



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0099907  
(43) 공개일자 2021년08월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 6/00 (2006.01) A61B 6/03 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
A61B 6/542 (2013.01)  
A61B 6/032 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2020-0013838  
(22) 출원일자 2020년02월05일  
심사청구일자 2020년02월05일

(71) 출원인  
연세대학교 산학협력단  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)  
(72) 발명자  
이호  
서울특별시 강남구 언주로 211(도곡동)  
이익재  
서울특별시 강남구 언주로 211(도곡동)  
(74) 대리인  
특허법인우인

전체 청구항 수 : 총 15 항

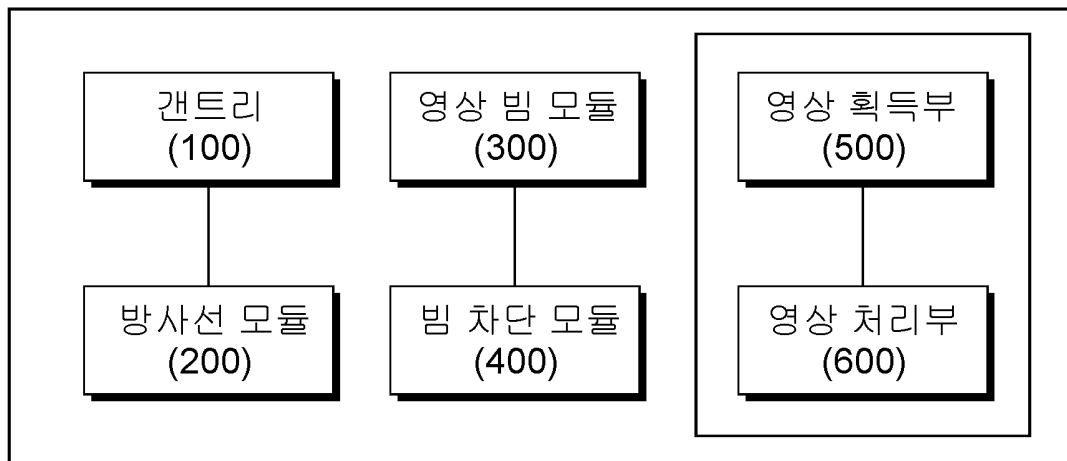
(54) 발명의 명칭 **혈 차단기를 이용하여 산란을 보정하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치 및 방법**

**(57) 요약**

본 발명에 따르면, 갠트리에 연결되며 피검사체에 방사선 치료빔을 조사하는 방사선 모듈, 상기 방사선 모듈로부터 조사되는 방사선 치료빔의 경로 상에 영상 빔을 조사하는 영상 빔 모듈 및 상기 영상 빔 모듈과 상기 피검사체 간의 경로에 위치하여 상기 영상 빔 모듈로부터 조사된 영상 빔의 적어도 일부를 연속적으로 차단 또는 비 차단하는 빔 차단 모듈을 포함하여 산란빔으로 인한 의료 영상의 품질을 개선하여 치료 중 환부의 변형과 이동 상태를 정확하게 파악하는 혈 차단기를 이용하여 산란을 보정하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치 및 방법이 개시된다.

**대표도** - 도2

10



(52) CPC특허분류

**A61B 6/4035** (2020.08)

**A61B 6/4085** (2013.01)

**A61B 6/4208** (2013.01)

**A61B 6/5205** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2017M2A2A6A01070330
부처명	미래창조과학부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	방사선기술개발사업
연구과제명	차세대 영상유도 방사선 치료를 위한 고속 고화질 단일선원 이중에너지 콘빔 CT 영
상화 기술 개발	
기 여 율	1/2
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2017.09.21 ~ 2020.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2019R1I1A1A01062157
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	학문균형발전지원사업
연구과제명	딥 콘빔형 전산화 단층촬영 영상 생성을 위한 핵심 기술 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2019.06.01 ~ 2022.05.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

일 방향으로 회전 가능 하도록 형성된 갠트리;

상기 갠트리에 연결되며 피검사체에 방사선 치료빔을 조사하는 방사선 모듈;

상기 방사선 모듈로부터 조사되는 방사선 치료빔의 경로 상에 영상 빔을 조사하는 영상 빔 모듈; 및

상기 영상 빔 모듈과 상기 피검사체 간의 경로에 위치하여 상기 영상 빔 모듈로부터 조사된 영상 빔의 적어도 일부를 연속적으로 차단 또는 비 차단하는 빔 차단 모듈;을 포함하는 것을 특징으로 하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

디텍터를 이용하여 상기 피검사체를 투과한 방사선 치료빔과 상기 영상 빔에 의해 산란된 산란 빔을 감지하여 복수의 프로젝션(Projection) 데이터를 획득하는 영상 획득부; 및

상기 복수의 프로젝션 데이터에 관한 산란빔 맵을 추정하여 재구성 영상을 생성하는 영상 처리부;를 포함하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 빔 차단 모듈은, 회전 가능하며, 일부 차폐되어 있고 일부 개방되어 있는 구조로 형성되며, 상기 일부 차폐된 부분이 회전축을 중심으로 원호의 형상으로 이루어지는 다수개의 구조물을 포함하여, 상기 원호의 형상으로 이루어지는 구조물들에 의해 상기 영상 처리부가 상기 산란빔 맵을 추정가능한 것을 특징으로 하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치.

#### 청구항 4

제2항에 있어서,

상기 빔 차단 모듈은,

일 방향으로 회전 가능하며, 내측이 개방된 형태인 구동휠;

상기 구동휠을 회동시키는 스텝 모터; 및

상기 구동휠 내측의 적어도 일부를 가리도록 마련되는 차폐부;를 포함하며,

상기 차폐부는, 상기 구동휠의 회전 방향과 일치하도록 호형(arc)의 스트립이 복수개 배치되는 구조인 것을 특징으로 하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 영상 획득부는,

상기 차폐부의 회전에 의해, 상기 영상 빔이 차단된 경우의 제1 프로젝션 데이터와 상기 영상 빔이 비 차단된 경우의 제2 프로젝션 데이터를 연속적으로 획득하는 것을 특징으로 하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치.

#### 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 영상 처리부는,

상기 차폐부에 의해 상기 영상 빔이 차단된 경우의 프로젝션 데이터에서 상기 호형(arc)의 스트립 형태와 직교하는 방향으로 보간법을 적용하여 산란빔 맵을 추정하는 것을 특징으로 하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치.

#### 청구항 7

제5항에 있어서,

상기 영상 처리부는,

상기 제1 프로젝션 데이터의 전체에 관한 산란 맵을 추정하고, 백프로젝션(Backprojection)을 이용하여 3D 산란 볼륨(3D Scatter Volume)을 재구성하며, 상기 3D 산란 볼륨을 리프로젝션(Reprojection)하여 제2 프로젝션 데이터의 전체에 관한 산란 맵을 추정하여 생성하는 것을 특징으로 하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치.

#### 청구항 8

제5항에 있어서,

상기 영상 처리부는,

연속적으로 획득한 상기 제2 프로젝션 데이터에 인접한 두 개의 제1 프로젝션 데이터에 관한 산란 맵들로부터 두 개의 제1 프로젝션 데이터로부터의 거리에 기반한 가중치 합을 이용하여 상기 제2 프로젝션 데이터에 관한 산란 맵들을 추정하여 생성하는 것을 특징으로 하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치.

#### 청구항 9

제7항에 있어서,

상기 영상 처리부는,

상기 제2 프로젝션 데이터에서 추정된 상기 제2 프로젝션 데이터에 관한 산란 맵을 차감하여 산란 보정 데이터(Scatter Corrected Data)를 생성하고, 복원 알고리즘을 이용하여 상기 산란 보정 데이터로부터 상기 재구성 영상을 생성하는 것을 특징으로 하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치.

#### 청구항 10

콘빔형 전산화 단층 촬영 장치에 의한 콘빔형 전산화 단층 촬영 방법에 있어서,

방사선 모듈로 피검사체에 방사선 치료빔을 조사하는 단계;

영상 빔 모듈로 상기 방사선 모듈로부터 조사되는 방사선 치료빔의 경로 상에 영상 빔을 조사하는 단계;

상기 영상 빔 모듈과 상기 피검사체 간의 경로에 위치하는 빔 차단 모듈로 상기 영상 빔 모듈로부터 조사된 영상 빔의 적어도 일부를 연속적으로 차단 또는 비 차단하는 단계;

상기 피검사체를 투과한 방사선 치료빔과 상기 영상 빔에 의해 산란된 산란 빔을 감지하여 복수의 프로젝션(Projection) 데이터를 획득하는 단계; 및

상기 복수의 프로젝션 데이터에 관한 산란빔 맵을 추정하여 재구성 영상을 생성하는 단계;를 포함하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 방법.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 빔 차단 모듈은,

일 방향으로 회전 가능하며, 내측이 개방된 형태인 구동휠; 상기 구동휠을 회동시키는 스텝 모터; 및 상기 구동휠 내측의 적어도 일부를 가리도록 마련되는 차폐부;를 포함하며,

상기 차폐부는, 상기 구동휠의 회전 방향과 일치하도록 호형(arc)의 스트립이 복수개 배치되는 구조인 것을 특징으로 하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 방법.

## 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 복수의 프로젝션(Projection) 데이터를 획득하는 단계는,

상기 차폐부의 회전에 의해, 상기 영상 빔이 차단된 경우의 제1 프로젝션 데이터와 상기 영상 빔이 비 차단된 경우의 제2 프로젝션 데이터를 연속적으로 획득하는 것을 특징으로 하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 방법.

## 청구항 13

제11항에 있어서,

상기 복수의 프로젝션 데이터에 관한 산란빔 맵을 추정하여 재구성 영상을 생성하는 단계는,

상기 차폐부에 의해 상기 영상 빔이 차단된 경우의 프로젝션 데이터에서 상기 호형(arc)의 스트립 형태와 직교하는 방향으로 보간법을 적용하여 산란빔 맵을 추정하는 것을 특징으로 하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 방법.

## 청구항 14

제12항에 있어서,

상기 복수의 프로젝션 데이터에 관한 산란빔 맵을 추정하여 재구성 영상을 생성하는 단계는,

상기 제1 프로젝션 데이터의 전체에 관한 산란 맵을 추정하고, 백프로젝션(Backprojection)을 이용하여 3D 산란 볼륨(3D Scatter Volume)을 재구성하는 단계; 및

상기 3D 산란 볼륨을 리프로젝션(Reprojection)하여 제2 프로젝션 데이터의 전체에 관한 산란 맵을 추정하여 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 방법.

## 청구항 15

제14항에 있어서,

상기 복수의 프로젝션 데이터에 관한 산란빔 맵을 추정하여 재구성 영상을 생성하는 단계는,

상기 제2 프로젝션 데이터에서 추정된 상기 제2 프로젝션 데이터에 관한 산란 맵을 차감하여 산란 보정 데이터(Scatter Corrected Data)를 생성하고, 복원 알고리즘을 이용하여 상기 산란 보정 데이터로부터 상기 재구성 영상을 생성하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 콘빔 전산화 단층 촬영 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치에 관한 것으로, 특히 빔 차단기를 이용하여 산란을 보정하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치 및 방법이다.

### 배경 기술

[0002] 현재 방사선치료의 기술적 발전이 정위적 체부 방사선 치료(stereotactic body radiation therapy; SBRT)등의 고난도 치료로 발전하고 있다. SBRT는 치료 횟수를 1회 내지 3-4회 정도로 나누어 고선량 방사선을 조사함으로써 치료 기간을 획기적으로 단축시킬 수 있는 반면 회당 많은 빔 조사 시간으로 인해 환자들이 치료테이블에 누워있는 치료시간이 증가하고 있어, 방사선 치료 중에 환자의 자세 및 변화 등을 정밀히 모니터링하고 평가하는 것이 방사선 치료의 성패를 결정하는 매우 중요한 작업이다.

[0003] 환자의 위치 설정에 더 높은 정확성을 요구하는 고난도 방사선 치료에서는 치료 중 환자에게 정확하게 계획된 선량이 전달되었는지를 실시간으로 모니터링 하는 과정이 매우 중요하지만, 현 CBCT(Cone Beam CT)는 매일 방사선 치료하기 전 환자의 치료 계획을 수립할 때의 위치와 동일하게 설정하기 위해 사용되거나, 치료 전후 사이에 환자 자세 변화가 있는지를 정량화하기 위한 확인 영상장치로 사용될 뿐 빔 전달 중에는 해부학적 정보를 제공하지 않는다.

[0004] Intrafraction imaging이라는 옵션 추가로 평판 형태의 검출기를 통해 체적조절회전치료(volumetric modulated

arc therapy; VMAT)와 동시에 CBCT X-선 영상 획득이 가능해져 영상에 보이는 종양 위치가 실제 빔이 전달될 때의 종양 위치로 판단이 되므로 환부의 변형과 이동 상태를 모니터링 할 수 있다.

- [0005] VMAT과 동시에 CBCT X-선 영상을 획득하면 분할치료 중(intrafraction) CBCT 볼륨영상을 생성할 수 있지만, MV X-선과 kV X-선이 물체내부의 입자들과 상호작용을 일으켜 발생된 산란빔의 영향으로 인해 전반적인 화질 저하를 가져와 임상적 사용은 매우 제한적이다. 특히, 넓은 조사 면적의 검출기를 부착한 CBCT는 일반적인 CT에 비하여 산란빔에 의한 영향이 기하급수적으로 증가하므로 정확한 영상 획득에 근본적인 문제를 가지게 된다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 휠 차단기를 이용하여 산란을 보정하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치 및 방법으로 갠트리에 연결되며 피검사체에 방사선 치료빔을 조사하는 방사선 모듈, 상기 방사선 모듈로부터 조사되는 방사선 치료빔의 경로 상에 영상 빔을 조사하는 영상 빔 모듈 및 상기 영상 빔 모듈과 상기 피검사체 간의 경로에 위치하여 상기 영상 빔 모듈로부터 조사된 영상 빔의 적어도 일부를 연속적으로 차단 또는 비 차단하는 빔 차단 모듈을 포함하여 산란빔으로 인한 의료 영상의 품질을 개선하여 치료 중 환부의 변형과 이동 상태를 정확하게 파악하는데 그 목적이 있다.
- [0007] 또한, 방사선 치료 중 타겟의 움직임에 대한 모델을 생성하고, 분할 치료 중 CBCT를 이용해 타겟 및 인접 위험 장기에 대해 선량 분포를 재계산하여 분할 치료 중 CBCT영상을 이용한 적응형 방사선 치료(adaptive radiotherapy)가 임상 적용 가능하도록 하는데 또 다른 목적이 있다.
- [0008] 본 발명의 명시되지 않은 또 다른 목적들은 하기의 상세한 설명 및 그 효과로부터 용이하게 추론할 수 있는 범위 내에서 추가적으로 고려될 수 있다.

### 과제의 해결 수단

- [0009] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 휠 차단기를 이용하여 산란을 보정하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치는, 일 방향으로 회전 가능 하도록 형성된 갠트리, 상기 갠트리에 연결되며 피검사체에 방사선 치료빔을 조사하는 방사선 모듈, 상기 방사선 모듈로부터 조사되는 방사선 치료빔의 경로 상에 영상 빔을 조사하는 영상 빔 모듈 및 상기 영상 빔 모듈과 상기 피검사체 간의 경로에 위치하여 상기 영상 빔 모듈로부터 조사된 영상 빔의 적어도 일부를 연속적으로 차단 또는 비 차단하는 빔 차단 모듈을 포함한다.
- [0010] 여기서, 디텍터를 이용하여 상기 피검사체를 투과한 방사선 치료빔과 상기 영상 빔에 의해 산란된 산란 빔을 감지하여 복수의 프로젝션(Projection) 데이터를 획득하는 영상 획득부 및 상기 복수의 프로젝션 데이터에 관한 산란빔 맵을 추정하여 재구성 영상을 생성하는 영상 처리부를 더 포함한다.
- [0011] 여기서, 상기 빔 차단 모듈은, 회전 가능하며, 일부 차폐되어 있고 일부 개방되어 있는 구조로 형성되며, 상기 일부 차폐된 부분이 회전축을 중심으로 원호의 형상으로 이루어지는 다수개의 구조물을 포함하여, 상기 원호의 형상으로 이루어지는 구조물들에 의해 상기 영상 처리부가 상기 산란빔 맵을 추정가능하다.
- [0012] 여기서, 상기 빔 차단 모듈은, 일 방향으로 회전 가능하며, 내측이 개방된 형태인 구동휠, 상기 구동휠을 회동시키는 스텝 모터 및 상기 구동휠 내측의 적어도 일부를 가리도록 마련되는 차폐부를 포함한다.
- [0013] 여기서, 상기 차폐부는, 상기 구동휠의 회전 방향과 일치하도록 호형(arc)의 스트립이 복수개 배치되는 구조이다.
- [0014] 여기서, 상기 영상 획득부는, 상기 차폐부의 회전에 의해, 상기 영상 빔이 차단된 경우의 제1 프로젝션 데이터와 상기 영상 빔이 비 차단된 경우의 제2 프로젝션 데이터를 연속적으로 획득한다.
- [0015] 여기서, 상기 영상 처리부는, 상기 차폐부에 의해 상기 영상 빔이 차단된 경우의 프로젝션 데이터에서 상기 호형(arc)의 스트립 형태와 직교하는 방향으로 보간법을 적용하여 산란빔 맵을 추정한다.
- [0016] 여기서, 상기 영상 처리부는, 상기 제1 프로젝션 데이터의 전체에 관한 산란 맵을 추정하고, 백프로젝션(Backprojection)을 이용하여 3D 산란 볼륨(3D Scatter Volume)을 재구성하며, 상기 3D 산란 볼륨을 리프로젝션(Reprojection)하여 제2 프로젝션 데이터의 전체에 관한 산란 맵을 추정하여 생성한다.
- [0017] 여기서, 상기 영상 처리부는, 연속적으로 획득한 상기 제2 프로젝션 데이터에 인접한 두 개의 제1 프로젝션 데

이터에 관한 산란 맵들로부터 두 개의 제1 프로젝션 데이터로부터의 거리에 기반한 가중치 합을 이용하여 상기 제2 프로젝션 데이터에 관한 산란 맵들을 추정하여 생성한다.

[0018] 여기서, 상기 영상 처리부는, 상기 제2 프로젝션 데이터에서 추정된 상기 제2 프로젝션 데이터에 관한 산란 맵을 차감하여 산란 보정 데이터(Scatter Corrected Data)를 생성하고, 복원 알고리즘을 이용하여 상기 산란 보정 데이터로부터 상기 재구성 영상을 생성한다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치에 의한 콘빔형 전산화 단층 촬영 방법은, 방사선 모듈로 피검사체에 방사선 치료빔을 조사하는 단계, 영상 빔 모듈로 상기 방사선 모듈로부터 조사되는 방사선 치료빔의 경로 상에 영상 빔을 조사하는 단계, 상기 영상 빔 모듈과 상기 피검사체 간의 경로에 위치하는 빔 차단 모듈로 상기 영상 빔 모듈로부터 조사된 영상 빔의 적어도 일부를 연속적으로 차단 또는 비 차단하는 단계, 상기 피검사체를 투과한 방사선 치료빔과 상기 영상 빔에 의해 산란된 산란 빔을 감지하여 복수의 프로젝션(Projection) 데이터를 획득하는 단계 및 상기 복수의 프로젝션 데이터에 관한 산란빔 맵을 추정하여 재구성 영상을 생성하는 단계를 포함한다.

[0020] 여기서, 상기 빔 차단 모듈은, 일 방향으로 회전 가능하며, 내측이 개방된 형태인 구동휠, 상기 구동휠을 회동시키는 스텝 모터 및 상기 구동휠 내측의 적어도 일부를 가리도록 마련되는 차폐부를 포함하며, 상기 차폐부는, 상기 구동휠의 회전 방향과 일치하도록 호형(arc)의 스트립이 복수개 배치되는 구조이다.

[0021] 여기서, 상기 복수의 프로젝션(Projection) 데이터를 획득하는 단계는, 상기 차폐부의 회전에 의해, 상기 영상 빔이 차단된 경우의 제1 프로젝션 데이터와 상기 영상 빔이 비 차단된 경우의 제2 프로젝션 데이터를 연속적으로 획득한다.

[0022] 여기서, 상기 복수의 프로젝션 데이터에 관한 산란빔 맵을 추정하여 재구성 영상을 생성하는 단계는, 상기 차폐부에 의해 상기 영상 빔이 차단된 경우의 프로젝션 데이터에서 상기 호형(arc)의 스트립 형태와 직교하는 방향으로 보간법을 적용하여 산란빔 맵을 추정한다.

[0023] 여기서, 상기 복수의 프로젝션 데이터에 관한 산란빔 맵을 추정하여 재구성 영상을 생성하는 단계는, 상기 제1 프로젝션 데이터의 전체에 관한 산란 맵을 추정하고, 백프로젝션(Backprojection)을 이용하여 3D 산란 볼륨(3D Scatter Volume)을 재구성하는 단계 및 상기 3D 산란 볼륨을 리프로젝션(Reprojection)하여 제2 프로젝션 데이터의 전체에 관한 산란 맵을 추정하여 생성하는 단계를 포함한다.

[0024] 여기서, 상기 복수의 프로젝션 데이터에 관한 산란빔 맵을 추정하여 재구성 영상을 생성하는 단계는, 상기 제2 프로젝션 데이터에서 추정된 상기 제2 프로젝션 데이터에 관한 산란 맵을 차감하여 산란 보정 데이터(Scatter Corrected Data)를 생성하고, 복원 알고리즘을 이용하여 상기 산란 보정 데이터로부터 상기 재구성 영상을 생성하는 단계를 더 포함한다.

### 발명의 효과

[0025] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명의 실시예들에 의하면, 갠트리에 연결되며 피검사체에 방사선 치료빔을 조사하는 방사선 모듈, 상기 방사선 모듈로부터 조사되는 방사선 치료빔의 경로 상에 영상 빔을 조사하는 영상 빔 모듈 및 상기 영상 빔 모듈과 상기 피검사체 간의 경로에 위치하여 상기 영상 빔 모듈로부터 조사된 영상 빔의 적어도 일부를 연속적으로 차단 또는 비 차단하는 빔 차단 모듈을 포함하여 산란빔으로 인한 의료 영상의 품질을 개선하여 치료 중 환부의 변형과 이동 상태를 정확하게 파악할 수 있다.

[0026] 또한, 방사선 치료 중 타겟의 움직임에 대한 모델을 생성하고, 분할 치료 중 CBCT를 이용해 타겟 및 인접 위험장기에 대해 선량 분포를 재계산하여 분할 치료 중 CBCT영상을 이용한 적응형 방사선 치료(adaptive radiotherapy)가 임상 적용 가능하도록 할 수 있다.

[0027] 여기에서 명시적으로 언급되지 않은 효과라 하더라도, 본 발명의 기술적 특징에 의해 기대되는 이하의 명세서에서 기재된 효과 및 그 잠정적인 효과는 본 발명의 명세서에 기재된 것과 같이 취급된다.

### 도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 MV X-선과 kV X-선의 산란빔에 의한 영향을 설명하기 위한 도면이다.

도 2 및 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치를 나타내는 도면이다.

도 4 및 도 5는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치의 빔 차단 모듈을 나타내는 도

면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치를 이용한 영상 획득을 예시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치의 산란빔 분포맵 계산 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치의 차단 X-선 영상으로부터 산란빔 분포맵을 추정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치의 비차단 X-선 영상으로부터 산란빔 분포맵을 추정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 방법을 나타내는 흐름도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하, 본 발명에 관련된 휠 차단기를 이용하여 산란을 보정하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치 및 방법에 대하여 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.
- [0030] 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다.
- [0031] 본 발명은 휠 차단기를 이용하여 산란을 보정하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치 및 방법에 관한 것이다.
- [0032] 도 1은 MV X-선과 kV X-선의 산란빔에 의한 영향을 설명하기 위한 도면이다.
- [0033] 도 1에 나타난 바와 같이, VMAT과 동시에 CBCT X-선 영상을 획득하면 분할치료 중(intrafraction) CBCT 볼륨영상을 생성할 수 있지만, MV X-선과 kV X-선이 물체내부의 입자들과 상호작용을 일으켜 발생된 산란빔의 영향으로 인해 전반적인 화질 저하를 가져와 임상적 사용은 매우 제한적이다. 특히, 넓은 조사 면적의 검출기를 부착한 CBCT는 일반적인 CT에 비하여 산란빔에 의한 영향이 기하급수적으로 증가하므로 정확한 영상 획득에 근본적인 문제를 가지게 된다.
- [0034] 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치는 상기의 문제점을 해결하기 위한 일차빔과 산란빔 X-선 영상을 동시에 획득하는 휠(wheel) 기반 차단기 (wheel-blocker) 기반 고화질 on-treatment 콘빔 CT (Cone-Beam CT; CBCT) 영상 시스템으로, 방사선 치료빔과 CBCT 영상빔이 동시 전달시 발생하는 메가볼트(MV)-킬로볼트(kV) 산란빔으로 인한 on-treatment CBCT 영상의 질 저하를 개선하여 치료 중 환부의 변형과 이동 상태를 정확하게 파악하도록 하여 환자 치료 효과를 극대화하기 위한 것이다.
- [0035] 도 2 및 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치를 나타내는 도면이다.
- [0036] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치를 나타내는 블록도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치를 도시한 것이다.
- [0037] 도 2 및 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치(10)는 갠트리(100), 방사선 모듈(200), 영상 빔 모듈(300), 빔 차단 모듈(400), 영상 획득부(500), 영상 처리부(600)를 포함한다.
- [0038] 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치(10)는 원추형으로 발산하는 X선을 조사하여 획득한 2차원 투시 영상에서 복수의 단층 영상을 한꺼번에 복원하는 장치이다.
- [0039] 1회전의 투사영상 측정만으로도 복수의 수평 단층 영상을 계산할 수 있어 피검사체의 3차원 구조를 고속으로 복원할 수 있다.
- [0040] 갠트리(100)는 일 방향으로 회전 가능 하도록 형성된다.
- [0041] 방사선 모듈(200)은 상기 갠트리에 연결되며 피검사체에 방사선 치료빔을 조사한다.
- [0042] 영상 빔 모듈(300)은 상기 방사선 모듈로부터 조사되는 방사선 치료빔의 경로 상에 영상 빔을 조사한다.
- [0043] 빔 차단 모듈(400)은 상기 영상 빔 모듈과 상기 피검사체 간의 경로에 위치하여 상기 영상 빔 모듈로부터 조사

된 영상 빔의 적어도 일부를 연속적으로 차단 또는 비 차단한다.

- [0044] 빔 차단 모듈(400)은 kV용 일차 및 산란 X선과 MV용 산란 X선 차폐를 위해 가공이 용이한 납 또는 견고한 텅스텐을 이용해 휠 회전 방향과 일치되게 호형(arc) 스트립(strip) 형태로 구성된 휠(wheel) 모형의 차단기인 것이 바람직하다.
- [0045] 구체적으로, 빔 차단 모듈은, 회전 가능하며, 일부 차폐되어 있고 일부 개방되어 있는 구조로 형성되며, 상기 일부 차폐된 부분이 회전축을 중심으로 원호의 형상으로 이루어지는 다수개의 구조물을 포함하여, 상기 원호의 형상으로 이루어지는 구조물들에 의해 상기 영상 처리부가 상기 산란빔 맵을 추정가능하다.
- [0046] 영상 획득부(500)는 디텍터를 이용하여 상기 피검사체를 투과한 방사선 치료빔과 상기 영상 빔에 의해 산란된 산란 빔을 감지하여 복수의 프로젝션(Projection) 데이터를 획득한다.
- [0047] 구체적으로, 빔 차단 모듈(400)의 차폐부의 회전에 의해, 상기 영상 빔이 차단된 경우의 제1 프로젝션 데이터와 상기 영상 빔이 비 차단된 경우의 제2 프로젝션 데이터를 연속적으로 획득한다.
- [0048] 영상 처리부(600)는 상기 복수의 프로젝션 데이터에 관한 산란빔 맵을 추정하여 재구성 영상을 생성한다.
- [0049] 구체적으로, 영상 처리부(600)는 상기 차폐부에 의해 상기 영상 빔이 차단된 경우의 프로젝션 데이터에서 상기 호형(arc)의 스트립 형태와 직교하는 방향으로 보간법을 적용하여 산란빔 맵을 추정한다.
- [0050] 도 3에서 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치(10)는 갠트리(100), 본체부(110), 회전축(120), 방사선 조사 모듈(210), 테이블(300)을 더 포함한다.
- [0051] 상기 갠트리(100)는 요구되는 조건 및 설계 사양에 따라 다양한 갠트리(100)가 사용될 수 있으며, 갠트리(100) 종류 및 특성에 의해 본 발명이 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 일 예로, 상기 갠트리(100)는 본체부(110)에 회전축(120)으로 연결되어 축회전하도록 구성될 수 있다. 경우에 따라서는 갠트리로서 통상의 링형 갠트리, 부분 링형 갠트리, C형 갠트리 등이 사용될 수 있으며, 다르게는 갠트리 대신 환자에 대하여 방사선 모듈을 다양한 회전 위치 및/또는 축 위치로 위치시킬 수 있는 어떠한 다른 프레임워크가 사용될 수도 있다.
- [0052] 상기 갠트리(100)의 내부에는 방사선 모듈(210)이 제공될 수 있으며, 방사선 모듈(210)은 방사선 빔을 생성하도록 동작할 수 있는 방사선 소스 및 선형 가속기를 포함할 수 있다.
- [0053] 상기 갠트리(100)의 하부에는 테이블(130)이 제공될 수 있으며, 상기 테이블(130)은 치료할 환자가 드러눕는 장소로서 수평 및 수직 위치조절이 가능하도록 제공될 수 있다.
- [0054] 도 3에 나타난 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치(10)는 방사선 모듈의 방사선 조사 모듈(210)에서 피검사체에 방사선 치료빔(L1)을 조사하면 그 경로상에 영상 빔 모듈(300)이 영상 빔(L2)을 조사한다.
- [0055] 빔 차단 모듈(400)은 상기 영상 빔 모듈과 상기 피검사체 간의 경로에 위치하여 상기 영상 빔 모듈로부터 조사된 영상 빔의 적어도 일부를 차단하며, 휠 회전 방향과 일치되게 호형(arc) 스트립(strip) 형태로 구성된 휠(wheel) 모형의 차단기로써, 회전 시 차폐부가 회전하며 일부가 회전하고 일부가 개방되는 모습이 연속적으로 발생하게 된다.
- [0056] 이에, 영상 획득부(500)의 디텍터(510)가 영상 빔 조사 방향과 나란하게 위치하여 피검사체를 투과한 방사선 치료빔과 상기 영상 빔에 의해 산란된 산란 빔을 감지하여 복수의 프로젝션(Projection) 데이터를 획득하게 된다.
- [0057] 도 4 및 도 5는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치의 빔 차단 모듈을 나타내는 도면이다.
- [0058] 도 4 및 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치(10)의 빔 차단 모듈(400)은 구동휠(410), 차폐부(420), 스텝 모터(440)를 포함한다.
- [0059] 빔 차단 모듈(400)은 상기 영상 빔 모듈과 상기 피검사체 간의 경로에 위치하여 상기 영상 빔 모듈로부터 조사된 영상 빔의 적어도 일부를 차단한다.
- [0060] 빔 차단 모듈(400)은 kV용 일차 및 산란 X선과 MV용 산란 X선 차폐를 위해 가공이 용이한 납 또는 견고한 텅스텐을 이용해 휠 회전 방향과 일치되게 호형(arc) 스트립(strip) 형태로 구성된 휠(wheel) 모형의 차단기인 것이 바람직하다.

- [0061] 구동휠(410)은 일 방향으로 회전 가능하며, 내측이 개방된 형태이다. 스텝 모터(440)는 상기 구동휠을 회동시킨다. 차폐부(420)는 상기 구동휠 내측의 적어도 일부를 가리도록 마련된다.
- [0062] 도 4에 나타난 바와 같이, 차폐부(420)는 상기 구동휠의 회전 방향과 일치하도록 호형(arc)의 스트립(strip)이 복수개 배치되는 구조이다. 스트립 부분과 개방부분(423)의 배치구조는 이에 한정되는 것은 아니며, 다양한 너비와 배열로 조합이 가능하다. 예를 들면, 회전축을 중심으로 원호를 그리는 스트립의 형상도 가능하며, 스트립이 일부가 끊어진 형상이 가능하고, 스트립의 일부가 끊어진 형상이 어긋나게 배열되어 바둑판의 형태로 배열되는 것도 가능하다.
- [0063] 스트립의 형상이 회전축을 중심으로 원호를 그리도록 설계됨에 따라, 영상 빔의 차단 또는 비차단에 의해 획득하는 프로젝션 데이터에서 산란빔 맵을 추정하는 것이 가능하며, 별도로 시간 차를 두어 차단 또는 비 차단을 수행하지 않고도 영상을 획득할 수 있다.
- [0064] 즉, 차폐부(420)의 회전에 의해, 상기 영상 빔이 차단된 경우의 제1 프로젝션 데이터와 상기 영상 빔이 비 차단된 경우의 제2 프로젝션 데이터를 연속적으로 획득할 수 있다.
- [0065] 또한, Wheel 차단기가 X-선관 앞에 잘 고정 될 수 있도록 immobilization 장치를 더 포함할 수 있다.
- [0066] 도 5에 나타난 바와 같이, 차폐부의 경계를 구분할 수 있도록 차폐벽(450)을 더 포함할 수 있으며, 차폐벽은 남으로 경계영역에 위치하는 것이 바람직하다. 또한, 구동 휠의 두께(T1)는 1 내지 4mm인 것이 바람직하고, 1mm 미만일 경우 차단의 효과가 감소되며, 4mm 초과인 경우 회전시키기 어렵다.
- [0067] 차폐부의 부분은 90 내지 180도의 각도로 형성되는 것이 바람직하며, 산란되는 빔의 영상을 보정하고자 하는 목적에 따라 당업자에 의해 변경 가능하다.
- [0068] 또한, 본 발명의 다양한 실시예에 따르면, 스트립 형상의 차폐부의 일측에 평균에너지변조를 위한 구리(copper)를 포함하는 또 다른 차폐부를 위치시켜, 구동 휠이 스트립 형상의 차폐부, 구리로 채워지는 차폐부, 공간부를 포함하여 이중에너지 CBCT 획득이 가능한 구조로 마련될 수도 있다.
- [0069] 본 발명의 다양한 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치는 갠트리 회전과 동시에 스텝 모터(steping motor)를 이용해 휠(wheel) 차단기를 한쪽 방향으로 일정한 속도로 회전하면서 차단 X-선 영상과 비차단 X-선 영상을 연속적으로 획득한다. 기존 방식은 방사선 빔이 켜진 시간에 차단 상태를 유지하기 위한 시간을 동기화하고, 방사선 빔이 꺼진 시간에 상태를 변환하는 시간 및 지연 시간을 동기화하는 과정이 중요한 반면, 본 발명의 일 실시예에 따르면 휠(wheel)이 방향 변환 없이 한쪽 방향으로 회전하는 구조이기 때문에 회전 방향 변환시의 백래쉬 문제가 없어 갠트리 회전과 동기화에 대한 부담이 덜한 구조이며, 갠트리가 회전하면서 호형 스트립(strip)이 검출기의 동일한 위치를 지나가기 때문에 프로젝션(projection) 영상 획득 후 비차단 영상과 차단 영상을 자동으로 분류하기에 용이한 구조이다.
- [0070] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치를 이용한 영상 획득을 예시한 도면이다.
- [0071] 영상빔(X선) 광원이 회전하면서 X선을 조사하고, 빔 차단 모듈이 광원 및 피검사체 간의 경로에서 X선의 일부를 차단한다. 영상 획득부가 획득하는 제1 프로젝션 데이터는 음영영역(Shaded Region) 및 비음영 영역(Unshaded Region)을 포함한다. 음영 영역은 호의 형태의 스트립 패턴을 갖는다. 패턴 감지기가 획득하는 제2 프로젝션 데이터는 비음영 영역을 포함한다.
- [0072] 차단 상태에서는 차단기의 영향으로 인한 산란빔(그늘진 영역)과 차단기의 영향이 없는 영상빔(일차빔과 산란빔이 누적)을 포함하는 ‘차단 X-선 영상’을 획득한다. 비 차단 상태에서는 차단기의 영향이 없으므로 영상빔만 포함하는 ‘비차단 X-선 영상’을 획득한다.
- [0073] 영상 획득부(500)는 디텍터를 이용하여 상기 피검사체를 투과한 방사선 치료빔과 상기 영상 빔에 의해 산란된 산란 빔을 감지하여 복수의 프로젝션(Projection) 데이터를 획득한다.
- [0074] 구체적으로, 빔 차단 모듈(400)의 차폐부의 회전에 의해, 상기 영상 빔이 차단된 경우의 제1 프로젝션 데이터와 상기 영상 빔이 비 차단된 경우의 제2 프로젝션 데이터를 연속적으로 획득한다.
- [0075] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치의 산란빔 분포맵 계산 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0076] 호형 strip 형태로 구성된 차단 X-선 영상들에서 차단된 영역에 검출된 정보들을 이용해 호형 strip 형태와 직

교하는 방향으로 1-D cubic B-Spline 보간법을 적용해 산란빔 맵을 추정한다.

- [0077] 영상 처리부(600)는 상기 복수의 프로젝션 데이터에 관한 산란빔 맵을 추정하여 재구성 영상을 생성한다.
- [0078] 구체적으로, 영상 처리부(600)는 상기 차폐부에 의해 상기 영상 빔이 차단된 경우의 프로젝션 데이터에서 상기 호형(arc)의 스트립 형태와 직교하는 방향으로 보간법을 적용하여 산란빔 맵을 추정한다.
- [0079] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치의 차단 X-선 영상으로부터 산란빔 분포맵을 추정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0080] 차단 X-선 영상에서 계산된 산란빔 맵을 역전사(backprojection) 기법을 적용하여 산란빔 볼륨을 생성함. 투영 기법을 적용하여 비차단 X-선 영상을 획득한 기하학적 정보를 이용해 대응하는 산란빔 분포맵을 추정한다.
- [0081] 영상 처리부(600)는 상기 제1 프로젝션 데이터의 전체에 관한 산란 맵을 추정하고, 백프로젝션(Backprojection)을 이용하여 3D 산란 볼륨(3D Scatter Volume)을 재구성하며, 상기 3D 산란 볼륨을 리프로젝션(Reprojection)하여 제2 프로젝션 데이터의 전체에 관한 산란 맵을 추정하여 생성한다.
- [0082] 백프로젝션은 각 방향에서 얻어진 투영영상의 값을 거꾸로 되돌려서 연속해서 합산하는 방식이다. 합산이 다 된 후에 전체 픽셀 값 중에서 가장 수치가 낮은 기본 값을 각각의 픽셀 값에서 뺀 다음 다시 픽셀들의 최소 공배수 값으로 나누어 원래의 픽셀 값으로 재구성한다.
- [0083] 이후, 상기 제2 프로젝션 데이터에서 추정된 상기 제2 프로젝션 데이터에 관한 산란 맵을 차감하여 산란 보정 데이터(Scatter Corrected Data)를 생성하고, 복원 알고리즘을 이용하여 상기 산란 보정 데이터로부터 상기 재구성 영상을 생성한다.
- [0084] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치의 비차단 X-선 영상으로부터 산란빔 분포맵을 추정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0085] 비차단 X-선 영상들에서 추정된 산란빔 맵을 영상성분에서 차감함으로써 최종적으로 산란빔 제거 비차단 X-선 영상이 얻어진다.
- [0086] 영상 처리부(600)는 연속적으로 획득한 상기 제2 프로젝션 데이터에 인접한 두 개의 제1 프로젝션 데이터에 관한 산란 맵들로부터 두 개의 제1 프로젝션 데이터로부터의 거리에 기반한 가중치 합을 이용하여 상기 제2 프로젝션 데이터에 관한 산란 맵들을 추정하여 생성한다.
- [0087] 비차단 X-선 영상들을 가지고 압축센싱 기반 반복적 재구성 알고리즘을 적용하여 산란보정 분할 치료 중 CBCT 영상을 생성한다.
- [0088] 제2 프로젝션 데이터를 연속적으로 획득하여, 제1 프로젝션 데이터 및 상기 제2 프로젝션 데이터를 1 대 N(상기 N은 자연수)의 비율로 획득할 수 있으며, 영상 처리부는 N개의 제2 프로젝션 데이터에 인접한 두 개의 제1 프로젝션 데이터에 관한 산란 맵들로부터 두 개의 제1 프로젝션 데이터로부터의 거리에 기반한 가중치 합을 이용하여 N개의 상기 제2 프로젝션 데이터에 관한 산란 맵들을 추정할 수 있다.
- [0089] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 콘빔형 전산화 단층 촬영 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [0090] 도 10을 참조하면, 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치에 의한 콘빔형 전산화 단층 촬영 방법은 방사선 모듈로 피검 사체에 방사선 치료빔을 조사하는 단계(S100)에서 시작한다.
- [0091] 단계 S200에서 영상 빔 모듈로 상기 방사선 모듈로부터 조사되는 방사선 치료빔의 경로 상에 영상 빔을 조사한다.
- [0092] 단계 S300에서 상기 영상 빔 모듈과 상기 피검사체 간의 경로에 위치하는 빔 차단 모듈로 상기 영상 빔 모듈로부터 조사된 영상 빔의 적어도 일부를 차단한다.
- [0093] 여기서, 빔 차단 모듈은, 일 방향으로 회전 가능하며, 내측이 개방된 형태인 구동휠; 상기 구동휠을 회동시키는 스텝 모터 및 상기 구동휠 내측의 적어도 일부를 가리도록 마련되는 차폐부를 포함하며, 상기 차폐부는, 상기 구동휠의 회전 방향과 일치하도록 호형(arc)의 스트립이 복수개 배치되는 구조이다.
- [0094] 단계 S400에서 상기 피검사체를 투과한 방사선 치료빔과 상기 영상 빔에 의해 산란된 산란 빔을 감지하여 복수의 프로젝션(Projection) 데이터를 획득한다.
- [0095] 복수의 프로젝션(Projection) 데이터를 획득하는 단계(S400)는, 상기 차폐부의 회전에 의해, 상기 영상 빔이 차

단된 경우의 제1 프로젝션 데이터와 상기 영상 빔이 비 차단된 경우의 제2 프로젝션 데이터를 연속적으로 획득한다.

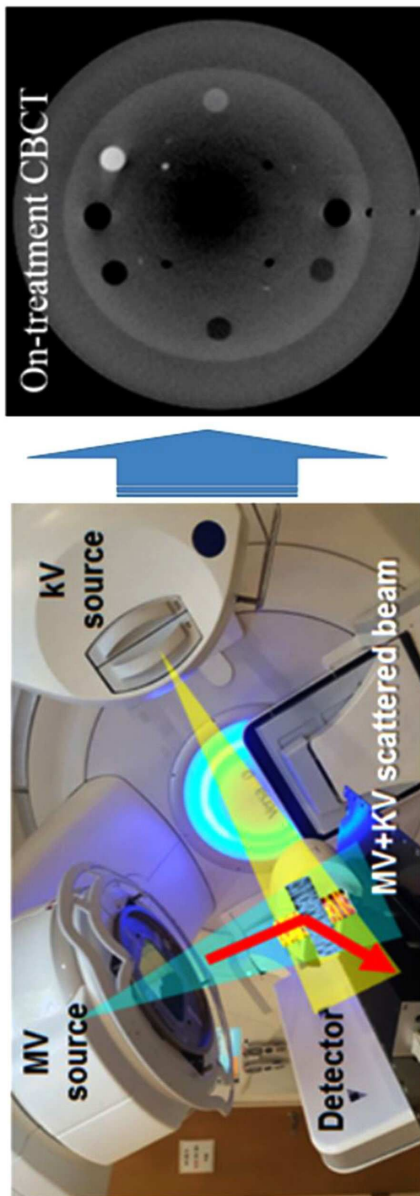
- [0096] 단계 S500에서 상기 복수의 프로젝션 데이터에 관한 산란빔 맵을 추정하여 재구성 영상을 생성한다.
- [0097] 복수의 프로젝션 데이터에 관한 산란빔 맵을 추정하여 재구성 영상을 생성하는 단계(S500)는, 상기 차폐부에 의해 상기 영상 빔이 차단된 경우의 프로젝션 데이터에서 상기 호형(arc)의 스트립 형태와 직교하는 방향으로 보간법을 적용하여 산란빔 맵을 추정하고, 상기 제1 프로젝션 데이터의 전체에 관한 산란 맵을 추정하고, 백프로젝션(Backprojection)을 이용하여 3D 산란 볼륨(3D Scatter Volume)을 재구성하며, 상기 3D 산란 볼륨을 리프로젝션(Reprojection)하여 제2 프로젝션 데이터의 전체에 관한 산란 맵을 추정하여 생성한다.
- [0098] 이후, 상기 제2 프로젝션 데이터에서 추정된 상기 제2 프로젝션 데이터에 관한 산란 맵을 차감하여 산란 보정 데이터(Scatter Corrected Data)를 생성하고, 복원 알고리즘을 이용하여 상기 산란 보정 데이터로부터 상기 재구성 영상을 생성한다.
- [0099] 본 발명의 일 실시예에 따른 휠 차단기를 이용하여 산란을 보정하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치 및 방법은 VMAT 치료 시 고화질의 분할 치료 중 CBCT 영상이 활용되어 치료 계획 시 타겟 인접 마진을 줄일 수 있으므로, 타겟 정확도가 향상되며 종양 인접 위험 장기에 대한 선량이 줄어들게 된다.
- [0100] 또한, 방사선 치료 중 타겟의 움직임에 대한 모델을 생성할 수 있고, 각 방사선 치료 후에 분할 치료 중 CBCT를 이용해 타겟 및 인접 위험 장기에 대해 선량 분포를 재계산할 수 있다. 따라서 분할 치료 중 CBCT영상을 이용한 적응형 방사선 치료(adaptive radiotherapy)가 임상 적용 가능하고, 새로운 임상 가이드라인이 될 수 있음. 이로 인해 방사선 치료에 대한 합병증 발생률이 낮아지며 생존율을 개선할 수 있다.
- [0101] 기존에는 치료 전후 CBCT 만 찍은 후에, 치료 시에는 이를 토대로 위치를 가늠하여 방사선을 조사하는 것이었다면 본 발명의 일 실시예에 따른 휠 차단기를 이용하여 산란을 보정하는 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치 및 방법은 매 치료 시에 방사선 치료빔을 조사하면서 동시에 실시간으로 확인용 CBCT를 시행 가능하다. 치료 시간이 더 소요되는 것이 아니지만, 치료의 정확도는 더 향상될 수 있다.
- [0102] 제작된 휠(wheel) 차단기는 회전하면서 회전 중간에 멈추거나 방향 전환, 회전 속도 변화를 요하지 않기 때문에 백래쉬 문제가 발생치 않으므로 제어가 쉽다. 선형 방식 차단기에 비해 차단기 움직임과 갠트리 회전 시 CBCT X-선 영상 획득 동기화로 인한 문제를 감소시켜 보다 높은 안정성을 확보할 수 있게 된다.
- [0103] 이상의 설명은 본 발명의 일 실시예에 불과할 뿐, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 본질적 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 범위는 전술한 실시예에 한정되지 않고 특허 청구 범위에 기재된 내용과 동등한 범위 내에 있는 다양한 실시 형태가 포함되도록 해석되어야 할 것이다.

## 부호의 설명

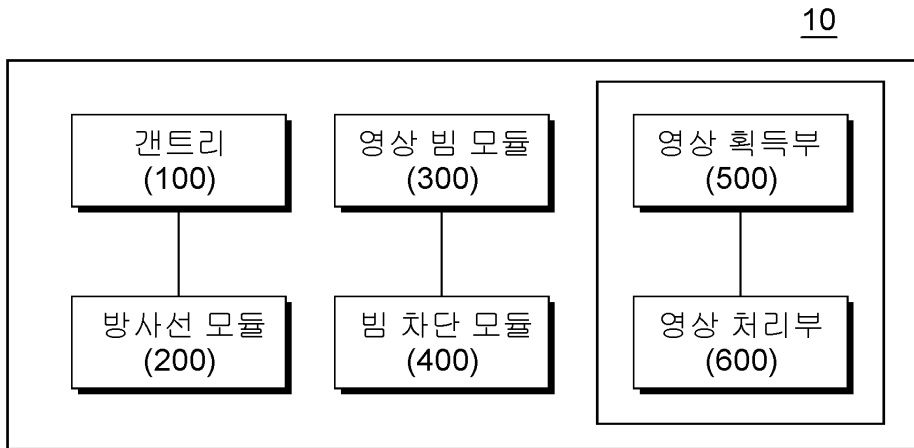
- [0104] 10: 콘빔형 전산화 단층 촬영 장치
- 100: 갠트리
- 200: 방사선 모듈
- 300: 영상 빔 모듈
- 400: 빔 차단 모듈
- 500: 영상 획득부
- 600: 영상 처리부

도면

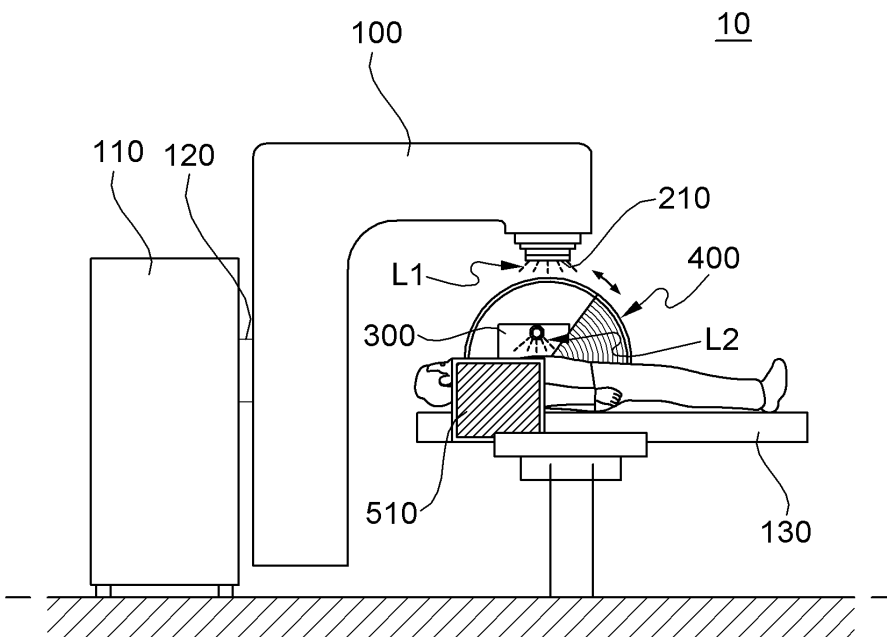
도면1



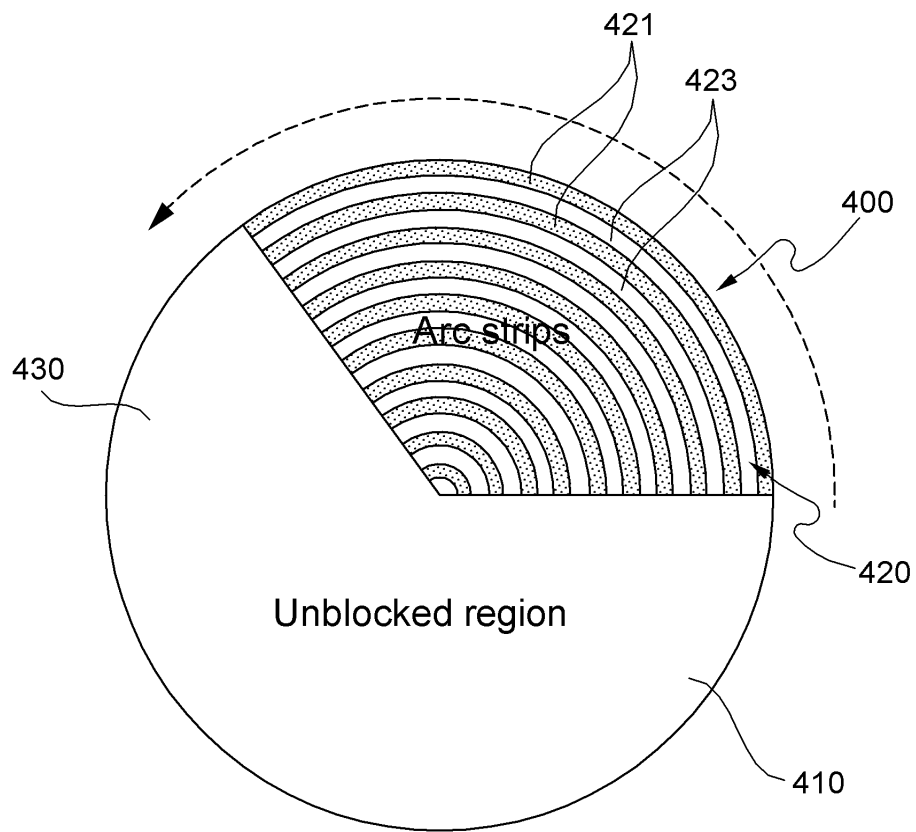
도면2



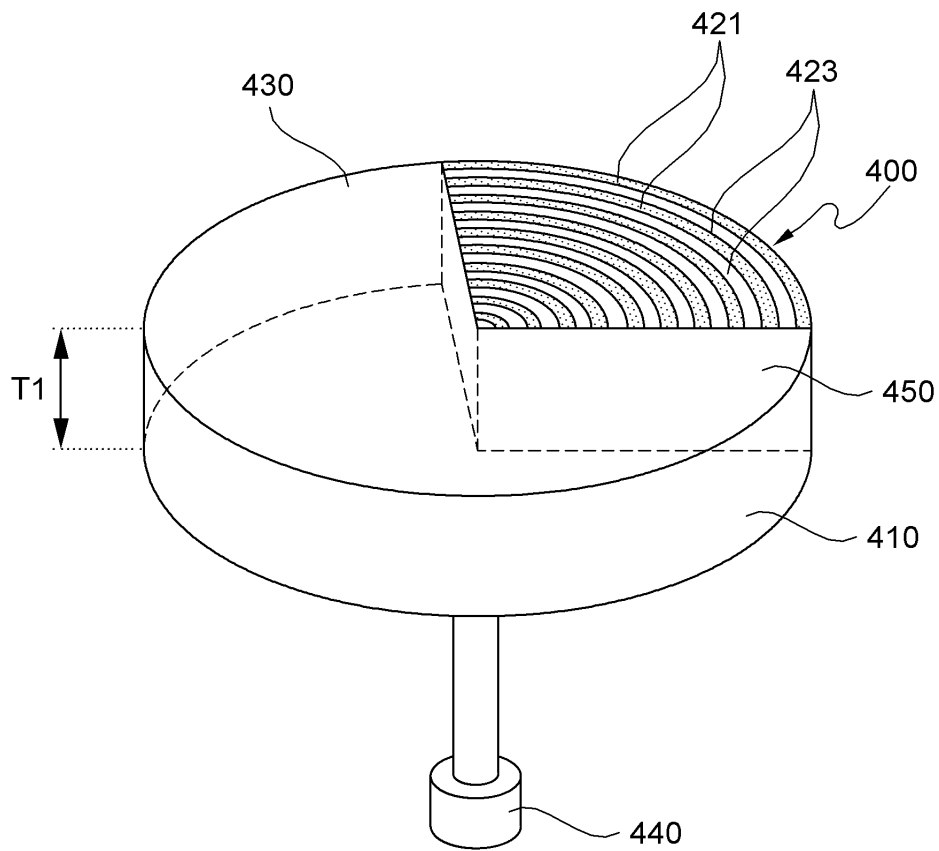
도면3



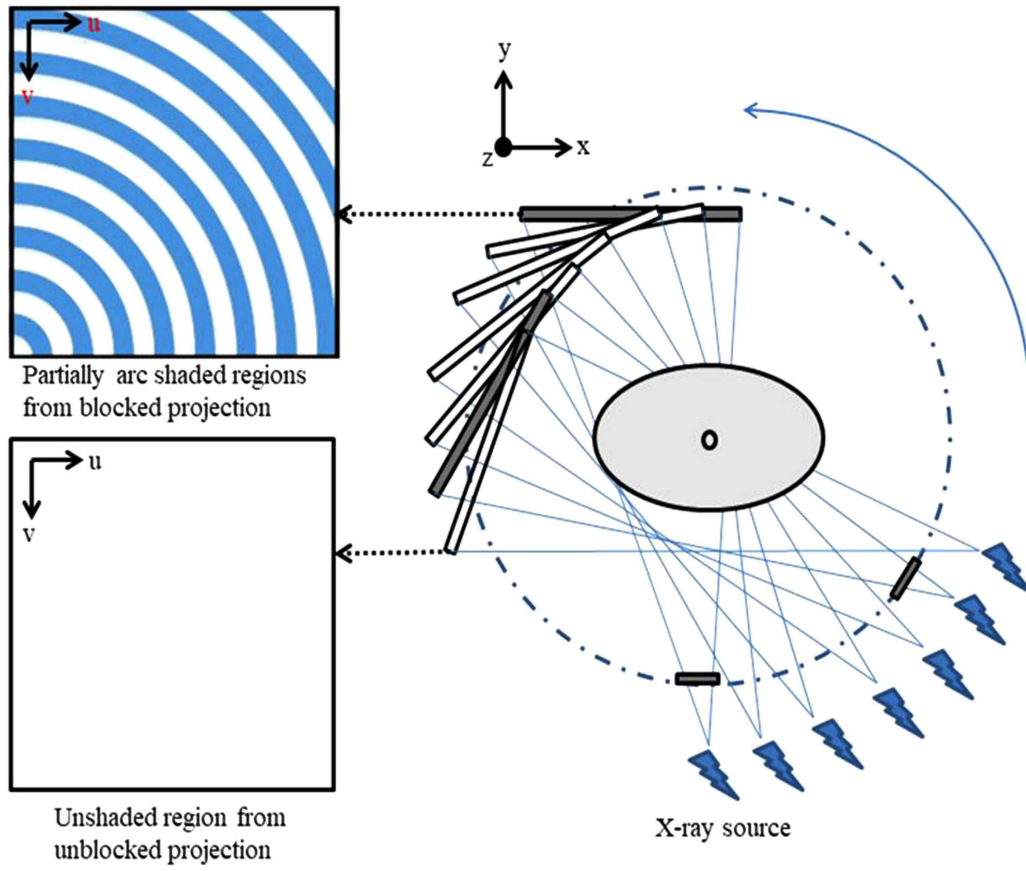
도면4



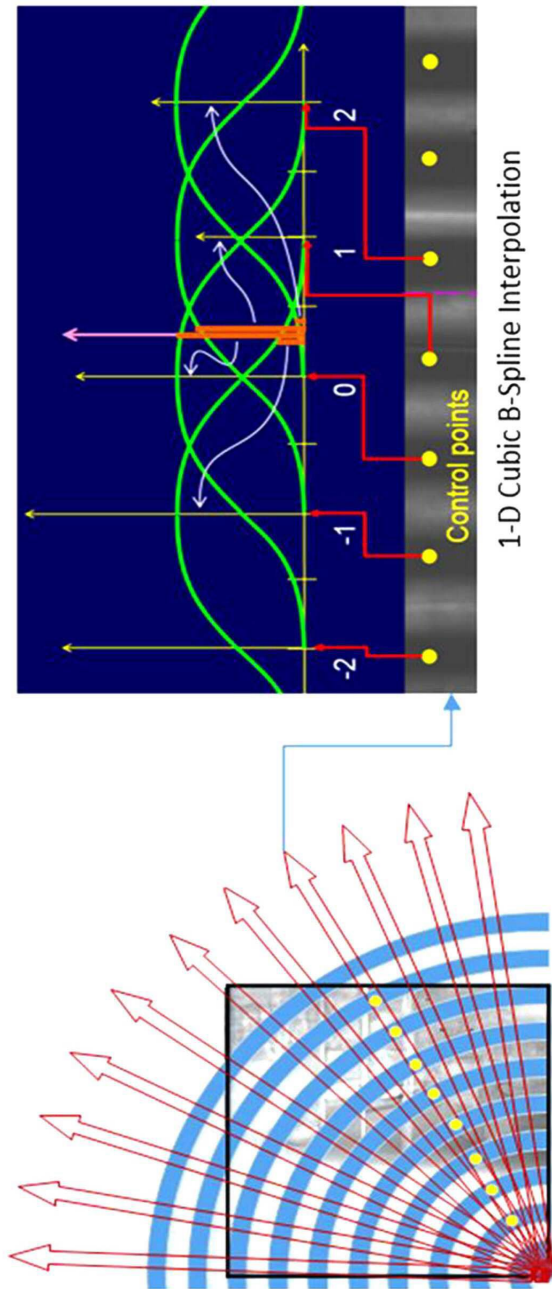
도면5



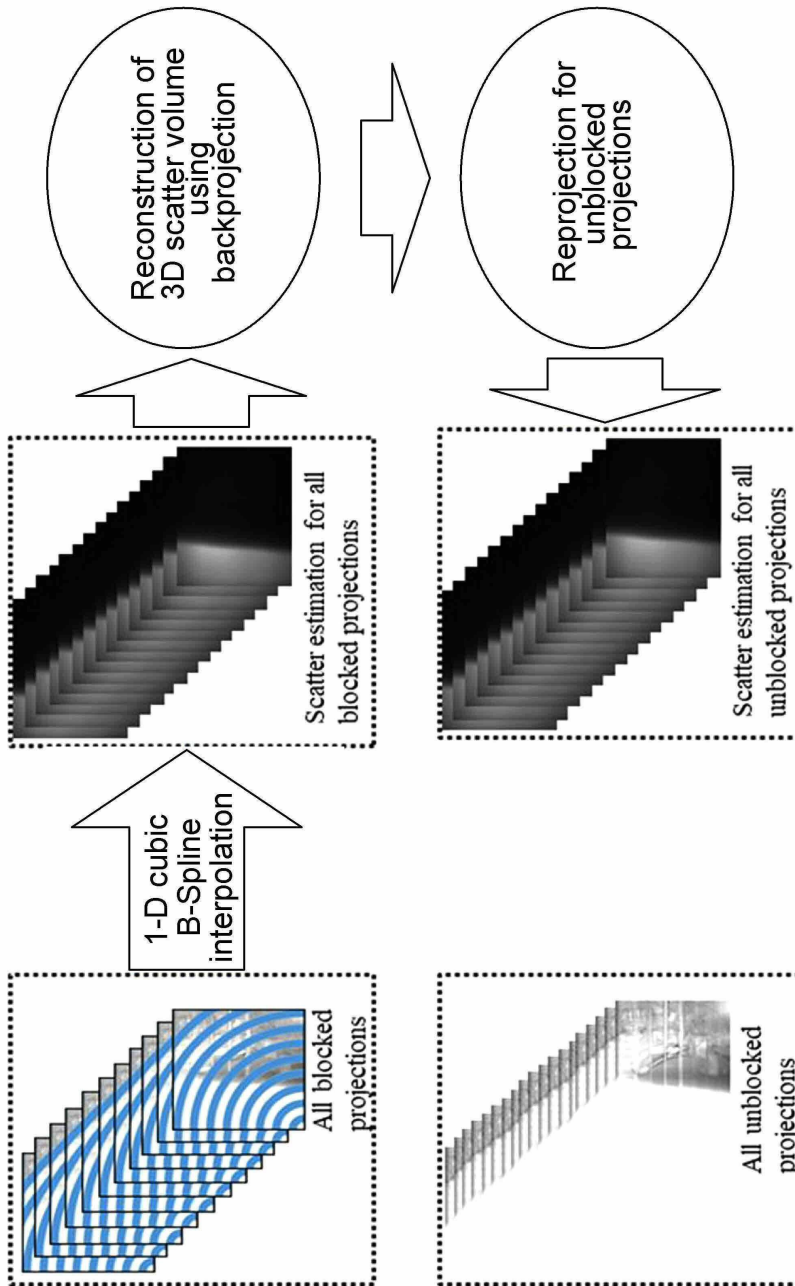
도면6



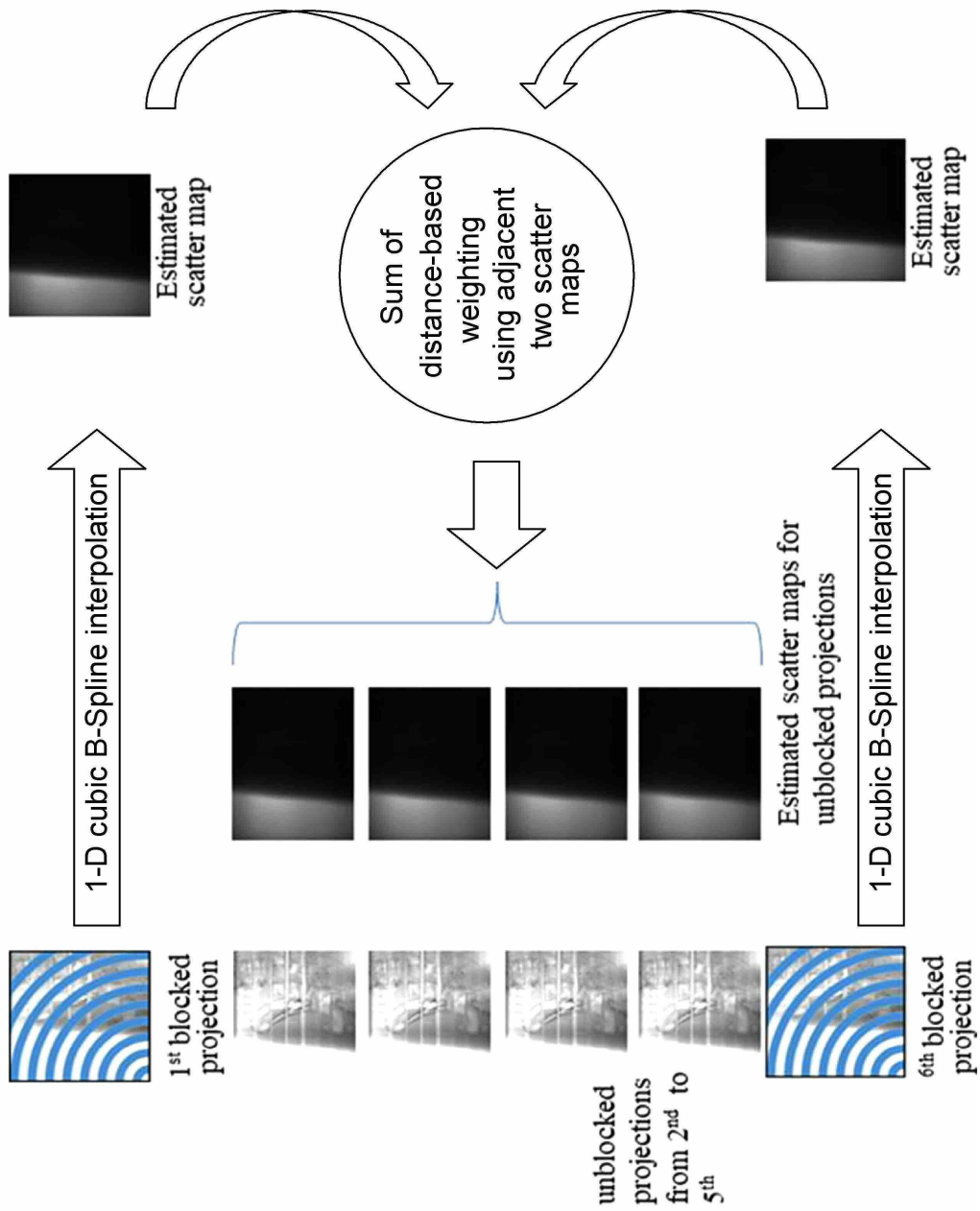
도면7



도면8



도면9



도면10

