



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0013337
(43) 공개일자 2019년02월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01T 1/16 (2006.01) G01T 1/10 (2006.01)
G01T 1/20 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G01T 1/16 (2013.01)
G01T 1/10 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0097800

(22) 출원일자 2017년08월01일

심사청구일자 2017년08월01일

(71) 출원인

한밭대학교 산학협력단

대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)

(72) 발명자

이승호

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 402동 402호(전민동, 엑스포아파트)

라승탁

대전광역시 동구 대동천우안4길 100(신안동)

이주현

대전광역시 서구 청사로 65, 106동 1203호(월평동, 황실타운아파트)

(74) 대리인

이은철, 김중호

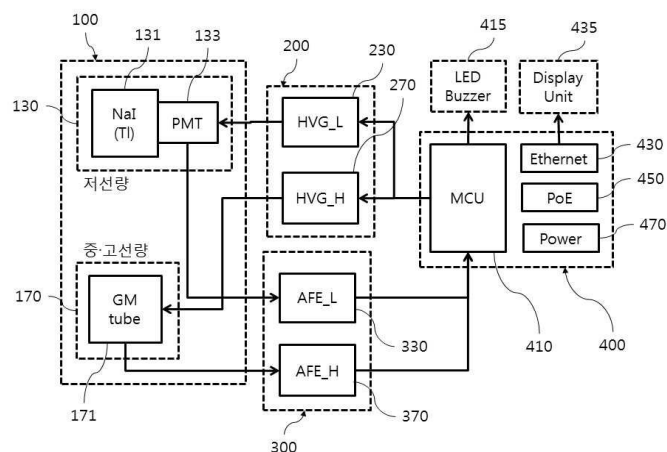
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 GM Tube 및 NaI(Tl) 검출기를 사용한 광역 방사선 측정 시스템

(57) 요약

본 발명에서는 GM Tube 및 NaI(Tl) 검출기를 사용한 광역 방사선 측정 시스템을 개시하였다. 본 발명은 측정 가능한 방사선량이 서로 다른 복수의 검출기를 구비하는 검출부; 상기 검출부의 각 검출기의 작동에 필요한 고전압을 인가하기 위해, 발생하는 고전압 값을 변경할 수 있는 고전압 발생부; 상기 검출부의 각 검출기로부터의 아날로그 신호를 디지털 펄스 신호로 변환하는 아날로그 전처리부; 및 상기 고전압 발생부를 제어하고, 상기 아날로그 전처리부를 통과한 디지털 펄스를 카운팅하여 측정된 방사선의 수를 계수하여 방사선량을 판정하는 제어부;를 포함한다. 본 발명에 의하면, 보다 넓은 범위의 방사선량 측정이 가능하고, 시스템의 부피를 줄일 수 있으며, 적은 비용으로 편리하게 사용할 수 있어서, 방사선이 발생하는 분야의 종사자들에게 쉽게 방사선량 정보를 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01T 1/20 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C0422647

부처명 중소기업청

연구관리전문기관 중소기업기술정보진흥원

연구사업명 이공계전문가 기술개발 서포터즈 사업

연구과제명 GM tube 및 NaI(Tl) 검출기를 사용한 Wide-range 방사선 측정 시스템 설계

기 여 율 1/1

주관기관 한밭대학교산학협력단

연구기간 2016.09.15 ~ 2017.01.14

명세서

청구범위

청구항 1

측정 가능한 방사선량이 서로 다른 복수의 검출기를 구비하는 검출부;

상기 검출부의 각 검출기의 작동에 필요한 고전압을 인가하기 위해, 발생하는 고전압 값을 변경할 수 있는 고전압 발생부;

상기 검출부의 각 검출기로부터의 아날로그 신호를 디지털 펄스 신호로 변환하는 아날로그 전처리부; 및

상기 고전압 발생부를 제어하고, 상기 아날로그 전처리부를 통과한 디지털 펄스를 카운팅하여 측정된 방사선의 수를 계수하여 방사선량을 판정하는 제어부;를 포함하는 광역 방사선 측정 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 검출부는,

저선량 방사선 검출기로 광전자 증배관을 구비한 NaI(Tl) 섬광 검출기; 및

중·고선량 방사선 검출기로 GM tube;를 포함하는 것을 특징으로 하는 광역 방사선 측정 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 고전압 발생부는,

상기 NaI(Tl) 섬광 검출기에 상기 제어부의 제어에 따라 300V 이상 1000V 이하의 전압을 공급하는 저선량 고전압 발생기; 및

상기 GM tube에 350V 이상 650V 이하의 전압을 공급하는 중·고선량 고전압 발생기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 광역 방사선 측정 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 저선량 고전압 발생기는,

변압기를 구비하여 고압을 발생시키는 고압발생모듈;

다이오드와 커패시터를 이용한 배압정류회로를 구비하여 전압을 배압시키는 배압변환모듈;

RC필터를 구비하여 리플을 제거하는 평활·노이즈제거모듈; 및

출력전압을 감시하여 상기 고압발생모듈의 동작여부를 결정하는 전압검출·제어모듈;을 포함하는 것을 특징으로 하는 광역 방사선 측정 시스템.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 아날로그 전처리부는,

상기 NaI(Tl) 섬광 검출기의 출력 신호를 증폭하는 저선량 아날로그 전처리기; 및

상기 GM tube의 출력 신호를 로직 레벨에 맞도록 줄여주고 노이즈의 영향을 받지 않도록 바이어스를 잡아주는 전처리 필터모듈을 구비한 중·고선량 아날로그 전처리기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 광역 방사선 측정 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 저선량 아날로그 전처리기는,

커패시터와 OP앰프를 구비하고, 검출기로부터 출력된 미세 펄스신호를 증폭하는 전하 민감형 증폭모듈;

상기 전하 민감형 증폭모듈을 통과한 펄스 신호를 가우시안 모양으로 정형화 하는 성형 증폭모듈;

비교기를 구비하고, 상기 성형 증폭모듈을 통과한 정형화된 펄스를 사용가능한 펄스 신호로 변환하여 상기 제어부로 입력시키는 판별모듈;을 포함하는 것을 특징으로 하는 광역 방사선 측정 시스템.

청구항 7

제2항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 복수의 검출기의 방사선량 측정가능 구간이 중복되는 경우,

상기 중·고선량 방사선 검출기와 상기 저선량 방사선 검출기를 동시에 동작시키고,

각 검출기에서 검출된 값에서 측정값을 결정할 때, 상기 중·고선량 방사선 검출기에서 검출된 값만으로 측정값을 산출하는 구간, 상기 중·고선량 방사선 검출기의 검출값과 상기 저선량 방사선 검출기의 검출값을 평균하여 측정값을 산출하는 구간, 상기 저선량 방사선 검출기에서 검출된 값만으로 측정값을 산출하는 구간으로 구분하여 측정값을 산출하는 것을 특징으로 하는 광역 방사선 측정 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

외부의 출력장치와 통신이 가능한 이더넷 모듈 또는 PoE 모듈을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광역 방사선 측정 시스템.

청구항 9

(a) 제어부가 중·고선량 고전압 발생기를 작동시켜, 상기 중·고선량 고전압 발생기에서 중·고선량 방사선 검출기에 고전압을 인가하는 단계;

(b) 상기 중·고선량 방사선 검출기가 측정한 값을 중·고선량 아날로그 전처리기로 전달하는 단계;

(c) 상기 중·고선량 아날로그 전처리기에서 전처리 필터모듈을 사용하여 출력 신호를 로직레벨로 낮추고 바이어스를 조정하여 상기 제어부로 전달하는 단계; 및

(d) 상기 제어부에서 펄스 카운팅하여 방사선의 수를 계수하여 방사선의 양을 판정하는 단계;를 포함하는 광역 방사선 측정 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 (d)단계에서 판정된 방사선의 양이 선량 하한값 이하로 판정되는 경우,

(e) 상기 제어부가 저선량 고전압 발생기를 작동시켜서, 저선량 방사선 검출기에 고전압을 인가하는 단계;

(f) 상기 저선량 방사선 검출기가 측정한 값을 저선량 아날로그 전처리기로 전달하는 단계;

(g) 상기 저선량 아날로그 전처리기에서 전하 민감형 증폭모듈, 성형증폭모듈, 판별모듈을 사용하여 출력 신호를 증폭시키고, 정형화된 펄스로 만들어 제어부로 전달하는 단계; 및

(h) 상기 중·고선량 고전압 발생기의 작동을 중지시켜, 중·고선량 방사선 검출기의 고전압을 차단시키는 단계;를 더 포함하는 광역 방사선 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 광역 방사선 측정 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 하나의 장치에 GM Tube 및 NaI(Tl) 검출기를 연동시켜, 중·고선량 뿐만 아니라 저선량의 방사선까지 측정할 수 있는 광역 방사선 측정 시스템에 관한 것이다. 특히 본 발명은 이중의 방사선 검출기에 고전압을 인가하는 방법과 각각의 측정결과를 이용하여 방사선량을 판정하는 방법을 보여준다. 본 발명은 이러한 시스템 및 방법에 의해 하나의 장비에서 보다 넓은 범위의 방사선량 측정이 가능하고, 시스템의 부피를 줄일 수 있으며, 적은 비용으로 편리하게 사용할 수 있어서, 방사선이 발생하는 분야의 종사자들에게 쉽게 방사선량 정보를 제공할 수 있는 광역 방사선 측정 시스템에 관한 것이다

다.

배경 기술

- [0002] 20세기 초엽 방사능 물질이 발견된 이래 많은 분야에서 방사능 물질이 사용되고 있다. 방사능 물질이 분열할 때 많은 에너지를 방출할 수 있으므로 이를 이용하여 원자력 발전소를 구동할 수 있다. 그리고 방사능 물질에서 나오는 방사선으로 암세포를 죽일 수 있으므로 이를 이용한 암치료 등 의학분야에서도 많이 연구되고 있다.
- [0003] 그러나, 방사능 물질은 α 선, β 선, γ 선, 또는 X선 등의 방사선을 방출하는데, 이러한 방사선에 과도하게 노출되는 경우 인체에 유해한 영향을 준다. 따라서, 방사능 물질을 다루는 곳에서는 방사선의량을 측정하는 것이 중요하다. 특히, 원자력 발전소는 물론이고, 핵의학 관련 의료시설, 그리고 방사성 물질을 제조하는 산업현장에서도 방사선량 측정이 필수적으로 이루어지고 있다.
- [0004] 방사선 측정 장치로는 기체의 전리작용을 이용한 가이거뮐러관(Geiger-Muller tube; GM tube), 고체의 전리작용을 이용하는 반도체 검출기, 발광현상을 이용하는 NaI(Tl)섬광검출기, 감광작용을 이용한 필름뱃지 등의 다양한 장치가 개발되어 사용되고 있다.
- [0005] 한편, 기존 방사선 측정 장비의 대부분은 측정 대상이 되는 환경의 방사선량 범위를 고려해 방사선 측정 장치를 설치 운영하도록 구성되어 있다. 따라서, 저선량에서 고선량의 방사선을 측정하기 위해서 통상 2 ~3대의 방사선 측정장치를 한 지점의 환경에 비치하여 방사선량 측정을 진행해야 한다. 즉, 측정장치가 차지하는 공간도 크고, 비용도 많이 들어서, 간편한 측정이 어려우므로, 방사선이 발생하는 분야의 종사자들에게 쉽게 방사선량 정보를 제공할 수 없었다.
- [0006] 공개특허공보 10-2002-0046097 “단독형 환경 방사선 감시 시스템”은 원자력 발전소 주변 혹은 방사선을 취급하는 환경에 있어서 방사선의 선량을 모니터링하는 시스템에 관한 것이다. NaI(Tl) 섬광 검출기와 ION 센서를 이용하여 추출된 정보를 통해 상호 보완적 선량을 변환 정보를 추출하고 GPS를 적용하여 설치된 환경 방사선 감시시스템의 위치 정보를 획득하게 하고, 기상 센서를 인터페이스하여 기상정보를 획득하게 하고, 이러한 기능들을 소프트웨어적으로 원활하게 지원하기 위한 디지털 시그널 프로세서와 이에 인터페이스된 시리얼 통신을 통해 측정된 정보를 외부로 전송할 수 있으며, 기존의 NIM 형태로 구성되는 모듈의 일부분이 아닌 하나의 회로시스템에 집적시킨 단독형으로 이루어져 동작 안정성을 높일 수 있는 환경방사선 감시 시스템을 개시하고 있다.
- [0007] 공개특허공보 10-2015-0003097 “저준위 방사능 측정 장치”는 측정대상인 현장에서 방사능을 측정할 수 있는 저준위 방사능 측정 장치에 관한 것이다. 측정대상의 방사능을 검출하는 주 검출기, 주 검출기를 감싸도록 배치되어 상기 주 검출기에서 발생한 컴프턴 산란에 의한 감마선을 검출하는 복수의 보조 검출기 및 복수의 보조 검출기에서 검출된 감마선을 제거하고, 주 검출기에서 검출된 방사능을 측정하는 회로부를 포함하며, 회로부는 주 검출기에서 검출된 방사능량과 보조 검출기에서 검출된 감마선량이 기 설정된 임계치 이상인지 여부를 판단하여, 기 설정된 임계치 미만이면 결과값을 출력하지 않고, 기 설정된 임계치 이상이면 결과값을 출력하는 것을 개시하고 있다.
- [0008] 그러나 복수의 검출기를 이용하여 넓은 범위의 방사선량을 하나의 장비로 측정하는 소형 일체화된 광역 방사선 측정 시스템은 아직까지 개시되지 않고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 공개특허공보 10-2002-0046097 “단독형 환경 방사선 감시 시스템”
(특허문헌 0002) 공개특허공보 10-2015-0003097 “저준위 방사능 측정 장치”

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명의 목적은, 저선량의 방사선 측정과 중·고 선량의 방사선 측정에 서로 다른 종류의 검출기를 연동시켜, 하나의 장비에서 보다 넓은 범위의 방사선량 측정이 가능한 광역 방사선 측정 시스템을 제공하는 것이다.

- [0011] 본 발명의 다른 목적은, 이종의 방사선 검출기를 사용하는 경우에, 시스템의 부피를 줄일 수 있는 소형 일체형 모듈을 제공하는 것이다.
- [0012] 본 발명의 또 다른 목적은, 장기간 사용하여도 민감도를 유지할 수 있는 광역 방사선 측정 시스템을 제공하는 것이다.
- [0013] 본 발명의 또 다른 목적은, 이종의 방사선 검출기를 사용할 때, 효율적으로 넓은 범위의 방사선량을 정확하게 측정할 수 있는 방법을 제공하는 것이다.
- [0014] 본 발명의 또 다른 목적은, 적은 비용으로 편리하게 사용할 수 있는 소형 일체형으로 구성된 광역 방사선량 측정 시스템을 제공하는 것이다.
- [0015] 본 발명의 목적은 이상에서 언급된 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0016] 상기 목적을 이루기 위한 하나의 양태에 따르면, 본 발명은 광역 방사선 측정 시스템에 있어서, 측정 가능한 방사선량이 서로 다른 복수의 검출기를 구비하는 검출부; 상기 검출부의 각 검출기의 작동에 필요한 고전압을 인가하기 위해, 발생하는 고전압 값을 변경할 수 있는 고전압 발생부; 상기 검출부의 각 검출기로부터의 아날로그 신호를 디지털 펄스 신호로 변환하는 아날로그 전처리부; 및 상기 고전압 발생부를 제어하고, 상기 아날로그 전처리부를 통과한 디지털 펄스를 카운팅하여 측정된 방사선의 수를 계수하여 방사선량을 판정하는 제어부;를 포함한다.
- [0017] 상기 검출부는, 광전자 증배관을 구비하고, 저선량 방사선을 검출할 수 있는 NaI(Tl) 섬광 검출기; 및 중·고선량 방사선을 검출할 수 있는 GM tube;를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 고전압 발생부는, 상기 NaI(Tl) 섬광 검출기에 상기 제어부의 제어에 따라 300V 이상 1000V 이하의 전압을 공급하는 저선량 고전압 발생기; 및 상기 GM tube에 350V 이상 650V 이하의 전압을 공급하는 중·고선량 고전압 발생기;를 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 저선량 고전압 발생부는, 변압기를 구비하여 고압을 발생시키는 고압발생모듈; 다이오드와 커패시터를 이용한 배압정류회로를 구비하여 전압을 배압시키는 배압변환모듈; RC필터를 구비하여 리플을 제거하는 평활·노이즈제거모듈; 및 출력전압을 감시하여 상기 고압발생모듈의 동작여부를 결정하는 전압검출·제어모듈;을 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 아날로그 전처리부는, 상기 NaI(Tl) 섬광 검출기의 출력 신호를 증폭하는 저선량 아날로그 전처리기; 및 상기 GM tube의 출력 신호를 로직 레벨에 맞도록 줄여주고 노이즈의 영향을 받지 않도록 바이어스를 잡아주는 필터를 구비한 중·고선량 아날로그 전처리기;를 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 저선량 아날로그 전처리기는, 커패시터와 OP앰프를 구비하고, 검출기로부터 출력된 미세 펄스신호를 증폭하는 전하 민감형 증폭모듈; 상기 전하 민감형 증폭모듈을 통과한 펄스 신호를 가우시안 모양으로 정형화 하는 성형 증폭모듈; 비교기를 구비하고, 상기 성형 증폭모듈을 통과한 정형화된 펄스를 사용가능한 펄스 신호로 변환하여 상기 제어부로 입력시키는 판별모듈;을 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 제어부는, 상기 복수의 검출기의 방사선량 측정가능 구간이 중복되는 경우, 상기 중·고선량 방사선 검출기와 상기 저선량 방사선 검출기를 동시에 동작시키고, 각 검출기에서 검출된 값에서 측정값을 결정할 때, 상기 중·고선량 방사선 검출기에서 검출된 값만으로 측정값을 산출하는 구간, 상기 중·고선량 방사선 검출기의 검출값과 상기 저선량 방사선 검출기의 검출값을 평균하여 측정값을 산출하는 구간, 상기 저선량 방사선 검출기에서 검출된 값만으로 측정값을 산출하는 구간으로 구분하여 측정값을 산출할 수 있다.
- [0023] 상기 광역 방사선 측정 시스템은, 외부의 출력장치와 통신이 가능한 이더넷 모듈 또는 PoE 모듈을 더 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 목적을 이루기 위한 또 다른 양태에 따르면, 본 발명은 광역 방사선 측정 방법에 있어서, (a) 제어부가 중·고선량 고전압 발생기를 작동시켜, 상기 중·고선량 고전압 발생기에서 중·고선량 방사선 검출기에 고전압을 인가하는 단계; (b) 상기 중·고선량 방사선 검출기가 측정한 값을 중·고선량 아날로그 전처리기로 전달하는 단계; (c) 상기 중·고선량 아날로그 전처리기에서 전처리 필터모듈을 사용하여 출력 신호를 로직레벨로 낮추고

바이어스를 조정하여 상기 제어부로 전달하는 단계; 및 (d) 상기 제어부에서 펄스 카운팅하여 방사선의 수를 계수하여 방사선의 양을 판정하는 단계;를 포함한다.

- [0025] 상기 광역 방사선 측정 방법은, 상기 (d)단계에서 판정된 방사선의 양이 선량 하한값 이하로 판정되는 경우, (e) 상기 제어부가 저선량 고전압 발생기를 작동시켜서, 저선량 방사선 검출기에 고전압을 인가하는 단계; (f) 상기 저선량 방사선 검출기가 측정한 값을 저선량 아날로그 전처리기로 전달하는 단계; (g) 상기 저선량 아날로그 전처리기에서 전하 민감형 증폭모듈, 성형증폭모듈, 판별모듈을 사용하여 출력 신호를 증폭시키고, 정형화된 펄스로 만들어 제어부로 전달하는 단계; 및 (h) 상기 중·고선량 고전압 발생기의 작동을 중지시켜, 중·고선량 방사선 검출기의 고전압을 차단시키는 단계;를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명에 따른 광역 방사선 측정 시스템은, 저선량의 방사선 측정과 중·고 선량의 방사선 측정에 서로 다른 종류의 검출기를 연동시켜, 하나의 장비에서 보다 넓은 범위의 방사선량 측정이 가능하다.
- [0027] 또한, 본 발명에 따른 광역 방사선 측정 시스템은, 방사선량 측정 구간이 다른 검출기들로부터의 신호 검출을 위한 소형 일체형 모듈을 제공함으로써, 시스템의 부피를 줄일 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명에 따른 광역 방사선 측정 시스템은, 장기간 사용시 발생하는 검출기의 민감도 저하에 대응하기 위해 고전압 발생장치에서 발생하는 고전압값을 변경할 수 있도록 구성하여, 최적의 고전압을 인가할 수 있어서 장기간 민감도를 유지할 수 있다.
- [0029] 또한, 본 발명에 따른 광역 방사선 측정 시스템은, 저선량과 중·고선량의 중첩된 방사선 측정 가능 구간에 대해 적절한 구간에서 해당 검출기 기능의 on/off를 제어하는 방법을 이용하여, 효율적으로 넓은 범위의 방사선량을 정확하게 측정할 수 있다.
- [0030] 또한, 본 발명에 따른 광역 방사선 측정 시스템은 소형 일체형으로 광역 방사선량을 정확히 측정할 수 있으므로, 적은 비용으로 편리하게 사용할 수 있어서, 방사선이 발생하는 분야의 종사자들에게 쉽게 방사선량 정보를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 개략적인 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 고전압 발생부의 세부 구성을 나타낸 구성도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 저선량 고전압 발생기의 구체적인 회로도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 아날로그 전처리부의 세부 구성을 나타낸 구성도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 저선량 아날로그 전처리기의 구체적인 회로도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 중·고선량 아날로그 전처리기의 구체적인 회로도이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 PoE모듈의 구체적인 회로도이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 구성을 나타낸 사진이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 방사선량에 따른 검출기의 가동 범위 및 측정 방법을 나타내는 그래프이다.
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 평가를 위한 장비의 배치를 나타낸 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하, 첨부한 도면들 및 후술되어 있는 내용을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예들을 상세히 설명한다. 그

러나, 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시 예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되어지는 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다. 한편, 본 명세서에서 사용된 용어는 실시 예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급되지 않는 한 복수형도 포함된다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자가 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

- [0033] 이하, 도 1 내지 도 10을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템에 대하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 개략적인 구성도이다.
- [0035] 도 1을 참조하면, 광역 방사선 측정 시스템은 검출부(100), 고전압 발생부(200), 아날로그 전처리부(300), 및 제어부(400)를 포함한다.
- [0036] 검출부(100)의 방사선 검출기를 작동시키기 위해서는 고전압이 필요하며, 제어부(400)의 신호에 따라 고전압 발생부(200)에서 검출부(100)로 고전압을 공급한다.
- [0037] 검출부(100)의 방사선 검출기의 출력은 아날로그 전처리부(300)를 통해서 제어부(400)로 입력된다. 제어부(400)에서는 입력된 신호를 분석하여 방사선 측정 결과를 출력할 수 있다.
- [0038] 검출부(100)를 좀더 자세히 살펴보면, 저선량 방사선 검출기(130)와 중·고선량 방사선 검출기(170)를 포함하고 있다. 즉, 검출부(100)는 측정 가능한 방사선량이 서로 다른 복수의 검출기를 구비한다.
- [0039] 고전압 발생부(200)는 검출부(100)의 각 검출기의 작동에 필요한 고전압을 인가할 수 있다. 고전압 발생부(200)는 검출기의 갯수에 맞추어 고전압 발생기를 구비할 수 있다.
- [0040] 도 1에는 저선량 고전압 발생기(230) 및 중·고선량 고전압 발생기(270)가 도시되어 있다. 저선량 고전압 발생기(230)는 저선량 방사선 검출기(130)에 연결되어 있고, 중·고선량 고전압 발생기(270)는 중·고선량 방사선 검출기(170)에 연결되어 있다.
- [0041] 한편, 고전압 발생기들은 제어부(400)에 의해서 검출기에 인가하는 고전압 값을 변경할 수 있도록 설계할 수 있다.
- [0042] 검출부(100)의 각 검출기에서 방사선을 검출하면, 각 검출기는 방사선에 비례하는 아날로그 출력을 하게 된다. 이러한 아날로그 값에서 방사선량을 판정하기 위해서는 디지털로 입력할 필요가 있다. 따라서, 아날로그 전처리부(300)에서 이러한 검출기의 아날로그 신호를 디지털 펄스 신호로 변환하여 제어부(400)로 전달한다.
- [0043] 각 검출기마다 출력되는 형태가 다를 수 있으므로, 아날로그 전처리기도 각각 다르게 설계할 수 있다. 저선량 방사선 검출기(130)의 출력은 저선량 아날로그 전처리기(330)으로 입력되고, 중·고선량 방사선 검출기(170)의 출력은 중·고선량 아날로그 전처리기(370)으로 입력된다.
- [0044] 제어부(400)는 고전압 발생부(200)를 제어할 뿐만 아니라, 아날로그 전처리부(300)를 통과하여 전달된 디지털 펄스를 카운팅하여, 검출기에서 측정된 방사선의 수를 계수하여, 방사선량을 판정한다.
- [0045] 한편, 검출부(100)에 사용하는 검출기로는 CsI(Tl), NaI(Tl) 섬광 검출기, 가이거뮐러관(GM tube), 액체섬광계수관(LSC), 프리케션량계, CdTe, GaAs 등을 이용한 반도체 검출기 등 다양한 검출기를 사용할 수 있다.
- [0046] 도 1에는 저선량 방사선을 검출하기 위해 광전자 증배관(133)을 구비한 NaI(Tl) 섬광 검출기(131)를 사용하고, 중·고선량 방사선을 검출하기 위해 GM tube(171)를 사용하는 실시예를 도시하였다.
- [0047] GM tube(171)는 400V 내지 600V의 고전압을 인가하여야만 정확한 동작을 한다. 따라서, GM tube(171)에 고전압을 인가하는 중·고선량 고전압 발생기(270)는 출력 전압을 500V로 설정하는 것이 바람직하다.
- [0048] NaI(Tl) 섬광 검출기(131)를 통과하는 방사선의 양은 광전자 증배관(photo multiplier tube; PMT)(133)을 통해서 증폭되어 신호를 방출한다. 이때, 광전자 증배관(133)은 약 100V 전위차를 가진 여러개의 다이노드(dynode)를 이용하여 2차 전자의 수를 증폭한다. 따라서, NaI(Tl) 섬광 검출기(131)의 신호를 제대로 검출하기 위해서는 광전자 증배관(133)의 다이노드 수에 따라 요구되는 정도의 고전압을 인가해 줄 필요가 있다.
- [0049] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 고전압 발생부의 세부 구성을 나타낸 구성도이

고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 저선량 고전압 발생기의 구체적인 회로도이다.

- [0050] 도 2와 도 3을 참조하면, 저선량 고전압 발생기(230)는 고압발생모듈(231), 배압변환모듈(232), 평활·노이즈제거모듈(233), 전압검출·제어모듈(234)을 포함한다.
- [0051] 고압발생모듈(231)은 변압기를 구비하여 고압을 발생시킨다. 도 3에서는 A8735 소자를 사용하였다. A8735는 변압기의 1차 권선에 5V를 가해 1A에 이를 때까지 전류를 흘리고, 이후 전류를 끊어 코일 단자 전압이 올라갈 때 감시하여 피크 전압을 감시한다. 순간 최대 전압이 약 31V가 될 때까지 전류의 흐름과 단속을 반복한다. 전압은 변압기 2차측의 커패시터가 방전되어있을 때에는 권선비(1:12)만큼 낮은 전압을 보이며, 이 후 커패시터가 충전됨에 따라 전압이 상승한다. 1차측 순간 전압이 31V가 되면, 이론적으로는 변압기 2차 전압이 372V가 된다.
- [0052] 배압변환모듈(232)은 다이오드와 커패시터를 이용한 배압정류회로를 구비하여 전압을 배압시킨다. 도 3의 회로에서는 다이오드와 커패시터가 5개씩을 사용하여 입력전압을 5배로 배압시킬 수 있다.
- [0053] 평활·노이즈제거모듈(233)은 RC필터를 구비하여 리플을 제거한다. 잡음 제거회로는 직렬 L을 통해 제법 높은 주파수(100MHz대)까지의 잡음을 줄이고 수10MHz 이하의 잡음은 1단 리플 필터를 이용하여 줄일 수 있다.
- [0054] 전압검출·제어모듈(234)은 배압변환모듈(232)의 출력전압을 감시하여 고압발생모듈(231)의 동작여부를 결정한다. 배압정류된 전압은 100 MΩ의 저항을 통해 기준 전압과 비교해 A8735의 동작을 결정한다. 바이어스 전류로 영향을 최소화 하기 위해 1pA 이하의 바이어스 전류를 갖는 OP Amp를 사용하였다.
- [0055] 전압 검출회로를 잡음 제거회로 이후로 배치하게 되면 전압 조정용 부궤환 회로의 지연시간이 커지게 되어 발진을 하게 되므로, 전압 검출은 잡음 제거회로를 배제하고 배압정류된 전압을 이용하였다.
- [0056] 이러한 구성에 의해서 저선량 고전압 발생기(230)는 1,500V까지 고전압을 발생시킬 수 있다.
- [0057] 중·고선량 방사선 검출기(170)에 필요한 고전압이 저선량 방사선 검출기(130)에 필요한 고전압 범위에 들어가기 때문에, 중·고선량 고전압 발생기(270)에도 저선량 고전압 발생기(230)와 동일한 구성을 적용할 수 있다.
- [0058] 즉, 고전압 발생부(200)는 저선량 고전압 발생기(230)를 통해서 저선량 방사선 검출기인 NaI(Tl) 섬광 검출기에 300V 이상 1000V 이하의 전압을 공급할 수 있고, 중·고선량 고전압 발생기(270)를 통해서 중·고선량 방사선 검출기인 GM tube에 350V 이상 650V 이하의 전압을 공급할 수 있다.
- [0059] 제어부(400)는 각각의 고전압 발생기가 각각의 방사선 검출기에 적당한 고전압을 공급하도록 제어한다.
- [0060] NaI(Tl) 섬광검출기는 검출기에 따라 초기 반응을 시작하는 전압이 각기 다르다. 전압이 높을수록 더 많은 양의 방사선 측정 카운트가 나오기 때문에 풍부하게 방사선량을 표기할 수 있는 수치 정보가 될 수 있는 반면, 전압이 높게 인가될수록 검출장치의 수명이 짧아진다. 따라서, 수명과 성능을 고려한 적당한 전압구간을 찾아 사용하는 것이 바람직하다.
- [0061] GM Tube와 NaI(Tl) 섬광검출기의 경우, 전압의 구간별 변경에 따라 증가되는 측정 카운트 값의 증가율이 극히 적어지는 구간이 있는데 이구간에 해당하는 전압을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0062] 따라서, 고전압 발생부(200)에서 고전압을 조정·변경할 수 있다면, 주기적인 교정 등을 통해 최적의 고전압을 검출기에 인가할 수 있어서, 장치의 성능을 균일하게 장기간 운용할 수 있다.
- [0063] 한편, 각 회로에서 변압기 및 R, L, C값이 가지는 오차로 인하여 정확한 전원 공급에 제약이 있으며, 장시간 사용에 의해 센서의 민감도가 둔해지는 특성이 발생한다.
- [0064] 따라서, 장시간 사용시 검출기의 민감도가 저하되는 경우에, 제어부(400)가 고전압 발생기에서 공급하는 고전압 값을 변경할 수 있으므로, 최적의 고전압을 방사선 검출기에 인가할 수 있어서, 장기간 민감도를 유지할 수 있다.
- [0065] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 아날로그 전처리부의 세부 구성을 나타낸 구성도이다. 아날로그 전처리부(300)는 저선량 아날로그 전처리기(330)와 중·고선량 아날로그 전처리기(370)를 포함한다.
- [0066] 저선량 아날로그 전처리기(330)는 저선량 방사선 검출기인 NaI(Tl) 섬광 검출기의 광전자 증배관(133)으로부터 나오는 신호를 처리한다. 중·고선량 아날로그 전처리기(370)는 중·고선량 방사선 검출기인 GM tube(171)로부터

터 나오는 신호를 처리한다.

- [0067] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 저선량 아날로그 전처리기의 구체적인 회로도이다.
- [0068] 도 4와 도 5를 참조하면, 저선량 아날로그 전처리기(330)는 전하 민감형 증폭모듈(331), 성형 증폭모듈(333), 판별모듈(335)을 포함한다. 이렇게 각 기능별로 모듈을 별도로 설계하는 경우, 증폭기간의 간섭에 의한 발진 및 노이즈의 방지에 유리하다. 필요한 경우 컵드캔 등을 사용하여 노이즈 및 간섭을 추가적으로 줄일 수 있다.
- [0069] 전하 민감형 증폭모듈(charge sensitive amplifier; CSA)(331)은 컵캐시터와 OP앰프를 구비하고, 검출기로부터 출력된 미세 펄스신호를 증폭하여, 입력된 미세 펄스신호의 피크에 비례하며 폭이 넓은 파형을 만든다.
- [0070] 성형 증폭모듈(pulse shaping amplifier; PSA)(333)은 전하 민감형 증폭모듈(331)을 통과한 펄스 신호를 가우시안(Gaussian) 모양으로 정형화 한다.
- [0071] 판별모듈(discriminator)(335)은 비교기(comparator)를 구비하고, 상기 성형 증폭모듈(333)을 통과한 정형화된 펄스를 사용가능한 펄스 신호로 변환하여 상기 제어부로 입력시킨다.
- [0072] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 중·고선량 아날로그 전처리기의 구체적인 회로도이다.
- [0073] 도 4와 도 6을 참조하면, 중·고선량 아날로그 전처리기(370)는 전처리 필터모듈(371)을 구비한다. GM tube의 출력된 신호는 약 300V의 큰 신호이므로, 전처리 필터모듈(371)에서 이를 로직 레벨에 맞도록 줄여주고, 노이즈의 영향을 받지 않도록 바이어스를 잡아준다.
- [0074] 필터의 출력이 0 에서 VDD 까지 풀 스윙(full swing)하므로 별도의 판별기(discriminator)회로를 두지 않고도 로직 입력으로 사용할 수 있다.
- [0075] 이상과 같이 방사선량 측정 구간이 다른 검출기들로부터의 신호 검출을 위한 소형 일체형 모듈을 사용함으로써, 시스템의 부피를 줄일 수 있어서 간편하게 사용할 수 있다.
- [0076] 도 1을 참조하면, 제어부(400)는 제어모듈(410), 이더넷 모듈(430), PoE 모듈(Power over Ethernet 모듈)(450), 전원모듈(470) 등을 포함할 수 있다.
- [0077] 제어모듈(410)으로는 마이크로 컨트롤러(micro controller unit; MCU), 로직 컨트롤러(programmable logic controller; PLC), CPU 등이 사용될 수 있다. 제어모듈의 출력으로 LED나 부저(415)가 사용될 수 있다.
- [0078] 출력장치(435)는 이더넷 모듈(430), PoE 모듈(450), 또는 제어모듈(410)에 연결되어 측정된 방사선량 등을 출력할 수 있다. 출력장치(435)를 방사선원과 떨어진 외부에 설치하는 경우, 제어부(400)는 이더넷 모듈이나 PoE 모듈(450)을 이용해서 외부의 출력장치와 통신을 할 수 있으므로, 판정된 방사선량을 전송할 수 있다.
- [0079] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 PoE모듈의 구체적인 회로도이다.
- [0080] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 구성을 나타낸 사진이다. 검출부(100), 아날로그 전처리부(300), 고전압 발생부(200), 제어부(400)으로 구성되었음을 알 수 있다.
- [0081] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 방사선량에 따른 검출기의 가동 범위 및 측정 방법을 나타내는 그래프이다.
- [0082] 측정 가능한 방사선량이 서로 다른 복수의 검출기를 사용하는 경우에, 연속적인 측정을 하기 위해서는 각각의 측정기의 측정구간이 겹치도록 설정하는 것이 바람직하다. 즉, 저선량과 중고선량을 동시에 측정하게 되는 경우, 각 측정 구간이 중첩되는 구간을 만들어 저선량에서 고선량까지 전구간에서 측정이 가능하도록 한다.
- [0083] 도 9를 참조하면, 저선량 방사선 검출기(130)인 NaI(Tl) 섬광검출기는 0 에서 100 μ Sv/h 까지의 방사선량을 측정할 수 있다. 반면에, 고선량 방사선 검출기(170)인 GM tube 는 10 μ Sv/h 에서 10 mSv/h 까지의 방사선량을 측정할 수 있다.
- [0084] 결국, 10 μ Sv/h 에서 100 μ Sv/h 까지는 측정구간이 겹친다. 측정구간이 중복되는 10 μ Sv/h 에서 100 μ Sv/h 에서는 2개의 검출기가 동시에 동작할 수 있다. 즉, 제어부는 검출기들의 방사선량 측정구간이 중복되는 경우에 중·고선량 방사선 검출기와 저선량 방사선 검출기를 동시에 동작시킬 수 있다. 다만, 중첩구간 최소값 10 μ Sv/h 에서 중첩구간 최대값 100 μ Sv/h 에서는 2개의 검출기에서 동시에 측정이 되나, 그 정보나 공통 구간의

값은 선택적으로 합산하여 측정값에 반영할 수 있다.

- [0085] 한편, 제어부(400)는 복수의 검출기에서 검출된 값에서 측정값을 결정할 때, 중·고선량 방사선 검출기에서 검출된 값만으로 측정값을 산출하는 구간, 중·고선량 방사선 검출기의 검출값과 저선량 방사선 검출기의 검출값을 평균하여 측정값을 산출하는 구간, 저선량 방사선 검출기에서 검출된 값만으로 측정값을 산출하는 구간으로 구분하여 측정값을 산출할 수 있다.
- [0086] 도 9에는 선량 기준값으로 50 $\mu\text{Sv/h}$, 선량 하한값은 30 $\mu\text{Sv/h}$, 선량 상한값은 70 $\mu\text{Sv/h}$ 로 설정한 경우, 제어부(400)는 각 검출기의 동작을 다음과 같이 제어할 수 있다.
- [0087] 도 9(a)와 같이, GM tube를 이용하여 중·고선량 방사선을 측정하는 도중에, 파란색 화살표와 같이 방사선량이 감소하는 경우, 측정된 방사선량이 100 $\mu\text{Sv/h}$ 이하가 되면, NaI(Tl) 섬광검출기도 동시에 작동하여 방사선을 검출하지만, 선량 기준값인 50 $\mu\text{Sv/h}$ 까지는 중·고선량 방사선 검출기(170)의 검출값만 측정값에 반영할 수 있다.
- [0088] 측정된 방사선량이 선량 기준값인 50 $\mu\text{Sv/h}$ 이하의 값이 측정되는 경우, 선량 하한값인 30 $\mu\text{Sv/h}$ 까지는 중·고선량 방사선 검출기(170)의 값과 저선량 방사선 검출기(130)의 값을 평균하여 측정값에 반영할 수 있다.
- [0089] 측정된 방사선량이 점점 작아져 선량 하한값인 30 $\mu\text{Sv/h}$ 이하의 값이 측정되는 경우, 저선량 방사선 검출기(130)의 값만을 측정값에 반영할 수 있다.
- [0090] 이와 반대로, 도 9(b)와 같이, NaI(Tl) 섬광검출기를 이용하여 저선량 방사선을 측정하는 도중에, 빨간색 화살표와 같이 방사선량이 증가하는 경우, 측정된 방사선량이 10 $\mu\text{Sv/h}$ 이상이 되면, GM tube도 동시에 작동하여 방사선을 검출하지만, 선량 기준값인 50 $\mu\text{Sv/h}$ 까지는 저선량 방사선 검출기(130)의 검출값만 측정값에 반영할 수 있다.
- [0091] 측정된 방사선량이 선량 기준값인 50 $\mu\text{Sv/h}$ 이상의 값이 측정되는 경우, 선량 상한값인 70 $\mu\text{Sv/h}$ 까지는 저선량 방사선 검출기(130)의 값과 중·고선량 방사선 검출기(170)의 값을 평균하여 측정값에 반영할 수 있다.
- [0092] 측정된 방사선량이 점점 커져 선량 상한값인 70 $\mu\text{Sv/h}$ 이상의 값이 측정되는 경우, 중·고선량 방사선 검출기(170)의 값만을 측정값에 반영할 수 있다.
- [0093] 한편, 선량 기준값인 50 $\mu\text{Sv/h}$ 를 기준으로 중·고선량 방사선 검출기(170)와 저선량 방사선 검출기(130)를 On/Off 시키면, 측정값이 선량 기준값 근처에서 변동하는 경우, 각 검출기가 수시로 On/Off 되어 정확한 측정이 어려울 것이다. 따라서 각 검출기에 고전압을 인가하는 방사선량과 고전압을 차단하는 방사선량을 다르게 설정하는 것이 바람직하다.
- [0094] 예를들어, 저선량 방사선 검출기(130)는 작동 한계인 100 $\mu\text{Sv/h}$ 이상이 되면 고전압을 차단하지만, 그보다 낮은 방사선량에서 고전압이 인가되도록 할 수 있다. 즉, 제어부(400)는 선량 상한값 70 $\mu\text{Sv/h}$, 또는 선량 기준값 50 $\mu\text{Sv/h}$ 이하가 되는 경우에 저선량 방사선 검출기(130)에 고전압이 인가되도록 제어할 수 있다.
- [0095] 반대로, 중·고선량 방사선 검출기(170)는 작동 한계인 10 $\mu\text{Sv/h}$ 이하가 되면 고전압을 차단하지만, 그보다 높은 방사선량에서 고전압이 인가되도록 할 수 있다. 즉, 제어부(400)는 선량 하한값 30 $\mu\text{Sv/h}$, 또는 선량 기준값 50 $\mu\text{Sv/h}$ 이상이 되는 경우에 중·고선량 방사선 검출기(170)에 고전압이 인가되도록 제어할 수 있다.
- [0096] 이상과 같이, 제어부(400)에서 도 9와 같은 방식으로 중·고선량 방사선 검출기(170)와 저선량 방사선 검출기(130)를 제어함에 의해서, 측정값이 각 검출기의 측정구간이 중첩되는 구간에서 변동하는 경우에도 안정적으로 각 검출기를 동작시킬 수 있다.
- [0097] 즉, 중첩되는 측정구간에서, 두 검출기가 모두 동작하도록 제어하여, 효율적으로 넓은 범위의 방사선량을 정확하게 측정할 수 있다.
- [0098] 이상과 같이 구성된 광역 방사선 측정 시스템에 대하여 다음과 같이 캘리브레이션을 실시할 수 있다.
- [0099] 먼저, PoE 모듈로 전원 인가 후 부팅이 완료되면, 이더넷을 통해 원격 호스트와 접속한다. 이때 PoE 모듈을 통해 소비되는 전력량을 계속 감시하여 센서부에 과열등의 문제가 없는지 확인할 수 있다.
- [0100] GM Tube용의 고전압 발생기의 전압을 500V가 되도록 명령을 주고, 방사선 소스가 없는 상황에서 배경 복사에 의한 펄스의 수를 확인하여 정상 동작 여부를 점검한다.
- [0101] 광전자 증배관(PMT)의 바이어스 전압이 800V가 되도록 명령을 주고, 방사선 소스가 없는 상황에서 배경 복사에

의한 펄스의 수를 확인하여 정상동작 여부를 점검한다.

- [0102] 각 검출기에 전압원을 유지한 상태에서 전압원이 안정화되도록 5분간 대기한다. 이후, 3분동안 들어온 각 검출기 펄스의 수를 세서 초당 평균치를 기록하여, 이 값을 배경 복사에 의한 펄스 값으로 사용한다.
- [0103] 측정 환경에서 1uSv/h 의 방사선을 조사하고 1분동안 대기 후, 3분까지 매 10초 동안 들어온 각 검출기 펄스의 누적치를 측정한다.
- [0104] 방사선의 세기를 1uSv/h 에서, 3uSv/h, 10uSv/h, 30uSv/h, 100uSv/h, 300uSv/h, 1mSv/h, 3mSv/h, 10mSv/hf/h 와 같이 바꾸면서 앞에서와 같이 반복 측정한다.
- [0105] 구해진 데이터로 방사선의 세기와 펄스의 수 관계 그래프를 그려서 각 센서가 완전한 선형 특성에서 오차가 가장 작은 구간을 찾는다.
- [0106] 두 검출기의 선형인 구간 이 최소한으로 겹치도록 오차범위를 조정한다. 방사선의 세기별로 보다 선형의 특성을 갖고 불확실성이 적은 대표 검출기를 정하고, 대표 검출기의 그래프에서 각각의 펄스 개수에 대한 평균치와 방사선의 세기 간 그래프를 구성한다.
- [0107] 이때 겹치는 구간에 대하여 선량 기준값, 선량 하한값, 선량 상한값을 설정할 수 있다.
- [0108] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 광역 방사선 측정 시스템의 평가를 위한 장비의 배치를 나타낸 구성도이다.
- [0109] 방사선 측정 시험은 Cs-137 을 이용하였고, 기준전압으로는 PMT 는 625V, GM Tube 는 500V 를 사용하였다. 기준 선량률이 25uSv/h, 35uSv/h, 45uSv/h 인 경우에는 NaI(Tl)+PMT 로 측정하였고, 기준선량률이 100uSv/h, 1mSv/h, 8mSv/h 인 경우에는 GM tube 로 측정하였다. 측정 결과를 표 1에 나타내었다.

표 1

기준 선량률	센서 측정값	비고
25	25.9	NaI(Tl)
35	35.1	NaI(Tl)
45	44.7	NaI(Tl)
100	100.7	GM tube
1,000	1,004.3	GM tube
8,000	7,999.8	GM tube

- [0111] 측정 불확도는 신뢰수준 95%에서 $\pm 7.5\%$ 이하를 만족하였다.
- [0112] 결과적으로, 본 발명에 따른 광역 방사선 측정 시스템은 소형 일체형으로 광역 방사선량을 정확히 측정할 수 있으므로, 적은 비용으로 편리하게 사용할 수 있어서, 방사선이 발생하는 분야의 종사자들에게 쉽게 방사선량 정보를 제공할 수 있다.
- [0113] 이상에서 설명한 광역 방사선 측정 시스템을 이용하는 광역 방사선 측정방법에 대하여 설명한다.
- [0114] 먼저, 제어부(400)가 중·고선량 고전압 발생기(270)를 작동시켜, 중·고선량 방사선 검출기(170)에 고전압을 인가한다. 고전압이 인가된 중·고선량 방사선 검출기(170)는 방사선을 검출하고, 측정된 값을 중·고선량 아날로그 전처리기(370)로 전달한다.
- [0115] 중·고선량 아날로그 전처리기(370)는 전처리 필터모듈(371)을 사용하여 출력 신호를 로직레벨로 낮추고 바이어스를 조정하여, 제어부(400)로 전달한다. 제어부(400)는 펄스를 카운팅하고 방사선의 수를 계수하여 방사선의 양을 판정한다.
- [0116] 이 때, 제어부(400)에서 판정한 방사선의 양이 선량 기준값 이하로 측정된 경우, 제어부(400)는 저선량 고전압 발생기(230)를 작동시켜서, 저선량 방사선 검출기(130)에 고전압을 인가한다.
- [0117] 저선량 방사선 검출기(130)가 측정된 값을 저선량 아날로그 전처리기(330)로 전달한다. 저선량 아날로그 전처리기(330)는 전하 민감형 증폭모듈(331), 성형 증폭모듈(333), 판별모듈(335)을 사용하여 출력 신호를 증폭시키고, 정형화된 펄스로 만들어 제어부로 전달한다.
- [0118] 이 때, 제어부(400)에서 판정한 방사선의 양이 선량 하한값 이하로 측정된 경우, 중·고선량 고전압 발생기

(270)의 작동을 중지시켜 중·고선량 방사선 검출기(170)의 작동을 중지시킨다.

[0119]

이상에서 대표적인 실시 예를 통하여 본 발명에 대하여 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시 예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태에 의하여 정해져야 한다.

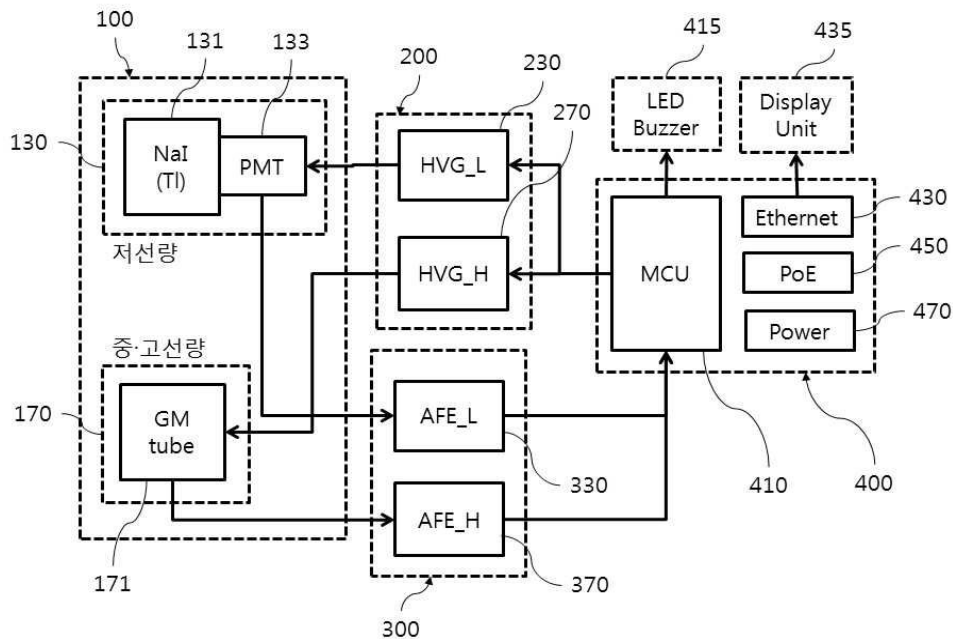
부호의 설명

[0120]

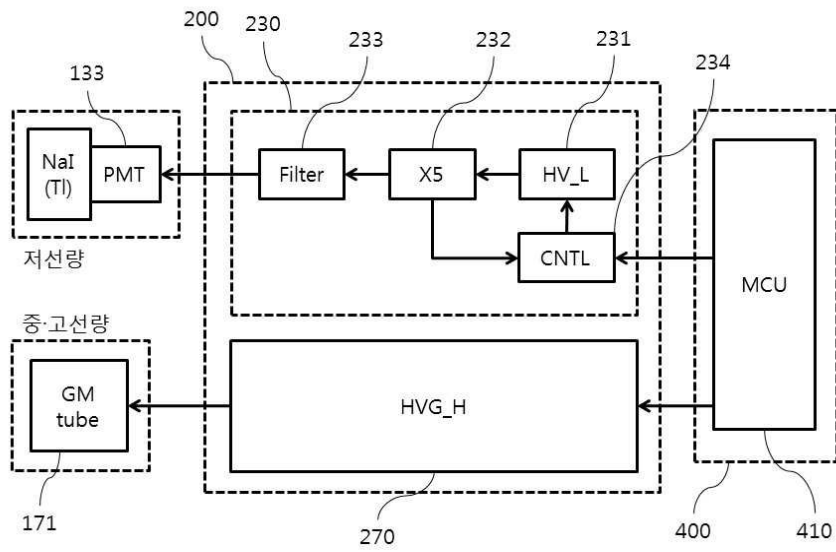
100 : 검출부
130 : 저선량 방사선 검출기
170 : 중·고선량 방사선 검출기
200 : 고전압 발생부
230 : 저선량 고전압 발생기
270 : 중·고선량 고전압 발생기
300 : 아날로그 전처리부
330 : 저선량 아날로그 전처리기
370 : 중·고선량 아날로그 전처리기
400 : 제어부
410 : 제어모듈

도면

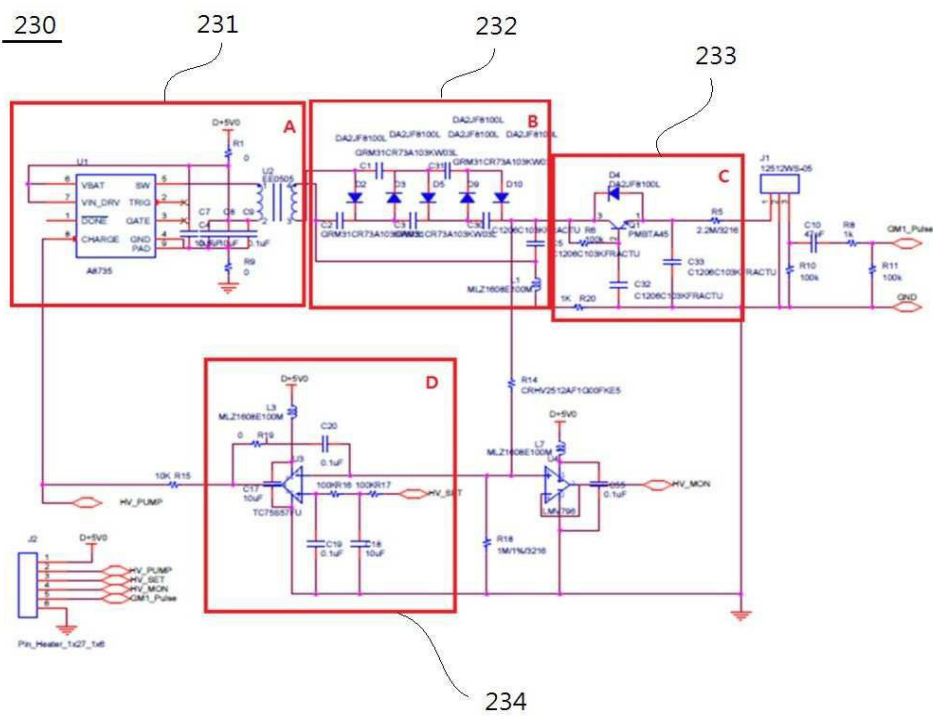
도면1



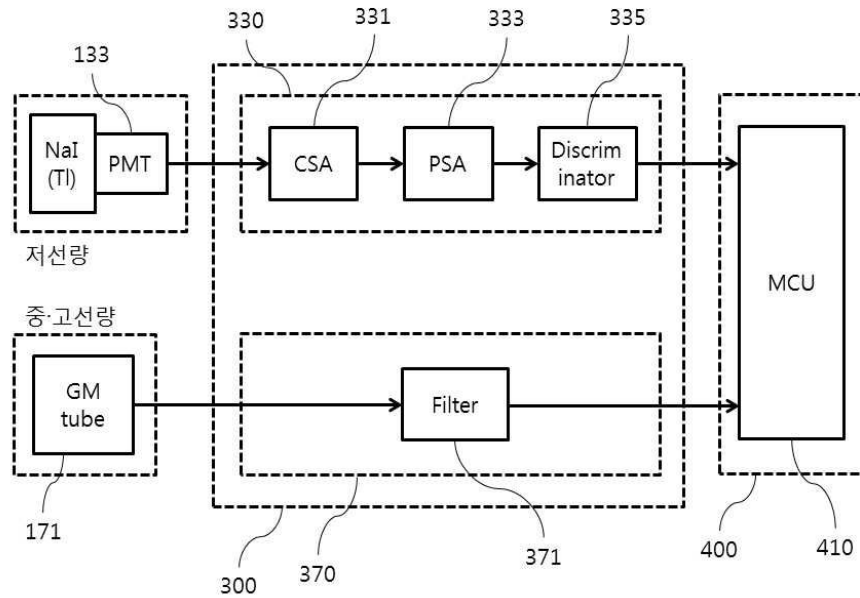
도면2



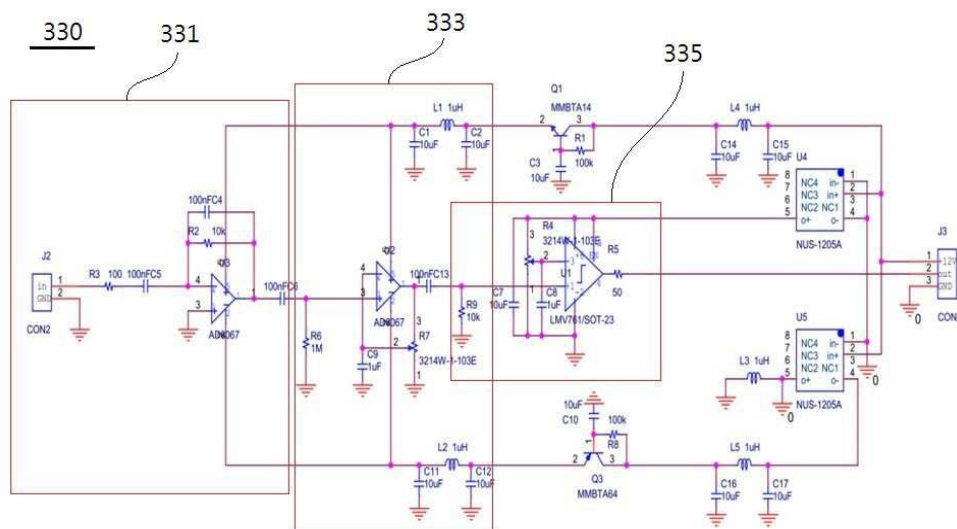
도면3



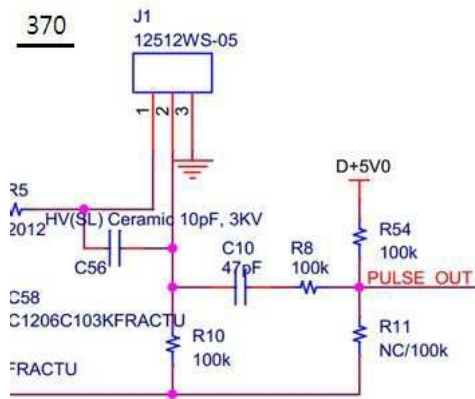
도면4



도면5

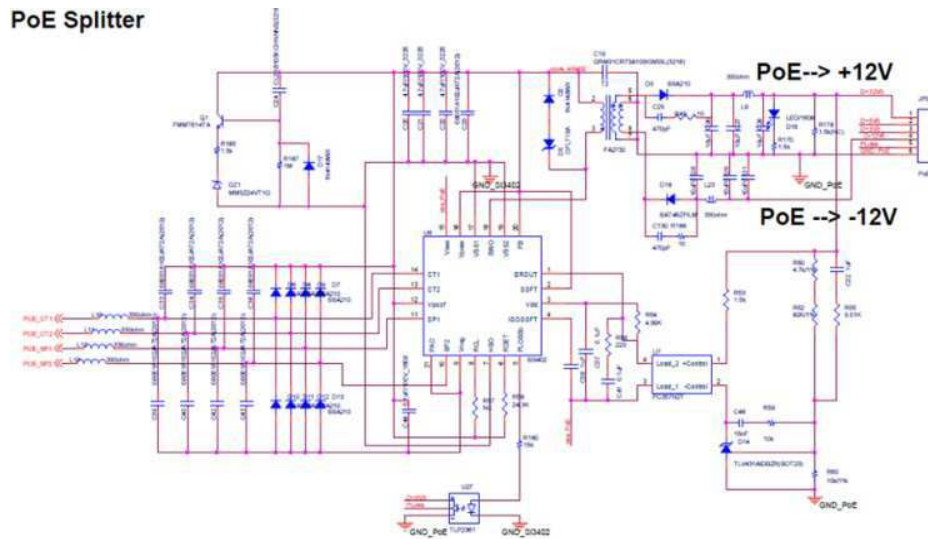


도면6

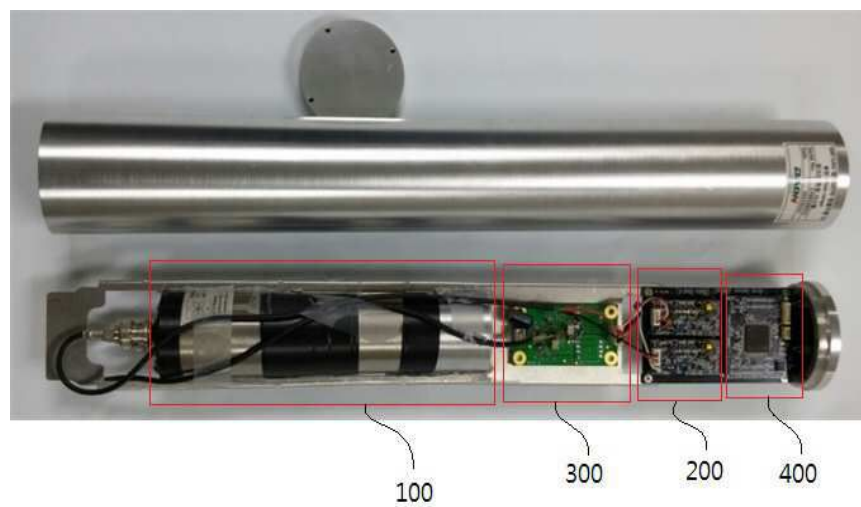


도면7

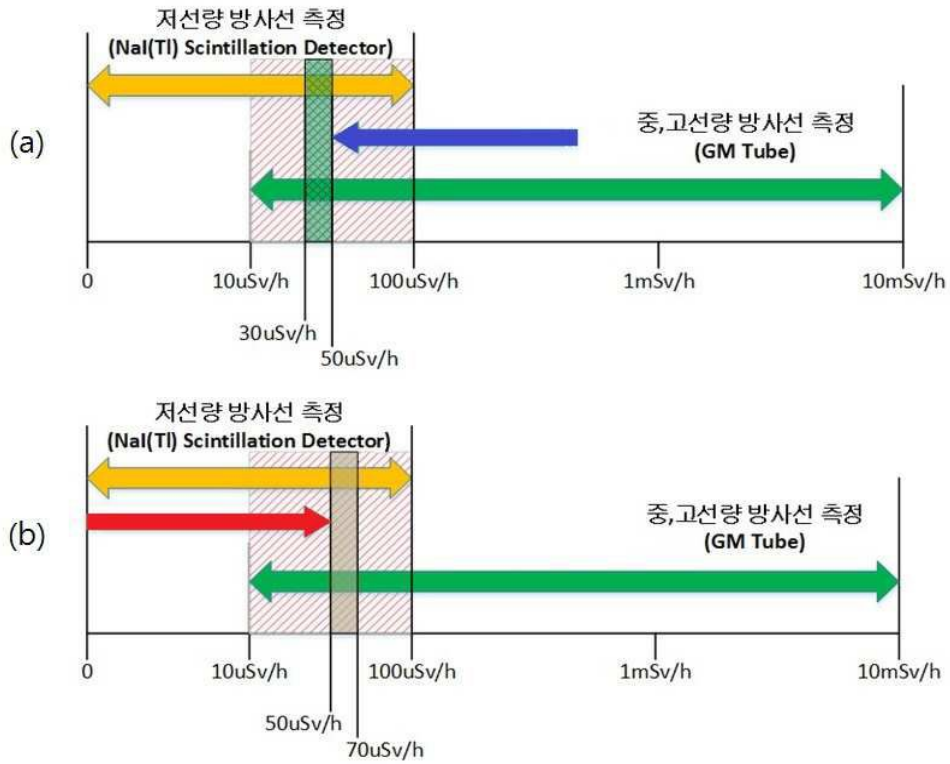
PoE Splitter



도면8



도면9



도면10

