(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년01월11일
(11) 등록번호 10-1815290
(24) 등록일자 2017년12월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 6/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 6/4208 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0150984
(22) 출원일자 2016년11월14일
심사청구일자 2016년11월14일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020040022437 A
JP2004144607 A
KR101647395 B1
JP08008914 B2

(73) 특허권자
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
김규범
경기도 고양시 일산서구 일산로635번길 21, 1404동 101호 (대화동, 성저마을14단지건영빌라)
최용
서울특별시 송파구 올림픽로 135, 245동 1701호 (잠실동, 리센츠)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

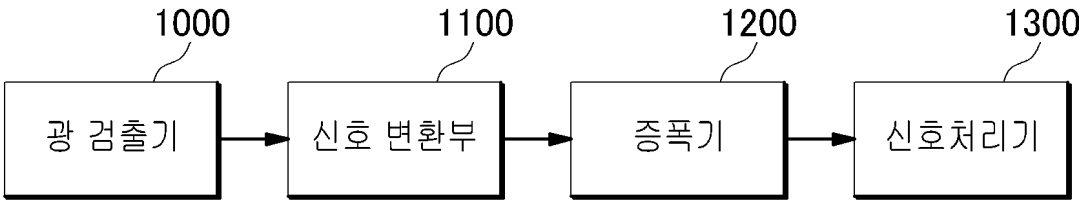
전체 청구항 수 : 총 11 항 심사관 : 오창석

(54) 발명의 명칭 **양극성 펄스를 이용한 멀티플렉싱 신호 처리 방법**

(57) 요 약

본 발명은 방사선 영상을 처리하는 멀티플렉싱 신호 처리 장치에 대한 것으로서, 방사선을 섬광신호로 변환하는 섬광체 유닛에서 출력된 섬광신호를 전기신호로 변환하는 복수의 포토다이오드를 포함하는 광 검출기, 상기 각 광센서에 결합되며, 각 광센서의 출력 신호를 양극성 펄스로 변환하는 복수의 신호 변환부를 포함한다. 이때, 각 신호 변환부가 출력하는 상기 양극성 펄스의 펄스폭 또는 영점 교차위치는 서로 상이한 것이다.

대 표 도 - 도2



100

(72) 발명자

김연경

서울특별시 서대문구 거북골로18가길 23, 102동 1005호 (북가좌동, 북가좌동 휴먼빌아파트)

임현태

경상북도 예천군 예천읍 상설시장1길 34-1, 101호 (쌍용다세대)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015R1C1A1A01052598
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 신진연구자지원사업
연구과제명 Time over threshold (TOT) 기반 차세대 PET 데이터 획득 시스템 개발
기 여 율 3/10
주관기관 서강대학교 산학협력단
연구기간 2015.11.01 ~ 2018.10.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 IITP-2017-2012-0-00603
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터
연구사업명 IT 융합 고급인력과정 지원사업
연구과제명 현장진료를 위한 IT융합 휴대용 초음파 영상 시스템 개발
기 여 율 3/10
주관기관 서강대학교 산학협력단
연구기간 2012.06.01 ~ 2017.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 N0001594
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 한국산업기술진흥원
연구사업명 기업연계형 연구개발 인력양성사업
연구과제명 융복합 바이오헬스케어 고급인력양성 컨소시엄
기 여 율 4/10
주관기관 서강대학교 산학협력단
연구기간 2015.07.01 ~ 2020.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

방사선 영상을 획득하는 멀티플렉싱 신호 처리 장치에 있어서,

방사선을 섬광신호로 변환하는 섬광체 유닛에서 출력된 섬광신호를 전기신호로 변환하는 복수의 광센서를 포함하는 광 검출기,

상기 각 광센서에 결합되며, 각 광센서의 출력 신호를 양극성 펄스로 변환하는 복수의 신호 변환부를 포함하되,

상기 각 신호 변환부가 출력하는 상기 양극성 펄스의 펄스폭 또는 영점 교차위치는 서로 상이한 것인 멀티플렉싱 신호 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 신호 변환부는

상기 광센서의 출력단에 결합되며 저항 소자와 커패시터로 이루어진 하이패스필터로 구성된 멀티플렉싱 신호 처리 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 광 검출기는 서로 병렬 결합된 제 1 광센서 내지 제 N 광센서(N은 2 이상의 자연수)를 각각 포함하는 제 1 센서 블록 내지 제 M 센서 블록(M은 2 이상의 자연수)을 포함하고,

상기 각 광센서의 출력단에는 저항 소자와 커패시터로 이루어진 제 1 하이패스 필터 내지 제 N 하이패스 필터가 각각 결합되고,

상기 복수의 광센서 중 최외각에 배치된 제 N 광센서에서의 출력은 상기 제 1 하이패스필터 내지 제 N 하이패스 필터를 통과한 각 양극성 펄스 신호가 합성된 것인 멀티플렉싱 신호 처리 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 각 센서블록에 포함된각 광센서의 캐소드 전극이 병렬 접속된 공통 캐소드 단자들의 병렬 접속노드에서 출력된 신호를 증폭하는 제 1 증폭기 및

상기 각 센서블록에 포함된 각 광센서의 애노드 전극이 병렬 접속된 각각의 공통 애노드 단자에서 출력된 신호를 각각 증폭하는 제 1 내지 제 M 증폭기를 더 포함하는 멀티플렉싱 신호 처리 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 각 센서블록에 포함된 각 광센서의 캐소드 전극이 병렬 접속된 공통 캐소드 단자들의 병렬 접속노드에서 출력된 신호를 증폭하는 제 1 증폭기 및

상기 각 센서블록에 포함된 각 광센서의 애노드 전극이 병렬 접속된 공통 애노드 단자들의 병렬 접속노드에서 출력된 신호를 증폭하는 제 2 증폭기를 더 포함하는 멀티플렉싱 신호 처리 장치.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 각 센서블록에 포함된 각 광센서의 캐소드 전극이 병렬 접속된 공통 캐소드 단자들의 병렬 접속노드에서 출력된 신호를 증폭하는 제 1 증폭기 및

상기 각 센서블록에 포함된 각 광센서의 애노드 전극이 병렬 접속된 공통 애노드 단자들이 직렬로 접속되고, 최종 센서블록에서 출력된 신호를 증폭하는 제 2 증폭기를 더 포함하는 멀티플렉싱 신호 처리 장치.

청구항 7

제4 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 각 하이패스 필터에 포함된 커패시터들은 서로 병렬 접속 관계로 접속되고, 각 하이패스 필터의 시정수 값이 서로 상이하도록 게 설정된 것인 멀티플렉싱 신호 처리 장치.

청구항 8

제4 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 각 하이패스 필터에 포함된 커패시터들은 서로 직렬 접속 관계로 접속된 것인 멀티플렉싱 신호 처리 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 신호 변환부가 출력한 각각의 양극성 펄스 신호에 기초하여, 각 양극성 펄스 신호가 출력된 광센서의 위치 정보를 식별하는 신호 처리부를 더 포함하는 멀티플렉싱 신호 처리 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 광 검출기는 격자 형태로 배치된 복수의 광센서를 포함하는 광센서 어레이를 포함하고,

상기 신호 변환부는 상기 광센서 어레이의 가로측 변에 접속되는 제 1 신호 변환부와, 상기 광센서 어레이의 세로측 변에 접속되는 제 2 신호 변환부를 포함하고,

상기 제 1 신호 변환부가 출력하는 상기 양극성 펄스의 펄스폭 또는 영점 교차위치는 상기 광센서의 가로축 위치에 따라 달라지고,

상기 제 2 신호 변환부가 출력하는 상기 양극성 펄스의 펄스폭 또는 영점 교차위치는 상기 광센서의 세로축 위치에 따라 달라지는 것인 멀티플렉싱 신호 처리 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제 1 신호 변환부의 출력을 증폭하는 제 1 증폭기와,

상기 제 2 신호 변환부의 출력을 증폭하는 제 2 증폭기를 더 포함하고,

상기 제 1 증폭기와 인접한 위치에 있는 광센서에서 출력된 신호일수록 펄스폭이 커지고,

상기 제 2 증폭기와 인접한 위치에 있는 광센서에서 출력된 신호일수록 펄스폭이 커지는 것인 멀티플렉싱 신호 처리 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 양전자방출단층촬영 장치등에 활용될 수 있는 양극성 펄스 신호 처리 기반의 멀티플렉싱 신호 처리 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근들어 널리 활용되고 있는, 여러 종류의 의료영상기기의 경우 방사선을 광신호로 변환하고, 광신호를 검출하여 대상체에 대한 영상신호를 획득한다. 이때, 정확한 해부학적/생리학적 영상 정보를 제공하기 위해 다채널로 구성된 검출기를 사용한다. 예를 들어, 양전자방출단층촬영 장치(Positron Emission Tomography: 이하, 'PET'라 함)나 감마카메라(Gamma camera)와 같은 방사선 영상기기들은 민감도 향상을 위하여 단위면적당 채널 수가 많은 광센서를 이용하고 있다. 이러한 채널의 증가로 인하여, 데이터를 획득하고 처리함에 있어 신호처리 부담이 가중되고 있는 상태이다.

[0003] 예를 들어, 양전자방출단층촬영 장치(Positron Emission Tomography: 이하, 'PET'라 함)는 생물학적 신진 대사 과정을 촬영하여 대사의 이상 유무를 진단하는 장치이다. PET는 γ-선을 검출하도록 링이나 다각형으로 배치된 여러 개의 섬광 체(scintillator), 광 검출기 및 신호처리부를 포함하여 구성된다.

[0004] 특히, 광 검출기는 사각 기둥 형상의 섬광체를 1단 또는 다단으로 적층한 구조로 이루어진 것을 많이 사용하고 있으며, 섬광체의 하단에는 검출된 신호를 처리하는 광전소자 및 기타 신호처리기를 포함하여 이루어진다.

[0005] 이러한 PET 장치에 대하여 종래에는 저항분배회로(resistive change division multiplexing)를 이용하거나, 커패시터 전하분배회로 (Capacitive change division multiplexing)를 이용하여 멀티플렉싱 신호 처리를 수행하였다.

[0006] 도 1은 통상적으로 사용되는 멀티플렉싱 신호처리 회로를 도시한 것이다.

[0007] (a) 에 도시된 저항분배회로에 기반한 멀티플렉싱 처리 장치는 복수의 저항 소자가 직렬 및 병렬 연결된 상태이이다. 저항분배회로에 기반한 멀티플렉싱 처리 장치는 데이터 신호처리 및 획득을 위해 아날로그-디지털 변환기와 시간-디지털 변환기를 이용하여 에너지와 반응 시간 정보를 획득하는 것을 특징으로 한다. 그러나 이러한 저항분배회로는 채널이 많아질수록 신호잡음이 증가하여 영상 유효시야 가장자리 부분에서 선형성이 떨어지는 단점이 있다.

[0008] (b)에 도시된 커패시터 전하분배회로는 각 광센서에 결합된 복수의 커패시터를 포함한다. 커패시터 전하분배회로에 기반한 멀티플렉싱 처리 장치는 데이터 신호처리 및 획득을 위해 아날로그-디지털 변환기를 이용하여 에너지와 반응시간 정보를 획득하는 것을 특지으로 한다. 그러나, 펄스의 과도 특성에 의해서 오버슈트되어 파형 중첩이 일어나며, 펄스 기준선 복원이 불안정한 단점이 있다.

선행기술문헌

[0009] 미국 공개 특허 제2010-0025589호(발명의 명칭: High energy photon detection using pulse width modulation)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본원은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 양극성 펄스에 기반하여 다수의 입력 채널 수를 감소시킬 수 있는 멀티플렉싱 신호 처리 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0011] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제들로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본원의 일측면에 따른 방사선 영상을 처리하는 멀티플렉싱 신호 처리 장치는 방사선을 섬광신호로 변환하는 섬광체 유닛에서 출력된 섬광신호를 전기신호로 변환하는 복수의 포토다이오드를 포함하는 광 검출기, 상기 각 광센서에 결합되며, 각 광센서의 출력 신호를 양극성 펄스로 변환하는 복수의 신호 변환부를 포함한다. 이때, 각 신호 변환부가 출력하는 상기 양극성 펄스의 펄스폭 또는 영점 교차위치는 서로 상이한 것이다.

발명의 효과

[0013] 전술한 본원의 과제 해결 수단에 의하면, 방사선 영상을 처리하는 장치에서 처리되는 다수의 광 신호를 비교적 단순한 구조의 멀티플렉싱 신호처리 장치를 통해 효율적으로 처리할 수 있다. 특히, 각 신호를 양극성 펄스 신호로 변환함에 따라 각 신호의 펄스폭 또는 영점 교차 위치를 기반으로 각 신호를 식별할 수 있다. 또한, 이러

한 양극성 펄스 신호의 특성에 따라 각 신호의 반응 위치를 판별하므로 반응위치에 대한 선형성이 높아지는 특징이 있다.

[0014] 아울러, 광 검출기의 애노드 단자 또는 캐소드 단자에서 출력되는 신호를 각각 개별적으로 이용하기 때문에, 종래의 저항분배회로와 같은 멀티플렉싱 장치 보다 채널 감소 비율이 높을 뿐만 아니라 신호대잡음비가 높다.

[0015] 이에 따라, 이러한 장치를 활용하여 방사선 영상 시스템을 구성할 경우 경제성 및 효율성을 증가시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 통상적으로 사용되는 멀티플렉싱 신호처리 회로를 도시한 것이다.

도 2 는 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티플렉싱 신호 처리 장치를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광 검출기의 구성을 도시한 도면이다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 광 검출기 및 신호 변환부를 도시한 도면이다.

도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 광 검출기 및 신호 변환부를 도시한 도면이다.

도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 광 검출기 및 신호 변환부를 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 광 검출기 및 신호 변환부를 도시한 도면이다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 양극성 펄스의 특성을 설명하기 위한 도면이다.

도 9 는 본 발명의 일실시예에 따른 개발 회로의 성능을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본원이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본원을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0018] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.

[0019] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 “상에” 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

[0020] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 "약", "실질적으로" 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다. 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 "~(하는) 단계" 또는 "~의 단계"는 "~ 를 위한 단계"를 의미하지 않는다.

[0021] 도 2 는 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티플렉싱 신호 처리 장치를 도시한 도면이다.

[0022] 멀티플렉싱 신호 처리 장치(100)는 광센서(1000), 신호 변환부(1100), 증폭기(1200) 및 신호 처리기(1300)를 포함한다.

[0023] 멀티플렉싱 신호 처리 장치(100)는 PET나 감마카메라와 같은 방사선 영상 처리 장치에 활용되는 것으로서, 해당 장치에 포함하여 일 구성요소로서 기능할 수 있다.

[0024] 광 검출기(1000)는 방사선을 섬광신호로 변환하는 섬광체(scintillator, 미도시 됨)에서 출력된 섬광신호를 전기신호로 변환하는 복수의 광센서를 포함한다. 이때, 광센서로는 포토다이오드가 사용될 수 있다.

[0025] 또한, 광 검출기(1000)는 각 광센서에 결합되며, 각 광센서의 출력 신호를 양극성 펄스로 변환하는 복수의 신호 변환부를 포함한다. 이때, 각 신호 변환부가 출력하는 양극성 펄스의 펄스폭(pulse width) 또는 영점 교차 위치(zero crossing point)가 각각 상이하므로, 각각의 양극성 펄스의 펄스폭 또는 영점 교차 위치에 기반하여 식별될 수 있다. 이에, 본 발명에서는 양극성 펄스의 특징에 기반하여 각 양극성 펄스가 어느 광센서에서 출력된

것인지를 식별하도록 하고, 이를 통해 방사선 영상 신호를 멀티플렉싱 하도록 한다. 이와 관련하여, 신호 변환부의 상세 구성에 대해서는 별도로 설명하도록 한다.

[0026] 증폭기(1200)는 광 검출기에서 신호 변환부를 통해 출력된 양극성 펄스를 증폭하여 신호처리기(1300)로 전달한다. 증폭기(1200)로는 일반적으로 사용되는 다양한 종류의 증폭기 회로가 사용될 수 있다.

[0027] 신호처리기(1300)는 증폭기(1200)를 통해 증폭된 각 양극성 펄스의 특징에 기반하여 각 양극성 펄스 신호가 출력된 광센서의 위치 정보를 해석한다.

[0028] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티플렉싱 신호 처리 장치를 도시한 도면이고, 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 광 검출기의 구성을 도시한 도면이다.

[0029] 도 3에 도시된 바와 같이, 섬광체의 하단에 광센서를 포함하는 광 검출기(1000)가 배치되고, 복수의 광센서를 포함하는 복수의 채널이 배치되며, 각 채널을 통과한 신호는 증폭기(1200, 1210)를 거쳐 신호처리기(1300)로 전달된다.

[0030] 또한, 도 4a 및 도 4b에 도시된 바와 같이 광 검출기(1000)는 복수의 광센서를 각각 포함하는 복수의 센서블록(1010, 1020, 1030, 1040), 각 센서 블록의 공통 애노드 단자에서 출력되는 신호를 증폭하는 증폭기(1210, 1212, 1214, 1216) 및 전체 센서블록(1010, 1020, 1030, 1040) 의 공통 캐소드 단자들이 병렬 접속된 노드에서 출력되는 신호를 증폭하는 증폭기(1200)를 포함한다.

[0031] 도면의 경우, 총 16개의 광센서에서 각각의 채널 신호를 출력하는 것으로 16 채널 구조에 해당한다. 16개의 채널 신호를 모두 합성한 1개의 신호가 공통 캐소드 단자로 출력되고, 4개의 채널 신호를 각각 합성한 4개의 신호가 각 공통 애노드 단자로 출력되는 구조로서, 16:5 구조라고 칭한다.

[0032] 각 센서 블록(1010, 1020, 1030, 1040) 에 포함된 각 광센서의 캐소드는 병렬 접속되어 각각의 공통 캐소드 단자와 접속되고, 각 센서블록(1010, 1020, 1030, 1040) 의 각 광센서의 애노드는 각각의 공통 애노드 단자와 접속된다.

[0033] 각 센서블록의 상세 구성은 동일하므로, 제 1 센서블록(1010)을 기준으로 상세 구성을 설명하기로 한다.

[0034] 제 1 센서블록(1010)은 서로 병렬 접속된 복수의 광센서(1011, 1013, 1015, 1017)와, 각 광센서(1011, 1013, 1015, 1017)의 출력단에 결합된 신호 변환부(1110, 1112, 1114, 1116)를 포함한다. 이때, 각 신호 변환부(1110, 1112, 1114, 1116)는 저항 소자와 커패시터로 이루어진 하이패스필터로서, 도 4a의 경우 하이패스 필터를 구성하는 커패시터의 일측 단자는 광센서의 애노드 단자에 직렬 연결되고, 저항은 커패시터의 타측 단자와 접지사이에 결합된다. 즉, 하이패스 필터를 구성하는 각 커패시터들은 서로 병렬 접속관계로 배치된다.

[0035] 이와 달리, 도 4b의 경우, 하이패스 필터를 구성하는 저항의 일측 단자는 광센서의 애노드 단자에 직렬 연결되고, 커패시터는 서로 인접한 광센서의 애노드 단자에 접속된다. 즉, 하이패스 필터를 구성하는 각 커패시터들은 서로 직렬 접속관계로 배치된다. 이와 같이, 각 커패시터들은 서로 직렬 접속 관계에 있으므로, 서로 동일한 커패시턴스 값을 갖더라도, 각 채널 마다의 시정수 값이 달라져서 각 채널에서 출력되는 양극성 펄스의 영점 교차 위치(zero crossing point) 또는 펄스 폭이 모두 달라지게 된다.

[0036] 각 광센서(1011, 1013, 1015, 1017)의 캐소드들이 서로 접속된 접속노드는 광 검출기(1000)의 공통 캐소드 단자로 특정되고, 각 광센서(1011, 1013, 1015, 1017)의 애노드들이 서로 접속된 접속노드는 해당 센서블록(1010)의 공통 애노드 단자로 특정된다.

[0037] 광 검출기(1000)는 하나의 공통 캐소드 단자를 포함하게 되며, 각 센서블록(1010, 1020, 1030, 1040) 별로 공통 애노드 단자를 포함하게 된다. 공통 캐소드 단자로는 전체 광센서의 출력 신호가 출력되며, 이 신호는 증폭기(1200)를 통해 증폭된다.

[0038] 각 공통 애노드 단자로는 각 센서블록이 출력하는 출력 신호가 출력되며, 이 신호들은 증폭기(1210, 1212, 1214, 1216)를 거쳐 신호처리기(1300)로 전달된다. 예를 들어, 광 검출기(1000)는 서로 병렬 결합된 N개의 광센서를 각각 포함하는 제 1 내지 제 M 센서블록(M은 2 이상의 자연수, 1010, 1020, 1030, 1040)을 포함한다.

[0039] 또한, 제 1 센서블록(1010)은 서로 병렬 결합된 제 1 광센서 내지 제 N 광센서(N은 2 이상의 자연수, 1011, 1013, 1015, 1017)를 포함하고, 각 광센서(1011, 1013, 1015, 1017)의 출력단에는 저항 소자와 커패시터로 이루어진 제 1 하이패스 필터 내지 제 N 하이패스 필터(1110, 1112, 1114, 1116)가 각각 결합되며, 제 1 센서블록(1010)의 애노드 단자를 통해 각 하이패스 필터(1110, 1112, 1114, 1116)를 통과한 양극성 펄스 신호가 출력된

다.

[0040] 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광 검출기의 구성을 도시한 도면이다.

[0041] 도 4a 및 도 4b의 광 검출기와 대체적인 구성이 동일하나, 각 센서블록의 애노드 단자를 모두 접속하여 하나의 공통 애노드 단자를 구성하고, 하나의 증폭기(1210)를 통해 전체 센서 블록의 양극성 펄스 신호를 증폭한다.

[0042] 공통 캐소드 단자에 각각의 센서블록의 캐소드가 병렬접속되어 있고, 각 센서블록의 애노드는 공통 애노드 단자와 병렬 접속된다.

[0043] 16개의 채널 신호를 모두 합성한 1개의 신호가 공통 캐소드 단자로 출력되고, 16 개의 채널 신호를 각각 합성한 1개의 신호가 공통 애노드 단자로 출력되는 구조로서, 16:2 구조라고 칭한다.

[0044] 이와 같이, 도 4a와 도 5a에 도시된 신호 변환부(1100)는 각 광센서에 직렬접속된 커패시터를 포함하고 있다. 이때, 각 커패시터들은 서로 병렬 접속관계에 있으므로, 그 값이 동일한 커패시터를 사용한다면, 각 채널 마다의 시정수 값이 동일하여, 각 채널에서 출력되는 양극성 펄스의 영점 교차 위치(zero crossing point) 또는 펄스 폭이 모두 동일하게 되므로, 각 채널 마다의 시정수 값이 모두 달라지도록 설계하여야 한다.

[0045] 예를 들면, 공통 애노드 단자에서 가장 멀리 떨어진 신호 변환부(1110)부터 가장 가까운 신호 변환부(1116)까지 각 시정수 값이 순차적으로 증가 또는 감소하도록 설정할 수 있다. 이를 위해, 각 신호 변환부(1110, 1112, 1114, 1116)에 포함된 커패시터 값이 순차적으로 증가 또는 감소 하도록 설정할 수 있다. 또는 각 신호 변환부(1110, 1112, 1114, 1116)에 포함된 저항 값이 순차적으로 증가 또는 감소하도록 설정할 수 있다.

[0046] 한편, 도 4b와 도 5b에 도시된 신호 변환부(1100)는 각 광센서에 병렬 접속된 커패시터를 포함하고 있고, 이때, 각 커패시터들은 서로 직렬 접속관계에 있으므로, 그 값이 동일한 커패시터를 사용하더라도, 각 채널에서 출력되는 양극성 펄스의 영점 교차 위치 또는 펄스 폭이 모두 상이해질 수 있다.

[0047] 다시 도3을 참조하면, 신호처리기(1300)는 각 광 검출기(1000)와 증폭기(1200)을 통과한 양극성 펄스 신호를 수신하고, 각 양극성 펄스 신호의 특징에 기초하여 어느 광센서에서 검출된 신호인지를 식별할 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이 각 양극성 펄스 신호는 각 광센서의 위치 별로 펄스폭 또는 영점 교차 위치가 상이하므로, 이를 기준으로 각 양극성 펄스 신호를 식별하고, 해당 신호가 어느 광센서에서 출력된 것인지를 특정할 수 있다. 이러한 원리에 기반하여 신호처리기(1300)는 각 양극성 펄스 신호의 변환전 신호인 원시 신호가 출력된 광센서를 각각 식별할 수 있다.

[0048] 도 6a 및 6b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광 검출기의 구성을 도시한 도면이다.

[0049] 도 4의 광 검출기와 대체적인 구성이 동일하나, 각 센서블록의 애노드 단자를 직렬로 모두 접속하여 하나의 공통 애노드 단자를 구성하고, 하나의 증폭기(1210)를 통해 전체 센서 블록의 양극성 펄스 신호를 증폭한다.

[0050] 공통 캐소드 단자에 각각의 센서블록의 캐소드가 병렬접속되어 있고, 각 센서블록의 애노드는 공통 애노드 단자에 직렬 접속된다.

[0051] 이에 따라, 공통 애노드 단자에서 떨어져 있는 정도에 따라 각 광센서에서 출력된 양극성 펄스 신호를 식별할 수 있다. 예를 들면, 공통 애노드 단자에서 가장 떨어져 있는 광센서(1011)에서 출력된 양극성 펄스 신호의 펄스폭이 가장 좁게 되고, 공통 애노드 단자에서 가장 가까운 광센서에서 출력된 양극성 펄스 신호의 펄스폭이 가장 넓게 된다.

[0052] 도 6a의 신호 변환부와 도 6b의 신호 변환부의 구성은 앞서 설명한 도 4a, 도5a의 구성 및 도 4b, 도 5b의 구성과 각각 동일하므로, 이에 대한 상세한 설명은 생략하도록 한다.

[0053] 도 7 은 본 발명의 다른 실시예에 따른 광 검출기의 구성을 도시한 도면이다.

[0054] 본 발명의 광 검출기는 격자 형태로 배치되는 복수의 광센서를 포함하는 광센서 어레이와, 광센서 어레이의 가로측 변에 접속되는 제 1 신호 변환부(1150)와 광센서 어레이의 세로측 변에 접속되는 제 2 신호 변환부(1160)를 포함한다. 제 1 신호 변환부(1150)는 X 축 좌표를 의미하는 신호를 출력하는 제 1 증폭기(X)와 접속되고, 제 2 신호 변환부(1160)는 Y 축 좌표를 의미하는 신호를 출력하는 제 2 증폭기(Y)와 접속된다.

[0055] 제 1 신호 변환부(1150)의 구성에 의하여, 광센서 어레이에 포함된 각 광센서들의 가로축 위치에 따라 제 1 신호 변환부(1150)에서 출력되는 양극성 펄스 신호의 펄스폭 또는 영점 교차 위치가 상이해진다. 즉, 제 1 증폭기(X)와 인접한 위치에 있는 광센서에서 출력된 신호일수록 펄스폭이 커지게 된다.

[0056] 또한, 제 2 신호 변환부(1160)의 구성에 의하여, 광센서 어레이에 포함된 각 광센서들의 세로축 위치에 따라 제 2 신호 변환부(1160)에서 출력되는 양극성 펄스 신호의 펄스폭 또는 영점 교차 위치가 상이해진다. 즉, 제 2 증폭기(Y)와 인접한 위치에 있는 광센서에서 출력된 신호일수록 펄스폭이 커지게 된다.

[0057] 광센서 어레이는 행 방향으로 배치된 복수의 광센서를 포함하는 제 1 행 광센서 그룹(1070), 제 2행 광센서 그룹(1072), 제 3 행 광센서 그룹(1074) 및 제 4 행 포트 다이오드 그룹(1076)으로 분류되거나, 열 방향으로 배치된 복수의 광센서를 포함하는 제 1 열 광센서 그룹(1080), 제 2열 광센서 그룹(1082), 제 3 열 광센서 그룹(1084) 및 제 4 열 포트 다이오드 그룹(1086)으로 분류될 수 있다.

[0058] 제 1 신호 변환부(1150)는 제 1 열 광센서 그룹(1080)에 포함된 광센서들의 애노드 단자와 접속되는 제 1 하이패스 필터(1151), 제 2 열 광센서 그룹(1082)에 포함된 광센서들의 애노드 단자와 접속되는 제 2 하이패스 필터(1153), 제 3 열 광센서 그룹(1084)에 포함된 광센서들의 애노드 단자와 접속되는 제 3 하이패스 필터(1155)를 각각 포함한다. 제 4 열 광센서 그룹(1086)에 포함된 광센서들의 애노드 단자와 접속되는 하이패스 필터가 포함되거나, 도시된 바와 같이 커패시터를 제외하고 저항만이 접속되는 것도 가능하다.

[0059] 제 2 신호 변환부(1160)는 제 1 행 광센서 그룹(1070)에 포함된 광센서들의 애노드 단자와 접속되는 제 1 하이패스 필터(1161), 제 2 행 광센서 그룹(1072)에 포함된 광센서들의 애노드 단자와 접속되는 제 2 하이패스 필터(1163), 제 3 행 광센서 그룹(1074)에 포함된 광센서들의 애노드 단자와 접속되는 제 3 하이패스 필터(1165)를 각각 포함한다. 제 4 행 광센서 그룹(1076)에 포함된 광센서들의 애노드 단자와 접속되는 하이패스 필터가 포함되거나, 도시된 바와 같이 커패시터를 제외하고 저항만이 접속되는 것도 가능하다.

[0060] 이와 같은 구성에서, 예를 들어, 제 1 열 광센서 그룹(1080)과 제 1 행 광센서 그룹(1070)에 공통적으로 포함되는 광센서에서 검출된 신호는 각각 제 1 신호 변환부(1150)와 제 2 신호 변환부(1160)로 전달된다.

[0061] 해당 포토다이오드의 경우 제 1증폭기(X)와 제 2 증폭기(Y)에서 제일 멀리 떨어진 소자이므로, 해당 포토다이오드에서 출력된 신호는 각 광센서와의 접속노드에서 각각 가로 또는 세로방향으로 분기된후 각각 하이패스 필터를 구성하는 수동소자를 가장 많이 경유하게 된다. 따라서, 제 1 신호 변환부(1150)를 통과하여 제 1 증폭기(X)에서 출력된 신호와 제 2 신호 변환부(1160)를 통과하여 제 2 증폭기(Y)에서 출력된 신호는 각각 펄스폭이 가장 좁은 상태로 출력된다.

[0062] 또한, 제 4 열 광센서 그룹(1086)과 제 4 행 광센서 그룹(1076)에 공통적으로 포함되는 제 1증폭기(X)와 제 2 증폭기(Y)에서 제일 가까운 소자이므로, 제 1 증폭기(X)에서 출력된 신호와 제 2 증폭기(Y)에서 출력된 신호는 각각 펄스폭이 가장 큰 상태로 출력된다.

[0063] 이와 같이, 제 1 신호 변환부(1150)와 제 2 신호 변환부(1160)를 각각 통과한 양극성 펄스 신호의 펄스폭에 기초하여, 각 신호가 출력되었던 광센서의 좌표 위치를 특정할 수 있게 된다.

[0064] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 양극성 펄스의 특징을 설명하기 위한 도면이다.

[0065] (a)에 도시된 그래프는 각 광센서별로 출력되는 원시 신호를 도시한 것이고, (b)에 도시된 그래프는 각 광센서의 하이패스필터를 통과한 양극성 펄스 신호를 도시한 것이다.

[0066] 원시 신호의 경우, 각 광센서별로 동일한 파형을 갖는다.

[0067] 각 센서블록 별로, 각 광센서의 원시 신호가 하이패스필터를 통과하면, 각 광센서와 애노드 단자 사이에 포함된 하이패스 필터의 개수에 따라 양극성 펄스 신호의 펄스폭 또는 영점 교차 위치가 상이해진다.

[0068] 예를 들어, 도 4의 제1 광센서(1011)에서 출력된 신호는 제 1 내지 제 4 하이패스 필터(1110, 1112, 1114, 1116)에 포함된 각 수동소자를 거치게 되므로, 펄스폭이 가장 좁게 되며, 이에 따라 영점 교차 위치도 원점에서 가장 가깝게 된다.

[0069] 반면에, 제 4 광센서(1017)에서 출력된 신호는 제 4 하이패스 필터(1116)만을 거치게 되므로, 원시신호와 가장 가까운 양극성 펄스 신호가 생성되며, 펄스폭이 가장 크고, 영점 교차 위치도 원점에서 가장 멀리 설정된다.

[0070] 이와 같은 양극성 펄스의 특징에 따라 각 양극성 펄스 신호가 어느 광센서에서 출력된 것인지를 명확하게 특정할 수 있다.

[0071] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 개발한 회로의 성능을 설명하기 위한 도면이다.

[0072] (a)에 도시된 도면은 각 채널의 에너지 스펙트럼의 해상도를 도시한 것으로, 그 해상도는 10% 정도로서 각 채널

의 방사선 신호를 구분가능한 수준임을 확인할 수 있다.

[0073] 또한, (b)에 도시된 도면은 각 채널에서 출력된 양극성 펄스 신호의 펄스 폭 실험 데이터에 기초하여 히스토그램을 생성한 후 가우시안 분포 곡선으로 나타낸 것으로서, 각 분포 곡선이 비교적 명확하게 구분되고 있어, 양극성 신호의 펄스 폭에 기반하여 각 채널 신호를 구분할 수 있음을 증명하고 있다.

[0074] 전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0075] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0076] 100 : 멀티플렉싱 신호 처리 장치

1000 : 광 검출기

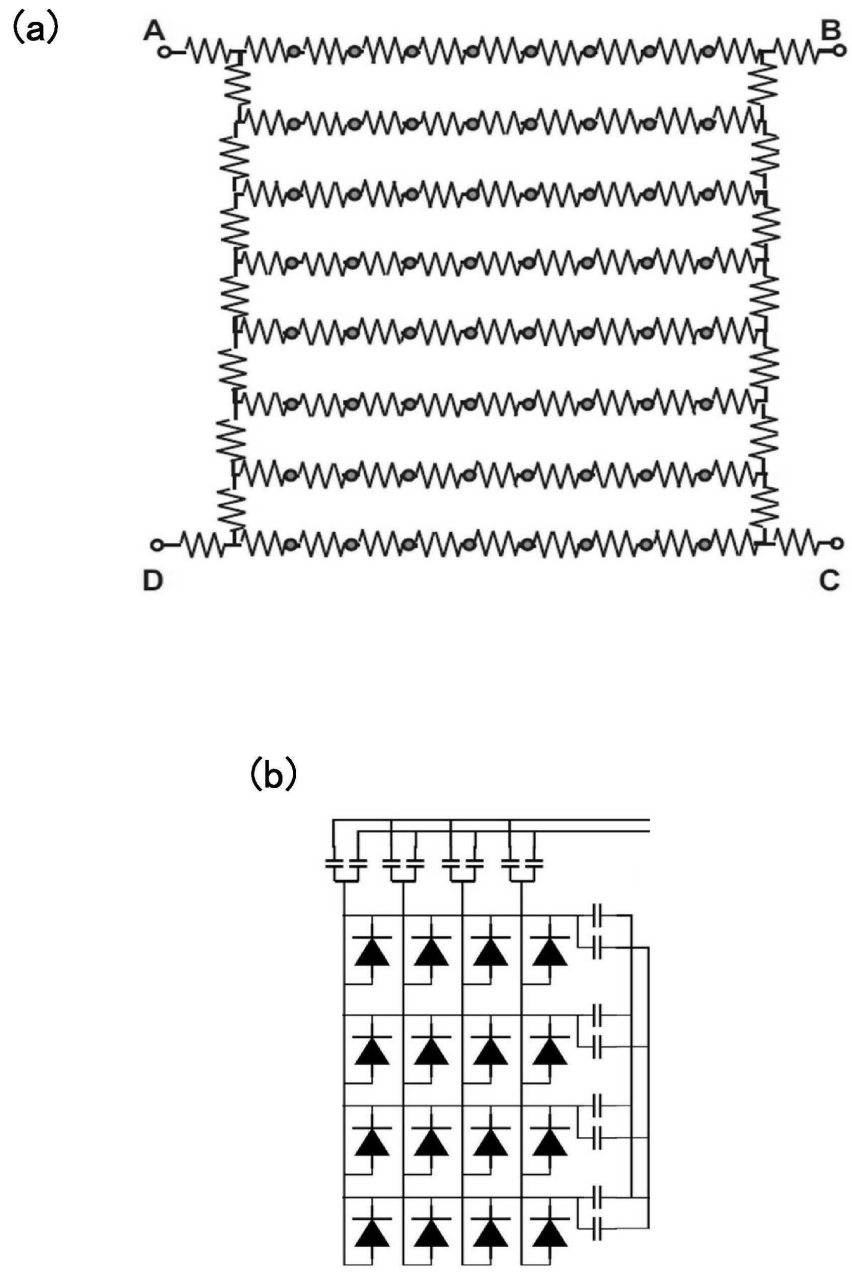
1100: 신호 변환부

1200 : 증폭기

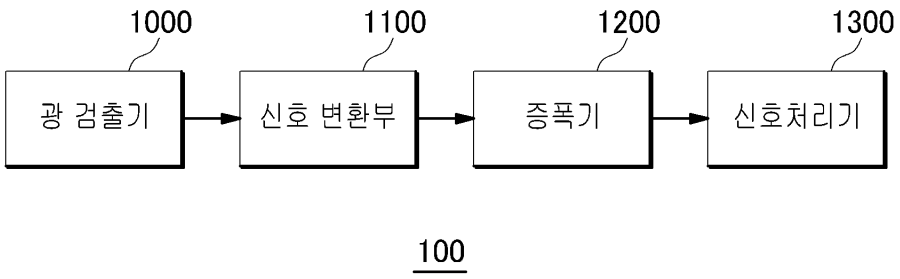
1300: 신호 처리기

도면

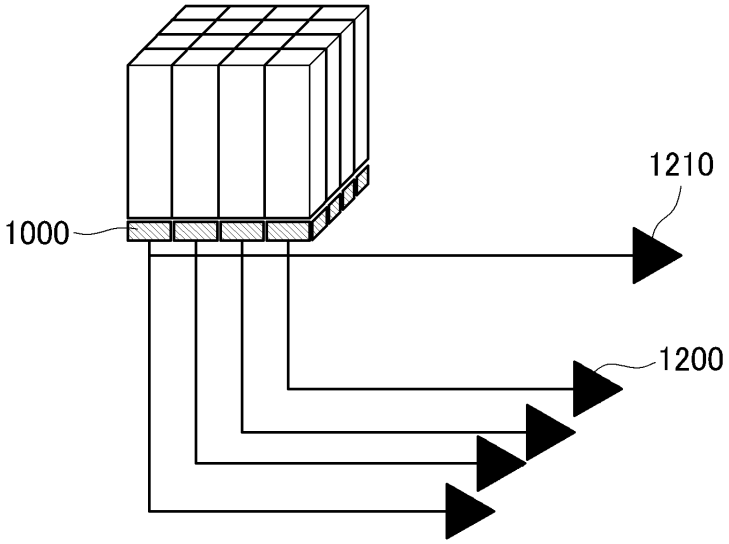
도면1



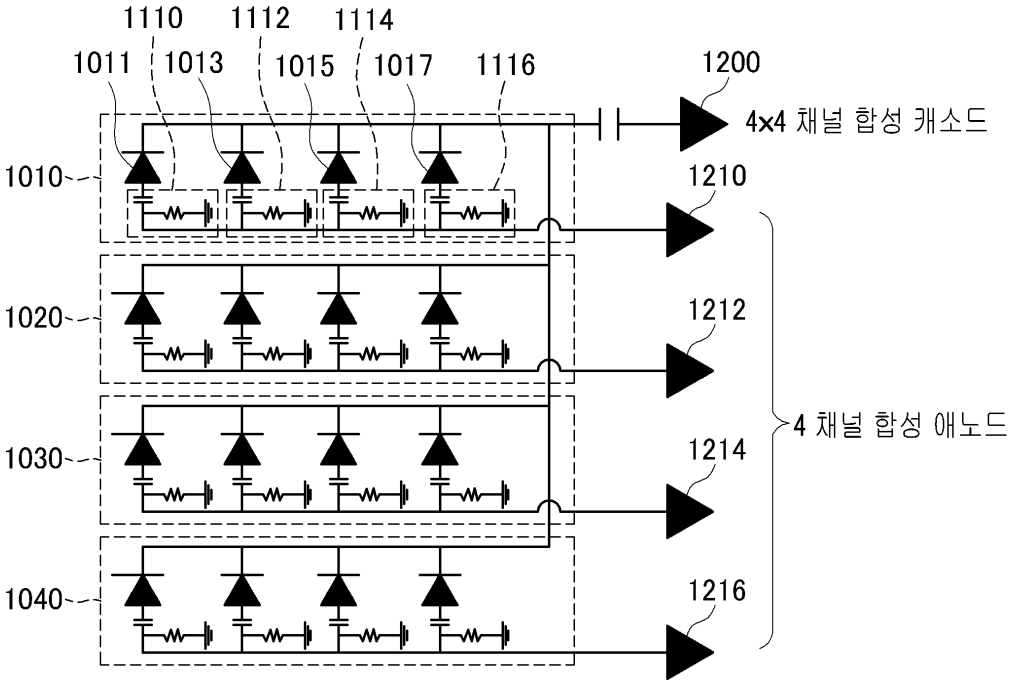
도면2



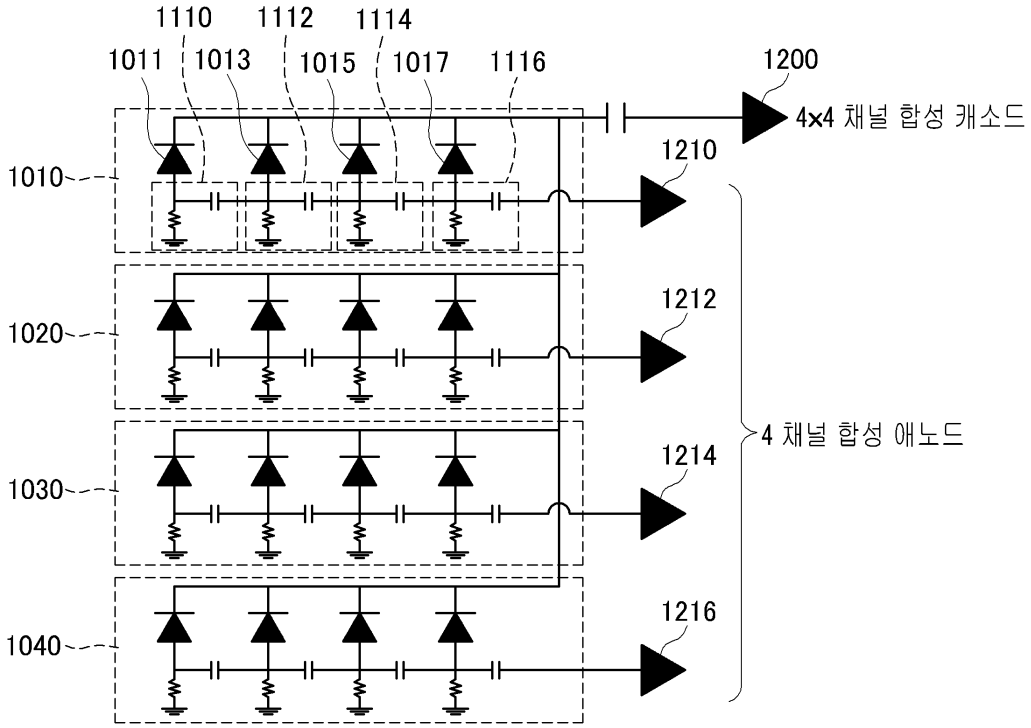
도면3


1000
1210
1200

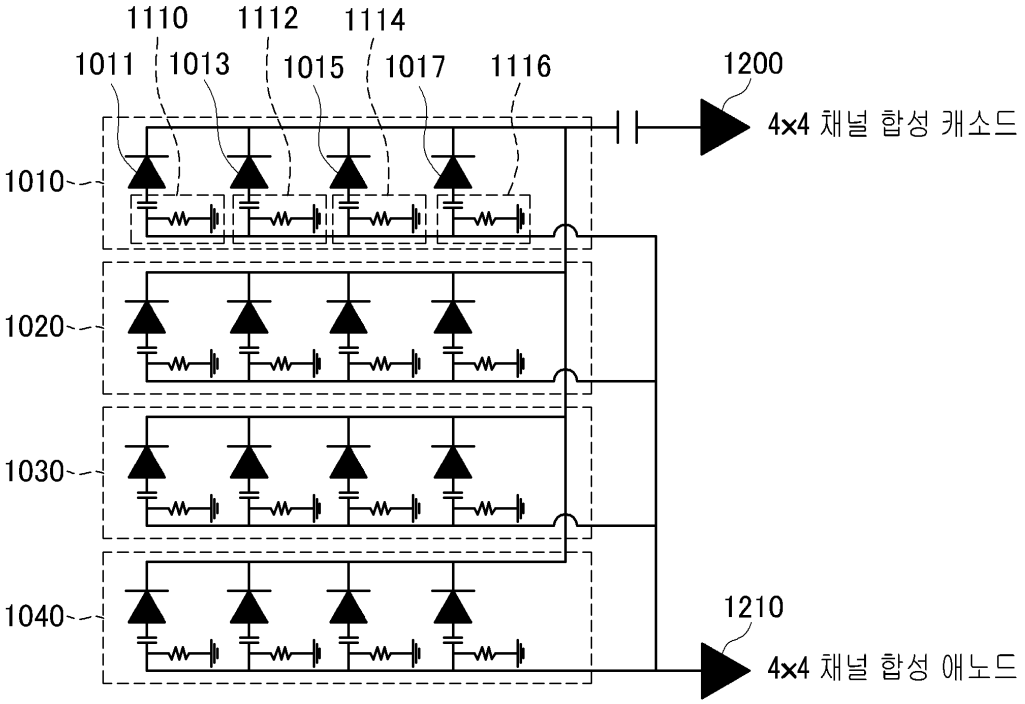
도면4a


1110
1112
1114
1011
1013
1015
1017
1116
1200
4x4 채널 합성 캐소드
1010
1210
1020
1212
1030
1214
1040
1216
4 채널 합성 애노드

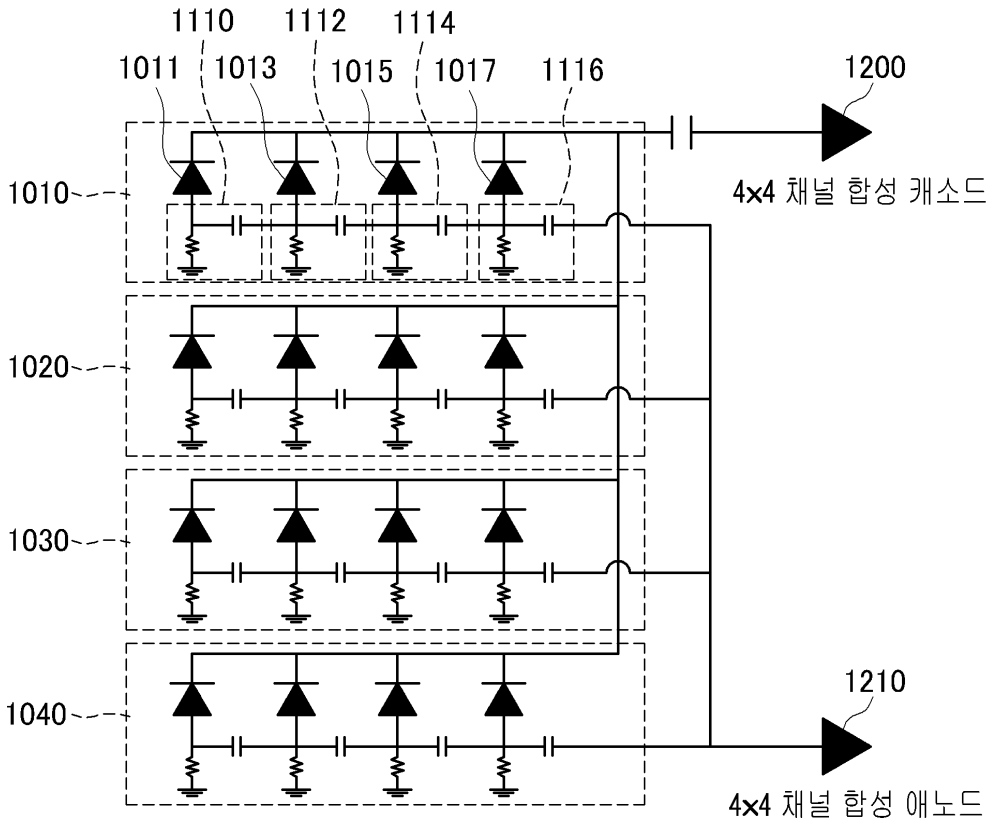
도면4b


1110
1112
1114
1011
1013
1015
1017
1116
1200
4x4 채널 합성 캐소드
1210
1010
1020
1212
1030
1214
4 채널 합성 애노드
1040
1216

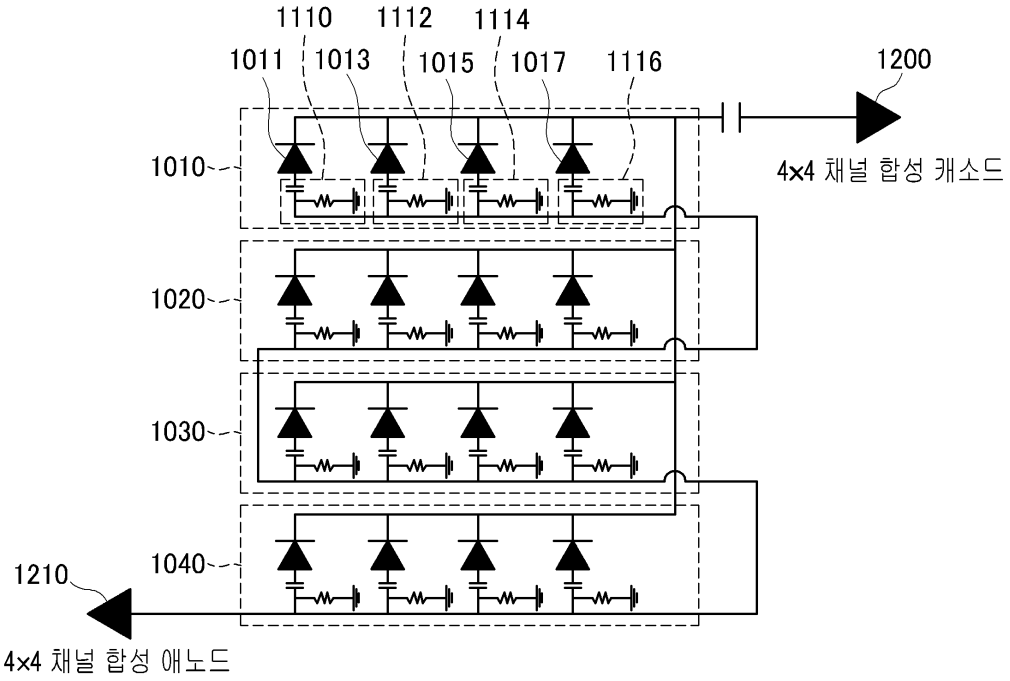
도면5a


1110
1112
1114
1011
1013
1015
1017
1116
1200
4x4 채널 합성 캐소드
1010
1020
1030
1040
1210
4x4 채널 합성 애노드

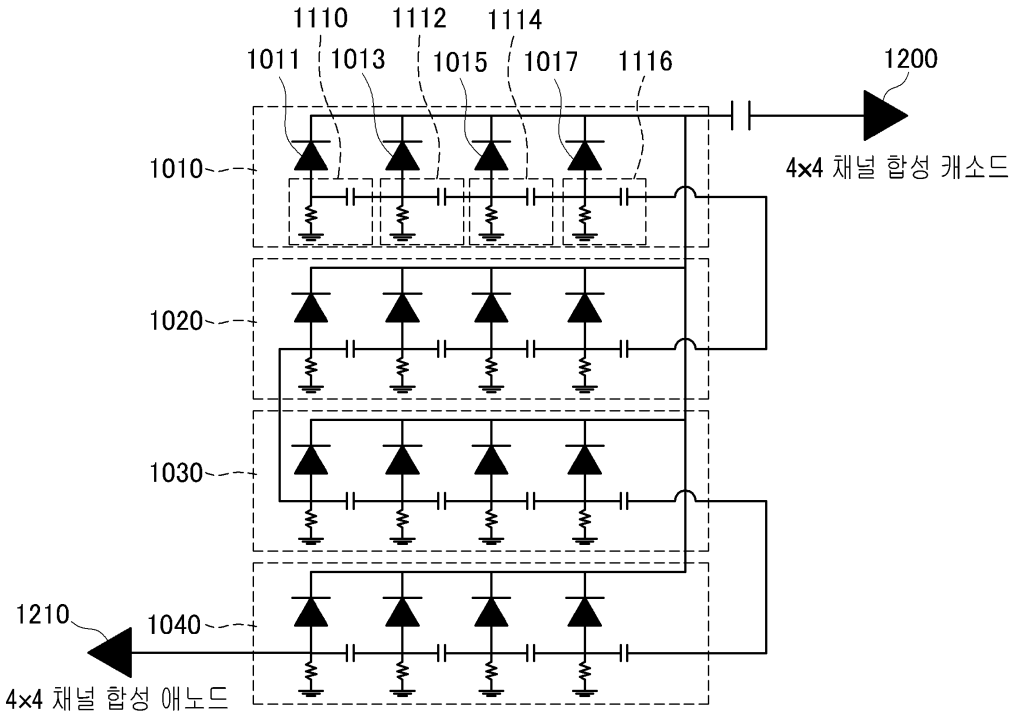
도면5b


1110
1112
1114
1011
1013
1015
1017
1116
1200
1010
4x4 채널 합성 캐소드
1020
1030
1040
1210
4x4 채널 합성 애노드

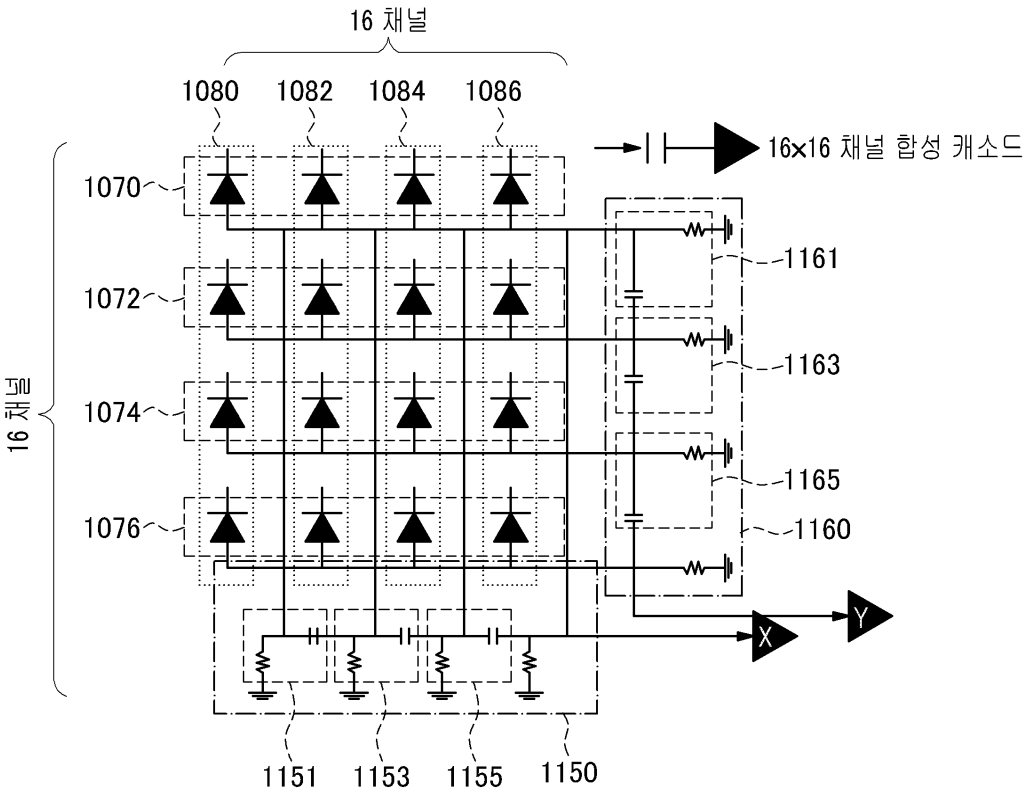
도면6a


1110
1112
1114
1011
1013
1015
1017
1116
1200
1010
4x4 채널 합성 캐소드
1020
1030
1040
1210
4x4 채널 합성 애노드

도면6b

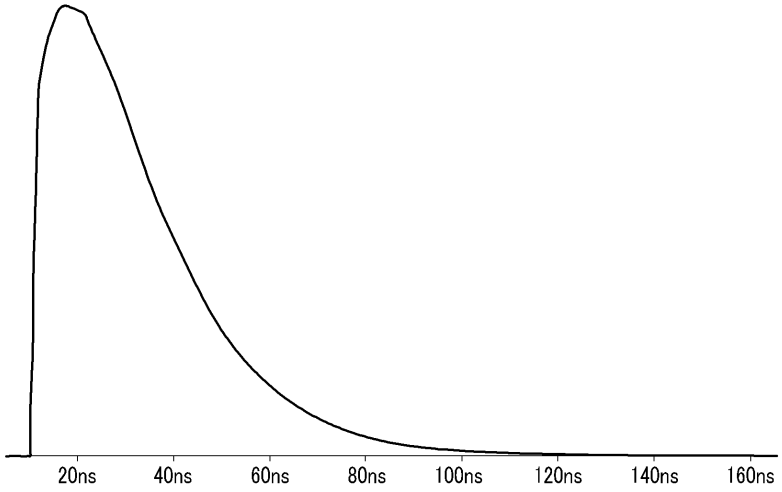

1110
1112
1114
1011
1013
1015
1017
1116
1200
4x4 채널 합성 캐소드
1010
1020
1030
1210
1040
4x4 채널 합성 애노드

도면7

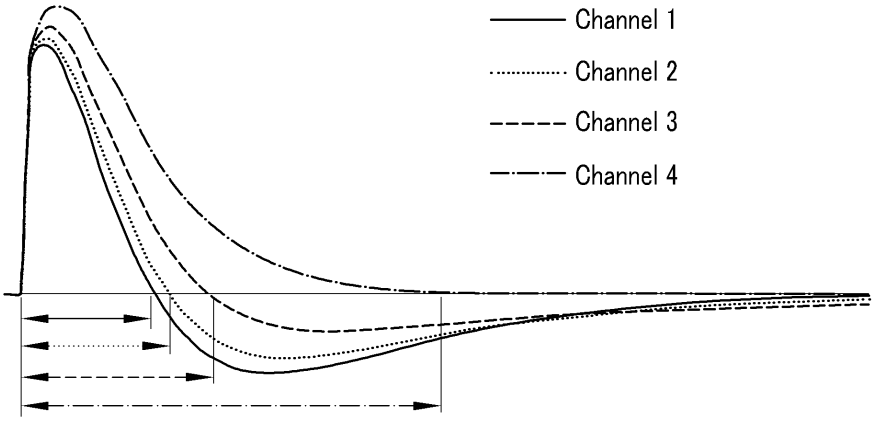

16 채널
1080
1082
1084
1086
16x16 채널 합성 캐소드
1070
1072
1074
1076
16 채널
1161
1163
1165
1160
X
Y
1151
1153
1155
1150

도면8

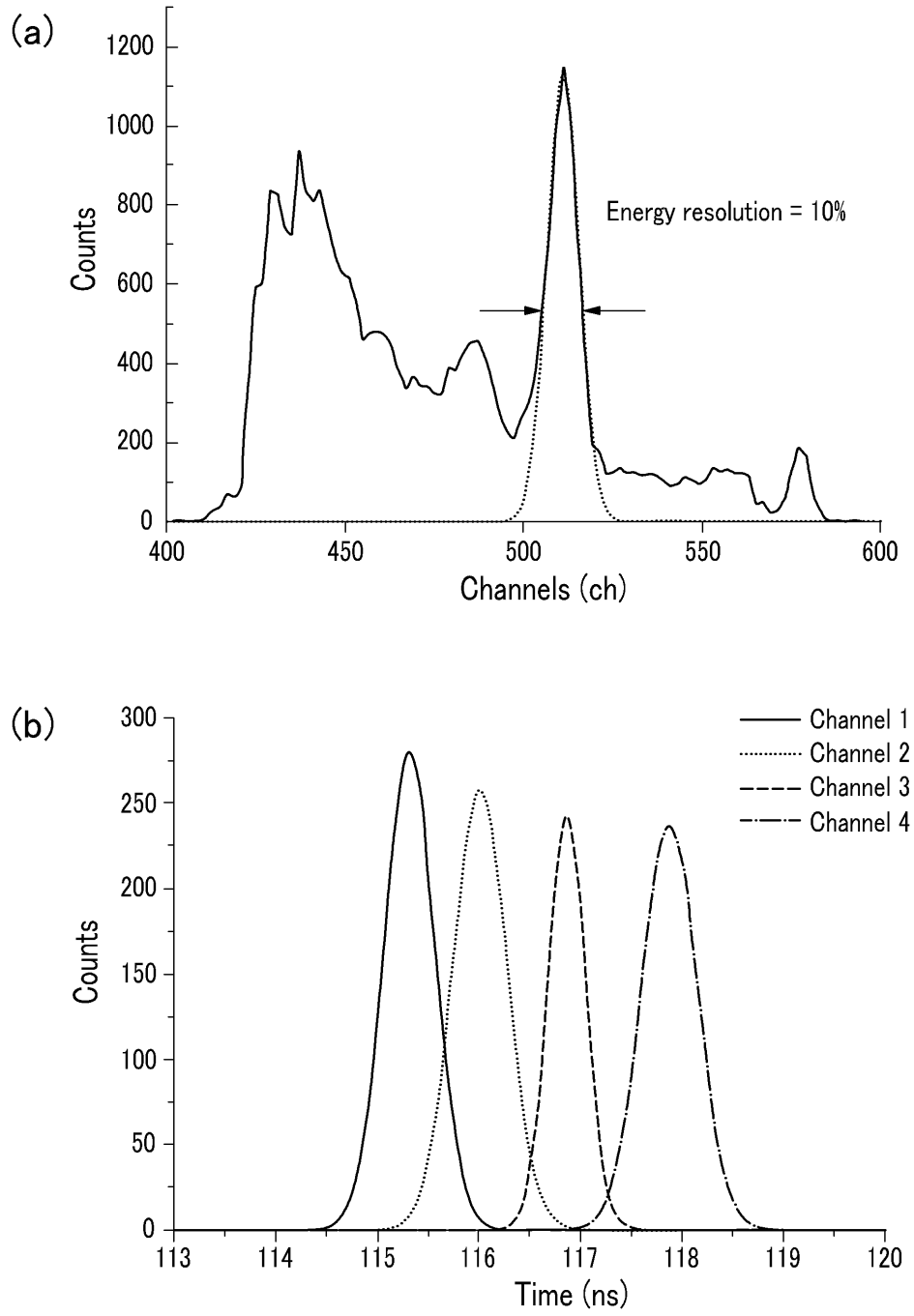
(a)


20ns
40ns
60ns
80ns
100ns
120ns
140ns
160ns

(b)


Channel 1
Channel 2
Channel 3
Channel 4

도면9


(a)
Counts
Channels (ch)
Energy resolution = 10%
(b)
Counts
Time (ns)
Channel 1
Channel 2
Channel 3
Channel 4