



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년07월08일

(11) 등록번호 10-2274277

(24) 등록일자 2021년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

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

A61B 34/10 (2016.01) A61B 90/00 (2016.01)

G16H 40/40 (2018.01)

(52) CPC특허분류

A61B 34/20 (2016.02)

A61B 90/37 (2016.02)

(21) 출원번호 10-2020-7010177(분할)

(22) 출원일자(국제) 2014년03월11일

심사청구일자 2020년04월28일

(85) 번역문제출일자 2020년04월08일

(65) 공개번호 10-2020-0040315

(43) 공개일자 2020년04월17일

(62) 원출원 특허 10-2015-7019405

원출원일자(국제) 2014년03월11일

심사청구일자 2019년03월06일

(86) 국제출원번호 PCT/US2014/023154

(87) 국제공개번호 WO 2014/159350

국제공개일자 2014년10월02일

(30) 우선권주장

61/779,725 2013년03월13일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020120041455 A*

EP01571581 A1

US20050096535 A1

US20070073136 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

스트리커 코퍼레이션

미국 미시간주 49002 칼라마주 에어뷰 불러바드 2825

(72) 발명자

모크테수마 데 라 바레라, 조세, 루이스

독일, 프라이부르크 79104, 보더레 포세 11

마라코우스키, 도날드, 더블유.

미국, 미시간 49087, 스쿨크래프트, 프레리 론데 16055

(74) 대리인

박경재

전체 청구항 수 : 총 25 항

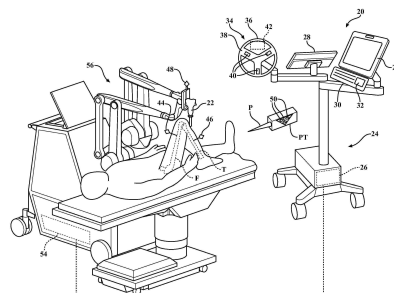
심사관 : 도민환

(54) 발명의 명칭 수술 절차들을 위한 준비시 수술실에 대상들을 배치하는 시스템

(57) 요약

수술 절차를 위한 준비시 수술실에 대상들을 배치하기 위한 시스템들 및 방법들. 대상들은 안내 스테이션에 제공된 수술 절차 정보에 기초하여 배치된다. 수술 절차 정보는 대상들의 원하는 위치 지정을 표시한다. 대상들의 위치 지정은 하나 이상의 추적 요소들을 이용하여 원하는 위치 지정에 따라 안내된다.

대표도



(52) CPC특허분류

G16H 40/40 (2018.01)

A61B 2034/105 (2016.02)

A61B 2034/107 (2016.02)

A61B 2034/2055 (2016.02)

A61B 2034/252 (2016.02)

명세서

청구범위

청구항 1

수술실에 배치된 안내 스테이션, 로컬라이저 및 디스플레이를 이용하여 상기 수술실에 로봇형 시스템의 모바일 카트를 배치하는 방법으로서, 상기 방법은,

상기 안내 스테이션이 상기 안내 스테이션에게 제공된 수술 절차 정보에 기반하여 상기 수술실 내 상기 로봇형 시스템의 상기 모바일 카트의 원하는 위치 지정을 결정하는 단계-상기 로봇형 시스템은 상기 모바일 카트의 현재의 위치 지정을 결정하기 위하여 상기 로컬라이저와 함께 동작하는 추적 디바이스를 가짐-; 및

상기 안내 스테이션이 상기 디스플레이 상에 상기 모바일 카트의 상기 현재의 위치 지정 및 상기 원하는 위치 지정의 시각적 표현들을 디스플레이함으로써 사용자에게 상기 수술실 내 상기 모바일 카트의 수동 위치 지정을 안내하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 안내 스테이션에게 제공된 상기 수술 절차 정보는 치료될 뼈의 식별 정보 및 상기 뼈에 부착될 원하는 임플란트의 식별 정보를 포함하는

방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 안내 스테이션이 상기 수술실 내 다른 대상들의 위치 지정을 안내하기 위하여 상기 디스플레이 상에 원하는 수술실 레이아웃을 디스플레이하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 안내 스테이션이 상기 수술실 내 카메라의 위치 지정을 안내하기 위하여 상기 안내 스테이션의 상기 카메라의 위치 지정에 대한 지령들을 상기 디스플레이 상에 디스플레이하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 안내 스테이션이 상기 수술실 내 환자의 위치 지정을 안내하기 위하여 상기 디스플레이 상에 상기 환자의 위치 지정에 대한 지령들을 디스플레이하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 모바일 카트의 이동을 추적하기 위하여 상기 추적 디바이스는 상기 모바일 카트에 연결되는

방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 모바일 카트의 상기 원하는 위치 지정은 상기 모바일 카트의 위에서 본 시각적 예시를 포함하는

방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 모바일 카트가 상기 원하는 위치 지정에 도달하는 경우 상기 안내 스테이션이 시각적 효과를 생성하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 안내 스테이션이 제 1 뼈와 관련된 제 1 추적 디바이스의 위치 지정을 안내하는 단계; 및

상기 안내 스테이션이 제 2 뼈와 관련된 제 2 추적 디바이스의 위치 지정을 안내하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 안내 스테이션이 상기 제 1 및 제 2 뼈들 상의 상기 제 1 및 제 2 추적 디바이스들의 원하는 위치 지정들과 조합하여 상기 제 1 및 제 2 뼈들의 표현들을 상기 디스플레이 상에 디스플레이하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 사용자에게 상기 수술실 내 상기 모바일 카트의 수동 위치 지정을 안내하는 단계는, 상기 안내 스테이션이 상기 사용자에게 상기 수술실 내에서 상기 모바일 카트를 이동시키는 방향에 관해 안내하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 수술 절차 정보는 환자 정보를 포함하는 방법.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 수술 절차 정보는 의사 선호도들을 포함하는 방법.

청구항 16

수술 절차 정보에 따라 수술실에 로봇형 시스템의 모바일 카트를 배치하기 위한 시스템으로서, 상기 로봇형 시스템은 추적 디바이스를 구비하고, 상기 시스템은,

상기 모바일 카트의 현재의 위치 지정을 결정하기 위하여 상기 로봇형 시스템의 상기 추적 디바이스를 추적하도록 구성된 로컬라이저;

상기 로컬라이저에 연결되는 안내 스테이션-상기 안내 스테이션은 상기 안내 스테이션에게 제공된 수술 절차 정보에 기반하여 상기 수술실 내 상기 로봇형 시스템의 상기 모바일 카트의 원하는 위치 지정을 결정하도록 구성됨; 및

사용자에게 상기 수술실 내 상기 모바일 카트의 수동 위치 지정을 안내하기 위하여, 상기 모바일 카트의 상기 현재의 위치 지정 및 상기 원하는 위치 지정의 시각적 표현들을 디스플레이하도록 구성된 디스플레이를 포함하는 시스템.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 디스플레이는 상기 안내 스테이션의 디스플레이인 시스템.

청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 로봇형 시스템의 상기 원하는 위치 지정은 상기 로봇형 시스템의 위에서 본 시각적 예시를 포함하는

시스템.

청구항 19

제 16 항에 있어서,

상기 안내 스테이션은 상기 로봇형 시스템이 상기 원하는 위치 지정에 도달하는 경우 시각적 효과를 생성하는 시스템.

청구항 20

제 16 항에 있어서,

상기 로봇형 시스템은 로봇형 수술 절개 시스템이며 환자의 해부학적 구조로부터 물질을 절개하도록 구성되는 시스템.

청구항 21

제 16 항에 있어서,

상기 수술 절차 정보는 치료될 뼈의 식별 정보 및 상기 뼈에 부착될 원하는 임플란트의 식별 정보를 포함하는 시스템.

청구항 22

제 16 항에 있어서,

상기 로봇형 시스템은 상기 안내 스테이션과 통신 가능한 시스템.

청구항 23

제 16 항에 있어서,

상기 모바일 카트의 이동을 추적하기 위하여 상기 추적 디바이스는 상기 모바일 카트에 연결되는 시스템.

청구항 24

제 16 항에 있어서,

상기 사용자에게 상기 수술실 내 상기 모바일 카트의 수동 위치 지정을 안내하는 것은, 상기 사용자에게 상기 수술실 내에서 상기 모바일 카트를 이동시키는 방향에 관해 안내하는 것을 포함하는 시스템.

청구항 25

제 16 항에 있어서,
상기 수술 절차 정보는 환자 정보를 포함하는
시스템.

청구항 26

제 16 항에 있어서,
상기 수술 절차 정보는 의사 선호도들을 포함하는
시스템.

청구항 27

제 16 항에 있어서,
상기 수술실 내 상기 모바일 카트의 위치 지정을 안내하기 위하여 상기 디스플레이는 원하는 수술실 레이아웃을
더 디스플레이하도록 구성된
시스템.

청구항 28

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은, 전체 내용이 본 명세서에 참고용으로 병합되는, 2013년 3월 13일에 출원된 미국 가특허 출원 61/779,725의 우선권 및 이익을 주장한다.

[0002] 본 발명은 일반적으로 수술 절차를 위한 준비시 수술실에서 대상들을 배치하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 수술 절차를 시작하기 전에, 많은 대상들은 수술실에 적절히 배치될 필요가 있다. 그러한 대상들은 기기, 환자, 수술 요원, 기구들 등을 포함한다. 절차가 시작하기 전에, 수술실에서의 이들 대상들의 적절한 배치는, 수술 절차가 불필요한 지연 없이 진행하는 것을 보장하는데 도움을 준다. 전형적으로, 대상들은 수술실 레이아웃들(layouts)을 포함할 수 있는 기록된 프로토콜들과, 수행되는 특정 절차와 연관된 기록된 지령들에 따라 배치된다.

[0004] 몇몇 수술 절차들에서, 감지 디바이스들(예를 들어, 추적 카메라들, 자기장 센서들 등) 및 추적 디바이스들과 같은 항해 기기는 절차가 시작하기 전에 배치를 요구한다. 항해 시스템들은, 사용자가 대상들을 위치시키는데 보조하기 위해 그러한 항해 기기를 이용한다. 예를 들어, 항해 시스템들은 환자의 해부학적 구조에 관련된 수술용 기구들을 정확히 위치시키는데 있어서 의사들을 보조한다. 항해 시스템들이 사용되는 수술들은 신경 외과 및 정형 외과 수술을 포함한다. 일반적으로, 기구 및 해부학적 구조는 디스플레이 상에 보이는 상대 이동과 함께 추적된다.

[0005] 항해 시스템들은 대상들의 위치 및/또는 방향을 추적하기 위해 광 신호, 음파, 자기장, RF 신호 등을 이용할 수 있다. 추적 디바이스들은 추적되는 대상들에 부착된다. 감지 디바이스들을 포함하는 로컬라이저(localizer)는 추적 디바이스들의 위치를 결정하고, 궁극적으로 대상들의 위치 및/또는 방향을 결정하기 위해 추적 디바이스들과 협력한다. 항해 시스템은 추적 디바이스들을 통해 대상들의 이동을 모니터링한다.

[0006] 많은 항해 시스템들은 추적 디바이스들과 감지 디바이스들 사이에 방해받지 않는 조준선(line-of-sight)에 의존

한다. 조준선이 방해될 때, 추적 디바이스들로부터 전송된 신호는 감지 디바이스들에 의해 수신되지 않는다. 그 결과, 에러들이 발생할 수 있다. 일반적으로, 이러한 상황에서, 항해는 중지되고, 에러 메시지들은 조준선이 복귀되거나 시스템이 리셋될 때까지 사용자에게 전달된다. 이것은 수술 절차들에 대해 지연들을 야기시킬 수 있다. 감지 자기장에 의존하는 것들과 같은 다른 유형들의 항해 시스템들에서, 에러들은 또한 추적 및/또는 감지 디바이스들의 위치 지정(placement)에 대해 발생할 수 있다. 예를 들어, 자기장에서의 금속은 추적되는 대상들의 위치 및/또는 방향을 결정하는데 있어서 부정확함을 야기시킬 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 그 결과, 가능한 에러들을 감소시키는데 도움을 주기 위해 추적 디바이스들 및/또는 감지 디바이스들을 배치하는데 보조하기 위한 시스템들 및 방법들이 종래 기술에 필요하다. 또한 수행될 특정 절차에 기초하여 수술실에 다른 대상들을 배치하기 위해 그러한 시스템들 및 방법들을 이용하는 것이 종래 기술에 필요하다.

과제의 해결 수단

[0008] 일실시예에서, 수술 절차를 위한 준비시 수술실에 복수의 대상들을 배치하기 위한 시스템이 제공된다. 시스템은 디스플레이 및 제어 유닛을 갖는 안내 스테이션(guidance station)을 포함한다. 안내 스테이션과 통신할 수 있는 추적 요소는, 제 1 대상이 추적될 수 있도록 복수의 대상들 중 제 1 대상과 연관된다. 안내 스테이션의 제어 유닛은 절차 정보에 기초하여 복수의 대상들의 원하는 위치 지정을 결정한다. 제어 유닛은 이 후 원하는 위치 지정에 따라 복수의 대상들의 위치 지정을 안내한다.

[0009] 다른 실시예에서, 디스플레이를 갖는 안내 스테이션을 이용하여 수술실에 복수의 대상들을 배치하기 위한 방법이 제공된다. 방법은 수술 절차 정보를 안내 스테이션에 제공하는 단계를 포함한다. 방법은 절차 정보에 기초하여 복수의 대상들의 원하는 위치 지정을 결정하는 단계를 더 포함하며, 여기서 복수의 대상들 중 적어도 하나는 안내 스테이션과 통신할 수 있는 추적 요소를 포함한다. 복수의 대상들의 위치 지정은 원하는 위치 지정에 따라 안내된다.

발명의 효과

[0010] 이들 실시예들의 하나의 장점은, 대상들이 그러한 특정 절차를 위해 원하는 장소들에 위치되도록 효과적인 방식으로 그리고 수행될 특정 절차에 기초하여 수술실에 대상들을 배치하는 것을 용이하게 하는 것이다.

[0011] 본 발명의 장점들은 첨부도들과 연계하여 고려될 때 다음의 상세한 설명을 참조하여 더 잘 이해될 때 쉽게 인식될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 로봇형 조절기와 연계하여 사용되는 안내 스테이션의 사시도.
 도 2는 안내 스테이션, 추적 디바이스들, 및 가공 스테이션의 개략도.
 도 3은 사전 동작 계획을 생성하고 사전 동작 계획을 시스템에 로딩하기 위해 수행된 단계들의 흐름도.
 도 4는 안내 스테이션에 의해 수행된 단계들의 흐름도.
 도 5는 수술실에 대상들을 배치하는데 보조하기 위해 안내 스테이션에 의해 수행된 단계들의 흐름도.
 도 5a는 카메라 유닛의 위치 지정에 대한 지령들을 제공하는 OR 설정 소프트웨어 모듈로부터의 스크린 샷을 도시한 도면.
 도 5b는 카메라 유닛의 위치 지정에 대한 지령들을 제공하는 OR 설정 소프트웨어 모듈로부터의 대안적인 스크린 샷을 도시한 도면.
 도 5c는 환자의 위치 지정에 대한 지령들을 제공하는 OR 설정 소프트웨어 모듈로부터의 스크린 샷을 도시한 도면.
 도 5d는 추적기들의 위치 지정에 대한 지령들을 제공하는 OR 설정 소프트웨어 모듈로부터의 스크린 샷을 도시한 도면.

도 5e는 추적기들의 위치 지정에 대한 지령들을 제공하는 OR 설정 소프트웨어 모듈로부터의 대안적인 스크린 샷을 도시한 도면.

도 6은 샘플 우측 수술실 레이아웃을 위에서 본 도면.

도 7은 샘플 좌측 수술실 레이아웃을 위에서 본 도면.

도 8은 환자에 대해 추적기들을 위치시키도록 수행된 단계들의 흐름도.

도 9는 가공 스테이션을 위치시키도록 수행된 단계들의 흐름도.

도 9a는 가공 스테이션의 위치 지정에 대한 지령들을 제공하는 OR 설정 소프트웨어 모듈로부터의 스크린 샷을 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 수술실에 대상들을 배치하기 위한 시스템들 및 방법들이 개시된다. 도 1 및 도 2를 참조하면, 일실시예에서, 시스템은 안내 스테이션(20)과, 다양한 대상들과 연관된 추적 요소들을 포함한다. 추적 요소들은 대상들을 추적하기 위해 안내 스테이션(20)과 통신할 수 있다. 절차 정보는 안내 스테이션(20)에 제공된다. 절차 정보는 사전 동작 수술 계획으로부터 나올 수 있고 및/또는 수술 중에 제공될 수 있다. 절차 정보(예를 들어, 치료되는 해부학적 구조의 식별, 절차의 유형 - 고관절 전치환술 수술 또는 총 또는 부분 슬관절 치환술 수술, 임플란트 유형들/크기들, 환자 정보, 의사 선호도들 등)에 기초하여, 안내 스테이션(20)은 대상들의 원하는 위치 지정을 결정하는 단계와, 원하는 위치 지정에 따라 대상들을 위치시키기 위해 수술 요원을 안내하는 단계를 수행한다. 이러한 시스템 및 방법의 한 가지 장점은 수술실에서 설정 시간을 감소시키고, 수술들의 효율을 개선시키는 것이다.
- [0014] 도 1에서, 안내 스테이션(20)은 의료 설비의 수술실에 도시된다. 안내 스테이션(20)은 수술실에서 다양한 대상들의 이동을 추적하도록 설정된다. 그러한 대상들은 예를 들어, 수술 기구(22), 대퇴부(F), 및 경골(F)을 포함한다. 안내 스테이션(20)은 의사에 대한 상대 위치들 및 방향들을 디스플레이하기 위해, 그리고 몇몇 경우들에서, 미리 한정된 경로 또는 해부학적 경계에 대한 수술 기구(22)의 이동을 제어하거나 구속하기 위해, 이들 대상들을 추적한다. 안내 스테이션(20)은 또한 아래에 추가로 논의되는 바와 같이, 수술 절차의 시작 이전에 및/또는 수술 중에 수술실에 이들 대상들 및 다른 대상들을 배치하는데 보조한다.
- [0015] 안내 스테이션(20)은 향해 컴퓨터(26), 또는 다른 유형의 제어 유닛을 수용하는 컴퓨터 카트 조립체(24)를 포함한다. 향해 인터페이스는 향해 컴퓨터(26)와 동작가능하게 통신 상태에 있다. 향해 인터페이스는 살균장의 외부에 위치되도록 적응된 제 1 디스플레이(28)와, 살균장 내부에 위치되도록 적응된 제 2 디스플레이(29)를 포함한다. 디스플레이들(28, 29)은 컴퓨터 카트 조립체(24)에 조정가능하게 장착된다. 키보드 및 마우스와 같은 제 1 및 제 2 입력 디바이스들(30, 32)은 정보를 향해 컴퓨터(26)에 입력하는데 사용될 수 있거나, 그렇지 않으면 향해 컴퓨터(26)의 특정한 양상들을 선택/제어하는데 사용될 수 있다. 터치 스크린(미도시) 또는 음성-작업을 포함하는 다른 입력 디바이스들이 구상된다.
- [0016] 로컬라이저(34)는 향해 컴퓨터(26)와 통신한다. 도시된 실시예에서, 로컬라이저(34)는 광학 로컬라이저이고, 카메라 유닛(36)(또한 감지 디바이스로 언급됨)을 포함한다. 카메라 유닛(36)은 하나 이상의 광학 위치 센서들(40)을 수용하는 외부 케이스(casing)(38)를 갖는다. 몇몇 실시예들에서, 적어도 2개의 광학 센서들(40), 바람직하게 3개 이상의 광학 센서들이 이용된다. 광학 센서들(40)은 3개의 개별적인 전하-결합 디바이스들(CCD)일 수 있다. 일실시예에서, 3개의 1차원 CCD가 이용된다. 다른 실시예들에서, 각각 개별적인 CCD, 또는 2개 이상의 CCD들을 갖는 개별적인 카메라 유닛들이 또한 수술실 주위에 배치될 수 있다는 것이 인식되어야 한다. CCD들은 적외선(IR) 신호를 검출한다.
- [0017] 카메라 유닛(36)은, 이상적으로 장애물들이 없는 아래에 논의되는 추적기들의 시야를 갖는 광학 센서들(40)을 위치시키기 위해 조정가능한 아암 상에 장착된다. 조정가능한 아암은 적어도 하나의 자유도, 그리고 몇몇 실시예들에서, 2 이상의 자유도로 카메라 유닛(36)의 조정을 허용한다.
- [0018] 카메라 유닛(36)은 광학 센서들(40)로부터 신호를 수신하기 위해 광학 센서들(40)과 통신하는 카메라 제어기(42)를 포함한다. 카메라 제어기(42)는 유선 또는 무선 연결부(미도시)를 통해 향해 컴퓨터(26)와 통신한다. 하나의 그러한 연결부는 IEEE 1394 인터페이스일 수 있고, 이것은 고속 통신 및 비동기 실시간 데이터 전달을 위한 직렬 버스 인터페이스 표준이다. 연결부는 또한 회사 특정 프로토콜을 이용할 수 있다. 다른 실시예들에서, 광학 센서들(40)은 향해 컴퓨터(26)와 직접 통신한다.

- [0019] 위치 및 방향 신호 및/또는 데이터는 대상들을 추적하기 위해 향해 컴퓨터(26)에 전송된다. 디스플레이들(28, 29) 및 카메라 유닛(36)은 본 명세서에 참고용으로 병합된 "수술 시스템(Surgery System)"이라는 명칭으로 2010년 5월 25일에 특허 허여된 Malackowski 등의 미국 특허 번호 7,725,162에 기재된 것들과 같을 수 있다.
- [0020] 향해 컴퓨터(26)는 개인용 컴퓨터 또는 랩탑 컴퓨터일 수 있다. 향해 컴퓨터(26)는 디스플레이들(28, 29), 중앙 처리 유닛(CPU) 및/또는 다른 프로세스들, 메모리(미도시), 및 저장부(미도시)를 갖는다. 향해 컴퓨터(26)는 아래에 기재되는 소프트웨어를 통해 로딩된다. 소프트웨어는 카메라 유닛(36)으로부터 수신된 신호/데이터를 추적되는 대상들의 위치 및 방향을 나타내는 데이터로 변환한다.
- [0021] 향해 시스템(20)은 또한 본 명세서에서 추적기들로 언급되는 복수의 추적 디바이스들(44, 46, 48)과 통신한다. 예시된 실시예에서, 하나의 추적기(44)는 환자의 대퇴부(F)에 단단히 부착되고, 다른 추적기(46)는 환자의 경골(T)에 단단히 부착된다. 추적기들(44, 46)은 뼈의 섹션들에 단단히 부착된다. 추적기들(44, 46)은 본 명세서에 참고용으로 병합되는 미국 특허 번호 7,725,162에 도시된 방식으로 대퇴부(F) 및 경골(T)에 부착될 수 있다. 추적기들(44, 46)은 또한 본 명세서에 참고용으로 병합되는, "Tracking Devices and Navigation Systems and Methods for Use Thereof"라는 명칭으로 2013년 1월 16일에 출원된 미국 가특허 출원 61/753,219에 도시된 것들과 같이 장착될 수 있다. 추가 실시예들에서, 추적기는 슬개골의 위치 및 방향을 추적하기 위해 슬개골(미도시)에 부착된다. 또 다른 실시예들에서, 추적기들(44, 46)은 해부학적 구조의 다른 조직 유형들 또는 부분들에 장착될 수 있다.
- [0022] 기구 추적기(48)는 수술용 기구(22)에 단단히 부착된다. 기구 추적기(48)는 제조 동안 수술용 기구(22)에 일체화될 수 있거나, 수술 절차들을 준비할 때 수술용 기구(22)에 개별적으로 장착될 수 있다. 기구 추적기(48)로 인해 추적되는 수술용 기구(22)의 작업 단부(working end)는 회전 버(bur), 전기 절제 디바이스 등일 수 있다.
- [0023] 추적기들(44, 46, 48)은 내부 배터리를 통해 전력 공급된(powered) 배터리일 수 있거나, 카메라 유닛(36)과 같이 바람직하게 외부 전력을 수용하는 향해 컴퓨터(26)를 통해 전력을 수용하도록 리드들(leads)을 가질 수 있다.
- [0024] 도시된 실시예에서, 수술용 기구(22)는 가공 스테이션(56)의 단부 이펙터이다. 그러한 장치(arrangement)는, 그 개시가 본 명세서에 참고용으로 병합되는, "Surgical Manipulator Capable of Controlling a Surgical Instrument in either a Semi-Autonomous Mode or a Manual, Boundary Constrained Mode"라는 명칭의 미국 가특허 출원 61/679,258에 도시되어 있다. 개별적인 추적기(미도시)는 카트(57)의 이동을 추적하기 위해 가공 스테이션(56)의 모바일 카트(57)에 부착될 수 있다. 대안적으로, 위치 인코더들과 같은 조인트 위치 센서들(미도시)을 통해, 안내 스테이션(20)은 기구 추적기(48)의 위치 및 방향에 기초하여, 그리고 가공 스테이션(56)에 대한 기구 추적기(48)의 단단한 연결로 인해 카트(57)의 위치를 결정할 수 있다.
- [0025] 로컬라이저(34)의 광학 센서들(40)은 추적기들(44, 46, 48)로부터 광 신호를 수신한다. 예시된 실시예에서, 추적기들(44, 46, 48)은 능동 추적기들이다. 이 실시예에서, 각 추적기(44, 46, 48)는 광 신호를 광학 센서들(40)에 전송하기 위한 적어도 3개의 능동 추적 요소들 또는 마커들을 갖는다. 능동 마커들은 예를 들어, 적외선 광과 같은 광을 투과하는 발광 다이오드 즉 LED(50)일 수 있다. 광학 센서들(40)은 바람직하게 100Hz 이상, 더 바람직하게 300Hz 이상, 가장 바람직하게 500Hz 이상의 샘플링율을 갖는다. 몇몇 실시예들에서, 광학 센서들(40)은 8000Hz의 샘플링율을 갖는다. 샘플링율은, 광학 센서들(40)이 순차적으로 발사된 LED들(50)로부터 광 신호를 수신하는 비율이다. 몇몇 실시예들에서, LED들(50)로부터의 광 신호는 각 추적기(44, 46, 48)에 대해 상이한 비율로 발사된다.
- [0026] 도 2을 참조하면, 각 LED들(50)은 데이터를 향해 컴퓨터(26)로/로부터 전송/수신하는 연관된 추적기(44, 46, 48)의 하우징(미도시)에 위치한 추적기 제어기(62)에 연결된다. 일 실시예에서, 추적기 제어기(62)는 향해 컴퓨터(26)와의 유선 연결부들을 통해 약 수 메가바이트/초로 데이터를 전송한다. 다른 실시예들에서, 무선 연결부가 사용될 수 있다. 이들 실시예들에서, 향해 컴퓨터(26)는 추적기 제어기(62)로부터 데이터를 수신하기 위해 트랜시버(미도시)를 갖는다.
- [0027] 다른 실시예들에서, 추적기들(44, 46, 48)은 카메라 유닛(36)으로부터 방출된 광을 반사하는 반사기들과 같은 수동 마커들(미도시)을 가질 수 있다. 반사된 광은 이 후 광학 센서들(40)에 의해 수신된다. 능동 및 수동 장치들이 종래 기술에 잘 알려져 있다.
- [0028] 향해 컴퓨터(26)는 향해 프로세서(52)를 포함한다. 카메라 유닛(36)은 추적기들(44, 46, 48)의 LED들(50)로부터 광 신호를 수신하고, 로컬라이저(34)에 대한 추적기들(44, 46, 48)의 LED들(50)의 위치에 관련된 신호를 프로세

서(52)로 출력한다. 수신된 광 신호에 기초하여, 항해 프로세서(52)는 로컬라이저(34)에 대한 추적기들(44, 46, 48)의 상대 위치들 및 방향들을 나타내는 데이터를 생성한다. 몇몇 실시예들에서, 추적기들(44, 46, 48)은 또한 본 명세서에 참고용으로 병합된, "Tracking Devices and Navigation Systems and Methods for Use Thereof"라는 명칭으로 2013년 1월 16일에 출원된 미국 특허 출원 61/753,219에 도시된 추적기들과 같이 자이로스코프 센서(60) 및 가속도계(70)를 포함한다.

[0029] 항해 프로세서(52)가 항해 컴퓨터(26)의 동작을 제어하기 위해 하나 이상의 프로세서들을 포함할 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 프로세서들은 임의의 유형의 마이크로프로세서 또는 다중-프로세서 시스템일 수 있다. 프로세서라는 용어는 본 발명의 범주를 단일 프로세서에 제한하도록 의도되지 않는다.

[0030] LED들(50)의 위치들과, 환자의 해부학적 구조 및 수술용 기구(22)에 관한 이전에 로딩된 데이터에 기초하여, 항해 프로세서(52)는, 작업 단부가 적용될 조직{예를 들어, 대퇴부(F) 및 경골(T)}에 대한 수술용 기구(22)의 위치 및 방향을 결정한다. 이전에 로딩된 데이터는 수술 절차 이전에 찍은 MRI 이미지들, CT 스캔들 등을 포함하는, 사전 동작 이미지들과 연관된 데이터를 포함한다. 이전에 로딩된 데이터는 또한 수술용 기구(22)의 작업 단부와 기구 추적기(48) 상의 LED들(50) 사이의 기하학적 관계를 포함한다. 등록 및 좌표 시스템 변형을 위한 잘 알려진 항해 기술들을 이용하여, 환자의 해부학적 구조와 수술용 기구(22)의 작업 단부는, 작업 단부 및 해부학적 구조가 LED들(50)을 이용하여 함께 추적될 수 있도록 로컬라이저(34)의 좌표 기준 프레임에 등록될 수 있다.

[0031] 몇몇 실시예들에서, 항해 프로세서(52)는 위치 및/또는 방향 데이터를 조절기 제어기(54)에 송출한다. 조절기 제어기(54)는 이 후, 그 개시가 본 명세서에 참고용으로 병합되는, "Surgical Manipulator Capable of Controlling a Surgical Instrument in either a Semi-Autonomous Mode or a Manual, Boundary Constrained Mode,"라는 명칭의 미국 특허 출원 61/679,258에 기재된 바와 같이 로봇형 조절기(56)를 제어하기 위해 데이터를 이용할 수 있다.

[0032] 항해 프로세서(52)는 또한 수술 부위에 대한 수술용 기구 작업 단부의 상대 위치를 표시하는 이미지 신호를 생성한다. 이들 이미지 신호는 디스플레이들(28, 29)에 적용된다. 이들 신호에 기초하여 디스플레이들(28, 29)은, 의사 및 수술 요원이 수술 부위에 대한 수술용 기구 작업 단부의 상대 위치를 볼 수 있도록 하는 이미지들을 생성한다. 전술한 바와 같이, 디스플레이들(28, 29)은 명령들의 입력을 허용하는 터치 스크린 또는 다른 입력/출력 디바이스를 포함할 수 있다.

[0033] 도 2를 참조하면, 국부화(localization) 엔진(100)은 안내 스테이션(20)의 고려된 부분일 수 있는 소프트웨어 모듈이다. 국부화 엔진(100)의 구성요소들은 항해 프로세서(52) 상에서 실행된다. 본 발명의 몇몇 버전들에서, 국부화 엔진(100)은 조절기 제어기(54) 상에서 실행될 수 있다.

[0034] 국부화 엔진(100)은 카메라 제어기(42)로부터 광학-기반의 신호를 입력으로서 수신하고, 몇몇 실시예들에서, 추적기 제어기(62)로부터 비-광학 기반의 신호를 수신한다. 이들 신호에 기초하여, 국부화 엔진(100)은 로컬라이저 좌표 시스템에서의 추적기들(44, 46, 48)의 포즈를 결정한다. 국부화 엔진(100)은 추적기들(44, 46, 48)의 포즈들을 나타내는 신호를 좌표 변형기(102)에 송출한다. 좌표 변형기(102)는 항해 프로세서(52) 상에서 실행되는 항해 시스템 소프트웨어 모듈이다. 좌표 변형기(102)는 환자의 사전 동작 이미지들과 환자 추적기들(44, 46) 사이의 관계를 한정하는 데이터를 참조한다. 좌표 변형기(102)는 또한 기구 추적기(48)에 대한 수술용 기구의 작업 단부의 포즈를 나타내는 데이터를 저장한다.

[0035] 좌표 변형기(102)는, 이 후 기구 작업 단부가 적용되는 조직(예를 들어, 뼈)에 대한 수술용 기구(22)의 작업 단부의 위치 및 방향을 나타내는 데이터를 생성한다. 이들 데이터를 나타내는 이미지 신호는 디스플레이들(28, 29)에 송출되어, 의사 및 수술 요원이 이 정보를 볼 수 있도록 한다. 데이터의 차단을 회피하기 위해, 추적기들(44, 46, 48)과 센서들(40) 사이의 조준선이 유지될 것이다. 조준선에 방해물들이 있으면, 에러들이 발생할 수 있다.

[0036] 안내 스테이션(20)은 수술 절차 동안 수술실에 사용된, 추적기들(44, 46, 48)과 같은 대상들의 사전 수술 및/또는 수술 중의 위치 지정에 보조하도록 구성된다. 안내 스테이션(20)은, 절차적 효율을 용이하게 하고, 수술 절차 동안 항해에 대한 가능한 방해물들을 감소시키기 위해 대상들의 배치에 대한 지령들을 제공한다. 안내 스테이션(20)으로부터의 지령들에 따라 배치될 수 있는 다른 대상들은 환자, 가공 스테이션(56), 수술 요원, 카메라 유닛(36), 다른 기구들, 기기, 또는 스테이션들을 등을 포함하지만, 여기에 한정되지 않을 수 있다. 안내 스테이션(20)에 의해 제공된 지령들은 수행되는 절차, 절차를 수행하는 의사의 선호도들, 임플란트 유형들/크기들, 환

자 정보, 및 다른 인자들과 같은 절차 정보에 기초할 수 있다.

- [0037] 도 3을 참조하면, 도시된 실시예에서, 안내 스테이션(20)으로부터의 지령들은 사전 동작 계획에 기초하여 제공된다. 사전 동작 계획은 단계(101)에서 생성된다. 사전 동작 계획들은 각 환자를 위한 의사들에 의해 규정되고, 수행되는 절차의 유형, 치료되는 목표 해부학적 구조, 임플란트되는 임플란트들(임의의 경우)의 유형들, 크기들, 및/또는 형태들, 의사 선호도들, 및 다른 정보를 구체적으로 기재한다.
- [0038] 사전 동작 계획의 생성은 여러 단계들을 포함한다. 먼저, 환자는 환자에 대한 적절한 치료를 결정하도록 진단된다. 다음으로, 의사는 치료를 규정한다. 도시된 실시예에서, 치료는 슬관절 전치환술이다. 의사의 규정은 환자의 뼈들의 이미징, 즉 MRI, CT 스캔 등을 이용한 대퇴부 및 경골의 이미징을 포함한다. 일단 뼈들의 이미징이 완료되면, 이미지들은 슬관절 전 임플란트(total knee implant)의 적절한 설계를 준비하거나 선택하는데 사용된다. 설계는 또한 수술 바로 전에 수술실(OR)에서 수행된 환자의 운동학적 연구에 기초할 수 있다.
- [0039] 설계는 임플란트의 유형, 임플란트의 크기/형태, 및 임플란트가 고정되는 뼈 상의 장소를 포함한다(임플란트를 수용하도록 제거될 조직을 식별하는 것을 포함함). 이 정보는 텍스트 파일, 이미지 파일, 등과 같은 컴퓨터 판독가능 포맷으로 전자 형태로 저장될 수 있다. 설계는 의사 또는 제 3자에 의해 준비되거나 선택될 수 있다. 일단 슬관절 임플란트의 설계가 결정되면, 의사는 설계를 검토하고, 수용가능한 경우, 설계를 승인하고, 수술 절차는 스케줄링(scheduled)된다. 일단 수술 절차가 스케줄링되면, 수술실은 의사를 위해 준비되고, 이것은 사전 동작 계획에 기초하여 대상들을 배치하는 것을 포함한다.
- [0040] 다른 실시예들에서, 대상들은 수술 시간에, 즉 사전 동작가능하지 않게 결정된 절차 정보에 기초하여 배치된다.
- [0041] 사전 동작 계획은 단계(103)에서 안내 스테이션(20) 상에 저장된다. 사전 동작 계획은 플래쉬 메모리 디바이스 등에 의해, 향해 컴퓨터(26)와의 유선 또는 무선 인터넷 연결을 이용하여 향해 컴퓨터(26)에 저장될 수 있다. 몇몇 경우들에서, 의사 또는 자신의 피지명인은 병원 또는 수술 센터 보안 근거리 네트워크(이더넷), 보안 USB 플래쉬 드라이브, 또는 보안 무선(WiFi) 연결을 통해 암호화된 사전 동작 계획(설계 정보를 포함)을 안내 스테이션(20)에 전달한다. 몇몇 실시예들에서, 사전 동작 계획은 안내 스테이션(20)을 이용하여 생성된다.
- [0042] 도 4를 참조하면, 일단 절차 정보(예를 들어, 사전 동작 계획으로부터의 정보)가 향해 컴퓨터(26)에 저장되면, OR 설정 모듈(109)(도 2를 참조)은 수술실에서 대상들을 설정하기 시작하는데 사용될 수 있다. OR 설정 모듈(109)은 향해 컴퓨터(26) 상에서 실행되는 소프트웨어 모듈이다. 수술 요원은 안내 스테이션(20)의 사용자 인터페이스 및 디스플레이들(28, 29)을 이용하여 OR 설정 모듈(109)을 동작시킬 수 있다. OR 설정 모듈(109)을 이용할 때, 수술 요원은 먼저 절차 정보(예를 들어, 사전 동작 계획)를 OR 설정 모듈(109)에 로딩한다. 로딩될 때, 특정 정보는 OR 설정 모듈(109)에 이용가능하게 이루어진다.
- [0043] OR 설정 모듈(109)은 단계(104)에서 절차 정보에 기초하여 대상들의 규정된 배치를 결정한다. 대상들의 규정된 배치는, OR 설정 모듈(109)에 로딩된 특정 정보를 탐색하고, 정보를 록업 테이블에 기술된 복수의 규정된 배치 중 하나에 매칭함으로써 결정될 수 있다. 록업 테이블은 향해 컴퓨터(26) 상에 저장된다. 예를 들어, 로딩된 정보는 "TOTAL KNEE-LEFT"로서 절차의 유형을 식별할 수 있다. OR 설정 모듈(109)은 "TOTAL KNEE-LEFT"와 연관된 특정 배치를 록업 테이블에서 발견함으로써 이러한 유형의 절차에 기초하여 대상들의 규정된 배치를 선택하도록 프로그래밍된다.
- [0044] 규정된 배치들은 도 6 및 도 7에 도시된 것들과 같은 위에서 본 레이아웃들을 포함한다. 이들 위에서 본 레이아웃들은 이미지 파일들 또는 다른 파일 유형들로서 향해 컴퓨터(26)에 저장될 수 있다. 대안적으로, 위에서 본 레이아웃들은 사전 동작 계획의 부분일 수 있고 및/또는 절차 정보와 함께 OR 설정 모듈(109)에 로딩될 수 있다. 상이한 레이아웃들은 상이한 절차 유형들과 연관될 수 있다. 상이한 레이아웃들은 또한 상이한 의사 선호도들과 연관될 수 있다. 예를 들어, 도 6에 도시된 레이아웃은 오른손잡이의 의사를 위한 것인 한편, 도 7에 도시된 레이아웃은 왼손잡이의 의사를 위한 것이다.
- [0045] 일단 규정된 배치가 결정되면, 안내 스테이션(20)은 단계(105)에서 이에 따라 대상들을 배치하도록 지령들을 제공한다. 그러한 지령들은 도 5에 도시된 순서로 수행될 수 있다. 이들 지령들의 다른 순서들이 또한 구상된다.
- [0046] 단계(108)에서, 안내 스테이션(20)은 OR 설정 모듈에 의해 결정된 위에서 본 레이아웃을 디스플레이한다. 위에서 본 레이아웃은 디스플레이들(28, 29) 상에 도시된다. 위에서 본 레이아웃은 안내 스테이션(20), 환자 및 수술 테이블, 가공 스테이션(56), 의사, 간호사들, 및 다른 대상들을 포함하는 대상들의 큰 위치 지정에 대한 지령들을 수술 요원에게 제공한다. 아래에 추가로 기재되는 바와 같이, 추적기들(44, 46) 및 가공 스테이션(56)의

더 정밀한 위치 지정은 또한 안내 스테이션(20)에 의해 항해적으로 안내된다.

- [0047] 이제, 위에서 본 레이아웃이 도시되고, 수술 요원은 안내 스테이션(20)을 위에서 본 레이아웃 상의 표시된 위치로 이동시킬 수 있다. 일단 적소에 있으면, 방법은 카메라 유닛(36)의 위치 지정을 지시하는 단계(110)로 이동한다. 단계(110)로의 전이는, 안내 스테이션(20)이 적소에 있도록 OR 설정 모듈(109)에게 표시하기 위해 입력 디바이스를 통해 디스플레이들(28, 29) 상에서 "OK" 또는 "DONE"을 선택하는 것과 같이 수술 요원으로부터의 입력을 요구할 수 있다.
- [0048] 카메라 유닛(36)은 적어도 1 자유도로, 그리고 몇몇 경우들에서, 2 이상의 자유도로 조정가능하다. 안내 스테이션(20)은 OR 설정 모듈(109)을 통해, 카메라 유닛(36)을 어떻게 위치시키는지 수술 요원에게 지시한다. 이러한 지령은 카메라 유닛(36)을 미리 결정된 높이 또는 지상에 대해 미리 결정된 각도로 조정하기 위해 디스플레이들(28, 29) 상에 존재하는 기록된 지령들을 포함할 수 있다. 도 5a를 참조하면, 카메라 유닛(36)의 위치 지정을 위한 지령은 카메라 유닛(36)을 위한 예시적인 설정을 보여주는 시각적 안내를 포함할 수 있다. 일단 카메라 유닛(36)이 적절히 위치되면, 단계(112)로의 전이는, 카메라 유닛(36)이 적소에 있도록 OR 설정 모듈(109)에게 표시하기 위해 입력 디바이스를 통해 디스플레이들(28, 29) 상에서 "OK" 또는 "DONE"을 선택하는 것과 같이 수술 요원으로부터의 입력을 요구할 수 있다.
- [0049] 몇몇 실시예들에서, 카메라 유닛(36)을 이동시키기 위한 아암들의 조인트들은 위치 인코더들을 가질 수 있는데, 이러한 위치 인코더들은 항해 컴퓨터(26)에 의해 판독될 수 있고, 카트 조립체(24), 지상, 조정 아암들, 및 카메라 유닛(36) 사이의 알려진 기하학적 관계들에 기초하여 지상에 대한 카메라 유닛(36)의 이동을 동적으로 추적하는데 사용될 수 있다. 이 경우에, 도 5b를 참조하여, 디스플레이들(28, 29) 상의 시각적 안내는 카메라 유닛(36)의 원하는 위치의 표현에 대한 카메라 유닛(36)의 현재 위치의 표현(은선으로 도시됨)을 보여주는 것을 포함할 수 있다. 현재 위치의 표현은, 사용자가 카메라 유닛(36)의 위치를 조정할 때 원하는 위치의 표현쪽으로 또는 이로부터 멀어지게 디스플레이들(28, 29) 상에서 동적으로 이동한다. OR 설정 모듈(109)은 도 5b에 도시된 화살표와 같이, 원하는 위치에 도달하기 위해 요구도니 이동의 방향을 보여주는 디스플레이들(28, 29)에 이미지들을 전송할 수 있다. 일단 카메라 유닛(36)의 현재 위치가 원하는 위치의 미리 한정된 허용오차 내에 있으면, OR 설정 모듈(109)은, 원하는 위치에 도달되었다는 것을 표시하고, 단계(112)로 이동한다.
- [0050] 환자는 단계(112)에서 수술 테이블 상에서 수술실로 오게 된다. 환자는 슬관절 전치환술의 경우에, 마취 상태가 되거나, 수술실에서 마취가 투여된다. 수술 스태프는 또한 다리 홀더에 해당 다리를 고정할 수 있고, 환자 및 기기를 트레이킹할 수 있다. 하나의 그러한 다리 홀더는 본 명세서에 참고용으로 병합된 미국 특허 출원 공보 2013/0019883으로서 공개된 "Multi-position Limb Holder"라는 명칭의 미국 특허 출원 13/554,010에 도시되어 있다.
- [0051] 환자의 위치 지정에 대한 지령들은 안내 스테이션(20)에 대한 수술 테이블의 위치 지정에 관해 디스플레이들(28, 29) 상의 기록된 지령들을 포함할 수 있다. 그러한 지령들은 컴퓨터 카트 조립체(24)와 수술 테이블 사이의 원하는 거리를 확립하는 것, 또는 카메라 유닛(36)에 대해 수술 테이블의 특정 측부를 정렬하는 것을 포함할 수 있다. 환자의 위치 지정에 대한 지령은 카메라 유닛(36)에 대해 환자를 위한 예시적인 설정을 보여주는 시각적 안내를 포함할 수 있다.
- [0052] 몇몇 실시예들에서, 비디오 카메라(미도시)는 카메라 유닛(36)에 부착된다. 비디오 카메라는, 카메라 유닛(36)의 시야가 비디오 카메라의 시야와 연관될 수 있도록 배향된다. 즉, 2개의 시야들이 매칭될 수 있거나, 그렇지 않으면, 대상{예를 들어, LED들(50)}이 비디오 카메라로부터 스트리밍된 비디오 이미지들에서 보여질 수 있는 경우, 대상들이 또한 카메라 유닛(36)의 시야 내에 있도록 상관될 수 있다. 비디오 카메라로부터의 비디오 이미지들은 도 5의 임의의 단계들 동안 디스플레이들(28, 29)에 스트리밍될 수 있다.
- [0053] 단계(112)에서, 디스플레이들(28, 29)이 윈도우(113)에서 비디오 카메라로부터 스트리밍된 비디오 이미지들을 갖는 윈도우(113)를 보여주지만, 디스플레이들(28, 29) 상에 제공된 지령들은 또한 윈도우(113) 내에 환자를 위치시키도록 수술 요원에게 지정하는 기록된 지령들을 포함할 수 있다. 이것은 도 5c에 도시되어 있다. 윈도우(113)는 또한 기하학적 가상 보조물들{십자선들(cross-hairs), 에지 라인들 등과 같은}을 비디오 이미지들 상에 중첩시키고 첨부 기록된 지령들을 제공함으로써 수술 테이블의 어느 특정 에지들 또는 측부들이 위치되는 지를 보여줄 수 있다. 일단 환자가 윈도우 내에 위치되고 수술 테이블이 적절히 정렬되면, 환자는 사전 동작 계획 및/또는 다른 절차 정보에 따라 위치된다. 일단 환자가 적절한 위치에 있으면, 단계(114)로의 전이는, 환자가 적소에 있도록 OR 설정 모듈(109)에게 표시하기 위해 입력 디바이스를 통해 디스플레이들(28, 29) 상에서 "OK" 또는 "DONE"을 선택하는 것과 같이 수술 요원으로부터의 입력을 요구할 수 있다.

- [0054] 추적기 위치 지정은 단계(114)에서 수행된다. 추적기들(44, 46)을 위치시키기 위해 안내 스테이션(20)에 의해 제공된 지령들의 하나의 예시적인 실시예는 도 8에 도시된다. 단계(120)에서 시작하기 위해, 대퇴부(F) 및 경골(T)의 표현들은 원하는 추적기 위치 지정 및 연관된 지령들을 통해 디스플레이들(28, 29) 상에서 보여진다. 이것의 일례는 도 5d에 도시되어 있다. 일반적인 뼈의 표현들은 예를 들어, 무릎 관절로부터의 거리, 또는 무릎 관절과 연관된 특정한 해부학적 랜드마크들(anatomical landmarks)로부터의 거리(예를 들어, 슬개골, 경골 결절 등으로부터의 거리)에 기초하여 적절한 위치 지정을 일반적으로 보여주는데 사용된다. 디스플레이들(28, 29) 상의 기록된 지령들은 해부학적 랜드마크들로부터 각 추적기들(44, 46)로의 거리(거리는 랜드마크로부터 뼈에 장착된 각 추적기(44, 46)의 베이스까지 표시될 수 있음)를 표시할 수 있다. 추적기들(44, 46)(또는 그 베이스들) 사이의 원하는 거리는 또한 디스플레이들(28, 29) 상에 수치적으로 그리고 시각적으로 도시될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 디스플레이들(28, 29) 상의 지령들은 추적기들(44, 46)을 위치시키기 전에 다리 홀더에서의 다리의 위치 지정에 대한 기록된 지령들과, 다리 홀더를 적소에 고정시키는 것에 대한 지령들을 포함한다. 하나의 그러한 다리 홀더는 본 명세서에 참고용으로 병합된 미국 특허 출원 공보 2013/0019883으로서 공개된 "Multi-position Limb Holder"라는 명칭의 미국 특허 출원 13/554,010에 도시되어 있다.
- [0055] 전술한 비디오 카메라는 종래의 기계 시각 기술을 이용하여 환자의 다리를 식별할 수 있는 능력을 가지고 안내 스테이션(20)의 기계 시각 시스템에 일체화될 수 있다. 도 5e를 참조하면, 일단 다리가 식별되고 디스플레이들(28, 29) 상의 윈도우(113)에 도시되면, 안내 스테이션(20)은 디스플레이들(28, 29) 상에서 추적기들(44, 46)의 원하는 위치들을 중첩(화살표들로 도시됨)함과 동시에, 비디오 카메라로부터 비디오 이미지들을 연속적으로 보여주는데, 이것은 추적기들(44, 46)(실제 추적기들은 도 5e에 도시되지 않음)을 위치시키는 의사 및/또는 수술 요원을 보여준다.
- [0056] 수술 요원은 단계(122)에서 추적기들(44, 46)을 위치시킨다. 이것은 뼈 핀들을 위치시키는 것과, 추적기들(44, 46)을 뼈 핀들에 부착시키는 것을 포함할 수 있거나, 이것은 본 명세서에 참고용으로 병합되는, "Tracking Devices and Navigation Systems and Methods for Use Thereof"라는 명칭으로 2013년 1월 16일에 출원된 미국 가특허 출원 61/753,219에 도시된 것과 같이, 관절로의 액세스를 얻기 위해 수동 기구들을 이용하여 무릎 관절에서의 절개부(incision)를 마킹하는 것과, 뼈 플레이트를 장착하는 것과, 추적기들(44, 46)의 추적 요소들을 뼈 플레이트에 결합하는 것을 포함할 수 있다. 일단 적소에 있으면, 카메라 유닛(36)은 추적기들(44, 46)의 LED들(50)로부터의 위치-관련 신호를 수신하기 시작하도록 작동된다.
- [0057] 단계(124)에서, 향해 컴퓨터(26)는 추적기(44) 상의 LED들(50)과 추적기(46) 상의 LED들(50) 사이의 거리를 측정한다. 이것은, 추적기들(44, 46)이 뼈들, 예를 들어 대퇴부 및 경골 상에 얼마나 떨어져 위치되는지의 기본적인 표시를 제공한다. 일 실시예에서, 가장 가까운 2개의 LED들(50) 사이의 가장 짧은 거리와, 가장 먼 2개의 LED들(50) 사이의 가장 먼 거리가 측정된다. 단계(126)에서, 이들 측정 거리들은 거리들의 미리 결정된 범위와 비교된다. 가장 짧은 및 가장 먼 측정된 거리들 모두가 범위 내에 있으면, 방법은 단계(128)로 진행한다. 만약 범위 내에 없으면, 방법은 단계(120)로 다시 돌아가고, 추적기들(44, 46)은 단계(120)에서 지령들에 따라 재위치된다. 방법이 단계(120)로 다시 돌아가면, 지령들은 추적기들(44, 46)이 함께 너무 가까이 있거나 너무 멀리 떨어진지의 여부에 대한 세부사항들 - 추적기들(44, 46)을 어디에 위치시킬 지에 대한 추가 안내를 수술 요원에게 제공 - 을 추가로 포함할 수 있다. 추적기들(44, 46)의 재위치는 뼈로부터의 베이스(또는 뼈 핀들)의 제거를 요구하지 않고도 하나 이상의 조정가능한 자유도에 관한 추적기들(44, 46)의 조정을 간단히 요구할 수 있다. 극단적인 경우들에서, 추적기들(44, 46)은 뼈로부터 완전히 제거되고 다시 장착될 필요가 있을 것이다.
- [0058] 일단 추적기들(44, 46)이 거리들의 미리 결정된 범위 내에 위치되었으면, 추적기들(44, 46)은 해부학적 구조에 등록된다. 뼈 표면들 및 기준 랜드마크들의 등록은 포인터들(P)을 이용하여 종래 기술에 잘 알려져 있으므로, 구체적으로 설명되지 않을 것이다. 등록은 사전 동작 MRI 또는 CT 이미지들이 추적기들(44, 46) 상의 LED들(50)의 위치들과 연관되도록 한다. 그 결과, 대퇴부(F) 및 경골(T)의 이동은 LED들(50)의 이동을 추적함으로써 추적될 수 있다.
- [0059] 일단 대퇴부(F) 및 경골(T)의 위치들 및 방향들이 LED들(50)에 등록되면, 향해 컴퓨터(26)는 수술 절차 동안 대퇴부 및 경골의 모든 예측된 위치들에서 휘어짐으로부터 연장으로의 운동 범위를 통해 대퇴부(F) 및 경골(T)의 이동을 시뮬레이팅할 수 있다. 예를 들어, 절차는, 무릎이 최대 휘어짐 및 연장에 위치될 것을 요구할 수 있다. 향해 프로세서(52)는, LED들(50)이 다리의 최대 휘어짐 및 연장 위치들에 위치되는 곳에서 시뮬레이팅할 수 있고, LED들(50)이 이들 모든 위치들에서 각 센서들(40)의 시야 내에 있는지의 여부를 결정할 수 있는데, 이는 센서들(40)의 시야가 또한 향해 컴퓨터(26)에 알려져 있기 때문이다. 즉, 향해 컴퓨터(26)는 절차 동안 대퇴부(F) 및 경골(T)의 이동을 시뮬레이팅할 수 있고, 임의의 LED들(50)이 임의의 센서들(40)의 시야로부터 차단될

것인지를 검출할 수 있다.

- [0060] 대안적으로, 시뮬레이션을 실행하는 것과 대조적으로, 안내 스테이션(20)이 추적기들(44, 46) 상의 LED들(50)을 추적하는 동안, 디스플레이들(28, 29) 상의 지령들은, 수술 요원이 다리 홀더에서 최대 연장 및 휘어짐을 통해 실제로 다리를 이동하는 것을 요구할 수 있다. 다리의 임의의 위치에서, 임의의 LED들(50)이 신호를 센서들(40)로 전송하는 것으로부터 차단되는 지를 결정함으로써 차단이 식별된다.
- [0061] 차단이 시뮬레이션에서 예측되거나 다리를 이동할 때 실제로 검출되면, 방법은 단계(134)로 진행한다. 단계(134)에서, 환자의 실제 뼈들의 표현들은 현재 추적기 위치 지정 및 원하는 추적기 위치 지정(도 5e와 유사하지만, 이제 항해 위치 정보를 이용하여)과 함께 디스플레이들(28, 29) 상에 보여진다. 추적기들(44, 46)을 이동시키거나 재위치시키기 위한 지령들은 또한 디스플레이들(28, 29) 상에 디스플레이된다. 몇몇 경우들에서, 재위치시키는 것은 뼈로부터 추적기들(44, 46)의 완전한 제거를 요구하지 않고도, 추적기들(44, 46)의 조정 특징들을 이용하여 추적기들(44, 46) 중 하나의 추적기의 헤드의 슬라이딩, 경사짐 또는 회전을 간단히 요구할 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에 참고용으로 병합된, "Tracking Devices and Navigation Systems and Methods for Use Thereof"라는 명칭으로 2013년 1월 16일에 출원된 미국 가특허 출원 61/753,219에 도시된 추적기들의 조정 특징들을 참조하자. 다른 경우들에서, 추적기들(44, 46) 중 하나 또는 양쪽 모두는 뼈들로부터 제거될 필요가 있다.
- [0062] 일단 재위치되면, 단계(124)에서 초기 에러 체크는 다시 수행된다. 에러가 수용가능하면, 추적기들(44, 46)은 해부학적 구조로 다시 등록되고, 나머지 단계들은 이전과 같이 계속된다. 단계(132)에서, 어떠한 차단도 예측되거나 검출되지 않으면, 방법은 단계(116)로 진행한다. 단계(116)로의 전이는, 시뮬레이션들 또는 이동들이 단계(132)에서 수행된 후에 자동으로 이루어질 수 있거나, 단계(116)로의 전이는, 환자가 적소에 있도록 OR 설정 모듈(109)에게 표시하기 위해 입력 디바이스를 통해 디스플레이들(28, 29) 상에서 "OK" 또는 "DONE"을 선택하는 것과 같이 수술 요원으로부터의 입력을 요구할 수 있다.
- [0063] 단계(114) 이전에, 추적기들(44, 46)은 본 명세서에 참고용으로 병합된, "Tracking Devices and Navigation Systems and Methods for Use Thereof"라는 명칭으로 2013년 1월 16일에 출원된 미국 가특허 출원 61/753,219에 개술된 절차에 따라 설정될 수 있고, 이것은, 추적기들(44, 46)이 단계(114)에서 위치하는 동안 재위치를 요구하지 않을 가능성을 개선할 수 있다.
- [0064] 의사는 또한 설계를 다시 검토하고, 환자와 매칭하는 지를 확인하고, 최종 승인을 제공하거나 임플란트 크기, 위치, 및/또는 방향에서 개정을 만드는 능력을 갖는다.
- [0065] 가공 스테이션(56)의 위치 지정을 위한 지령들은 단계(116)에 제공된다. 이들 지령들이 어떻게 제공되는 지에 대한 일례는 도 9에서 단계들(136 내지 142)에 도시되어 있다. 일단 카메라 유닛(36), 환자 및 추적기들(44, 46)이 적절히 위치되면, 안내 스테이션(20)은 가공 스테이션(56)을 가공될 뼈들에 대한 위치로 안내하는데 보조할 수 있다. 단계(136)에서, 가공 스테이션(56)의 원하는 위치 지정은 디스플레이들(28, 29) 상에 보여진다. 가공 스테이션(56)의 카트(57)는 또한 안내 스테이션(20)(도 1을 참조)과 통신하는 일체화된 디스플레이(59)를 갖는다. 가공 스테이션 디스플레이(59)는 가공 스테이션(56)의 원하는 위치 지정을 추가로 보여준다. 원하는 위치 지정은 도 6 및 도 7에 도시된 것과 같이 원하는 위치에서의 카트(57)의 위에서 본 시각적 예시일 수 있다.
- [0066] 카트(57)의 위치 및 방향은 기구 추적기(48)를 이용하여 안내 스테이션(20)에 의해 추적된다. 더 구체적으로, 기구 추적기(48)를 단부 이펙터에 단단히 연결하고 단부 이펙터를 가공 스테이션(56)의 아암/결합기 구조에 단단히 연결하는 것으로 인해, 안내 스테이션(20)은, (1) 개시가 본 명세서에 참고용으로 병합되는, "Surgical Manipulator Capable of Controlling a Surgical Instrument in either a Semi-Autonomous Mode or a Manual, Boundary Constrained Mode"라는 명칭의 미국 가특허 출원 61/679,258에 기재된 바와 같이, 가공 스테이션(56)에서의 관절들에 위치된 위치 인코더들에 의해 측정된 관절 각도 데이터 및/또는 운동학적 모듈에 의해 계산된 관절 각도 데이터; (2) 개시가 본 명세서에 참고용으로 병합되는, "Surgical Manipulator Capable of Controlling a Surgical Instrument in either a Semi-Autonomous Mode or a Manual, Boundary Constrained Mode"라는 명칭의 미국 가특허 출원 61/679,258에 기재된 바와 같이, 가공 스테이션(56)의 아암/결합기 구조(예를 들어, 가상 모델 데이터)에 관련된 데이터를 이용하여 기구 추적기(48)의 위치 및 방향에 기초하여 카트(57)의 위치 및 방향을 결정할 수 있다. 대안적으로, 개별적인 추적기(미도시)는 카트(57)의 위치 및 방향을 추적하기 위해 카트(57)의 가상 모델에 부착되고 이에 교정된다.
- [0067] 어느 경우에서도, 디스플레이들(28, 29, 59)은 몇몇 실시예들에서 카트(57)의 원하는 위에서 본 위치와, 카트(57)의 현재 위치를 보여준다. 디스플레이들(28, 29, 59) 상에 보여진 카트(57)의 표현들의 일례는 도 9a에 도

시된다. 도 9a에서, 하나의 시각적 표현은 원하는 위치에 보여진 카트(57)의 이미지(2-D 직사각형으로 표현됨)이다. 다른 시각적 표현은 현재 위치에 보여진 카트(57)의 이미지(2-D 직사각형으로 표현됨)이다. 현재 위치에 서의 카트(57)의 표현은, 카트(57)가 이동될 때 디스플레이들(28, 29, 59) 상에서 이동한다. 안내 스테이션(20)에 의해 제공된 추가 지령들은 원하는 위치에 도달하기 위해 카트(57)를 이동시키는 방향에 관해 수술 요원을 안내하는 화살표와 같은 기하학적 이미지들을 포함할 수 있다.

[0068] 단계(138)에서, 수술 요원은, 디스플레이들(28, 29, 59)을 시청함으로써, 그리고 실제 카트 위치의 디스플레이들(28, 29, 59) 상의 시각적 표현들이 원하는 위치의 시각적 표현으로 이동하도록 카트(57)를 이동시킴으로써 가공 스테이션(56)을 원하는 위치에 위치시킨다. 단계(140)에서, OR 설정 모듈(109)은, 카트(57)가 원하는 위치에 도달할 때까지 실제 위치와 원하는 위치 사이의 에러를 체크한다. 일단 가공 스테이션(56)의 실제 위치가 카트(57)의 원하는 위치의 시각적 표현과 정렬되는 카트(57)의 실제 위치의 시각적 표현에 의해 표시된 바와 같이, 즉 직사각형들이 정렬된 바와 같이, 원하는 위치의 미리 결정된 허용오차 내에 있으면, OR 설정 모듈(109)은, 가공 스테이션(56)이 원하는 위치에 있다는 것을 표시하고, 단계(118)로 이동한다. 디스플레이들(28, 29, 59) 상의 시각적 이미지들은, 카트(57)가 원하는 위치에 도달하였을 때 몇몇 다른 시각적 효과를 명멸하거나 제공할 수 있다.

[0069] 단계(118)에서, 안내 스테이션(20)은 환자, 가공 스테이션(56), 안내 스테이션(20) 등에 대한 적절한 위치들 상의 수술 요원에게 지시한다. 이것은 도 6 및 도 7에 도시된 것들과 같이, 위에서 본 레이아웃을 다시 디스플레이함으로써 이루어질 수 있다. 일단 수술 요원이 적소에 있고 준비되면, 절차는 시작될 수 있다 - 도 4에서 단계(106)를 참조.

[0070] 몇몇 실시예들에서, 가공 스테이션(56)은 뼈 또는 연조직과 같이 환자의 해부학적 구조로부터 물질을 절개하기 위한 로봇형 수술 절개 시스템이다. 일단 절개 시스템이 안내 스테이션(20)에 의해 적절한 위치에 있는 것으로 결정되면, 절개 시스템은 단일 구획(unicompartmental), 양쪽 구획(bicompartmental), 또는 총 무릎 임플란트들을 포함하여 힌트 및 무릎 임플란트들과 같은 수술 임플란트들에 의해 대체될 물질을 절개한다. 이들 유형들의 임플란트들의 몇몇은 그 개시가 본 명세서에 참고용으로 병합되는, "Prosthetic Implant and Method of Implantation"이라는 명칭의 미국 특허 출원 13/530,927에 도시된다. 안내 스테이션(20)은 시험용 임플란트들의 이용을 포함하여, 뼈 상에 이들 임플란트들을 위치시키고 임플란트들을 적소에 고정하기 위해 적절한 절차시 의사에게 지시한다.

[0071] 다른 시스템들에서, 기구(22)는 절개 툴을 갖는데, 절개 툴은 핸드헬드 하우징에 대해 3 자유도로 이동가능하고, 절개 지그들, 가이드 아암들 또는 다른 구속 메커니즘의 도움 없이 의사의 손으로 수동으로 위치된다. 그러한 시스템들은, 그 개시가 본 명세서에 참고용으로 병합된, "Surgical Instrument Including Housing, a Cutting Accessory that Extends from the Housing and Actuators that Establish the Position of the Cutting Accessory Relative to the Housing"이라는 명칭의 미국 특허 출원 13/600,888에 도시되어 있다.

[0072] 이들 실시예들에서, 시스템은 절개 툴을 갖는 핸드헬드 수술용 절개 기구를 포함한다. 제어 시스템은 그 개시가 본 명세서에 참고용으로 병합된, "Surgical Instrument Including Housing, a Cutting Accessory that Extends from the Housing and Actuators that Establish the Position of the Cutting Accessory Relative to the Housing"이라는 명칭의 미국 특허 출원 13/600,888에 도시된 바와 같이, 내부 액추에이터들/모터들을 이용하여 적어도 3 자유도로 절개 툴의 이동을 제어한다. 안내 시스템(20)은 제어 시스템과 통신한다. 하나의 추적기{추적기(48)와 같은}는 기구에 장착된다. 다른 추적기들(추적기들(44, 46))은 환자의 해부학적 구조에 장착된다.

[0073] 이 실시예에서, 안내 스테이션(20)은 핸드헬드 수술용 절개 기구의 제어 시스템과 통신한다. 안내 스테이션(20)은 위치 및/또는 방향 데이터를 제어 시스템에 통신한다. 위치 및/또는 방향 데이터는 해부학적 구조에 대한 기구(22)의 위치 및/또는 방향을 나타낸다. 이러한 통신은 해부학적 구조의 절개를 제어하기 위해 페루프 제어를 제공하여, 절개가 미리 한정된 경계(미리 한정된 경계라는 용어는 미리 한정된 궤적, 부피, 라인, 다른 형태들 또는 기하학적 형태들, 등을 포함하는 것으로 이해된다) 내에서 발생한다.

[0074] 대안적인 실시예들에서, 추적기들(44, 46, 48)은 항해를 위해 사용된 다른 조준선 추적 디바이스들 또는 비 조준선 추적 디바이스들일 수 있다. 추적기들(44, 46, 48)은 위치 및/또는 방향을 결정하기 위해 음파, 자기장, RF 신호, 등을 이용할 수 있다. 이들 실시예들 중 몇몇에서, 단계(110)는 이들 다른 유형들의 항해 시스템들과 연관된 감지 디바이스들, 송신기들, 발전기들 등의 위치 지정에 관련된다. 마찬가지로, 단계(130) 및 단계(132)는 이들 다른 유형들의 항해 시스템들로부터 신호와의 방해 또는 다른 간섭을 체크하는 것에 관련된다. 본질

적으로, 수술 요원은 이용된 항해의 유형에 관계없이, 환자의 해부학적 구조에 대해 항해 시스템의 추적기들을 위치시키도록 지시받아, 방해물 또는 간섭이 최소화되거나 수용가능한 허용오차 내에 있게 된다.

[0075] 몇몇 실시예들에서, 대상들은 수술실에 고정되는, 즉 수술실 테이블의 부분들의 조정을 제외하고 쉽게 이동될 수 없는 수술실 테이블에 대해 배치될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 원하는 위치 지정에 따라 배치될 대상들의 몇몇 또는 전부는 수술실 외부에 위치될 수 있고, 먼저 수술실로 이동될 필요가 있다. 다른 실시예들에서, 원하는 위치 지정에 따라 배치될 대상들의 몇몇 또는 전부는 이미 수술실 내부에 위치될 수 있지만, 원하는 위치 지정에 있지 않을 수 있다.

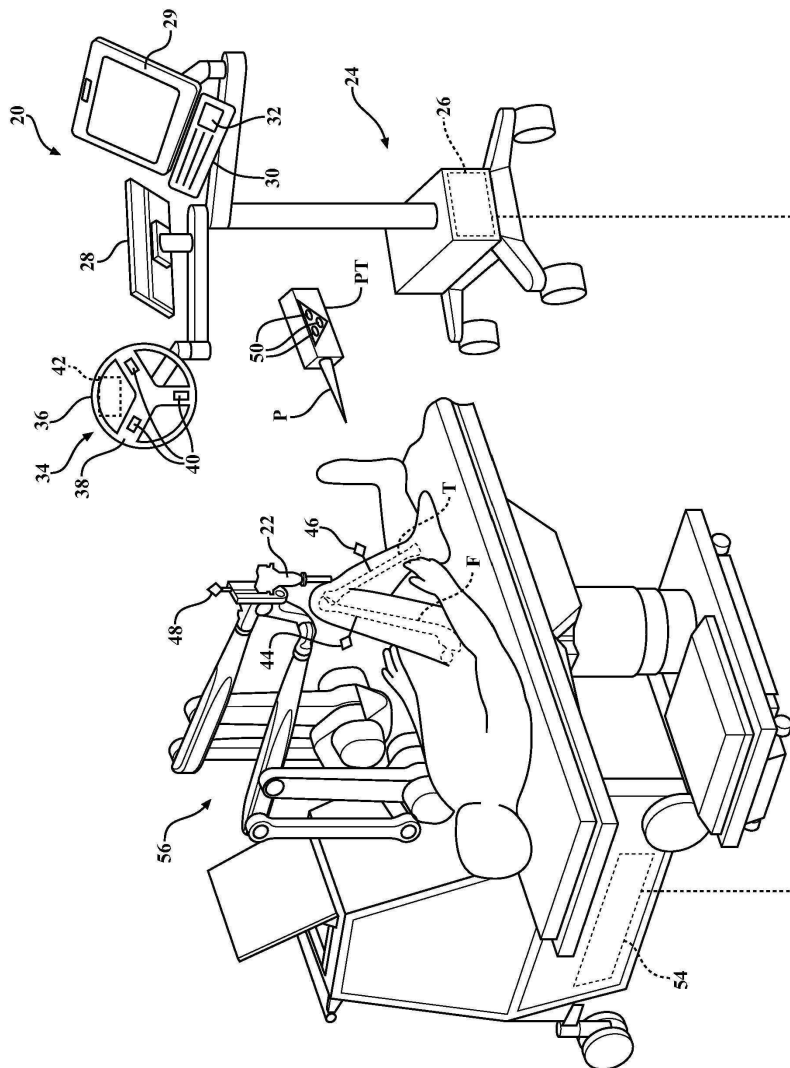
[0076] 몇몇 실시예들에서, 사전 수술은 치료를 위해 수술실에서의 환자의 임의의 절개 또는 절개부로 도입하는 시간이 고려된다. 그러한 절개는 슬관절 치환술을 위한 무릎 관절, 또는 고관절 치환술을 위한 고관절에 액세스하기 위해 피부 및 조직의 절개를 포함할 수 있다.

[0077] 몇몇 실시예들에서, 수술실에 대상들을 배치하는 것은 대상의 바퀴형 카트를 적소에 밀어넣거나 추적기들을 환자에 수동으로 부착하는 것과 같이 수동으로 수행될 수 있다. 다른 실시예들에서, 대상들을 배치하는 것은 대상들을 원하는 위치 지정에 원격으로 안내하는 것, 또는 연관된 조향 제어를 이용하여 자동화된 카트를 이동하는 것과 같이 몇몇 자동화된 제어에 의한 것을 포함할 수 있다.

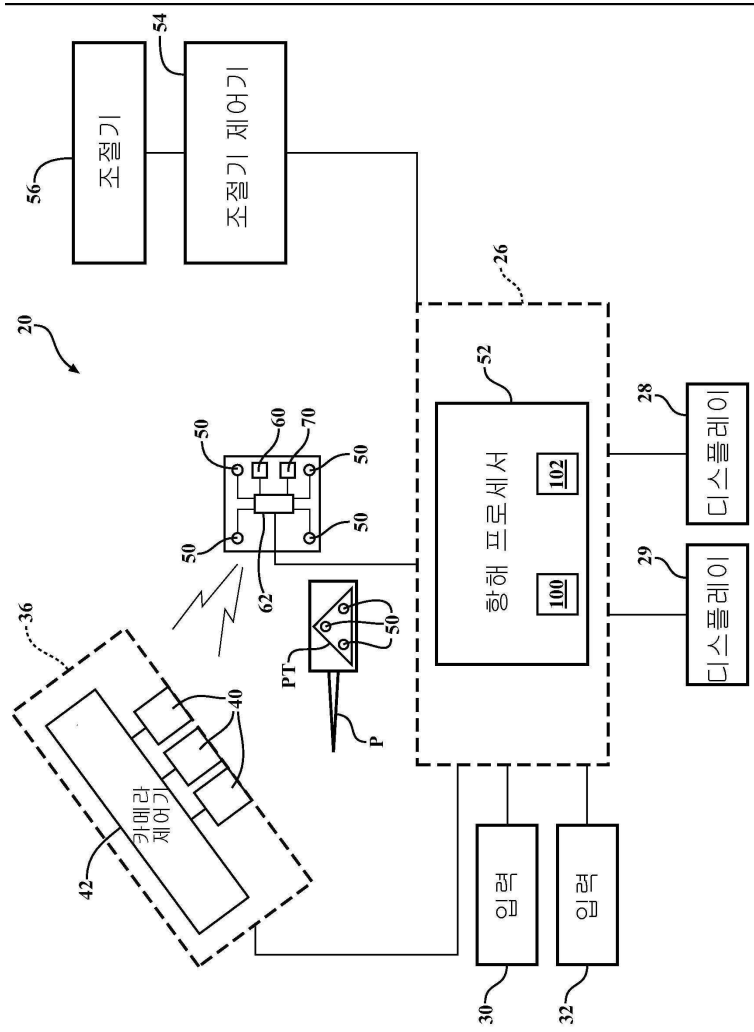
[0078] 몇몇 실시예들은 이전 설명에 논의되었다. 하지만, 본 명세서에 논의된 실시예들은 철저하거나 본 발명을 임의의 특정한 형태에 한정하도록 의도되지 않는다. 사용된 용어는 한정하기보다 설명의 단어들의 특성에 있도록 의도된다. 많은 변형들 및 변경들은 상기 가르침들을 고려하여 가능하고, 본 발명은 특별히 기재된 것과 다른 방식으로 실시될 수 있다.

도면

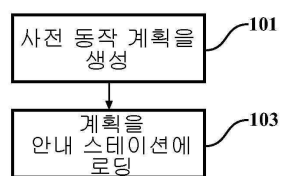
도면1



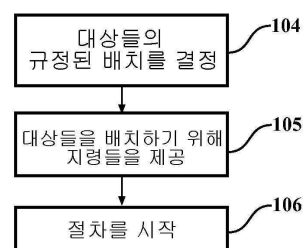
도면2



도면3



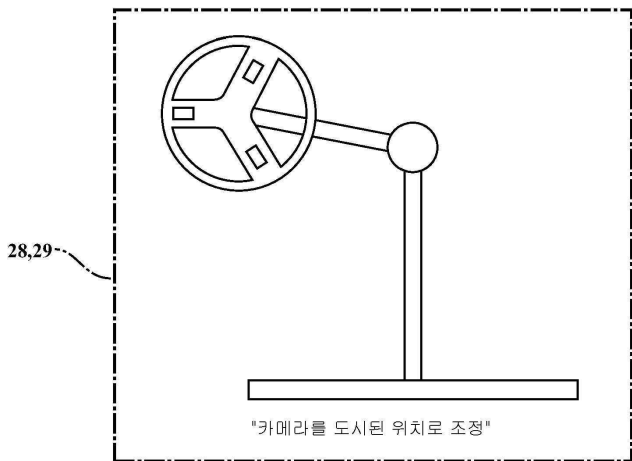
도면4



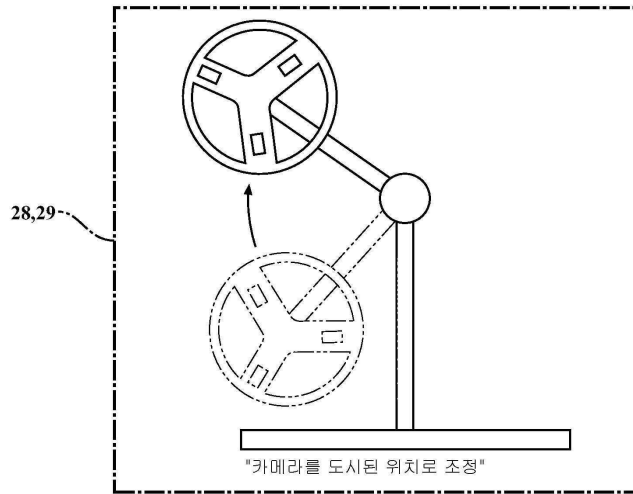
도면5



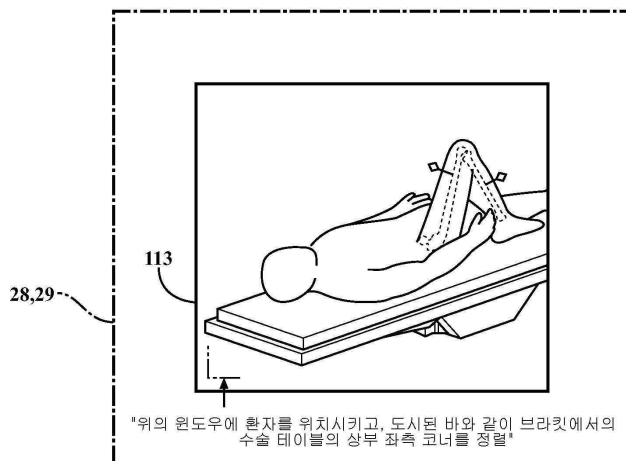
도면5a



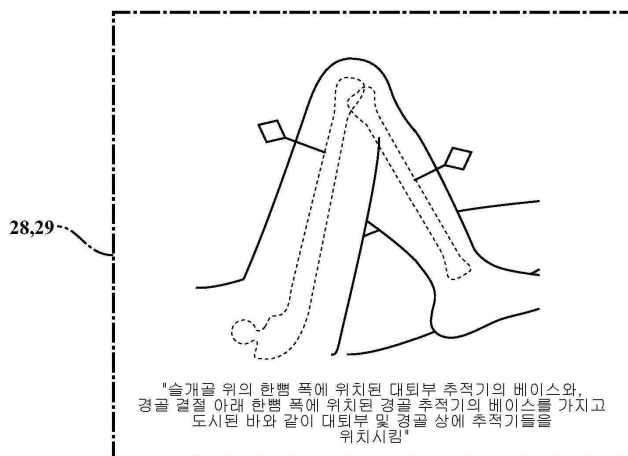
도면5b



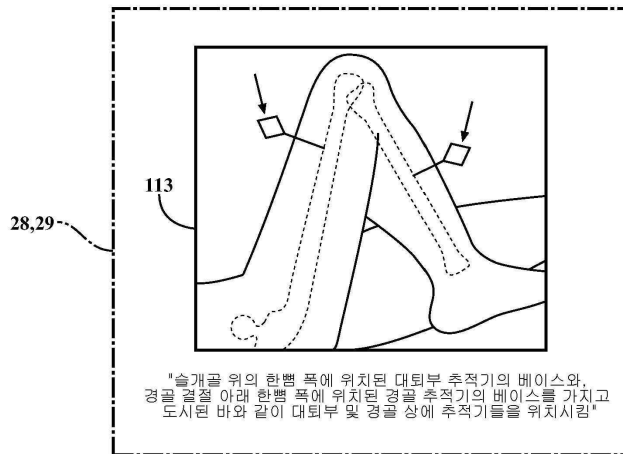
도면5c



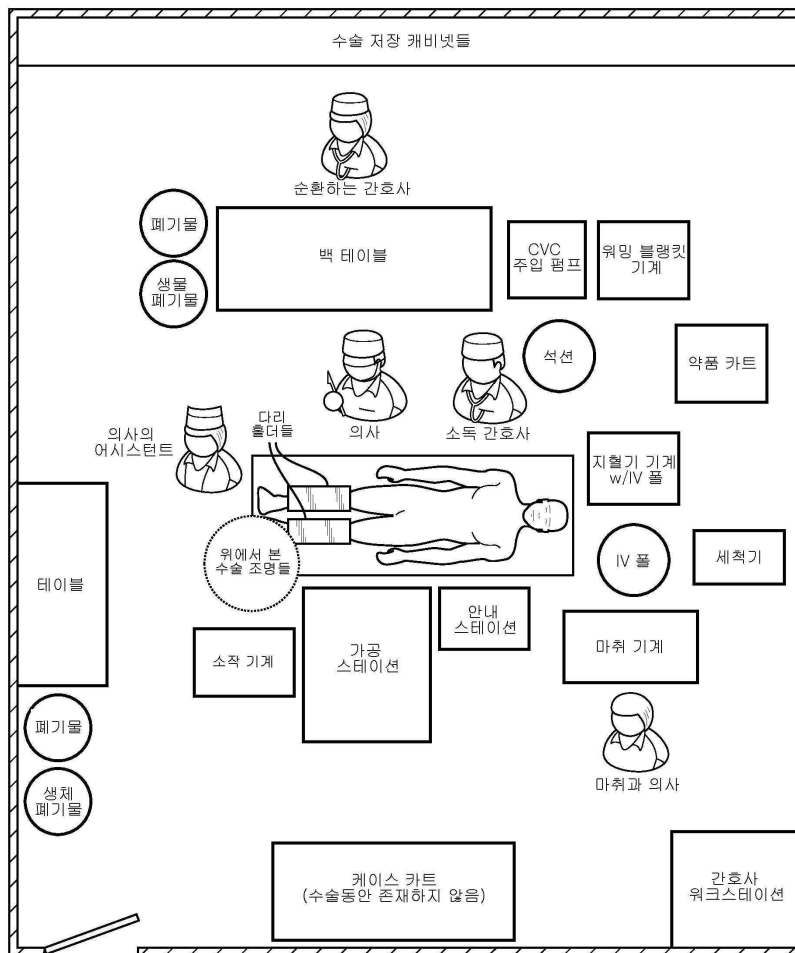
도면5d



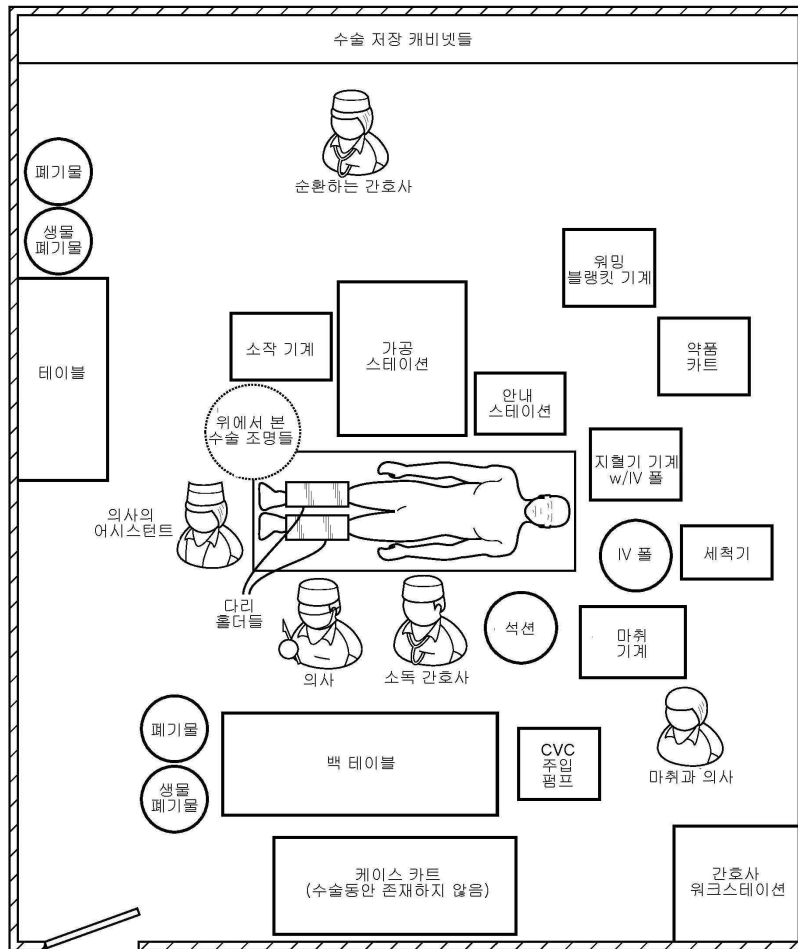
도면5e



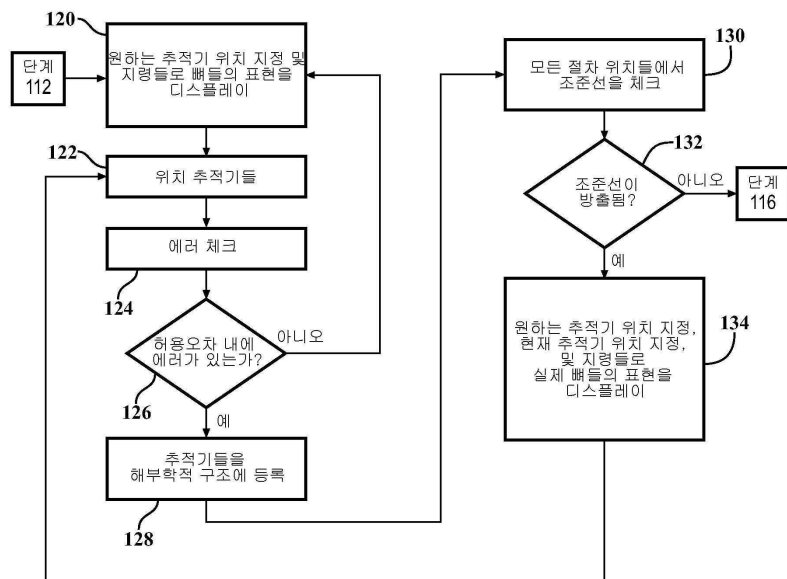
도면6



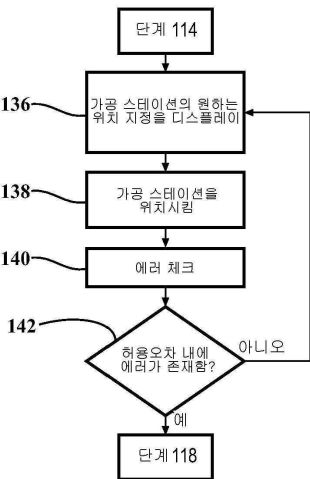
도면7



도면8



도면9



도면9a

