 제어점은 대략 동일 선상에 있을 수 있는데(즉, 삼각형 등 보다는 거의 직선을 형성한다), 이러한 경우에 하나 이상의 축을 따른 회전 이동에 대한 감도가 감소할 수 있다. 이러한 실시예에서, 회전 테이블 이동의 불능, 사전결정된 임계값의 감소, 감소된 감도에 대해 운전자에게 경고 발행하기 및/또는 감시의 불확실성 증가 등과 같이, 저감도 배치가 식별될 때 하나 이상의 보상 액션이 취해질 수 있다.

[0085] 제어 유닛(130)과 같은 제어 유닛의 일부 예는 하나 이상의 프로세서(예를 들어, 프로세서(140))에 의해 실행될 때 이러한 하나 이상의 프로세서가 방법 400의 프로세스를 실행하도록 할 수 있는 실행가능한 코드를 포함하는 비임시, 유형, 기계 판독가능 매체를 포함할 수 있다. 방법 400의 프로세스를 포함할 수 있는 일부 공통 형태의 기계 판독가능 매체는 예를 들어, 플로피 디스크, 플렉시블 디스크, 하드 디스크, 자기 테이프, 임의의 다른 자기 매체, CD-ROM, 임의의 다른 광학 매체, 펀치 카드, 페이퍼 테이프, 구멍의 패턴을 갖는 임의의 다른 물리적 매체, RAM, PROM, EPROM, FLASH-EPROM, 임의의 다른 메모리 칩 또는 카트리지, 및/또는 프로세서 또는 컴퓨터가 판독하도록 구성된 임의의 다른 매체이다.

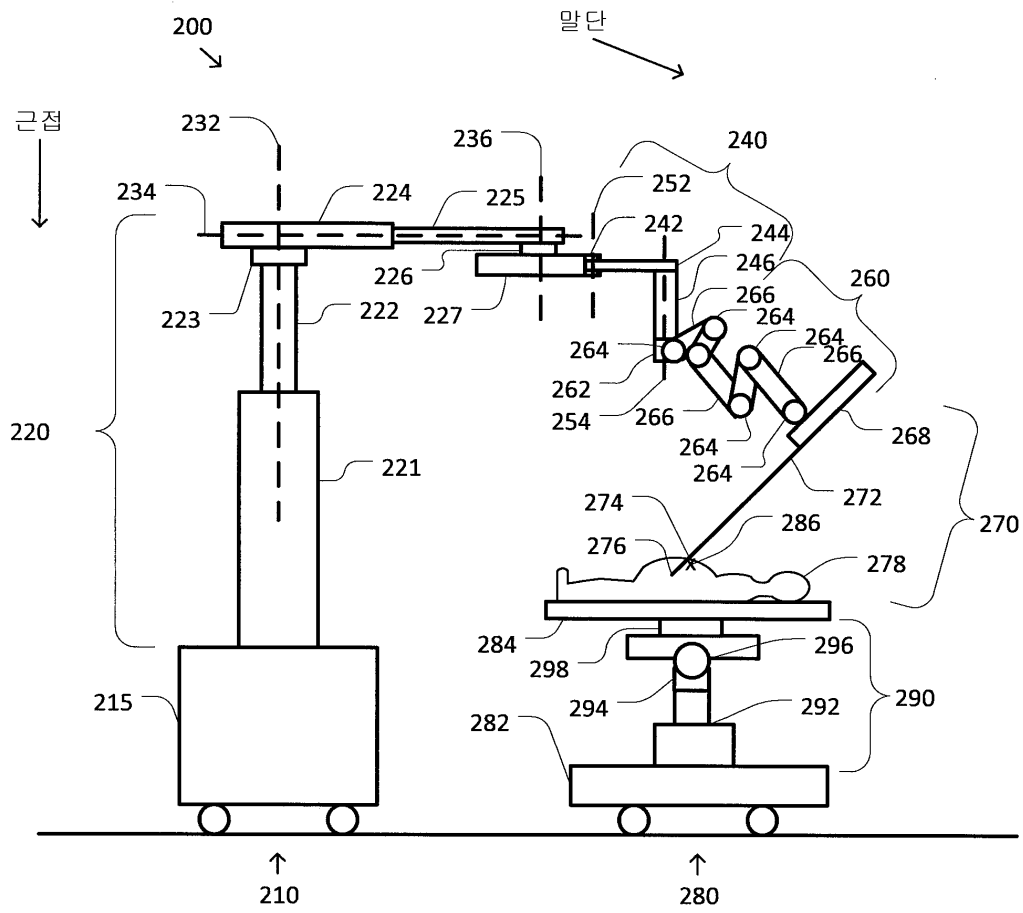
[0086] 실시예가 도시되고 설명되어 있지만, 광범위한 수정, 변경 및 대안이 본원에 가능하고 일부 예에서, 이러한 실시예의 일부 특징은 다른 특징의 상응하는 사용 없이 채용될 수 있다. 당업자는 많은 변형, 대안 및 수정을 인식할 것이다. 따라서, 본 발명의 범위는 다음의 청구범위에 의해서만 제한되어야 하고, 청구범위는 넓게 그리고 여기에 개시된 실시예의 범위와 일치하는 방식으로 해석되는 것이 적절하다.

도면

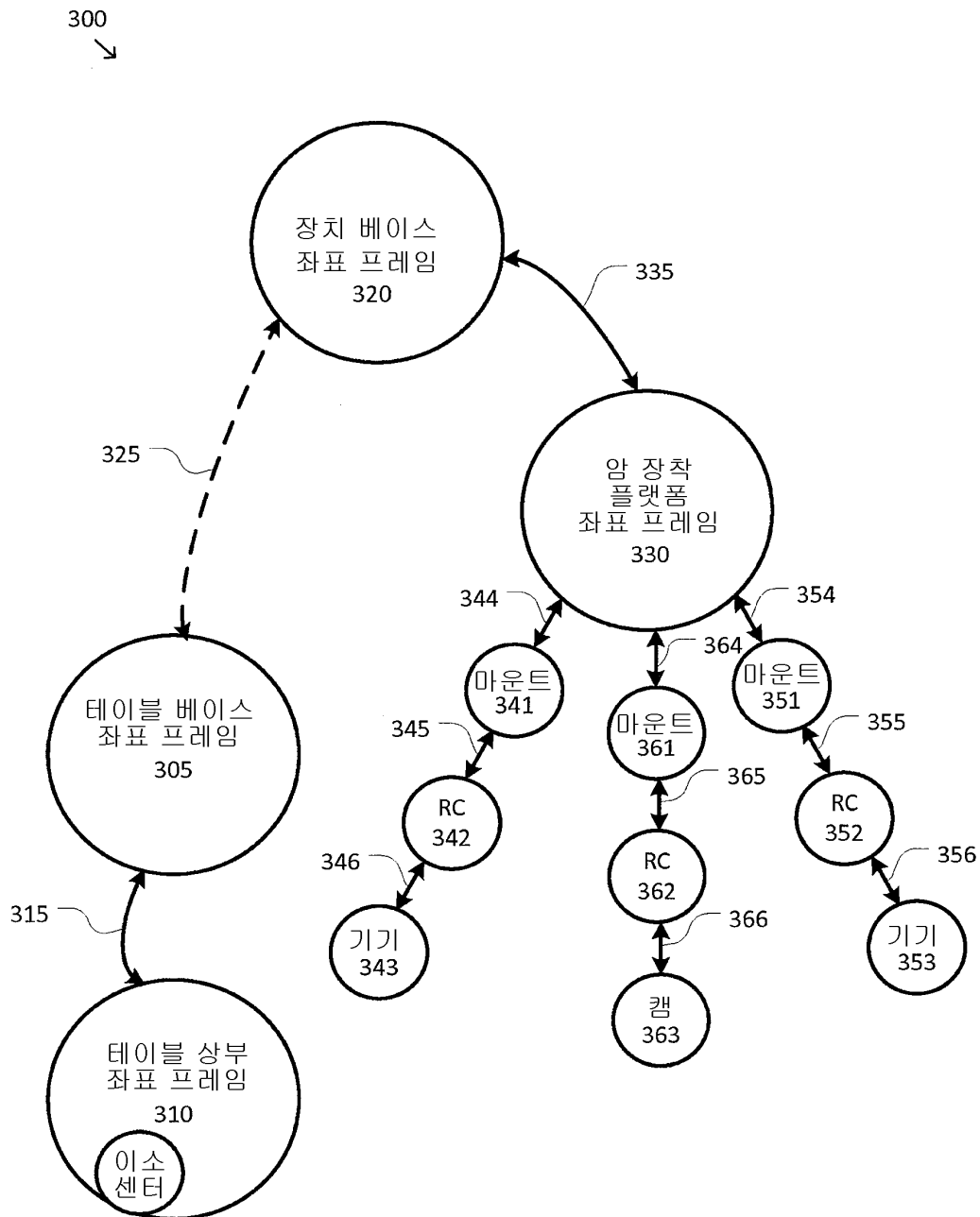
도면1



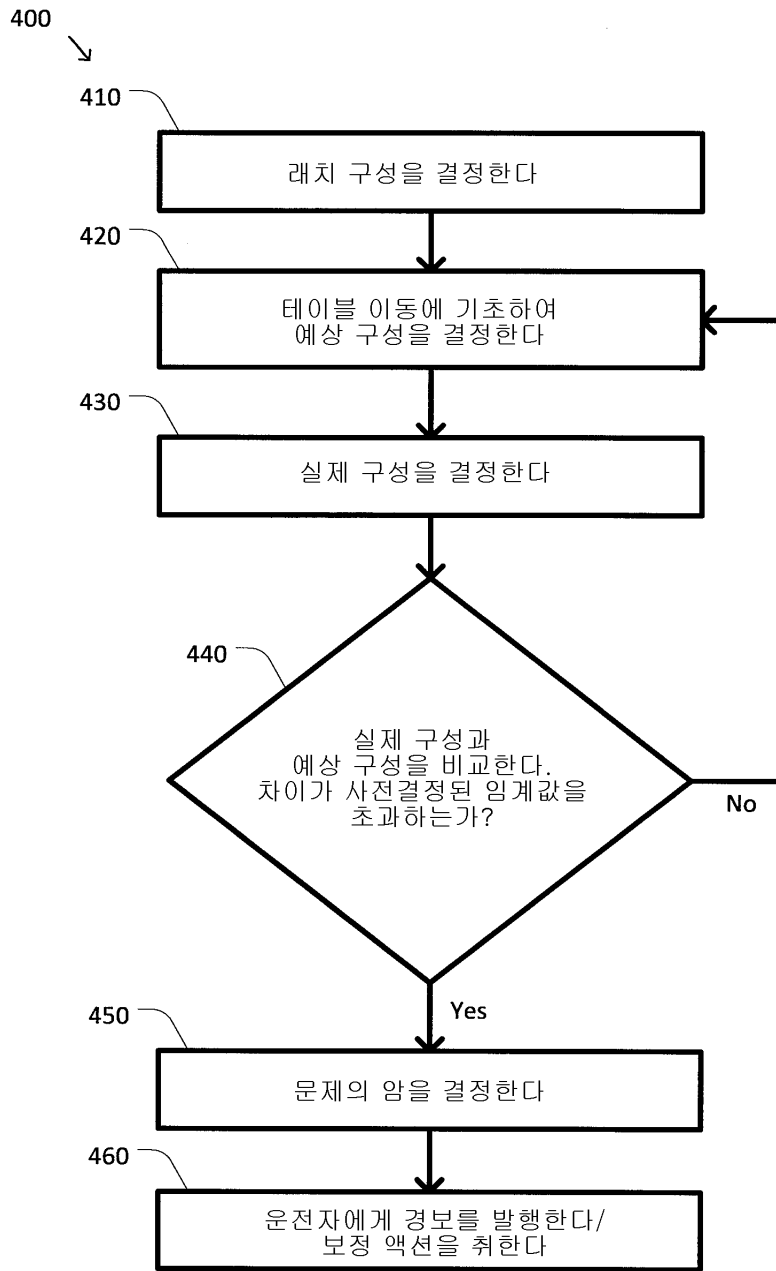
도면2



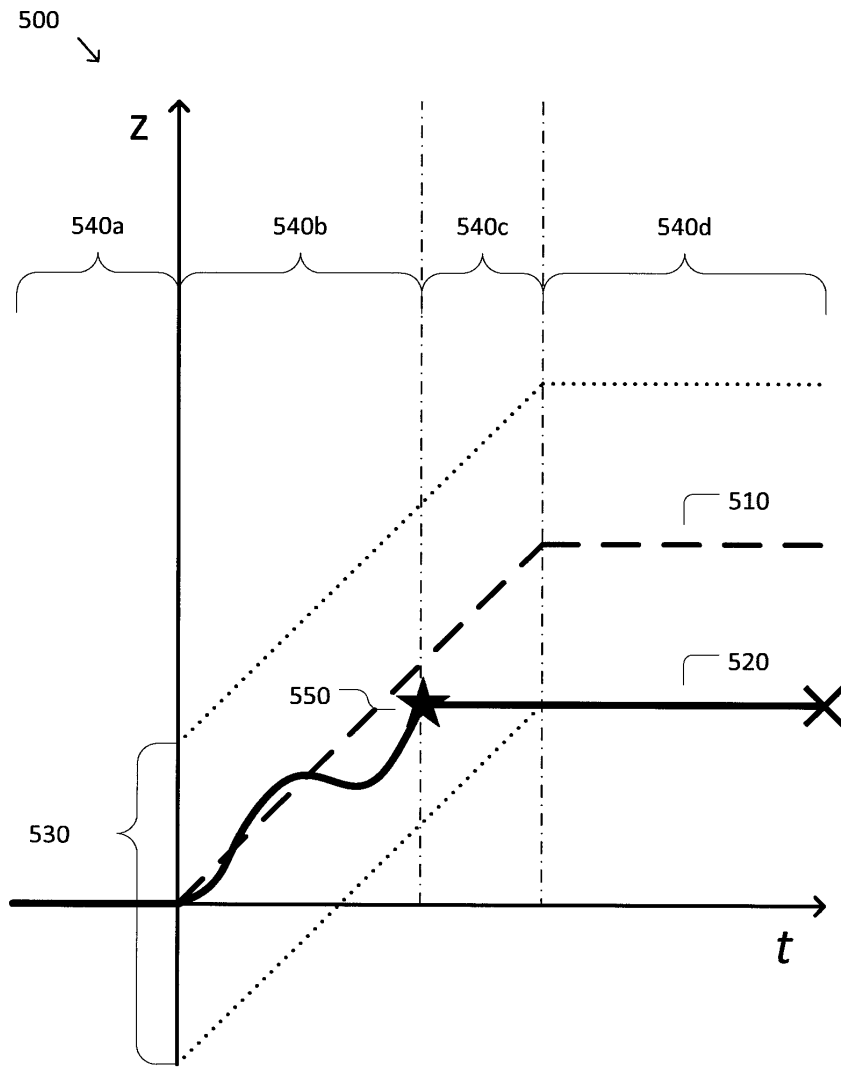
도면3



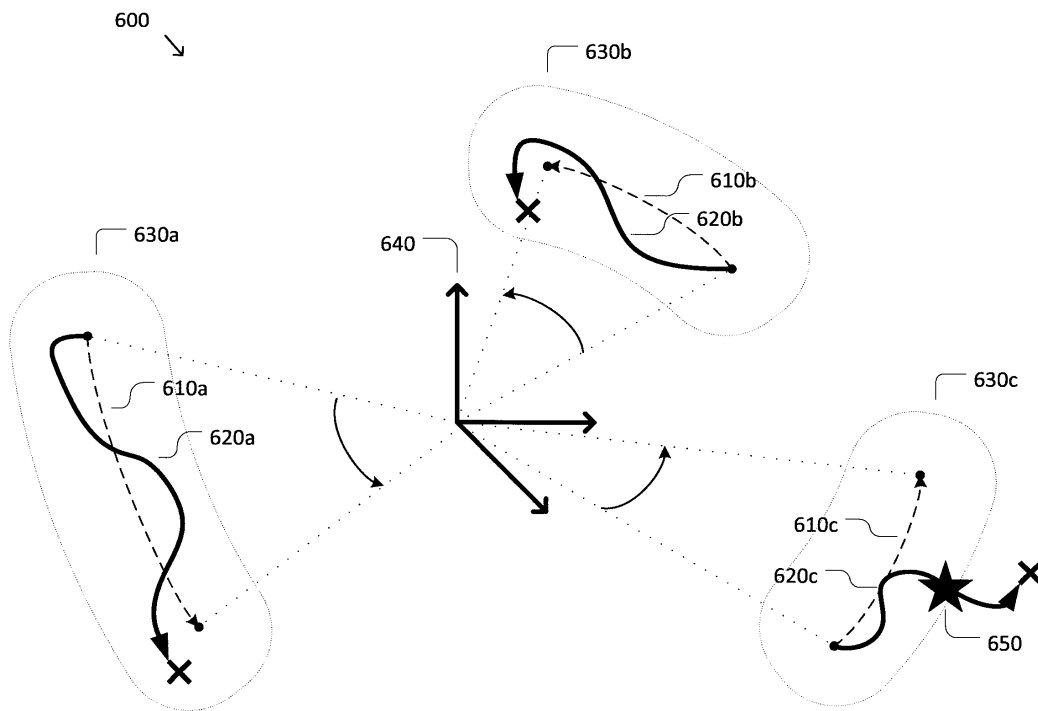
도면4



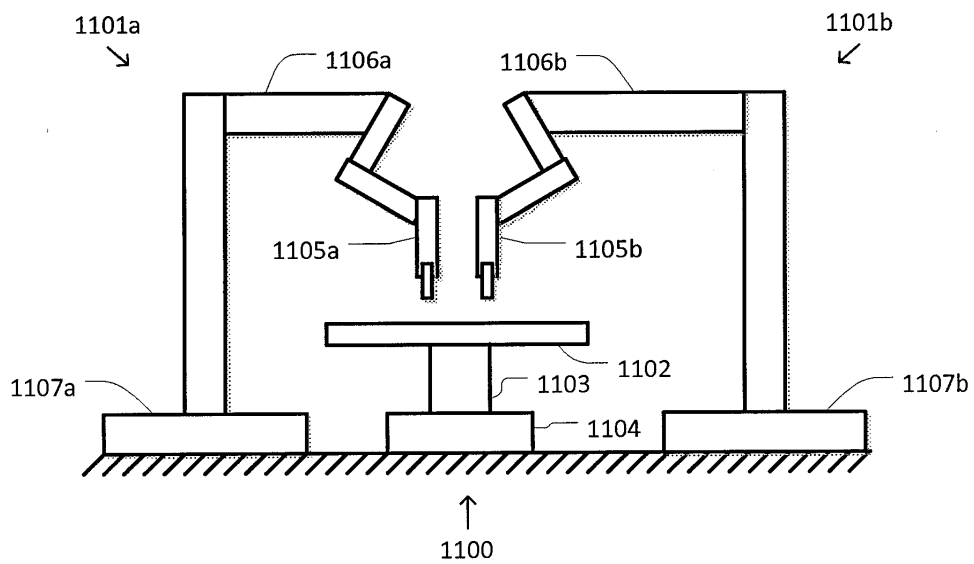
도면5



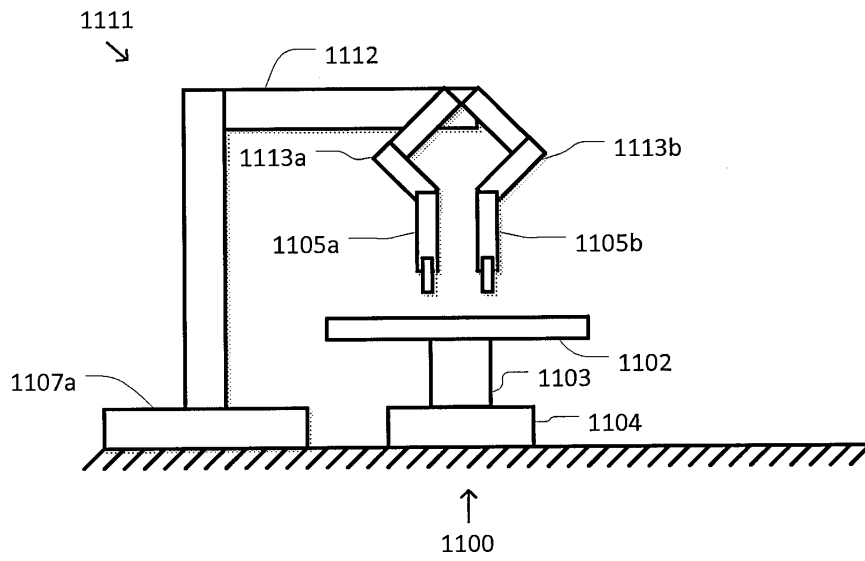
도면6



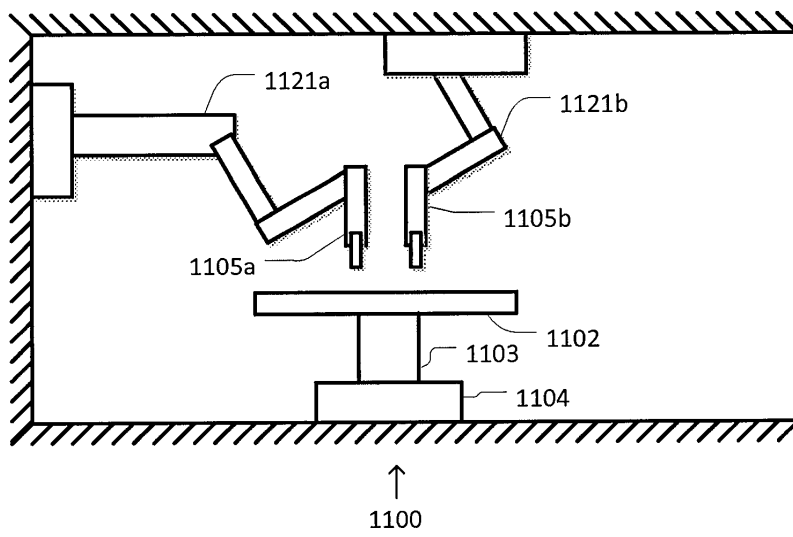
도면7a



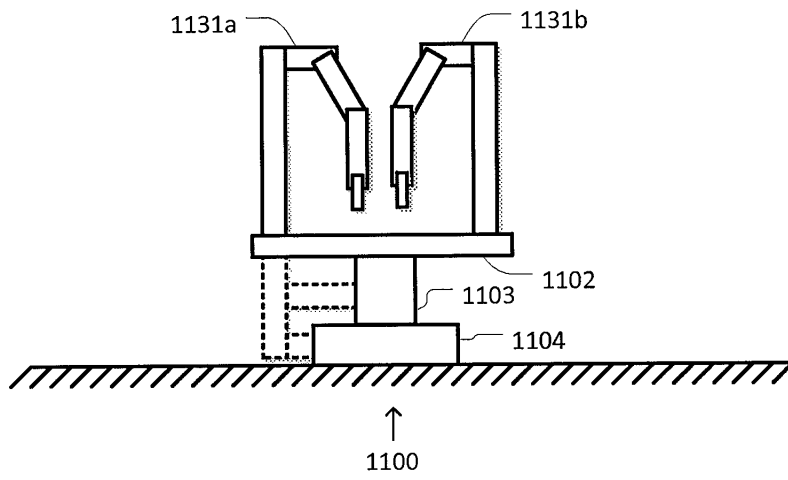
도면7b



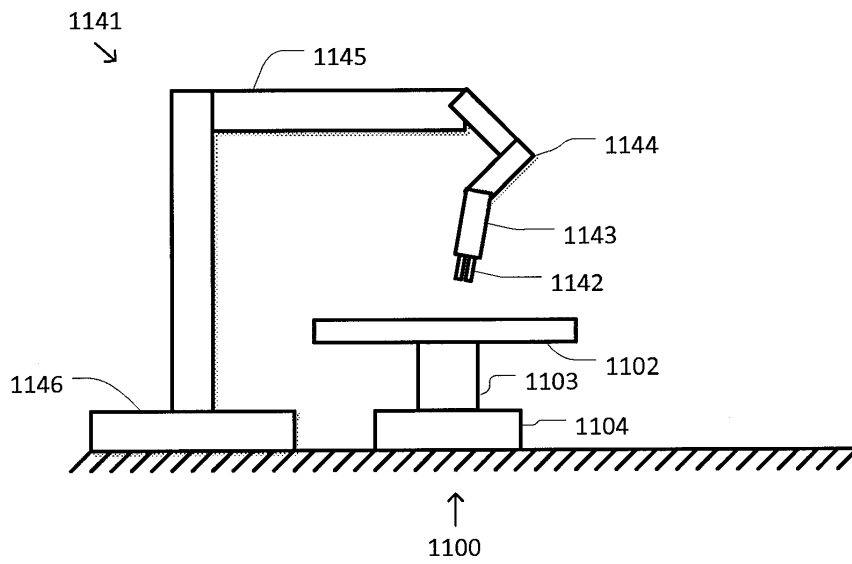
도면7c



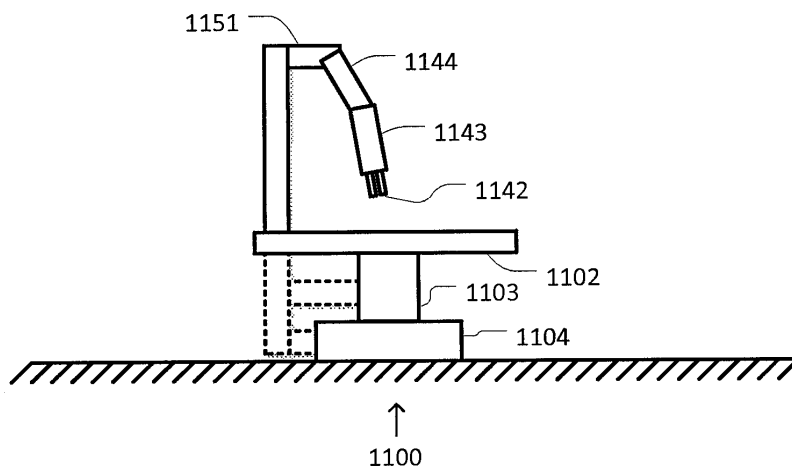
도면7d



도면7e



도면7f



도면7g

