



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2017-0139006  
(43) 공개일자 2017년12월18일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 6/00 (2006.01) A61B 6/02 (2006.01)  
A61B 6/10 (2006.01) A61B 6/14 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
A61B 6/4476 (2013.01)  
A61B 6/025 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7027704
- (22) 출원일자(국제) 2016년03월30일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2017년09월28일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2016/056873
- (87) 국제공개번호 WO 2016/156362  
국제공개일자 2016년10월06일
- (30) 우선권주장  
14/672,595 2015년03월30일 미국(US)

- (71) 출원인  
시로나 덴탈 인코포레이티드  
미국 뉴욕 롱아일랜드시티 47 애비뉴 30-30 (우:  
11101)
- (72) 발명자  
아브라모비치, 마크  
미국 11223 뉴욕 브루클린 웨스트 8 스트리트  
1848  
황, 리앙  
미국 08535 뉴저지 밀스톤 펠트셔 로드 97  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
특허법인 남앤드남

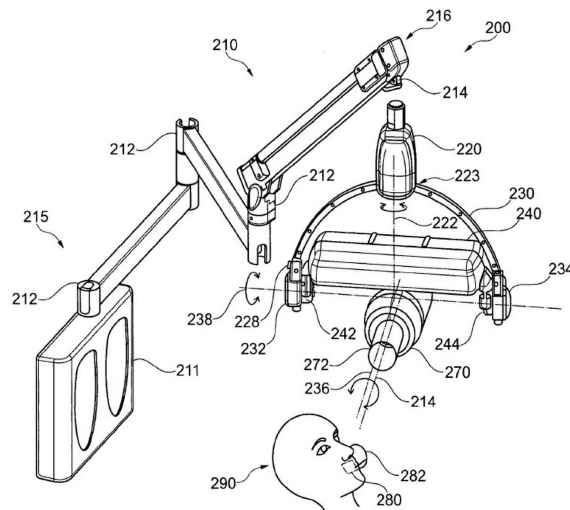
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 구강내 3D 엑스선 시스템용 롤링 요크 마운트

**(57) 요약**

요축을 중심으로 스윙블 가능한 수직 부재, 두 개의 단부를 가지고 수직 부재를 통과하는 원호 형상의 요크, 요크의 두 개의 단부에 부착된 갠트리, 및 갠트리에 부착된 엑스선 소스를 포함하는, 엑스선 소스 포지셔닝용 조정 가능한 마운트. 엑스선 소스는 수직 부재를 스윙블링하여 요크축을 중심으로 회전되고/되거나, 갠트리를 피칭하여 피치축을 중심으로 피칭되고/되거나, 요크를 수직 부재에 통과시켜 롤축을 중심으로 회전될 수 있다. 조정 가능한 마운트 내 조준 위치에 엑스선 소스의 중심을 맞추는 단계, 및 중심이 맞춰진 엑스선 소스를 조정 가능한 마운트의 롤축을 중심으로 회전시켜 엑스선 센서에 조준하는 단계를 포함하는 엑스선 촬영 방법. 엑스선 소스 및 엑스선 소스가 부착된 조정 가능한 마운트를 포함하는 엑스선 소스 장착 시스템.

**대표도**



(52) CPC특허분류

*A61B 6/105* (2013.01)

*A61B 6/145* (2013.01)

*A61B 6/4435* (2013.01)

*A61B 6/4464* (2013.01)

(72) 발명자

**브라츠라브스키, 아론**

미국 11229 뉴욕 브루클린 이스트 22 스트리트  
2065

**미타, 스티븐**

미국 10562 뉴욕 오시닝 스톤게이트 로드 12

**스미스, 찰스**

미국 11211 뉴욕 브루클린 맨해튼 애비뉴 364 유닛  
1에프

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

엑스션 소스를 포지셔닝하기 위한 조정 가능한 마운트로서,

요축을 중심으로 스위블 가능한 수직 부재;

두 개의 단부를 가지고 상기 수직 부재를 통과하는 원호 형상의 요크(이때, 피치축은 상기 요크의 상기 두 개의 단부를 통해 정의되고, 롤축은 상기 요크의 원 중심을 통해 상기 요크가 놓인 평면에 직교하여 정의됨);

상기 요크의 상기 두 개의 단부를 통해 정의된 축을 중심으로 자유롭게 피칭할 수 있는, 상기 요크의 상기 두 개의 단부에 부착된 갠트리; 및

상기 갠트리에 부착된 엑스션 소스를 포함하되,

상기 엑스션 소스는 (i) 상기 수직 부재를 스위블링하여 상기 요크축을 중심으로 회전되는 것, (ii) 상기 갠트리를 피칭하여 상기 피치축을 중심으로 피칭되는 것, 및 (iii) 상기 요크를 상기 수직 부재에 통과시켜 상기 롤축을 중심으로 회전되는 것 중 적어도 하나일 수 있는, 조정 가능한 마운트.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 갠트리는 전동식 병진 스테이지를 포함하고,

상기 엑스션 소스는 상기 병진 스테이지를 통해 상기 갠트리에 부착된, 조정 가능한 마운트.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 갠트리는 상기 병진 스테이지에 의한 상기 엑스션 소스의 병진에 기초하여 상기 엑스션 소스를 회전시키는 캠 채널을 포함하는, 조정 가능한 마운트.

#### 청구항 4

제2항에 있어서, 상기 전동식 병진 스테이지는 리드 스크류를 포함하는, 조정 가능한 마운트.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 수직 부재는 상기 요크가 롤링하는 베어링 및 상기 요크를 고정시키는 브레이크를 포함하는, 조정 가능한 마운트.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 요크는 원호인, 조정 가능한 마운트.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 수직 부재는 조정 가능한 암에 매달린, 조정 가능한 마운트.

#### 청구항 8

요축을 중심으로 스위블 가능한 수직 부재;

두 개의 단부를 가지고 상기 수직 부재를 통과하는 원호 형상의 요크(이때, 피치축은 상기 요크의 상기 두 개의 단부를 통해 정의되고, 롤축은 상기 요크의 원 중심을 통해 상기 요크가 놓인 평면에 직교하여 정의됨); 및

상기 요크의 상기 두 개의 단부를 통해 정의된 축을 중심으로 자유롭게 피칭할 수 있는, 상기 요크의 상기 두 개의 단부에 부착된 갠트리;를 포함하는 조정 가능한 마운트,

상기 조정 가능한 마운트의 상기 갠트리에 부착된 액션 소스, 및 액션 센서를 포함하되,

상기 액션 소스는 (i) 상기 수직 부재를 스윙블링하여 상기 요크축을 중심으로 회전시키는 것, (ii) 상기 갠트리를 피칭하여 상기 피치축을 중심으로 피칭하는 것, 및 (iii) 상기 요크를 상기 수직 부재에 통과시켜 상기 롤축을 중심으로 회전시키는 것 중 적어도 하나에 의해 상기 액션 센서를 조준할 수 있는, 액션 촬영 시스템.

**청구항 9**

요축, 피치축, 및 롤축을 중심으로 액션 소스의 회전을 가능하게 하는 조정 가능한 마운트에 부착된 액션 소스 및 액션 센서를 포함하는 액션 촬영 시스템으로 액션 촬영하는 방법으로서,

조정 가능한 마운트 내 조준 위치에 액션 소스의 중심을 맞추는 단계, 및

중심이 맞춰진 상기 액션 소스를 상기 조정 가능한 마운트의 롤축을 중심으로 회전시켜 액션 센서에 조준하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 10**

제9항에 있어서, 상기 조준하는 단계는 상기 조정 가능한 마운트의 요축 및 상기 조정 가능한 마운트의 피치축 중 적어도 하나를 중심으로 상기 액션 소스를 회전시키는 단계를 더 포함하는, 방법.

**청구항 11**

제9항에 있어서,

조준된 액션 소스를 소정의 스캔 각도를 통해 스캔하는 단계,

상기 스캔 중에 상기 액션 소스가 액션을 방출하도록 하는 단계, 및

방출된 상기 액션을 상기 액션 센서에서 검출하는 단계를 더 포함하는, 방법.

**청구항 12**

액션 소스, 및

상기 액션 소스에 요축, 피치축, 및 롤축을 중심으로 회전 자유도를 제공하도록 구성된, 상기 액션 소스가 부착된 조정 가능한 마운트를 포함하되,

상기 액션 소스가 요축, 피치축, 및 롤축 중 적어도 하나를 중심으로 회전할 때 상기 액션 소스의 질량 중심이 바뀌지 않는, 액션 소스 장착 시스템.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 출원은 일반적으로 액션 소스 장착 시스템에 관한 것으로, 더 구체적으로는, 액션 소스를 스윙핑하여 구강내 단층영상합성 데이터 세트를 획득하기 위한 조정 가능하고 인체 공학적 전동식 장착 시스템에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 액션 촬영은 대상(예를 들어, 환자)의 일측에 액션 소스를 위치시키고 액션 소스로 하여금 대상을 통과하여 대상의 반대측에 위치한 액션 검출기(예를 들어, 방사선 필름, 광자극성 인광판, 또는 디지털 검출기) 쪽으로 액션을 방출하도록 함으로써 수행될 수 있다. 액션 소스 및 검출기는 방사선 촬영 과정 동안 실질적으로 정지 상태를 유지한다. 액션이 대상을 통과할 때, 그 에너지는 대상의 구성에 따라 다양한 정도로 흡수되며, 검출기에 도달하는 액션은 대상을 통한 누적 흡수를 기반으로 2차원(2D) 액션 이미지(방사선 사진으로도 알려짐)를 형성한다. 따라서, 하나의 방사선 사진은 대상 내 특징에 대한 충분한 깊이 정보를 제공하지 못한다. 이러한 특징들은 3차원(3D) 공간에서 대상 내에 분리되어 있지만, 종래의 방사선 사진에서는 흔히 중첩되어

보인다.

- [0003] 엑스선 촬영은 치과에서도 수행될 수 있는데, 이 경우, 촬영될 관심 대상은 환자의 하나 이상의 치아 구조일 수 있다. 일반적으로 환자는 기댈 수 있는 치과용 의자에 앉고, 크기가 예를 들어, 20 mm x 26 mm 내지 27 mm x 37 mm 범위일 수 있는 구강내 엑스선 센서를 관심 있는 치아 구조에 인접한 환자의 입에 넣는다. 환자 및 엑스선 센서에 대한 엑스선 소스의 포지셔닝을 용이하게 하기 위해, 엑스선 소스는 3차원 공간에서의 병진(즉, 상, 하, 전, 후, 좌, 우 이동)을 위한 벽걸이식 또는 천장 설치식 조정 가능한 암에 매달릴 수 있다. 엑스선 소스 하우징은 또한, 수직축(즉, 요축)을 중심으로 한 엑스선 소스의 회전 및 수평축(즉, 피치축)을 중심으로 한 엑스선 소스의 피버팅을 가능하게 하도록 설계될 수 있다. 그러나, 치과 방사선 사진은 엑스선의 누적 흡수로부터(즉, 촬영된 치아 구조를 통해) 형성되고, 환자의 치아 구조에 대한 충분한 깊이 정보를 제공하지 못한다.
- [0004] 엑스선 컴퓨터 단층촬영(CT)은 엑스선 소스 및 검출기를 대상 주위로 360° 회전시켜 3D 이미지에서 깊이 정보를 제공할 수 있다. 그러나, 엑스선 CT 기계는 흔히 상당한 재정적 투자가 필요한 대형 특수 장비이다.
- [0005] 단층영상합성은 제한된 스캔 각도 내에서 여러 관점으로부터 엑스선 소스로 대상을 촬영하여 2차원 단층 이미지 조각의 형태로 대상에 대한 3D 정보를 제공하는 최근의 촬영 방식이다. CT 촬영과 비교하여, 단층영상합성은 환자에게 더 낮은 엑스선량을 노출시키고, 더 빠르게 이미지를 획득하고, 더 저렴할 수 있다. 단층영상합성 시스템은 유방 엑스선 촬영에 상업적으로 이용될 수 있다. 촬영 방식으로서의 단층영상합성은 구강내 촬영에도 적용될 수 있다.
- [0006] 종래의 치과 방사선 촬영 엑스선 소스는 일반적으로 요축 및 피치축을 중심으로 조정될 수 있지만, 일반적으로 단층영상합성 촬영을 위해 여러 관점으로부터 대상을 촬영하도록 제한된 스캔 각도를 통해 스캔하는 기능이 없다.

**발명의 내용**

- [0007] 전술한 것과 관련된 기존 제한 및 기타 제한은, 엑스선 소스를 포지셔닝하기 위한 조정 가능한 마운트, 뿐만 아니라, 조정 가능한 마운트를 포함하는, 엑스선 촬영 시스템, 엑스선 소스 장착 시스템, 및 엑스선 촬영 방법에 의해 극복될 수 있다.
- [0008] 본원에 기재된 하나의 구현예는 엑스선 소스를 포지셔닝하기 위한 조정 가능한 마운트에 관한 것이다. 조정 가능한 마운트는, 요축을 중심으로 스윙블 가능한 수직 부재, 두 개의 단부를 가지고 수직 부재를 통과하는 원호 형상의 요크(이때, 피치축은 요크의 두 개의 단부를 통해 정의되고, 롤축은 요크의 원 중심을 통해 요크가 놓인 평면에 직교하여 정의됨), 및 요크의 두 개의 단부를 통해 정의된 축을 중심으로 자유롭게 피칭할 수 있는, 요크의 두 개의 단부에 부착된 갠트리를 포함한다. 일 양태에서, 엑스선 소스는 수직 부재를 스윙블링하여 요크축을 중심으로 회전되고/되거나, 갠트리를 피칭하여 피치축을 중심으로 피칭되고/되거나, 요크를 수직 부재에 통과시켜 롤축을 중심으로 회전될 수 있다. 다른 양태에서, 갠트리는 전동식 병진 스테이지를 포함하고, 엑스선 소스는 이 병진 스테이지를 통해 갠트리에 부착된다. 또 다른 양태에서, 갠트리는 병진 스테이지에 의한 엑스선 소스의 병진에 기초하여 엑스선 소스를 회전시키는 캠 채널을 포함한다. 다른 양태에서, 수직 부재는 요크가 롤링하는 베어링 및 요크를 고정시키는 브레이크를 포함한다.
- [0009] 본원에 기재된 다른 구현예는 엑스선 촬영 시스템에 관한 것이다. 엑스선 촬영 시스템은, 요축을 중심으로 스윙블 가능한 수직 부재, 두 개의 단부를 가지고 수직 부재를 통과하는 원호 형상의 요크(이때, 피치축은 요크의 두 개의 단부를 통해 정의되고, 롤축은 요크의 원 중심을 통해 요크가 놓인 평면에 직교하여 정의됨), 및 요크의 두 개의 단부를 통해 정의된 축을 중심으로 자유롭게 피칭할 수 있는, 요크의 두 개의 단부에 부착된 갠트리를 포함하는 조정 가능한 마운트를 포함한다. 엑스선 촬영 시스템은 조정 가능한 마운트의 갠트리에 부착된 엑스선 소스, 및 엑스선 센서를 더 포함한다. 일 양태에서, 엑스선 소스는, 수직 부재를 스윙블링하여 요크축을 중심으로 회전시킴으로써, 갠트리를 피칭하여 피치축을 중심으로 피칭함으로써, 그리고/또는 요크를 수직 부재에 통과시켜 롤축을 중심으로 회전시킴으로써 엑스선 센서를 조준할 수 있다.
- [0010] 본원에 기재된 다른 구현예는, 요축, 피치축, 및 롤축을 중심으로 엑스선 소스의 회전을 가능하게 하는 조정 가능한 마운트에 부착된 엑스선 소스 및 엑스선 센서를 포함하는 엑스선 촬영 시스템으로 엑스선 촬영하는 방법에 관한 것이다. 상기 방법은, 조정 가능한 마운트 내 조준 위치에 엑스선 소스의 중심을 맞추는 단계, 및 엑스선 소스를 조정 가능한 마운트의 롤축을 중심으로 회전시켜 중심이 맞춰진 엑스선 소스를 엑스선 센서에 조준하는 단계를 포함한다. 일 양태에서, 엑스선 소스를 엑스선 센서에 조준하는 단계는, 조정 가능한 마운트의 요축 및 조정 가능한 마운트의 피치축 중 적어도 하나를 중심으로 엑스선 소스를 회전시키는 단계를 더 포함한다. 다른

양태에서, 상기 방법은 조준된 액션 소스를 소정의 스캔 각도를 통해 스캔하는 단계, 스캔 중에 액션 소스가 액션을 방출하도록 하는 단계, 및 방출된 액션을 액션 센서에서 검출하는 단계를 더 포함한다.

[0011] 본원에 기재된 또 다른 구현예는 액션 소스 장착 시스템에 관한 것이다. 액션 소스 장착 시스템은, 액션 소스, 및 액션 소스에 요축, 피치축, 및 롤축을 중심으로 회전 자유도를 제공하도록 구성된, 액션 소스가 부착된 조정 가능한 마운트를 포함한다. 일 양태에서, 액션 소스가 요축, 피치축, 및 롤축 중 적어도 하나를 중심으로 회전할 때 액션 소스의 질량 중심은 바뀌지 않는다.

[0012] 본원의 다양한 구현예의 다른 특징 및 장점, 뿐만 아니라 구조 및 조작용 첨부 도면을 참조하여 이하 상세히 기술된다.

### 도면의 간단한 설명

[0013] 단층영상합성 시스템

본원에 청구되고/되거나 기재된 교시를 예시적 구현예의 관점에서 더 설명한다. 이 예시적 구현예들은 도면을 참조하여 상세히 설명된다. 이 구현예들은 비제한적인 예시적 구현예이며, 여러 도면에 걸쳐 유사한 참조 번호는 유사한 구조를 나타낸다.

도 1은 본원의 예시적 구현예에 따른 단층영상합성 시스템의 시스템 블록도이다.

도 2는 본원의 예시적 구현예에 따른 액션 소스 장착 시스템을 도시한다.

도 3a는 하우징 커버가 제거된 상태에서, 본원의 예시적 구현예에 따른 도 2에 도시된 액션 소스 장착 시스템의 서브구성요소의 정면-저면-좌측 사시도이다.

도 3b는 액션 소스가 도 3a에서와 다른 위치에 있는 경우, 도 3a에 도시된 액션 소스 장착 시스템의 서브구성요소의 정면-저면-좌측 사시도이다.

도 3c는 액션 소스가 도 3a 및 3b에서와 다른 위치에 있는 경우, 도 3a에 도시된 액션 소스 장착 시스템의 서브구성요소의 정면-저면-좌측 사시도이다.

도 3d는 하우징 커버가 제거된 상태에서, 본원의 예시적 구현예에 따른 도 2에 도시된 액션 소스 장착 시스템의 서브구성요소의 정면-상면-우측 사시도이다.

도 4는 하우징 커버가 제거된 상태에서, 본원의 예시적 구현예에 따른 도 2에 도시된 액션 소스 장착 시스템의 서브구성요소의 정면도이다.

도 5는 하우징 커버가 제거된 상태에서, 본원의 예시적 구현예에 따른 도 2에 도시된 액션 소스 장착 시스템의 서브구성요소의 우측면도이다.

도 6은 하우징 커버가 제거된 상태에서, 본원의 예시적 구현예에 따른 도 2에 도시된 액션 소스 장착 시스템의 서브구성요소의 배면도이다.

도 7은 하우징 커버가 제거된 상태에서, 본원의 예시적 구현예에 따른 도 2에 도시된 액션 소스 장착 시스템의 서브구성요소의 배면-저면-좌측 사시도이다.

도 8은 본원의 예시적 구현예에 따른 도 3a에 도시된 구성요소를 가진 병진 갠트리 서브어셈블리 및 액션 소스의 상면도이다.

도 9a는 본원의 예시적 구현예에 따른 도 3a에 도시된 구성요소를 가진 병진 갠트리 서브어셈블리 및 액션 소스의 상면도로서, 병진 갠트리 서브어셈블리 및 액션 소스는 표준 위치로 설정되어 있다.

도 9b는 본원의 예시적 구현예에 따른 도 9a에 도시된 병진 갠트리 서브어셈블리 및 액션 소스의 다른 위치를 도시한다.

도 9c는 본원의 예시적 구현예에 따른 도 9a에 도시된 병진 갠트리 서브어셈블리 및 액션 소스의 다른 위치를 도시한다.

도 10a는 롤축을 중심으로 회전할 때 도 2에 도시된 액션 소스 장착 시스템의 하나의 위치에 대한 정면도이다.



도 10b는 물축을 중심으로 회전할 때 도 2에 도시된 액션 소스 장착 시스템의 다른 위치에 대한 정면도이다.

도 11은 도 1에 도시된 단층영상합성 시스템의 예시적 컴퓨터 시스템에 대한 블록도를 도시한다.

도 12는 도 2의 액션 소스 장착 시스템을 사용하여 액션 소스를 포지셔닝하기 위한 본원의 예시적 구현예에 따른 절차를 도시한 흐름도이다.

각각의 도면에 대해 이하 상세한 설명이 제공되지 않을 수 있지만, 서로 다른 도면은 동일한 구성 요소를 식별하기 위해 동일한 적어도 일부 참조 번호를 가질 수 있다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0014] 본원에 기재된 예시적 양태에 따라, 도 1은 구강내 단층영상합성 데이터 세트를 얻기 위한 구강내 단층영상합성 시스템(100)의 블록도를 도시한다.
- [0015] 시스템(100)은, 하나 이상의 서브-대상(들)(52)을 더 포함할 수 있는 관심 있는 대상(50)의 하나 이상의 액션 이미지를 얻기 위해 조작될 수 있다. 예를 들어, 대상(50)은 환자의 치아 구조일 수 있다. 더 구체적으로, 대상(50)은 환자의 치아(또는 치아들) 및 주변 치열일 수 있고, 서브-대상(들)(52)은, 예를 들어 치아 내의 뿌리 구조일 수 있다.
- [0016] 시스템(100)은 액션 센서(102) 및 액션 소스 서브시스템(116)을 포함하며, 둘 다, 그 서브구성요소를 포함하여, 컴퓨터 시스템(106)에 전기적으로 연결된다. 일례로, 액션 소스 서브시스템(116)은 대상(50)에 대해 자유롭게 위치하도록, 천장 또는 벽에 장착된 조정 가능한 암에 매달린다(도 2 참조, 이하 본원에서 더 설명됨). 액션 소스 서브시스템(116)은 전동식 스테이지(118)에 장착된 액션 소스(104)를 더 포함하며, 또한 온보드 제어기(120)를 보여준다. 온보드 제어기(120)는 특히 전동식 스테이지(118)의 동작을 제어할 수 있다.
- [0017] 컴퓨터 시스템(106)은 디스플레이 유닛(108) 및 입력 유닛(114)에 전기적으로 연결된다. 디스플레이 유닛(108)은 출력 및/또는 입력 사용자 인터페이스일 수 있다.
- [0018] 액션 센서(102)는 대상(50)의 일측에 위치하고, 액션 센서(102)의 수신면은 직교 좌표계의 x-y 평면으로 연장된다. 액션 센서(102)는, 예를 들어, 상보적 금속산화물 반도체(CMOS) 디지털 검출기 픽셀 배열, 전하 결합 소자(CCD) 디지털 검출기 픽셀 배열 등일 수 있다. 본원의 예시적 구현예에서, 액션 센서(102)의 크기는 대상(50)이 속하는 환자의 유형에 따라 달라지며, 더 구체적으로, 액션 센서(102)는 치과 산업에 사용되는 표준 크기의 직사각형 구강내 센서 중 하나일 수 있다. 표준 치아 크기의 예는 일반적으로 성인 환자에 사용되는 약 27 x 37 mm 크기의 "크기-2" 센서, 일반적으로 크기-2 성인 환자보다 작은 환자에 사용되는 약 21 x 31 mm 크기의 "크기-1" 센서, 및 일반적으로 소아 환자에 사용되는 약 20 x 26 mm 크기의 "크기-0" 센서를 포함한다. 본원의 다른 예시적 구현예에서, 액션 센서(102)의 각각의 픽셀은 15 μm의 픽셀 폭을 가지며, 이에 대응하여, 크기-2 센서는 1700 x 2400 픽셀 배열에서 약 4백만개의 픽셀을 가지고, 크기-1 센서는 1300 x 2000 픽셀 배열에서 약 2백7십만개의 픽셀을 가지고, 크기-0 센서는 1200 x 1600 픽셀 배열에서 약 1백9십만개의 픽셀을 가진다. 제한적인 예는 아니지만, 본원의 예시적 일 구현예에서, 액션 센서(102)의 컬러 해상도는 12 비트 그레이 스케일 해상도일 수 있고, 다른 예에서 컬러 해상도는 8 비트 그레이 스케일 해상도, 14 비트 그레이 스케일 해상도, 및 16 비트 그레이 스케일 해상도를 포함할 수 있다.
- [0019] 액션 소스(104)는 액션 센서(102)로부터 대상(50)의 반대측에 위치한다. 액션 소스(104)는 대상(50)을 통과하여 액션 센서(102)에 의해 검출되는 액션(110)을 방출한다. 액션 소스(104)는 직교 좌표계의 적어도 z축 방향으로 액션 센서(102)의 수신면을 향해 액션(110)을 방출하도록 배향되며, 여기서 z축은 액션 센서(102)의 수신면과 관련된 x-y 평면에 직교한다.
- [0020] 액션 소스(104)는 또한, 스캔 각도(112) 내에서 여러 상이한 각각의 위치에 배치되면서 액션(110)을 방출할 수 있고, 스캔 각도(112)에서 0° 위치는 z축을 따라 액션(110)을 방출하는 위치에 해당한다. 본원의 예시적 일 구현예에서, 사용자는 초기에 액션 소스 서브시스템(116), 및 그에 따라 액션 소스(104) 또한, 대상(50)에 대해 소정의 시작 위치에 위치시킨다. 이어서, 컴퓨터 시스템(106)은, 알고 있는 시작 위치를 기반으로, 온보드 제어기(120)를 제어하여 전동식 스테이지(118)를 통해 액션 소스(104)가 스캔 각도(112) 내에서 각각의 상이한 위치를 스위칭하도록 동작시킨다. 스캔 각도(112)를 통한 액션 소스(104)의 스위칭은 연속 동작 또는 불연속 단계로 수행될 수 있다. 컴퓨터 시스템(106)은 소스(104)가 이러한 각각의 위치에서 액션(110)을 방출하도록 액션 소스(104)를 제어한다.

- [0021] 도 1에서, 0° 위치는 엑스선 소스(104)로 표시되며, 한편 참조 번호 104a 및 104b는 동일한 엑스선 소스이지만 스캔 각도(112) 내에서 두 개의 다른 예시적 위치에 있는 엑스선 소스를 나타낸다. 이 예가 제한적인 것은 아니지만, 스캔 각도(112)는, 예를 들어, 0° 위치로부터 ±20° 일 수 있다. 예를 들어, 다른 구현예에서, 소스(104)는 임의의 원하는 방향으로 엑스선(110)을 방출하도록 위치할 수 있고, 반드시 상기 예에 기재된 평면, 방향, 또는 각도만일 필요는 없다.
- [0022] 방출된 엑스선(110)이 대상(50)을 통과할 때, 엑스선(110)의 광자는 칼슘이 풍부한 치아와 뼈와 같은 대상(50)의 고밀도 구조에 의해 더 많이 감쇠될 것이고, 잇몸과 뼈와 같은 연조직에 의해 덜 감쇠될 것이다. 하나 이상의 감쇠 구조는 서브-대상(들)(52)로 표시될 수 있다. 대상(50)을 통과하고 그에 의해 감쇠된 엑스선(110)은, 엑스선(110)을 전기 신호로 변환하고 그 전기 신호를 컴퓨터 시스템(106)에 제공하는 엑스선 센서(102)에 투영된다. 예시적 일 구현예에서, 엑스선 센서(102)는 엑스선(110)을 먼저 광학 이미지로 변환한 후 이 광학 이미지를 전기 신호로 변환하는 간접 유형의 센서(예를 들어, 신틸레이터 엑스선 검출기)일 수 있고, 다른 예시적 구현예에서, 엑스선 센서(102)는 엑스선(110)을 직접 전기 신호로 변환하는 직접 유형의 센서(예를 들어, 반도체 엑스선 검출기)일 수 있다. 컴퓨터 시스템(106)은 공지된 방식으로 전기 신호를 처리하여 대상(50)의 2차원 투영 이미지를 형성한다. 본원의 예시적 일 구현예에서, 2차원 투영 이미지의 이미지 크기는 엑스선 센서(102)의 치수 및 픽셀 수에 해당한다.
- [0023] 엑스선 소스(104)가 스캔 각도(112)의 각각의 위치를 지나갈 때 엑스선 센서(102)의 전체 수신면이 엑스선 소스(104)에 의해 방출된 엑스선(110)에 노출되도록 엑스선 센서(102)에 대해 엑스선 소스(104)를 조준하는 것이 중요한 것으로 여겨질 수 있다. 엑스선 소스(104)가 제대로 조준되지 않을 경우, 엑스선 센서(102)의 일부가 스캔 각도(112) 내 엑스선 소스(104)의 하나 이상의 위치에서 엑스선(110)에 노출되지 않은 상태로 남아 있을 수 있고, 노출되지 않은 영역에서 해당 획득 투영 이미지(들)가 투명하게(즉, 흰색으로) 그리고 서브-대상(들)(52)이 없는 것처럼 보일 것이다. 이 오류는 콘컷(cone cut)으로 알려져 있다. 엑스선 소스(104)는, 엑스선 소스(104)가 0° 위치에 있을 때, 방출된 엑스선(110)이 엑스선 센서(102)의 중심에 조준되고, 또한 엑스선 센서(102)와 실질적으로 직교하도록, 이하 더 설명되는 예시적 구현예에 따른(즉, 적어도 도 2를 참조하여 설명되는 바와 같은) 엑스선 장착 시스템을 통해 조준될 수 있다. 본원의 적어도 일부 예시적 구현예에서, 엑스선 소스(104)의 조준을 용이하게 하는 표적을 제공하도록 구강외 조준 고리(124)가 엑스선 센서(102)에 부착된다. 또한, 엑스선 소스(104)의 조준은 스캔 각도(112)의 스윙 동안 방출된 엑스선(110)이 실질적으로 초점(122)에 수렴하도록 할 수 있고, 초점(122)은 예를 들어, 센서(102)에 근접하여 위치할 수 있다.
- [0024] 시스템(100)은 전술한 방식으로, 적어도 0° 위치를 포함하여, 상이한 각도에서 엑스선 소스(104)를 먼저 포지셔닝하고 이들 상이한 각각의 각도에서 대상(50)을 통해 엑스선 센서(102)를 향해 엑스선(110)을 방출함으로써 복수의 투영 이미지를 수집할 수 있다. 예를 들어, 복수의 투영 이미지는 총 51개의 투영을 포함할 수 있다: 엑스선 소스가 0° 위치에 있을 때 얻어지는 하나의 직교 투영 이미지, 및 엑스선 소스(104)가 z축으로부터 ±20°의 범위 내(스캔 각도(112)에 해당하는) 상이한 각도에 위치할 때 각각 얻어지는 50개의 투영 이미지. 다른 예시적 구현예에서, 투영 이미지의 수는 25 내지 70개의 범위일 수 있다. 직교 투영 이미지는 엑스선 소스가 0° 위치에 있을 때 얻어지기 때문에, 직교 투영 이미지는 종래의 엑스선 이미지와 동일한 양상을 갖는다. 즉, 2차원 직교 투영 이미지는 깊이 개념이 없고, 대상(50) 내 하나 이상의 서브-대상(들)(52)은 직교 투영 이미지에서 서로 겹쳐 보일 수 있다. 한편, 대상(50) 내 z축의 상이한 깊이에 있는 서브-대상(들)(52)은 스캔 각도(112)를 따라 상이한 각도로부터 촬영되었을 때 다양한 정도의 시차를 겪는다.
- [0025] 컴퓨터 시스템(106)은, 임의의 기존 또는 후에 개발된 재구성 기술에 따라 복수의 투영 이미지를 처리하여 일련의 2차원 단층영상합성 이미지 조각을 재구성한다. 본원의 예시적 일 구현예에서, 단층영상합성 이미지 조각의 재구성은, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Volume 19, 1972, pp. 20-28에 "Tomosynthesis: A Three-Dimensional Radiographic Imaging Technique"라는 제목의 D. G. Grant의 논문에 기재된 것, 및 Physics in Medicine and Biology, Volume 48, 2003, pp. R65-R106에 "Digital X-ray Tomosynthesis: Current State of the Art and Clinical Potential"라는 제목의 J. T. Dobbins 등의 리뷰 논문에도 기재된 것과 같은 쉬프트 앤드 애드 기술을 활용하며, 이 논문들은 본원에 완전히 기재된 것처럼 그 전체가 본원에 참조로 포함된다.
- [0026] 엑스선 소스 장착 시스템
- [0027] 단층영상합성 데이터 세트를 얻기 위한 시스템(100)을 일반적으로 설명하였지만, 조정 가능한 암(210), 조정 가능한 암(210)에 매달린 수직 부재(220), 수직 부재(220)를 통해 각도 변위될 수 있는 요크(230), 요크(230)에 부착된 병진 갠트리(240), 및 병진 갠트리(240)에 부착된 엑스선 소스(270)를 포함하는 조정 가능한 장착 시스



템(200)의 구현예를 도 2, 도 3a 내지 3d, 및 도 4 내지 7과 함께 이하 설명한다. 특히, 도 2는 장착 시스템(200)의 예시적 구현예를 도시하고, 도 3a 내지 3d 및 도 4 내지 7은 밑에 있는 서브구성요소를 나타내도록 하우징 커버가 제거된 장착 시스템(200)의 다른 도면이다. 도 3a 내지 3d 및 도 4 내지 7은 명확성을 위해 장착 시스템(200)의 다른 사시도를 제공한다. 또한, 도 3b 및 3c는, 이하 본원에서 더 설명되는 바와 같이, 액션 소스(270)가 도 3a에 도시된 위치와 다른 위치로 병진이동된 상태에서, 도 3a에 도시된 서브구성요소를 도시한다.

- [0028] 도 2에 도시된 예시적 장착 시스템(200) 및 액션 소스(270)는 도 1에 도시된 액션 소스 서브시스템(116)으로서 공동 역할을 할 수 있고, 더 구체적으로, 도 2의 액션 소스(270)는 도 1에 도시된 액션 소스(104) 역할을 할 수 있다. 도 1에 도시된 다른 구성요소들 중 적어도 일부와 함께, 장착 시스템(200) 및 액션 소스(270)는 또한, 단층영상합성 촬영을 수행하는 데, 즉 스캔 각도를 따라 상이한 각도에서 복수의 투영 이미지를 획득하는 데 유용할 수 있다. 전술한 구성요소들 및 이들의 상호연결을 이하 더 상세히 설명한다.
- [0029] 도 2에 도시된 조정 가능한 암(210)의 일단(215)은 벽 또는 천장과 같은 고정 구조물에 장착될 수 있다. 예시적 일 구현예에서, 조정 가능한 암(210)은 장착 패널(211)에 의해 벽에 장착될 수 있고, 본원의 다른 예시적 구현예에서, 이는 액션 소스(270)의 노출 설절을 조정하기 위한 제어부(미도시)를 포함할 수도 있다.
- [0030] 도 2에 도시된 바와 같이, 수직 부재(220)(및 확장하여, 이에 부착된 요크(230), 병진 갠트리(240), 및 액션 소스(270))는 조정 가능한 암(210)의 타단(216)(즉, 고정 구조물에 장착되지 않은 조정 가능한 암(210)의 단부)에 매달린다. 조정 가능한 암(210)은, 3차원 공간에서, 즉 상, 하, 좌, 우, 전, 후 방향으로 액션 소스(270)의 자유 병진이동이 가능하도록, 분절될 수 있고 하나 이상의 조인트(212)(예를 들어, 힌지, 스위블, 유니버설 조인트 등)를 포함할 수 있다.
- [0031] 본원의 예시적 구현예에서, 조정 가능한 암(210)의 위치 및 방향에 관계없이 수직 부재(220)가 수직 방향의 요축을 정의하도록, 수직 부재(220)는 조인트(214)에 의해 조정 가능한 암(210)의 일단(216)에 수직으로 매달린다. 또한, 수직 부재(220)는, 조정 가능한 암(210)의 위치 및 방향에 무관하게 부재(220)(및 확장하여, 이에 부착된 요크(230), 병진 갠트리(240), 및 액션 소스(270))가 요축을 중심으로 자유롭게 회전할 수 있도록 하는 회전 기구, 예컨대 스위블(221)(도 3a 내지 3d 및 도 4 내지 7에 도시됨)을 포함한다. 예를 들어, 수직 부재(220)는 요축을 중심으로 적어도 360° 내의 임의의 각도로 회전할 수 있다.
- [0032] 본원의 예시적 구현예에 따른 수직 부재(220)의 서브구성요소를 도 3a 내지 3d 및 도 4 내지 7을 참조하여 이하 설명하며, 이들 도면은 각각의 하우징 커버가 제거된 상태에서 수직 부재(220) 및 병진 갠트리(240)를 나타낸다. 도 3a 내지 3d 및 도 4 내지 7에 도시된 바와 같이, 수직 부재(220)는 수직 부재(220)를 통한 채널 역할을 하는 베어링 어셈블리(223)를 포함한다. 요크(230)는 베어링 어셈블리(223)의 채널에 움직일 수 있게 구속되고, 베어링 어셈블리(223)를 통해, 따라서 수직 부재(220)를 통해 각도 변위될 수 있다. 본원의 예시적 일 구현예에서, 베어링 어셈블리(223)는 수직 부재(230)를 통해 각도 변위될 때 요크(230)가 롤링하는 적어도 하나의 롤러 베어링(224)을 포함한다. 본원의 다른 예시적 구현예에서, 베어링 어셈블리는 다른 유형의 베어링, 예컨대 볼 베어링, 저마찰 일체 베어링 등, 또는 베어링 어셈블리(223)를 통해 요크(230)의 저저항 움직임을 용이하게 하기에 적합한 그 외 임의의 구성요소를 포함할 수 있다.
- [0033] 수직 부재(220)는 적어도 하나의 브레이크(226)를 포함할 수도 있다. 예시적 일 구현예에서, 브레이크(226)는 요크(230)에 고정력을 가하는 두 개의 전기기계식 브레이크를 포함할 수 있다. 기본 상태에서, 브레이크(226)는 요크(230)를 제 위치에 유지시키고 베어링 어셈블리(223)를 통한 요크(230)의 어떠한 움직임도 방지하며, 수직 부재(220)에 대해 요크(230)의 위치를 고정할 수 있다. 브레이크 해제 버튼(228)(도 2에 도시)이 장착 시스템(200) 상에 제공되고 브레이크(226)와 연통된다. 브레이크 해제 버튼(228)이 눌러진 상태에서, 브레이크(226)는 요크(230)를 해제하도록 제어되며, 그러면 요크는 전술한 방식으로 베어링 어셈블리(223)를 자유롭게 통과할 수 있다.
- [0034] 요크(230)는 원호 형상으로 형성되어 있고 두 개의 단부(232 및 234)를 포함한다. 더 구체적으로, 본원의 예시적 일 구현예에서, 요크(230)는 반원형이다. 롤축(236)은 요크(230)와 관련하여 요크(230)의 원 중심을 통과하고 요크(230)가 놓인 평면에 수직인 축으로서 정의된다. 롤축(236)은 또한 요축(222)에 직교한다. 따라서, 수직 부재(220)를 통해 반원형 요크(230)를 각도 변위시키는 행위는 다시 말하면 롤축(236)을 중심으로 요크(230)를 회전시키는 것으로 설명될 수도 있다. 본원의 예시적 구현예에서, 요크(230)는 수직 부재(220)에 의해 단일 자유도, 즉 롤축(236)을 중심으로 한 요크(230)의 회전에 의해 제한되고, 요크(230)는 롤축(236)을 중심으로 180° 까지 회전될 수 있다.

- [0035] 본원의 다른 예시적 구현예에서, 요크(230)는 다른 만곡 호 형상으로 형성될 수 있다.
- [0036] 브레이크 해제 버튼(228)(도 2)은, 조작자가 브레이크 해제 버튼(228)을 한 손으로 눌러 브레이크(226)를 제어하여 요크(230)를 해제시키고, 버튼(228)이 위치한 단부(232 또는 234)에 의해 요크(230)를 잡고, 수직 부재(220)를 통해 요크(230)를 회전시킬 수 있도록 편리한 위치에, 예를 들어 요크(230)의 일단(232 또는 234)에 위치할 수 있다.
- [0037] 병진 갠트리(240)는 도 3a 내지 3d 및 도 4 내지 7에 도시된 바와 같이 요크 단부(232와 234) 사이에 부착된다. 병진 갠트리(240)는 요크 단부(232 및 234)에 각각 움직일 수 있게 부착된 암(242 및 244)을 포함할 수 있고, 각각의 부착점은 요크 단부(232 및 234)를 통해 실질적으로 정의되고 롤축(236)에 실질적으로 직교하는 피치축(238)을 중심으로 병진 갠트리(240)가 피칭될 수 있도록 피벗을 형성한다. 예시적 일 구현예에서, 병진 갠트리(240)는 피치축(238)을 중심으로 약  $\pm 45^\circ$ 의 범위에서 피칭될 수 있다. 본원의 다른 예시적 구현예에서, 피치축(238)은 요크(230)의 원 중심과 교차하고, 따라서 롤축(236)과도 교차한다. 다른 예시적 구현예에서, 요축(222), 롤축(236), 및 피치축(238)은 요크(230)의 원 중심에서 서로 교차하거나 실질적으로 교차에 가깝다.
- [0038] 본원의 예시적 일 구현예에서, 요크 단부(232 및 234) 및 병진 갠트리 암(242 및 244)은 정지 상태에서, (이하 본원에서 더 설명되는 바와 같이) 병진 갠트리(240)의 균형 및/또는 각각의 요크 단부(232 및 234)와 해당 암(242 및 244) 사이의 정지 마찰력에 의해 서로에 대해 고정된다. 따라서, 부착점에서의 정지 마찰력을 극복하는 회전력을 가함으로써 병진 갠트리(240)는 피칭된다. 본원의 예시적 일 구현예에서, 요크 단부(232 및 234)는 병진 갠트리(240)의 암(242 및 244)의 상보적 형상의 샤프트부를 수용하는 원통형 클램핑 고리관이다. 대안적으로, 암(242 및 244)은 요크 단부(232 및 234)의 상보적 형상의 샤프트부를 수용하는 원통형 클램핑 고리관을 포함할 수 있다.
- [0039] 본원의 예시적 구현예에 따른 병진 갠트리(240)의 서브구성요소를 도 3a 내지 3d 및 도 4 내지 7을 참조하여 이하 설명하며, 이들 도면은 각각의 하우징 커버가 제거된 상태로 도 2의 수직 부재(220) 및 병진 갠트리(240)를 나타내고, 명확성을 위해 도면들 중 적어도 일부는 상이한 사시도를 제공한다. 병진 갠트리(240)는 모터(246), 병진 스테이지(248), 모터(246)와 병진 스테이지(248) 둘 다에 부착된 연결 장치(250), 및 병진 스테이지(248)가 움직이는 하나 이상의 선형 가이드(들)(252)를 수용한다. 본원의 예시적 일 구현예에서, 연결 장치(250)는 모터(246)의 회전 운동을 병진 스테이지(248)의 직선 운동으로 변환하고, 본원의 다른 예시적 구현예에서, 연결 장치(250)는 리드 스크류일 수 있다. 연결 장치(250) 및 선형 가이드(들)(252)는 피치축(238)에 실질적으로 평행한 방향으로 정렬되어, 병진 스테이지(248)는 피치축(238)에 또한 실질적으로 평행한 병진축(254)(예를 들어, 도 8 및 도 9a 내지 c 참조)을 따라 병진이동된다.
- [0040] 샤프트(256)는 병진 스테이지(248)를 통해 회전 가능하게 배치되고, 샤프트(256)의 회전축(268)은 병진축(254)에 직교한다. 특히, 본원의 예시적 일 구현예에서, 샤프트(256)는 실질적으로 원통형이고, 회전축(268)은 원통형 샤프트(256)의 원통형 축과 일치한다. 엑스션 소스(270)는 샤프트(256)를 통해 병진 갠트리(240)에 부착된다.
- [0041] 도 8 및 도 9a 내지 9c를 이하 설명한다. 도 8 및 도 9a 내지 9c는 본원의 예시적 구현예에 따른 병진 갠트리(240) 및 엑스션 소스(270)의 상면도(즉, 도 3d 및 도 4 내지 6 상에서, 병진 갠트리(240) 쪽을 바라보는 관점 "A"로부터)이다. 도 9a는, 샤프트(256), 암(258), 및 가이드 핀(260)을 포함하여 밑에 있는 특징부들을 나타내기 위해 도 9a 도면으로부터 병진 스테이지(248)가 제거된 것을 제외하고, 도 8에 도시된 것과 동일한 병진 갠트리(240)를 도시한다. 도 9b 및 9c는 각각 도 9a의 동일한 구성요소(즉, 병진 갠트리(240) 및 엑스션 소스(270))를 도시하지만, 병진 갠트리(240)에 포함된 캠 시스템에 의해, 엑스션 소스(270)가 병진축(254)을 따라 상이한 위치에 있고 회전이 상이하며, (캠 시스템의 일부가 도 3a 내지 3d 및 도 4 내지 7의 다른 부분들에서 볼 수 있지만) 이는 도 8 및 도 9a 내지 9c를 참조하여 이하에서 더 상세히 설명될 것이다.
- [0042] 도 8 및 도 9a 내지 9c에 도시된 예시적 구현예에서, 병진 갠트리(240)는 병진 갠트리(240)의 캠 플레이트(263)에 배치된 캠 채널(262), 및 제1 단부에서 샤프트(256)에 고정되고 가이드 핀(260)을 통해 제2 단부에서 캠 채널(262) 내에 구속된 암(258)을 포함하는 캠 시스템을 포함한다.
- [0043] 도 8 및 도 9a 내지 9c에 도시된 바와 같이, 캠 채널(262)은 병진축(254)에 대해 기울어져 있다. 병진 스테이지(248)(도 8에 도시)가 모터(246)에 의해 병진축(254)을 따라 연결 장치(250) 및 가이드(들)(252) 상에서 병진이동될 때, 암(258)의 가이드 핀(260)은 캠 채널(262)에서 따라간다. 예를 들어, 도 9b에서, 샤프트(256) 및 엑스션 소스(270)는 (병진 스테이지(248)(도 9b에서는 미도시)에 부착되어 있기 때문에) 모터(246)에 의해 병진 갠

트리 암(242)에 더 가까운 연결 장치(250)의 단부까지 병진이동되었고, 가이드 핀(260)은 암(258)을 통해 샤프트(256)에 연결되어 있기 때문에, 가이드 핀(260)은 이에 대응하여 병진 갠트리 암(242)에 더 가까운 캠 채널(262)의 단부까지 따라갔다. 마찬가지로, 도 9c에서, 샤프트(256) 및 엑스션 소스(270)는 (병진 스테이지(248)(도 9c에서는 미도시)에 부착되어 있기 때문에) 모터(246)에 의해 병진 갠트리 암(244)에 더 가까운 연결 장치(250)의 단부까지 병진이동되었고, 가이드 핀(260)은 암(258)을 통해 샤프트(256)에 연결되어 있기 때문에, 가이드 핀(260)은 이에 대응하여 병진 갠트리 암(244)에 더 가까운 캠 채널(262)의 단부까지 따라갔다. 도 9a는 (병진 스테이지(248)(도 9a에서는 미도시)를 병진이동시키는 모터(246)에 의해) 도 9b 및 9c에 각각 나타난 위치 사이의 중간 위치까지 병진이동된 샤프트(256) 및 엑스션 소스(270)를 도시하고, 도 9a는 또한 캠 채널(262)의 중간 위치에 있는 가이드 핀(260)을 도시한다.

[0044] 도 9a 내지 도 9c로부터 이해할 수 있는 바와 같이, 가이드 핀(260)이 전술한 방식으로 병진 스테이지(248)의 병진이동을 따를 때 기울어진 캠 채널(262)에 구속되기 때문에, (예를 들어, 도 9b에 도시된 바와 같은) 연결 장치(250)의 일단으로부터 (예를 들어, 도 9c에 도시된 바와 같은) 연결 장치(250)의 타단까지 모터(246)에 의한 병진 스테이지(248)(도 8에는 미도시) 및 샤프트(256)의 병진이동은 동시에 샤프트(256)에 회전을 부여한다(도 9a 내지 9c 각각에 도시된 엑스션 소스의 병진이동 및 회전은 도 3a 내지 3c의 각각의 사시도에 각각 도시된 엑스션 소스의 병진이동 및 회전에 해당한다).

[0045] 예시적 일 구현예에서, 병진 스테이지(248)(및 확장하여, 샤프트(256) 및 엑스션 소스(270))는 총 10 인치(254 mm)의 거리까지 병진이동될 수 있다. 총 10 인치(254 mm)의 병진이동 거리를 샤프트(256)의 총 40°의 회전으로 변환하기 위해, 캠 채널(262)은 병진축(254)에 대해 약 4.8~8.5° 각도의 완만한 스플라인을 따르고, 암(258)은 길이가 약 2 인치(51 mm)이다. 전술한 병진이동은 연결 장치(250) 상의 단부에서 단부까지의 병진이동까지의 임의의 양에 해당할 수 있고, 샤프트(256)의 회전 정도는 병진이동의 양에 상응할 것이라는 것은 이해될 것이다.

[0046] 본원의 예시적 일 구현예에서, 캠 플레이트(263)는 병진 갠트리(240) 구조의 고정된 일체부를 형성한다. 본원의 다른 예시적 구현예에서, 캠 플레이트(263)는 상호교환 가능하고, 병진 갠트리에 착탈 가능하게 부착될 수 있다. 상이한 캠 채널 디자인(예를 들어, 샤프트(256)의 상이한 회전을 달성하는 상이한 각도)을 가진 복수의 상호교환 가능한 캠 플레이트가 각각 사용될 수 있다.

[0047] 전술한 바와 같이, 엑스션 소스(270)는 샤프트(256)에 부착되고, 샤프트(256)의 병진이동 및 회전이 엑스션 소스(270)에 또한 전달된다. 도 9a 내지 9c에 도시된 바와 같이, 엑스션 소스(270)는 방출축(274)을 따라 엑스션을 방출한다(본원의 적어도 일부 예시적 구현예에서, 엑스션 소스(270)는 방출된 엑스션을 시준하는 시준기(272)를 포함할 수도 있다). 엑스션 소스(270)가 (도 3a 및 9a에 도시된 바와 같은) 병진 갠트리(240)의 두 개의 암(242 및 244) 사이의 중간에 있고 방출축(274)이 (도 3a 및 9a에 도시된 바와 같은) 병진축(254) 및 피치축(238)에 직교하고 방출축(274)이 또한 (도 3a에 도시된 바와 같은) 롤축(236)에 평행하도록 배향된 경우에 엑스션 소스(270)의 조준 위치(276)는 정의된다. 예를 들어, 조준 위치(276)는 도 1에 대해 전술한 스캔 각도(112)에서 0° 위치일 수 있다.

[0048] 도 9a 내지 9c에 도시된 바와 같이, 전술한 샤프트(256)의 동시 병진이동 및 회전은 엑스션 소스(270)가, 샤프트(256)에의 부착에 의해, 조준 위치(276)로부터 ±θ°의 스캔 각도를 스위칭하도록 한다. 상기 예시적 구현예에서, 샤프트(256)의 40°회전은 따라서 엑스션 소스(270)가 조준 위치(276)로부터 ±20°의 스캔 각도를 스위칭하도록 한다.

[0049] 엑스션 소스(270)의 회전은 샤프트(256)를 회전시키기 위한 전용 모터(즉, 병진 모터(246)와 관계없는 모터; 미도시)에 의해 달성될 수 있지만, 캠 채널(262) 및 가이드 핀(260) 때문에, 엑스션 소스(270)가 병진 모터(246)에 의해 병진축(254)을 따라 병진이동될 때 샤프트(256)를 회전시키는 모터는 필요하지 않다. 따라서, 엑스션 소스(270)를 회전시키기 위한 전용 모터를 포함하는 병진 갠트리에 비해, 스캔 각도를 통해 엑스션 소스를 스위칭하기 위한 더 가볍고 더 저렴하고 덜 복잡한 디자인이 실현될 수 있다.

[0050] 조준 위치(276)에 있는 엑스션 소스(270)를 이용하여, 조작자는 이하 본원에서 더 설명되는 방식으로, 엑스션 소스(270)를 환자(290)의 입 안에 놓인 구강내 엑스션 센서(280) 쪽으로 정확하고 용이하게 조준하고 정렬할 수 있다. (도 2의 구강내 엑스션 센서(280)는 도 1의 엑스션 센서(102) 역할을 할 수 있다). 조작자가 엑스션 소스(270)를 조준하는 것을 돕기 위해, 요축(222), 피치축(238), 롤축(236), 병진축(254), 및 방출축(274) 중 하나 이상에 대해 엑스션 소스(270)의 조준을 표시하도록 엑스션 소스(270) 및/또는 병진 갠트리(240) 상에 다양한 기준 마커(미도시)가 배치될 수 있다. 이러한 지시기의 예는 라인, 핀, 리브, 눈금이 있는 스케일, 레이저 프로젝터 등을 포함하며, 이들 예가 제한적인 것은 아니지만, 이러한 지시기는 병진 갠트리(240)의 하우징 또는 엑

스션 소스(270) 상에 배치될 수 있다.

- [0051] 전술한 장착 시스템(200)에 의해, 액션 소스(270)의 위치는 6개의 자유도로 조정될 수 있다. 액션 소스(270)의 조정 기능을 이하 설명한다.
- [0052] 조정 가능한 암(210)은 액션 소스(270)에 3개의 병진 자유도를 제공한다: 상하 방향, 좌우 방향, 및 전후 방향(수직 방향, 수평 방향, x 방향, y 방향, 또는 z 방향을 포함하여 다른 용어가 이 방향들을 설명하는 데 사용될 수 있지만, 이들로 한정되는 것은 아니다).
- [0053] 장착 시스템(200)은 액션 소스(270)에 3개의 회전 자유도를 또한 제공한다. 수직 부재(220)의 스위블(221)은 요축(222)을 중심으로 액션 소스(270)의 회전을 허용한다(도 2). (도 10a 및 10b에 도시된 바와 같이) 수직 부재(220)를 통한 요크(230)의 변이는 실질적으로 롤축(236)을 중심으로 액션 소스(270)의 회전을 허용한다. 요크 단부(232 및 234)로 피벗을 형성하는 병진 갠트리 암(242 및 244)에 의해 액션 소스(270)는 실질적으로 피치축(238)(도 2)을 중심으로 피치될 수 있다.
- [0054] 조준 위치(276)에서, 병진 갠트리(240) 및 액션 소스(270)의 질량 중심은 무게 균형 위치에 위치하는데, 즉 질량 중심은 요축(222), 롤축(236), 및 피치축(238) 중 둘 이상의 교차점과 실질적으로 일치한다. 따라서, 요크(230)는 실질적으로 자이로스코프의 링과 같은 역할을 하며, 수직 부재(220)를 통한 요크(230)의 회전 또는 병진 갠트리(240)의 피칭은 질량 중심을 실질적으로 바꾸지 않는다. 또한, 롤축(236) 및 피치축(238) 각각에 대한 관성 모멘트를 줄이도록 롤축(236) 및 피치축(238)의 교차점에 가까이 질량을 집중시켜 병진 갠트리(240) 및 액션 소스(270)를 소형으로 설계할 수 있다.
- [0055] 균형 잡힌 밀집된 질량 중심에 의해, 브레이크의 도움없이 요크 단부(232 및 234)와 해당 암(242 및 244) 사이의 정지 마찰력에 의해 병진 갠트리(240)의 피치가 유지될 수 있다. 또한, 장착 시스템(200)의 균형 잡힌 집중된 질량 중심으로 인해, 사용자는 요축(222), 피치축(238), 및 롤축(236)을 중심으로 액션 소스(270)를 최소의 힘으로 용이하게 각각 요잉, 피칭, 및 회전시켜 액션 소스(270)를 정확하게 조준하고 정렬할 수 있다. 따라서, 스캔 각도를 통해 획득된 이미지의 적어도 상당 부분에서 콘택을 방지하거나 실질적으로 최소화하도록 액션 소스(270)를 환자의 입 안에 놓인 구강내 액션 센서(280)에 조준하고 정렬할 수 있다.
- [0056] 본원의 예시적 일 구현예에서, 액션 소스(270) 및 병진 갠트리(240)(더 구체적으로는, 모터(246))는 도 1에 도시된 컴퓨터 시스템(106)과 연통되고 그에 의해 제어될 수 있다. 예를 들어, 액션 소스(270)는 액션을 방출하도록 제어될 수 있고, 병진 갠트리(240)는 전술한 방식으로 액션 소스(270)를 병진이동시키도록 제어될 수 있다. 본원의 일부 다른 예시적 구현예에서, 병진 갠트리(240)는 모터(246) 및/또는 액션 소스(270)를 적어도 부분적으로 제어하는 기능을 하는 (예를 들어, 도 3a 내지 3d에 도시된 바와 같은) 하나 이상의 온보드 제어기(들)(264)를 포함할 수 있다. 본원의 일부 예시적 구현예에서, 제어기(264)는 도 1에 도시된 모터 제어기(120) 역할을 할 수 있다. 이 예들은 본질적으로 단지 예시적인 것이며, 다른 구현예에서, 컴퓨터 시스템(106)과 온보드 제어기(264) 사이에 다른 정도의 제어가 분포될 수 있다.
- [0057] 컴퓨터 시스템
- [0058] 도 11은 컴퓨터 시스템(300)의 블록도를 도시한다. 본원의 예시적 일 구현예에서, 컴퓨터 시스템(300)의 적어도 일부 구성요소(예컨대, 그 모든 구성요소, 또는 디스플레이 유닛(328)을 제외한 모든 구성요소)는 도 1에 도시된 컴퓨터 시스템(106)을 형성하거나 이에 포함될 수 있다. 컴퓨터 시스템(300)은 적어도 하나의 컴퓨터 프로세서(322)("제어기"로 지칭되기도 함)를 포함한다. 컴퓨터 프로세서(322)는, 예를 들어, 중앙 처리 장치, 다중 처리 장치, 주문형 집적회로("ASIC"), 필드 프로그래머블 게이트 어레이("FPGA") 등을 포함할 수 있다. 프로세서(322)는 통신 인프라(324)(예를 들어, 통신 버스, 크로스오버 바 장치, 또는 네트워크)에 연결된다.
- [0059] 컴퓨터 시스템(300)은 디스플레이 유닛(328) 상에 표시하기 위해 통신 인프라(324)로부터 비디오 그래픽, 텍스트, 및 기타 데이터를 전달하는 디스플레이 인터페이스(또는 기타 출력 인터페이스)(326)를 포함할 수도 있다. (이는 예시적 일 구현예에서, 디스플레이 유닛(108)을 형성하거나 이에 포함될 수 있다).
- [0060] 컴퓨터 시스템(300)은 정보를 컴퓨터 프로세서(322)에 전송하기 위해 컴퓨터 시스템(300)의 사용자에게 의해 사용될 수 있는 입력 유닛(330)을 포함할 수도 있다. 본원의 예시적 일 구현예에서, 입력 유닛(330)은 입력 유닛(114)을 형성하거나 이에 포함될 수 있다. 예를 들어, 입력 유닛(330)은 키보드 장치 및/또는 마우스 장치 또는 기타 입력 장치를 포함할 수 있다. 일례로, 디스플레이 유닛(328), 입력 유닛(330), 및 컴퓨터 프로세서(322)는 집합적으로 사용자 인터페이스를 형성할 수 있다.



- [0061] 예를 들어, 터치 스크린을 포함하는 예시적 구현예에서, 입력 유닛(330) 및 디스플레이 유닛(328)은 합쳐지거나, 동일한 사용자 인터페이스를 나타낼 수 있다. 이러한 구현예에서, 사용자가 디스플레이 유닛(328)을 터치하면 디스플레이 유닛(328)으로부터 디스플레이 인터페이스(326)로 전송될 해당 신호를 유발할 수 있고, 디스플레이 인터페이스는 예를 들어, 프로세서(322)와 같은 프로세서에 그 신호를 전달할 수 있다.
- [0062] 또한, 컴퓨터 시스템(300)은 바람직하게는 랜덤 액세스 메모리("RAM")인 메인 메모리(332)를 포함하고, 보조 메모리(334)를 포함할 수도 있다. 보조 메모리(334)는, 예를 들어, 하드 디스크 드라이브(336) 및/또는 착탈식 저장 드라이브(338)(예를 들어, 플로피 디스크 드라이브, 자기 테이프 드라이브, 광학 디스크 드라이브, 플래시 메모리 드라이브 등)를 포함할 수 있다. 착탈식 저장 드라이브(338)는 주지의 방식으로 착탈식 저장 유닛(340)으로부터 판독하고/하거나 착탈식 저장 유닛에 기록한다. 착탈식 저장 유닛(340)은, 예를 들어, 플로피 디스크, 자기 테이프, 광학 디스크, 플래시 메모리 장치 등일 수 있고, 착탈식 저장 드라이브(338)에 의해 착탈식 저장 유닛에 기록되고 착탈식 저장 유닛으로부터 판독된다. 착탈식 저장 유닛(340)은 컴퓨터 실행 가능 소프트웨어 명령 및/또는 데이터를 저장하는 비일시적 컴퓨터 판독 가능 저장 매체를 포함할 수 있다.
- [0063] 대안적 구현예에서, 보조 메모리(334)는 컴퓨터 시스템(300)에 로딩될 컴퓨터 실행 가능 프로그램 또는 기타 명령을 저장하는 다른 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함할 수 있다. 이러한 장치는 착탈식 저장 유닛(344) 및 인터페이스(342)(예를 들어, 비디오 게임 시스템과 함께 사용되는 것과 유사한 프로그램 카트리지 및 카트리지 인터페이스); 착탈식 메모리 칩(예를 들어, 삭제 가능하고 프로그램 가능한 판독 전용 메모리("EPROM") 또는 프로그램 가능한 판독 전용 메모리("PROM")) 및 관련 메모리 소켓; 및 착탈식 저장 유닛(344)으로부터 컴퓨터 시스템(300)의 다른 부분으로 소프트웨어 및 데이터를 전송시킬 수 있는 기타 착탈식 저장 유닛(344) 및 인터페이스(342)를 포함할 수 있다.
- [0064] 컴퓨터 시스템(300)은 컴퓨터 시스템(300)과 외부 장치 사이에 소프트웨어 및 데이터가 전송되도록 할 수 있는 통신 인터페이스(346)를 포함할 수도 있다. 통신 인터페이스(346)의 예는 모뎀, 네트워크 인터페이스(예를 들어, 이더넷 카드 또는 IEEE 802.11 무선 LAN 인터페이스), 통신 포트(예를 들어, 범용 직렬 버스("USB") 포트 또는 FireWire® 포트), 개인용 컴퓨터 메모리 카드 국제 협회("PCMCIA") 인터페이스 등을 포함한다. 통신 인터페이스(346)를 통해 전송되는 소프트웨어 및 데이터는 신호 형태일 수 있고, 이는 전자, 전자기, 광학 신호 또는 통신 인터페이스(346)에 의해 송신 및/또는 수신될 수 있는 다른 유형의 신호일 수 있다. 신호는 통신 경로(348)(예를 들어, 채널)를 통해 통신 인터페이스(346)에 제공된다. 통신 경로(348)는 신호를 전달하고, 와이어 또는 케이블, 광섬유, 전화선, 셀룰러 링크, 무선 주파수("RF") 링크 등을 사용하여 구현될 수 있다. 통신 인터페이스(346)는 컴퓨터 시스템(300)과 원격 서버 또는 클라우드 기반 스토리지(미도시) 사이에 소프트웨어 또는 데이터 또는 기타 정보를 전송하는 데 사용될 수도 있다.
- [0065] 메인 메모리(332) 및/또는 보조 메모리(334)에는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램(컴퓨터 제어 로직으로 지칭되기도 함)이 저장된다. 컴퓨터 프로그램은 통신 인터페이스(346)를 통해 수신될 수도 있다. 컴퓨터 프로그램은, 컴퓨터 프로세서(322)에 의해 수행될 때 컴퓨터 시스템(300)으로 하여금 본원에 기재된 것과 같은 절차를 수행하도록 하는 컴퓨터 실행 가능 명령을 포함한다. 따라서, 컴퓨터 프로그램은 단층영상합성 시스템(100)의 컴퓨터 시스템(106) 및 다른 구성요소(예를 들어, 액션 센서(102) 및 액션 소스(104))를 제어할 수 있다.
- [0066] 본원의 예시적 일 구현예에서, 소프트웨어는 착탈식 저장 드라이브(338), 하드 디스크 드라이브(336), 및/또는 통신 인터페이스(346)를 이용하여 비일시적 컴퓨터 판독 가능 저장 매체에 저장될 수 있고 컴퓨터 시스템(300)의 메인 메모리(332) 및/또는 보조 메모리(334)에 로딩될 수 있다. 제어 로직(소프트웨어)은, 프로세서(322)에 의해 수행될 때, 컴퓨터 시스템(300), 더 일반적으로는 구강내 단층영상합성 시스템(100)으로 하여금 본원에 기재된 절차를 수행하도록 한다.
- [0067] 다른 예시적 구현예에서, 본원에 기재된 기능을 수행하기 위해 ASIC, FPGA 등과 같은 하드웨어 구성요소가 사용될 수 있다. 본원에 기재된 기능을 수행하도록 이러한 하드웨어 구성을 구현하는 것은 본 설명의 관점에서 당업자에게 명백할 것이다.
- [0068] 조정 가능한 액션 소스 장착 시스템으로 촬영하는 방법
- [0069] 조정 가능한 장착 시스템(200)에 장착된 액션 소스(270) 및 구강내 액션 센서(280)를 포함하는 구강내 단층영상합성 시스템(100)(도 1)을 사용하여 단층영상합성 촬영하는 방법을, 이 방법의 예시적 일 구현예를 나타내는 흐름도인 도 12를 참조하여, 이하 설명한다.
- [0070] 액션 소스(270)를 포지셔닝하기 전에, 환자가 편안하도록 조정될 수 있는 치과용 의자(미도시)에 환자(290)가

았고, 구강내 엑스선 센서(280)를 환자의 입에 넣는다. 본원의 일부 예시적 구현예에서, 구강내 엑스선 센서(280)는 전술한 바와 같이 직사각형의 크기-0, 크기-1, 또는 크기-2 센서일 수 있고, 또한 엑스선 소스(270)를 조준하고 정렬하기 위한 표적을 제공하는 구강외 가이드(282)에 부착될 수 있다.

- [0071] 절차는 단계 S701에서 시작하고, 단계 S702에서, 조작자는 입력 유닛(114)을 통해 컴퓨터 시스템(106)에게 병진 갠트리(240)를 제어하여 엑스선 소스(270)를 병진축(254)을 따라 조준 위치(276)까지 이동시키도록 명령한다.
- [0072] 단계 S704에서, 조작자는 장착 시스템(200)을 통해 전술한 하나 이상의 자유도(즉, 상/하 병진이동, 좌/우 병진이동, 전/후 병진이동, 요잉 회전, 피치 회전, 및 롤 회전)로 엑스선 소스(270)를 수동으로 이동 및/또는 회전시켜 엑스선 소스(270)를 구강내 엑스선 센서(280)(또는 해당되는 경우, 구강외 가이드(282))에 조준하고 정렬시킨다.
- [0073] 본원의 예시적 일 구현예에서, 구강내 엑스선 센서(280)에 대해 엑스선 소스(270)를 조준 및 정렬시키는 방법 및 장치는, 본원에 완전히 기재된 것처럼 그 전체가 본원에 참조로 포함되는 미국 특허 13/591,979호에 기재된 것과 같은 치과용 포지셔닝 시스템을 통해 달성될 수 있다.
- [0074] 결정 블록 S706에서, 조작자는 구강내 엑스선 센서(280)에 대한 엑스선 소스(270)의 조준 및 정렬을 확인한다. 방출축(274)이 센서의 중심에 실질적으로 근접하여 구강내 엑스선 센서(280)에 직각으로 돌출하는 경우 엑스선 소스(270)가 제대로 조준되고 정렬된 것으로 간주되며, 스캔 각도(112)의 각 지점에서 엑스선 소스(270)에 의해 방출된 엑스선은 콘컷 없이 구강내 엑스선 센서(280)에서 수신될 것이다. 특히, 구강내 센서(280)가 직사각형인 경우, 병진축(254)이 구강내 엑스선 센서(280)의 직사각형 축들 중 하나(예를 들어, 특히 직사각형의 장축)에 평행하도록 요크(230)를 회전시키는 것이 유용할 수 있다.
- [0075] 결정 블록 S706에서 엑스선 소스(270)가 제대로 조준 및 정렬되지 않은 것으로 간주되면, 조작자는 단계 S702 및/또는 S704를 다시 수행하여 엑스선 소스(270)를 재포지셔닝하고, 이어서 결정 블록 S706을 다시 수행하여 엑스선 소스(270)의 조준 및 정렬을 확인한다.
- [0076] 결정 블록 S706에서 엑스선 소스(270)가 제대로 조준 및 정렬된 것으로 간주되면, 절차는 단계 S708로 진행된다.
- [0077] 단계 S708에서, 구강내 단층영상합성 시스템(100)(도 1)은 전술한 방식으로, 스캔 각도(112)에 걸쳐 직교 투영 이미지(즉, 조준 위치(276)이기도 한 스캔 각도(112) 중 0° 에서 엑스선 소스(270)로 획득한 이미지)를 포함하여 대상(50)(예를 들어, 환자의 치아 구조의 적어도 일부)의 복수의 투영 이미지를 획득하도록 제어된다.
- [0078] 예를 들어, 전술한 바와 같이, 병진 모터(246)는 엑스선 소스(270)를 병진축을 따라 병진이동시키도록 컴퓨터 시스템(106) 및/또는 제어기(264)에 의해 제어되고, 이는 또한 캠 시스템에 의해 엑스선 소스(270)가 스캔 각도(112)를 통해 회전하도록 한다. 병진이동과 동시에, 엑스선 소스(270)는 대상(50)을 통해 방출축(274)을 따라 엑스선을 방출하도록 컴퓨터 시스템(106) 및/또는 제어기(264)에 의해 제어되고, 구강내 엑스선 센서(280)는 수신면에서 수신된 엑스선을 이후 컴퓨터 시스템(106)에 전송되는 전기 신호로 변환한다. 컴퓨터 시스템(106)은 전기 신호를 처리하여 복수의 2D 투영 이미지를 획득하고, 이어서 복수의 투영 이미지를 더 처리하여 일련의 단층영상합성 이미지 조각을 재구성한다.
- [0079] 절차는 단계 S710에서 종료된다.
- [0080] 전술한 설명의 관점에서, 본원에 기재된 예시적 구현예들 중 하나 이상은 다중 자유도를 이용하여 조작자가 엑스선 소스를 정확하고 쉽게 조준할 수 있게 하는 소형의 경량 단층영상합성 가능한 엑스선 소스 장착 시스템에 관한 것임을 이해할 수 있다. 이러한 엑스선 소스 장착 시스템은 고도로 조정 가능하고, 소형이며, 경량이기 때문에, 치과 의사는 (대형 공간을 차지하는 CT 기계와 달리) 특별 공간을 희생하지 않고 의자 측 촬영을 위한 진보된 단층영상합성 기반 3D 이미지화 시스템을 갖출 수 있다. 또한, 엑스선 소스 장착 시스템은 (제한된 스캔 각도를 통해 엑스선 소스를 스윙핑함으로써) 단층영상합성 촬영을 수행하는 데 사용될 수 있을 뿐만 아니라 (엑스선 소스를 스윙핑하지 않고 촬영함으로써) 표준 디지털 방사선 촬영을 수행하는 데 사용될 수 있으므로, 임상 의의 기존 치과 방사선 촬영 엑스선 소스를 대체할 수 있다.
- [0081] 전술한 다양한 구현예는 예로서 제시된 것이고 제한적인 것은 아니다. 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 형태 및 세부사항의 다양한 변경이 가능하다는 것은 당업자에게 명백할 것이다. 따라서, 본 발명은 전술한 임의의 예시적 구현예에 의해 제한되지 않아야 하고, 다음의 청구범위 및 그 균등물에 따라서만 정의되어야 한다.
- [0082] 또한, 본원에 설명된 기능을 강조하는 첨부 도면은 예시적인 예로서 제시된 것임을 이해해야 한다. 본 발명의



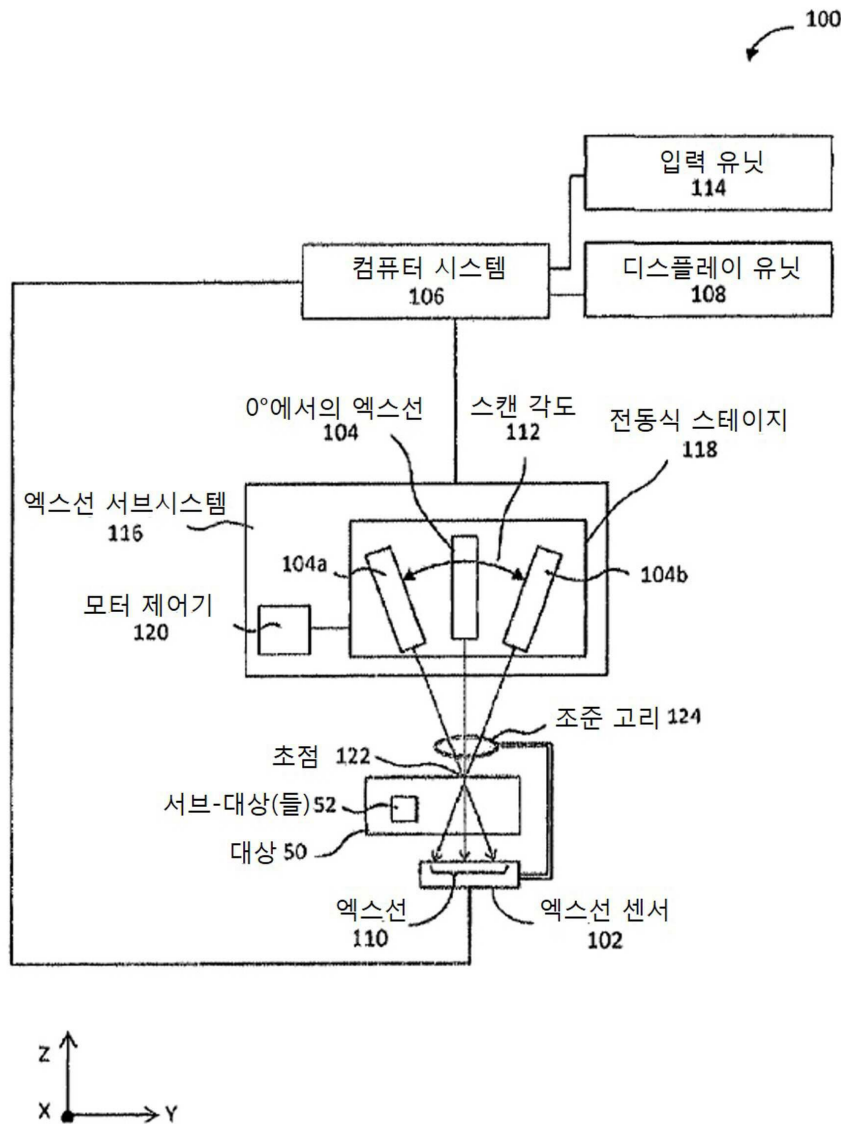
구성은 도면에 도시된 것과 다른 방식으로 활용되고 처리될 수 있도록 충분히 유연하고 구성 가능하다.

[0083] 또한, 본원에 기재된 예시적 구현에는 구강내 단층영상합성 촬영에 국한되지 않는다. 본원에 기재된 예시적 구현에는 다른 해부학적 영역을 스캔하는 데 사용될 수 있다.

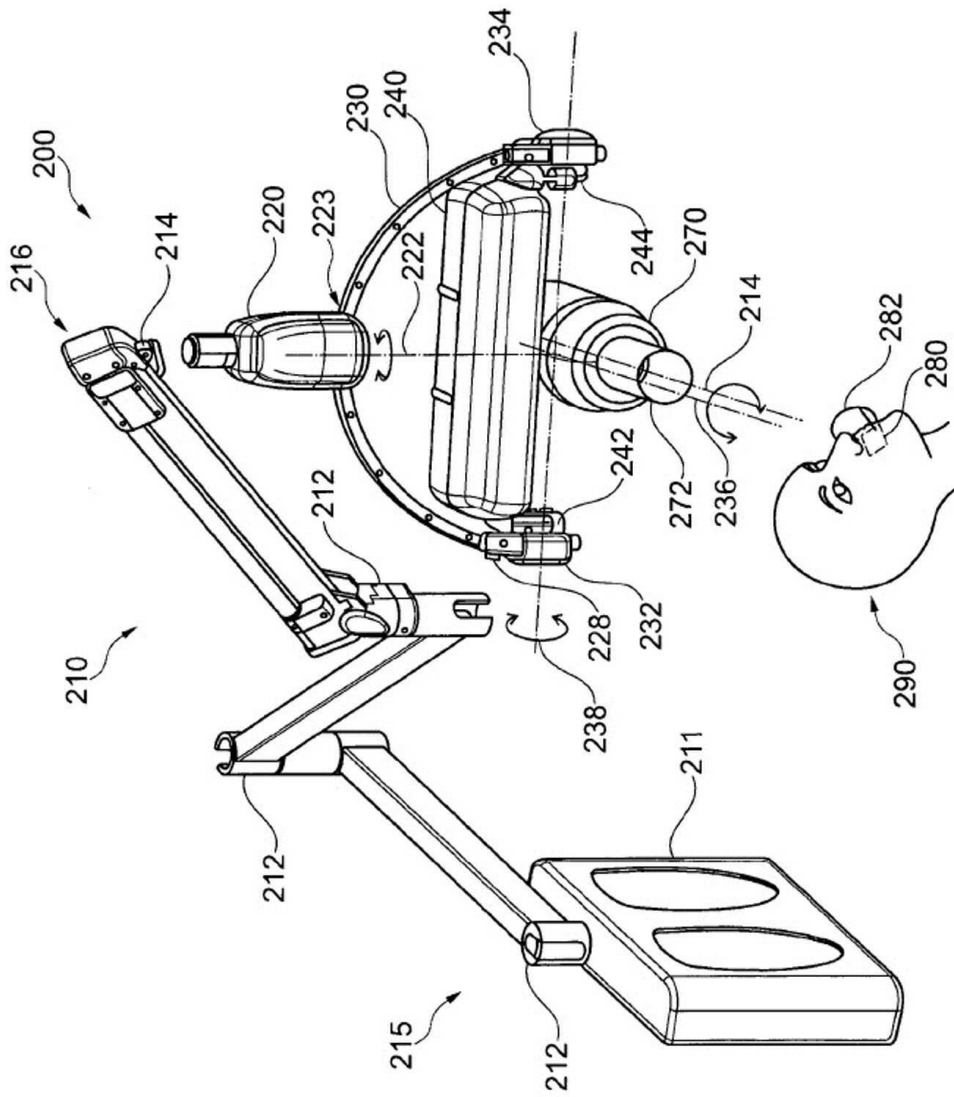
[0084] 또한, 요약문의 목적은 일반적으로는 미국 특허상표청 및 공중, 특히 특허 또는 법률 용어 및/또는 어법에 익숙하지 않은 관련 분야의 과학자, 엔지니어, 및 실무자가 본원에 개시된 기술적 요지의 성격과 본질을 피상적 검토로부터 빠르게 판단할 수 있도록 하는 것이다. 요약문은 어떤 식으로든 본 발명의 범위에 대해 제한하고자 하는 것은 아니다. 청구범위에 기재된 절차가 제시된 순서대로 수행될 필요는 없다는 것도 또한 이해해야 한다.

**도면**

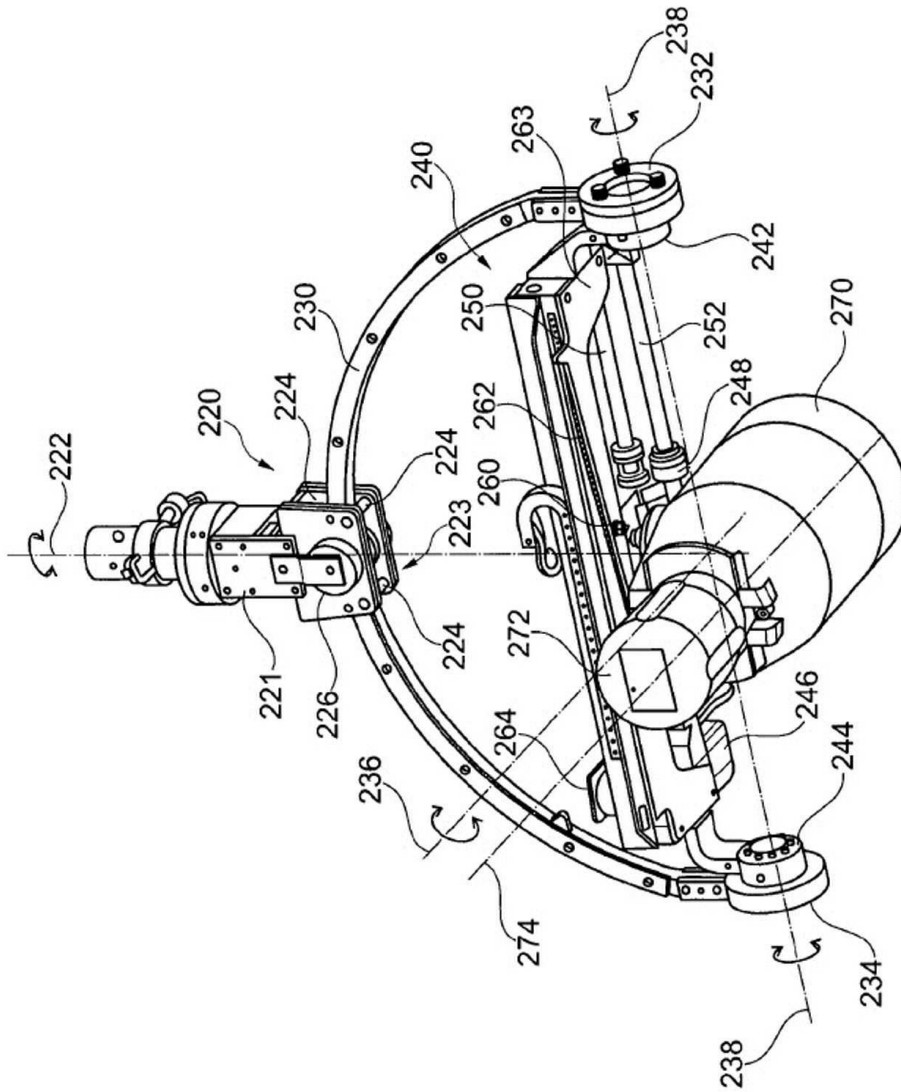
**도면1**



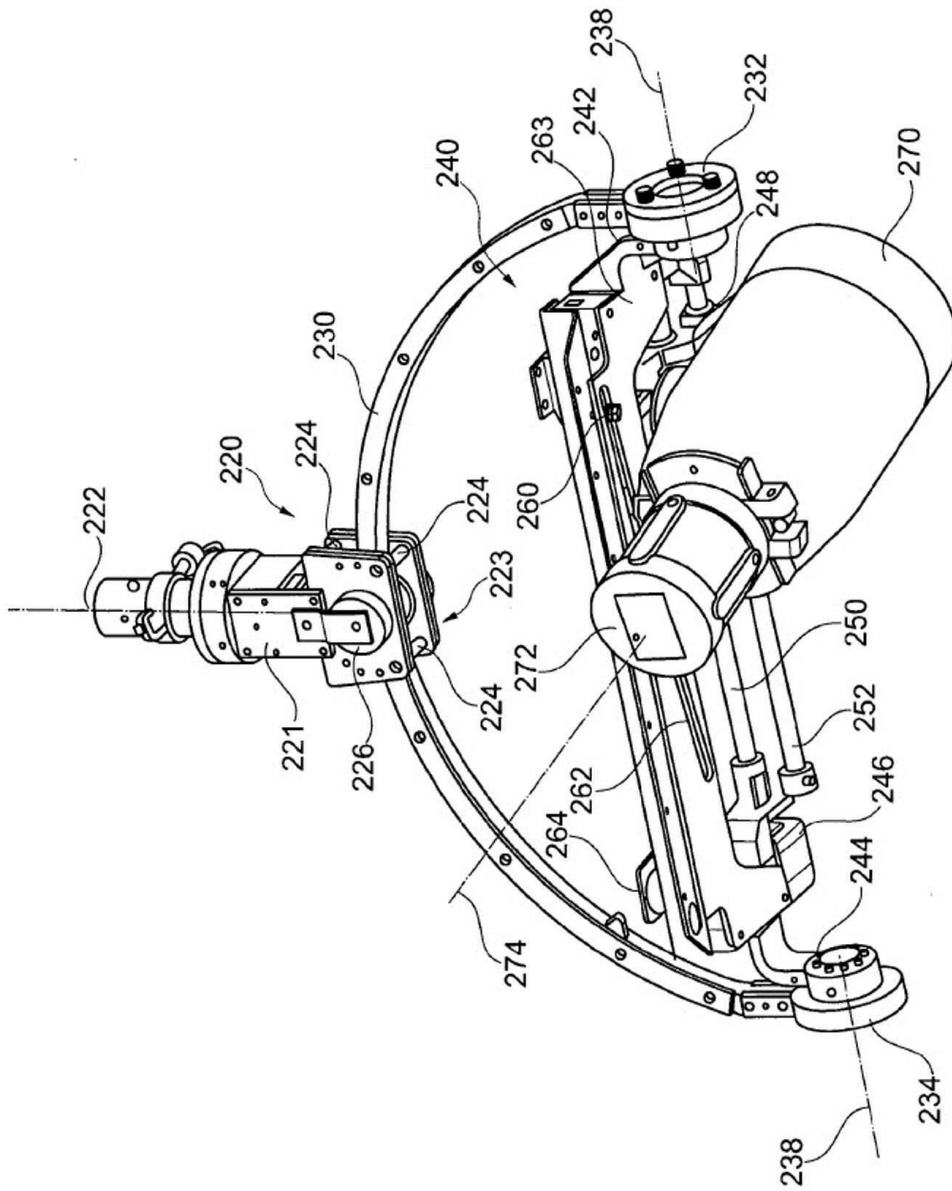
도면2



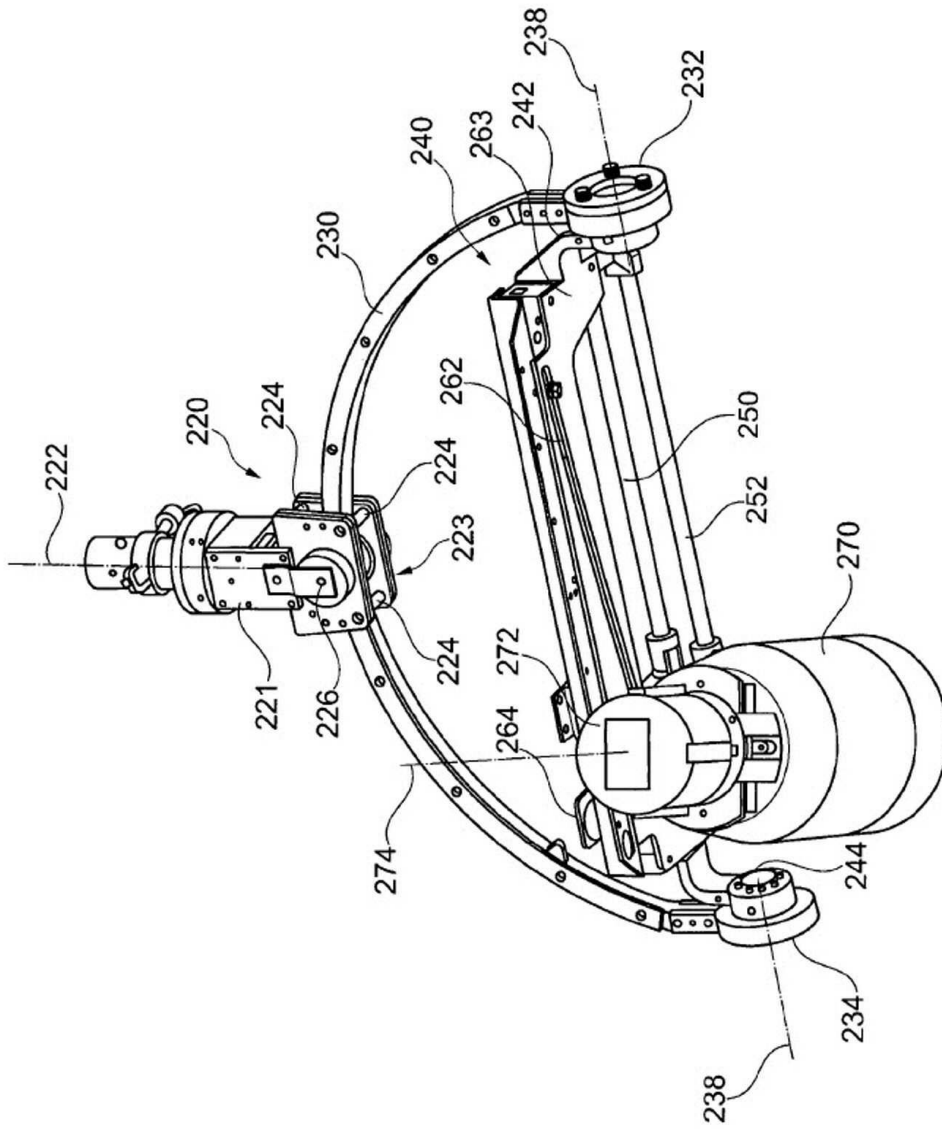
도면3a



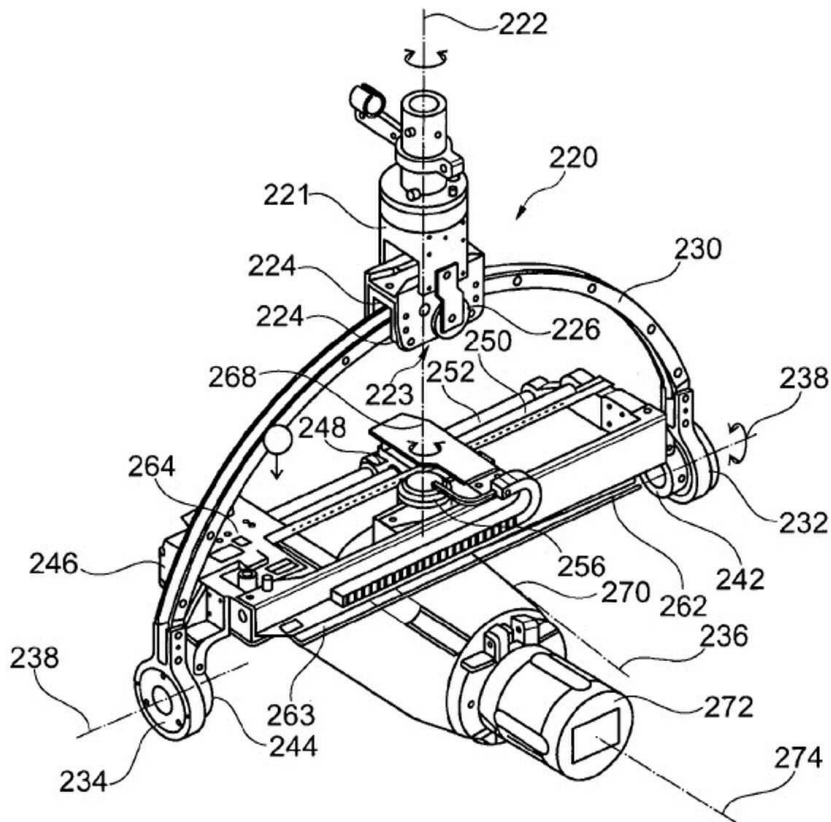
도면3b



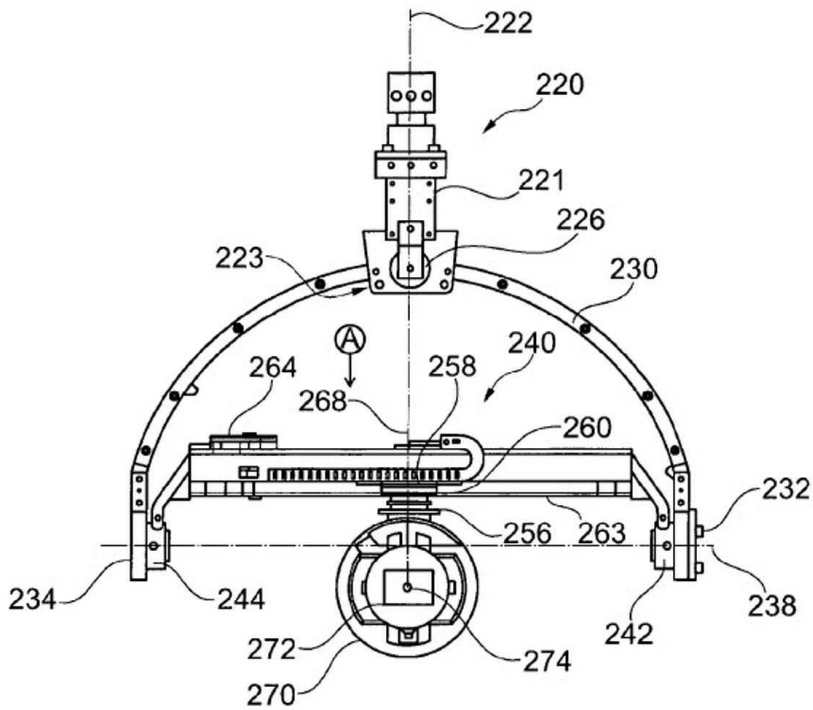
도면3c



도면3d

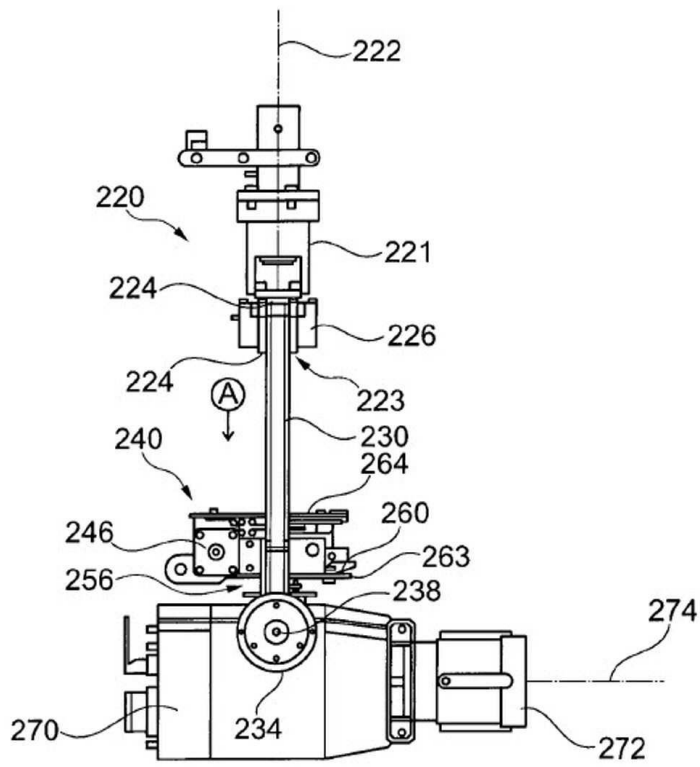


도면4

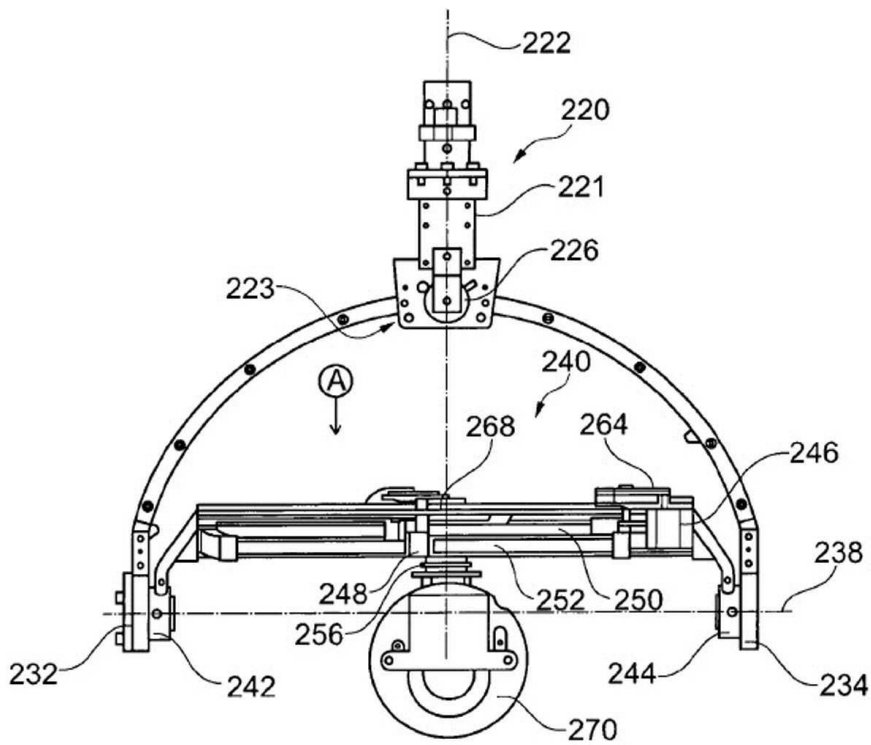




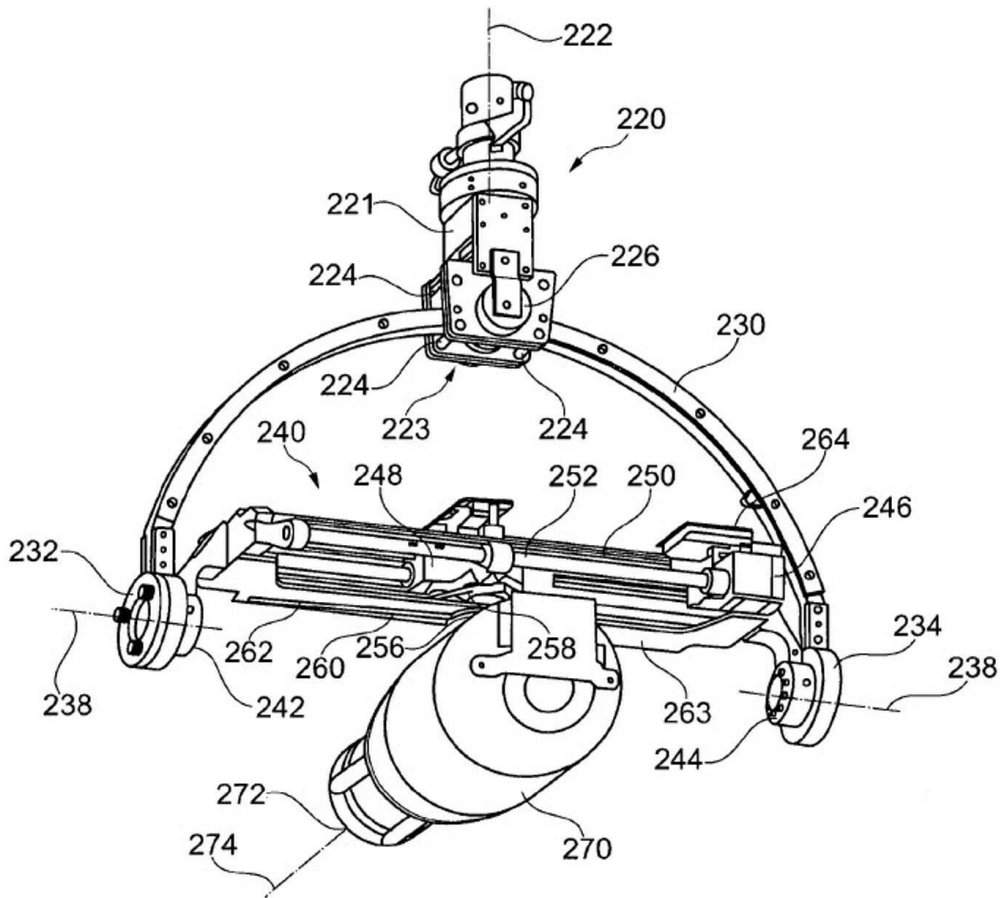
도면5



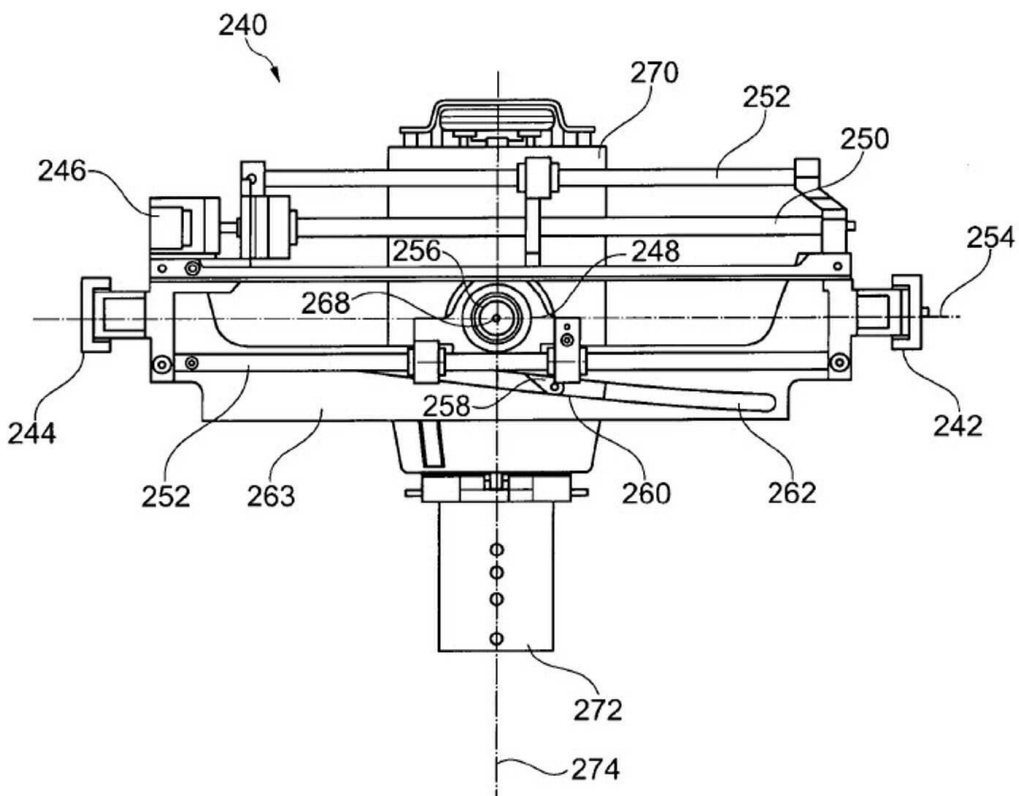
도면6



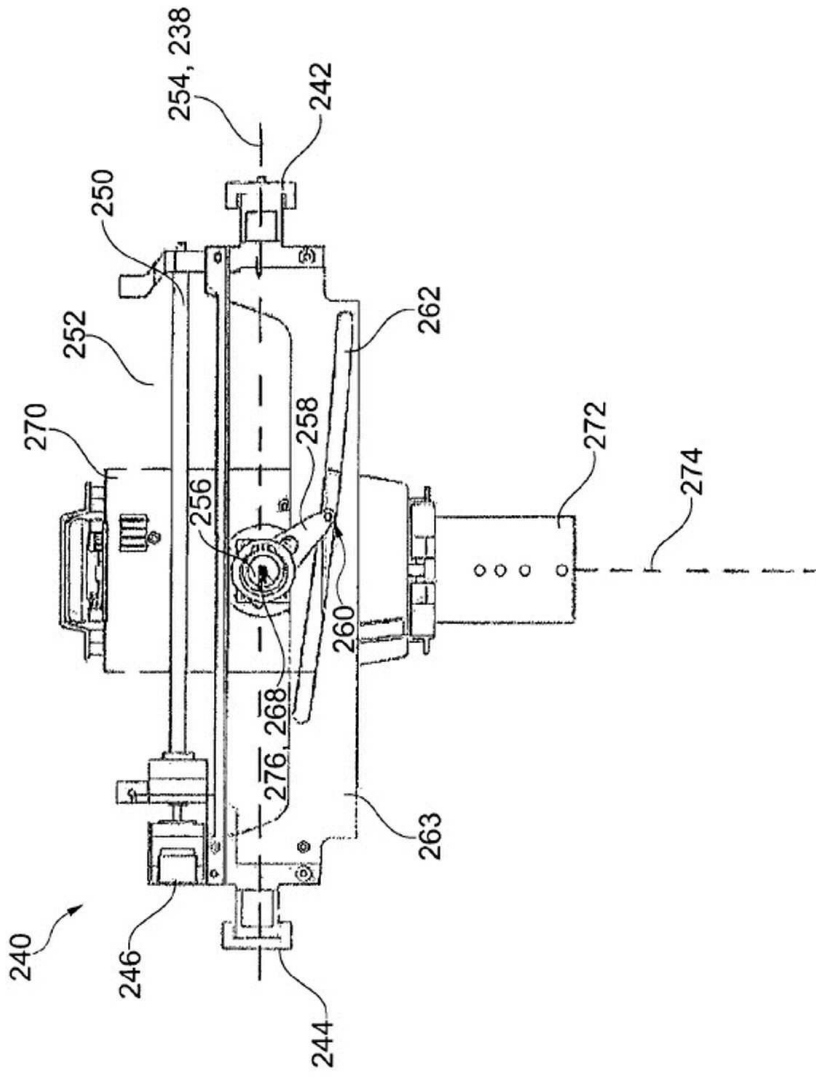
도면7



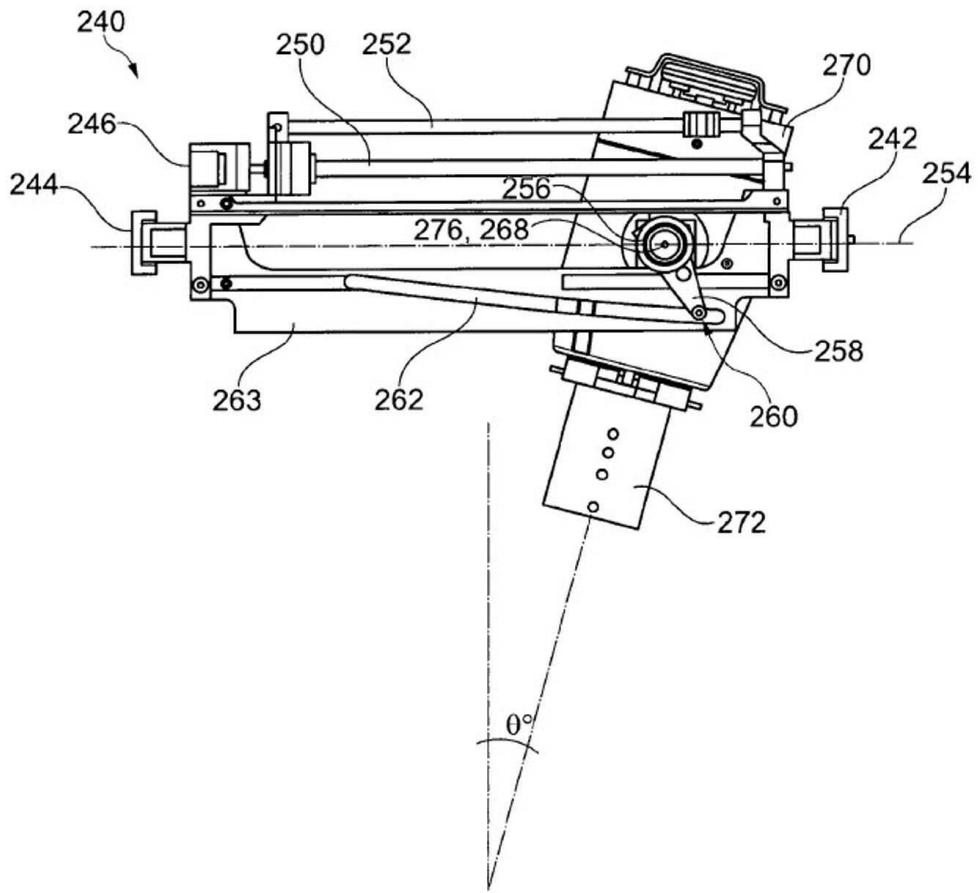
도면8



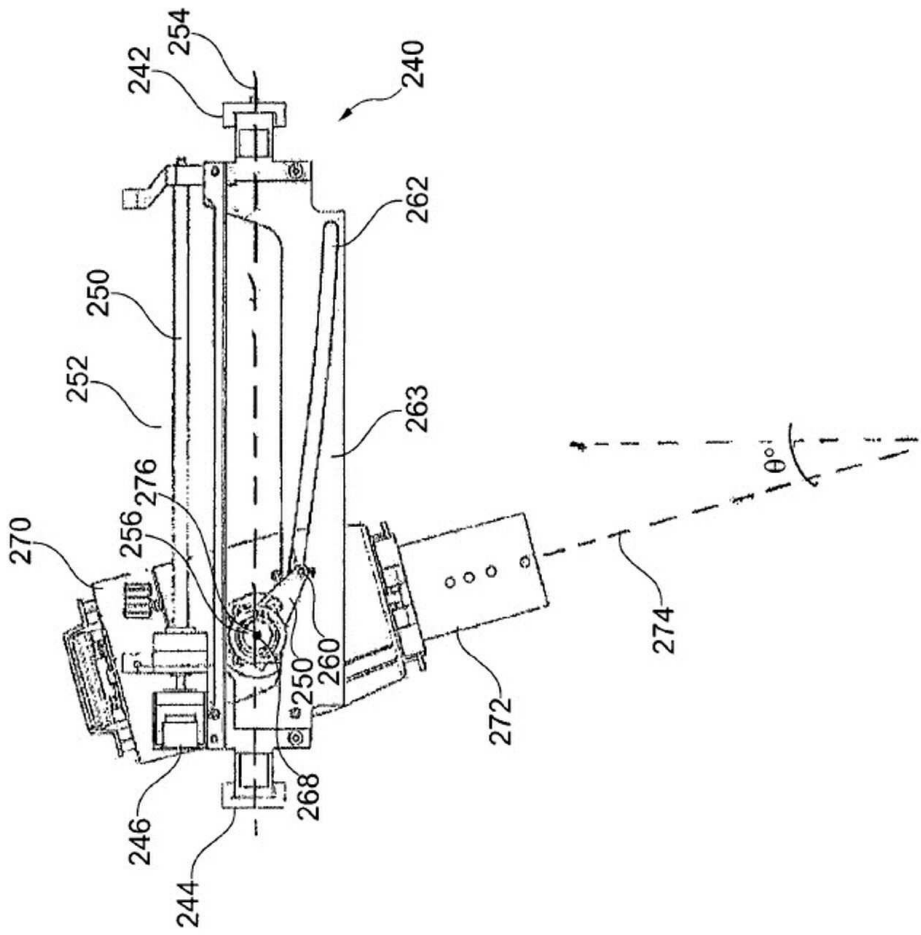
도면9a



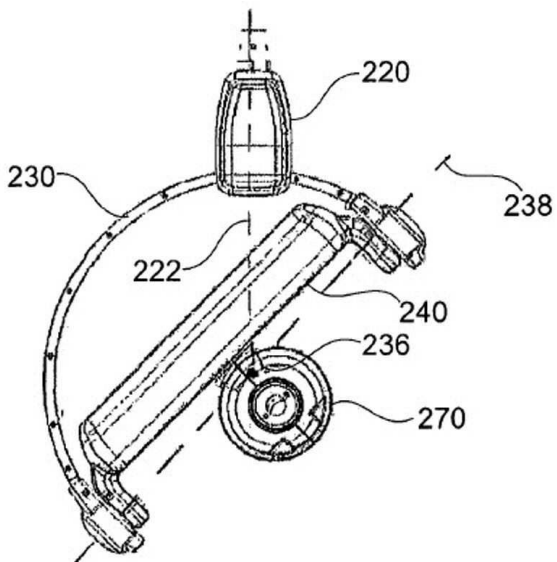
도면9b



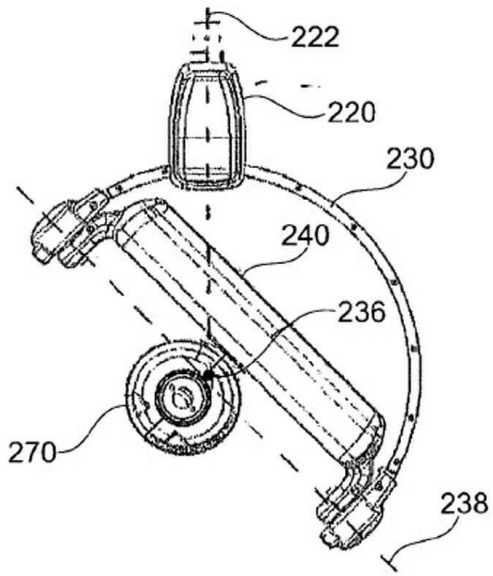
도면9c



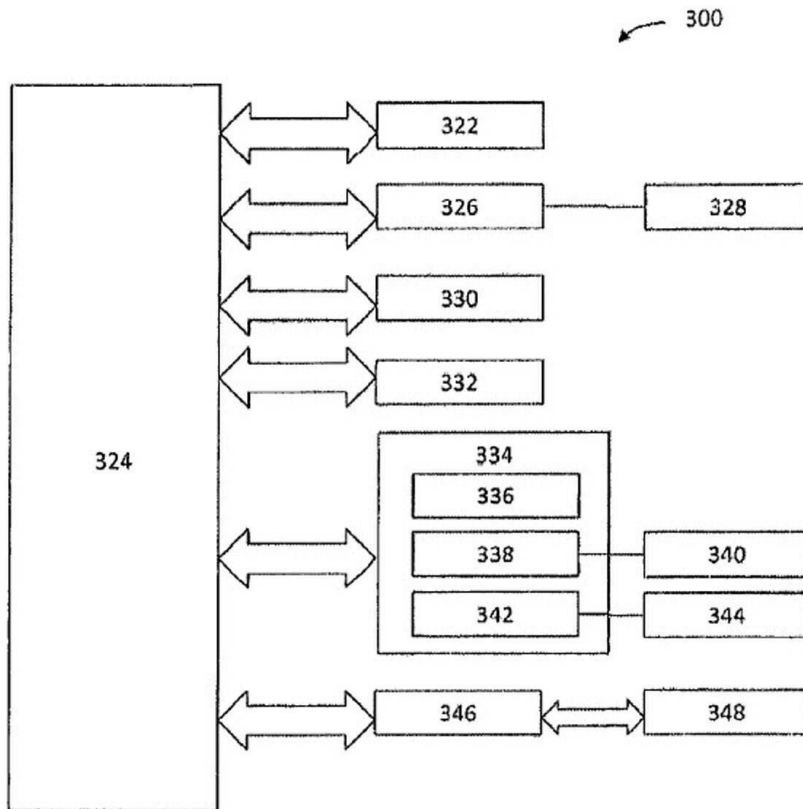
도면10a



도면10b



도면11





도면12

