



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2012년12월21일  
(11) 등록번호 10-1214377  
(24) 등록일자 2012년12월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 6/03 (2006.01) A61B 6/08 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2011-0096207  
(22) 출원일자 2011년09월23일  
심사청구일자 2011년09월23일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP09173330 A  
JP2002336237 A  
JP2005058309 A  
KR101038741 B1

(73) 특허권자  
한국전기연구원  
경상남도 창원시 성산구 불모산로10번길 12 (성주동)  
(72) 발명자  
최재구  
경기도 안산시 단원구 고잔동 720번지 푸르지오5 차아파트 504동 702호  
최영욱  
경기도 안양시 동안구 평촌동 932-6 꿈라이프 아파트 101-806  
(74) 대리인  
특허법인명문

전체 청구항 수 : 총 6 항

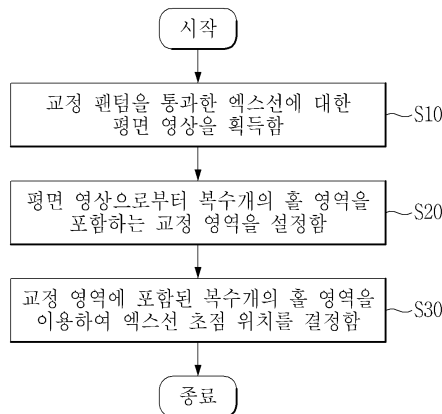
심사관 : 김재호

(54) 발명의 명칭 **교정 팬텀을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법**

**(57) 요약**

본 발명은 교정 팬텀을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 유방 영상 합성 기술(Digital Breast Tomosynthesis:DBT)에 의해 획득되는 유방에 대한 3차원 영상의 정확도를 향상시키기 위한 교정 팬텀을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법에 관한 것이다. 본 발명은 복수 개의 홀이 형성된 교정 팬텀(calibration phantom)을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법에 있어서, (a) 상기 교정 팬텀을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상을 획득하는 단계; (b) 상기 획득된 평면 영상으로부터 상기 복수 개의 홀에 의해 형성되는 복수 개의 홀 영역을 포함하는 교정 영역을 설정하는 단계; 및 (c) 상기 설정된 교정 영역에 포함된 복수 개의 홀 영역을 이용하여 상기 엑스선 초점 위치를 결정하는 단계를 포함한다. 본 발명에 의하면 교정 팬텀을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상인 2차원 투사 영상에서 엑스선의 컷오프 현상에 의해 발생하는 홀 영역들 간의 거리 오차에 관계없이 엑스선의 초점 위치를 정확하게 교정할 수 있으므로 2차원 투사 영상의 정확도를 향상시켜 결과적으로 유방 영상 합성 기술(Digital Breast Tomosynthesis:DBT)에 의해 획득되는 유방에 대한 3차원 영상의 정확도를 향상시킬 수 있는 효과를 갖는다.

**대표도** - 도5



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

복수 개의 홀이 형성된 교정 팬텀(calibration phantom)을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법에 있어서,

- (a) 상기 교정 팬텀을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상을 획득하는 단계;
- (b) 상기 획득된 평면 영상으로부터 상기 복수 개의 홀에 의해 형성되는 복수 개의 홀 영역을 포함하는 교정 영역을 설정하는 단계; 및
- (c) 상기 설정된 교정 영역에 포함된 복수 개의 홀 영역을 이용하여 상기 엑스선 초점 위치를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 교정 팬텀을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법.

**청구항 2**

제 1항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

- (c1) 상기 설정된 교정 영역에 포함된 복수 개의 홀 영역 중 상기 교정 영역의 각 모서리에 최인접한 홀 영역을 결정한 후 상기 결정된 각 홀 영역의 중심점으로부터 상기 교정 영역 상에 1차 결정되는 엑스선 초점 위치까지의 거리를 산출하는 단계;
- (c2) 상기 교정 영역 상에 상기 결정된 각 홀 영역의 중심점을 중심으로 하고 상기 산출된 각 거리를 반지름으로 하는 호를 생성하는 단계;
- (c3) 상기 생성된 각 호에 의해 발생하는 교점의 좌표에 대한 이상 유무를 확인한 후 상기 교점 좌표가 이상이 없으면 상기 교점 좌표의 평균값을 계산하는 단계;
- (c4) 상기 (c1) 단계에서 결정된 각 홀 영역에 최인접한 순서대로 상기 교정 영역에 포함된 복수 개의 홀 영역 모두에 대하여 상기 (c1) 단계 내지 (c3) 단계를 반복 수행하는 단계; 및
- (c5) 상기 (c1) 단계 내지 (c4) 단계에서 계산된 복수 개의 상기 교점 좌표의 평균값에 대한 평균값을 계산한 후 상기 계산된 평균값을 상기 엑스선 초점 위치로 최종 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 교정 팬텀을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법.

**청구항 3**

제 2항에 있어서,

상기 (c1) 단계에서,

상기 교정 영역의 각 모서리에 최인접한 홀 영역의 중심점으로부터 상기 1차 결정된 엑스선 초점까지의 거리는 하기 수학식에 의해 산출되는 것을 특징으로 하는 교정 팬텀을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법.

$$r_i = d \times \left(1 - \frac{A_i}{A_c}\right)$$

여기에서,  $r_i$ 는 홀 영역  $i$ 로부터 상기 1차 결정된 엑스선 초점까지의 거리,  $d$ 는 교정 영역 상에 1차 결정되는 엑스선 초점 위치로부터 교정 영역의 모서리와 최인접한 홀 영역의 중심까지의 거리,  $A_i$ 는 홀 영역  $i$ 의 면적, 및  $A_c$ 는 교정 팬텀에 형성된 홀의 면적을 의미한다.

**청구항 4**

제 2항에 있어서,

상기 (c3) 단계에서,

상기 교점 좌표의 이상 유무를 확인하는 단계는 상기 교점의 x,y 좌표값의 분산값이 미리 결정된 기준값을 초과하는지를 확인하는 단계이고, 상기 교점 좌표의 분산값이 미리 결정된 기준값을 초과하는 경우 상기 (c1) 단계 내지 (c2) 단계를 반복 수행하는 것을 특징으로 하는 교정 팬텀을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법.

**청구항 5**

제 2항에 있어서,

상기 (c1) 단계에서,

상기 교정 영역 상에 1차 결정되는 엑스선 초점 위치는 상기 교정 영역에 포함된 복수 개의 홀 영역 중 상기 교정 팬텀에 형성되는 홀에 대한 면적 대비 비율값이 1에 가장 가까운 값을 갖는 홀 영역의 중심점인 것을 특징으로 하는 교정 팬텀을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법.

**청구항 6**

제 1항에 있어서,

상기 (b) 단계에서,

상기 교정 영역은 정사각형 형태 또는 직사각형 형태로 설정되는 것을 특징으로 하는 교정 팬텀을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 교정 팬텀을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 유방 영상 합성 기술(Digital Breast Tomosynthesis:DBT)에 의해 획득되는 유방에 대한 3차원 영상의 정확도를 향상시키기 위한 교정 팬텀을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 유방 영상 합성 기술(Digital Breast Tomosynthesis : DBT)이란 디지털 유방 촬영술(Digital mammography)의 연장선상에 있는 기술을 의미한다.

[0003] 도 1은 일반적인 DBT 시스템의 동작 참고도이다. 도 1에 도시된 바와 같이 DBT 시스템의 경우 엑스레이 튜브(T)와 같은 엑스선원이 유방(B)에 대하여 아크 선상에서 회전하면서 각각 다른 각도에서 엑스선을 조사하면 상기 조사된 엑스선이 유방(B)을 투과한 후 엑스선 검출기(D)에 투사되며, 엑스선 검출기(D)는 서로 다른 각도에서 조사되는 엑스선으로부터 다수의 2차원 투사 영상을 얻은 후 이를 이용하여 유방(B)에 대한 3차원 영상인 단층 영상을 재구성하게 된다.

[0004] 이와 같이, DBT의 경우 다수의 2차원 투사 영상을 이용하여 유방(B)에 대한 3차원 영상인 단층 영상을 재구성하므로 2차원 투사 영상의 정확도가 필수적으로 담보되어야 하며, 이를 위하여 DBT 시스템의 각 구성 요소들의 기하학적 위치에 대한 정확한 보정이 필수적으로 요구된다.

[0005] 다시 말해서, DBT 시스템을 구성하는 구성 요소들인 엑스레이 튜브(T), 엑스선 검출기(D), 및 엑스레이 튜브(T)와 엑스선 검출기(D)를 지지하는 지지대 등의 정렬이 요구되는데, 이러한 구성 요소들의 정렬은 경사계(inclinometer)를 이용하거나 또는 기계적 조정에 의해 비교적 용이하게 이루어질 수 있다.

[0006] 반면, 엑스레이 튜브(T)에서 조사되는 엑스선의 경우 특별한 형태가 없고 눈에 보이지 않으므로 2차원 투사 영상에서 엑스선의 초점 위치를 교정하는 것이 용이하지 못한 문제점이 있었다.

[0007] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 다수의 홀이 형성된 교정 팬텀(calibration phantom)을 이용하여 엑스레이 튜브(T)로부터 조사된 후 교정 팬텀을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상을 엑스선 검출기(D)에서 검출한 후 상기 검출된 영상을 분석하여 엑스레이 튜브(T)로부터 조사되는 엑스선의 초점 위치를 교정하는 방식이 적용되었다.

[0008] 그러나, 교정 팬텀을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상의 경우 교정 팬텀에 형성된 홀과 홀 사이에 존재하는 격벽에 의해 엑스선의 컷오프가 발생하므로 실제 교정 팬텀에 형성된 홀과 홀 사이의 거리와 교정 팬텀을 통과한

엑스선에 대한 평면 영상에서 확인되는 홀과 홀 사이의 거리의 차이가 발생하게 되며, 이에 따라 교정 팬텀을 통과한 엑스선 대한 평면 영상을 이용한 엑스선 초점 위치 교정의 정확도가 떨어지는 문제점이 있었다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하고자 안출된 것으로 교정 팬텀을 통과한 엑스선 평면 영상에서 엑스선의 컷오프에 의해 발생하는 오차와 관계없이 엑스선의 초점 위치를 정확하게 교정할 수 있는 교정 팬텀을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 교정 팬텀을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법은 복수 개의 홀이 형성된 교정 팬텀(calibration phantom)을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법에 있어서, (a) 상기 교정 팬텀을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상을 획득하는 단계; (b) 상기 획득된 평면 영상으로부터 상기 복수 개의 홀에 의해 형성되는 복수 개의 홀 영역을 포함하는 교정 영역을 설정하는 단계; 및 (c) 상기 설정된 교정 영역에 포함된 복수 개의 홀 영역을 이용하여 상기 엑스선 초점 위치를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 상기 (c) 단계는 (c1) 상기 설정된 교정 영역에 포함된 복수 개의 홀 영역 중 상기 교정 영역의 각 모서리에 최인접한 홀 영역을 결정한 후 상기 결정된 각 홀 영역의 중심점으로부터 상기 교정 영역 상에 1차 결정되는 엑스선 초점 위치까지의 거리를 산출하는 단계; (c2) 상기 교정 영역 상에 상기 결정된 각 홀 영역의 중심점을 중심으로 하고 상기 산출된 각 거리를 반지름으로 하는 호를 생성하는 단계; (c3) 상기 생성된 각 호에 의해 발생하는 교점의 좌표에 대한 이상 유무를 확인한 후 상기 교점 좌표가 이상이 없으면 상기 교점 좌표의 평균값을 계산하는 단계; (c4) 상기 (c1) 단계에서 결정된 각 홀 영역에 최인접한 순서대로 상기 교정 영역에 포함된 복수 개의 홀 영역 모두에 대하여 상기 (c1) 단계 내지 (c3) 단계를 반복 수행하는 단계; 및 (c5) 상기 (c1) 단계 내지 (c4) 단계에서 계산된 복수 개의 상기 교점 좌표의 평균값에 대한 평균값을 계산한 후 상기 계산된 평균값을 상기 엑스선 초점 위치로 최종 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 (c1) 단계에서 상기 교정 영역의 각 모서리에 최인접한 홀 영역의 중심점으로부터 상기 1차 결정된 엑스선 초점까지의 거리는 하기 수학식에 의해 산출될 수 있다.

$$r_i = d \times \left(1 - \frac{A_i}{A_c}\right)$$

[0013] 여기에서,  $r_i$ 는 홀 영역  $i$ 로부터 상기 1차 결정된 엑스선 초점까지의 거리,  $d$ 는 교정 영역 상에 1차 결정되는 엑스선 초점 위치로부터 교정 영역의 모서리와 최인접한 홀 영역의 중심까지의 거리,  $A_i$ 는 홀 영역  $i$ 의 면적, 및  $A_c$ 는 교정 팬텀에 형성된 홀의 면적을 의미할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 (c3) 단계에서 상기 교점 좌표의 이상 유무를 확인하는 단계는 상기 교점의  $x, y$  좌표값의 분산값이 미리 결정된 기준값을 초과하는지를 확인하는 단계이고, 상기 교점 좌표의 분산값이 미리 결정된 기준값을 초과하는 경우 상기 (c1) 단계 내지 (c2) 단계를 반복 수행할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 (c1) 단계에서 상기 교정 영역 상에 1차 결정되는 엑스선 초점 위치는 상기 교정 영역에 포함된 복수 개의 홀 영역 중 상기 교정 팬텀에 형성되는 홀에 대한 면적 대비 비율값이 1에 가장 가까운 값을 갖는 홀 영역의 중심점일 수 있다.

[0017] 또한, 상기 (b) 단계에서 상기 교정 영역은 정사각형 형태 또는 직사각형 형태로 설정될 수 있다.

**발명의 효과**

[0018] 본 발명에 의하면 교정 팬텀을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상인 2차원 투사 영상에서 엑스선의 컷오프 현상에 의해 발생하는 홀 영역들 간의 거리 오차에 관계없이 엑스선의 초점 위치를 정확하게 교정할 수 있으므로 2차원 투사 영상의 정확도를 향상시켜 결과적으로 유방 영상 합성 기술(Digital Breast Tomosynthesis:DBT)에 의해 획득되는 유방에 대한 3차원 영상의 정확도를 향상시킬 수 있는 효과를 갖는다.

**도면의 간단한 설명**

- [0019] 도 1은 일반적인 DBT 시스템의 동작 참고도,
- 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 교정 팬텀의 참고도,
- 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 교정 팬텀을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상의 참고도,
- 도 4는 도 3의 교정 팬텀을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상의 참고 그래프,
- 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 교정 팬텀을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법의 순서도,
- 도 6은 도 5의 S30에 대한 상세 순서도, 및
- 도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 교정 팬텀을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법의 참고도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0020] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 우선 각 도면의 구성 요소들에 참조 부호를 첨가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 또한, 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 설명할 것이나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정하거나 제한되지 않고 당업자에 의해 실시될 수 있음은 물론이다.
- [0021] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 교정 팬텀의 참고도, 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 교정 팬텀을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상의 참고도, 및 도 4는 도 3의 교정 팬텀을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상의 참고 그래프이다.
- [0022] 도 2에 도시된 바와 같이 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 교정 팬텀(calibration phantom)은 각각 196개의 홀이 형성된 5개의 멀티 홀 콜리메이터(multi-hole collimator)를 적층한 형태로 구성되며(도 2의 (a)), 각 멀티홀 콜리메이터에 형성된 홀(H)의 직경은 1.5mm, 각 홀 간의 간격은 2mm, 및 홀의 깊이는 50mm일 수 있다.(도 2의 (b))
- [0023] 도 3에 도시된 바와 같이 엑스선 튜브(T)와 같은 엑스 선원으로부터 조사되는 엑스선이 수직으로 통과하게 되는 교정 팬텀(CP)의 중심부에 형성된 홀(h1)에 비하여 교정 팬텀(CP)의 중심부에 형성된 홀(h1)에 대하여 소정 거리만큼 이격되어 위치하는 홀(h2)을 통과하는 엑스선의 경우 소정 각도로 홀(h2)을 통과하게 되므로 홀(h1)과 홀(h2) 사이의 격벽에 의한 엑스선의 컷오프 현상이 발생하게 된다.
- [0024] 따라서, 교정 팬텀(CP)을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상(I2)을 확인해보면 교정 팬텀(CP)의 중심부에 형성된 홀(h1)을 통과한 엑스선에 의해 교정 팬텀(CP)의 중심부에 형성된 홀(h1)은 평면 영상(I2)에 원형으로 나타나게 되는 반면, 교정 팬텀(CP)의 중심부에 형성된 홀(h1)에 대하여 소정 거리만큼 이격되어 위치하는 홀(h2)의 경우 엑스선의 컷오프 현상에 의해 평면 영상(I2)에 럭비공 형태와 유사한 타원 형태를 갖게 되며, 교정 팬텀(CP)의 중심부에 형성된 홀(h1)에 대하여 거리가 멀어질수록 평면 영상(I2)에 나타나는 홀이 더 좁아지는 형태가 될 수 있다.
- [0025] 또한, 교정 팬텀(CP)에 형성된 두 홀(h1, h2)간의 실제 거리(d1)와 평면 영상(I2)에서 확인가능한 교정 팬텀(CP)에 형성된 두 홀(h1, h2) 간의 거리(d2)는 엑스선의 컷오프 현상에 의해 서로 상이하게 된다.
- [0026] 도 4에 도시된 바와 같이 교정 팬텀(CP)을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상(I2)에서 원형으로 나타나는 영역의 중심부(다시 말해서, 교정 팬텀(CP)의 중심부에 형성된 홀(h1)이 포함된 영역)와의 거리 차이를 x축으로 하고, 교정 팬텀(CP)을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상(I2)에서 원형으로 나타나는 영역 대비 면적 비율(다시 말해서, 교정 팬텀(CP)을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상(I2)에서 교정 팬텀(CP)의 중심부에 형성된 홀(h1)이 포함된 영역과 교정 팬텀(CP)에 형성된 다른 홀들이 포함된 각 영역의 면적 비율)을 y축으로 하는 그래프의 경우 교정 팬텀을 (CP) 통과한 엑스선에 대한 평면 영상(I2)의 중심부에서 좌측 방향으로 멀어지는 형태의 그래프(도 4의 (a))와 교정 팬텀(CP)을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상(I2)의 중심부에 대각선 방향으로 멀어지는 형태의 그래프(도 4의 (b))에서 모두 반비례 형태의 선형성을 갖는 것을 확인할 수 있다.
- [0027] 도 3과 도 4에 도시된 바와 같이 교정 팬텀(CP)에 형성된 복수 개의 홀에 의해 교정 팬텀(CP)을 통과한 엑스선

에 대한 평면 영상(12)에 포함되는 복수 개의 홀 영역의 면적 비율과 거리 관계를 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법에 대하여 도 5 내지 도 7을 참조하여 보다 상세하게 설명하도록 한다.

- [0028] 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 교정 팬텀을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법의 순서도, 도 6은 도 5의 S30에 대한 상세 순서도, 및 도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 교정 팬텀을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법의 참고도이다.
- [0029] S10에서 교정 팬텀(CP)을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상을 획득한다.
- [0030] 이때, 교정 팬텀(CP)을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상은 도 7의 (a)에 도시된 바와 같이 교정 팬텀(CP)에 형성된 복수 개의 홀에 의하여 형성되는 복수 개의 홀 영역을 포함할 수 있다.
- [0031] S20에서 S10에서 획득된 평면 영상으로부터 상기 복수 개의 홀에 의하여 형성되는 복수 개의 홀 영역을 포함하는 교정 영역을 설정한다.
- [0032] 이때, 상기 교정 영역은 도 7의 (b)에 도시된 바와 같은 정사각형 형태 또는 직사각형 형태로 설정될 수 있으며, 상기 교정 영역에 포함되는 복수 개의 홀 영역의 갯수는 상기 교정 영역이 정사각형 형태인 경우 도 7의 (b)에 도시된 바와 같이 49개(7x7) 이거나 또는 64개(8x8)일 수 있고, 상기 교정 영역이 직사각형 형태인 경우 42개(6x7) 이거나 또는 63개(7x9)일 수 있다.
- [0033] 또한, 상기 교정 영역을 구상하는 단일 픽셀의 사이즈는 0.075mm x 0.075mm일 수 있고, 상기 교정 영역 상의 엑스선 초점 사이즈는 0.3mm x 0.3mm 일 수 있다.
- [0034] S30에서 S20에서 설정된 교정 영역에 포함된 복수 개의 홀 영역을 이용하여 상기 엑스선 초점 위치를 결정하면 종료가 이루어진다.
- [0035] 이때, S30의 상세 과정은 이하 도 6과 도 7을 참조하여 보다 상세하게 설명하도록 한다.
- [0036] 도 6에 도시된 바와 같이 S31에서 상기 설정된 교정 영역에 포함된 복수 개의 홀 영역 중 상기 교정 영역의 각 모서리에 최 인접한 홀 영역(도 7의 (b)에서 c1, c2, c3, c4)을 결정한 후 상기 결정된 각 홀 영역(도 7의 (b)에서 c1, c2, c3, c4)의 중심점으로부터 상기 교정 영역 상에 1차 결정되는 엑스선 초점 위치까지의 거리를 산출한다.
- [0037] 이때, 상기 교정 영역 상에 1차 결정되는 엑스선 초점 위치는 교정 팬텀(CP)의 홀 영역의 면적 대비 비율값이 1에 가장 가까운 값을 갖는 홀 영역의 중심부로 결정될 수 있는데, 다시 말해서 상기 교정 영역에 포함된 복수 개의 홀 영역 중 교정 팬텀(CP)에 의해 미리 결정되는 홀의 형태인 원의 형태와 가장 유사한 형태를 갖는 홀 영역의 중심부일 수 있다.
- [0038] 또한, S31에서 상기 결정된 각 홀 영역으로부터 상기 교정 영역 상에 1차 결정된 엑스선 초점 위치까지의 거리는 아래의 수학식에 의해 산출될 수 있다.

**수학식 1**

$$r_i = d \times \left(1 - \frac{A_i}{A_c}\right)$$

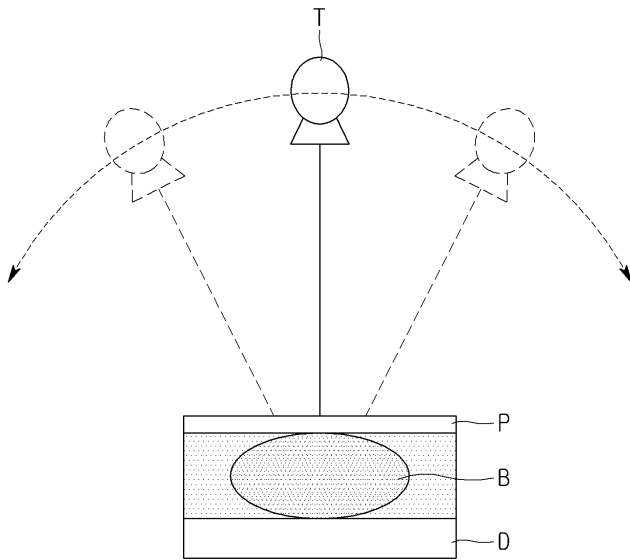
- [0039]
- [0040] 여기에서,  $r_i$ 는 홀 영역 i로부터 상기 1차 결정된 엑스선 초점 위치까지의 거리,  $d$ 는 교정 영역 상에 1차 결정되는 엑스선 초점 위치로부터 교정 영역의 모서리와 최인접한 홀 영역의 중심까지의 거리,  $A_i$ 는 홀 영역 i의 면적, 및  $A_c$ 는 교정 팬텀에 형성된 홀의 면적을 의미한다.
- [0041] S32에서 상기 교정 영역 상에 결정된 각 홀 영역의 중심점을 중심으로 하고 상기 산출된 각 거리를 반지름으로 하는 호(도 7의 (b)에서 a1, a2, a3, a4)를 생성한다.
- [0042] S33에서 상기 생성된 각 호(도 7의 (b)에서 a1, a2, a3, a4)에 의해 발생하는 교점(도 7의 (b)에서 ip1, ip2, ip3, ip4)의 x,y 좌표값의 이상 유무를 확인한다.
- [0043] 이때, 상기 교점(도 7의 (b)에서 ip1, ip2, ip3, ip4)의 x,y 좌표값의 이상 유무 확인은 상기 교점(도 7의

(b)에서 ip1, ip2, ip3, ip4)의 x 좌표값의 분산값 및 y 좌표값의 분산값이 미리 결정된 기준값을 초과하는지를 확인하는 방식으로 이루어질 수 있으며, 상기 미리 결정된 기준값은 상기 교정 영역을 구성하는 복수 개의 픽셀 중 3픽셀의 길이 일 수 있다.(예를 들어,  $0.075 \times 3 = 0.225[\text{mm}]$ )

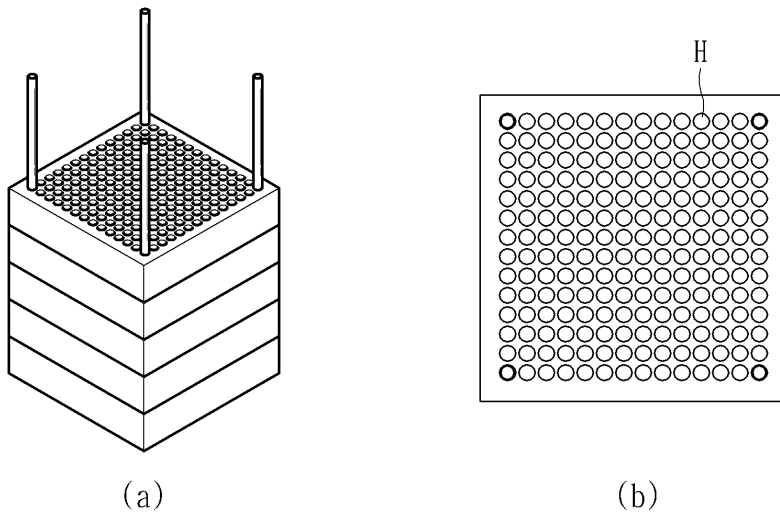
- [0044] 이때, 상기 미리 결정된 기준값은 앞서 설명한 상기 교정 영역 상의 엑스선 초점 사이즈( $0.3\text{mm} \times 0.3\text{mm}$ )를 고려한 값일 수 있다.
- [0045] S34에서 상기 교점의 x,y 좌표값의 분산값이 미리 결정된 기준값을 초과하는 경우 상기 교점의 x,y 좌표값에 이상이 있는 것으로 판단하여 S31 내지 S33 단계가 반복 수행되며, 상기 교점의 x,y 좌표값의 분산값이 미리 결정된 기준값 이하인 경우 상기 교점의 x,y 좌표값에 이상이 없는 것으로 판단하여 S35에서 상기 교점의 x,y 좌표값에 대한 평균값을 계산한다.(도 7의 (c)에서 fs1)
- [0046] 이때, 상기 교점의 x,y 좌표값의 분산값이 미리 결정된 기준값을 초과하는 경우 상기 수학적 식 1의 d 값을 조절하여 상기 결정된 각 홀 영역으로부터 상기 교정 영역 상에 1차 결정된 엑스선 초점 위치까지의 거리를 재산출하고, 이에 따라 재결정되는 상기 교점의 x,y 좌표값의 분산값이 미리 결정된 기준값을 초과하지 않도록 할 수 있다.(도 7의 (c))
- [0047] S36에서 S31에서 결정된 각 홀 영역(도 7의 (b)에서 c1, c2, c3, c4)에 최인접한 순서대로 홀 영역을 선택하고(도 7의 (d)에서 c11, c22, c33, c44) 선택된 각 홀 영역의 중심점으로부터 상기 교정 영역 상에 1차 결정된 엑스선 초점 위치와의 거리를 계산한 후 선택된 각 홀 영역의 중심점을 중심으로 하고 계산된 각 거리를 반지름으로 한 호(도 7의 (d)에서 a11, a22, a33, a44)를 생성하며 상기 생성된 각 호(도 7의 (d)에서 a11, a22, a33, a44)에 의해 발생하는 교점(도 7의 (d)에서 ip11, ip22, ip33, ip44)의 x,y 좌표값의 이상 유무를 확인한 후 이상이 없는 경우 상기 교점(도 7의 (d)에서 ip11, ip22, ip33, ip44)의 x,y 좌표값의 평균값(도 7의 (e)에서 fs2)을 계산하는 방식으로 상기 교정 영역에 포함된 모든 홀 영역에 대하여 S31 내지 S35를 반복 수행한다.
- [0048] S37에서 S31 내지 S36에서 생성된 복수 개의 교점 좌표의 평균값에 대한 평균값을 계산한 후 상기 계산 결과값을 엑스선 초점 위치로 최종 결정(도 7의 (f)에서 fs)하면 종료가 이루어진다.
- [0049] 본 발명의 교정 팬텀을 이용한 엑스선 초점 위치 교정 방법의 경우 고정 팬텀(CP)에 형성된 복수 개의 홀에 의해 교정 팬텀(CP)을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상(I2)에 포함되는 복수 개의 홀 영역의 면적 비율과 거리 관계를 이용하여 교정 팬텀(CP)을 통과한 엑스선에 대한 평면 영상(I2)인 2차원 투사 영상에서 교정 팬텀(CP)에 형성된 복수 개의 홀을 통과하는 엑스선의 컷오프 현상에 의해 발생하는 평면 영상(I2)에 포함된 복수 개의 홀 영역들 간의 거리 오차에 관계없이 평면 영상(I2)을 이용하여 엑스선의 초점 위치를 정확하게 교정할 수 있으므로 2차원 투사 영상의 정확도를 향상시켜 결과적으로 유방 영상 합성 기술(Digital Breast Tomosynthesis:DBT)에 의해 획득되는 유방에 대한 3차원 영상의 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0050] 또한, 미리 결정된 기준값에 따라 각 호에 의해 발생하는 교점의 x,y좌표값의 이상 유무를 결정하므로 결정되는 엑스선의 초점 위치는 대략 0.2mm 정도의 정확도를 가질 수 있다.
- [0051] 이상은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경, 및 치환이 가능할 것이다. 따라서 본 발명에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면들에 의해서 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구 범위에 위해서 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

도면1

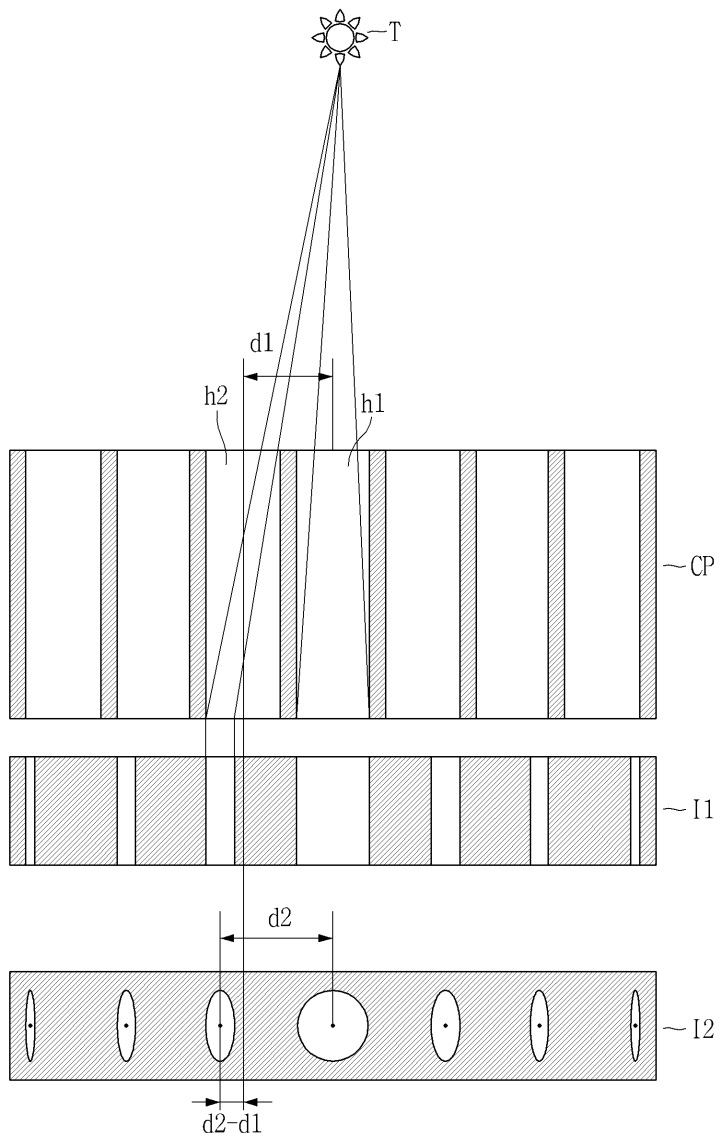


도면2

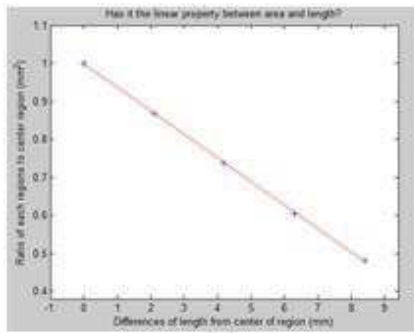




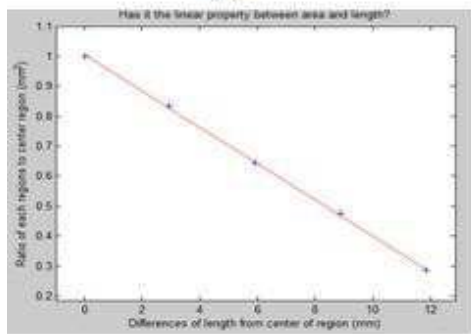
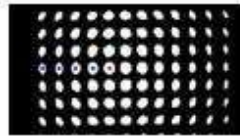
도면3



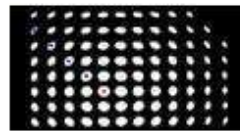
도면4



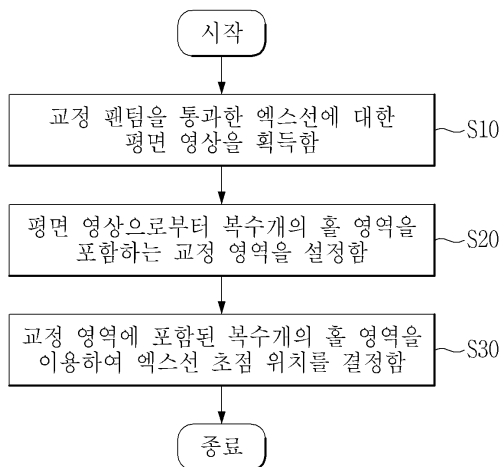
(a)



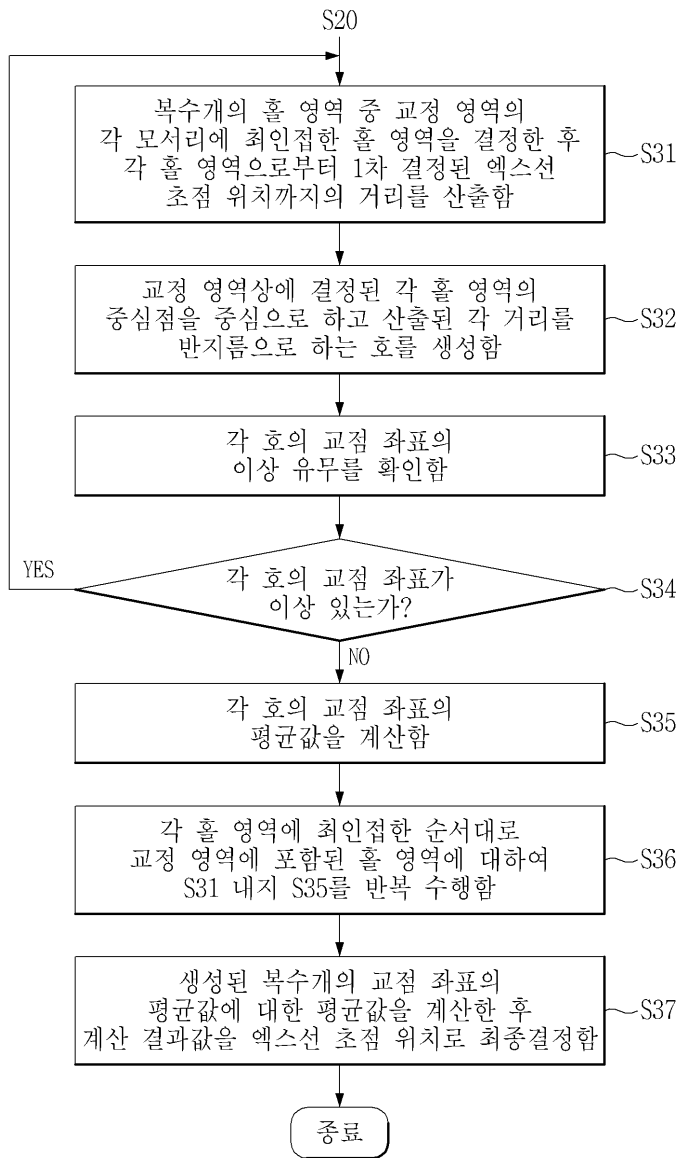
(b)



도면5



도면6



도면7

