



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년03월06일
 (11) 등록번호 10-1712357
 (24) 등록일자 2017년02월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01N 23/02 (2006.01) G01N 23/04 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 G01N 23/02 (2013.01)
 G01N 23/043 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2015-0145814
 (22) 출원일자 2015년10월20일
 심사청구일자 2015년10월20일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2010181412 A*
 KR1020140029745 A*
 KR200377747 Y1*
 KR1020090133111 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 한국기초과학지원연구원
 대전광역시 유성구 과학로 169-148 (어은동)
 (72) 발명자
 오승태
 세종특별자치시 노을3로 14, 111동 203호 (한솔동, 퍼스트프라임)
 이영석
 대전광역시 유성구 엑스포로 448, 303동 202호 (전민동, 엑스포아파트)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 남건필, 차상윤

전체 청구항 수 : 총 6 항

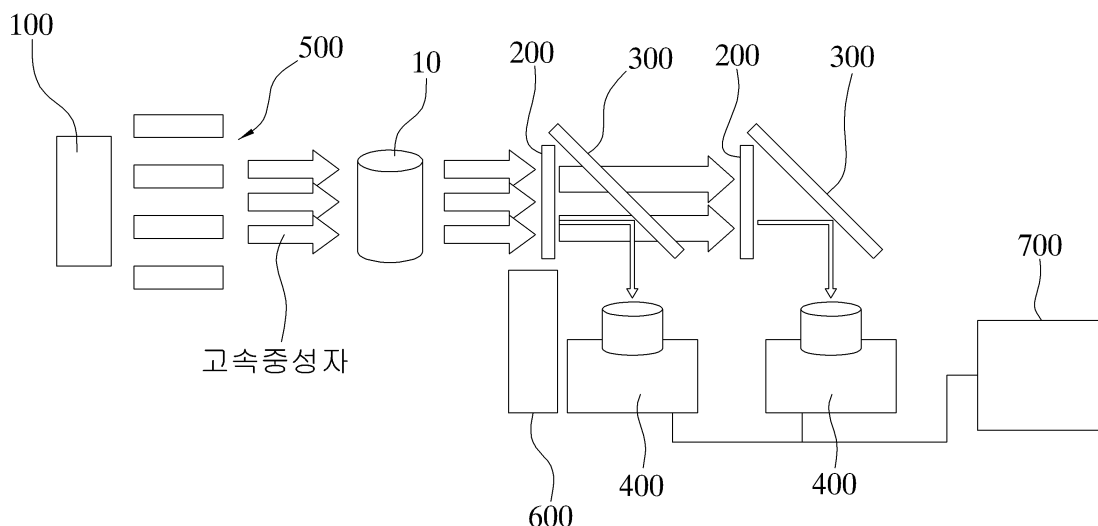
심사관 : 최중운

(54) 발명의 명칭 **다중 라디로그래피 장치**

(57) 요약

다중 라디로그래피 장치가 개시된다. 다중 라디로그래피 장치는 피검체로 방사선을 투사하기 위한 방사선 투사수단; 상기 피검체를 투과한 방사선의 진행 방향에 순차적으로 직렬로 배치되고 상기 피검체를 투과한 방사선을 수광하여 발광하는 2 이상의 신틸레이터들; 상기 각 신틸레이터가 발광한 빛의 경로 상에 위치하고, 방사선 진행방향에서 각 신틸레이터의 바로 다음에 위치한 2 이상의 미러들로서, 상기 각 미러들은 각 신틸레이터가 발광한 빛의 경로를 0도 내지 90 사이로 변경하도록 상기 각 미러의 반사면이 상기 발광한 빛의 방향에 대해 경사져 있는, 미러들; 및 상기 각 미러로부터 반사되어 경로 변경된 빛을 수신하는 2 이상의 광수신부들을 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G01N 2223/03 (2013.01)
G01N 2223/1013 (2013.01)
G01N 2223/1016 (2013.01)
G01N 2223/1063 (2013.01)
G01N 2223/505 (2013.01)
G06T 2207/10128 (2013.01)

(72) 발명자

곽중구

서울특별시 송파구 잠실로 62, 330동 1802호 (잠실
동, 트리지움아파트)

김희수

대전광역시 유성구 어은로 57, 126동 1101호 (어은
동, 한빛아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

피검체로 방사선을 투사하기 위한 방사선 투사수단;

상기 피검체를 투과한 방사선의 진행 방향에 순차적으로 직렬로 이격 배치되고 상기 피검체 및 신틸레이터를 투과한 방사선을 수광하여 가시광 발광하는 2 이상의 신틸레이터들;

상기 각 신틸레이터가 발광한 가시광의 경로 상에 위치하고, 방사선 진행방향에서 각 신틸레이터의 바로 다음에 위치한 2 이상의 미러들로서, 상기 각 미러들은 각 신틸레이터가 발광한 가시광의 경로를 0도 내지 90 사이로 변경하도록 상기 각 미러의 반사면이 상기 발광한 가시광의 방향에 대해 경사져 있는, 미러들;

상기 각 미러로부터 반사되어 경로 변경된 가시광을 수신하는 2 이상의 광수신부들; 및

상기 광수신부들로부터 각각 얻은 이미지들을 병합하여 고해상도의 피검체 이미지를 생성하는 이미지 프로세서를 포함하는,

다중 라디오그래피 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 방사선은 0.5MeV 이상의 에너지를 갖는 고속중성자(fast neutron)임을 특징으로 하는,

다중 라디오그래피 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 각 신틸레이터들은 동일한 신틸레이터인,

다중 라디오그래피 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 신틸레이터 전부 또는 일부는, 상기 신틸레이터로의 방사선 입사경로 상에 방사선 에너지를 감쇄시킬 수 있는 변환필터를 포함하며,

상기 변환필터는 상기 방사선 진행방향을 따라 배치된 각각의 신틸레이터들에 순차적으로 적은 에너지의 방사선이 입사되도록 구성된,

다중 라디오그래피 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 방사선은 둘 이상 상이한 타입의 방사선을 포함하며,

상기 신틸레이터들은 상기 상이한 타입의 방사선에 반응하는 신틸레이터를 포함하고,

각각의 상이한 타입의 방사선에 반응하는 각각의 신틸레이터들은 각 타입별 방사선에 순차적으로 반응하도록 상기 피검체를 투과한 방사선의 진행 방향에 순차적으로 교번하여 직렬로 배치되고,

상기 다중 라디오그래피는 상기 광수신부들로부터 각각 얻은 이미지들을 병합하여 고해상도의 피검체 이미지를

생성하는 이미지 프로세서를 추가로 포함하는,
다중 라디오그래피 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,
상기 방사선은 X선, γ 선 및 중성자 중 어느 둘 이상을 포함함을 특징으로 하는,
다중 라디오그래피 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 다중 라디오그래피 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 고해상도의 이미지를 얻을 수 있는 다중 라디오그래피 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 라디오그래피(radiography)는 방사선을 조사하여 투과촬영도를 필름에 기록하고 피검체 내부의 형상 및 내부 밀도 불균일성을 그 투과도 차이로 나타내어 피검체의 내부구조나 결함부분을 검사하는 방법이다.

[0003] 일반적인 라디오그래피 장치가 도 1에 도시되어 있다. 종래의 라디오그래피 장치는 피검체(OBJECT)에 방사선이 투과한 후 신틸레이터(SCINTILLATOR)를 향해 진행하고, 방사선은 신틸레이터와 반응하여 신틸레이터(200)가 빛을 발하고, 신틸레이터로부터의 빛은 신틸레이터의 뒤로 위치한 미러(MIRROR)에 반사되어 방사선의 일부가 90도로 꺾인 방향으로 방향전환된 후 이미지 센서(CCD)에 수신되어, 이미지 센서는 이미지를 생성하도록 구성된다.

[0004] 이러한 종래의 라디오그래피 장치는 방사선이 신틸레이터와 1회 반응하여 이미지를 얻도록 구성되며, 또한 방사선이 신틸레이터와 반응할 때 방사선 전체가 신틸레이터와 반응하지 못하고 일부만이 반응함에 따라 신틸레이터와 반응하지 않은 방사선이 낭비되는 문제가 있었고, 이에 따라 고해상도의 이미지를 얻기 어려웠다.

[0005] 한편, 라디오그래피 장치를 통해 이미지를 얻기 위해 이용되는 방사선은 중성자(neutron), X선(X-ray), 감마선(γ -ray)이 이용되고 있다. 중성자 및 X선의 경우에는 라디오그래피 장치에서 널리 이용되고 있으며, 감마선의 경우에는 중성자 및 X선에 비해 이용 정도가 낮다.

[0006] 상기 방사선의 종류 중 중성자의 경우에는 열중성자(thermal neutron) 및 고속중성자(fast neutron)가 이용되고 있으나, 고속중성자의 경우에는 높은 에너지로 인해 신틸레이터와의 반응성이 낮아서 중성자가 신틸레이터를 통해 빛으로 잘 변환되지 않는 문제가 있다. 따라서 고속중성자를 라디오그래피 장치에 이용하는 것에 어려움이 있다.

[0007] 중성자 및 X선의 경우 물질에 따라 투과성이 다르다. 중성자의 경우에는 금속계열 재료에 잘 투과되는 것으로 알려져 있고, X선의 경우에는 수지계열 재료에 잘 투과되는 것으로 알려져 있다. 따라서 만약 피검체를 구성하고 있는 성분이 금속 및 수지로 이루어진 경우라면 중성자를 신틸레이터와 1회 반응시켜서 이미지를 얻고, X선을 신틸레이터와 1회 반응시켜서 이미지를 얻는 과정을 거쳐야 하므로 번거러움이 발생된다.

발명의 내용

[0008] 본 발명은 단일의 신틸레이터와 반응하지 않고 진행되는 방사선의 낭비 없이 연속적인 방사선 및 신틸레이터의 반응을 통해 다수의 이미지를 획득하고 획득된 다수의 이미지를 병합하여 고해상도의 이미지를 얻을 수 있도록 한 다중 라디오그래피 장치를 제공하는데 목적이 있다.

[0009] 또한, 본 발명은 둘 이상의 상이한 방사선을 피검체에 투사하고 피검체를 투과한 각 타입별 방사선에 각각 반응하는 둘 이상의 상이한 신틸레이터들에 의해 피검체의 재질에 따른 제한 없이 피검체의 내부 형상이 명확히 표현되는 고해상도의 이미지를 얻을 수 있도록 한 다중 라디오그래피 장치를 제공하는데 목적이 있다.

[0010] 이러한 본 발명의 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 피검체로 방사선을 투사하기 위한 방사선 투사수단; 상기 피검체를 투과한 방사선의 진행 방향에 순차적으로 직렬로 배치되고 상기 피검체를 투과한 방사선을 수광하여 발광하는 2 이상의 신틸레이터들; 상기 각 신틸레이터가 발광한 빛의 경로 상에 위치하고, 방사선 진행방향에서

각 신틸레이터의 바로 다음에 위치한 2 이상의 미러들로서, 상기 각 미러들은 각 신틸레이터가 발광한 빛의 경로를 0도 내지 90 사이로 변경하도록 상기 각 미러의 반사면이 상기 발광한 빛의 방향에 대해 경사져 있는, 미러들; 및 상기 각 미러로부터 반사되어 경로 변경된 빛을 수신하시는 2 이상의 광수신부들을 포함한다.

- [0011] 상기 피검체는 방사선을 통해 내부의 이미지를 얻을 필요가 있는 대상을 의미한다.
- [0012] 상기 투사수단은 X선, γ 선 또는 중성자선을 포함하는 방사선을 방출하는 수단을 의미한다. 둘 이상의 상이한 타입의 방사선을 방출할 수 있고 단일 방사선을 방출할 수 있다.
- [0013] 신틸레이터는 방사선을 받아 가시광선을 발광하는 수단을 의미한다. 본 발명은 이러한 신틸레이터를 직렬로 순차적으로 2 이상 배열함을 특징으로 한다. 신틸레이터에 입사한 방사선은 일부는 신틸레이터에 의해 반응하여 빛을 발하고 반응하지 못한 방사선은 계속 진행하여 순차적으로 위치하는 신틸레이터에 입사하도록 구성된다.
- [0014] 미러는 빛을 반사할 수 있는 수단을 의미한다. 본 발명에서는 신틸레이터가 발하는 빛을 반사시키는 수단으로 사용된다. 신틸레이터가 내는 가시광선 및 신틸레이터를 투과한 방사선의 경로에서 가시광선을 약 45도의 각도로 경로 변경하기 위해 사용된다. 가시광선과 방사선을 분리시키는 구성이며, 분리된 가시광선은 피검체의 영상 획득을 위해 광수신부에 의해 수신되고, 분리된 방사선은 계속 순차적으로 다음 신틸레이터에 의해 발광하도록 구성된다.
- [0015] 광수신부들은 카메라와 같은 수단으로서 빛을 수신하여 이미지를 기록할 수 있는 수단을 의미한다.
- [0016] 본 발명의 방사선은 0.5MeV 이상의 에너지를 갖는 고속중성자(fast neutron)임을 특징으로 한다. 고속 중성자는 투과성이 높아 이미지의 해상도가 떨어지는 단점이 있어 라디오그래피 장치에서의 사용에 어려움이 있다. 본 발명은 이러한 고속중성자를 사용할 수 있는 구성을 제시한다. 순차적으로 배치된 2 이상의 신틸레이터로부터 여러 이미지를 얻고 이를 하나의 고해상도 이미지로 병합하여 고속중성자가 가지는 낮은 해상도의 단점을 개선할 수 있다.
- [0017] 일 예로서, 상기 각 신틸레이터들은 동일한 신틸레이터일 수 있다. 동일한 신틸레이터들을 직렬로 배치시켜 캐스케이드(cascade) 방식으로 중성자가 신틸레이터들과 순차적으로 반응하도록 하여, 예컨대 고속중성자와 같이 신틸레이터와 반응하지 않은 중성자를 낭비하지 않고 순차적으로 배치된 신틸레이터에서 반응하도록 하여 고해상도의 이미지를 얻을 수 있도록 한다.
- [0018] 순차적으로 신틸레이터와 반응되어 신틸레이터로부터 발한 가시광선들은 각각 대응되는 광수신부들에서 수신되고 각각 얻은 이미지들을 병합하여 고해상도의 피검체 이미지를 생성하는 이미지 프로세서를 추가로 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 신틸레이터 전부 또는 일부는 상기 신틸레이터로의 방사선 입사경로 상에 방사선 에너지를 감쇄시킬 수 있는 변환필터를 포함할 수 있고, 상기 변환필터는 상기 방사선 진행방향을 따라 배치된 각각의 신틸레이터들에 순차적으로 적은 에너지의 방사선이 입사되도록 구성될 수 있다. 변환필터는 고속중성자의 에너지를 낮춰 신틸레이터와의 반응률을 높이고자 함이며, 변환필터로부터 적은 에너지의 방사선이 신틸레이터에 입사되도록 하고, 뒤쪽에 배치된 신틸레이터일 수록 점차로 적은 에너지가 입사되도록 하여 고속중성자를 최대한 활용할 수 있도록 한다.
- [0020] 다른 예로서, 상기 방사선은 둘 이상 상이한 타입의 방사선을 포함하며, 상기 신틸레이터들은 상기 상이한 타입의 방사선에 반응하는 신틸레이터를 포함하고, 상기 다중 중성자 라디오그래피는 상기 광수신부들로부터 각각 얻은 이미지들을 병합하여 고해상도의 피검체 이미지를 생성하는 이미지 프로세서를 추가로 포함할 수 있다. 방사선들은 재료의 특성에 따라 투과 특성이 달라진다. 예를 들어 X선의 경우 철과 같은 금속의 투과가 어렵지만 수지 계열의 재료는 잘 통과한다 중성자의 경우는 수지 계열은 상대적으로 잘 투과하지 못하지만 금속의 투과가 잘된다. 이러한 여러 타입의 방사선을 동시에 사용하여 피검체의 이미지를 얻으면 피검체의 내부 이미지를 내부 재료의 특성에 제약 없이 얻을 수 있다. 상기 방사선은 예를 들어, X선, γ 선 및 중성자 중 어느 둘 이상을 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 종래의 라디오그래피 장치를 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 다중 라디오그래피 장치의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명에 따른 다중 라디오그래피 장치의 다른 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명에 따른 다중 라디오그래피 장치의 또 다른 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 다중 라디오그래피 장치에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 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. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.
- [0023] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0024] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 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.
- [0025] 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.
- [0026] 도 2는 본 발명에 따른 다중 라디오그래피 장치의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0027] 도 2를 참조하면, 본 발명의 다중 라디오그래피 장치는 방사선 투사수단(100), 2 이상의 신틸레이터들(200), 2 이상의 미러들(300) 및 2 이상의 광수신부들(400)을 포함한다.
- [0028] 방사선 투사수단(100)은 피검체(10)로 방사선을 투사하는 장치이다. 일 예로, 방사선 투사수단(100)은 중성자(neutron)를 조사하는 중성자 선원(neutron source), 또는 X선(X-ray)을 조사하는 X선원(X-ray sources), 감마선(γ -ray)을 조사하는 감마선원(γ -ray sources) 중 어느 하나 또는 둘 이상의 조합으로 구성될 수 있다.
- [0029] 신틸레이터(scintillator)는 방사선을 받아 가시광선을 발광하는 수단을 의미한다. 더욱 상세하게는, 신틸레이터(200)는 방사선이 입사되면 방사선 및 신틸레이터 구성원자와의 상호작용으로 원자 또는 분자를 여기시키고 여기된 원자 및 분자가 원래의 상태로 돌아갈 때 그 에너지를 빛으로 방출하는 수단이다. 이러한 신틸레이터(200)는 본 발명에서 2 이상으로 배열되며, 2 이상의 신틸레이터들(200)은 피검체(10)를 투과한 방사선의 진행 방향에 순차적으로 직렬로 배치되고 피검체를 투과한 방사선을 수광하여 발광한다.
- [0030] 2 이상의 미러들(300)은 각 신틸레이터(200)가 발광한 빛의 경로를 0도 내지 90도 사이로 변경한다. 이를 위해, 2 이상의 미러들(300)은 각 신틸레이터(200)가 발광한 빛의 경로 상에 위치하고, 이때 각 미러(300)는 방사선 진행방향에서 각 신틸레이터(200)의 바로 다음에 위치하고 각 미러(300)의 반사면이 각 신틸레이터(200)가 발광한 빛의 방향에 대해 소정의 각도로 경사진다. 이러한 2 이상의 미러들(300)은 2 이상의 신틸레이터들(200)과 동일한 개수로 배치된다.
- [0031] 2 이상의 광수신부들(400)은 각 미러(300)로부터 반사되어 경로가 변경된 빛을 수신한다. 2 이상의 광수신부들(400)은 이미지 센서(CCD)를 포함한다. 일 예로, 2 이상의 광수신부들(400)은 이미지 센서를 포함하는 카메라일 수 있다.
- [0032] 이러한 본 발명에서 방사선 투사수단(100)과 피검체(10)의 사이에는 콜리메이터(collimator: 500)가 배치될 수 있다. 콜리메이터(500)는 방사선 투사수단(100)에서 산란되어 방출되는 방사선을 일직선으로 진행하도록 한다.

- [0033] 또한, 2 이상의 광수신부들(400) 중 가장 앞에 위치한 광수신부(400)의 앞에는 차폐체(600)가 배치될 수 있다. 차폐체(600)를 배치함에 따라 광수신부(400)를 향해 방향 전환되어 진행할 수 있는 방사선을 차폐시킬 수 있다.
- [0034] 한편, 본 발명의 다중 라디오그래피 장치는 2 이상의 광수신부들(400)로부터 각각 얻은 이미지들을 병합하는 이미지 프로세서(700)를 포함하며, 이미지 프로세서(700)는 각각 얻은 이미지들을 병합하여 고해상도의 피검체 이미지를 생성한다. 이를 위해, 이미지 프로세서(700)는 각각의 광수신부(400)에 전기적으로 연결된다.
- [0035] 본 발명에서 상기 방사선 투사수단(100)은 상기 피검체(10)에 X선, 감마선(γ) 및 중성자 중 하나 이상의 타입의 방사선을 투사하도록 구성될 수 있으며, 상기 2 이상의 신틸레이터들(200)은 상기 방사선 투사수단(100)을 통해 피검체(10)에 투사되는 각 방사선 타입에 대응할 수 있는 신틸레이터(200)로 구성될 수 있다. 이하에서는 하나의 방사선 타입 및 둘 이상의 상이한 방사선 타입에 따른 실시예들을 들어 상세히 설명한다.
- [0036] 실시예 1
- [0037] 실시예 1에서는 방사선 투사수단(100)이 하나의 타입의 방사선을 피검체(10)에 투사하는 경우를 예시하여 설명한다. 이하의 설명에서는 특별한 언급이 없는 한 도 1이 참조된다.
- [0038] 방사선 투사수단(100)을 통해 피검체(10)에 투사되는 방사선은 0.5MeV 이상의 에너지를 갖는 고속중성자(fast neutron)일 수 있다.
- [0039] 이러한 경우 피검체(10)를 투과한 고속중성자의 진행 방향에 순차적으로 직렬로 배열된 2 이상의 신틸레이터(200)는 피검체(10)를 투과한 고속중성자와 반응하여 빛을 발할 수 있는 동일한 타입의 신틸레이터(200)로 구성된다. 예를 들면, 신틸레이터(200)는 무기섬광체(inorganic scintillator)일 수 있다. 고속중성자와 반응하여 빛을 발하는 무기섬광체의 종류에는 특별한 제한은 없으며, 일 예로, LiI(Eu) 신틸레이터일 수 있다.
- [0040] 본 실시예 1에서 피검체(10)를 투과한 고속중성자가 피검체(10)의 바로 다음에 위치한 신틸레이터(200)로 입사되면 고속중성자의 일부는 피검체(10)의 바로 다음에 위치한 신틸레이터(200)와 반응하여 빛을 발하고, 반응하지 못한 고속중성자는 계속 진행하여 순차적으로 위치하는 신틸레이터들(200)에 입사되어 각 신틸레이터(200)들과 반응한다. 즉, 고속중성자는 캐스케이드(cascade) 방식으로 2 이상의 순차적으로 배열된 신틸레이터들(200)을 순차적으로 지나면서 반응한다. 이러한 과정에서 고속중성자 에너지는 점차 감소하게 되고, 고속중성자 에너지가 감소하게 됨에 따라 피검체(10)와 더 멀게 위치하는 신틸레이터(200)에서 고속중성자와의 반응률은 향상된다.
- [0041] 고속중성자가 각각의 신틸레이터(200)와 반응하여 신틸레이터(200)가 발하는 빛은 각각의 신틸레이터(200) 후단에 위치하는 2 이상의 각 미러(300)에 의해 반사되어 빛의 경로가 변경된다. 예를 들면, 2 이상의 미러(300)는 빛의 경로를 45도 경로로 변경할 수 있다.
- [0042] 45도로 경로 변경된 빛은 각 미러(300)의 아래에 배치된 2 이상의 각각의 광수신부(400)에 수신되고, 각각의 광수신부(400)는 이미지를 생성한다. 이때, 생성되는 이미지는 앞서 언급한 바와 같이 고속중성자가 피검체(10)로부터 뒤로 갈수록 에너지가 감소하여 신틸레이터(200)와 반응하는 반응물이 향상됨에 따라 광수신부(400)에서 생성되는 이미지는 피검체(10)로부터 더 멀게 위치하는 광수신부(400)에서 해상도는 향상된다.
- [0043] 각각의 광수신부(400)에서 생성된 이미지들은 이미지 프로세서(700)에 의해 병합되어 이미지 프로세서(700)는 최종적으로 고해상도의 이미지를 생성하게 된다.
- [0044] 이러한 본 발명의 실시예 1의 구성에 의하면, 0.5MeV 이상의 에너지를 갖는 고속중성자를 사용하여 고해상도의 피검체(10)의 방사선 사진을 얻을 수 있도록 한다. 즉, 고속중성자의 경우 높은 에너지에 의해 신틸레이터(200)와 반응하는 반응물이 떨어지는 단점으로 인해 피검체(10)의 이미지를 얻어내기 어려웠으나, 단일의 신틸레이터(200)와 반응하지 않은 고속중성자를 낭비하지 않고 고속중성자가 캐스케이드 방식으로 연속하여 신틸레이터와 반응하도록 하여 고해상도의 이미지를 얻을 수 있게 된다.
- [0045] 실시예 2
- [0046] 도 3은 본 발명에 따른 다중 라디오그래피 장치의 다른 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0047] 본 발명의 실시예 2에서는 도 3을 참조하여 방사선 투사수단(100)이 둘 이상 상이한 타입의 방사선을 피검체(10)에 투사하는 경우를 예시하여 설명한다.

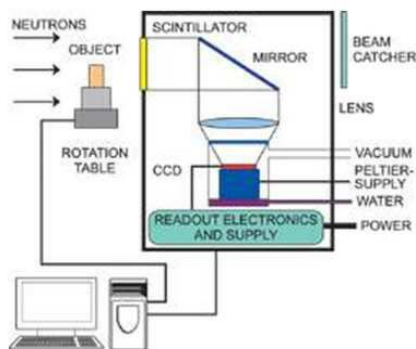
- [0048] 방사선 투사수단(100)을 통해 피검체(10)에 투사되는 방사선은 둘 이상 상이한 타입일 수 있다. 이러한 경우 신틸레이터(210, 220)는 각 타입별 방사선에 반응하는 둘 이상의 상이한 타입의 신틸레이터(210, 220)로 구성되되 각 타입의 방사선이 캐스케이드 방식으로 반응할 수 있도록 각 타입별 신틸레이터(210, 220)는 2 이상의 개수로 구비되어 전체적으로는 도 2와 같이 신틸레이터(210, 220)는 4 이상의 개수로 구비될 수 있다.
- [0049] 일 예로, 방사선 투사수단(100)은 피검체(10)에 중성자 및 X선이 투사되도록 구성될 수 있고, 피검체(10)를 투과한 각 타입별 방사선의 진행 방향에 순차적으로 직렬로 배열된 신틸레이터들(210, 220)은 중성자에 반응하는 2 이상의 신틸레이터(210, 220) 및 X선에 반응하는 2 이상의 신틸레이터(210, 220)로 구성될 수 있다.
- [0050] 이하에서는 설명의 편의를 위해 중성자에 반응하는 신틸레이터를 "제1 신틸레이터(210)"로 명명하고, X선에 반응하는 신틸레이터를 "제2 신틸레이터(220)"로 명명하고, 각 신틸레이터(210, 220)는 중성자 및 X선과 반응하여 빛을 발하고 이로부터 이미지를 얻는 과정을 예시하여 설명한다.
- [0051] 제1 신틸레이터(210)는 예를 들면, 무기 섬광체(inorganic scintillator)일 수 있다. 중성자와 반응하여 빛을 발하는 무기 섬광체의 종류에는 특별한 제한은 없으며, 일 예로, LiI(Eu) 신틸레이터일 수 있다.
- [0052] 제2 신틸레이터(220)는 예를 들면, 무기 섬광체일 수 있다. X선과 반응하여 빛을 발하는 무기 섬광체의 종류에는 특별한 제한은 없으며, 일 예로, CaI(Tl) 무기 섬광체일 수 있다.
- [0053] 이러한 제1 신틸레이터(210) 및 제2 신틸레이터(220)의 배치는, 예를 들면, 도 2에 도시된 바와 같이, 하나의 제1 신틸레이터(210)가 피검체(10)의 바로 다음에 배치되고, 하나의 제2 신틸레이터(220)가 제1 신틸레이터(210)의 바로 다음에 위치하도록 배치되고, 나머지 제1 신틸레이터(210)가 제2 신틸레이터(220)의 바로 다음에 위치하도록 배치되고, 나머지 제2 신틸레이터(220)가 제1 신틸레이터(210)의 바로 다음에 위치하도록 배치될 수 있다. 이와 같이 둘 이상의 상이한 타입의 각 신틸레이터(210, 220)는 서로 교번하여 순차적으로 배치될 수 있다.
- [0054] 본 실시예 2에서 피검체(10)를 투과한 중성자 및 X선이 피검체(10)의 바로 다음에 위치한 제1 신틸레이터(210)로 입사되면 중성자의 일부는 피검체(10)의 바로 다음에 위치한 제1 신틸레이터(210)와 반응하여 빛을 발하고 X선의 일부는 제1 신틸레이터(210)와 반응하지 않고 지나서 제2 신틸레이터(220)와 반응하여 빛을 발하고, 이어서 앞선 제1 신틸레이터(210)와 반응하지 못한 중성자는 계속 진행하여 제2 신틸레이터(220)와 반응하지 않고 지나서 다음 순차의 제1 신틸레이터(210)와 반응하여 빛을 발하고 앞선 제2 신틸레이터(220)와 반응하지 못한 X선은 제1 신틸레이터(210)와 반응하지 않고 지나서 다음 순차의 제2 신틸레이터(220)와 반응하여 빛을 발할 수 있다.
- [0055] 이러한 과정으로 중성자 및 X선이 캐스케이드 방식으로 2 이상의 순차적으로 배열된 각 타입별 신틸레이터들(210, 220)을 순차적으로 지나면서 반응하면, 이 과정에서 중성자 및 X선 에너지는 점차 감소하게 되고, 중성자 및 X선 에너지가 감소하게 됨에 따라 피검체(10)와 더 멀게 위치하는 각 타입별 신틸레이터(210, 220)에서 중성자 및 X선과의 반응률은 향상된다.
- [0056] 중성자 및 X선이 각각의 신틸레이터(210, 220)와 반응하여 신틸레이터(210, 220)가 발하는 빛은 각 타입별 신틸레이터(210, 220) 후단에 위치한 2 이상의 각각의 미러(300)에 의해 반사되어 빛의 경로가 변경된다. 예를 들면, 2 이상의 미러(300)는 빛의 경로를 45도 경로로 변경할 수 있다.
- [0057] 45도로 경로 변경된 빛은 각각의 미러(300)의 아래에 배치된 2 이상의 각각의 광수신부(400)에 수신되고, 각각의 광수신부(400)는 이미지를 생성한다. 이때, 생성되는 이미지는 앞서 언급한 바와 같이 중성자 및 X선이 피검체(10)로부터 뒤로 갈수록 에너지가 감소하여 각 타입별 신틸레이터(210, 220)와 반응하는 반응률이 향상됨에 따라 광수신부(400)에서 생성되는 이미지는 피검체(10)로부터 더 멀게 위치하는 광수신부(400)에서 해상도는 향상된다.
- [0058] 각각의 광수신부(400)에서 생성된 이미지들은 이미지 프로세서(700)에 의해 병합되어 이미지 프로세서(700)는 최종적으로 고해상도의 이미지를 생성하게 된다.
- [0059] 이때, 중성자 반응에 의해 얻어진 이미지 및 X선 반응에 의해 얻어진 이미지는 병합되며, 이에 의해 이미지 프로세서(700)에 의해 얻어진 피검체(10)의 방사선 사진에서 피검체(10)의 내부 부품 또는 내부 물질 등이 명확히 나타나는 고해상도의 이미지를 얻을 수 있다.
- [0060] 이러한 이유에 대해 설명하면, 일반적으로 중성자는 금속계열의 재료를 잘 통과하는 것으로 알려져 있고, X선은 수지계열의 재료를 잘 통과하는 것으로 알려져 있다. 따라서, 실시예 2와 같은 구성의 본 발명의 다중 라디오그

래피 장치를 이용하면 피검체가 금속 및 수지로 이루어진 경우 중성자가 피검체를 투과하여 얻어진 이미지 및 X 선이 피검체를 투과하여 얻어진 이미지를 얻을 수 있고, 각 이미지를 병합하면 금속 및 수지로 이루어진 피검체의 내부 구조에 대해 명확히 표현되는 고해상도의 이미지를 얻을 수 있게 되는 것이다.

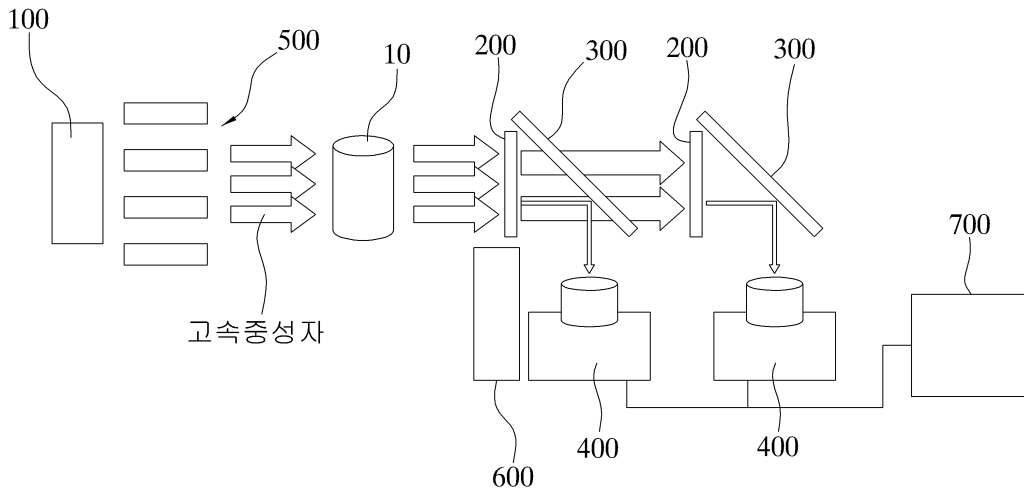
- [0061] 도 4는 본 발명에 따른 다중 라디오그래피 장치의 또 다른 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0062] 한편, 도 4를 참조하면, 본 발명의 다중 라디오그래피 장치의 2 이상의 신틸레이터들의 전부 또는 일부는 신틸레이터(200)로의 방사선 입사경로 상에 방사선 에너지를 감쇄시킬 수 있는 변환필터(800)를 더 포함할 수 있다.
- [0063] 변환필터(800)는 신틸레이터(200)의 일부에 배치될 수 있고, 방사선 진행방향을 따라 배치된 각각의 신틸레이터(200)에 순차적으로 적은 에너지의 방사선이 입사되도록 배치될 수 있다. 즉, 2 이상의 신틸레이터(200)에서 피검체(10)의 바로 뒤에 위치한 신틸레이터(200)의 경우에는 변환필터(800)가 배치되지 않고, 두번째의 신틸레이터(200)부터 변환필터(800)가 배치되어 각각의 신틸레이터(200)에 순차적으로 적은 에너지의 방사선이 입사되도록 배치될 수 있다. 이와 달리 변환필터(800)는 신틸레이터(200)의 전부에 배치될 수도 있는데, 이러한 경우에는 각각의 변환필터(800)가 방사선 에너지를 감소시키는 정도를 달리하도록 구성하여 각각의 신틸레이터(200)에 배치할 수 있다.
- [0064] 이러한 변환필터(800)를 각각의 신틸레이터(200)에 배치하여 신틸레이터(200)로 입사되는 방사선 에너지를 감소시키면 방사선이 신틸레이터(200)와 반응하는 반응물이 증대되어 이미지의 해상도가 개선되어 고해상도의 이미지를 얻을 수 있다.
- [0065] 이러한 본 발명의 다중 라디오그래피 장치를 이용하면, 단일의 신틸레이터와 반응하지 않고 진행되는 방사선의 낭비 없이 연속적인 방사선 및 신틸레이터의 반응을 통해 다수의 이미지를 획득하고 획득된 다수의 이미지를 병합하여 고해상도의 이미지를 얻을 수 있고, 둘 이상의 상이한 방사선을 피검체에 투사하고 피검체를 투과한 각 타입별 방사선에 각각 반응하는 둘 이상의 상이한 신틸레이터들에 의해 피검체의 재질에 따른 제한 없이 피검체의 내부 형상이 명확히 표현되는 고해상도의 이미지를 얻을 수 있는 이점이 있다.
- [0066] 제시된 실시예들에 대한 설명은 임의의 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 이용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 변형들은 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이며, 여기에 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 그리하여, 본 발명은 여기에 제시된 실시예들로 한정되는 것이 아니라, 여기에 제시된 원리들 및 신규한 특징들과 일관되는 최광의의 범위에서 해석되어야 할 것이다.

도면

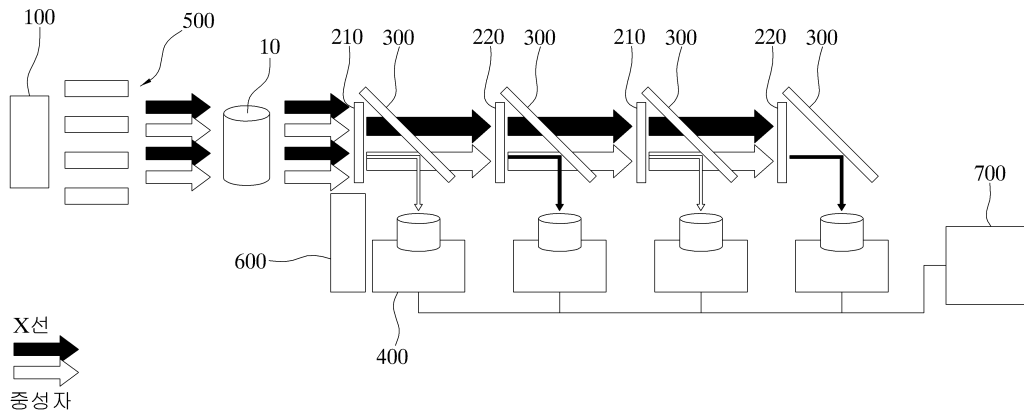
도면1



도면2



도면3



도면4

