



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년03월27일  
(11) 등록번호 10-1378875  
(24) 등록일자 2014년03월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 6/00 (2006.01) A61N 5/00 (2006.01)  
G09B 23/28 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0029248  
(22) 출원일자 2013년03월19일  
심사청구일자 2013년03월19일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020120079726 A  
KR1020120088928 A  
KR1020100119109 A  
KR1020120087862 A  
전체 청구항 수 : 총 15 항

(73) 특허권자  
사회복지법인 삼성생명공익재단  
서울특별시 용산구 이태원로55길 48 (한남동)  
(72) 발명자  
주상규  
서울 강남구 광평로5길 10, 202호 (일원동)  
(74) 대리인  
리엔목특허법인

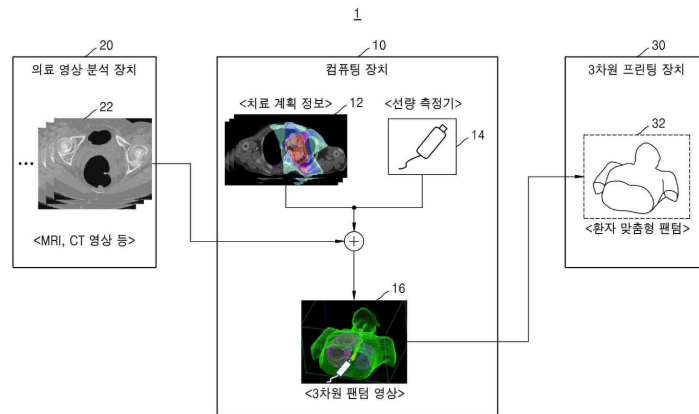
심사관 : 홍영욱

(54) 발명의 명칭 환자 맞춤형 팬텀을 제조하는 방법, 장치 및 시스템

(57) 요약

환자 맞춤형 팬텀에 대한 인쇄 데이터를 생성하는 장치 및 방법은 환자 신체의 해부학적 정보를 포함하는 의료 영상 및 치료 부위에 조사될 방사선의 선량 분포에 관한 치료 계획 정보를 수신하고, 해부학적 정보에 기초한 환자 신체의 내외부 구조와 치료 계획 정보에 따른 선량 분포를 검증하기 위해 내외부 구조에 삽입될 선량 측정기의 공간이 모델링된 3차원 팬텀 영상을 재구성하고, 재구성된 3차원 팬텀 영상에 기초하여 환자 맞춤형 팬텀을 제조하기 위한 3차원 프린팅용 인쇄 데이터를 생성한다.

대표도



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

환자 맞춤형 팬텀에 대한 인쇄 데이터를 생성하는 장치에 있어서,

환자 신체의 해부학적 정보를 포함하는 의료 영상 및 치료 부위에 조사될 방사선의 선량 분포에 관한 치료 계획 정보를 수신하는 데이터 수신부;

상기 해부학적 정보에 기초한 상기 환자 신체의 내외부 구조와, 상기 수신된 치료 계획 정보에 따른 상기 선량 분포를 검증하기 위해 상기 내외부 구조에 삽입될 선량 측정기의 공간이 모델링된 3차원 팬텀 영상을 재구성하는 영상 재구성부; 및

상기 재구성된 3차원 팬텀 영상에 기초하여 상기 환자 맞춤형 팬텀을 제조하기 위한 3차원 프린팅용 인쇄 데이터를 생성하는 인쇄 데이터 생성부를 포함하는, 장치.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 영상 재구성부는

상기 수신된 의료 영상의 픽셀 값들을 이용하여 상기 내부 구조의 구성 물질들의 밀도를 모델링함으로써 상기 3차원 팬텀 영상을 재구성하는, 장치.

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,

상기 재구성된 3차원 팬텀 영상은

상기 환자 맞춤형 팬텀에 상기 선량 측정기를 삽입하기 위한 삽입 경로 또는 절단면에 대한 정보를 포함하는, 장치.

**청구항 4**

제 1 항에 있어서,

상기 재구성된 3차원 팬텀 영상은

상기 환자 맞춤형 팬텀에 상기 선량 분포를 검증하기 위한 상기 방사선의 조사 위치 및 상기 선량 측정기의 위치 중 적어도 하나를 가이드하는 표식에 대한 정보를 포함하는, 장치.

**청구항 5**

제 1 항에 있어서,

상기 생성된 인쇄 데이터에 기초하여 상기 환자 맞춤형 팬텀이 제조되어 상기 선량 측정기가 삽입된 후 상기 치료 계획 정보에 따라 상기 환자 맞춤형 팬텀에 상기 방사선이 조사된 경우, 상기 삽입된 선량 측정기에서 측정된 선량 분포에 관한 데이터를 상기 수신된 치료 계획 정보와 비교함으로써 상기 환자 맞춤형 팬텀 및 상기 치료 계획 정보의 정확도를 검증하는 검증부를 더 포함하는, 장치.

**청구항 6**

제 5 항에 있어서,

상기 영상 재구성부는

상기 검증된 정확도에 따라 상기 재구성된 3차원 팬텀 영상을 보정하고,

상기 인쇄 데이터 생성부는

상기 보정된 3차원 팬텀 영상에 기초하여 상기 3차원 프린팅용 인쇄 데이터를 다시 생성하는, 장치.

**청구항 7**

제 1 항에 있어서,

상기 환자 신체의 상기 모델링된 내외부 구조 및 상기 선량 측정기의 상기 모델링된 공간 중 적어도 하나에 대한 편집 정보를 사용자로부터 수신하는 사용자 인터페이스부를 더 포함하고,

상기 영상 재구성부는

상기 수신된 편집 정보에 따라 상기 내외부 구조 및 상기 공간 중 적어도 하나를 모델링하여 상기 3차원 팬텀 영상을 재구성하는, 장치.

**청구항 8**

환자 맞춤형 팬텀을 제조하는 방법에 있어서,

환자 신체의 해부학적 정보를 포함하는 의료 영상 및 치료 부위에 조사될 방사선의 선량 분포에 관한 치료 계획 정보를 수신하는 단계;

상기 해부학적 정보에 기초한 상기 환자 신체의 내외부 구조와, 상기 수신된 치료 계획 정보에 따른 상기 선량 분포를 검증하기 위해 상기 내외부 구조에 삽입될 선량 측정기의 공간이 모델링된 3차원 팬텀 영상을 재구성하는 단계;

상기 재구성된 3차원 팬텀 영상에 기초하여 상기 환자 맞춤형 팬텀을 제조하기 위한 3차원 프린팅용 인쇄 데이터를 생성하는 단계; 및

상기 생성된 인쇄 데이터에 기초하여 3차원 프린팅 장치에 의해 상기 환자 맞춤형 팬텀을 제조하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 9**

제 8 항에 있어서,

상기 제조하는 단계는

상기 수신된 의료 영상의 픽셀 값들에 따라 상기 환자 맞춤형 팬텀의 내부의 구성 물질들의 밀도를 서로 다르게 인쇄함으로써 상기 환자 맞춤형 팬텀을 제조하는, 방법.

**청구항 10**

제 8 항에 있어서,

상기 제조하는 단계는

상기 생성된 인쇄 데이터에 기초하여, 상기 환자 맞춤형 팬텀의 내부에 상기 선량 측정기의 공간은 비어있고 상기 선량 측정기를 삽입하기 위한 절단면은 절단된 상태를 갖도록 상기 환자 맞춤형 팬텀을 제조하는, 방법.

**청구항 11**

환자 맞춤형 팬텀을 제조하는 시스템에 있어서,

환자 신체에 대한 의료 영상에 포함된 해부학적 정보에 기초한 상기 환자 신체의 내외부 구조와, 치료 부위에 조사될 방사선의 선량 분포에 관한 치료 계획 정보에 따른 상기 선량 분포를 검증하기 위해 상기 내외부 구조에 삽입될 선량 측정기의 공간이 모델링된 3차원 팬텀 영상을 재구성하고, 상기 재구성된 3차원 팬텀 영상에 기초하여 상기 환자 맞춤형 팬텀을 제조하기 위한 3차원 프린팅용 인쇄 데이터를 생성하는 컴퓨팅 장치; 및

상기 생성된 인쇄 데이터에 기초하여 상기 환자 맞춤형 팬텀을 제조하는 3차원 프린팅 장치를 포함하는, 시스템.

**청구항 12**

제 11 항에 있어서,

상기 컴퓨팅 장치는

상기 의료 영상의 픽셀 값들을 이용하여 상기 내부 구조의 구성 물질들의 밀도를 모델링함으로써 상기 3차원 팬텀 영상을 재구성하는, 시스템.

**청구항 13**

제 11 항에 있어서,

상기 재구성된 3차원 팬텀 영상은

상기 환자 맞춤형 팬텀에 상기 선량 측정기를 삽입하기 위한 삽입 경로 또는 절단면에 대한 정보를 포함하는, 시스템.

**청구항 14**

제 11 항에 있어서,

상기 컴퓨팅 장치는

상기 3차원 프린팅 장치에 의해 상기 환자 맞춤형 팬텀이 제조되어 상기 선량 측정기가 삽입된 후 상기 치료 계획 정보에 따라 상기 환자 맞춤형 팬텀에 상기 방사선이 조사된 경우, 상기 삽입된 선량 측정기에서 측정된 선량 분포에 관한 데이터를 상기 수신된 치료 계획 정보와 비교함으로써 상기 환자 맞춤형 팬텀 및 상기 치료 계획 정보의 정확도를 검증하는, 시스템.

**청구항 15**

제 14 항에 있어서,

상기 컴퓨팅 장치는

상기 검증된 정확도에 따라 상기 재구성된 3차원 팬텀 영상을 보정하고, 상기 보정된 3차원 팬텀 영상에 기초하여 상기 3차원 프린팅용 인쇄 데이터를 다시 생성하고,

상기 3차원 프린팅 장치는

상기 다시 생성된 인쇄 데이터에 기초하여 보정된 환자 맞춤형 팬텀을 제조하는, 시스템.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 환자 맞춤형 팬텀을 제조하는 방법, 장치 및 시스템에 관한 것으로서, 특히 3차원 프린팅 장치를 이용하여 환자 맞춤형 팬텀을 제조하는 방법, 장치 및 시스템에 관한다.

**배경기술**

[0002] 최근, 평균 수명 증가로 인한 고령화와 조기 진단 기술의 발달로 암 환자수가 급격히 증가하고 있는 추세이다. 2008년 보건복지가족부 통계에 따르면, 평균 수명까지 생존시 3명 중 1명이 암에 걸린다는 통계 결과가 발표된 바 있다. 방사선 치료는 수술, 항암 치료와 더불어 3대 암 치료법 중의 하나로 그 역할이 점차 증대되고 있다. 방사선 치료의 목적은 주변 정상 장기의 피해를 최소화하면서 종양에 고선량 방사선을 집중시킴으로서, 종양을 괴사시키거나 성장을 억제시키는데 있다. 최근, 이러한 목적의 달성을 위해 세기변조 방사선치료(intensity modulated radiation therapy:IMRT)와 같이, 조사 방사선 강도를 변조시켜 종양에 방사선을 집중시키는 고난도 치료 기술이 소개되고 있다. 고난도 방사선 치료 기술은 많은 장점을 가지고 있는 반면에, 치료 시간이 길고 조사 방법이 복잡하고 일반 치료에 비해 방사선 조사량이 2~5배 정도 많은 관계로 방사선 사고 발생 가능성이 일반 치료에 비해 상대적으로 높은 문제가 있다. 따라서, 방사선 사고의 예방과 정확한 방사선량 검증을 위해 방사선 치료 전 엄격한 관리를 거치도록 권고하고 있다. 또한, 정확한 방사선량 설계를 위해 방사선 치료 계획 시스템에 복잡한 계산 알고리즘이 도입되고 있으나, 이의 정확도를 환자와 동일한 조건에서 검증할 합당한 팬텀과 절차가 정립되어있지 않다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0003] 3차원 프린팅 장치를 이용하여 환자 맞춤형 팬텀을 제조하는 방법, 장치 및 시스템을 제공하는데 있다. 본 실시예가 해결하려는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제들로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

**과제의 해결 수단**

[0004] 일 측면에 따르면, 환자 맞춤형 팬텀에 대한 인쇄 데이터를 생성하는 장치는 환자 신체의 해부학적 정보를 포함하는 의료 영상 및 치료 부위에 조사될 방사선의 선량 분포에 관한 치료 계획 정보를 수신하는 데이터 수신부; 상기 해부학적 정보에 기초한 상기 환자 신체의 내외부 구조와, 상기 수신된 치료 계획 정보에 따른 상기 선량 분포를 검증하기 위해 상기 내외부 구조에 삽입될 선량 측정기의 공간이 모델링된 3차원 팬텀 영상을 재구성하는 영상 재구성부; 및 상기 재구성된 3차원 팬텀 영상에 기초하여 상기 환자 맞춤형 팬텀을 제조하기 위한 3차원 프린팅용 인쇄 데이터를 생성하는 인쇄 데이터 생성부를 포함한다.

[0005] 또한, 상기 영상 재구성부는 상기 수신된 의료 영상의 픽셀 값들을 이용하여 상기 내부 구조의 구성 물질들의 밀도를 모델링함으로써 상기 3차원 팬텀 영상을 재구성한다.

[0006] 또한, 상기 재구성된 3차원 팬텀 영상은 상기 환자 맞춤형 팬텀에 상기 선량 측정기를 삽입하기 위한 삽입 경로 또는 절단면에 대한 정보를 포함한다.

[0007] 또한, 상기 재구성된 3차원 팬텀 영상은 상기 환자 맞춤형 팬텀에 상기 선량 분포를 검증하기 위한 상기 방사선의 조사 위치 및 상기 선량 측정기의 위치 중 적어도 하나를 가이드하는 표식에 대한 정보를 포함한다.

[0008] 또한, 환자 맞춤형 팬텀에 대한 인쇄 데이터를 생성하는 장치는 상기 생성된 인쇄 데이터에 기초하여 상기 환자 맞춤형 팬텀이 제조되어 상기 선량 측정기가 삽입된 후 상기 치료 계획 정보에 따라 상기 환자 맞춤형 팬텀에 상기 방사선이 조사된 경우, 상기 삽입된 선량 측정기에서 측정된 선량 분포에 관한 데이터를 상기 수신된 치료 계획 정보와 비교함으로써 상기 환자 맞춤형 팬텀 및 상기 치료 계획 정보의 정확도를 검증하는 검증부를 더 포함한다.

[0009] 또한, 상기 영상 재구성부는 상기 검증된 정확도에 따라 상기 재구성된 3차원 팬텀 영상을 보정하고, 상기 인쇄 데이터 생성부는 상기 보정된 3차원 팬텀 영상에 기초하여 상기 3차원 프린팅용 인쇄 데이터를 다시 생성한다.

[0010] 또한, 환자 맞춤형 팬텀에 대한 인쇄 데이터를 생성하는 장치는 상기 환자 신체의 상기 모델링된 내외부 구조 및 상기 선량 측정기의 상기 모델링된 공간 중 적어도 하나에 대한 편집 정보를 사용자로부터 수신하는 사용자 인터페이스부를 더 포함하고, 상기 영상 재구성부는 상기 수신된 편집 정보에 따라 상기 내외부 구조 및 상기 공간 중 적어도 하나를 모델링하여 상기 3차원 팬텀 영상을 재구성한다.

[0011] 다른 일 측면에 따르면, 환자 맞춤형 팬텀을 제조하는 방법은 환자 신체의 해부학적 정보를 포함하는 의료 영상 및 치료 부위에 조사될 방사선의 선량 분포에 관한 치료 계획 정보를 수신하는 단계; 상기 해부학적 정보에 기초한 상기 환자 신체의 내외부 구조와, 상기 수신된 치료 계획 정보에 따른 상기 선량 분포를 검증하기 위해 상기 내외부 구조에 삽입될 선량 측정기의 공간이 모델링된 3차원 팬텀 영상을 재구성하는 단계; 상기 재구성된 3차원 팬텀 영상에 기초하여 상기 환자 맞춤형 팬텀을 제조하기 위한 3차원 프린팅용 인쇄 데이터를 생성하는 단계; 및 상기 생성된 인쇄 데이터에 기초하여 3차원 프린팅 장치에 의해 상기 환자 맞춤형 팬텀을 제조하는 단계를 포함한다.

[0012] 또한, 상기 제조하는 단계는 상기 수신된 의료 영상의 픽셀 값들에 따라 상기 환자 맞춤형 팬텀의 내부의 구성 물질들의 밀도를 서로 다르게 인쇄함으로써 상기 환자 맞춤형 팬텀을 제조한다.

[0013] 또한, 상기 제조하는 단계는 상기 생성된 인쇄 데이터에 기초하여, 상기 환자 맞춤형 팬텀의 내부에 상기 선량 측정기의 공간은 비어있고 상기 선량 측정기를 삽입하기 위한 절단면은 절단된 상태를 갖도록 상기 환자 맞춤형 팬텀을 제조한다.

[0014] 또 다른 일 측면에 따르면, 환자 맞춤형 팬텀을 제조하는 시스템은 환자 신체에 대한 의료 영상에 포함된 해부학적 정보에 기초한 상기 환자 신체의 내외부 구조와, 치료 부위에 조사될 방사선의 선량 분포에 관한 치료 계획 정보에 따른 상기 선량 분포를 검증하기 위해 상기 내외부 구조에 삽입될 선량 측정기의 공간이 모델링된 3

차원 팬텀 영상을 재구성하고, 상기 재구성된 3차원 팬텀 영상에 기초하여 상기 환자 맞춤형 팬텀을 제조하기 위한 3차원 프린팅용 인쇄 데이터를 생성하는 컴퓨팅 장치; 및 상기 생성된 인쇄 데이터에 기초하여 상기 환자 맞춤형 팬텀을 제조하는 3차원 프린팅 장치를 포함한다.

- [0015] 또한, 상기 컴퓨팅 장치는 상기 의료 영상의 픽셀 값들을 이용하여 상기 내부 구조의 구성 물질들의 밀도를 모델링함으로써 상기 3차원 팬텀 영상을 재구성한다.
- [0016] 또한, 상기 재구성된 3차원 팬텀 영상은 상기 환자 맞춤형 팬텀에 상기 선량 측정기를 삽입하기 위한 삽입 경로 또는 절단면에 대한 정보를 포함한다.
- [0017] 또한, 상기 컴퓨팅 장치는 상기 3차원 프린팅 장치에 의해 상기 환자 맞춤형 팬텀이 제조되어 상기 선량 측정기가 삽입된 후 상기 치료 계획 정보에 따라 상기 환자 맞춤형 팬텀에 상기 방사선이 조사된 경우, 상기 삽입된 선량 측정기에서 측정된 선량 분포에 관한 데이터를 상기 수신된 치료 계획 정보와 비교함으로써 상기 환자 맞춤형 팬텀 및 상기 치료 계획 정보의 정확도를 검증한다.
- [0018] 또한, 상기 컴퓨팅 장치는 상기 검증된 정확도에 따라 상기 재구성된 3차원 팬텀 영상을 보정하고, 상기 보정된 3차원 팬텀 영상에 기초하여 상기 3차원 프린팅용 인쇄 데이터를 다시 생성하고, 상기 3차원 프린팅 장치는 상기 다시 생성된 인쇄 데이터에 기초하여 상기 환자 맞춤형 팬텀을 다시 제조한다.

**발명의 효과**

- [0019] 상기된 바에 따르면, 환자의 실제 체형 또는 해부학적 구조와 동일한 조건의 팬텀 제작이 가능하므로, 환자 맞춤형 팬텀을 간편하게 제작할 수 있다. 또한, 제작된 환자 맞춤형 팬텀을 이용하여 방사선 치료 또는 초음파 치료 전 원하는 관심 부위에서 방사선 분포의 검증 또는 초음파 분포의 검증의 정확도를 높일 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 환자 맞춤형 팬텀의 제조 시스템(1)을 도시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 환자 맞춤형 팬텀의 제조 시스템(1)에서 컴퓨팅 장치(10)의 상세 구성도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 환자 신체의 외형 또는 해부학적 정보를 포함하는 의료 영상(22)을 도시한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 치료 계획 정보(12)를 도시한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 재구성부(120)에서 재구성된 3차원 팬텀 영상(16)을 도시한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 환자 맞춤형 팬텀(32)의 횡단면을 도시한 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 환자 맞춤형 팬텀(32)의 측단면을 도시한 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 환자 맞춤형 팬텀(32)을 제조하는 방법을 도시한 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0021] 이하 본 발명의 실시예들을 설명하도록 한다. 이하의 설명들 및 첨부된 도면들은 본 실시예에 따른 동작을 이해하기 위한 것이며, 당해 기술 분야의 통상의 기술자가 용이하게 구현할 수 있는 부분은 생략될 수 있다.
- [0022] 또한, 본 명세서 및 도면은 본 실시예를 제한하기 위한 목적으로 제공된 것은 아니고, 본 실시예의 범위는 청구의 범위에 의하여 정해져야 한다. 그러나, 이는 본 실시예를 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 실시예의 기술적 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0023] 이하부터는, 첨부된 도면들을 참조하여, 본 실시예를 보다 상세하게 설명하도록 한다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 환자 맞춤형 팬텀의 제조 시스템(1)을 도시한 도면이다. 도 1을 참고하면, 환자 맞춤형 팬텀의 제조 시스템(1)은 컴퓨팅 장치(10), 의료 영상 분석 장치(20) 및 3차원 프린팅 장치(30)를 포함한다.
- [0025] 본 실시예에 따른 환자 맞춤형 팬텀의 제조 시스템(1)은 방사선 치료, 초음파 치료 등의 의료 시술 전, 환자에

게 조사될 방사선 분포 또는 초음파 분포 등을 검증하기 위한 팬텀(phantom)을 제조하기 위한 시스템이다.

- [0026] 이하에서는 설명의 편의를 위하여, 방사선 치료를 위한 팬텀을 제조하는 경우를 예로 들어 설명하겠으나, 본 실시예는 방사선 치료 외에 초음파 치료 등과 같은 다른 종류의 치료를 위한 팬텀을 제조하는 경우에도 동일하게 적용될 수 있음을 당해 기술분야의 통상의 기술자라면 이해할 수 있다.
- [0027] 방사선 치료는 수술, 항암 치료와 더불어 3대 암 치료법 중의 하나로 그 역할이 점차 증대되고 있다. 방사선 치료의 목적은 주변 정상 장기의 장애를 최소화하면서 종양에 고선량 방사선을 집중시킴으로써, 종양을 괴사시키거나 성장을 억제시키는데 있다. 최근, 이러한 목적의 달성을 위해 세기변조 방사선치료(intensity modulated radiation therapy:IMRT)와 같이, 조사 방사선 강도를 변조시켜 종양에 방사선을 집중시키는 고난도 치료 기술이 소개되고 있다.
- [0028] 고난도 방사선 치료 기술은 많은 장점을 가지고 있는 반면에, 치료 시간이 길고 조사 방법이 복잡하고 일반 치료에 비해 방사선 조사량이 2~5배 정도 많은 관계로 방사선 사고 발생 가능성이 일반 치료에 비해 상대적으로 높은 문제가 있다. 따라서, 방사선 사고의 예방과 정확한 방사선량 검증을 위해 방사선 치료 전 방사선 다양한 팬텀을 이용하고 있다.
- [0029] 방사선 치료 계획에 따른 방사선량의 분포를 정확히 평가하기 위해서는 환자 체내에 선량 측정기를 직접 삽입하여 측정하는 방법(in-vivo dosimetry)이 가장 정확할 수 있으나, 현실적으로 이는 불가능할 수 있다.
- [0030] 이를 대체하기 위하여, 종래에 방사선량 검증 방법은, 앞서 설명한 바와 같이, 주로 원형 또는 육면체 형태의 정형화된 팬텀에 방사선 치료 계획 과정을 통해 계획된 방사선을 조사한 후 정해진 위치에 선량 측정기를 삽입함으로써, 간접적으로 방사선량을 검증하는 방식을 사용하고 있었다.
- [0031] 하지만, 종래에는 팬텀의 제작 과정에서 밀링이나 드릴 등을 이용하는 절삭 제작 방법을 이용하여 팬텀을 제작하였는바, 환자의 실제 체형에 맞는 맞춤형 팬텀의 제작이 어려웠다. 따라서, 종래의 이러한 정형화된 팬텀은 환자 체형과 다른 기하학적 구조를 가지고 있어, 실제 환자와 동일한 방사선량 분포를 검증하기 어렵고 원하는 위치에서 방사선량의 검증이 어려웠다.
- [0032] 본 실시예에 따른 환자 맞춤형 팬텀의 제조 시스템(1)은, 치료 계획 정보(12), 선량 측정기(14)의 정보, 또는 의료 영상 분석 장치(20)(예를 들어 MRI(Magnetic Resonance Imaging) 장치, CT(Computed Tomography) 장치, 초음파 장치 등)로부터 획득된 의료 영상(22)을 이용하여 3차원 팬텀 영상(16)을 디자인하고, 3차원 프린팅 장치(30)를 이용하여 환자 맞춤형 팬텀(32)을 제작하는 시스템이다.
- [0033] 따라서, 환자 맞춤형 팬텀의 제조 시스템(1)을 이용함으로써, 환자의 실제 체형에 보다 흡사한 환자 맞춤형 팬텀(32)을 제작할 수 있고, 또한, 환자 맞춤형 팬텀(32)을 통해 치료 계획 정보(12)에 따른 방사선량의 분포를 보다 정확하게 검증할 수 있다.
- [0034] 한편, 환자 맞춤형 팬텀의 제조 시스템(1)에서 사용될 선량 측정기(14)는 절대 선량 측정이 가능한 전리함, 필름, 멀티 채널 검출기 어레이(multi-channel detector array) 등과 같이 선량 분포의 측정이 가능한 일반적으로 알려진 측정기를 모두 포함한다.
- [0035] 도 1을 참고하면, 의료 영상 분석 장치(20)는 일반적으로 환자의 신체에 대한 의료 영상(22)을 촬영하고, 촬영된 의료 영상(22)을 저장하여 분석하는 장치를 의미한다. 보다 구체적으로 설명하면, 의료 영상 분석 장치(20)는 앞서 설명한 바와 같이, MRI(Magnetic Resonance Imaging) 장치, CT(Computed Tomography) 장치, 초음파 장치, X-ray 장치 등과 같은 일반적으로 알려진 다양한 종류의 의료 영상(22)을 획득하는 장치를 포함한다. 즉, 의료 영상 분석 장치(20)는 환자에 대한 MRI 영상, CT 영상, 초음파 영상, X-ray 영상 등의 의료 영상(22)을 획득하고, 의료 영상(22)을 분석하기 위한 장치로서, 당해 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게 자명하므로, 자세한 설명은 생략하도록 하겠다.
- [0036] 컴퓨팅 장치(20)는 의료 영상 분석 장치(20)로부터 획득된 의료 영상(22)과, 치료 부위에 조사될 방사선 또는 초음파 등의 조사 분포에 관한 치료 계획 정보(12)와, 치료 계획 정보(12)에 따른 방사선 또는 초음파 등의 조사 분포를 검증하기 위해 환자 맞춤형 팬텀(32) 내에 삽입될 선량 측정기(14)의 종류, 형태 등에 대한 정보를 이용하여 3차원 팬텀 영상(16)을 모델링(재구성)한다. 또한, 컴퓨팅 장치(20)는 3차원 팬텀 영상(16)에 기초하여 3차원 프린팅용 인쇄 데이터를 생성한다.
- [0037] 여기서, 3차원 팬텀 영상(16)은 적어도 환자에 대한 의료 영상(22)을 이용하여 모델링(재구성)된 것이므로, 3차원 팬텀 영상(16)에 기초하여 생성된 3차원 프린팅용 인쇄 데이터는 환자의 체형 또는 환자의 해부학적 구조가

거의 동일하게 반영된 인쇄 데이터일 수 있다.

- [0038] 3차원 프린팅 장치(30)는 일반적으로 알려진 3차원 프린터를 포함하는 장치로서, 특히 3차원 프린팅 장치(30)는 플라스틱 또는 광경화성 소재를 수신된 인쇄 데이터에 따라 쌓아가면서 구조물을 제조하는 방식, 또는 수신된 인쇄 데이터에 따라 플라스틱 또는 광경화성 소재를 깎아서 구조물을 제조하는 방식 중 어느 하나의 방식을 이용하여 원하는 구조물을 3차원적으로 인쇄하는 장치를 의미한다.
- [0039] 본 실시예에 따른 3차원 프린팅 장치(30)는 컴퓨팅 장치(20)에서 생성된 3차원 프린팅용 인쇄 데이터에 기초하여 환자 맞춤형 팬텀(32)을 제조한다.
- [0040] 이와 같이, 3차원 프린팅 장치(30)는 환자의 체형 또는 환자의 해부학적 구조가 거의 동일하게 반영된 3차원 팬텀 영상(16)에 기초한 인쇄 데이터에 따라 환자 맞춤형 팬텀(32)을 인쇄할 수 있는바, 환자 체형에 보다 정확하게 일치하는 환자 맞춤형 팬텀(32)을 제작할 수 있고, 또한, 환자 맞춤형 팬텀(32)을 통해 치료 계획 정보(12)에 따른 방사선량의 분포를 보다 정확하게 검증할 수 있다.
- [0041] 이하에서는, 환자 맞춤형 팬텀(32)을 인쇄하기 전 3차원 프린팅용 인쇄 데이터를 생성하기 위한, 컴퓨팅 장치(1)의 동작 및 기능에 대하여 보다 상세하게 설명하도록 한다.
- [0042] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 환자 맞춤형 팬텀의 제조 시스템(1)에서의 컴퓨팅 장치(10)의 상세 구성도이다.
- [0043] 도 2를 참고하면, 컴퓨팅 장치(10)는 데이터 수신부(110), 영상 재구성부(120), 인쇄 데이터 생성부(130), 저장부(140), 사용자 인터페이스부(150) 및 검증부(160)를 포함한다. 한편, 도 2에 도시된 컴퓨팅 장치(10)는 본 실시예의 특징이 흐려지는 것을 방지하기 위하여 본 실시예에 관련된 구성요소들만이 도시되어 있으나, 도 2에 도시된 구성요소들 외에 다른 범용적인 구성요소들이 더 포함될 수 있음을 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이해할 수 있다.
- [0044] 여기서, 컴퓨팅 장치(10)의 일부 구성요소들은 일반적으로 사용되는 적어도 하나의 프로세서로 구현될 수 있다. 특히, 컴퓨팅 장치(10)의 영상 재구성부(120), 인쇄 데이터 생성부(130) 및 검증부(160)는 일반적으로 사용되는 적어도 하나의 프로세서로 구현될 수 있다.
- [0045] 데이터 수신부(110)는 환자 신체의 해부학적 정보를 포함하는 의료 영상(도 1의 22) 및 치료 부위에 조사될 방사선의 선량 분포에 관한 치료 계획 정보(도 1의 12)를 수신한다.
- [0046] 의료 영상(22)은 앞서 설명된 의료 영상 분석 장치(도 1의 20)로부터 수신된 데이터로서, 환자 신체의 외형 또는 환자 신체의 해부학적 정보를 포함하는 MRI 영상, CT 영상, 초음파 영상 등을 포함한다.
- [0047] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 환자 신체의 외형 또는 해부학적 정보를 포함하는 의료 영상(22)을 도시한 도면이다. 도 3을 참고하면, 의료 영상(22)은 환자의 신체의 단면들을 촬영한 2차원적인 복수의 CT 영상들 또는 복수의 MRI 영상들에 해당될 수 있다. 또한, 비록 도 3에는 도시되지 않았지만, 의료 영상 분석 장치(20)로부터 수신된 의료 영상(22)은 3차원의 CT 영상 또는 MRI 영상에 해당될 수 있다.
- [0048] 일반적으로, CT 영상 또는 MRI 영상과 같은 의료 영상(22)에는 환자 신체의 외형(contour)과 함께 해부학적 정보가 서로 다른 픽셀 값들로 구분되어 표시되어 있다. 이와 같은 픽셀 값들을 이용하면, 환자 신체 내부의 뼈, 장기 등과 같은 해부학적 정보를 구분해 낼 수 있다.
- [0049] 치료 계획 정보(12)는 환자 신체 내부의 치료 부위에 조사될 방사선의 선량 분포에 관한 정보로서, 치료 부위 및 치료 부위 주변에 조사되는 방사선의 선량을 미리 시뮬레이션한 결과를 의미한다.
- [0050] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 치료 계획 정보(12)를 도시한 도면이다. 도 4를 참고하면, 치료 계획 정보(12)는 CT 영상 또는 MRI 영상 등과 같은 의료 영상(도 1의 22)에서 치료 부위(400)를 지정하고, 지정된 치료 부위(400)에 방사선 치료가 수행되었을 때, 치료 부위(400) 및 치료 부위(400) 주변에 조사되는 방사선의 선량 분포가 시뮬레이션된 정보이다.
- [0051] 도 4에서는 치료 부위(400) 및 치료 부위(400) 주변에 조사되는 방사선의 선량 분포는 서로 다른 컬러들로 구분되어 표시되어 있다. 예를 들어, 치료 부위(400)에는 방사선이 집중되어 조사되는바, 높은 선량 분포를 갖는 붉은 색의 영역으로 표시되어 있다.
- [0052] 이하에서 설명하겠지만, 환자 맞춤형 팬텀(도 1의 32)은 치료 부위(400) 및 치료 부위(400) 주변에 조사되는 방



사선의 선량 분포를 검증 및 측정하기 위한 용도로 활용될 수 있는 것이므로, 이후 제작될 환자 맞춤형 팬텀(32)의 치료 부위(400)의 위치에는 방사선의 선량을 측정하기 위한 선량 측정기(도 1의 14)가 삽입될 수 있는 공간이 요구된다.

- [0053] 다시 도 2를 참고하면, 영상 재구성부(120)는 의료 영상(22)에 포함된 해부학적 정보에 기초한 환자 신체의 내외부 구조와, 치료 계획 정보(12)에 따른 선량 분포를 검증하기 위해 내외부 구조에 삽입될 선량 측정기(14)의 공간이 모델링된 3차원 팬텀 영상(16)을 재구성한다.
- [0054] 보다 상세하게 설명하면, 우선 영상 재구성부(120)는 의료 영상(22)에 포함된 해부학적 정보를 세그멘테이션(segmentation)하여 환자 신체의 내외부 구조를 3차원적으로 모델링한다.
- [0055] 앞서 도 3을 예로 들어 설명하면, 복수의 CT 영상들 또는 복수의 MRI 영상들과 같은 의료 영상(22)은 환자 신체의 단면들에 관한 영상들에 해당되는바, 영상 재구성부(120)는 이 각각의 영상들을 정합하여 환자 신체의 내외부 구조를 3차원적으로 재구성한다. 복수의 CT 영상들 또는 복수의 MRI 영상들을 이용하여 3차원 영상을 모델링(재구성)하는 과정은 당해 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 바, 자세한 설명은 생략하도록 하겠다.
- [0056] 해부학적 정보에 기초한 환자 신체의 내외부 구조를 모델링하는 과정에서, 영상 재구성부(120)는 의료 영상(22)에 포함된 픽셀 값들을 이용하여 환자 신체의 내부 구조의 구성 물질들의 물리적 밀도나 전자 밀도를 계산함으로써, 3차원 팬텀 영상(16)을 모델링할 수 있다.
- [0057] 예를 들어, 환자 신체 내부에서 피하 지방 조직, 뼈, 장기 등의 인체 구성물질들 각각의 밀도는 서로 다르기 때문에, 의료 영상(22)에서 인체 구성물질들 각각은 서로 다른 픽셀 값을 갖도록 표시된다. 이는 MRI 영상 또는 CT 영상 등과 같은 의료 영상(22)을 생성하는 원리이기도 하다.
- [0058] 그러므로, 영상 재구성부(120)는 3차원 팬텀 영상(16) 내부의 구조물의 밀도들이 의료 영상(22)에 포함된 픽셀 값들에 대응되도록 3차원 팬텀 영상(16)을 재구성한다. 또한, 영상 재구성부(120)는 3차원 팬텀 영상(16) 내부의 구조물들 각각이 서로 다른 컬러를 갖도록 3차원 팬텀 영상(16)을 재구성할 수 있다.
- [0059] 다음으로, 영상 재구성부(120)는 3차원 팬텀 영상(16)에서 선량 측정기(14)를 삽입하기 위한 삽입 경로 또는 절단면에 대한 정보가 포함되도록, 3차원 팬텀 영상(16)을 재구성한다. 3차원 팬텀 영상(16)에서 선량 측정기(14)를 삽입하기 위한 삽입 경로는 음각 형태로 재구성될 수 있다.
- [0060] 또한, 영상 재구성부(120)는 3차원 팬텀 영상(16)에서 추후에 선량 분포를 검증하기 위한 방사선의 조사 위치 또는 선량 측정기(14)의 위치를 가이드하기 위한 표식에 대한 정보가 포함되도록, 3차원 팬텀 영상(16)을 재구성한다.
- [0061] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 재구성부(120)에서 재구성된 3차원 팬텀 영상(16)을 도시한 도면이다.
- [0062] 도 5를 참고하면, 3차원 팬텀 영상(16)에는 의료 영상(도 1의 22)에 포함된 해부학적 정보에 기초한 환자 신체의 내외부 구조가 3차원적으로 모델링되어 있다. 또한, 3차원 팬텀 영상(16)에는 추후에 제조될 환자 맞춤형 팬텀(도 1의 32)에 삽입될 선량 측정기(14)의 위치 또는 공간도 함께 3차원적으로 모델링되어 있다.
- [0063] 이와 같은, 3차원 팬텀 영상(16)은 환자의 의료 영상(22)에 기초하여 재구성된 영상이므로, 환자의 체형 또는 환자의 해부학적 구조를 거의 동일하게 반영한다.
- [0064] 다시 도 2를 참고하면, 인쇄 데이터 생성부(130)는 영상 재구성부(120)에서 재구성된 3차원 팬텀 영상(16)에 기초하여 환자 맞춤형 팬텀(32)을 제조하기 위한 3차원 프린팅용 인쇄 데이터를 생성한다. 이와 같은 인쇄 데이터는 3차원 프린팅 장치(도 1의 30)에서 3차원적인 구조물을 인쇄하기 위하여 요구되는 포맷의 데이터이다. 즉, 인쇄 데이터 생성부(130)는 3차원 팬텀 영상(16)의 영상 데이터를 3차원 프린팅 장치(30)에서 해석 가능한 포맷의 인쇄 데이터로 변환한다. 이와 같이 변환된 포맷의 인쇄 데이터에 대해서는 3차원 프린팅 장치(30)에 관한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 내용이므로, 자세한 설명은 생략하도록 하겠다.
- [0065] 3차원 프린팅 장치(30)는 인쇄 데이터 생성부(130)에서 생성된 3차원 프린팅용 인쇄 데이터를 수신하고, 3차원 프린팅용 인쇄 데이터에 기초하여 환자 맞춤형 팬텀(32)을 제조한다.
- [0066] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 환자 맞춤형 팬텀(32)의 횡단면을 도시한 도면이다. 도 6을 참고하면, 환자 맞춤형 팬텀(32)은 3차원 프린팅 장치(도 1의 30)에서 플라스틱 또는 광경화성 소재가 쌓여 제조된 구조물, 또는 플라스틱 또는 광경화성 소재가 깎여 제조된 구조물이다.

- [0067] 환자 맞춤형 팬텀(32)의 일부 횡단면을 참고하면, 환자 맞춤형 팬텀(32)의 내부는 환자의 실제 해부학적 구조와 거의 유사한 인체 구성물질들을 포함하여 제조된다. 예를 들어, 환자 맞춤형 팬텀(32)의 내부에는 뼈(620), 척수(630) 또는 폐(640) 등과 같은 인체 구성물질들의 모형이 제조되어 있다.
- [0068] 앞서 설명한 바와 같이, 영상 재구성부(120)는 의료 영상(22)의 픽셀 값들을 반영하여 3차원 팬텀 영상(16)을 재구성하였는바, 환자 맞춤형 팬텀(32)의 내부는 의료 영상(22)에 나타난 환자의 실제 뼈(620), 척수(630) 또는 폐(640) 등의 밀도가 반영되어 제작된다. 또한, 환자 맞춤형 팬텀(32)의 내부에 존재하는 뼈(620), 척수(630) 또는 폐(640) 등과 같은 인체 구성물질들의 모형은 서로 다른 컬러를 갖도록 제작될 수 있다.
- [0069] 또한, 환자 맞춤형 팬텀(32)의 내부에는 방사선량 분포를 검증 또는 측정하기 위한 선량 측정기(공기전리함)(611) 또는 선량 측정기(필름)(613)가 삽입되기 위한 공간이 마련되어 있다.
- [0070] 또한, 환자 맞춤형 팬텀(32)의 외부에는, 방사선량 분포를 검증 또는 측정하기 위하여 조사될 방사선의 조사 위치를 가이드하는 셋업 표식(650)이 표시되어 있다.
- [0071] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 환자 맞춤형 팬텀(32)의 측단면을 도시한 도면이다. 도 7을 참고하면, 환자 맞춤형 팬텀(32)의 측단면은 도 6에 도시된 환자 맞춤형 팬텀(32)을 측면에서 바라본 도면이다.
- [0072] 앞서 설명한 바와 같이, 영상 재구성부(도 1의 120)는 환자 맞춤형 팬텀(32)에 선량 측정기(공기전리함)(611) 또는 선량 측정기(필름)(613)를 삽입하기 위한 삽입 경로(720) 또는 절단면(710)에 대한 정보를 포함시켜 3차원 팬텀 영상(도 1의 16)을 재구성한다.
- [0073] 삽입 경로(720)는 환자 맞춤형 팬텀(32)이 제작된 후, 방사선량 분포를 검증 또는 측정하기 위한 선량 측정기(공기전리함)(611)가 삽입될 공간에 해당될 수 있다. 즉, 제작된 환자 맞춤형 팬텀(32)에서 선량 측정기(공기전리함)(611)를 삽입하기 위한 삽입 경로는 음각 형태로 제작될 수 있다.
- [0074] 절단면(710)은 환자 맞춤형 팬텀(32)이 제작된 후, 방사선량 분포를 검증 또는 측정하기 위한 선량 측정기(필름)(613)의 삽입을 용이하게 하기 위해 절개된 면에 해당될 수 있다.
- [0075] 다시 도 2를 참고하면, 저장부(140)는 컴퓨팅 장치(10) 내에서 처리하고자 하거나, 처리된 모든 정보를 저장한다.
- [0076] 예를 들어, 저장부(140)는 치료 계획 정보(12), 선량 측정기(14)의 형태, 종류 등과 같은 정보를 미리 저장할 수 있고, 저장부(140)는 3차원 팬텀 영상(16)을 재구성할 경우에 저장된 치료 계획 정보(12), 선량 측정기(14)의 정보를 영상 재구성부(120)에 제공한다. 여기서, 저장된 선량 측정기(14)의 정보는 일반적으로 알려진 3차원 형태의 재원(규격)이 라이브러리 형태로 저장되어 있을 수 있다.
- [0077] 또한, 저장부(140)는 의료 영상 분석 장치(20)로부터 수신된 의료 영상(22)에 대한 정보를 저장하고, 저장부(140)는 3차원 팬텀 영상(16)을 재구성할 경우에 저장된 의료 영상(22)에 대한 정보를 영상 재구성부(120)에 제공한다. 나아가서, 저장부(140)는 영상 재구성부(120)에서 재구성된 3차원 팬텀 영상(16)의 결과물을 저장할 수 있다.
- [0078] 사용자 인터페이스부(150)는 컴퓨팅 장치(10)에서 처리된 정보를 사용자에게 제공하는 디스플레이 장치(미도시)와, 사용자의 입력을 수신하는 마우스, 키보드 등의 입력 장치(미도시)를 포함하는 하드웨어이다. 사용자 인터페이스부(150)는 의료 영상(22)으로부터 모델링된 환자 신체의 내외부 구조 또는 모델링된 선량 측정기(14)의 공간 등에 대한 사용자의 편집 정보를 사용자로부터 수신한다.
- [0079] 예를 들어, 사용자는 사용자 인터페이스부(150)를 통해 키보드, 마우스 드래그 등의 조작을 하여, 라이브러리 형태로 저장된 선량 측정기(14)의 정보를 이용하여 3차원 팬텀 영상(16)에서 사용자가 원하는 위치에 삽입할 수 있다. 또는, 사용자는 사용자 인터페이스부(150)를 통해, 새로운 선량 측정기(14)의 구조를 직접 작성하여 3차원 팬텀 영상(16)에 삽입할 수 있다.
- [0080] 즉, 사용자 인터페이스부(150)는 사용자의 기호에 맞게 사용자가 수동적으로 3차원 팬텀 영상(16)에 대해 편집하고자 하는 정보를 수신한다. 이 때, 영상 재구성부(120)는 사용자 인터페이스부(150)에서 수신된 편집 정보를 반영하여 3차원 팬텀 영상(16)을 재구성할 수 있다.
- [0081] 검증부(160)는 3차원 프린팅 장치(30)에서 환자 맞춤형 팬텀(32)이 제조된 경우, 환자 맞춤형 팬텀(32)의 정확도를 검증한다.

- [0082] 보다 상세하게 설명하면, 제조된 환자 맞춤형 팬텀(32)에 선량 측정기(14)가 삽입된 후 치료 계획 정보(12)에 따라 환자 맞춤형 팬텀(32)에 방사선이 조사된 경우, 삽입된 선량 측정기(14)에서 측정된 선량 분포에 관한 데이터를 치료 계획 정보(12)와 비교함으로써 환자 맞춤형 팬텀(32) 및 치료 계획 정보(12)의 정확도를 검증한다.
- [0083] 이 때, 검증부(160)의 검증 결과는 사용자 인터페이스부(150)를 통해 사용자가 오차 발생 위치를 쉽게 인지할 수 있도록 3차원 팬텀 영상(16) 상에 오차를 표시함으로써 그래픽 형태로 검증 결과를 제공할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0084] 이와 같은 경우, 영상 재구성부(120)는 검증부(160)에서 검증된 정확도에 따라 재구성된 3차원 팬텀 영상(16)을 보정한다. 그리고, 인쇄 데이터 생성부(130)는 보정된 3차원 팬텀 영상(16)에 기초하여 보정된 3차원 프린팅용 인쇄 데이터를 다시 생성한다. 3차원 프린팅 장치(30)가 다시 생성된 3차원 프린팅용 인쇄 데이터에 따라 보정된 환자 맞춤형 팬텀(32)을 다시 제작한 경우, 이는 검증부(160)에서 검증되기 전에 제작된 환자 맞춤형 팬텀(32)에 비하여 보다 정확한 선량 분포를 갖는 환자 맞춤형 팬텀(32)이 제작될 수 있다.
- [0085] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 환자 맞춤형 팬텀(32)을 제조하는 방법을 도시한 흐름도이다. 도 8을 참고하면, 환자 맞춤형 팬텀(32)의 제조 방법은 도 1의 환자 맞춤형 팬텀의 제조 시스템(1)에서 시계열적으로 처리되는 과정들이므로, 이하 생략된 내용이라 하더라도 앞서 설명되었던 내용들은 도 8의 환자 맞춤형 팬텀(32)의 제조 방법에도 적용될 수 있다.
- [0086] 801 단계에서, 데이터 수신부(110)는 환자 신체의 해부학적 정보를 포함하는 의료 영상(22) 및 치료 부위에 조사될 방사선의 선량 분포에 관한 치료 계획 정보(12)를 수신한다.
- [0087] 802 단계에서, 영상 재구성부(120)는 해부학적 정보에 기초한 환자 신체의 내외부 구조와, 수신된 치료 계획 정보(12)에 따른 선량 분포를 검증하기 위해 내외부 구조에 삽입될 선량 측정기(14)의 공간이 모델링된 3차원 팬텀 영상(16)을 재구성한다.
- [0088] 803 단계에서, 인쇄 데이터 생성부(130)는 재구성된 3차원 팬텀 영상(16)에 기초하여 환자 맞춤형 팬텀(32)을 제조하기 위한 3차원 프린팅용 인쇄 데이터를 생성한다.
- [0089] 804 단계에서, 3차원 프린팅 장치(30)는 생성된 인쇄 데이터에 기초하여 환자 맞춤형 팬텀을 제조한다.
- [0090] 한편, 상술한 본 발명의 실시예들은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성 가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다. 또한, 상술한 본 발명의 실시예에서 사용된 데이터의 구조는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 여러 수단을 통하여 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 마그네틱 저장매체(예를 들면, 롬, 플로피 디스크, 하드 디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등)와 같은 저장매체를 포함한다.
- [0091] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

**부호의 설명**

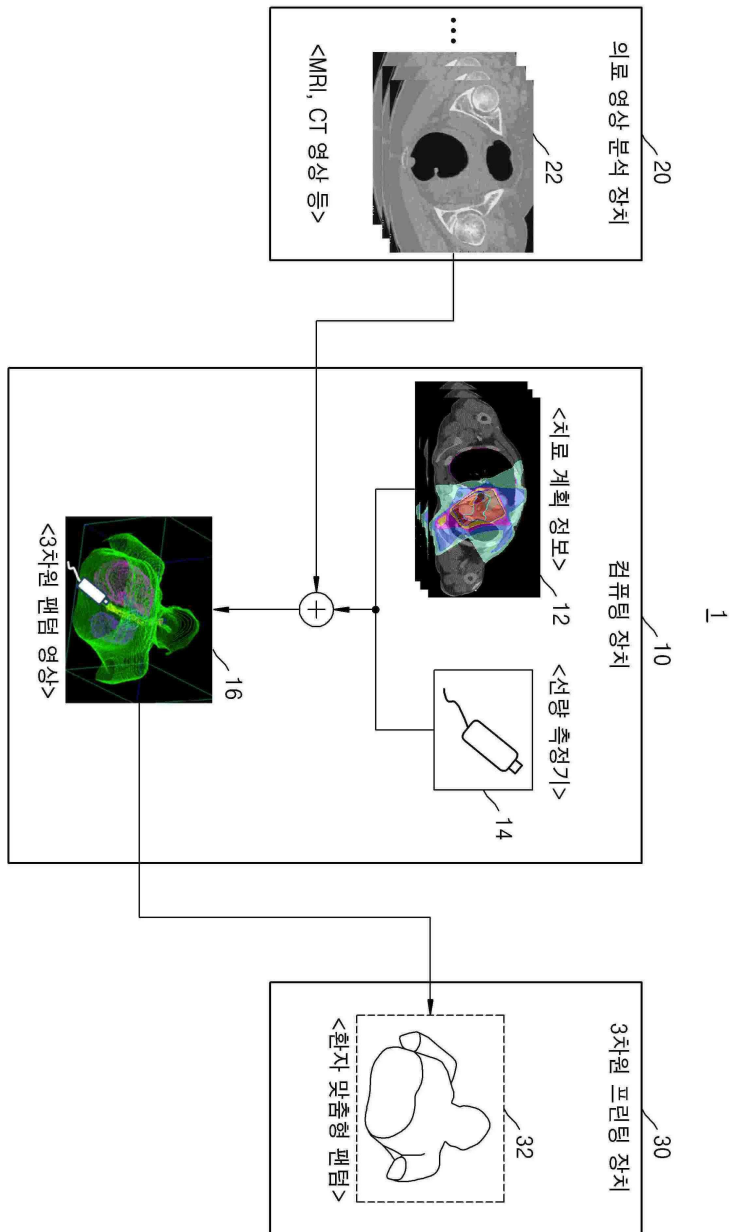
- [0092] 1: 환자 맞춤형 팬텀의 제조 시스템
- 10: 컴퓨팅 장치
- 20: 의료 영상 분석 장치
- 30: 3차원 프린팅 장치
- 12: 치료 계획 정보
- 14: 선량 측정기
- 16: 3차원 팬텀 영상
- 22: 의료 영상
- 32: 환자 맞춤형 팬텀
- 110: 데이터 수신부
- 120: 영상 재구성부
- 130: 인쇄 데이터 생성부
- 140: 저장부

150: 사용자 인터페이스부

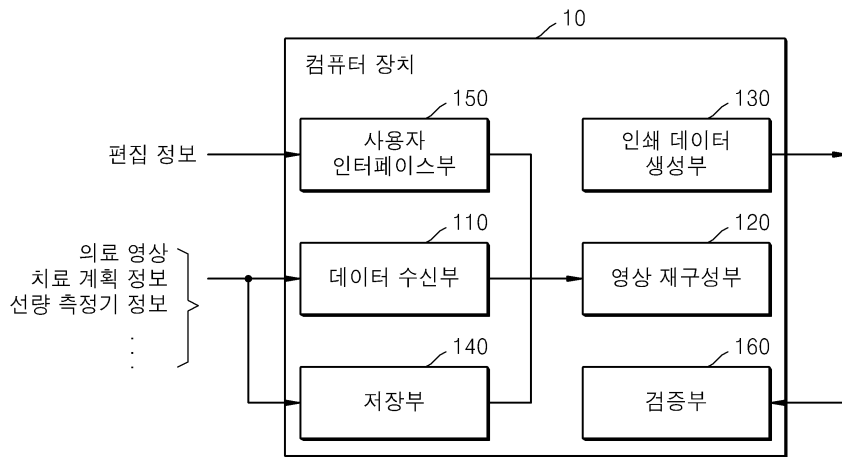
160: 검증부

도면

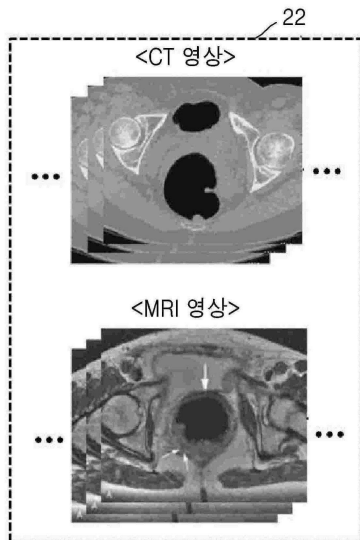
도면1



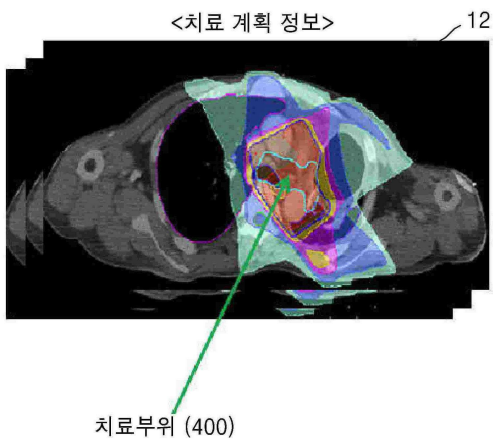
도면2



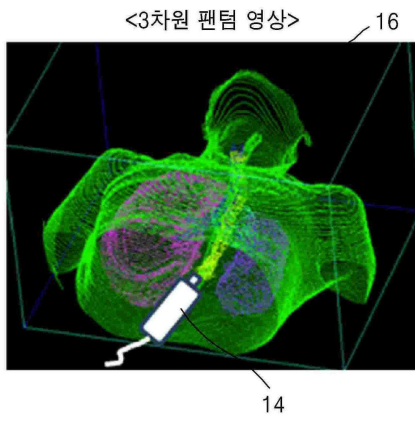
도면3



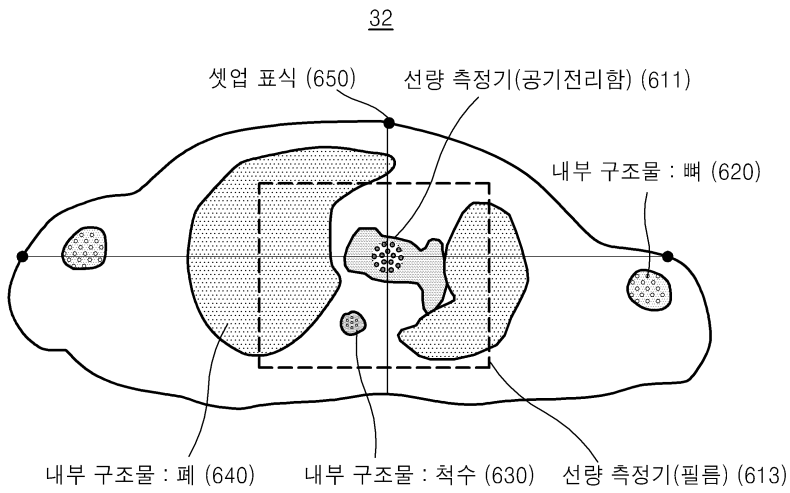
도면4



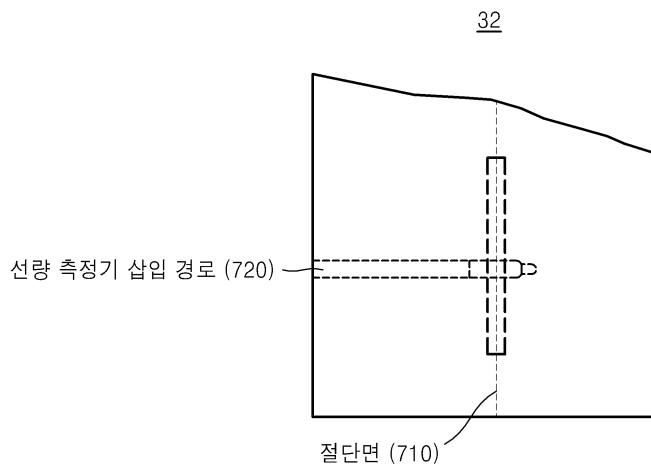
도면5



도면6



도면7



도면8

