

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 (43) 공개일자	10-2012-0084076 2012년07월27일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) A61B 6/00 (2006.01) G01T 1/202 (2006.01) (21) 출원번호 10-2011-0005382 (22) 출원일자 2011년01월19일 심사청구일자 2011년01월19일	(71) 출원인 서강대학교산학협력단 서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교) (72) 발명자 홍기조 서울특별시 노원구 하계2동 극동아파트 1동 1409호 최용 서울특별시 송파구 올림픽로 135, 254동 1701호 (잠실동, 리센츠) 강지훈 서울특별시 마포구 신수동 서강미래기술연구원 (74) 대리인 특허법인충현		

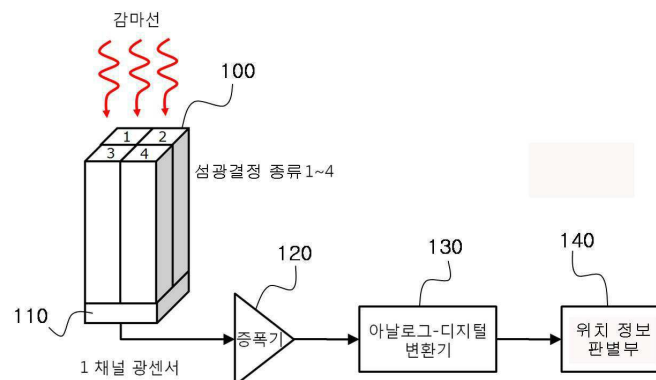
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 다중 섬광결정을 이용한 감마선 검출기 및 이를 이용한 양전자방출단층촬영기

(57) 요약

본 발명은 감마선 검출기에 관한 것으로서, 방사선을 검출하여 섬광신호로 변환하는 다중 섬광결정, 다중 섬광결정이 포함하고 있는 섬광결정들의 섬광신호를 전기적인 신호로 변환하는 광센서, 및 광센서가 출력하는 전기적인 신호로부터 방사선이 입사한 위치 정보를 판별하는 위치 정보 판별부를 포함하고, 다중 섬광결정은 2종 이상의 섬광결정을 배열형태로 배치한 것을 특징으로 하며, 다중 섬광결정을 광센서의 채널마다 접합시켜 각각의 섬광결정 신호를 구별하여 상세한 방사선 위치정보를 판별하고 공간분해능을 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2010K001109
부처명	교육과학기술부
연구사업명	신기술융합형 성장동력사업
연구과제명	신기술융합형 PET 기술
주관기관	서강대학교 산학협력단
연구기간	2010.07.01 ~ 2011.06.30이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호	10030029
부처명	지식경제부
연구사업명	차세대신기술개발사업
연구과제명	MR 호환 PET 시스템 개발
주관기관	서강대학교 산학협력단
연구기간	2010.07.01 ~ 2011.06.30

특허청구의 범위

청구항 1

방사선을 검출하여 섬광신호로 변환하는 다중 섬광결정;

상기 다중 섬광결정이 포함하고 있는 섬광결정들의 섬광신호를 전기적인 신호로 변환하는 광센서; 및

상기 광센서가 출력하는 전기적인 신호로부터 상기 방사선이 입사한 위치 정보를 판별하는 위치 정보 판별부를 포함하고,

상기 다중 섬광결정은 2종 이상의 섬광결정을 배열형태로 배치한 것을 특징으로 하는 다중 섬광결정을 이용한 방사선 검출기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 위치 정보 판별부는

상기 광센서가 출력하는 전기적인 신호로부터 생성되는 각 섬광결정별 섬광신호의 상승시간, 하강시간, 또는 진폭 차이를 구분하여 상기 방사선이 입사한 위치 정보를 판별하는 것을 특징으로 하는 다중 섬광결정을 이용한 방사선 검출기.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 광센서는 한채널 광센서인 것을 특징으로 하는 다중 섬광결정을 이용한 방사선 검출기.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 2종 이상의 섬광결정은 서로 다른 섬광신호파형을 갖는 것을 특징으로 하는 다중 섬광결정을 이용한 방사선 검출기.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 각 섬광결정별 섬광신호의 상승시간, 하강시간, 또는 진폭 차이를 구분하여 상기 방사선이 입사한 섬광결정 종류를 판별하는 것을 특징으로 하는 다중 섬광결정을 이용한 방사선 검출기.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 광센서가 출력하는 전기적인 신호를 증폭하는 증폭기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 섬광결정을 이용한 방사선 검출기.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 광센서가 출력하는 전기적인 신호를 디지털 신호로 변환하는 아날로그-디지털 변환기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 섬광결정을 이용한 방사선 검출기.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 다중 섬광결정(BGO(Bismuth Germanate), LSO(Lutetium Oxyorthosilicate), LSO:Ca, LYSO(Lutetium Yttrium Oxyorthosilicate), LYSO:Ce LuAP(Lutetium Aluminum Perovskite), LuYAP(Lutetium Yttrium Aluminum Perovskite), LaBr₃ (Lanthanum Bromide), LuI₃(Lutetium Iodide), GSO(Gadolinium oxyorthosilicate), LGSO (lutetium gadolinium oxyorthosilicate), LGSO:Ce, 또는 LuAG (Lutetium aluminum garnet) 중에서 적어도 2 개 이상의 섬광결정의 조합으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 다중 섬광결정을 이용한 방사선 검출기.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 광센서는 광전자증배관(PMT), 애벌런치 광다이오드(APD), 또는 가이거 모드 APD(GAPD) 등의 진공관 혹은 반도체 방식의 광센서들 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 다중 섬광결정을 이용한 방사선 검출기.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 광센서는 배열형 광센서인 것을 특징으로 하는 다중 섬광결정을 이용한 방사선 검출기.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 방사선은 감마선인 것을 특징으로 하는 다중 섬광결정을 이용한 방사선 검출기.

청구항 12

방사선을 검출하여 섬광신호로 변환하는 다중 섬광결정;

상기 다중 섬광결정이 포함하고 있는 섬광결정들의 섬광신호를 전기적인 신호로 변환하는 광센서; 및

상기 광센서가 출력하는 전기적인 신호로부터 상기 방사선이 입사한 위치 정보를 판별하는 위치 정보 판별부를 포함하고,

상기 다중 섬광결정은 2종 이상의 섬광결정을 배열형태로 배치한 것을 특징으로 하는 양전자방출단층촬영기.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 방사선 검출기에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 2종 이상의 섬광결정을 한 채널의 광센서에 접합시킨 후, 각각의 섬광결정 신호를 구별하여 상세한 방사선 위치정보를 판별하고 공간분해능을 향상시킬 수 있는 다중 섬광결정을 이용한 방사선 검출기에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 양전자방출단층촬영기술(Positron Emission Tomography, PET)은 생체 내에 양전자를 방출하는 방사성 의약품을 정맥주사 또는 흡입으로 주입한 후 양전자 소멸현상에 의해 발생한 감마선이 생체를 투과한 것을 생체를 둘러싸고 있는 원형링 모양의 검출기로 측정하여 양전자 방출핵종의 체내분포를 컴퓨터로 연산처리하여 영상으로 재구성하는 기술이다.

[0003] 이 기술을 이용한 양전자방출단층촬영장치는 양전자방출 방사성동위원소에서 양전자 방출 후 소멸반응에 의해 180도 방향으로 방출된 511 keV 에너지를 갖는 두 개의 감마선을 검출하여 영상을 구성하는 장치이다.

[0004] PET에 있어서 공간 분해능은 검출기의 크기와 양전자의 비정거리(입자가 그 운동에너지를 전부 잃어 버릴 때까지 진행되는 거리), 그리고 소멸 감마선의 방출각도의 180도로부터의 차이(non-colinearity)에 의해 결정된다. 주로 PET 검출기의 섬광결정의 크기가 공간 분해능을 결정하는 중요 변수가 된다.

[0005] PET 검출기는 이상적으로는 픽셀형 섬광결정 하나에 하나의 광센서가 부착되는 구조이다. 또한 PET은 소멸감마선의 에너지가 511 keV로서 비교적 높으므로 검출기의 두께가 커지게 된다. 즉 PET 검출기에 사용되는 섬광결정의 모양은 입사면 한 면 길이가 3~4 mm인 정사각형이며 높이 즉 검출기의 두께는 5~20 cm로서 사각기둥형이다.

[0006] 이와 같이 이루어지는 PET 검출기나 감마선 검출기는 다음과 같은 두가지 대표적인 방식으로 검출기에 입사한 감마선 위치정보를 획득한다. 첫번째는 앵거로직(Anger Logic) 회로와 복잡한 수학 수식을 사용하여 종방향 정보(X+)(X-)와 횡방향 정보(Y+)(Y-)를 획득하는 방법과, 두번째는 일대일 접합방식의 배열형 섬광결정-광센서 검출기 방식을 사용하여 감마선의 위치에 대응하는 섬광체의 픽셀의 위치만을 검색하여 획득하는 방법이다.

[0007] 첫번째 방식은 섬광결정의 입사면 크기를 줄임에 따라 공간분해능이 향상될 수 있으나 전기적 잡음과 영상의 왜곡이 발생하는 단점이 있다. 두번째 방식은 복잡한 수학적 계산이 필요 없으므로 간편하고 빠른 영상획득이 가능하고 첫번째 방식의 전기적 잡음과 영상의 왜곡이 발생하는 단점이 없다. 하지만 공간분해능이 섬광결정의 입사면 크기와 검출기의 채널 크기에 따라 제한되는 단점이 있어, 공간분해능 향상에 어려움이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 일대일 접합방식의 배열형 섬광결정-광센서 검출기 방식을 사용하여 다중 섬광결정을 광센서의 채널마다 접합시킨 후, 각각의 섬광결정 신호를 구별하여 상세한 감마선 위치정보를 판별하고 공간분해능을 향상시킬 수 있는 다중 섬광결정을 이용한 감마선 검출기를 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 일대일 접합방식의 배열형 섬광결정-광센서 검출기 방식을 사용하여 다중 섬광결정을 광센서의 채널마다 접합시킨 후, 각각의 섬광결정 신호를 구별하여 상세한 감마선 위치정보를 판별하고 공간분해능을 향상시킬 수 있는 양전자방출단층촬영기기를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명은 상기 첫 번째 과제를 달성하기 위하여, 감마선을 검출하여 섬광신호로 변환하는 다중 섬광결정; 상기 다중 섬광결정이 포함하고 있는 섬광결정들의 섬광신호를 전기적인 신호로 변환하는 광센서; 및 상기 광센서가 출력하는 전기적인 신호로부터 상기 감마선이 입사한 위치 정보를 판별하는 위치 정보 판별부를 포함하고, 상기 다중 섬광결정은 2종 이상의 섬광결정을 배열형태로 배치한 것을 특징으로 하는 다중 섬광결정을 이용한 감마선 검출기를 제공한다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 위치 정보 판별부는 상기 광센서가 출력하는 전기적인 신호로부터 생성되는 각 섬광결정별 섬광신호의 하강시간 차이를 구분하여 상기 감마선이 입사한 섬광결정 종류를 판별할 수 있다. 또한 섬광결정 종류를 상승시간이나 진폭으로 구분할 수도 있다.

[0012] 뿐만 아니라, 상기 각 섬광결정별 섬광신호의 하강시간 차이를 구분하여 상기 감마선이 입사한 위치정보를 판별할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 광센서는 한채널 광센서로서, 배열형 광센서일 수 있다.

[0014] 또한, 상기 2종 이상의 섬광결정은 하강시간, 상승시간, 또는 진폭으로 구분할 수 있는 서로 다른 섬광신호 파형을 갖는 것이 바람직하다.

[0015] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 광센서가 출력하는 전기적인 신호를 증폭하는 증폭기를 더 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 광센서가 출력하는 전기적인 신호를 디지털 신호로 변환하는 아날로그-디지털 변환기를 더 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 다중 섬광결정은 BGO(Bismuth Germanate), LSO(Lutetium Oxyorthosilicate), LSO:Ca, LYSO(Lutetium Yttrium Oxyorthosilicate), LYSO:Ce, LuAP(Lutetium Aluminum Perovskite), LuYAP(Lutetium Yttrium Aluminum Perovskite), LaBr₃ (Lanthanum Bromide), LuI₃(Lutetium Iodide), GSO(Gadolinium oxyorthosilicate), LGSO (lutetium gadolinium oxyorthosilicate), LGSO:Ce, 또는 LuAG (Lutetium aluminum garnet) 등 이와 비슷한 섬광결정들을 포함하여 적어도 2개 이상의 섬광결정의 조합으로 이루어질 수 있다.

[0018] 상기 광센서는 광전자증배관(PMT), 애벌런치 광다이오드(APD), 또는 가이거 모드 APD(GAPD) 등의 진공관 혹은 반도체 방식의 광센서 등을 포함하고, 이와 비슷한 광센서들 중 어느 하나가 될 수 있다.

[0019] 본 발명은 상기 두 번째 과제를 달성하기 위하여, 감마선을 검출하여 섬광신호로 변환하는 다중 섬광결정; 상기 다중 섬광결정이 포함하고 있는 섬광결정들의 섬광신호를 전기적인 신호로 변환하는 광센서; 및 상기 광센서가

출력하는 전기적인 신호로부터 상기 감마선이 입사한 위치 정보를 판별하는 위치 정보 판별부를 포함하고, 상기 다중 섬광결정체는 2종 이상의 섬광결정체를 배열형태로 배치한 것을 특징으로 하는 양전자방출단층촬영기를 제공한다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명에 따르면, 다중 섬광결정체를 한 채널의 광센서에 접합시켜 각각의 섬광결정 신호를 구별하여 상세한 감마선 위치정보를 판별하고 공간분해능을 향상시킬 수 있다.
- [0021] 또한, 본 발명에 따르면, 고분해능을 획득하기 위한 기존 PET 검출기 방식들은 전기적 잡음과 영상의 왜곡이 발생하는 앵거로직을 사용하여 영상을 획득하는 방식이나, 본 발명은 일대일 섬광결정-광센서 방식이므로 전기적 잡음과 영상왜곡을 개선할 수 있다.
- [0022] 나아가, 본 발명에 따르면, 일대일 섬광결정-광센서 방식의 PET 검출기일 경우, 기존의 배열형 광센서를 그대로 사용할 수 있으며, 배열형 섬광결정체를 교체하고 디지털신호처리 방법으로 섬광신호를 구별하면 공간분해능 향상을 기대할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예로서, 4 종류의 섬광결정체를 2×2 배열형태로 구성하여 1 채널 광센서에 결합한 감마선 검출기의 구성도이다.
- 도 2는 4 종류의 섬광결정체를 8×8 배열형태로 구성하여 4×4 배열형 광센서에 결합한 감마선 검출기의 개념도이다.
- 도 3은 4종류의 섬광결정체의 서로 다른 섬광신호 파형을 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

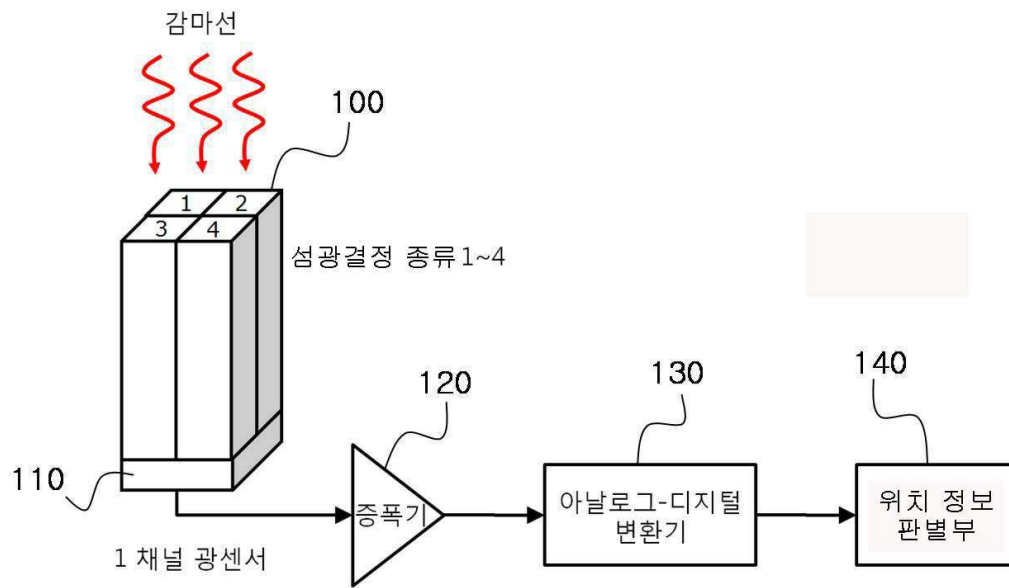
- [0024] 본 발명에 관한 구체적인 내용의 설명에 앞서 이해의 편의를 위해 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안의 개요 혹은 기술적 사상의 핵심을 우선 제시한다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 섬광결정체를 이용한 방사선 검출기는 감마선을 검출하여 섬광신호로 변환하는 다중 섬광결정체; 상기 다중 섬광결정체가 포함하고 있는 섬광결정체의 섬광신호를 전기적인 신호로 변환하는 광센서; 및 상기 광센서가 출력하는 전기적인 신호로부터 상기 방사선이 입사한 위치 정보를 판별하는 위치 정보 판별부를 포함하고, 상기 다중 섬광결정체는 2종 이상의 섬광결정체를 배열형태로 배치한 것을 특징으로 한다.
- [0026] 이하, 바람직한 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이에 의하여 제한되지 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다. 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시예에 근거하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 아울러 본 발명과 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명 그리고 그 이외의 제반 사항이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예로서, 4 종류의 섬광결정체를 2×2 배열형태로 구성하여 1 채널 광센서에 결합한 감마선 검출기의 구성도이다.
- [0028] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 감마선 검출기는 다중 섬광결정체(100), 광센서(110), 증폭기(120), 아날로그-디지털 변환기(130), 및 위치 정보 판별부(140)로 구성된다.
- [0029] 도 1에 도시된 감마선 검출기는 다중 섬광결정체에 대한 각각의 섬광신호 파형을 구별하여 한 채널 광센서 내에서 감마선 위치정보를 판별할 수 있는 검출기이다. 감마선은 방사선의 한 종류로서, 방사선에는 알파선, 베타선, 중성자선 등이 있으며, 감마선 이외의 다른 방사선에도 마찬가지로 본 발명을 적용할 수 있을 것이다.
- [0030] 다중 섬광결정체(100)는 생체 내에서 방출된 감마선을 검출하여 섬광신호로 변환한다. 다중 섬광결정체(100)은 BGO(Bismuth Germanate), LSO(Lutetium Oxyorthosilicate), LSO:Ca, LYSO(Lutetium Yttrium Oxyorthosilicate), LYSO:Ce LuAP(Lutetium Aluminum Perovskite), LuYAP(Lutetium Yttrium Aluminum Perovskite), LaBr₃ (Lanthanum Bromide), LuI₃(Lutetium Iodide), GSO(Gadolinium oxyorthosilicate), LGSO(lutetium gadolinium oxyorthosilicate), LGSO:Ce, 또는 LuAG (Lutetium aluminum garnet) 등, 이와 비슷한

섬광결정들을 포함하여 적어도 2개 이상의 섬광결정의 조합으로 이루어질 수 있다.

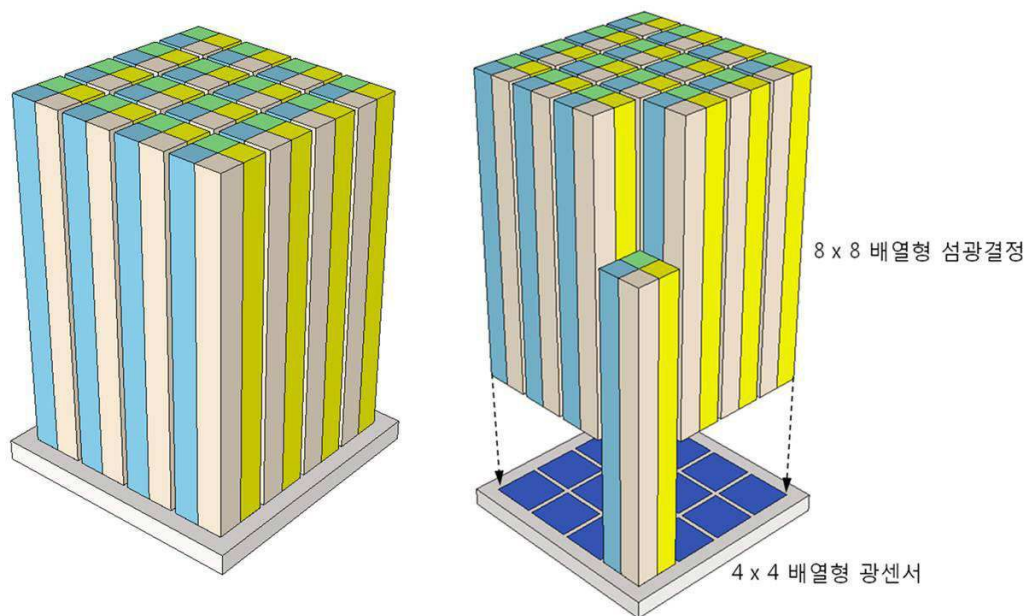
- [0031] 다중 섬광결정(100)은 2종 이상의 섬광결정을 배열 형태로 배치하여 결합한 것으로, 다중 섬광결정(100)을 이루는 섬광결정의 종류는 서로 다르게 구성하는 것이 바람직하다. 섬광결정의 종류를 서로 다르게 구성함으로써, 섬광결정으로부터 출력되는 섬광신호의 하강시간, 상승시간, 또는 진폭 차이에 기초하여 감마선이 검출된 위치를 판별할 수 있다.
- [0032] 다중 섬광결정(100) 내에 포함된 어느 하나의 섬광결정은 다른 섬광결정으로 섬광이 퍼져나가는 것을 방지하기 위하여 반사체로 싸여 있는 것이 바람직하다.
- [0033] 다중 섬광결정(100)은 각각 반사체로 둘러싸인 섬광결정을 행렬 형태, 즉 $N \times M$ 인 형태(여기서, N 과 M 은 자연수)로 배치할 수 있다.
- [0034] 광센서(110)는 다중 섬광결정(100)의 섬광신호를 전기적인 신호로 변환한다. 광센서(110)는 광전자증배관(PMT), 애벌런치 광다이오드(APD), 또는 가이거 모드 APD(GAPD) 등의 진공관 혹은 반도체 방식의 광센서들이 사용될 수 있다.
- [0035] 일례로서, GAPD에는 실질적으로 섬광신호를 감지하는 감지셀이 구비되어 있다. 이러한 GAPD는 각 섬광결정에 대하여 각각 하나씩 설치하는 구성도 가능하며, 하나의 GAPD에 대하여 행렬 형태로 다수 개의 섬광결정들을 배치하는 것도 가능하다. 마찬가지로 감지셀도 GAPD에 각각 하나씩 구성할 수도 있으며, 하나의 GAPD에 다수 개의 감지셀을 구성하는 것도 가능하다.
- [0036] 한편, 광센서(110)는 1 채널 광센서일 수 있다. 또한, 광센서(100)는 배열형 광센서일 수 있다.
- [0037] 증폭기(120)는 광센서(110) 출력신호를 신호처리가 용이하도록 증폭하고, 신호 상승시간, 하강시간, 신호폭, 오프셋 전압 등을 조절한다.
- [0038] 아날로그-디지털 변환기(130)는 증폭기(120)의 출력신호를 디지털 신호로 변환하여 반응에너지, 반응시간, 반응위치 등을 판별할 수 있도록 한다.
- [0039] 위치 정보 판별부(140)는 아날로그-디지털 변환기(130)의 디지털 신호를 처리하여 다중 섬광결정(100)의 각 섬광결정에 대한 각각의 섬광신호 파형을 구별하고 한 채널 광센서 내에서 감마선 위치정보를 판별한다.
- [0040] 보다 상세하게 살펴보면, 위치 정보 판별부(140)는 광센서(110)가 출력하는 전기적인 신호로부터 생성되는 각 섬광결정별 섬광신호의 상승시간, 하강시간, 또는 진폭 차이를 구분하여 감마선이 입사한 위치 정보를 판별할 수 있다.
- [0041] 위치 정보 판별부(140)로부터 추출된 감마선 반응을 일으킨 섬광신호는 양전자방출단층촬영장치라든가 PET-MRI 또는 PET-CT의 외부에 구성되는 영상장치로 송출되어 영상을 형성하게 된다.
- [0042] 도 2는 4 종류의 섬광결정을 8×8 배열형으로 구성하여 4×4 배열형 광센서에 결합한 감마선 검출기의 개념도이다.
- [0043] 도 2를 참조하면, 4종류의 섬광결정이 하나의 광센서와 접해 있는 것을 확인할 수 있다.
- [0044] 도 3은 4종류의 섬광결정의 서로 다른 섬광신호 파형을 도시한 것이다.
- [0045] 도 3을 참조하면, 섬광신호 파형이 경계값에 도달하는 시간, 즉, 섬광신호 파형이 경계값에 이르는 하강시간의 차이를 구분하여 섬광결정을 구분할 수 있을 것이다.
- [0046] 섬광신호 파형이 경계값에 가장 빨리 도달한 섬광결정은 섬광결정①이고, 섬광결정②, 섬광결정③, 섬광결정④ 순으로 하강시간이 늦어진다. 또한 섬광결정 종류를 상승시간이나 진폭으로 구분할 수도 있다.
- [0047] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

도면1



도면2



도면3

