



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0112291
(43) 공개일자 2017년10월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 6/00 (2006.01) G01N 23/207 (2006.01)
G01N 23/225 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 6/4014 (2013.01)
A61B 6/482 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0039147
(22) 출원일자 2016년03월31일
심사청구일자 2016년03월31일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
이레나
서울특별시 용산구 이촌로54길 5, 202호 (이촌동, 코스모스맨션)
이순혁
서울특별시 강서구 허준로 139, 307동 1303호 (가양동, 가양3단지강변아파트)
정재훈
서울특별시 강서구 강서로5나길 124-4, 308호 (화곡동)
(74) 대리인
김인철

전체 청구항 수 : 총 10 항

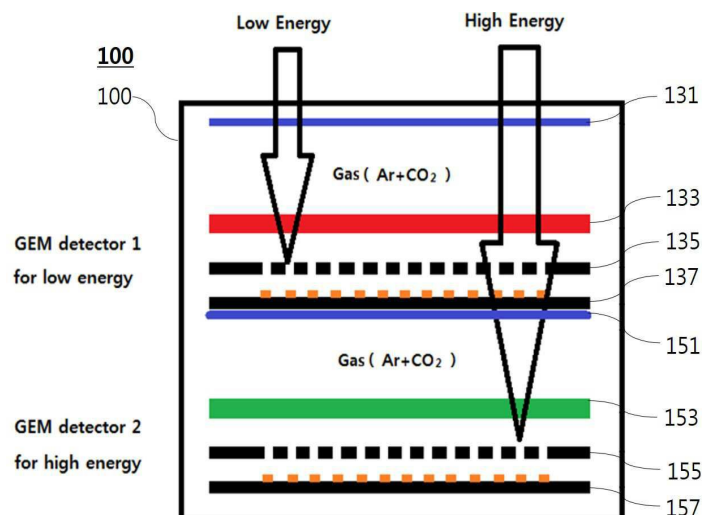
(54) 발명의 명칭 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 검출장치 및 X-선 영상 X-선 영상 촬영 시스템

(57) 요약

본 발명은 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 검출장치 및 X-선 영상 X-선 영상 촬영 시스템에 관한 것으로, GEM 챔버; 캐소드; 저에너지 X-선 반응 제1 신틸레이터, GEM 포일 및 제1 애노드가 나란히 배치되어 구성되는 저에너지 X-선 검출용 제1 검출장치; 및 고에너지 X-선 반응 제2 신틸레이터, GEM 포일, 제2 애노드가 나란히 배치되어 구성되는 고에너지 X-선 검출용 제2 검출장치를 포함하여 구성하되, 제1 검출장치 및 제2 검출장치는 GEM 챔버 내부에서 X-선 방향으로 직렬 배치되는 것을 특징으로 한다.

이와 같은 본 발명은, 하나의 장치 및 X-선 소스로 동시에 저에너지 및 고에너지 영역의 X-선 검출 및 영상을 획득할 수 있는 이중에너지 X-선 검출장치 및 영상 촬영 시스템을 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 23/2076 (2013.01)

G01N 23/2252 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415141137

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 지식경제 기술혁신사업

연구과제명 원자력 발전소 사고 후 방사성물질 확산을 방지하기 위한 원천기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2014.06.01 ~ 2016.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

GEM 챔버;

캐소드;

저에너지 X-선 반응 제1 신틸레이터, GEM 포일 및 제1 애노드가 나란히 배치되어 구성되는 저에너지 X-선 검출용 제1 검출장치; 및

고에너지 X-선 반응 제2 신틸레이터, GEM 포일, 제2 애노드가 나란히 배치되어 구성되는 고에너지 X-선 검출용 제2 검출장치를 포함하여 구성하되,

제1 검출장치 및 제2 검출장치는 GEM 챔버 내부에서 X-선 방향으로 직렬 배치되는 것을 특징으로 하는 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 검출장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 캐소드는,

제1 애노드에 대응되어 제1 검출장치에 배치되는 제1 캐소드; 및

제2 애노드에 대응되어 제2 검출장치에 배치되는 제2 캐소드를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 검출장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제1 신틸레이터는, ZnSe 또는 CsI를 재질로 하고,

상기 제2 신틸레이터는, Gd_2O_3 를 재질로 하는 것을 특징으로 하는 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 검출장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제1 애노드는,

저에너지 X-선 저지용 필터인 것을 특징으로 하는 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 검출장치.

청구항 5

GEM 챔버와, 캐소드와, 저에너지 X-선 반응 제1 신틸레이터, GEM 포일 및 제1 애노드가 나란히 배치되어 구성되는 저에너지 X-선 검출용 제1 검출장치와, 및 고에너지 X-선 반응 제2 신틸레이터, GEM 포일, 제2 애노드가 나란히 배치되어 구성되는 고에너지 X-선 검출용 제2 검출장치를 포함하여 구성하되, 제1 검출장치 및 제2 검출장치는 GEM 챔버 내부에서 X-선 방향으로 직렬 배치되는 이중 에너지 X-선 검출장치;

제1 애노드 및 제2 애노드와 연결되어 저에너지 영상 및 고에너지 영상을 생성하는 영상 생성부; 및

저에너지 영상 및 고에너지 영상을 합성하여 생성하는 영상 합성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 영상 촬영 시스템.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 영상 생성부는,

상기 제1 애노드와 연결되어 저에너지 X-선 영상을 생성하는 저에너지 영상 생성부; 및

상기 제2 애노드와 연결되어 고에너지 X-선 영상을 생성하는 고에너지 영상 생성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 영상 촬영 시스템.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 고에너지 영상 생성부는,

대상체(subject) 촬영하여 생성된 영상에서 데이터 베이스에 저장된 대상체(subject)가 없이 촬영된 영상을 차감하여 고에너지 영상을 생성하는 것을 특징으로 하는 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 영상 촬영 시스템.

청구항 8

청구항 5에 있어서,

상기 캐소드는,

제1 애노드에 대응되어 제1 검출장치에 배치되는 제1 캐소드; 및

제2 애노드에 대응되어 제2 검출장치에 배치되는 제2 캐소드를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 영상 촬영 시스템.

청구항 9

청구항 5에 있어서,

제1 애노드 및 제2 애노드는,

격자 형태의 전극으로, 격자 하나가 이미지의 1 픽셀에 대응되는 것을 특징으로 하는 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 영상 촬영 시스템.

청구항 10

청구항 5에 있어서,

상기 제1 신틸레이터는, ZnSe 또는 CsI를 재질로 하고,

상기 제2 신틸레이터는, Gd_2O_3 를 재질로 하는 것을 특징으로 하는 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 영상 촬영 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 X-선 검출장치 및 X-선 영상 촬영 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 하나의 장치 및 하나의 X-선 소스로 동시에 저에너지 및 고에너지 영역의 X-선 검출 및 영상을 획득할 수 있는 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 검출장치 및 X-선 영상 X-선 영상 촬영 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 방사선 이용 기술은 양전자 단층 촬영, X선 CT 등의 의료 분야, 각종 비파괴 검사 등의 공업 분야, 및 방사선 모니터나 소지품 검사 등의 보안 분야 등 다방면에 걸쳐, 현재도 눈부신 발전을 계속하고 있다.

[0003] 방사선 화상 검출기는, 방사선 이용 기술의 중요한 위치를 차지하는 요소 기술이며, 방사선 이용 기술의 발전에

따라, 검출 감도, 방사선의 입사 위치에 대한 위치 분해능, 또는 계수율 특성에 대해서 보다 고도의 성능이 요구되고 있다.

[0004] 또한, 방사선 이용 기술의 보급에 따라, 방사선 화상 검출기의 저비용화 및 유감(有感) 영역의 대면적화도 요구되고 있다. 상기 방사선 화상 검출기에 대한 요구에 응하기 위하여, 픽셀형 전극에 의한 가스 증폭을 이용한 입자선 영상 검출장치가 개발되었다. 해당 입자선 영상 검출장치는, 입사 입자선이 가스 분자를 전리하여 생성된 전자를 픽셀형 전극으로 검출하는 것으로, 위치 분해능 및 계수율 특성이 우수하고, 유감 영역을 용이하게 대형화할 수 있으며, 염가로 제작할 수 있다는 이점을 갖는다.

[0005] 그러나, 일반적인 X-선 검출장치는 에너지가 고정되어 있어서 대상체(subject)의 X선 투과도에 따라서 그 선명도가 다르게 검출된다. 예를 들어, 의료용 X-선 검출장치일 경우 뼈(bone)와 조직(tissue)이 한 검출기에서 별도의 장치 없이는 똑같은 선명도를 유지하기 어렵다.

[0006] 따라서 뼈와 조직을 유사한 선명도를 유지하면서 영상을 촬영하기 위해서는 다른 에너지를 갖는 2개의 X-선 소스를 사용하여 각각 촬영하여 영상을 합성하거나, 하나의 소스를 사용하되, 뼈, 혹은 조직에 맞는 필터(Filter)를 사용해서 한 종류의 물질에만 선명도를 맞춰서 역시 각각 촬영하여 영상을 합성할 수밖에 없는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2012-0004435호(공개일자: 2012년01월12일)

(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허공보 제10-2007-0063916호(공개일자: 2007년06월20일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명에 따른 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 검출장치 및 X-선 영상 X-선 영상 촬영 시스템은 다음과 같은 해결과제를 가진다.

[0009] 첫째, 본 발명은 하나의 X-선 소스로 동시에 저에너지 및 고에너지 영역의 X-선 검출 및 영상을 획득할 수 있는 이중에너지 X-선 검출장치 및 영상 촬영 시스템을 제공하고자 함이다.

[0010] 둘째, 본 발명은 하나의 장치로 두 개의 에너지 X-선 에너지 영역의 선명한 영상을 획득하여 고해상도의 합성 영상을 획득할 수 있는 이중에너지 X-선 검출장치 및 영상 촬영 시스템을 제공하고자 함이다.

[0011] 본 발명의 해결과제는 이상에서 언급한 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상술한 과제를 해결하고자 하는 본 발명의 제1 특징은 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 검출장치로, GEM 챔버; 캐소드; 저에너지 X-선 반응 제1 신틸레이터, GEM 포일 및 제1 애노드가 나란히 배치되어 구성되는 저에너지 X-선 검출용 제1 검출장치; 및 고에너지 X-선 반응 제2 신틸레이터, GEM 포일, 제2 애노드가 나란히 배치되어 구성되는 고에너지 X-선 검출용 제2 검출장치를 포함하여 구성하되, 제1 검출장치 및 제2 검출장치는 GEM 챔버 내부에서 X-선 방향으로 직렬 배치되는 것이다.

[0013] 또한, 상기 캐소드는, 제1 애노드에 대응되어 제1 검출장치에 배치되는 제1 캐소드; 및 제2 애노드에 대응되어 제2 검출장치에 배치되는 제2 캐소드를 포함하는 것이 바람직하고, 상기 제1 신틸레이터는, ZnSe 또는 CsI를 재료로 하고, 상기 제2 신틸레이터는, Gd₂O₃를 재료로 하는 것이 바람직하며, 상기 제1 애노드는, 저에너지 X-선 저지용 필터인 것이 바람직하다.

[0015] 그리고, 본 발명의 제2 특징은 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 영상 촬영 시스템으로,

GEM 챔버와, 캐소드와, 저에너지 X-선 반응 제1 신틸레이터, GEM 포일 및 제1 애노드가 나란히 배치되어 구성되는 저에너지 X-선 검출용 제1 검출장치와, 및 고에너지 X-선 반응 제2 신틸레이터, GEM 포일, 제2 애노드가 나란히 배치되어 구성되는 고에너지 X-선 검출용 제2 검출장치를 포함하여 구성하되, 제1 검출장치 및 제2 검출장치는 GEM 챔버 내부에서 X-선 방향으로 직렬 배치되는 이중 에너지 X-선 검출장치; 제1 애노드 및 제2 애노드와 연결되어 저에너지 영상 및 고에너지 영상을 생성하는 영상 생성부; 및 저에너지 영상 및 고에너지 영상을 합성하여 생성하는 영상 합성부를 포함한다.

[0016] 여기서, 상기 영상 생성부는, 상기 제1 애노드와 연결되어 저에너지 X-선 영상을 생성하는 저에너지 영상 생성부; 및 상기 제2 애노드와 연결되어 고에너지 X-선 영상을 생성하는 고에너지 영상 생성부를 포함하는 것이 바람직하고, 상기 고에너지 영상 생성부는, 대상체(subject) 촬영하여 생성된 영상에서 데이터 베이스에 저장된 대상체(subject)가 없이 촬영된 영상을 차감하여 고에너지 영상을 생성하는 것이 바람직하다.

[0017] 또한, 상기 캐소드는, 제1 애노드에 대응되어 제1 검출장치에 배치되는 제1 캐소드; 및 제2 애노드에 대응되어 제2 검출장치에 배치되는 제2 캐소드를 포함하는 것이 바람직하고, 제1 애노드 및 제2 애노드는, 격자 형태의 전극으로, 격자 하나가 이미지의 1 픽셀에 대응되는 것이 바람직하다.

[0018] 그리고, 상기 제1 신틸레이터는, ZnSe 또는 CsI를 재질로 하고, 상기 제2 신틸레이터는, Gd_2O_3 를 재질로 하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 따른 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 검출장치 및 X-선 영상 X-선 영상 촬영 시스템은 다음과 같은 효과를 가진다.

[0020] 첫째, 본 발명은 광자 에너지에 따른 서로 다른 감도를 갖는 두 개의 GEM 레이어를 구성하여, 하나의 X-선 소스로 동시에 저에너지 및 고에너지 영역의 X-선 검출 및 영상을 획득할 수 있는 이중에너지 X-선 검출장치 및 영상 촬영 시스템을 제공한다.

[0021] 둘째, 본 발명은 두 개의 레이어에 설치되는 서로 다른 에너지 영역의 반응 신틸레이터 및 필터로 사용되는 애노드 등을 이용하여, 하나의 장치로 두 개의 에너지 X-선 에너지 영역의 선명한 영상을 획득하여 고해상도의 합성 영상을 획득할 수 있는 이중에너지 X-선 검출장치 및 영상 촬영 시스템을 제공한다.

[0022] 셋째, 본 발명은 간단한 구성으로 저가형 이중 에너지 단층촬영 장치에 적용이 가능하고, 신체 연조직과 뼈와 같은 경조직의 물질을 선명하게 구별 가능한 이중에너지 X-선 검출장치 및 영상 촬영 시스템을 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 이중 에너지 X-선 검출장치의 구성 단면도이다.

도 2는 본 발명의 또 다른 실시예로서, 이중 에너지 X-선 영상 촬영 시스템을 구성을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 X-선 영상 시스템에서 고에너지 X-선 영상의 취득 모식도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 이중 에너지 X-선 영상 촬영 시스템에 적용되는 격자 모양의 애노드를 나타낸 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 첨부한 도면을 참조하여, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 설명한다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 이해할 수 있는 바와 같이, 후술하는 실시예는 본 발명의 개념과 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 형태로 변형될 수 있다. 가능한 한 동일하거나 유사한 부분은 도면에서 동일한 도면부호를 사용하여 나타낸다.

[0025] 본 명세서에서 사용되는 전문용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다.

[0026] 본 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니

다.

- [0027] 본 명세서에서 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는 한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0029] 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 검출장치(100)의 구성 단면도이다. 도 1에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 이중 에너지 X-선 검출장치(100)는, GEM 챔버(110)와, 캐소드와, 저에너지 X-선 반응 제1 신틸레이터(133), GEM 포일(135,155) 및 제1 애노드(137)가 나란히 배치되어 구성되는 저에너지 X-선 검출용 제1 검출장치와, 고에너지 X-선 반응 제2 신틸레이터(153), GEM 포일(135,155), 제2 애노드(157)가 나란히 배치되어 구성되는 고에너지 X-선 검출용 제2 검출장치를 포함하여 구성하되, 제1 검출장치 및 제2 검출장치는 GEM 챔버(110) 내부에서 X-선 방향으로 직렬 배치되는 것을 특징으로 한다.
- [0031] 이와 같이 본 발명은 X-선원 (X-ray source)은 하나이지만 두 가지 에너지로 X-선 촬영이 가능한 이중 에너지 X-Ray 검출장치 및 이 검출장치를 이용한 X-선 영상 촬영 시스템을 제안한다.
- [0032] 일반적인 X-선 검출장치는 에너지가 고정되어 있어서 검출 대상체(subject)의 X-선 투과도에 따라서 그 선명도가 다르게 검출된다. 예를 들어, 의료용 X-선 검출장치일 경우 뼈 (bone)와 조직 (tissue)이 한 검출장치에서 별도의 장치 없이는 똑같은 선명도를 유지하기 어렵다. 따라서 뼈와 조직을 유사한 선명도를 유지하면서 영상을 촬영하기 위해서는 다른 에너지를 갖는 2개의 X-선 소스를 사용하여 각각 촬영하여 영상을 합성하거나, 하나의 소스를 사용하되, 뼈, 혹은 조직에 맞는 필터(Filter)를 사용해서 한 종류의 물질에만 선명도를 맞춰서 역시 각각 촬영하여 영상을 합성할 수밖에 없다.
- [0033] 이에 본 발명의 실시예에서는 X-선 소스(source)는 하나이면서 두 가지 에너지를 동시에 측정할 수 있도록 장치 및 이를 이용한 X-선 영상 촬영 시스템을 제안한다.
- [0034] 도 1에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 이중 에너지 X-선 검출장치(100)는 하나의 GEM 챔버(110) 내부에 저에너지 및 고에너지를 X-선을 각각 검출할 수 있는 두 개의 제1 및 제2 검출장치가 X-선 방향으로 직렬 배치되어 있는 구조를 제안한다.
- [0035] 제1 검출장치는 저에너지 X-선을 검출하고, 제1 검출장치를 통과하는 고에너지 X-선은 제2 검출장치에 의해 검출되는 구조이다. 제1 검출장치는 저에너지 검출용 제1 신틸레이터(133), GEM 포일(135,155), 독출 회로(Readout circuit)와 연결되는 양극인 제1 애노드(137)가 나란히 일렬로 배치되는 구조이다.
- [0036] 제2 검출장치는 고에너지 X-선을 검출하는 장치로서, 제1 검출장치 하단에 바로 인접하여 X-선 방향으로 직렬 배치된다. 제2 검출장치는, 제2 신틸레이터(153), GEM 포일(135,155), 독출 회로와 연결되는 양극인 제2 애노드(157)를 포함하여 구성되는데, 음극인 제2 캐소드(151)는 제2 신틸레이터(153) 상단에 구비하는 것도 가능하고, 제1 및 제2 검출장치 전체를 하나의 캐소드로 제1 신틸레이터(133) 상단에 배치하여 구성하는 것도 가능하다.
- [0037] 이처럼 본 발명의 실시예에서는 제1 검출장치 및 제2 검출장치를 하나의 GEM 챔버(110) 내부에 X-선 방향으로 직렬 배치함으로써, 챔버(110) 내부로 입사되는 X-선이 제1 신틸레이터(133) 및 제1 검출장치에 의해 저에너지 영역의 X-선 또는 X-선 영상이 검출되고, 제1 검출장치를 통과하거나 투과하는 고에너지 X-선의 경우는, 제2 신틸레이터(153) 및 제2 검출장치에 의해 단계적으로 검출되는 장치를 제공할 수 있게 된다.
- [0038] 여기서, 가스 전자 증폭기(Gas Electron Multiplier: 이하 GEM 이라 한다.)는 입자 또는 방사선이 가스 입자를 전리 시킬 때에 발생하는 전하에 기초하여 방사선을 검출하는 가스이온화 검출기의 일종이다. 기존의 가스 이온화 검출기는 전리된 전하가 음극까지 도달하는 비율이 낮아 검출 성능이 좋지 않았지만, GEM 검출기는 가스 챔버(110) 내에 하나 이상의 GEM 포일(135,155)(foil)을 구비하여 전하의 개수를 증폭시킬 수 있기 때문에 검출 성능이 향상된다는 점에서 본 발명의 실시예에 따른 이중 에너지 X-선 검출장치(100) 및 영상 촬영 시스템에 적합하다.
- [0039] GEM 포일(135,155)은 수십 μm 의 직경 및 수십~수백 μm 의 간격을 가지는 수많은 구멍들

- [0040] 이 뚫린 수십~수백 μm 의 얇은 절연체 기관의 양면에 예를 들어 구리와 같은 금속층을 얇게 형성한 평판이다. 절연체 기관은 예를 들어 캡톤(Kapton) 소재로 구현될 수 있다. 캡톤 소재는 -269°C 의 극저온부터 400°C 의 고온까지 안정적이고 절연 성능이 뛰어나기 때문에 절연체로서 널리 사용된다.
- [0041] 또한, GEM 포일(135,155)의 두 금속층에 서로 다른 크기의 전압이 각각 인가되면 캐소드 전극과 애노드 전극 사이의 전기장이 구멍 사이로 밀집하면서 구멍 내에 강한 전기장이 형성되는데, 방사선에 의해 가스 입자로부터 유리된 표류 전자(drift electron)가 음극과 GEM 포일(135,155) 사이의 전기장에 의해 가속되어 구멍으로 접근하였다가 갑자기 고밀도의 전기장을 만나면서 가스 입자들로부터 대량의 전자들이 유리되는 전자 사태(Electron Avalanche)를 일으킨다. 이러한 전자 증폭 현상에 의해 전자들의 개수가 급증하므로 독출 회로(Readout circuit)에서 전기적으로 검출하기가 용이해진다. 복수의 GEM 포일(135,155)들을 나란히 배치하면 전자들이 독출 회로까지 도달하기 전에 전자 증폭 현상을 여러 차례 일으킬 수 있는 장점이 있다.
- [0042] 신틸레이터는 방사선이 부딪히면 빛을 발하는 형광물질이 코팅되거나 형광물질을 재질로 하는 물질이다. 즉, 본 발명의 실시예에서는 X-선 검출을 위한 신틸레이터로서 제1 신틸레이터(133)는 저에너지 X-선 검출용 신틸레이터이고, 제2 신틸레이터(153)는 고에너지 X-선 검출용 신틸레이터로서, 제1 신틸레이터(133)는 저에너지 X-선에 반응하여 빛을 방출하는 물질을 사용하고, 제2 신틸레이터(153)는 고에너지 X-선에 반응하여 빛을 방출하는 물질을 사용하는 것이 바람직하다. 본 발명의 실시예에서는 제1 신틸레이터(133)는, ZnSe 또는 CsI를 재질로 하고, 상기 제2 신틸레이터(153)는, Gd_2O_3 를 재질로 하는 것이 바람직하다.
- [0043] 본 발명의 실시예에서 예시하는 X-선은 하나의 소스에서 특정 전압으로 발생하는 X-선 중 저에너지 영역에서는 조직(tissue)과 같이 저에너지(low energy)에 적합한 영상을 획득할 수 있는 저에너지 X-선과, 고에너지(high energy) 영역에서는 뼈(bone)와 같이 에 적합한 영상을 획득할 수 있는 고에너지 X-선으로 구분될 수 있다. 그러므로, 본 발명의 실시예에서 고에너지 영역 및 저에너지 영역은 검출 대상체의 영상의 구분을 위해 해당하는 기준 인가전압을 기준으로 설정될 수 있음은 물론이고, 이에 따라 각 에너지 영역에 반응하는 신틸레이터 및 가스의 종류에 따라 X-선의 검출 및 영상을 구분할 수 있음은 물론이다.
- [0045] 도 2는 본 발명의 또 다른 실시예로서, 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 영상 촬영 시스템을 구성을 나타낸 도면이다. 도 2에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 이중 에너지 X-선 영상 촬영 시스템은, GEM 챔버(110)와, 캐소드와, 저에너지 X-선 반응 제1 신틸레이터(133), GEM 포일(135,155) 및 제1 애노드(137)가 나란히 배치되어 구성되는 저에너지 X-선 검출용 제1 검출장치와, 및 고에너지 X-선 반응 제2 신틸레이터(153), GEM 포일(135,155), 제2 애노드(157)가 나란히 배치되어 구성되는 고에너지 X-선 검출용 제2 검출장치를 포함하여 구성되되, 제1 검출장치 및 제2 검출장치는 GEM 챔버(110) 내부에서 X-선 방향으로 직렬 배치되는 이중 에너지 X-선 검출장치(100); 제1 애노드(137) 및 제2 애노드(157)와 연결되어 저에너지 영상 및 고에너지 영상을 생성하는 영상 생성부(200); 및 저에너지 영상 및 고에너지 영상을 합성하여 생성하는 영상 합성부(300)를 포함하여 구성된다.
- [0046] 즉, 도 2에서 예시한 이중 에너지 X-선 영상 촬영 시스템은 도 1에서 예시된 이중 에너지 X-선 검출장치(100)의 각 애노드 전극과 연결되어 저에너지 및 고에너지 X-선 영상을 생성하는 영상 생성부(200)와 영상 생성부(200)로부터 생성된 저에너지 및 고에너지 X-선 영상을 합성하는 영상 합성부(300)를 포함하여 구성된다.
- [0047] 도 2에 나타낸 바와 같이, 광자(photon) 에너지에 따라서 서로 다른 감도(sensitivity)를 갖는 두 개의 신틸레이터 레이어(layer)를 구성하고 각각에 대한 GEM 검출장치(제1 검출장치 및 제2 검출장치)를 직렬로 배치하여 구성한다. 상층부의 제1 신틸레이터(133) 레이어는 저에너지(low energy)에 민감한 ZnSe, CsI와 같은 물질로 구성된 신틸레이터(scintillator)를 사용하고, 제2 신틸레이터(153) 레이어는 Gd_2O_3 와 같이 고에너지(high energy)에 민감한 물질로 구성된 신틸레이터(scintillator)를 사용한다.
- [0048] 각각의 제1 신틸레이터(133) 및 제2 신틸레이터(153) 하부에는 별도의 GEM과 애노드(anode)가 존재하고 각각의 애노드에 따른 독출 회로(readout circuit)와 영상 재생 소프트웨어(image reconstruction software)가 존재하여 저에너지 및 고에너지 X-선 영상을 각각 동시에 촬영하여 전체적으로 하나의 종합적인 영상(Full spectrum Image)으로 합성함으로써, 하나의 소스를 사용하여 뼈, 혹은 조직에 맞는 각각 에너지 영역의 선명도에 알맞게 각각 촬영하여 영상을 합성하여 높은 해상도의 X-선 영상을 획득할 수 있게 된다.

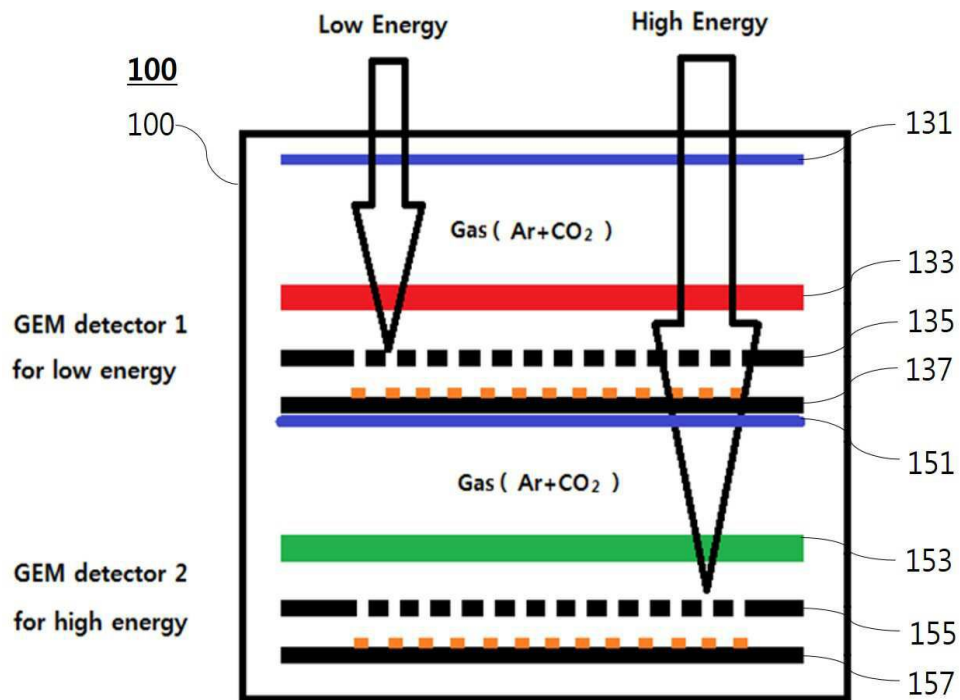
- [0050] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 X-선 영상 시스템에서 고에너지 X-선 영상의 취득 모식도이다.
- [0051] X-선 소스(source)는 그 전압에 따라서 에너지가 결정되며 예를 들어 70kV의 전압을 사용하면 70kV 이하의 에너지가 발생 된다. 동일한 소스에서 나오는 X-선은 저에너지(low energy)와 고에너지(high energy)가 같이 존재하며, 이 X-선이 대상체(subject)를 통과하여 GEM 검출장치에 도달하면, 상층부의 저에너지(low energy) 영역에서는 조직(tissue)과 같이 저에너지에 적합한 영상을 획득하며 하층부의 고에너지(high energy) 영역에서는 뼈(bone)와 같이 고에너지에 적합한 영상을 획득하게 된다.
- [0052] 이때, 하층부 영역에서 획득하는 고에너지 X-선 영상은 뼈에 대한 영상만 있는 것이 아니고 상층부를 구성하는 구조물인 GEM과 애노드(anode)에 대한 영상도 포함되게 된다. 따라서 도 3에 나타낸 바와 같이, 하층부의 고에너지 영상 생성부(200)부에서는 상술한 GEM과 애노드가 포함된 배경(background) 영상을 제거해주는 작업이 필요하다.
- [0053] GEM과 애노드(anode)가 포함된 배경(background) 영상은 항상 일정하기 때문에 대상체(subject)가 없는 상태에서 X-선 영상을 촬영하여 배경(background) 데이터베이스로 저장하여 새로운 촬영을 할 때마다 동일한 배경 데이터(background data)를 차감하면 된다. 또한 상층부의 애노드 구조물은 저에너지(low energy)를 저지하는 필터(filter)의 역할도 수행한다.
- [0054] 또한, 고에너지를 담당하는 하층부 제2 검출장치의 GEM detector에는 도 2에 나타낸 바와 같이, 별도의 캐소드를 구비하여 제1 캐소드(131) 및 제2 캐소드(151)로 구분하여 설치하는 것도 가능하고, 상층부 제1 검출장치에 있는 하나의 캐소드(cathode)를 공유해도 된다. 이때 하층부 제2 검출장치에 별도의 캐소드(cathode)를 사용하면 그 재질에 따라서 저에너지(low energy)의 투과를 막는 필터링(filtering) 기능을 수행하는 역할도 가능하게 된다.
- [0056] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 다중 가스 전자 증폭 검출기를 이용한 이중 에너지 X-선 영상 촬영 시스템에 적용되는 격자 모양의 애노드를 나타낸 모식도이다.
- [0057] 도 4에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 실시예에 적용되는 GEM 검출장치의 저에너지와 고에너지 영역 검출장치의 각각 제1 애노드(137) 및 제2 애노드(157) 단자는 2차원 격자 형태의 격자 전극으로 구성되어 있으며, 각 전극의 2차원 x, y 좌표에 따라서 영상의 1 pixel의 좌표가 결정되고 격자의 면적이 영상에서의 1 pixel의 크기가 된다. 결과적으로 전체 격자의 개수가 한 영상의 해상도(resolution)가 된다.
- [0059] 본 명세서에서 설명되는 실시예와 첨부된 도면은 본 발명에 포함되는 기술적 사상의 일부를 예시적으로 설명하는 것에 불과하다. 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이므로, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아님은 자명하다. 본 발명의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형예와 구체적인 실시 예는 모두 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

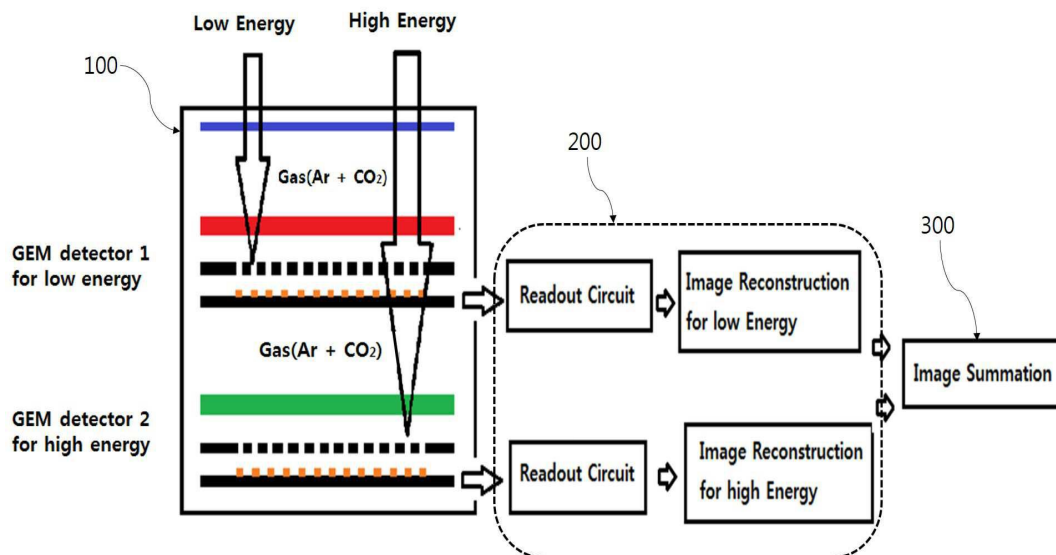
- [0060]
- | | |
|----------------------|------------------|
| 100: 이중 에너지 X-선 검출장치 | 110: GEM 챔버 |
| 121: 제1 캐소드 | 133: 제1 신틸레이터 |
| 135,155: GEM 포일 | 137: 제1 애노드 |
| 151: 제2 캐소드 | 153: 제2 신틸레이터 |
| 157: 제2 애노드 | 200: 영상 생성부(200) |
| 300: 영상 합성부 | |

도면

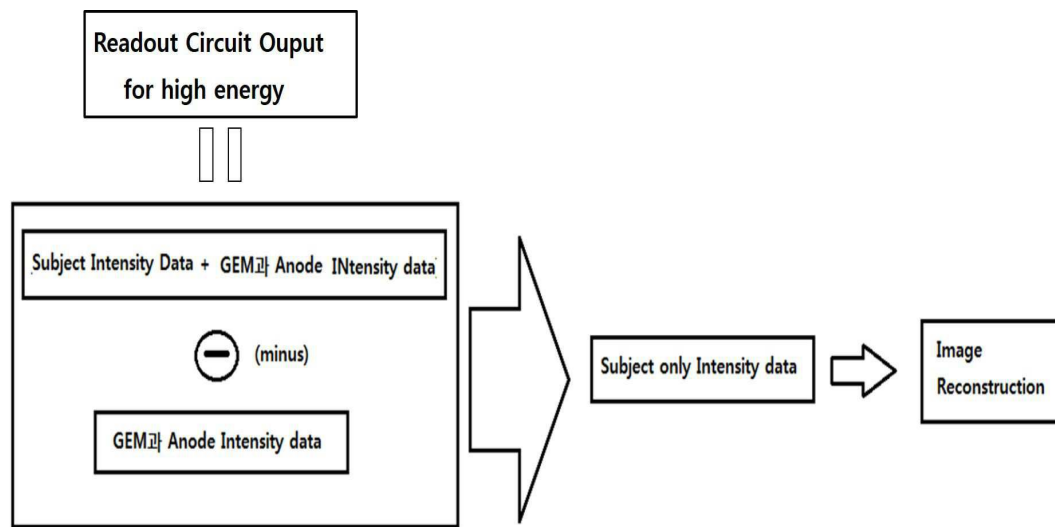
도면1



도면2



도면3



도면4

