



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0140102
(43) 공개일자 2012년12월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 6/03 (2006.01) G06F 19/00 (2011.01)

(21) 출원번호 10-2011-0059770

(22) 출원일자 2011년06월20일

심사청구일자 2011년06월20일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스 내 (서천동, 경희대학교)

(72) 발명자

이수열

경기도 성남시 분당구 미금로 114, 304동 304호 (구미동, 하얀마을그랜드빌)

조민형

경기도 용인시 수지구 대지로 139, 동부센트레빌 101동 503호 (죽전동)

(74) 대리인

서재승

전체 청구항 수 : 총 10 항

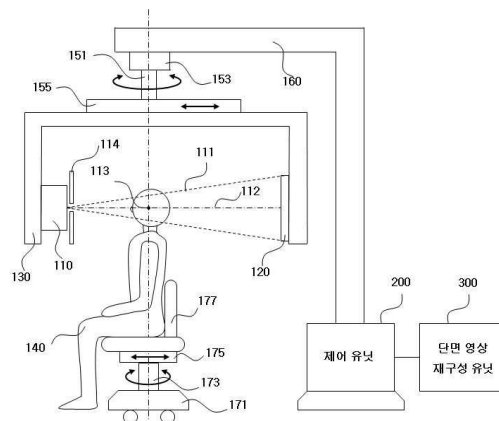
(54) 발명의 명칭 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 방법 및 그 장치

(57) 요약

본 발명은 토모신세시스 단면 영상의 재구성 방법 및 그 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로 제한된 촬영 각도 범위 내에서 대상 물체의 관심 영역으로 엑스선을 조사하여 적은 엑스선 조사량으로 대상 물체의 관심 영역에 대한 고해상도 토모신세시스 단면 영상을 획득할 수 있는 토모신세시스 단면 영상의 재구성 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

본 발명에 따른 고해상도 토모신세시스 영상 재구성 장치는 제한된 촬영 각도 범위 내에서 대상 물체의 국부 관심 영역으로 엑스선을 조사함으로써, 적은 엑스선 조사량으로 대상 물체의 관심 영역에 대한 고해상도 단면 영상을 획득할 수 있다. 또한 본 발명에 따른 고해상도 토모신세시스 영상 재구성 장치는 대상 물체의 국부 관심 영역의 토모신세시스 투영 데이터에서 외부 영역의 투영 데이터 성분을 차감하여 고해상도의 관심 영역에 대한 토모신세시스 단면 영상을 생성함으로써, 관심 영역의 대조도와 화질을 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

국부 관심 영역을 포함하는 대상 물체의 일부가 엑스선 조사 범위에 속하는 제1 위치에서 상기 국부 관심 영역의 토모신세시스(tomosynthesis) 투영 데이터를 획득하는 단계;

상기 대상 물체 전체가 엑스선 조사 범위에 속하는 제2 위치에서 획득한 상기 대상 물체의 시티(computed tomography, CT) 투영 데이터로부터 상기 대상 물체의 시티 단면 영상을 재구성하고, 상기 재구성한 시티 단면 영상에서 상기 국부 관심 영역을 제외한 외부 영역의 시티 단면 영상을 상기 제1 위치로 위치 변화시킨 것으로 가정하여 가상의 엑스선을 조사하여 상기 외부 영역의 가상 토모신세시스 투영 데이터를 계산하는 단계;

상기 국부 관심 영역의 토모신세시스 투영 데이터에서 상기 외부 영역의 가상 토모신세시스 투영 데이터를 차감하여 차감 투영 데이터를 생성하는 단계; 및

상기 생성한 차감 투영 데이터를 재구성하여 상기 국부 관심 영역의 고해상도 토모신세시스 단면 영상을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 가상 토모신세시스 투영 데이터를 계산하는 단계는

상기 대상 물체 전체가 엑스선 조사 범위에 속하는 제2 위치에서 획득한 상기 대상 물체의 시티 투영 데이터로부터 상기 대상 물체의 시티 단면 영상을 재구성하는 단계;

상기 재구성한 시티 단면 영상에서 상기 국부 관심 영역을 제외한 외부 영역으로 이루어진 외부 영역 시티 단면 영상을 생성하는 단계;

상기 대상 물체의 제1 위치 좌표와 제2 위치 좌표에 기초하여 상기 외부 영역 시티 단면 영상의 상기 제2 위치에서 상기 제1 위치로의 위치 변화를 계산하는 단계; 및

상기 위치 변화에 기초하여 상기 외부 영역 시티 단면 영상을 상기 제1 위치로 이동시킨 것으로 가정하여 가상의 엑스선을 조사하여 상기 외부 영역의 가상 토모신세시스 투영 데이터를 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 국부 관심 영역의 토모신세시스 투영 데이터는 상기 국부 관심 영역을 포함하는 대상 물체의 일부가 엑스선 조사 범위에 속하는 상기 제1 위치에서 제1 촬영 각도 범위로 엑스선을 조사하여 획득되며,

상기 시티 투영 데이터는 상기 대상 물체 전체가 엑스선 조사 범위에 속하는 상기 제2 위치에서 제2 촬영 각도 범위로 엑스선을 조사하여 획득되고,

여기서 상기 제1 촬영 각도 범위는 상기 제2 촬영 각도 범위보다 작은 것을 특징으로 하는 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 제1 촬영 각도 범위는 20도 내지 60도이며, 상기 제2 촬영 각도 범위는 180도 내지 360도인 것을 특징으로 하는 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서, 상기 엑스선 단면 영상의 재구성 방법은

상기 대상 물체의 국부 관심 영역을 설정하기 위한 영역 설정 신호를 수신하는 단계;

상기 대상 물체 관심 영역의 해상도를 설정하기 위한 해상도 설정 신호를 수신하는 단계; 및

상기 영역 설정 신호와 해상도 설정 신호에 기초하여 상기 제1 위치 및 상기 제1 촬영 각도 범위를 계산하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 방법.

청구항 6

갠트리 유닛과, 상기 갠트리에 설치된 엑스선 발생 유닛과, 상기 갠트리 유닛에 설치되고 상기 엑스선 발생 유닛으로부터 조사되어 대상 물체를 통과한 엑스선을 검출하여 시티(computed tomography, CT) 투영 데이터 또는 토모신세시스(tomosynthesis) 투영 데이터를 획득하는 엑스선 검출 유닛과, 상기 획득한 시티 투영 데이터 또는 토모신세시스 투영 데이터로부터 상기 대상 물체의 단면 영상을 재구성하는 단면 영상 재구성 유닛을 구비하는 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 장치에 있어서,

상기 단면 영상 재구성 유닛은 국부 관심 영역을 포함하는 상기 대상 물체의 일부가 엑스선 조사 범위에 속하는 제1 위치에서 획득한 상기 국부 관심 영역의 토모신세시스(tomosynthesis) 투영 데이터에서 상기 국부 관심 영역을 제외한 외부 영역의 가상 토모신세시스 투영 데이터를 차감하여 생성된 차감 투영 데이터를 재구성하여 상기 국부 관심 영역의 고해상도 토모신세시스 영상을 재구성하며,

상기 단면 영상 재구성 유닛은 상기 대상 물체 전체가 엑스선 조사 범위에 속하는 제2 위치에서 획득한 상기 대상 물체의 시티(computed tomography, CT) 투영 데이터로부터 상기 대상 물체의 시티 단면 영상을 재구성하고, 상기 재구성한 시티 단면 영상에서 상기 국부 관심 영역을 제외한 외부 영역의 시티 단면 영상을 상기 제1 위치로 위치 변화시킨 것으로 가정하여 가상의 엑스선을 조사하여 상기 외부 영역의 가상 토모신세시스 투영 데이터를 계산하는 것을 특징으로 하는 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 단면 영상 재구성 유닛은

상기 대상 물체 전체가 엑스선 조사 범위에 속하는 제2 위치에서 엑스선을 조사하여 획득한 상기 시티(computed tomography, CT) 투영 데이터로부터 시티 단면 영상을 재구성하는 시티 영상 재구성부;

상기 재구성한 시티 단면 영상에서 상기 국부 관심 영역을 제외한 외부 영역의 시티 단면 영상을 생성하는 외부 영역 시티 영상 생성부;

상기 대상 물체의 제1 위치 좌표와 제2 위치 좌표에 기초하여 상기 외부 영역의 시티 단면 영상의 상기 제2 위치에서 상기 제1 위치로의 위치 변화를 계산하는 위치 계산부;

상기 위치 변화에 기초하여 상기 외부 영역 시티 단면 영상을 상기 제1 위치로 이동시킨 것으로 가정하여 가상의 엑스선을 조사하여 상기 외부 영역의 가상 토모신세시스 투영 데이터를 계산하는 가상 투영 데이터 계산부;

상기 국부 관심 영역의 토모신세시스 투영 데이터에서 상기 외부 영역의 가상 토모신세시스 투영 데이터를 차감하여 차감 투영 데이터를 생성하는 차감부; 및

상기 생성한 차감 투영 데이터를 재구성하여 상기 국부 관심 영역의 단면 영상을 생성하는 토모신세시스 영상 재구성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 국부 관심 영역의 토모신세시스 투영 데이터는 상기 국부 관심 영역을 포함하는 대상 물체의 일부가 엑스선 조사 범위에 속하는 상기 제1 위치에서 제1 촬영 각도 범위로 엑스선을 조사하여 획득되며,

상기 시티 투영 데이터는 상기 대상 물체 전체가 엑스선 조사 범위에 속하는 상기 제2 위치에서 제2 촬영 각도 범위로 엑스선을 조사하여 획득되고,

여기서 상기 제1 촬영 각도 범위는 상기 제2 촬영 각도 범위보다 작은 것을 특징으로 하는 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 제1 촬영 각도 범위는 20도 내지 60도이며, 상기 제2 촬영 각도 범위는 180도 내지 360도인 것을 특징으로 하는 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 장치.

청구항 10

제 7 항에 있어서, 상기 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 장치는

상기 계산한 위치 변화에 기초하여 상기 엑스선 발생 유닛과 상기 대상 물체 사이의 거리를 조절하는 이동 회전 유닛을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 장치.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 토모신세시스 단면 영상의 재구성 방법 및 그 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로 제한된 촬영 각도 범위 내에서 대상 물체의 관심 영역으로 엑스선을 조사하여 적은 엑스선 조사량으로 대상 물체의 관심 영역에 대한 고해상도 토모신세시스 단면 영상을 획득할 수 있는 토모신세시스 단면 영상의 재구성 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 엑스선 촬영 장치(x-ray radiography)는 엑스선이 임의의 물체를 통과할 때 엑스선이 통과하는 대상 물체의 물리적 성질과 거리에 따라 엑스선의 세기가 감소하는 특성을 이용하여 대상 물체의 투영 데이터(projection data)를 획득하고 영상화하는 장치이다. 예를 들어, 사람을 대상으로 엑스선을 조사하는 경우, 생체 조직의 종류 및 특성에 따라 엑스선 감쇠 계수(attenuation coefficient)가 서로 상이한 것을 이용하여 신체 내부의 투영 영상을 획득할 수 있다.

[0003] 엑스선의 세기가 대상 물체의 물리적 성질과 투과 거리에 따라 변화하는 성질을 나타낸 법칙을 Lambert-Beers 법칙이라고 하며 아래의 수학적식(1)로 표현된다.

[0004] [수학적식 1]

$$I = I_0 e^{-\mu L}$$

[0005]

[0006] 여기서 I_0 는 초기 엑스선의 세기이며, μ 는 대상 물체 고유의 엑스선 감쇠 계수, L 은 엑스선이 통과하는 대상 물체의 길이이다. 수학적식(1)은 초기의 엑스선이 I_0 의 세기로 조사되었을 때 투과되는 대상 물체의 감쇠 계수가 거리에 따라서 감쇠되는 관계를 나타낸다. 수학적식(1)은 대상 물체가 동일한 물질로 이루어져 있을 경우이고, 대상 물체가 여러 가지 물질로 구성되어 있는 경우 대상 물체를 통과한 엑스선의 세기는 아래의 수학적식(2)와 같이 표현된다.

[0007] [수학적식 2]

$$I = I_0 e^{-\int_0^L \mu(s) ds}$$

[0008]

[0009] 여기서 s 는 엑스선이 대상 물체를 지나가는 경로를 나타내고, 엑스선 감쇠 계수 $\mu(s)$ 는 대상 물체의 위치마다 다르므로 경로의 함수가 된다.

[0010] 그러나 엑스선 촬영 장치를 통해 획득한 대상 물체의 투영 영상은 엑스선이 대상 물체의 내부를 통과하면서 누적된 최종 엑스선 세기에 기초하여 계산된 것으로, 대상 물체의 내부 정보를 포함하고 있지만 3차원의 대상 물체에 대한 정보를 2차원 영상으로 투영하여 대상 물체의 내부 구성물이 서로 중첩되며 특히 성질이 유사한 물질들은 서로 대조도가 높지 않아 대상 물체 내부를 정확하게 판단하기 곤란하다는 문제점을 가진다.

[0011] 엑스선 촬영 장치가 가지는 문제점을 해결하기 위해 시티(Computed Tomography, CT) 또는 토모신세시스(Tomosynthesis) 등과 같은 엑스선 단면 영상 촬영 기법들이 개발되었다. 일반적으로 많이 알려져 있는 시티는 촬영하고자 하는 대상 물체를 회전 중심으로 하여 엑스선 발생기와 엑스선 검출기가 짝을 이루어 원형궤도를 따라 360도 회전 이동하면서 획득한 대상 물체의 수백 장의 투영 데이터를 재구성하여 대상 물체의 단면 영상을 재구성(reconstruction)한다. 여기서 단면 영상을 재구성한다는 것은 엑스선이 대상 물체의 단면을 투과할 때

물체의 종류에 따라 갖는 고유한 감쇠율을 각 위치별로 정량적으로 계산하여 영상으로 보여주는 것이다.

[0012] 한편, 토모신세시스는 엑스선 발생기와 엑스선 검출기가 촬영하고자 하는 대상 물체를 사이에 두고 평행한 평면 내에서 혹은 원호 궤도 내에서 통상적으로 20도 내지 60도의 제한된 촬영 각도(scan angle)로 회전 이동하면서 획득한 수십 장의 투영 데이터를 재구성하여 대상 물체의 단면 영상을 재구성한다. 이하 토모신세시스의 통상적인 촬영 각도인 20도 내지 60도의 제한된 촬영 각도 범위를 제1 촬영 각도 범위라 언급하고 시티의 통상적인 촬영 각도인 180 내지 360도의 촬영 각도 범위를 제2 촬영 각도 범위라 언급한다. 또한 이하 시티에 의해 획득한 투영 데이터를 시티 투영 데이터라 언급하며 토모신세시스에 의해 획득한 투영 데이터를 토모신세시스 투영 데이터라 언급한다.

[0013] 도 1을 참고로 시티에 대해 보다 구체적으로 살펴보면, 일정거리 이격되어 마주보도록 배치되어 있는 엑스선 발생기(10)와 엑스선 검출기(20)를 대상 물체(11)를 중심으로 360도 촬영 각도범위로 회전시키면서 일정한 각도 간격으로 엑스선 발생기(10)에서 조사되어 대상 물체(11)를 통과한 엑스선을 엑스선 검출기에서 검출하여 대상 물체(11)의 시티 투영 데이터를 획득하고, 다시 시티 투영 데이터를 재구성하여 대상 물체(11)의 시티 단면 영상을 획득한다. 시티 투영 데이터로 대상 물체의 시티 단면 영상을 만들어 내는 가장 일반적인 방법은 역투영법(back projection)으로 역투영법에 의한 영상 재구성 방식과 관련된 수학식은 아래의 수학식(3)과 수학식(4)와 같다.

[0014] [수학식 3]

$$\mu(x,y)=\frac{1}{2}\int_0^{2\pi}\int_{-\frac{1}{2}t_m}^{\frac{1}{2}t_m}P_{\theta}(t)h(x\cos\theta+y\sin\theta-t)dt d\theta$$

[0015]

[0016] [수학식 4]

$$P_{\theta}(t)=-\log\frac{I}{I_0}=\int_0^{L(t)}\mu(s,t)ds$$

[0017]

[0018] 여기서 θ 와 t 는 시티 투영 데이터를 얻는 기하학적인 조건으로 각각 회전각과 엑스선 검출기(20)의 길이 방향의 좌표를 나타내고, t_m 은 검출기(20)의 전체 길이이다. $P_{\theta}(t)$ 는 θ 방향으로 얻어진 시티 투영 데이터이다. 함수 $h(x\cos\theta+y\sin\theta-t)$ 는 역투영 필터링 함수를 나타낸 것으로 Ram-Lak, Shepp-Logan 필터 등이 일반적으로 많이 사용된다. 이러한 역투영 과정의 계산을 통하여 구하고자 하는 함수는 엑스선이 대상 물체를 통과할 때 얼마나 감쇠되었는지를 나타내는 것으로 대상 물체의 각 위치 (x, y) 에서의 감쇠율이며, 얻고자 하는 대상 물체의 시티 단면 영상을 의미한다.

[0019] 토모신세시스는 20도 내지 60도의 제한된 촬영 각도 범위 내에서 획득한 투영 데이터로부터 대상 물체의 단면 영상을 재구성하기 때문에 시티의 360도의 촬영 각도 범위에서 촬영한 수백 장의 투영 데이터로부터 대상 물체의 단면 영상을 재구성하는 것보다 하드웨어적으로 접근성이 용이하며, 적은 수의 투영 데이터로부터 대상 물체의 단면 영상을 재구성하기 때문에 대상 물체에 가해지는 방사선량을 줄이는 효과 및 빠른 영상 재구성 등의 장점을 가진다.

[0020] 한편, 엑스선 발생기와 대상 물체 사이의 거리를 엑스선 검출기와 대상 물체 사이의 거리에 대해 상대적으로 줄이고 대상 물체의 국부 관심 영역에 대하여 투영 데이터를 획득하고 이를 재구성하여 대상 물체의 단면 영상을 생성하면 관심 영역에 대한 고해상도 단면 영상을 획득할 수 있다. 아래의 수학식(5)는 대상 물체의 단면 영상에 대한 해상도(R)를 설명하는 수학식으로, 도 2를 참고로 살펴보면, 대상 물체(11)의 단면 영상 해상도는 엑스선 발생기(10)로부터 엑스선 검출기(20) 사이의 거리(SD)와 엑스선 발생기(10)로부터 대상 물체(11) 사이의 거리(SOD)의 상대적 비율에 의해 결정된다. 여기서 DS는 엑스선 검출기(20)의 화소 크기로, 일정한 화소 크기를 갖는 엑스선 검출기(20)에서 대상 물체(11)의 고해상도 단면 영상을 획득하기 위하여 대상 물체(11)를 엑스선

발생기(10)에 근접시켜 대상 물체(11)의 투영 데이터를 획득한다.

[수학식 5]

$$R = \frac{SOD \times DS}{SD}$$

통상적으로 엑스선 검출기의 화소 크기(DS)는 물리적으로 고정되어 있으므로 수학식(5)에 의해 엑스선 발생기와 엑스선 검출기 사이의 거리(SD)와 엑스선 발생기와 대상 물체 사이의 거리(SOD)의 상대적 비율을 조정하는 이동 수단에 의해 고해상도 단면 영상을 구현할 수 있으나 아래에서 서술하는 문제점을 가진다.

도 3(a)에 도시되어 있는 것과 같이, 대상 물체(11) 전체가 엑스선 조사각(x-ray beam angle) 범위 내부에 있도록 위치시켰을 경우에는 대상 물체(11) 전체에 대한 투영 데이터를 획득하여 단면 영상을 재구성할 수 있으므로 대상 물체(11)가 엑스선 조사각 범위의 내부뿐만 아니라 외부에도 존재하였을 경우에 발생하는 아티팩트(artifact)가 발생하지 않는다. 그러나 도 3(b)에 도시되어 있는 것과 같이, 대상 물체(11)의 위치를 엑스선 발생기(10) 쪽에 근접하여 위치시켜 국부 관심 영역(▲)에 대한 고해상도 단면 영상을 획득하려고 할 경우에는 대상 물체(11)의 일부인 관심 영역(▲)만이 엑스선 조사각 범위에 위치하고 있으며 회전 중심(0)을 중심으로 엑스선 발생기(10)와 엑스선 검출기(20)가 회전하기 때문에 관심 영역(▲)을 제외한 나머지 영역, 즉 외부 영역(△)은 엑스선 검출기(20)에 불균일하게 투영되어 아티팩트를 발생시키는 문제점이 있다. 관심 영역(▲) 이외의 외부 영역(△)이 중첩되어 투영 데이터 성분에 포함되므로 관심 영역(▲)만의 단면 영상을 재구성할 수 없으며, 엑스선 조사각 범위에는 관심 영역(▲)만이 포함되므로 대상 물체(11) 전체의 단면 영상을 재구성하는 데 있어서도 심각한 왜곡을 초래하는 문제점이 있다. 이하 도 3(b)에 도시한 바와 같이 고해상도 단면 영상을 획득하기 위하여 대상 물체(11)를 엑스선 발생기(10)에 근접시켜 대상 물체(11)의 일부가 엑스선 조사각 범위를 벗어난 대상 물체(11)의 위치를 제1 위치라 하고, 도 3(a)에 도시한 바와 같이 대상 물체(11) 전체가 엑스선 조사각 범위에 포함되는 위치를 제2 위치라 칭한다.

제1 위치에서의 고해상도 시티 단면 영상에는 대상 물체의 일부가 엑스선 조사각 범위를 벗어나 시티 투영 데이터에 나타나지 않는 문제점이 있으며, 제1 위치에서의 관심 영역에 대한 고해상도 토모신세시스 단면 영상에는 관심 영역 이외의 외부 영역이 중첩되어 토모신세시스 투영 데이터 성분에 포함되어 원하지 않는 아티팩트로 나타나는 문제점이 있다.

제1 위치에서의 고해상도 시티 단면 영상이 가지는 문제점을 해결하기 위해 방안으로, 특허등록 제10-687846호(이하 종래기술1이라 언급)에는 먼저 제2 위치에서 시티를 통해 대상 물체 전체에 360도 촬영 각도 범위로 엑스선을 조사하여 단면 영상을 획득하고 다시 대상 물체를 제1 위치로 이동시켜 관심 영역을 포함하는 대상 물체의 일부에 대하여 360도 촬영 각도 범위로 엑스선을 조사한다. 엑스선 조사각 범위에 위치한 관심 영역을 포함하는 대상 물체의 일부에 엑스선을 조사하여 생성한 제1 위치에서의 고해상도 시티 투영 데이터와 제2 위치에서 대상 물체 전체로 엑스선을 조사하여 생성한 시티 투영 데이터를 조합하고 재구성하여 관심 영역에 대한 고해상도 시티 단면 영상을 획득하는 방법에 대해 개시되어 있다.

그러나 종래 기술1의 경우에는 고해상도 시티 단면 영상을 획득하기 위하여 대상 물체의 국부 관심 영역으로만 엑스선이 조사될 수 있도록 근접 거리에서 관심 영역으로 360도 촬영 각도 범위로 엑스선을 조사하여야 하기 때문에, 대상 물체에 조사되는 엑스선량이 많아 엑스선 피폭량이 높고, 많은 수의 투영 데이터를 이용하여 단면 영상을 생성하기 때문에 고성능의 하드웨어가 필요하며, 단면 영상을 재구성하는데 오랜 시간이 소요된다는 문제점을 가진다. 또한 종래 기술1을 적용하더라도 제1 위치에서의 관심 영역에 대한 고해상도 토모신세시스 단면 영상을 획득할 경우 발생하는 관심 영역 이외의 외부 영역이 토모신세시스 투영 데이터에 중첩되어 단면 영상에 아티팩트로 나타나 화질을 저하시키는 문제점이 여전히 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

본 발명이 위에서 언급한 종래기술들이 가지는 문제점들을 해결하기 위한 것으로 본 발명이 이루고자 하는 목적은 적은 엑스선 조사량으로 대상 물체의 관심 영역에 대한 고해상도 단면 영상을 획득할 수 있는 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 방법을 제공하는 것이다.

- [0029] 본 발명이 이루고자 하는 다른 목적은 대상 물체의 토모신세시스 투영 데이터에서 관심 영역 이외의 외부 영역의 투영 데이터 성분을 제거하여 관심 영역 단면 영상의 대조도와 정확도를 향상시킬 수 있는 고해상도 토모신세시스 영상 재구성 방법을 제공하는 것이다.
- [0030] 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 목적은 대상 물체에서 관심 영역의 고해상도 단면 영상을 적은 계산량으로 빠르게 획득할 수 있는 토모신세시스 단면 영상의 재구성 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0031] 본 발명의 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 토모신세시스 단면 영상의 재구성 방법은 국부 관심 영역을 포함하는 대상 물체의 일부가 엑스선 조사 범위에 속하는 제1 위치에서 국부 관심 영역의 토모신세시스(tomosynthesis) 투영 데이터를 획득하는 단계와, 대상 물체 전체가 엑스선 조사 범위에 속하는 제2 위치에서 획득한 대상 물체의 시티(computed tomography, CT) 투영 데이터로부터 대상 물체의 시티 단면 영상을 재구성하고, 재구성한 시티 단면 영상에서 국부 관심 영역을 제외한 외부 영역의 시티 단면 영상을 제1 위치로 위치 변화시킨 것으로 가정하여 가상의 엑스선을 조사하여 외부 영역의 가상 토모신세시스 투영 데이터를 계산하는 단계와, 국부 관심 영역의 토모신세시스 투영 데이터에서 외부 영역의 가상 토모신세시스 투영 데이터를 차감하여 차감 투영 데이터를 생성하는 단계와, 생성한 차감 투영 데이터를 재구성하여 국부 관심 영역의 고해상도 토모신세시스 단면 영상을 생성하는 단계를 포함한다.
- [0032] 여기서 가상 토모신세시스 투영 데이터를 계산하는 단계는 대상 물체 전체가 엑스선 조사 범위에 속하는 제2 위치에서 획득한 대상 물체의 시티 투영 데이터로부터 대상 물체의 시티 단면 영상을 재구성하는 단계와, 재구성한 시티 단면 영상에서 국부 관심 영역을 제외한 외부 영역으로 이루어진 외부 영역 시티 단면 영상을 생성하는 단계와, 대상 물체의 제1 위치 좌표와 제2 위치 좌표에 기초하여 외부 영역 시티 단면 영상의 제2 위치에서 제1 위치로의 위치 변화를 계산하는 단계와, 위치 변화에 기초하여 외부 영역 시티 단면 영상을 제1 위치로 이동시킨 것으로 가정하여 가상의 엑스선을 조사하여 외부 영역의 가상 토모신세시스 투영 데이터를 계산하는 단계를 포함한다.
- [0033] 여기서 국부 관심 영역의 토모신세시스 투영 데이터는 국부 관심 영역을 포함하는 대상 물체의 일부가 엑스선 조사 범위에 속하는 제1 위치에서 제1 촬영 각도 범위로 엑스선을 조사하여 획득되며, 시티 투영 데이터는 대상 물체 전체가 엑스선 조사 범위에 속하는 제2 위치에서 제2 촬영 각도 범위로 엑스선을 조사하여 획득된다.
- [0034] 바람직하게, 제1 촬영 각도 범위는 상기 제2 촬영 각도 범위보다 작으며 더욱 바람직하게 제1 촬영 각도 범위는 20도 내지 60도이고 제2 촬영 각도 범위는 180도 내지 360도인 것을 특징으로 한다.
- [0035] 본 발명의 일 실시예에 따른 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 장치는 갠트리 유닛과, 갠트리에 설치된 엑스선 발생 유닛과, 갠트리 유닛에 설치되고 엑스선 발생 유닛으로부터 조사되어 대상 물체를 통과한 엑스선을 검출하여 시티(computed tomography, CT) 투영 데이터 또는 토모신세시스(tomosynthesis) 투영 데이터를 획득하는 엑스선 검출 유닛과, 획득한 시티 투영 데이터 또는 토모신세시스 투영 데이터로부터 대상 물체의 단면 영상을 재구성하는 단면 영상 재구성 유닛을 구비하데, 단면 영상 재구성 유닛은 국부 관심 영역을 포함하는 대상 물체의 일부가 엑스선 조사 범위에 속하는 제1 위치에서 획득한 국부 관심 영역의 토모신세시스(tomosynthesis) 투영 데이터에서 국부 관심 영역을 제외한 외부 영역의 가상 토모신세시스 투영 데이터를 차감하여 생성된 차감 투영 데이터를 재구성하여 국부 관심 영역의 고해상도 토모신세시스 영상을 재구성한다. 여기서 단면 영상 재구성 유닛은 대상 물체 전체가 엑스선 조사 범위에 속하는 제2 위치에서 획득한 대상 물체의 시티(computed tomography, CT) 투영 데이터로부터 대상 물체의 시티 단면 영상을 재구성하고, 재구성한 시티 단면 영상에서 국부 관심 영역을 제외한 외부 영역의 시티 단면 영상을 제1 위치로 위치 변화시킨 것으로 가정하여 가상의 엑스선을 조사하여 외부 영역의 가상 토모신세시스 투영 데이터를 계산한다.
- [0036] 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 재구성 유닛은 대상 물체 전체가 엑스선 조사 범위에 속하는 제2 위치에서 엑스선을 조사하여 획득한 시티(computed tomography, CT) 투영 데이터로부터 시티 단면 영상을 재구성하는 시티 영상 재구성부와, 재구성한 시티 단면 영상에서 국부 관심 영역을 제외한 외부 영역의 시티 단면 영상을 생성하는 외부 영역 시티 영상 생성부와, 대상 물체의 제1 위치 좌표와 제2 위치 좌표에 기초하여 외부 영역의 시티 단면 영상의 제2 위치에서 제1 위치로의 위치 변화를 계산하는 위치 계산부와, 위치 변화에 기초하여 외부 영역 시티 단면 영상을 제1 위치로 이동시킨 것으로 가정하여 가상의 엑스선을 조사하여 외부 영역의 가상 토모신세시스 투영 데이터를 계산하는 가상 토모신세시스 투영 데이터 계산부와, 국부 관심 영역의 토모신세시스 투영 데이터에서 외부 영역의 가상 토모신세시스 투영 데이터를 차감하여 차감 투영 데이터를 생성하는 차감부와, 생

성한 차감 투영 데이터를 재구성하여 국부 관심 영역의 단면 영상을 생성하는 토모신세시스 영상 재구성부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0037] 바람직하게, 본 발명에 따른 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 장치는 계산한 위치 변화에 기초하여 상기 엑스선 발생 유닛과 상기 대상 물체 사이의 거리를 조절하는 이동 회전 유닛을 더 포함한다.

발명의 효과

- [0038] 본 발명에 따른 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 장치는 종래 엑스선 단면 영상 재구성 장치와 비교하여 다음과 같은 다양한 효과들을 가진다.
- [0039] 첫째, 본 발명에 따른 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 장치는 제한된 촬영 각도 범위 내에서 대상 물체의 관심 영역으로 엑스선을 조사함으로써, 적은 엑스선 조사량으로 대상 물체의 관심 영역에 대한 고해상도 토모신세시스 단면 영상을 획득할 수 있다.
- [0040] 둘째, 본 발명에 따른 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 장치는 대상물체의 관심 영역투영 데이터에서 외부 영역의 투영 데이터 성분을 차감하여 고해상도의 관심 영역 단면 영상을 생성함으로써, 관심 영역의 대조도와 화질을 향상시킬 수 있다.
- [0041] 셋째, 본 발명에 따른 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 장치는 제한된 촬영 각도 범위 내에서 수장 내지 수십장 촬영한 토모신세시스 투영 데이터로만 대상 물체 관심 영역의 고해상도 단면 영상을 획득함으로써, 적은 계산량으로 빠르게 단면 영상을 획득할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0042] 도 1은 종래 시트를 이용한 단면 영상 촬영 방식을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 시트를 이용한 단면 영상 촬영 방식에서 단면 영상의 해상도를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 고해상도 단면 영상을 촬영시 발생하는 문제점을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 장치의 구성도이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 단면 영상 재구성 유닛을 보다 구체적으로 설명하기 위한 기능 블록도이다.
- 도 6은 본 발명에 따른 엑스선 단면 영상 재구성 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 7은 본 발명에 따른 엑스선 단면 영상 재구성 장치의 컴퓨터 모의실험을 위한 대상물체인 알파벳 팬텀의 형상을 도시하고 있다.
- 도 8(a)는 알파벳 H 위치면의 단면 영상을 도시하고 있다.
- 도 9는 종래 기술에 따른 토모신세시스 단면 영상의 프로파일(a)과 본 발명에 따른 토모신세시스 단면 영상의 프로파일(b)을 도시하고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0043] 이하 첨부한 도면을 참고로 본 발명에 따른 엑스선 단면 영상 재구성 방법 및 그 장치에 대해 보다 구체적으로 살펴본다.
- [0044] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 고해상도 토모신세시스 단면 영상의 재구성 장치의 구성도이다.
- [0045] 도 4를 참고로 살펴보면, 갠트리(130)의 일단과 타단에는 각각 엑스선 발생기(110)와 엑스선 검출기(120)가 서로 대향하여 고정 배치되어 있다. 엑스선 발생기(110)에서 생성된 엑스선(111)은 엑스선 발생기(110)와 엑스선 검출기(120)의 가상 연결선상에 위치하는 대상 물체(140)를 통과하여 엑스선 검출기(120)로 조사된다. 대상 물체(140)를 통과한 엑스선(111)은 대상 물체(140)의 특성과 통과 거리에 따라 감쇄하여 엑스선 검출기(120)로 입사되며, 엑스선 검출기(120)는 대상 물체(140)를 통과한 최종 세기로 엑스선을 검출한다. 엑스선 발생기(110)는 엑스선의 조사 폭을 조절하기 위한 콜리메이터(114)를 구비하고 있는데, 대상 물체(140)의 특정 부위만으로 엑스선이 조사되도록 제어하여 대상 물체(140)의 특정 부위 이외의 영역으로 조사되는 엑스선을 차단한다.
- [0046] 엑스선 검출기(120)는 섬광체(scintillator)가 엑스선 조사면에 부착된 영상증폭기(image intensifier), 섬광체가 부착된 간접형 평면 엑스선 검출기(indirect flat panel x-ray detector) 또는 광도전체가 부착된 직접형

평면 엑스선 검출기(direct flat panel x-ray detector)를 사용할 수 있다. 영상증폭기는 엑스선 조사시 섬광체가 발산하는 광신호를 고전압으로 변환하여 증폭하는 장치로 엑스선량이 적은 촬영 환경, 즉 중재적 시술(interventional study) 등에 이용되는 씨암(C-arm) 엑스선 영상장치에 많이 사용된다. 간접형 평면 엑스선 검출기는 엑스선 조사시 섬광체에서 발생하는 광신호를 광다이오드 배열로 검출하는 장치로 평면형 검출기의 소자수가 4000×3000 에 이르는 등 해상도가 매우 높기 때문에 디지털 엑스선 촬영기(digital radiography; DR) 및 씨암 엑스선 영상장치에 널리 쓰이고 있다. 한편, 직접형 평면 엑스선 검출기는 엑스선 조사시 광도전체에서 발생하는 광전자 신호를 용량센서 배열로 검출하는 장치로 해상도가 간접형 평면 엑스선 검출기와 비슷해 디지털 엑스선 촬영기 및 씨암 엑스선 영상장치에 쓰이고 있다.

[0047] 갠트리(130)는 회전 이동 수단(150)에 배치되어 회전 수단(151, 153)과 이동 수단(155)에 의해 회전축(151)를 중심으로 회전 이동 가능하도록 구성된다. 갠트리(130)는 엑스선 발생기(110)와 엑스선 검출기(120)의 하중을 지탱하면서 회전 이동 운동을 하여야 하기 때문에 알루미늄 등 강인한 재료를 이용해 만드는 것이 바람직하다. 엑스선 발생기(110)와 엑스선 검출기(120)가 배치되어 있는 갠트리(130)는 회전축(151)을 통해 회전모터(153)에 연결된다. 회전축(151) 아래에 대상 물체(140)가 위치하며, 회전축(151) 연장선과 엑스선의 조사 중심선(112)과 만나는 점이 대상 물체(140) 내에 형성되는 회전중심(113)이다. 한편, 갠트리(130)는 이동 수단(155)에 고정 배치되며 이동 수단(155)에 의해 엑스선 발생기(110)와 대상 물체(140) 사이 및 대상 물체(140)와 엑스선 검출기 사이의 상대적 거리 비율을 조절한다. 이동 수단(155)에 의해 엑스선 발생기(110)와 대상 물체(140) 사이 및 대상 물체(140)와 엑스선 검출기 사이의 상대적 거리 비율이 낮아질수록 즉, 엑스선 발생기(110)와 대상 물체(140) 사이의 거리가 대상 물체(140)와 엑스선 검출기 사이의 거리보다 상대적으로 작아질수록 대상 물체(140)의 투영 데이터 및 투영 데이터를 재구성한 단면 영상은 고해상도로 확대된다. 한편, 엑스선 발생기(110)와 대상 물체(140) 사이 및 대상 물체(140)와 엑스선 검출기 사이의 상대적 거리 비율이 높아질수록 즉, 엑스선 발생기(110)와 대상 물체(140) 사이의 거리가 대상 물체(140)와 엑스선 검출기 사이의 거리보다 상대적으로 커질수록 대상 물체(140)의 투영 데이터 및 투영 데이터를 재구성한 단면 영상은 축소된다. 따라서, 고해상도의 단면 영상을 촬영하기 위하여 엑스선 발생기(110)와 대상 물체(140) 사이 및 대상 물체(140)와 엑스선 검출기 사이의 상대적 거리 비율을 낮게 하여야 한다.

[0048] 본 발명이 적용되는 분야에 따라 갠트리(130)는 회전 수단과 이동 수단없이 회전 몸체(160)에 고정 배치되며, 대상 물체 지지체의 회전 수단(171, 173)과 이동 수단(175)을 통해 대상 물체(140)를 회전 이동 가능하도록 구성될 수 있다. 대상 물체 지지 몸체(177)에는 대상 물체(140)가 배치되며, 대상 물체 지지 몸체(177)는 회전모터(171)와 연결되어 있는 회전축(173)에 고정 연결되어 있다. 회전축(173) 연장선과 엑스선의 조사 중심선(112)과 만나는 점이 대상 물체(140) 내에 형성되는 회전 중심(113)이다. 회전 수단(171, 173)은 설정된 촬영 각도 범위내에서 회전 중심(113)으로 대상 물체(140)를 회전시키며 엑스선 발생기(110)와 엑스선 검출기(120)는 설정된 촬영 각도에서 다수의 대상 물체(140)의 투영 데이터를 촬영한다. 한편, 대상 물체 지지 몸체(177)는 이동 수단(175)에 고정 배치되며 이동 수단(175)은 엑스선 발생기(110)와 엑스선 검출기(120)를 연결하는 가상의 연결선을 따라 대상 물체 지지 몸체(177)를 이동시키며 대상 물체 단면 영상의 해상도를 조절한다.

[0049] 제어 유닛(200)은 엑스선 발생기(110)에서 엑스선을 조사할 때 엑스선 검출기(120)를 통해 투영 데이터를 획득하도록 엑스선 발생기(110)와 엑스선 검출기(120)를 동기화 제어하며, 회전 수단과 이동 수단을 통해 갠트리(130) 또는 대상물체 지지 몸체(177)의 회전 이동을 제어한다. 한편, 단면 영상 재구성 유닛(300)은 대상 물체의 관심 영역에 대한 고해상도 단면 영상을 획득하기 위한 촬영 각도 범위와 관심 영역으로 엑스선이 조사되는 위치를 설정 제어하며, 설정된 촬영 각도 범위와 위치에서 촬영한 관심 영역의 투영 데이터에서 관심 영역 이외의 외부 영역에 대한 가상 투영 데이터를 차감하여 관심 영역의 고해상도 토모신세시스 영상을 생성한다.

[0050] 도 5는 본 발명에 따른 단면 영상 재구성 유닛을 보다 구체적으로 설명하기 위한 기능 블록도이다.

[0051] 도 5를 참고로 살펴보면, 시티 영상 재구성부(310)는 대상 물체 전체가 엑스선 조사각 범위에 속하는 제2 위치에서 대상 물체 전체의 중심을 회전 중심으로 제2 촬영 각도 범위 내에서 엑스선을 조사하여 획득한 시티 투영 데이터로부터 시티 단면 영상을 재구성한다. 외부 영역 시티 영상 계산부(320)는 재구성한 시티 단면 영상에서 영역 설정 신호를 입력받아 관심 영역을 제외하고 외부 영역으로만 이루어진 외부 영역에 대한 시티 단면 영상을 계산한다. 영역 설정 신호는 대상 물체의 시티 단면 영상에서 사용자 인터페이스를 통해 관심 영역을 설정하는 사용자 명령이다.

[0052] 위치 계산부(330)는 영역 설정 신호 또는 해상도 설정 신호에 따라 설정된 대상 물체의 관심 영역을 포함하는

대상 물체의 일부가 엑스선 조사 범위에 속하는 제1 위치를 계산한다. 해상도 설정 신호는 설정한 관심 영역에 대해 해상도를 설정하기 위한 사용자 명령이다. 위치 계산부(330)는 계산한 제1 위치에 기초하여 엑스선 발생기와 대상 물체의 사이 및 대상 물체와 엑스선 검출기 사이의 상대적 거리를 조절하기 위한 이동 제어 신호를 생성하며, 이동 수단은 이동 제어 신호에 따라 갠트리를 이동 제어하거나 대상물체 지지 몸체를 이동 제어한다.

[0053] 가상 투영 데이터 계산부(340)는 외부 영역 시티 영상 계산부(320)에서 계산한 외부 영역에 대한 시티 단면 영상을 대상으로 가상의 엑스선을 제1 촬영 각도 범위로 조사하고 엑스선 감쇠 계수를 선적분하여 외부 영역에 대한 가상 토모신세시스 투영 데이터를 계산한다. 여기서 엑스선 감쇠 계수를 선적분한다는 것은 엑스선이 조사되는 대상 물체의 물리적 특성과 엑스선이 대상 물체를 투과하는 거리에 따라 달라지는 엑스선 감쇠율을 조사되는 엑스선을 따라 엑스선 검출기에서 검출될 때까지 누적시켜 최종적으로 누적된 엑스선 세기를 엑스선 검출기에서 검출한다는 것을 의미한다.

[0054] 차감부(350)는 제1 위치에서 제1 촬영 각도 범위로 촬영한 대상물체 관심 영역의 토모신세시스 투영 데이터에서 외부 영역의 가상 토모신세시스 투영 데이터를 차감하여 차감 투영 데이터를 계산하며, 토모신세시스 영상 재구성부(360)는 차감 투영 데이터를 재구성하여 대상물체 관심 영역에 대한 단면 영상을 생성한다. 차감 투영 데이터에는 외부 영역으로 기인한 투영 데이터 성분이 차감되어 있으므로, 차감 투영 데이터로부터 생성한 관심 영역에 대한 토모신세시스 단면 영상은 관심 영역 내에 중첩되어 나타나는 외부 영역으로 기인한 왜곡을 보정한 고해상도의 토모신세시스 단면 영상이다.

[0055] 도 6은 본 발명에 따른 엑스선 단면 영상 재구성 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0056] 도 6을 참고로 살펴보면, 사용자 인터페이스를 통해 대상 물체 전체의 시티 단면 영상에서 대상 물체의 관심 영역을 설정하기 위한 사용자 명령과 관심 영역의 해상도를 설정하기 위한 사용자 명령을 입력받는다(S10). 대상 물체의 관심 영역 설정은 키보드와 같은 설정 수단을 이용하여 3차원 영역으로 설정하며, 관심 영역에 대한 고해상도 토모신세시스 영상을 위하여 해상도를 설정한다.

[0057] 입력된 해상도에 따라 엑스선 발생기와 대상물체의 관심 영역 사이 및 대상물체의 관심 영역과 엑스선 검출기 사이의 상대적인 거리를 수학식(5)에 따라 계산하여 관심 영역의 투영 데이터가 입력된 해상도로 획득될 수 있는 제1 위치를 계산한다(S20). 여기서 제1 위치는 엑스선 발생기와 엑스선 검출기 사이에 대상물체가 위치하는 정보를 의미한다.

[0058] 계산한 제1 위치에서 관심 영역(▲)을 회전 중심으로 제1 촬영 각도 범위 내에서 엑스선을 조사하여 관심 영역의 토모신세시스 투영 데이터($P_{\Delta}(t)$)를 획득한다(S30).

[0059] 관심 영역에 대한 토모신세시스 영상에 불필요하게 중첩되어 나타나는 관심 영역 이외의 외부 영역(Δ)에 대한 아티팩트를 줄이기 위하여 외부 영역의 가상 토모신세시스 투영 데이터를 계산한다(S40). 자세하게 설명하면, 먼저 대상 물체 전체가 엑스선 조사각 범위에 속하는 제2 위치에서 대상 물체 전체의 중심을 회전 중심으로 제2 촬영 각도 범위 내에서 엑스선을 조사하여 획득한 CT 투영 데이터로부터 시티 단면 영상을 재구성하고, 재구성한 시티 단면 영상에서 사용자 명령으로 입력받은 관심 영역 정보를 이용하여 관심 영역을 제외한 외부 영역으로만 이루어진 외부 영역의 시티 단면 영상을 구성하고, 사용자 명령으로 입력받은 해상도 설정 정보 및 대상 물체의 제1 위치 좌표와 제2 위치 좌표에 기초하여 외부 영역의 시티 단면 영상을 제2 위치에서 제1 위치로의 위치 변화를 계산하고, 위치 변화에 기초하여 제1 위치에서 외부 영역의 시티 단면 영상을 대상으로 가상의 엑스선을 제1 촬영 각도 범위로 조사하고 엑스선 감쇠 계수를 선적분하여 외부 영역의 가상 토모신세시스 투영 데이터를 계산한다. 여기서 관심 영역을 제외한 외부 영역(Δ)의 가상 토모신세시스 투영 데이터($P(t)$)를 아래의 수학식(6)과 같이 계산한다.

[0060] [수학식 6]

$$P_{\Delta}(t) = \int_{L \subset \Delta} \mu_c(x, y) dl$$

[0061]

[0062] 여기서 μ_c 는 엑스선이 조사되는 대상물체의 물리적 특성과 엑스선이 대상 물체를 투과하는 거리에 따라 달라지는 엑스선 감쇠 계수이며, L은 엑스선이 통과하는 대상물체 외부 영역의 길이를 의미한다.

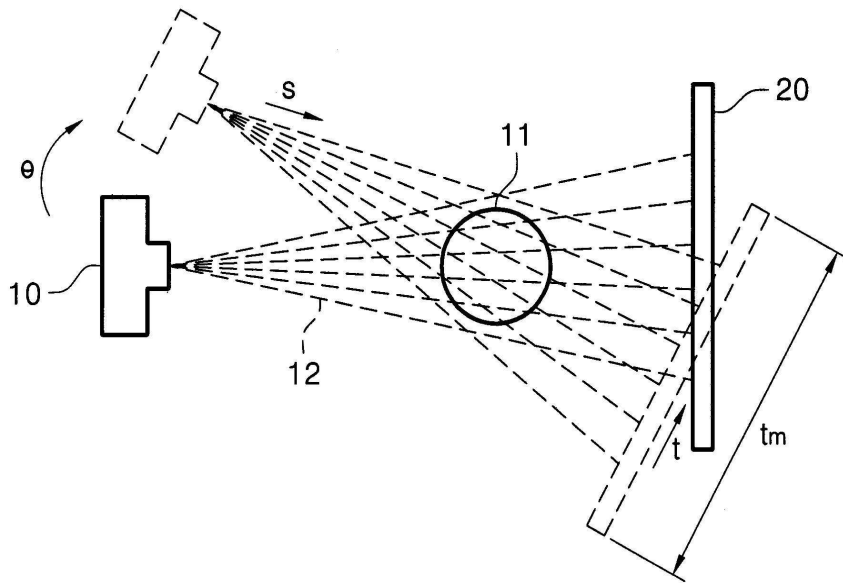
- [0063] 관심 영역의 투영 데이터($P_{\Delta}(t)$)에서 외부 영역의 가상 토모신세스 투영 데이터($P_{\Delta}(t)$)를 차감하여 관심 영역에 중첩되어 있는 외부 영역의 투영 데이터 성분을 제거한 차감 투영 데이터를 계산하고(S50), 계산한 차감 투영 데이터를 재구성하여 관심 영역의 고해상도 토모신세스 단면 영상을 획득한다(S60).
- [0064] 본 발명이 적용되는 분야에 따라 관심 영역을 설정하기 위한 사용자 명령과 관심 영역의 해상도를 설정하기 위한 사용자 명령은 갠트리 또는 대상물체 지지 몸체의 이동 명령으로 입력되며, 이 경우 제1 위치 정보는 갠트리 또는 대상물체 지지 몸체의 이동 위치 계산되어 가상 투영 데이터 계산부로 제공되며 가상 투영 데이터 계산부는 제1 위치 정보에 기초하여 가상 토모신세스 투영 데이터를 계산한다.
- [0065] 도 7은 본 발명에 따른 엑스선 단면 영상 재구성 장치의 컴퓨터 모의실험을 위한 대상물체인 알파벳 팬텀의 형상을 도시하고 있다. 한편, 도 8(a)는 알파벳 H위치면의 시티 단면 영상을 도시하고 있으며, 도 8(b)는 종래 기술에 따른 알파벳 H 위치면의 외부 영역의 중첩에 의한 아티팩트가 나타난 토모신세스 단면 영상을 도시하고 있으며, 도 8(c)는 본 발명에 따른 고해상도 토모신세스 영상 재구성 장치에 의해 획득된 알파벳 H 위치면의 단면 영상을 도시하고 있다.
- [0066] 도 7에 도시되어 있는 것과 같이, 엑스선 발생기(S)와 엑스선 검출기(D) 사이에 대상물체인 알파벳 팬텀이 놓여 있다. 알파벳 팬텀은 직육면체 모양으로 안에 알파벳 K, H, U의 세 글자의 형상으로 엑스선 감쇠 계수가 분포해 있다. 알파벳 팬텀에 대해 시티 단면 영상을 촬영하고 알파벳 H 형상이 있는 알파벳 H위치면의 시티 단면 영상을 나타낸 것이 도 8(a)이다. 시티 단면 영상은 투영 데이터의 확대율을 1.3으로 한 경우이다. 알파벳 팬텀에 대해 확대율 3.9, 촬영 각도 범위 60도에서 알파벳 H위치면에 대해 외부 영역에 대한 아티팩트를 제거하지 않은 상태의 토모신세스 단면 영상을 나타낸 것이 도 8(b)이다. 도 8(b)에 도시되어 있는 것과 같이 토모신세스 단면 영상은 3.9의 높은 확대율로 인하여 알파벳 H 형상은 도 8(a)에 도시되어 있는 시티 단면 영상보다 더 좋은 해상도로 표현되고 있으나 제한된 촬영 각도 범위 때문에 알파벳 H 위치면 이외의 외부 영역에서 기인하는 아티팩트(artifact) 성분도 합쳐져서 보인다. 도 8(c)에 도시되어 있는 것과 같이 본 발명에 따른 고해상도 토모신세스 영상 재구성 장치에 의한 알파벳 H 위치면의 단면 영상은 관심 영역 이외의 외부 영역 성분이 제거되어 영상의 화질이 개선됨을 관찰할 수 있다.
- [0067] 도 9는 종래 기술에 따른 토모신세스 단면 영상의 프로파일(a)과 본 발명에 따른 토모신세스 단면 영상의 프로파일(b)을 도시하고 있다. 단면 영상의 프로파일은 화질 개선의 정도를 보다 정확히 확인하기 위한 것으로, 도 8(b) 및 도 8(c)에 각각 도시한 흰색 점선을 따라 영상의 화소세기(pixel intensity)를 나타낸 것이다. 본 발명에 따른 단면 영상의 프로파일(도 9(b))은 토모신세스 단면 영상의 프로파일(도 9(a))과 비교하여 화소 세기가 명확하게 구분되어 있음을 확인할 수 있으며, 이는 본 발명에 따른 단면 영상이 종래의 토모신세스 단면 영상보다 대조도가 크게 개선되었음을 알 수 있다.
- [0068] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

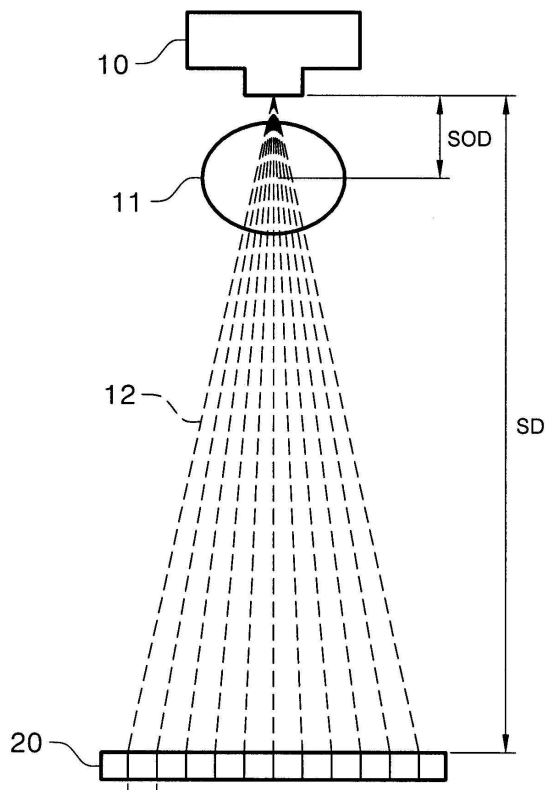
- [0069]
- | | |
|-----------------|----------------------|
| 310: 시티 영상 재구성부 | 320: 외부 영역 시티 영상 계산부 |
| 310: 위치 계산부 | 340: 가상 투영 데이터 계산부 |
| 350: 차감부 | 360: 토모신세스 영상 재구성부 |

도면

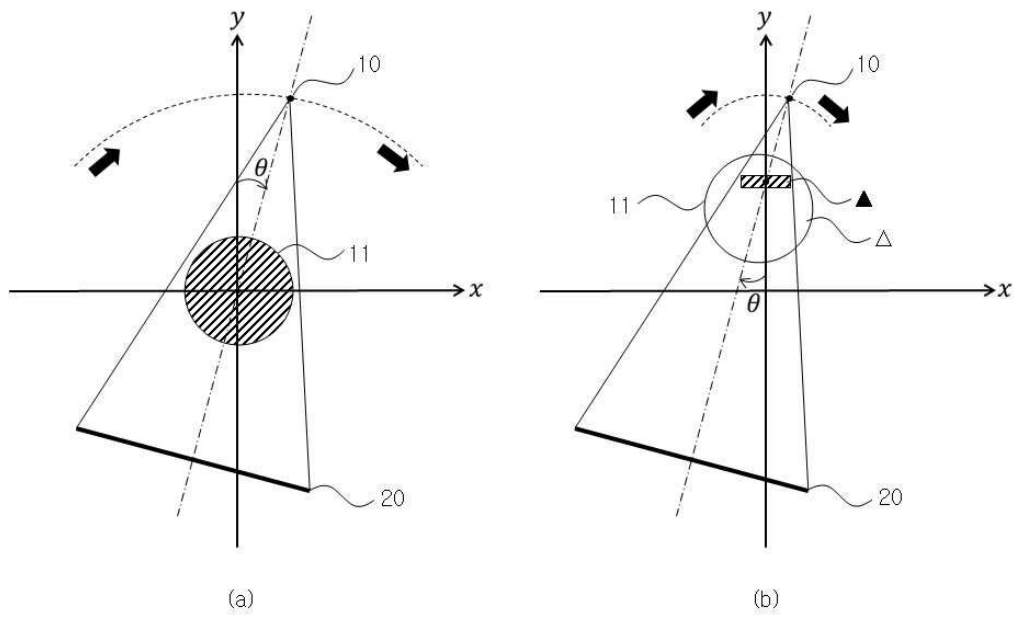
도면1



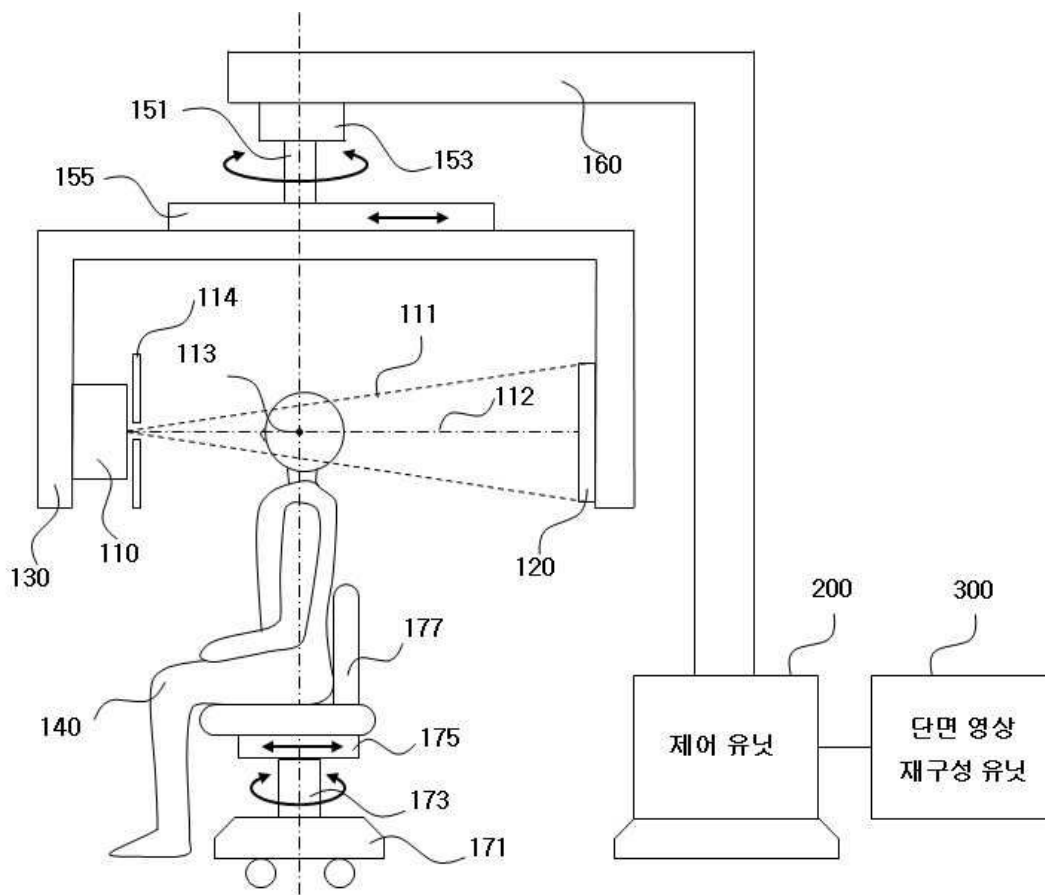
도면2



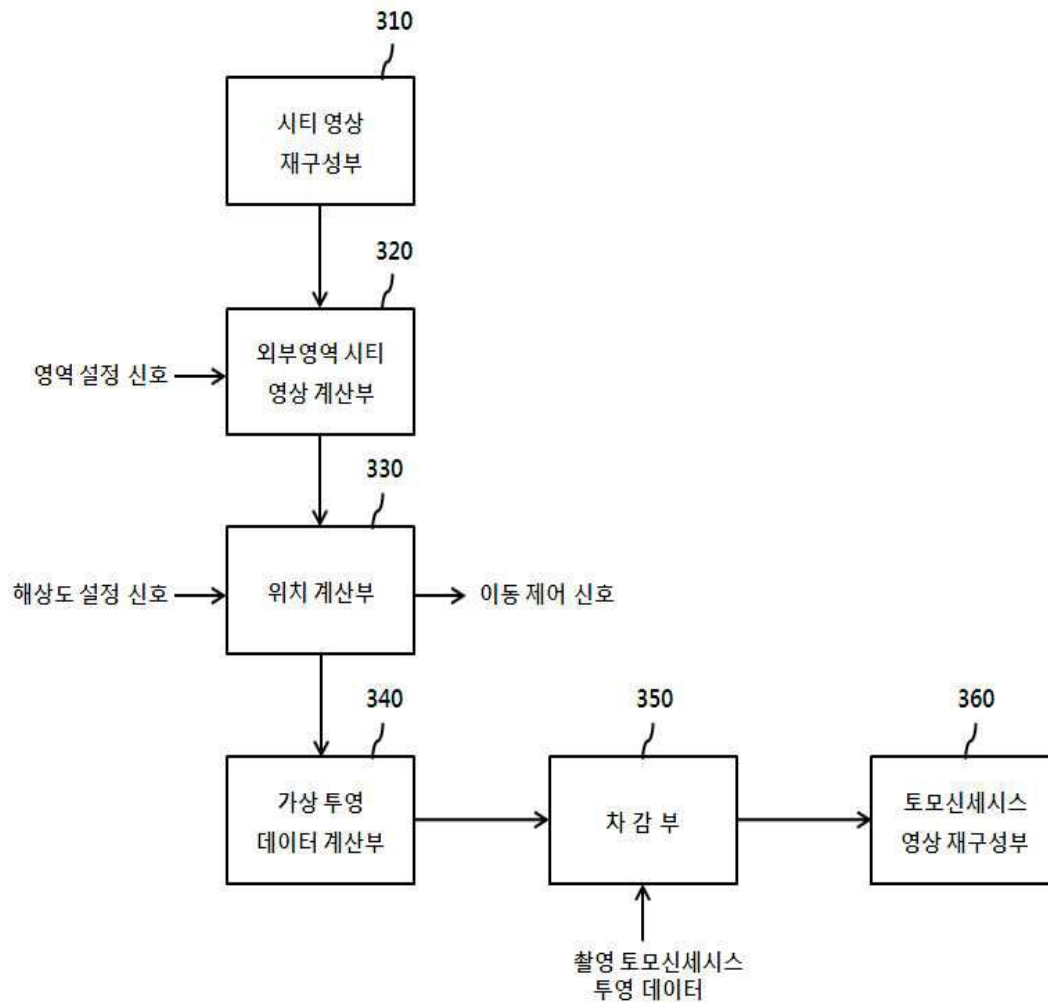
도면3



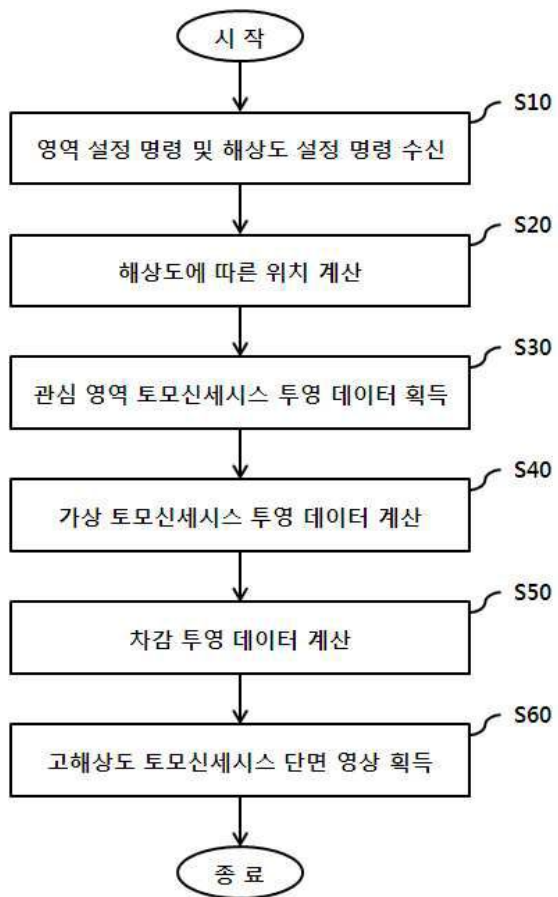
도면4



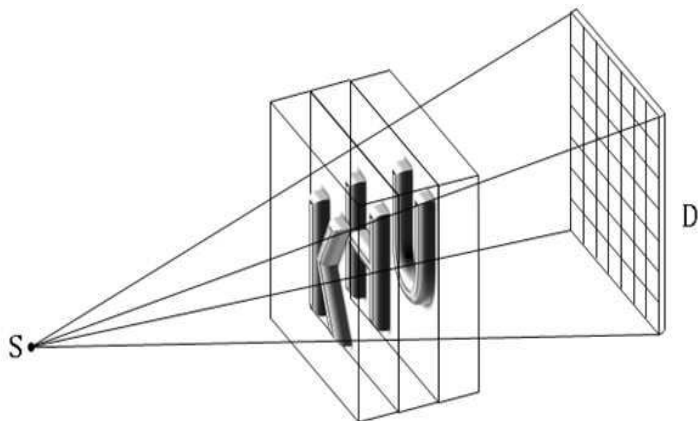
도면5



도면6



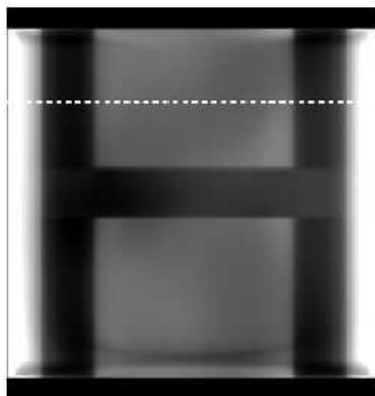
도면7



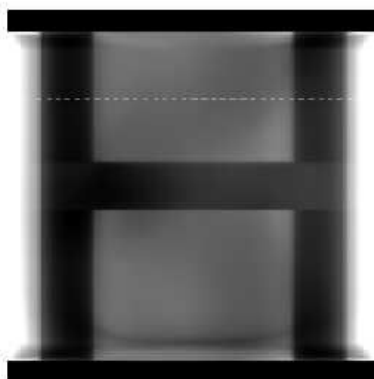
도면8



(a)



(b)



(c)

도면9

