



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년12월28일

(11) 등록번호 10-2343789

(24) 등록일자 2021년12월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61N 5/10 (2006.01) G01T 1/02 (2006.01)

G01T 1/16 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61N 5/1071 (2013.01)

G01T 1/02 (2021.01)

(21) 출원번호 10-2019-0172855

(22) 출원일자 2019년12월23일

심사청구일자 2019년12월23일

(65) 공개번호 10-2021-0080851

(43) 공개일자 2021년07월01일

(56) 선행기술조사문헌

JP2010032419 A*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

이화여자대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)

(72) 발명자

박광우

서울특별시 서대문구 연희로24길 16, 101호(연희동, 연공아트빌라)

이웅만

경기도 수원시 권선구 곡선로 10, 503동 1001호(권선동, 수원아이파크시티5단지)

(74) 대리인

김민태

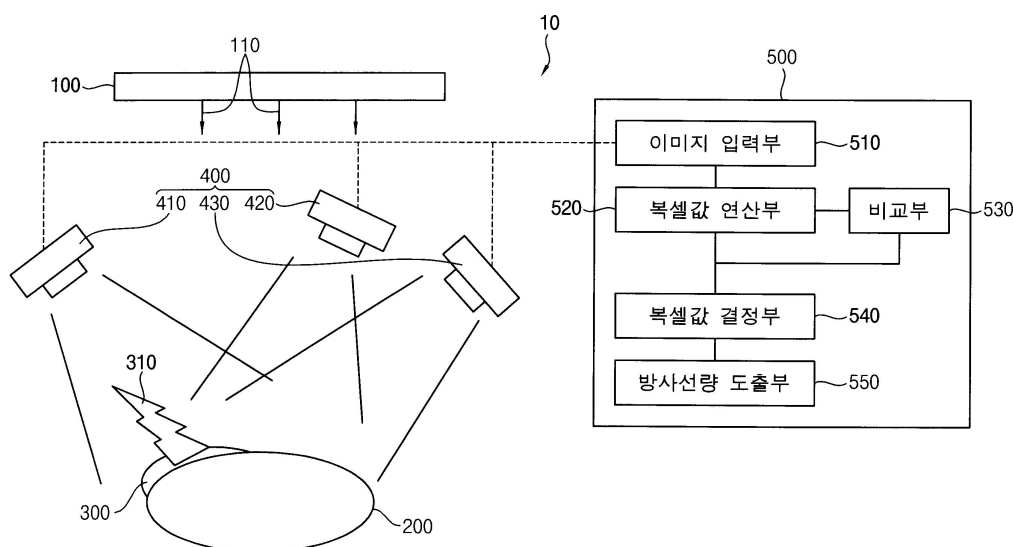
전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 최혜영

(54) 발명의 명칭 실시간 방사선 계측 시스템 및 이를 이용한 실시간 방사선 계측 방법

(57) 요약

실시간 방사선 계측 시스템 및 이를 이용한 실시간 방사선 계측 방법에서, 상기 실시간 방사선 계측시스템은 보형물, 촬영부 및 제어연산부를 포함한다. 상기 보형물은 피촬영체 상에 위치하며, 방사선 치료기로부터 발생된 방사선에 반응하여 반응광을 방사한다. 상기 촬영부는 상기 보형물에 대하여 서로 다른 3개의 위치에 각각 위치하여 상기 반응광을 촬영하는 3개의 카메라들을 포함한다. 상기 제어연산부는 상기 촬영된 이미지들을 바탕으로, 촬영된 이미지의 픽셀값으로부터 도출되는 복셀값을 바탕으로 상기 방사선 치료기로부터 발생된 방사선의 선량 분포를 도출한다.

대표도

(52) CPC특허분류

G01T 1/16 (2013.01)

A61N 2005/1074 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2015516183 A

KR1020190138486 A

KR1020210025758 A

US20090207977 A1

JP2016176948 A*

KR101500522 B1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017M2A2A6A01071192

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 원자력연구개발사업

연구과제명 3D 프린팅 기술을 활용한 3차원 방사선 측정 장치 및 계측 기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 연세대학교 산학협력단

연구기간 2019.03.01 ~ 2020.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

피촬영체 상에 위치하며, 방사선 치료기로부터 발생된 방사선에 반응하여 반응광을 방사하는 보형물;

상기 보형물에 대하여 서로 다른 3개의 위치에 각각 위치하여 상기 반응광을 촬영하는 3개의 카메라들을 포함하는 촬영부; 및

상기 촬영된 이미지들을 바탕으로, 촬영된 이미지의 픽셀값으로부터 도출되는 복셀값을 바탕으로 상기 방사선 치료기로부터 발생된 방사선의 선량 분포를 도출하는 제어연산부를 포함하고,

상기 제어연산부는,

상기 촬영된 이미지들을 입력받은 이미지 입력부;

상기 이미지들 각각을, 소정의 픽셀들로 분할하고, 각 분할된 픽셀들의 픽셀값을 바탕으로 분할 단위의 복셀값들을 각각 연산하는 복셀값 연산부;

상기 분할된 픽셀을 기 설정된 해상도와 비교하는 비교부;

상기 분할된 픽셀이 기 설정된 해상도와 동일한 경우, 해당 분할 단위의 복셀값들을 최종 복셀값으로 결정하는 복셀값 결정부; 및

상기 최종 복셀값을 바탕으로 상기 방사선 선량 분포를 도출하는 방사선량 도출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 실시간 방사선 계측시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 보형물은,

신틸레이팅(scintillating) 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 실시간 방사선 계측시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 반응광은 가시광선이고, 상기 카메라들은 가시광선의 2차원 이미지들을 각각 촬영하는 것을 특징으로 하는 실시간 방사선 계측시스템.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 복셀값 연산부에서는,

상기 하나의 이미지를 n 개로 분할한 경우, 상기 복셀값들이 연산되는 분할 단위는 $n \times 3$ 개로 정의되는 것을 특징으로 하는 실시간 방사선 계측시스템.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 기 설정된 해상도는,

상기 촬영된 이미지의 픽셀값 이하인 것을 특징으로 하는 실시간 방사선 계측시스템.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 각 픽셀의 픽셀값은,

상기 각 픽셀에 해당되는 상기 분할 단위의 복셀값과, 인접한 분할 단위의 복셀값에 광의 감쇄, 광의 굴절 및 광의 충돌의 영향을 고려하여 결정되는 것을 특징으로 하는 실시간 방사선 계측시스템.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 광의 감쇄, 광의 굴절 및 광의 충돌의 영향을 고려한 계수들은,

상기 분할된 픽셀이 기 설정된 해상도와 동일한 경우의 상기 최종 복셀값과 최종 픽셀값을 바탕으로 도출되는 것을 특징으로 하는 실시간 방사선 계측시스템.

청구항 9

제1항에 있어서, 방사선량 도출부는,

기 정의된 복셀값과 방사선 선량 분포 곡선에, 상기 최종 복셀값을 입력하여 상기 방사선 선량 분포를 도출하는 것을 특징으로 하는 실시간 방사선 계측시스템.

청구항 10

방사선 치료기가 보형물이 위치한 피촬영체로 방사선을 제공하는 단계;

상기 방사선에 반응하여 상기 보형물에서 발생하는 반응광을 서로 다른 3개의 위치에 위치한 카메라들을 이용하여 촬영하는 단계; 및

상기 촬영된 이미지들을 바탕으로, 촬영된 이미지의 픽셀값으로부터 도출되는 복셀값을 바탕으로 상기 방사선 치료기로부터 발생된 방사선의 선량 분포를 도출하는 단계를 포함하고,

상기 방사선 선량 분포를 도출하는 단계는,

상기 촬영된 3개의 이미지들을 입력받는 단계;

상기 이미지들 각각을, 소정의 픽셀들로 분할하고, 각 분할된 픽셀들의 픽셀값을 바탕으로 분할 단위의 복셀값들을 각각 연산하는 단계;

상기 분할된 픽셀을 기 설정된 해상도와 비교하는 단계;

상기 분할된 픽셀이 기 설정된 해상도와 동일한 경우, 해당 분할 단위의 복셀값들을 최종 복셀값으로 결정하는 단계; 및

상기 최종 복셀값을 바탕으로 상기 방사선 선량 분포를 도출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 실시간 방사선 계측방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 분할 단위의 복셀값들을 각각 연산하는 단계는,

상기 이미지들 각각을 기본 픽셀 단위로 분할하는 단계;

상기 기본 픽셀 단위의 픽셀값을 바탕으로 기본 분할 단위의 복셀값을 연산하는 단계;

상기 기본 픽셀 단위 각각을 추가로 분할하는 단계; 및

상기 추가로 분할된 픽셀 단위의 픽셀값을 바탕으로 각 분할 단위의 복셀값을 연산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 실시간 방사선 계측방법.

청구항 13

제10항에 있어서, 상기 방사선 선량 분포를 도출하는 단계는,

상기 최종 복셀값과 최종 픽셀값을 바탕으로, 광의 감쇄, 광의 굴절 및 광의 충돌의 영향을 고려한 계수를 도출

하는 단계;

상기 도출된 계수를 바탕으로 상기 최종 복셀값을 결정하는 단계; 및

상기 최종 복셀값을 바탕으로 상기 방사선 선량 분포를 도출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 실시간 방사선 계측방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 방사선 선량 분포를 도출하는 단계에서,

기 정의된 복셀값과 방사선 선량 분포 곡선에, 상기 최종 복셀값을 입력하여 상기 방사선 선량 분포를 도출하는 것을 특징으로 하는 실시간 방사선 계측방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 실시간 방사선 계측 시스템 및 이를 이용한 실시간 방사선 계측 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 방사선 치료기로부터 방사되는 방사선의 선량을 실시간으로 측정함으로써, 환자가 피폭되는 방사선량 정보를 실시간으로 획득할 수 있는 실시간 방사선 계측 시스템 및 이를 이용한 실시간 방사선 계측 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 방사선을 이용한 진단 및 치료 기술이 발전함에 따라, 다양한 환자의 진단 및 치료에 있어 방사선의 활용이 증가하고 있다. 그러나, 방사선은 피폭되는 양이 증가하게 되면 인체에 치명적인 문제를 야기하는 것으로, 방사선 활용이 증가함에 따른 피폭량의 관리가 중요해지고 있다.

[0003] 그러나, 실제 환자에 대한 방사선 진단 또는 치료에 있어, 현재 피폭되는 방사선량을 측정하는 것은 매우 어려운 일이며, 현재까지 관련 기술들이 축적되지 못한 상황이다.

[0004] 예를 들어, 대한민국 등록특허 제10-1669505호에서는 방사선의 품질을 측정하는 기술로서, 환자 영상과 연계하여 방사선 조사 동안 측정된 검출기 응답으로부터 방사선의 조사량을 측정하는 것을 개시하지만, 이는 단순히 방사선의 측정 방법에 대한 개괄적인 내용을 개시한 것으로, 실시간 방사선 측정을 위한 기술 구현이 어려운 한계가 있다.

[0005] 또한, 대한민국 등록특허 제10-1900463호에서는 엑스선 유도 초음파를 이용한 선량 측정에 관한 기술을 개시하는 것으로, 물이 채워진 내부에 타겟을 배치하여 물의 열팽창에 따른 변화를 바탕으로 방사선량을 측정하는 것을 특징으로 하나, 역시 물이 채워진 챔버 내부에 타겟을 위치하는 것이 전제되어야 하므로, 실시간 방사선 측정을 위한 기술 구현은 불가능하다.

[0006] 이에, 실시간으로 환자가 조사받는 방사선의 선량을 측정하는 기술의 구현이 요구되고 있는 상황이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1669505호
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제10-1900463호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 이에, 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에서 착안된 것으로 본 발명의 목적은 방사선 치료기로부터 방사되는

방사선의 선량을 실시간으로 측정함으로써, 환자가 피폭되는 방사선량 정보를 실시간으로 획득할 수 있는 실시간 방사선 계측 시스템에 관한 것이다.

[0009] 또한, 본 발명의 다른 목적은 상기 방사선 계측 시스템을 이용한 실시간 방사선 계측방법에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 실시간 방사선 계측시스템은 보형물, 촬영부 및 제어연산부를 포함한다. 상기 보형물은 피촬영체 상에 위치하며, 방사선 치료기로부터 발생된 방사선에 반응하여 반응광을 방사한다. 상기 촬영부는 상기 보형물에 대하여 서로 다른 3개의 위치에 각각 위치하여 상기 반응광을 촬영하는 3개의 카메라들을 포함한다. 상기 제어연산부는 상기 촬영된 이미지들을 바탕으로, 촬영된 이미지의 픽셀값으로부터 도출되는 복셀값을 바탕으로 상기 방사선 치료기로부터 발생된 방사선의 선량 분포를 도출한다.

[0011] 일 실시예에서, 상기 보형물은, 신틸레이팅(scintillating) 물질을 포함할 수 있다.

[0012] 일 실시예에서, 상기 반응광은 가시광선이고, 상기 카메라들은 가시광선의 2차원 이미지들을 각각 촬영할 수 있다.

[0013] 일 실시예에서, 상기 제어연산부는, 상기 촬영된 이미지들을 입력받은 이미지 입력부, 상기 이미지들 각각을, 소정의 픽셀들로 분할하고, 각 분할된 픽셀들의 픽셀값을 바탕으로 분할 단위의 복셀값들을 각각 연산하는 복셀값 연산부, 상기 분할된 픽셀을 기 설정된 해상도와 비교하는 비교부, 상기 분할된 픽셀이 기 설정된 해상도와 동일한 경우, 해당 분할 단위의 복셀값들을 최종 복셀값으로 결정하는 복셀값 결정부, 및 상기 최종 복셀값을 바탕으로 상기 방사선 선량 분포를 도출하는 방사선량 도출부를 포함할 수 있다.

[0014] 일 실시예에서, 상기 복셀값 연산부에서는, 상기 하나의 이미지를 n 개로 분할한 경우, 상기 복셀값들이 연산되는 분할 단위는 $n \times 3$ 개로 정의될 수 있다.

[0015] 일 실시예에서, 상기 기 설정된 해상도는, 상기 촬영된 이미지의 픽셀값 이하일 수 있다.

[0016] 일 실시예에서, 상기 각 픽셀의 픽셀값은, 상기 각 픽셀에 해당되는 상기 분할 단위의 복셀값과, 인접한 분할 단위의 복셀값에 광의 감쇄, 광의 굴절 및 광의 충돌의 영향을 고려하여 결정될 수 있다.

[0017] 일 실시예에서, 상기 광의 감쇄, 광의 굴절 및 광의 충돌의 영향을 고려한 계수들은, 상기 분할된 픽셀이 기 설정된 해상도와 동일한 경우의 상기 최종 복셀값과 최종 픽셀값을 바탕으로 도출될 수 있다.

[0018] 일 실시예에서, 방사선량 도출부는, 기 정의된 복셀값과 방사선 선량 분포 곡선에, 상기 최종 복셀값을 입력하여 상기 방사선 선량 분포를 도출할 수 있다.

[0019] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 실시간 방사선 계측방법에서, 방사선 치료기가 보형물이 위치한 피촬영체로 방사선을 제공한다. 상기 방사선에 반응하여 상기 보형물에서 발생하는 반응광을 서로 다른 3개의 위치에 위치한 카메라들을 이용하여 촬영한다. 상기 촬영된 이미지들을 바탕으로, 촬영된 이미지의 픽셀값으로부터 도출되는 복셀값을 바탕으로 상기 방사선 치료기로부터 발생된 방사선의 선량 분포를 도출한다.

[0020] 일 실시예에서, 상기 방사선 선량 분포를 도출하는 단계는, 상기 촬영된 3개의 이미지들을 입력받는 단계, 상기 이미지들 각각을, 소정의 픽셀들로 분할하고, 각 분할된 픽셀들의 픽셀값을 바탕으로 분할 단위의 복셀값들을 각각 연산하는 단계, 상기 분할된 픽셀을 기 설정된 해상도와 비교하는 단계, 상기 분할된 픽셀이 기 설정된 해상도와 동일한 경우, 해당 분할 단위의 복셀값들을 최종 복셀값으로 결정하는 단계, 및 상기 최종 복셀값을 바탕으로 상기 방사선 선량 분포를 도출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 일 실시예에서, 상기 분할 단위의 복셀값들을 각각 연산하는 단계는, 상기 이미지들 각각을 기본 픽셀 단위로 분할하는 단계, 상기 기본 픽셀 단위의 픽셀값을 바탕으로 기본 분할 단위의 복셀값을 연산하는 단계, 상기 기본 픽셀 단위 각각을 추가로 분할하는 단계, 및 상기 추가로 분할된 픽셀 단위의 픽셀값을 바탕으로 각 분할 단위의 복셀값을 연산하는 단계를 포함할 수 있다.

[0022] 일 실시예에서, 상기 방사선 선량 분포를 도출하는 단계는, 상기 최종 복셀값과 최종 픽셀값을 바탕으로, 광의 감쇄, 광의 굴절 및 광의 충돌의 영향을 고려한 계수를 도출하는 단계, 상기 도출된 계수를 바탕으로 상기 최종 복셀값을 결정하는 단계, 및 상기 최종 복셀값을 바탕으로 상기 방사선 선량 분포를 도출하는 단계를 포함할 수

있다.

[0023] 일 실시예에서, 상기 방사선 선량 분포를 도출하는 단계에서, 기 정의된 복셀값과 방사선 선량 분포 곡선에, 상기 최종 복셀값을 입력하여 상기 방사선 선량 분포를 도출할 수 있다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 실시예들에 의하면, 신틸레이팅 물질을 포함함으로써, 방사선에 대하여 가시광선인 반응광을 방사하는 보형물을, 방사선 촬영시의 보형물로 사용하여, 가시광선의 촬영 이미지로부터 방사선 선량을 도출할 수 있게 된다.

[0025] 그리하여, 단순히 상기 보형물에 대한 촬영 이미지만을 이용하여 방사선 선량을 연산할 수 있는 것으로, 실제 환자에 대한 방사선 치료시 피폭되는 방사선 선량을 실시간으로 용이하게 도출할 수 있다.

[0026] 특히, 촬영된 이미지를 바탕으로 방사선 선량의 도출에 있어, 최종 분할 단위에서의 최종 복셀값을 연산하면, 기 정의된 복셀값과 방사선 선량 분포 곡선을 통해 방사선 선량 분포가 용이하게 도출되는 것으로, 방사선 선량을 높은 신뢰성으로 용이하게 도출할 수 있다.

[0027] 또한, 복셀값의 도출에 있어, 소위, 3차원 리컨(recon) 알고리즘을 적용함으로써, 연산의 용이성 및 연산 결과의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 실시간 방사선 계측 시스템을 도시한 모식도이다.

도 2는 도 1의 방사선 계측 시스템을 이용한 방사선 계측방법을 도시한 흐름도이다.

도 3은 도 2의 방사선량 분포 도출 단계를 도시한 흐름도이다.

도 4는 2차원에서의 복셀값 연산 단계를 설명하기 위한 예시도이다.

도 5는 2차원에서의 복셀값을 반복해서 연산하는 단계를 설명하기 위한 예시도이다.

도 6a는 도 3의 기본 픽셀 단위로 분할하는 단계를 예시한 모식도이다.

도 6b는 도 3의 추가 픽셀 단위로 분할하는 단계를 예시한 모식도이다.

도 6c는 도 3의 분할된 픽셀이 기 설정된 해상도와 동일한지 판단하는 단계를 도시한 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 실시예들을 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다.

[0030] 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0031] 본 출원에서, "포함하다" 또는 "이루어진다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0032] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

- [0033] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 실시간 방사선 계측 시스템을 도시한 모식도이다.
- [0035] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 의한 실시간 방사선 계측시스템(10, 이하 방사선 계측시스템이라 함)은 보형물(300), 촬영부(400) 및 제어연산부(500)를 포함한다.
- [0036] 상기 방사선 계측시스템(10)은, 방사선 치료기(100)로부터 피촬영체(200)인 환자에게 입사되는 방사선(110)의 선량을 계측하는 것으로, 상기 보형물(300)은 상기 피촬영체(200)의 피촬영부 상에 위치하게 된다.
- [0037] 이 경우, 상기 보형물(300)은, 예를 들어, 신틸레이팅(scintillating) 물질을 포함하는 것으로, 3D 프린팅을 통해 소정의 형상으로 제작된다. 상기 보형물(300)의 형상이나 구조는 방사선 촬영의 필요에 따라 다양하게 변형될 수 있음은 자명하다.
- [0038] 한편, 상기 보형물(300)이 상기 신틸레이팅 물질을 포함함에 따라, 상기 보형물(300)은 상기 입사되는 방사선에 반응하여 반응광을 방사하게 되며, 상기 반응광은 가시광선일 수 있다.
- [0039] 따라서, 상기 촬영부(400)는 상기 보형물(300)로부터 방사되는 반응광을 촬영하게 되며, 본 실시예에서, 상기 촬영부(400)는 3개의 서로 다른 위치에 위치하는 제1 내지 제3 카메라들(410, 420, 430)을 포함하여, 3개의 서로 다른 이미지를 촬영하게 된다.
- [0040] 즉, 상기 제1 내지 제3 카메라들(410, 420, 430)은 서로 다른 위치에서 상기 가시광선인 반응광을 촬영하는 것으로, 곧 상기 보형물(300)에 대한 가시광 이미지를 촬영하게 된다.
- [0041] 이 경우, 상기 제1 내지 제3 카메라들(410, 420, 430)은 각각 2차원 이미지를 촬영하는 것이며, 상기 촬영된 각각의 이미지들은 상기 카메라들의 위치가 공간상에서 서로 수직인 상태로 위치한다면 서로 수직인 위치에서의 촬영 결과일 수 있으나, 일반적으로 상기 카메라들은 공간상에서 임의의 위치에 위치하게 되므로, 상기 촬영된 이미지들은 상기 카메라가 위치하는 공간상의 위치에서의 상기 반응광에 대한 2차원 이미지들이다.
- [0042] 상기 제어연산부(500)는 상기 촬영부(400)로부터 촬영된 이미지들을 바탕으로, 최종적으로는 방사선의 선량 분포를 도출하는 것으로, 이를 통해, 최종적으로 상기 피촬영체(200)로 입사되는 방사선량을 획득하게 된다.
- [0043] 이 경우, 상기 제어연산부(500)는 이미지 입력부(510), 복셀값 연산부(520), 비교부(530), 복셀값 결정부(540) 및 방사선량 도출부(550)를 포함한다.
- [0044] 보다 구체적으로, 상기 이미지 입력부(510)는 상기 촬영부(400)에서 촬영된 이미지들을 입력받고, 상기 복셀값 연산부(520)는 상기 이미지들 각각을, 소정의 픽셀들로 분할하고, 각 분할된 픽셀들의 픽셀값을 바탕으로 분할 단위의 복셀값들을 각각 연산하며, 상기 비교부(530)는 상기 분할된 픽셀을 기 설정된 해상도와 비교하고, 상기 복셀값 결정부(540)는 상기 분할된 픽셀이 기 설정된 해상도와 동일한 경우, 해당 분할 단위의 복셀값들을 최종 복셀값으로 결정하며, 상기 방사선량 도출부(550)는 상기 최종 복셀값을 바탕으로 상기 방사선 선량 분포를 도출한다.
- [0045] 이하에서는, 상기 제어연산부(500)의 세부적인 기능 및 동작에 대하여, 상기 방사선 계측 시스템(10)을 이용한 방사선 계측방법과 함께 설명한다.
- [0046] 도 2는 도 1의 방사선 계측 시스템을 이용한 방사선 계측방법을 도시한 흐름도이다. 도 3은 도 2의 방사선량 분포 도출 단계를 도시한 흐름도이다. 도 4는 2차원에서의 복셀값 연산 단계를 설명하기 위한 예시도이다. 도 5는 2차원에서의 복셀값을 반복해서 연산하는 단계를 설명하기 위한 예시도이다. 도 6a는 도 3의 기본 픽셀 단위로 분할하는 단계를 예시한 모식도이다. 도 6b는 도 3의 추가 픽셀 단위로 분할하는 단계를 예시한 모식도이다. 도 6c는 도 3의 분할된 픽셀이 기 설정된 해상도와 동일한지 판단하는 단계를 도시한 모식도이다.
- [0047] 우선, 도 2를 참조하면, 상기 방사선 계측방법에서는, 상기 방사선 치료기(100)로부터 상기 보형물(300)이 상부에 위치한 상기 피촬영체(200)로 방사선(110)을 조사한다(단계 S10).
- [0048] 이 후, 상기 방사선(110)에 반응하여 상기 보형물(300)에서 발생하는 반응광(310)을 상기 서로 다른 위치에 위치한 3개의 제1 내지 제3 카메라들(410, 420, 430)에서 촬영한다(단계 S20).
- [0049] 이 후, 상기 제1 내지 제3 카메라들(410, 420, 430)에서 촬영된 3개의 서로 다른 2차원 이미지들을 바탕으로 상기 제어연산부(500)는 방사선 선량 분포를 도출한다(단계 S30).

- [0050] 이 경우, 상기 방사선 선량 분포의 도출은, 소위 3차원 리컨(recon) 알고리즘을 적용하는데, 상기 3차원 리컨 알고리즘의 세부적인 적용 알고리즘을 설명하기 전에, 도 4 및 도 5를 참조하여, 2차원 리컨 알고리즘을 설명의 편의를 위해 우선 설명한다.
- [0051] 즉, 상기 촬영부(400)가 2개의 카메라를 포함하고, 2개의 카메라로부터 각각 촬영된 이미지가 도 4에 도시된 바와 같이 입력된다고 가정한다.
- [0052] 이 경우, 상기 2개의 카메라는 서로 수직인 방향으로 위치하여, 상기 촬영된 2개의 이미지가 서로 수직인 이미지인 것을 설명의 편의상 설명하지만, 실질적으로 상기 2개의 카메라는 서로 수직이 아닌 방향으로 위치할 수 있으며, 이 경우 상기 촬영된 2개의 이미지는 도 4의 2개의 축 방향(X, Y) 사이의 각(θ)이 수직이 아닌 소정의 각을 가지는 상태로 입력되는 이미지에 해당된다.
- [0053] 즉, 도 4에 도시된 가상의 복셀(630)은, 상기 2개의 카메라가 서로 수직인 경우라면, 즉 상기 입력 이미지가 서로 수직인 경우라면, 정사각형 형상을 가지지만, 상기 2개의 카메라가 소정의 각(θ)을 이룬다면, 즉 상기 입력 이미지가 소정의 각(θ)을 이룬다면, 마름모꼴 형상과 같은 찌그러진 사각형 형상을 가지게 된다.
- [0054] 이렇게, 사각형의 형상이 정사각형이 아닌 다른 사각형 형상을 가지는 경우라도, 이하의 복셀값의 연산은 동일하므로, 설명의 편의를 위해, 도 4에 도시된 바와 같은 정사각형의 가상의 복셀(630)을 가정하여 설명한다.
- [0055] 상기 제1 카메라로 촬영된 제1 이미지(610)는 n개의 픽셀을 포함하며, 상기 제2 카메라로 촬영된 제2 이미지는 (620)도 n개의 픽셀을 포함한다.
- [0056] 이 경우, 본 실시예에서의 2차원 리컨 알고리즘에서는, 상기 n개의 픽셀을 가지는 제1 이미지(610) 및 제2 이미지(620)를 기본 픽셀 단위로 분할한다. 이 경우, 상기 기본 픽셀 단위는 2이며, 이에 따라 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 제1 이미지(610) 및 상기 제2 이미지(620)는 각각 2개의 픽셀로 분할된다.
- [0057] 그리하여, 상기 제1 이미지(610)는 기본 픽셀 단위인 2개의 픽셀로 분할된 제1 기본 픽셀(611)로 변환되고, 상기 제2 이미지(620)도 2개의 픽셀로 분할된 제2 기본 픽셀(621)로 변환된다.
- [0058] 이 때, 상기 제1 기본 픽셀(611)의 각 픽셀의 값들($P_{y,1}^{(1)}$, $P_{y,2}^{(1)}$)은 상기 제1 이미지(610)의 픽셀값($P_{a,1}^{(0)}$, ..., $P_{a,n}^{(0)}$)으로 연산되고, 상기 제2 기본 픽셀(621)의 각 픽셀의 값들($P_{x,1}^{(1)}$, $P_{x,2}^{(1)}$)은 상기 제2 이미지(610)의 픽셀값($P_{b,1}^{(0)}$, ..., $P_{b,n}^{(0)}$)으로 연산된다.
- [0059] 이 경우, 상기 제1 기본 픽셀(611) 중 $P_{y,1}^{(1)}$ 은 하기 식 (1)로 연산될 수 있으며, 이와 동일하게 여타의 기본 픽셀의 픽셀값들이 연산될 수 있다.
- [0060]
$$P_{y,1}^{(1)} = \frac{1}{n/2} \sum_{i=1}^{n/2} P_{a,i}^{(0)}$$
 식 (1)
- [0061] 이상과 같이, 상기 기본 픽셀의 픽셀값들($P_{y,1}^{(1)}$, $P_{y,2}^{(1)}$, $P_{x,1}^{(1)}$, $P_{x,2}^{(1)}$)이 도출되면, 상기 도출된 픽셀값들로부터 하기 식 (2)를 이용하여, 상기 가상의 복셀(630)의 각 분할 단위의 복셀값들($V_{1,1}^{(1)}$, $V_{1,2}^{(1)}$, $V_{2,1}^{(1)}$, $V_{2,2}^{(1)}$)을 도출할 수 있다.
- [0062] 이 경우, 두 방향(X, Y)으로의 2차원 정사각형으로 정의되는 상기 가상의 복셀(630)은, 상기 제1 기본 픽셀(611) 및 상기 제2 기본 픽셀(621)이 각각 2개의 기본 픽셀 단위로 분할되었으므로, 총 4개의 분할 단위로 분할되며, 이렇게 4개의 분할 단위를 기본 분할 단위로 정의할 수 있다.
- [0063] 즉, 상기 기본 분할 단위의 각각의 복셀값들($V_{1,1}^{(1)}$, $V_{1,2}^{(1)}$, $V_{2,1}^{(1)}$, $V_{2,2}^{(1)}$)은, 상기 픽셀값들($P_{y,1}^{(1)}$, $P_{y,2}^{(1)}$, $P_{x,1}^{(1)}$, $P_{x,2}^{(1)}$)과 하기 식 (2)의 관계를 가지며, 하기 식 (2)에서, 계수들이 정의된다면, 상기 복셀값들($V_{1,1}^{(1)}$, $V_{1,2}^{(1)}$, $V_{2,1}^{(1)}$, $V_{2,2}^{(1)}$)의 도출이 가능하게 된다.

$$\begin{aligned}
 P_{x,1}^{(1)} &= e^{\mu \cdot L/4} \cdot V_{1,1}^{(1)} + \alpha e^{3\mu \cdot L/4} \cdot V_{1,2}^{(1)} + e^{3\mu \cdot L/4} \cdot V_{2,1}^{(1)} + \beta e^{(1+2\sqrt{2})\mu \cdot L/4} \cdot V_{2,2}^{(1)} \\
 P_{x,2}^{(1)} &= \alpha e^{3\mu \cdot L/4} \cdot V_{1,1}^{(1)} + e^{\mu \cdot L/4} \cdot V_{1,2}^{(1)} + \beta e^{(1+2\sqrt{2})\mu \cdot L/4} \cdot V_{2,1}^{(1)} + e^{3\mu \cdot L/4} \cdot V_{2,2}^{(1)} \\
 P_{y,1}^{(1)} &= e^{\mu \cdot L/4} \cdot V_{1,1}^{(1)} + e^{3\mu \cdot L/4} \cdot V_{1,2}^{(1)} + \beta e^{3\mu \cdot L/4} \cdot V_{2,1}^{(1)} + \alpha e^{(1+2\sqrt{2})\mu \cdot L/4} \cdot V_{2,2}^{(1)} \\
 P_{y,2}^{(1)} &= \beta e^{3\mu \cdot L/4} \cdot V_{1,1}^{(1)} + \alpha e^{(1+2\sqrt{2})\mu \cdot L/4} \cdot V_{1,2}^{(1)} + e^{\mu \cdot L/4} \cdot V_{2,1}^{(1)} + e^{3\mu \cdot L/4} \cdot V_{2,2}^{(1)}
 \end{aligned}$$

[0064]

[0065] 식 (2)

[0066] 한편, 상기 식 (2)에서 상기 복셀값들($V_{1,1}^{(1)}$, $V_{1,2}^{(1)}$, $V_{2,1}^{(1)}$, $V_{2,2}^{(1)}$)의 도출을 위해서는, 상기 계수들(μ , α , β)이 정의되어야 하는데, 상기 계수들은 실제 방사선 조사 및 이에 대한 반응광의 방사에 따라 다양하게 변경될 수 있다.

[0067] 따라서, 본 실시예에서는, 상기 식 (2)에서 상기 복셀값들을 도출하기 위해, 상기 계수들을 임의의 초기값으로 입력한 후, 상기 식 (2)를 만족시킬 때까지 상기 계수들의 값을 변경하는 반복작업을 수행하여 상기 식 (2)를 최종적으로 만족시키는 계수를 도출할 수 있으며, 이를 바탕으로 상기 복셀값들을 도출할 수 있다.

[0068] 다만, 후술하겠으나, 본 실시예에서는, 상기 식 (2)에서의 복셀값은 최종적으로 도출되어야 하는 복셀값에 해당되지는 않으므로, 최종적으로 도출되어야 하는 최종 복셀값과 최종 픽셀값에 대한 상기 식 (2)와 같은 식으로부터, 상기 계수의 도출을 위한 반복 작업을 수행하고 이로부터 최종 복셀값을 도출할 수 있다.

[0069] 이 때, 상기 계수에는, 광의 감쇄 영향을 나타내는 계수 μ , 굴절이나 충돌과 같은 부수적인 영향을 나타내는 계수 α 및 β 가 있다.

[0070] 즉, 상기 식 (2)를 통해, 기본 픽셀 단위에서의 픽셀값과 기본 분할 단위에서의 복셀값 사이의 관계식이 도출될 수 있으나, 이러한 픽셀 단위의 분할은 반복해서 수행된다.

[0071] 이는, 도 5에 도시된 바와 같이, 2개로 등분된 상기 제1 기본 픽셀(611)의 각각의 픽셀들을 다시 2등분하여, 상기 제1 이미지(610)를 4개의 픽셀로 분할하고, 마찬가지로 상기 제2 이미지(620)도 4개의 픽셀로 분할한다.

[0072] 이를 통해, 상기 가상의 복셀(630)을 4등분한 기본 분할 단위들(631, 632, 633, 634) 각각도 다시 4개로 추가로 분할되며, 이렇게 16개로 분할된 상기 가상의 복셀(630)의 각 분할 단위들에 대하여, 상기과 같은 연산을 반복해서 수행한다.

[0073] 즉, 상기 식 (1)에서와 같이, 상기 4개의 픽셀로 분할된 각각의 픽셀들에 대하여 픽셀값들($P_{a,1 \in 1,1}^{(2)}$, $P_{a,2 \in 1,1}^{(2)}$, ...), ($P_{b,1 \in 1,1}^{(2)}$, $P_{b,2 \in 1,1}^{(2)}$, ...)을 연산하고, 마찬가지로 식 (2)와 유사한 방법을 통해, 상기 픽셀값들과 상기 복셀값들($V_{1,1 \in 1,1}$, $V_{2,1 \in 1,1}$, $V_{1,2 \in 1,1}$, $V_{2,2 \in 1,1}$, ...)의 관계식을 도출할 수 있다.

[0074] 또한, 상기 관계식에 포함되는 계수들(μ , α , β)은 상기 임의의 초기값으로부터 시작하여 상기 관계식을 만족시키기 위한 최적의 계수들을 반복(iteration)을 통해 도출할 수 있고, 이를 통해, 상기 복셀값들을 도출할 수 있다.

[0075] 이러한, 픽셀의 분할 및 이에 따른 가상의 복셀의 분할은 반복해서 진행되며, 이러한 반복적인 분할은, 상기 분할된 픽셀이 기 설정된 해상도와 동일할 때까지 수행된다.

[0076] 이 경우, 상기 해상도는, 사용자가 미리 설정할 수 있는 것으로, 상기 카메라들(410, 420, 430) 각각이 가지는 해상도 이하로 설정될 수 있다. 즉, 상기 카메라들 각각의 해상도가 1024*768을 가진다고 한다면, 상기 기 설정된 해상도는 1024*768 이하의 해상도로 설정될 수 있으며, 이에 따라, 상기 분할되는 픽셀의 개수가 상기 기 설정된 해상도와 동일해진다면 상기 픽셀에 대한 분할은 중단된다.

- [0077] 그리하여, 최종 분할된 픽셀에서의 각각의 픽셀의 픽셀값들을 최종 픽셀값으로 정의하고, 이에 따라 최종 분할된 상기 가상의 복셀(630)의 각각의 복셀들의 복셀값들을 최종 복셀값들로 정의하면, 상기 식 (2)에서와 같은 방식으로 상기 최종 픽셀값들과 최종 복셀값들의 관계가 상기 계수들(μ , α , β)이 포함된 식으로 도출될 수 있다. 이 때, 최종 분할된 픽셀의 개수가 P개라고 한다면, 상기 분할된 복셀들의 개수는 P*P개(2차원 이므로)로 정의된다.
- [0078] 따라서, 마찬가지로 상기 최종 도출된 식에서, 상기 계수들(μ , α , β)을 반복(iteration)을 통해 최적 계수를 도출할 수 있으며, 이를 통해 상기 최종 복셀값들을 도출할 수 있다. 즉, 상기 가상의 복셀(630)의 P*P개의 각각의 복셀들의 복셀값들이 도출된다.
- [0079] 이상에서 설명한, 상기 2차원 리컨 알고리즘은, 본 실시예에서의 상기 제어연산부(500)에서의 방사선 선량 분포 도출단계에서, 3차원 리컨 알고리즘으로 확대되어 적용된다.
- [0080] 이 경우, 상기 3차원 리컨 알고리즘은 상기 2차원 리컨 알고리즘과 차원이 1개 더 추가됨에 따라 1개의 추가 이미지를 더 사용하는 것을 제외하고 개념적으로는 동일하므로, 세부적인 수식을 이용한 설명은 생략한다.
- [0081] 보다 구체적으로, 상기 3차원 리컨 알고리즘이 적용되는 상기 제어연산부(500)에서의 방사선 선량 분포 도출단계에서는, 우선, 도 3을 참조하면, 상기 제1 내지 제3 카메라들(410, 420, 430)에서 각각 촬영된 3개의 서로 다른 이미지들이 상기 이미지 입력부(510)로 입력된다(단계 S31).
- [0082] 도 6a 내지 도 6c에서는, 도 4 및 도 5를 참조하여 설명한 바와 같이, 3개의 카메라들이 서로 수직인 방향으로 위치하여, 상기 촬영된 3개의 이미지가 서로 수직인 이미지인 것을 예시하였으나, 실질적으로 상기 3개의 카메라는 서로 수직이 아닌 방향으로 위치할 수 있으며, 이 경우, 상기 촬영된 이미지들은 서로 소정의 각도로 기울어진 상태로 입력된다.
- [0083] 즉, 도 6a 내지 도 6c에 도시된 가상의 복셀(750)은, 상기 3개의 카메라들이 서로 수직인 경우라면, 즉 상기 입력 이미지들이 서로 수직인 경우라면, 정사각형 형상을 가지지만, 상기 3개의 카메라들이 수직이 아닌 서로 소정의 각도를 이룬다면, 찌그러진 육면체와 같은 형상을 가지게 된다.
- [0084] 이 후, 상기 각각의 이미지들을 3*3 행렬을 가지는 기본 픽셀 단위로 분할한다(단계 S32).
- [0085] 상기 제1 내지 제3 카메라들(410, 420, 430) 각각에서 촬영된 이미지들은 n개의 픽셀을 포함할 수 있으며, 본 실시예에서의 3차원 리컨 알고리즘에서는, 상기 이미지들 각각을 기본 픽셀 단위로 분할한다. 이 경우, 상기 기본 픽셀 단위는 3이며, 이에 따라 도 6a에 도시된 바와 같이, 상기 각각의 이미지들을 3*3 행렬을 가지도록, 즉 균일하게 9개의 픽셀로 분할된다.
- [0086] 그리하여, 상기 제1 카메라에서 촬영된 제1 이미지는 3*3개(9개)의 픽셀로 분할된 제1 기본 픽셀(710)로 변환되고, 마찬가지로 제2 카메라 및 제3 카메라에서 촬영된 이미지들은 각각 제2 기본 픽셀(720) 및 제3 기본 픽셀(730)로 변환된다.
- [0087] 한편, 상기와 같이 픽셀들이 분할됨에 따라, 상기 가상의 복셀(750)은 도 6a에 도시된 바와 같이, 9*3개(27개)의 기본 단위 블록들(751, 752, ...)로 분할된다.
- [0088] 이 후, 상기 기본 픽셀 단위의 픽셀값들과 상기 기본 분할 단위의 복셀값들의 관계식을 바탕으로, 상기 분할된 각각의 복셀들의 복셀값들을 연산한다(단계 S33).
- [0089] 즉, 앞선 2차원 리컨 알고리즘에서의 식 (1)과 유사하게, 상기 제1 내지 제3 기본 픽셀들(710, 720, 730) 각각의 분할된 각 픽셀의 픽셀값을 구할 수 있다.
- [0090] 또한, 상기 각 픽셀의 픽셀값과, 상기 27개로 분할된 복셀(750)의 각 복셀의 복셀값의 사이에서는, 앞서 설명한 식 (2)가 3차원으로 확대된 관계식을 도출할 수 있다.
- [0091] 따라서, 상기 2차원 리컨 알고리즘에서와 유사하게, 상기 픽셀값들과 상기 복셀값들 사이의 관계식으로부터, 상기 각각의 복셀값들을 도출할 수 있다. 이 경우, 상기 계수들(μ , α , β) 역시, 2차원 리컨 알고리즘과 동일한 반복(iteration) 방법으로 도출될 수 있다.
- [0092] 이 후, 도 6b에 도시된 바와 같이, 상기 제1 내지 제3 기본 픽셀들(710, 720, 730)의 각 단위 픽셀을 다시 3*3

개의 픽셀로 추가로 분할한다(단계 S34).

- [0093] 또한, 이러한 픽셀의 추가 분할에 따라, 각각의 픽셀에 매칭되도록 상기 가상의 복셀(750)도 추가로 분할되며, 이에 따라 기본 단위블록들(751, 750, ...) 각각은 다시 9*3개(27개)의 블록들(복셀들)로 추가로 분할된다.
- [0094] 이 후, 상기 추가로 분할된 각각의 픽셀들의 픽셀값과, 상기 추가로 분할된 각각의 복셀들의 복셀값은 마찬가지로, 상기 계수들(μ , α , β)을 포함한 관계식으로 정의될 수 있으며, 이를 통해, 상기 복셀값들을 개별적으로 도출할 수 있다.
- [0095] 이러한, 픽셀의 분할 및 이에 따른 가상의 복셀의 분할은 반복해서 진행되며(단계 S34, S35), 이러한 반복적인 분할은, 상기 분할된 픽셀이 기 설정된 해상도와 동일할 때까지 수행된다(단계 S36).
- [0096] 이 경우, 상기 해상도는, 앞서 설명한 바와 같이, 사용자가 미리 설정할 수 있는 것으로, 상기 카메라들(410, 420, 430) 각각이 가지는 해상도 이하로 설정될 수 있다. 즉, 상기 카메라들 각각의 해상도가 1024*768을 가진다고 한다면, 상기 기 설정된 해상도는 1024*768 이하의 해상도로 설정될 수 있으며, 이에 따라, 상기 분할되는 픽셀의 개수가 상기 기 설정된 해상도와 동일해진다면 상기 픽셀에 대한 분할은 중단된다.
- [0097] 그리하여, 최종 분할된 픽셀에서의 각각의 픽셀의 픽셀값들(770, 780, 790)을 최종 픽셀값으로 정의하고, 이에 따라 최종 분할된 상기 가상의 복셀(750)의 각각의 복셀들의 복셀값들을 최종 복셀값들로 정의하면, 상기 식(2)에서와 같은 방식으로 상기 최종 픽셀값들과 최종 복셀값들의 관계가 상기 계수들(μ , α , β)이 포함된 식으로 도출될 수 있다(단계 S37).
- [0098] 따라서, 마찬가지로 상기 최종 도출된 식에서, 상기 계수들(μ , α , β)을 반복(iteration)을 통해 최적 계수를 도출할 수 있으며, 이를 통해 상기 최종 복셀값들을 도출할 수 있다(단계 S38).
- [0099] 이 경우, 도출되는 상기 복셀값들은, 결국, 상기 가상의 복셀(750)의 각각의 복셀들에서의 광의 세기, 즉 상기 보형물(300)에 의해 반응된 반응광의 세기를 의미하게 된다.
- [0100] 이상에서 설명한 소위 3차원 리컨 알고리즘의 경우, 앞서 설명한 상기 2차원 리컨 알고리즘을 3차원으로 확대한 것으로, 상기 2차원 리컨 알고리즘에 적용되는 수식은 3차원으로 확대되더라도 통상의 기술자가 자명한 범위 내에서 관련 수식을 도출할 수 있으므로, 장황하고 반복되는 수식에 대한 설명은 이를 생략한다.
- [0101] 한편, 이상과 같이 최종 픽셀값을 바탕으로, 최종 복셀값이 결정되면(단계 S38), 상기 최종 복셀값을 바탕으로 방사선 선량 분포를 도출한다(단계 S39).
- [0102] 이 경우, 상기 방사선 선량 분포를 위해서는, 기 정의된 복셀값과 방사선 선량 분포 곡선을 적용할 수 있으며, 이에 따라, 상기 최종 도출된 복셀값에 매칭되는 방사선 선량을 도출하여, 최종 방사선 선량 분포를 도출할 수 있게 된다. 즉, 상기 가상의 복셀(750)의 각 단위 복셀들 각각에서의 방사선 선량이 도출될 수 있게 된다.
- [0103] 이를 통해, 사용자는 상기 보형물(300)로부터 반응된 반응광을 바탕으로, 상기 보형물(300)과 대비되는 상기 가상의 복셀(750)의 방사선 선량 분포를 바탕으로, 상기 보형물(300)로 제공되는, 즉 상기 피촬영체(200)로 제공되는 방사선 선량 분포를 확인할 수 있다.
- [0104] 한편, 상기 기 정의된 복셀값과 방사선 선량 분포 곡선은, 사용자에게 의해 미리 정의되어 별도의 데이터베이스(미도시)를 통해 입력될 수 있으며, 일반적으로 광의 세기와 방사선 선량을 비례하는 것으로 알려져 있으므로, 비례계수를 설정함으로써, 상기 복셀값과 방사선 선량 분포 곡선은 쉽게 정의될 수 있다.
- [0105] 본 발명의 실시예들에 의하면, 신틸레이팅 물질을 포함함으로써, 방사선에 대하여 가시광선인 반응광을 방사하는 보형물을, 방사선 촬영시의 보형물로 사용하여, 가시광선의 촬영 이미지로부터 방사선 선량을 도출할 수 있게 된다.
- [0106] 그리하여, 단순히 상기 보형물에 대한 촬영 이미지만을 이용하여 방사선 선량을 연산할 수 있는 것으로, 실제 환자에 대한 방사선 치료시 피폭되는 방사선 선량을 실시간으로 용이하게 도출할 수 있다.
- [0107] 특히, 촬영된 이미지를 바탕으로 방사선 선량의 도출에 있어, 최종 분할 단위에서의 최종 복셀값을 연산하면, 기 정의된 복셀값과 방사선 선량 분포 곡선을 통해 방사선 선량 분포가 용이하게 도출되는 것으로, 방사선 선량을 높은 신뢰성으로 용이하게 도출할 수 있다.

[0108] 또한, 복셀값의 도출에 있어, 소위, 3차원 리컨(recon) 알고리즘을 적용함으로써, 연산의 용이성 및 연산 결과의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

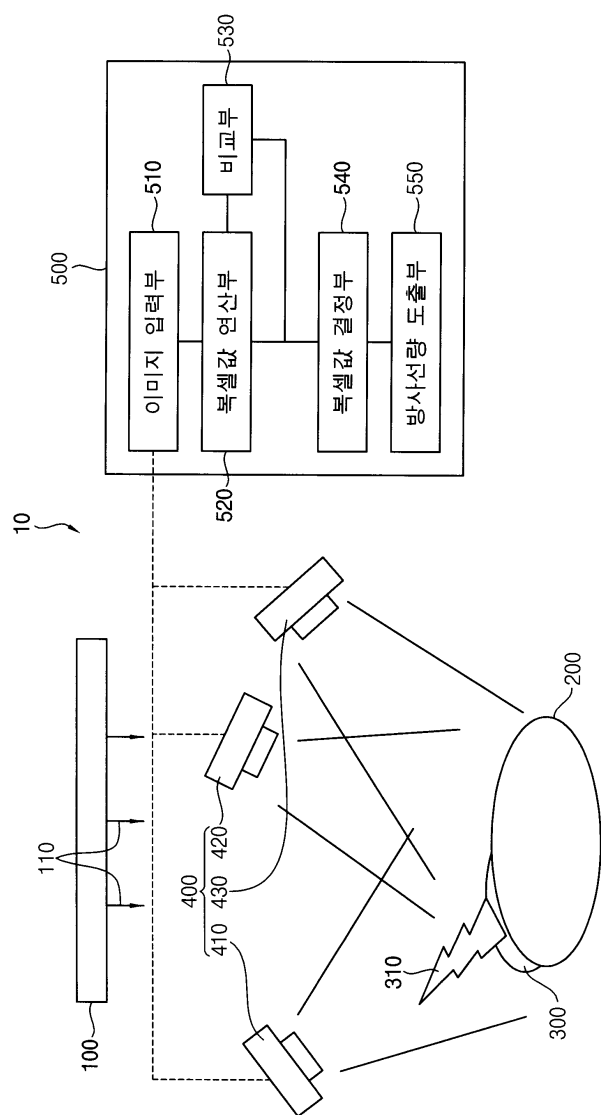
[0109] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

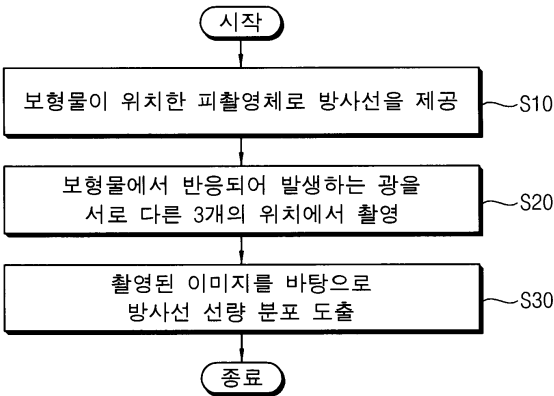
- [0110]
- | | |
|-----------------|----------------|
| 10 : 방사선 계측 시스템 | 100 : 방사선 치료기 |
| 200 : 피촬영체 | 300 : 보형물 |
| 310 : 반응광 | 400 : 촬영부 |
| 500 : 제어연산부 | 510 : 이미지 입력부 |
| 520 : 복셀값 연산부 | 530 : 비교부 |
| 540 : 복셀값 결정부 | 550 : 방사선량 도출부 |

도면

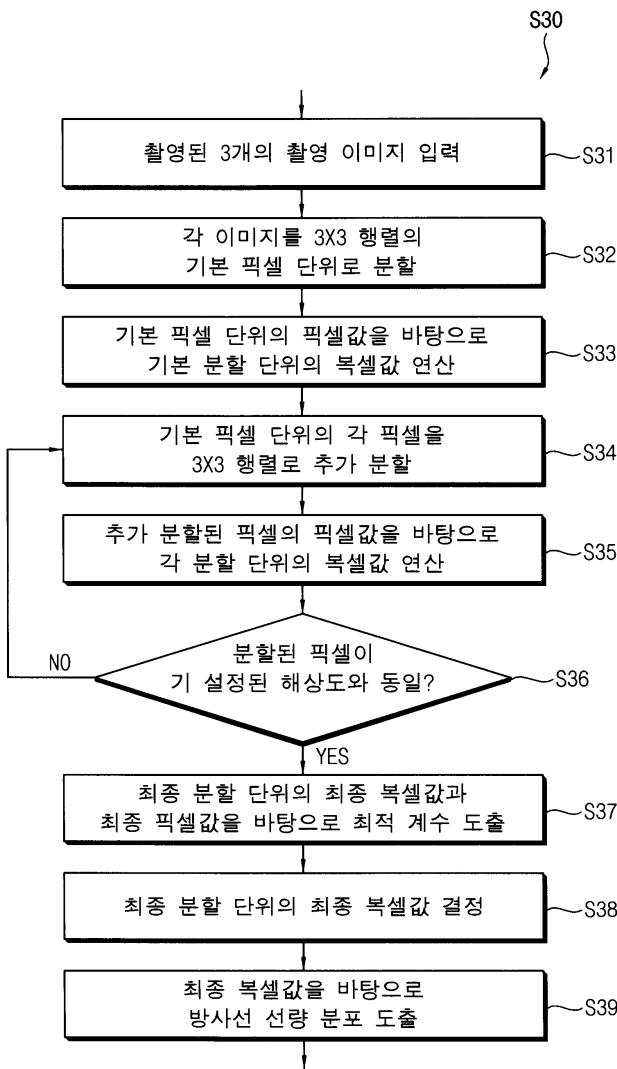
도면1



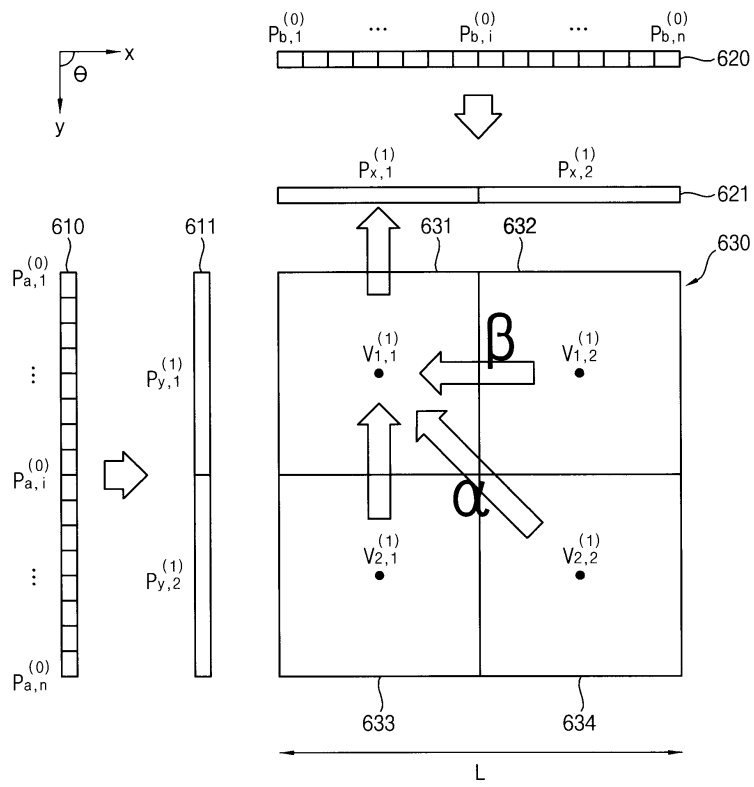
도면2



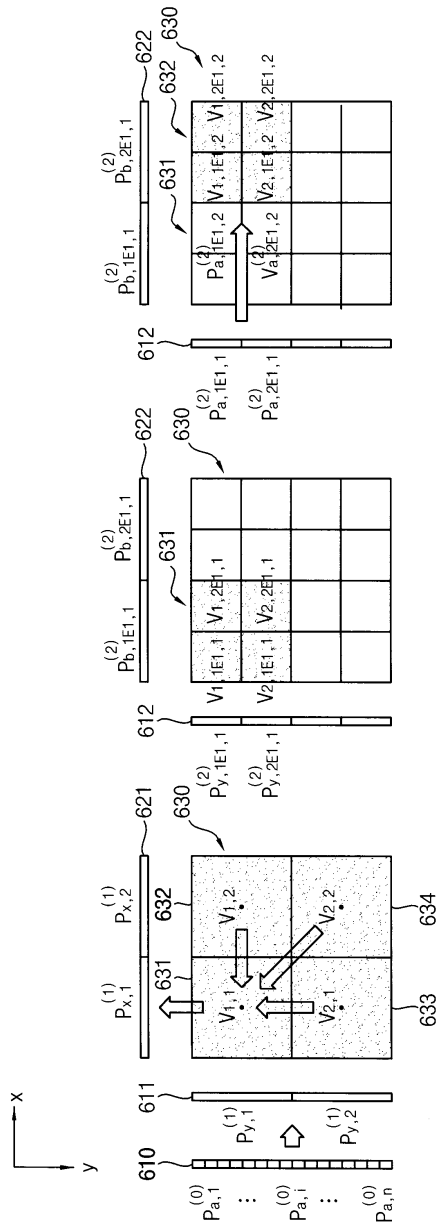
도면3



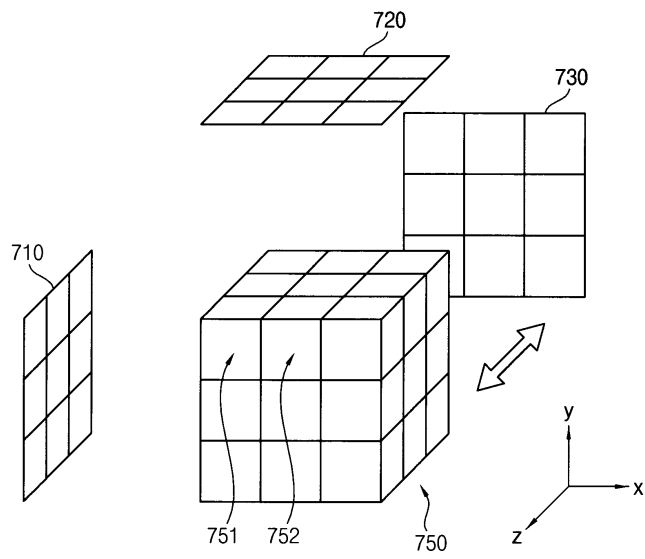
도면4



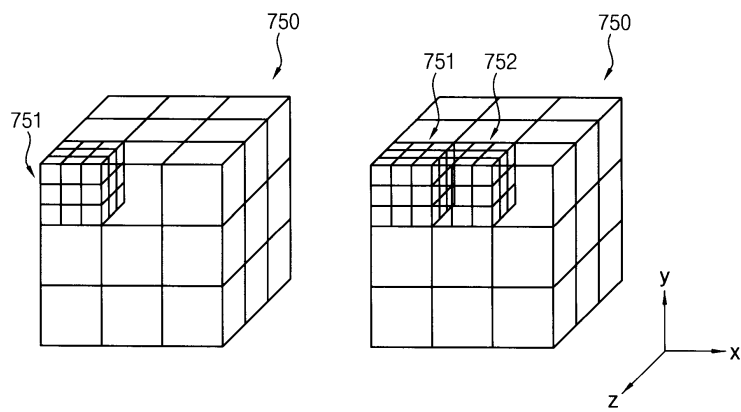
도면5



도면6a



도면6b



도면6c

