



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년12월13일
(11) 등록번호 10-1808577
(24) 등록일자 2017년12월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01T 1/16 (2006.01) G01D 21/02 (2006.01)
G01D 7/00 (2006.01) G01T 7/00 (2006.01)
G05F 1/10 (2006.01) G08C 17/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01T 1/16 (2013.01)
G01D 21/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0061691(분할)
(22) 출원일자 2017년05월18일
심사청구일자 2017년05월18일
(62) 원출원 특허 10-2016-0128918
원출원일자 2016년10월06일
심사청구일자 2016년10월06일
(56) 선행기술조사문헌
W02011145171 A1*
KR1020140119092 A*
KR1020160086780 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
이승호
대전광역시 유성구 엑스포로 448, 402동 402호(전민동, 엑스포아파트)
고태영
서울특별시 관악구 호암로 399, 309동 2002호 (신림동, 삼성산주공아파트)
이주현
대전광역시 서구 청사로 65, 106동 303호(월평동, 황실타운아파트)
(74) 대리인
이은철, 김중호

전체 청구항 수 : 총 1 항

심사관 : 양성지

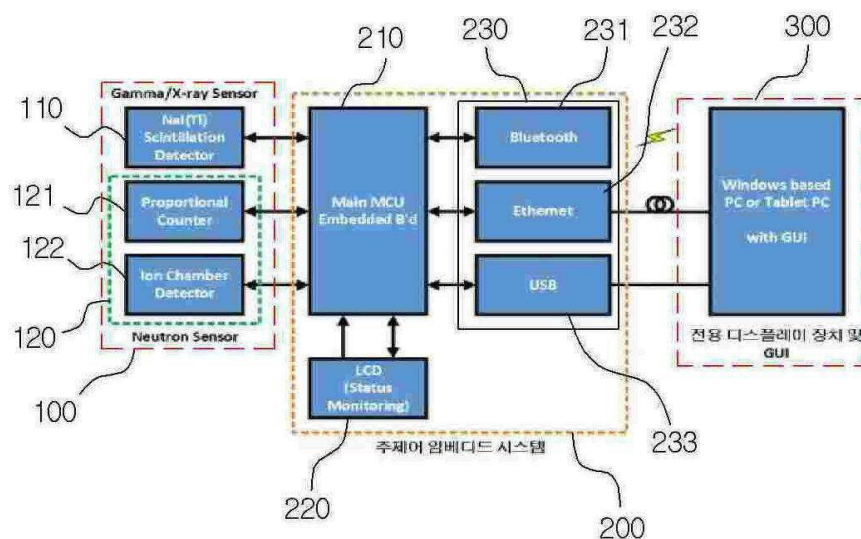
(54) 발명의 명칭 중성자, 감마선, 엑스선 방사선 측정 및 통합 제어 시스템

(57) 요약

본 발명은 중성자, 감마선, 엑스선 방사선 측정 및 통합 제어 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 섬광 검출기(Scintillation Detector) 또는 중성자 검출기(Neutron Detector)를 이용하여 중성자, 감마선, 엑스선 방사선을 동시에 측정이 가능하고, 사용자에게 측정 정보를 전달함으로써 능동적으로 대응할 수 있도록 하는 중성자,

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



감마선, 엑스선 방사선 측정 및 통합 제어 시스템에 관한 것이다.

이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명은 검출부, 임베디드 시스템 및 표시부를 포함한다.

상기 검출부는 중성자, 감마선 및 엑스선 방사선을 측정한다. 상기 임베디드 시스템은 상기 검출부를 제어하고, 측정된 정보를 모니터링하며, 유무선으로 측정 정보를 전송한다.

상기 표시부는 상기 임베디드 시스템으로부터 측정 정보를 전송받아 표시한다.

상기 검출부는 중성자 검출기(Neutron Detector)와 섬광 검출기(Scintillation Detector)중 적어도 하나를 포함한다. 상기 중성자 검출기(120)는 중성자 센서(Neutron Sensor)를 포함하며, 상기 섬광 검출기(110)는 감마(Gamma)/엑스레이(X-ray) 센서를 포함한다.

상기 중성자 검출기는 비례 계수관(Proportional Counter)과 이온 챔버 검출기(Ion Chamber Detector)중 적어도 하나를 포함한다.

상기 임베디드 시스템은 메인애플리케이션(Main MCU)과 모니터부 및 전송부를 포함한다. 상기 전송부는 이더넷(Ethernet), 유선통신 기능을 가지는 USB 및 무선 통신기능을 가지는 블루투스(Bluetooth)중 적어도 하나를 포함한다.

상기 표시부는 상기 임베디드 시스템으로부터 방사선 측정 결과를 유무선으로 전송받아 출력한다.

이와 같은 본 발명에 따른 중성자, 감마선, 엑스선 방사선 측정 및 통합 제어 시스템은 원격으로 중성자, 감마선 및 엑스선 방사선을 측정하도록 함으로써 사용자가 방사선으로부터 과피폭되는 위험을 방지할 수 있는 효과가 있다.

(52) CPC특허분류

G01D 7/00 (2013.01)
G01T 7/005 (2013.01)
G05F 1/10 (2013.01)
G08C 17/02 (2013.01)
H04Q 2209/30 (2013.01)
H04Q 2209/43 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1425102046
부처명	중소기업청
연구관리전문기관	중소기업기술정보진흥원
연구사업명	산학연협력기술개발
연구과제명	중성자, 감마선, 엑스선, 방사선 측정 및 통합 제어시스템 개발
기 여 율	1/1
주관기관	한밭대학교산학협력단
연구기간	2016.05.01 ~ 2017.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

중성자, 감마선 및 엑스선 방사선을 동시에 측정할 수 있도록 상기 중성자의 양이 작거나 속도가 느린 열중성자를 검출하는 비례 계수관(Proportional Counter)과, 투과성이 강한 고속중성자를 측정하는 이온 챔버 검출기(Ion Chamber Detector) 및 저준위의 감마선 및 엑스선을 측정하는 섬광 검출기(Scintillation Detector)를 포함하는 검출부;

상기 검출부를 제어하여 중성자 및 감마선, 엑스선 방사선을 검출하고, 상기 검출된 방사선을 초단위로 샘플링하며 누적된 펄스 및 전류값에 대한 방사선량 및 방사능량을 변환하는 메인애플리케이터(Main MCU);

상기 메인애플리케이터(Main MCU)로부터 방사선 측정 결과와 상기 변환된 방사선량 및 방사능량 측정 수치를 유무선으로 전송받아 출력하고, 사용자에게 상기 검출부의 제어 조건 설정과 상기 검출부에 대한 캘리브레이션 기능 및 장치 세부 설정 기능을 제공하여 주기적으로 상기 검출부에 대한 시험 및 교정을 수행하며, 상기 설정의 변경을 함으로써 측정된 방사선 수치를 방사능 수치로 변경하고, 각 방사선에 대해 초당 카운트 수(cps), 방사선량률 및 누적선량으로 변환하는 표시부;

상기 메인애플리케이터로부터 제어 신호를 입력받아 상기 검출부의 비례 계수관(Proportional Counter), 이온 챔버 검출기(Ion Chamber Detector) 및 섬광 검출기(Scintillation Detector)가 각각의 회로에 노이즈 및 상호간섭 없이 동작될 수 있도록 상기 각각의 검출기에 대응되는 전압을 공급하기 위해 300V ~ 2000V의 가변 전압을 생성하고, 상기 이온 챔버 검출기, 비례 계수관 및 섬광 검출기에 공급되는 전압에 따라 상기 가변 전압을 인가하는 가변 고전압 생성기(Variable High Voltage Generator)를 포함하되,

상기 가변 고전압 생성기는

상기 메인애플리케이터의 제어에 따라 동작되어 상기 섬광 검출기에는 600 ~ 1200V의 전압을 공급하며, 상기 비례 계수관에는 700 ~ 2000V의 전압을 공급하고, 상기 이온챔버 검출기에는 300 ~ 1000V의 전압을 공급하며,

상기 섬광 검출기는

검출된 미세 펄스 신호를 증폭하는 전하증폭기(charge sensitive amp),

상기 증폭된 신호를 펄스파형으로 정형화시키는 펄스파형증폭기(Pulse shaping amp),

상기 정형화된 펄스를 특정 전압을 기준으로 변환하는 베이스라인리스트로(Baseline restore) 및

상기 펄스파형증폭기 및 베이스라인리스트를 거쳐 변환된 신호를 디지털 신호로 변환하는 판별기(Discriminator)를 포함하고,

상기 이온 챔버 검출기(Ion Chamber Detector)는

미세한 전류출력신호를 측정할 수 있도록 전류를 전압으로 변환하고, 상기 변환된 신호를 증폭하는 프리앰프(Pre-amp),

상기 증폭된 신호를 디지털 신호로 변환하는 ADC(Analog Digital converter) 및

전하커패시터(charge Capacitor)를 포함하며,

상기 비례 계수관(Proportional Counter)은

미세한 전류출력신호를 측정할 수 있도록 전류를 전압으로 변환하고, 상기 변환된 신호를 증폭하는 프리앰프(Pre-amp),

상기 증폭된 신호를 2차 증폭하는 전하증폭기(charge sensitive amp),

상기 증폭된 신호를 펄스파형으로 정형화시키는 펄스파형증폭기(Pulse shaping amp),

상기 정형화된 펄스를 특정 전압을 기준으로 변환하는 베이스라인리스트로(Baseline restore) 및

상기 펄스파형증폭기 및 베이스라인리스트를 거쳐 변환된 신호를 디지털 신호로 변환하는 판별기(Discriminator)를 포함하는 중성자, 감마선, 엑스선 방사선 측정 및 통합 제어 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 중성자, 감마선, 엑스선 방사선 측정 및 통합 제어 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 섬광 검출기(Scintillation Detector) 또는 중성자 검출기(Neutron Detector)를 이용하여 중성자, 감마선, 엑스선 방사선을 동시에 측정이 가능하고, 사용자에게 측정 정보를 전달함으로써 능동적으로 대응할 수 있도록 하는 중성자, 감마선, 엑스선 방사선 측정 및 통합 제어 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 방사선 산업의 발달로 방사선 물질의 누출에 의한 방사선 사고가 증가함에 따라, 방사선 물질을 관리하는 작업자 또는 방사선 계측자에게는 작업 현장에서의 방사선량을 계측하는 방사선 검출 장치의 사용이 의무화 되어 있다.

[0004] 한편, 방사선을 검출하는 방법으로서 방사선의 전리 작용, 여기 작용, 발광 작용, 감광 작용 등을 이용한 다양한 방법들이 존재하며, 측정 대상이 되는 방사선의 종류에 따라 그 검출 장치 및 검출 방법을 구별하여 사용하고 있고, 방사선량에 대한 선량 측정 장치와 핵종 분석을 위한 측정 장치도 구별하여 사용되고 있다.

[0005] 그리고, 이러한 방사선 검출장치는 휴대용 구조로 이루어짐에 따라, 사용자가 해당 지역에 직접 계측기를 가지고 가서 수동으로 감시하거나 특정지역 현장의 모습을 감시 카메라를 이용하여 확인할 수 밖에 없으므로, 사용자가 방사선원에 근접하여 계측할 수 밖에 없어 계측자에게 필요 이상의 과 피폭을 유발할 위험성이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제1441487호(2014년 09월 17일 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 종래의 단점을 해결한 것으로서, 측정 대상이 되는 방사선의 종류에 상관없이 중성자, 감마선 및 엑스선 방사선을 동시에 측정할 수 있는 일체형 방사선 측정 검출장치를 제공하고, 방사선을 원격 또는 네트워크상으로 측정하고 분석이 가능하도록 함으로써, 사용자가 방사선으로부터 과 피폭되는 위험을 방지하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 특징에 따른 중성자, 감마선, 엑스선 방사선 측정 및 통합 제어 시스템은 검출부, 임베디드 시스템 및 표시부를 포함한다.
- [0011] 상기 검출부는 중성자, 감마선 및 엑스선 방사선을 측정한다. 상기 임베디드 시스템은 상기 검출부를 제어하고, 측정된 정보를 모니터링하며, 유무선으로 측정 정보를 전송한다.
- [0012] 상기 표시부는 상기 임베디드 시스템으로부터 측정 정보를 전송받아 표시한다.
- [0013] 상기 검출부는 중성자 검출기(Neutron Detector)과 섬광 검출기(Scintillation Detector)중 적어도 하나를 포함한다. 상기 중성자 검출기(120)는 중성자 센서(Neutron Sensor)를 포함하며, 상기 섬광 검출기는 감마(Gamma)/엑스레이(X-ray) 센서를 포함한다.
- [0014] 상기 중성자 검출기는 비례 계수관(Proportional Counter)과 이온 챔버 검출기(Ion Chamber Detector)중 적어도 하나를 포함한다.
- [0015] 상기 임베디드 시스템은 메인애플리케이션(Main MCU)과 모니터부 및 전송부를 포함한다. 상기 전송부는 이더넷(Ethernet), 유선통신 기능을 가지는 USB 및 무선 통신기능을 가지는 블루투스(Bluetooth)중 적어도 하나를 포함한다.
- [0016] 상기 표시부는 상기 임베디드 시스템으로부터 방사선 측정 결과를 유무선으로 전송받아 출력한다.

발명의 효과

- [0018] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 중성자, 감마선, 엑스선 방사선 측정 및 통합 제어 시스템은 측정 대상이 되는 방사선의 종류에 상관없이 중성자, 감마선 및 엑스선 방사선을 동시에 측정이 가능하고, 원격으로 중성자, 감마선 및 엑스선 방사선을 측정하도록 함으로써 사용자가 방사선으로부터 과피폭되는 위험을 방지할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 방사선 측정 및 통합 제어 시스템을 나타낸 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 임베디드 시스템을 나타낸 구성도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 가변 고전압 발생기(High Voltage Generator)를 나타낸 구성도이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 선형 레귤레이터(Linear Regulator)를 나타낸 구성도이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 섬광 검출기를 나타낸 구성도이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 비례계수관(Proportional Counter)을 나타낸 구성도이다.
- 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 이온 챔버 검출기(Ion Chamber Detector)를 나타낸 구성도이다.
- 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 GM튜브 검출기(Geiger Muller tube Detector)를 나타낸 구성도이다.
- 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 표시부를 나타내는 도면이다.
- 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 방사선 측정 및 통합 제어 시스템을 나타낸 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면부호를 붙였다.
- [0022] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재

된 "...부", "...기", "...모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 또는 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

- [0023] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0024] 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 방사선 측정 및 통합 제어 시스템을 나타낸 구성도이다.
- [0026] 도 1에서 도시된 바와 같이 본 발명의 중성자, 감마선, 엑스선 방사선 측정 및 통합 제어 시스템은 검출부(100)와, 임베디드 시스템(200) 및 표시부(300)를 포함한다.
- [0027] 중성자, 감마선 및 엑스선 방사선을 측정하는 상기 검출부(100)는 중성자 검출기(Neutron Detector)(120)와 섬광 검출기(Scintillation Detector)(110)를 포함할 수 있다. 상기 중성자 검출기(120)는 중성자 센서(Neutron Sensor)를 포함할 수 있고, 상기 섬광 검출기(110)는 감마(Gamma)/엑스레이(X-ray) 센서를 포함할 수 있다.
- [0028] 또한, 상기 중성자 검출기(120)는 비례 계수관(Proportional Counter)(121)과 이온 챔버 검출기(Ion Chamber Detector)(122)중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0029] 또한, 상기 검출기(섬광 검출기, 중성자 검출기)의 외부에는 고밀도 폴리에틸렌(HDPE)을 이용한 감속제를 사용하여 중성자를 검출할 수 있도록 하는 제어회로를 포함할 수 있다.
- [0030] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 임베디드 시스템을 나타낸 구성도이다.
- [0031] 도 2에서 도시된 바와 같이 상기 임베디드 시스템(200)은 메인애플리케이션(Main MCU)(210)와 모니터부(220) 및 전송부(230)를 포함한다.
- [0032] 상기 전송부(230)는 이더넷(Ethernet)(232), 유선통신 기능을 가지는 USB(233) 및 무선 통신기능을 가지는 블루투스(Bluetooth)(231)를 포함할 수 있다.
- [0033] 상태 모니터링을 위한 상기 모니터부(220)는 LCD를 포함할 수 있다. 상기 메인애플리케이션(210)은 중성자 및 감마선, 엑스선 방사선을 검출하여 초단위로 샘플링하고 누적된 펄스 및 전류값에 대한 방사선량 및 방사능량을 변환하는 알고리즘을 포함할 수 있다.
- [0034] 상기 중성자(Neutron) 센서는 고정밀 고속 신호를 디지털 데이터로 변환하는 기능을 위해 A/D 컨버터(Converter)를 포함할 수 있다. 또한, 중성자 센서에서 출력되는 신호는 극저전류로 출력되고, 상기 임베디드 시스템(200)은 측정된 신호를 보다 정밀하고 빠르게 측정하는 기능을 한다.
- [0035] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 가변 고전압 발생기(High Voltage Generator)를 나타낸 구성도이다.
- [0036] 도 3에서 도시된 바와 같이 상기 메인애플리케이션(210)과 이온 챔버 검출기(122)의 사이에는 가변(Variable) 고전압 발생기(High Voltage Generator)(400)를 포함할 수 있다. 상기 가변 고전압 발생기(400)는 선형 레귤레이터(Linear Regulator)(410)와 스위칭 레귤레이터(Switching Regulator)(420)를 포함할 수 있다.
- [0037] 중성자 및 감마선, 엑스선 방사선 측정을 위해 사용하는 검출기는 대부분 고압의 전압을 요구하므로, 고전압 발생기(400)는 주제어 기능을 담당하는 상기 임베디드 시스템(200)의 제어를 통해 300V ~ 2000V까지 가변할 수 있도록 구성되어, 각 검출기에 고전압을 인가할 수 있다.
- [0038] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 선형 레귤레이터(Linear Regulator)를 나타낸 구성도이다.
- [0039] 도 4에서 도시된 바와 같이 상기 선형 레귤레이터(410)에는 PWM(Pulse width modulation) 제어부(411)와 고압 발생부(412), 배압정류부(413) 및 전압검출부(414)를 포함할 수 있다.
- [0040] 상기 표시부(300)는 임베디드 시스템(200)으로부터 방사선 측정 결과를 유무선으로 전송받아 출력한다. 또한, 상기 표시부(300)는 통합 제어 시스템 사용을 위한 관리자 및 사용자에게 측정 정보 전달 및 제어 조건 설정, 캘리브레이션 기능을 제공하도록 하는 전용 디스플레이 시스템(Display system) 및 GUI를 포함하며, 윈도우 OS를 기반으로 하는 PC 또는 태블릿(Tablet) PC 중 하나로 구성될 수 있다.
- [0041] 또한, 상기 표시부(300)는 방사선 선량 및 방사능량 측정 수치를 나타내는 소프트웨어와, 캘리브레이션 및 장치 세부 설정 기능을 가지는 소프트웨어를 포함할 수 있다.
- [0042] 여기에서 상기 장치 세부 설정 기능에는 통신 장치 및 네트워크 설정 기능 및 측정 선량, 누적선량에 대한 로그

및 그래프 출력기능이 포함될수 있다.

- [0043] 상기 표시부(300)의 GUI를 이용하여 설정의 변경을 함으로써 측정된 방사선 수치를 방사능 수치로 변경이 가능하고, 각 방사선에 대해 초당 카운트 수(cps) 및 방사선량률, 누적선량으로 변환이 가능하며, 각 방사선 측정용 검출기에 대해 캘리브레이션 기능을 제공하여 주기적으로 장치에 대한 시험, 교정을 통해 계측장치로 사용될수 있다.
- [0044] 또한, 유무선 통신 기능을 사용해 근거리의 원격통신이 가능하고, 네트워크에 연동되어 원격리의 인터넷 사용자에게 측정 정보를 제공할수 있다.
- [0045] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 섬광 검출기를 나타낸 구성도이다.
- [0046] 도 5에서 도시된 바와 같이 상기 섬광 검출기는 전하증폭기(Charge sensitive amp)(1001), 펄스파형증폭기(Pulse shaping amp)(1002), 베이스라인리스트로(Baseline restore)(1003) 및 판별기(Discriminator)(1004)로 구성될수 있다.
- [0047] 상기 전하증폭기(1001)는 상기 검출부(100)로부터 출력된 미세 펄스 신호를 증폭한다. 또한, 상기 판별기(1004)에서 상기 펄스파형증폭기(1002) 및 베이스라인리스트로(1003)을 거쳐 정형화된 펄스를 특정 전압을 기준으로 해서 디지털 신호로 변환한다.
- [0048] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 비례계수관(Proportional Counter)을 나타낸 구성도이고, 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 이온 챔버 검출기(Ion Chamber Detector)를 나타낸 구성도이다.
- [0049] 도 6에서 도시된 바와 같이 상기 비례계수관(121)은 프리앰프(Pre-amp)(1005), 전하증폭기(Charge sensitive amp)(1001), 펄스파형증폭기(Pulse shaping amp)(1002), 베이스라인리스트로(Baseline restore)(1003) 및 판별기(Discriminator)(1004)로 구성될 수 있다.
- [0050] 또한, 도 7에서 도시된 바와 같이 상기 이온 챔버 검출기(Ion Chamber Detector)(122)은 프리앰프(Pre-amp)(1005), ADC(Analog Digital converter)(1006) 및 전하커패시터(Charge Capacitor)(1007)로 구성될 수 있다.
- [0051] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 GM튜브 검출기(Geiger Muller tube Detector)를 나타낸 구성도이다.
- [0052] 도 8에서 도시된 바와 같이 상기 GM튜브 검출기(Geiger Muller tube Detector)(130)는 프리앰프(Pre-amp)(1005)와 필터(Filter)(1008)로 구성될 수 있다.
- [0053] 이에 대해 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0054] 상기 비례 계수관(121)은 펄스형 출력을 이용하여 중성자를 측정하고, 상기 이온 챔버 검출기(122)는 전류의 출력을 이용하여 중성자의 양을 측정한다.
- [0055] 여기에서 상기 이온 챔버 검출기(122)는 전류의 출력을 이용하므로 미세한 전류출력신호를 측정할수 있도록 전류를 전압으로 변환하며 동시에 신호 증폭을 하는 프리앰프(Pre-AMP)를 포함할 수 있다. 변환된 전압 신호를 2차 증폭하고, A/D 변환기능을 통해 디지털 신호로 변환하여 중성자 측정치를 표기할 수 있다.
- [0056] 상기 섬광 검출기(110)는 저준위의 감마선 및 엑스선을 측정할 수 있는 NaI(Tl) 섬광 검출기(110)를 포함할 수 있고, 상기 NaI(Tl) 섬광 검출기(110)의 사용을 위한 가변 고전압 생성기(400) 및 측정된 미세 신호를 증폭하기 위한 전하 증폭기(Charge sensitive AMP)(1001), 생성된 신호의 인식 범위의 상한 및 하한치를 설정하여 신호를 디지털 펄스형으로 만들어 내는 ULD(Upper Level Discriminator)과 LLD(Lower Level Discriminator)를 포함할 수 있다.
- [0057] 중성자는 고속중성자와 열중성자로 구분될 수 있는데, 중성자의 양이 작거나 속도가 느린 열중성자는 상기 비례 계수관(Proportional Counter)(121)을 통해 검출할 수 있다.
- [0058] 또한, 고속중성자는 투과성이 강하여 측정이 어렵기 때문에 물, PE(Polyethylene), HDPE(High-density polyethylene)을 이용하여 차폐, 속도의 감쇄를 수행하고, 열화된 중성자를 상기 비례 계수관(Proportional Counter)(121)을 이용하여 측정할 수 있다. 속도가 감쇄되지 않고 투과되는 상당수의 고속중성자는 상기 이온 챔버 검출기(Ion Chamber Detector)(122)를 이용하여 측정할 수 있다.
- [0059] 상기 이온 챔버 검출기(122)는 측정한 고속 중성자의 크기를 전류출력으로 나타낼 수 있다.

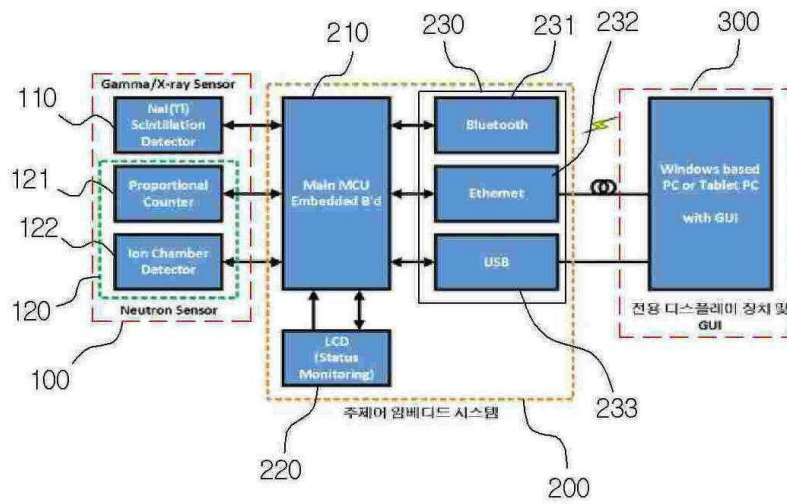
- [0060] 상기 고전압 생성기(High Voltage Generator)(400)는 상기 섬광 검출기(110) 및 중성자 검출기(120)가 각각의 회로에 노이즈 및 상호간섭 없이 동작될 수 있도록 전압을 생성하고 공급한다.
- [0061] 일실시예로, 상기 GM튜브 검출기(130)에는 500 ~ 900V의 전압을 공급할 수 있고, 상기 NaI(Tl) 섬광 검출기(110)에는 600 ~ 1200V의 전원을 공급할 수 있으며, 상기 비례 계수관(121)에는 700 ~ 3500V의 전원을 공급할 수 있고, 상기 이온 챔버 검출기(122)에는 200 ~ 1000V의 전원을 공급할 수 있다.
- [0062] 이로 인하여, 본 발명은 중성자(열중성자 및 고속중성자)와 감마선(엑스선)을 동시에 측정이 가능하다.
- [0063] 이상으로 본 발명에 관한 바람직한 실시예를 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 아니하며, 본 발명의 실시예로부터 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의한 용이하게 변경되어 균등하다고 인정되는 범위의 모든 변경을 포함한다.

부호의 설명

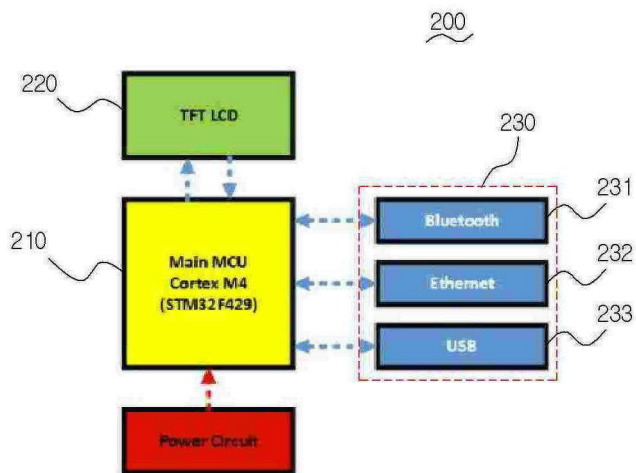
- [0065] 100 : 검출부 110 : 섬광 검출기(Scintillation Detector)
- 120 : 중성자 검출기(Neutron Detector) 121 : 비례 계수관(Proportional Counter)
- 122 : 이온 챔버 검출기(Ion Chamber Detector)
- 130 : GM튜브 검출기(Geiger Muller tube Detector)
- 200 : 임베디드 시스템 210 : 메인애플리케이션(Main MCU)
- 220 : 모니터부 230 : 전송부
- 231 : 블루투스(Bluetooth) 232 : 이더넷(Ethernet)
- 233 : USB 300 : 표시부
- 400 : 고전압 생성기(High Voltage Generator)
- 410 : 선형 레귤레이터(Linear Regulator) 411 : PWM(Pulse width modulation) 제어부
- 412 : 고압발생부 413 : 배압정류부
- 414 : 전압검출부 420 : 스위칭 레귤레이터(Switching Regulator)
- 1001: 전하증폭기(charge sensitive amp) 1002: 펄스파형증폭기(Pulse shaping amp)
- 1003: 베이스라인리스트로(Baseline restore) 1004: 판별기(Discriminator)
- 1005 : 프리앰프(Pre-amp) 1006 : ADC(Analog Digital converter)
- 1007 : 전하커패시터(charge Capacitor) 1008 : 필터(Filter)

도면

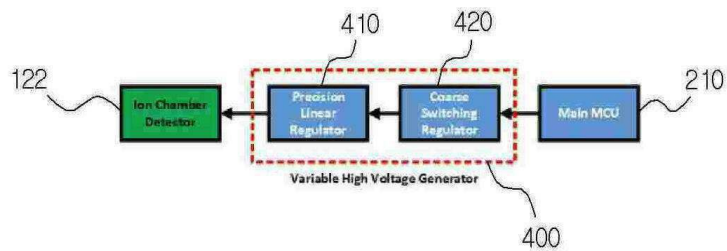
도면1



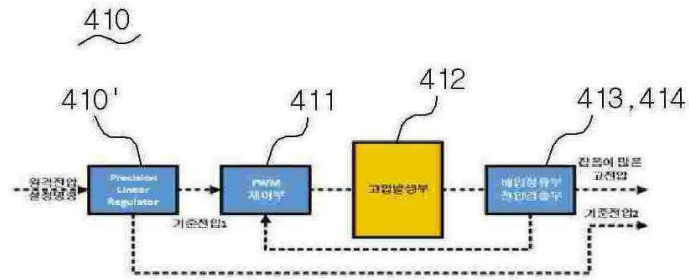
도면2



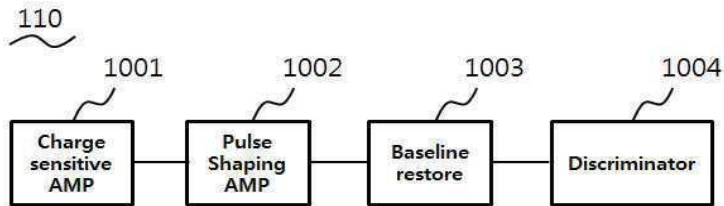
도면3



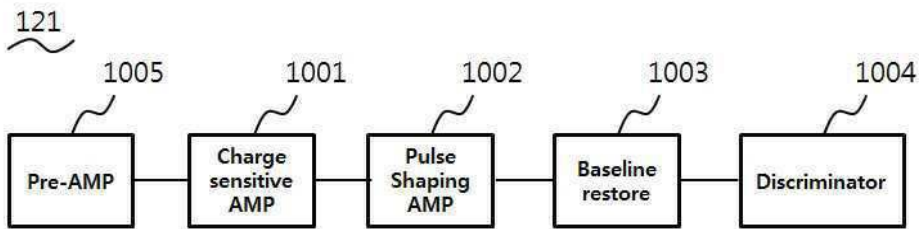
도면4



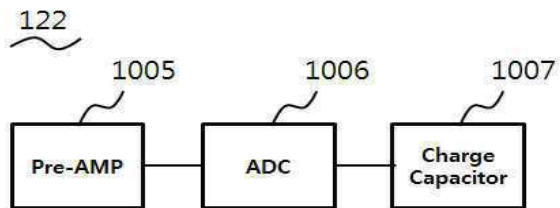
도면5



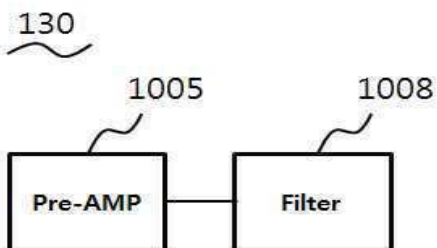
도면6



도면7



도면8



도면9



도면10

