



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0083237
(43) 공개일자 2016년07월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01T 1/185 (2006.01) G01T 7/00 (2006.01)
H01J 47/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0193453
(22) 출원일자 2014년12월30일
심사청구일자 2014년12월30일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
이순혁
서울특별시 강서구 허준로 139 307동 1303호 (가양동, 가양3단지아파트)
정재훈
서울특별시 강서구 강서로5나길 124-4 308호 (화곡동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김인철

전체 청구항 수 : 총 6 항

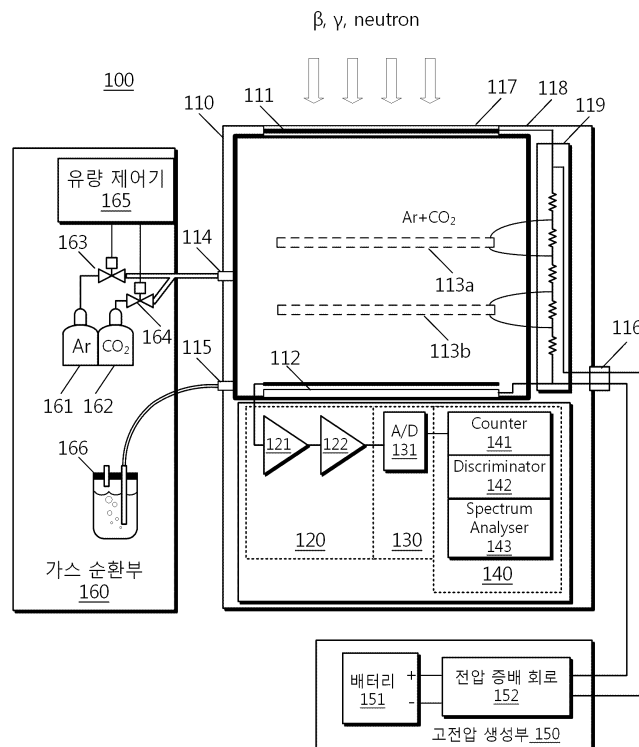
(54) 발명의 명칭 이동체 탑재 가능한 가스 전자 증폭 검출기 시스템

(57) 요약

본 발명에 따른 이동체 탑재 가능한 가스 전자 증폭 검출기는 GEM 챔버, 독출부, 신호처리부, 분석부, 고전압 생성부 및 가스 순환부를 포함할 수 있다. GEM 챔버는 하우징에 방사선을 통과시키는 검출 윈도우, 가스 인입구 및 가스 배출구와 고전압 단자를 형성하고 캐소드 전극과 애노드 전극 사이에 적어도 하나의 GEM 포일을 구비하

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



며 고전압 단자를 통해 입력된 전압을 전압 분배한 전압 레벨들을 캐소드 전극, 애노드 전극 및 GEM 포일들에 각각 인가하는 전압 분배 회로부를 포함할 수 있다. 독출부는 방사선에 의해 GEM 챔버 내에서 유리된 전하들의 양에 상응하는 피크치를 가지도록 출력 신호를 출력할 수 있다. 분석부는 신호처리부에 의해 신호처리된 출력 신호를 기초로 방사선의 세기 또는 에너지 스펙트럼을 분석할 수 있다. 고전압 생성부는 배터리 또는 저압 교류 전원으로부터 다이오드와 커패시터의 네트워크를 통해 생성된 전압을 고전압 단자에 제공할 수 있다. 가스 순환부는 가스 인입구를 통해 아르곤 및 이산화탄소 혼합 가스를 GEM 챔버 내에 공급하고 가스 배출구를 통해 전리된 가스를 배기할 수 있다.

(72) 발명자

신석영

서울시 용산구 이촌로 54길 5 코스모스맨션 301호

이레나

서울특별시 용산구 이촌로54길 5 202호 (이촌동, 코스모스아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415132072

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 지식경제 기술혁신사업

연구과제명 원자력 발전소 사고 후 방사성물질 확산을 방지하기 위한 원천기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2014.06.01 ~ 2016.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

하우징에 방사선을 통과시키는 검출 윈도우, 가스 인입구 및 가스 배출구와 고전압 단자를 형성하고 캐소드 전극과 애노드 전극 사이에 적어도 하나의 GEM 포일을 구비하며 고전압 단자를 통해 입력된 전압을 전압 분배한 전압 레벨들을 캐소드 전극, 애노드 전극 및 GEM 포일들에 각각 인가하는 전압 분배 회로부를 포함하는 GEM 챔버;

방사선에 의해 GEM 챔버 내에서 유리된 전하들의 양에 상응하는 피크치를 가지도록 출력 신호를 출력하는 독출부;

출력 신호를 신호처리하는 신호처리부;

신호처리된 출력 신호를 기초로 방사선의 세기 또는 에너지 스펙트럼을 분석하는 분석부;

배터리 또는 저압 교류 전원으로부터 다이오드와 커패시터의 네트워크를 통해 생성된 전압을 고전압 단자에 제공하는 고전압 생성부; 및

가스 인입구를 통해 아르곤 및 이산화탄소 혼합 가스를 GEM 챔버 내에 공급하고 가스 배출구를 통해 전리된 가스를 배기하는 가스 순환부를 포함하는 이동체 탑재 가능한 가스 전자 증폭 검출기.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 독출부, 신호처리부 및 분석부 중 적어도 어느 하나는 GEM 챔버에 물리적으로 고정된 회로 기판 상에 구현되는 것을 특징으로 하는 이동체 탑재 가능한 가스 전자 증폭 검출기.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 독출부는

검출 다이오드의 공핍 영역에 입사한 전하들에 의해 발생하는 전기 신호를 증폭하고 노이즈를 필터링하는 전하 감응 증폭기; 및

전하 감응 증폭기에서 증폭된 전기 신호로부터, GEM 챔버 내부를 방사선이 지나가면서 전하가 발생하였다가 사라지는 거동에 상응하는 펄스 형태의 출력 신호를 출력하는 형태 증폭기를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동체 탑재 가능한 가스 전자 증폭 검출기.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 분석부는

출력 신호의 펄스를 계수하여 방사선의 세기를 분석하는 펄스 계수기;

출력 신호의 펄스 크기에 따라 복수의 대역 중 하나로 분류하는 분류기; 및

각 대역마다 계수된 펄스들의 수에 따라 에너지 스펙트럼을 분석하는 스펙트럼 분석기를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동체 탑재 가능한 가스 전자 증폭 검출기.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 고전압 생성부는 콕크로프트-왈톤(Cockroft-Walton) 전압 증배 회로, 디슨 전하 펌프(Dickson Charge Pump), 빌라드 캐스케이드(Villard Cascade) 회로 중 어느 하나를 이용하여 구현되는 것을 특징으로 하는 이동체 탑재 가능한 가스 전자 증폭 검출기.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 가스 순환부는

가스 인입구에 아르곤 가스와 이산화탄소 가스를 소정 혼합비로 혼합한 혼합 가스를 공급하기 위한 유량 제어기; 및

가스 배출구에 연결되어 전리된 가스를 대기 중으로 배기하기 위한 가스 버블러를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동체 탑재 가능한 가스 전자 증폭 검출기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 방사선 검출 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 가스 전자 증폭 검출 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 방사선의 검출 기법은 고에너지 입자 또는 방사선이 특정 물질을 통과하면서 만들어내는 전하들에 직접적으로 의존하는 방식, 그러한 전하들의 재결합 시에 일어나는 현상에 의존하는 방식, 고에너지 입자 또는 방사선에 의해 일어난 발광을 검출하는 방식, 또는 다른 핵종으로 변환하여 검출하는 방식 등이 있다.

[0003] 그 중 가스 전자 증폭기(Gas Electron Multiplier, GEM)는 입자 또는 방사선이 가스 입자를 전리시킬 때에 발생하는 전하에 기초하여 방사선을 검출하는 가스 이온화 검출기의 일종이다. 기존의 가스 이온화 검출기는 전리된 전하가 음극까지 도달하는 비율이 낮아 검출 성능이 좋지 않았지만, GEM 검출기는 가스 챔버 내에 하나 이상의 GEM 포일(foil)을 구비하여 전하의 개수를 증폭시킬 수 있기 때문에 검출 성능이 향상되었다.

[0004] GEM 포일은 수십 μm 의 직경 및 수십~수백 μm 의 간격을 가지는 수많은 구멍들이 뚫린 수십~수백 μm 의 얇은 절연체 기관의 양면에 예를 들어 구리와 같은 금속층을 얇게 형성한 평판이다. 절연체 기관은 예를 들어 캡톤(Kapton) 소재로 구현될 수 있다. 캡톤 소재는 -269°C 의 극저온부터 400°C 의 고온까지 안정적이고 절연 성능이 뛰어나기 때문에 절연체로서 널리 사용된다.

[0005] GEM 포일의 두 금속층에 서로 다른 크기의 전압이 각각 인가되면 캐소드 전극과 애노드 전극 사이의 전기장이 구멍 사이로 밀집하면서 구멍 내에 강한 전기장이 형성되는데, 방사선에 의해 가스 입자로부터 유리된 표류 전자(drift electron)가 음극과 GEM 포일 사이의 전기장에 의해 가속되어 구멍으로 접근하였다가 갑자기 고밀도의 전기장을 만나면서 가스 입자들로부터 대량의 전자들이 유리되는 전자 사태(Electron Avalanche)를 일으킨다. 이러한 전자 증폭 현상에 의해 전자들의 개수가 급증하므로 독출 회로(Readout circuit)에서 전기적으로 검출하기가 용이해진다. 복수의 GEM 포일들을 나란히 배치하면 전자들이 독출 회로까지 도달하기 전에 전자 증폭 현상을 여러 차례 일으킬 수 있다.

[0006] 통상적으로, GEM 검출기는 캐소드에 -2000 V , GEM 포일의 두 금속층에 각각 서로 다른 레벨의 고전압을 인가하여야 하며, 챔버 내에 아르곤(Ar)과 이산화탄소(CO_2)가 8:2로 섞인 가스를 채워야 하는 등 필요한 주변 장치들이 많다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이동체 탑재 가능한 가스 전자 증폭 검출기 시스템을 제공하는 데에 있다.

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 자동차나 비행체에 탑재 가능한 소형 경량화된 가스 전자 증폭 검출기 시스템을 제공하는 데에 있다.

[0009] 본 발명의 해결과제는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 측면에 따른 이동체 탑재 가능한 가스 전자 증폭 검출기는,

[0011] 하우징에 방사선을 통과시키는 검출 윈도우, 가스 인입구 및 가스 배출구와 고전압 단자를 형성하고 캐소드 전극과 애노드 전극 사이에 적어도 하나의 GEM 포일을 구비하며 고전압 단자를 통해 입력된 전압을 전압 분배한 전압 레벨들을 캐소드 전극, 애노드 전극 및 GEM 포일들에 각각 인가하는 전압 분배 회로부를 포함하는 GEM 챔

버;

- [0012] 방사선에 의해 GEM 챔버 내에서 유리된 전하들의 양에 상응하는 피크치를 가지도록 출력 신호를 출력하는 독출부;
- [0013] 출력 신호를 신호처리하는 신호처리부;
- [0014] 신호처리된 출력 신호를 기초로 방사선의 세기 또는 에너지 스펙트럼을 분석하는 분석부;
- [0015] 배터리 또는 저압 교류 전원으로부터 다이오드와 커패시터의 네트워크를 통해 생성된 전압을 고전압 단자에 제공하는 고전압 생성부; 및
- [0016] 가스 인입구를 통해 아르곤 및 이산화탄소 혼합 가스를 GEM 챔버 내에 공급하고 가스 배출구를 통해 전리된 가스를 배기하는 가스 순환부를 포함할 수 있다.
- [0017] 일 실시예에 따라, 독출부, 신호처리부 및 분석부 중 적어도 어느 하나는 GEM 챔버에 물리적으로 고정된 회로 기판 상에 구현될 수 있다.
- [0018] 일 실시예에 따라, 상기 독출부는
- [0019] 검출 다이오드의 공핍 영역에 입사한 전하들에 의해 발생하는 전기 신호를 증폭하고 노이즈를 필터링하는 전하 감응 증폭기; 및
- [0020] 전하 감응 증폭기에서 증폭된 전기 신호로부터, GEM 챔버 내부를 방사선이 지나가면서 전하가 발생하였다가 사라지는 거동에 상응하는 펄스 형태의 출력 신호를 출력하는 형태 증폭기를 포함할 수 있다.
- [0021] 일 실시예에 따라, 상기 분석부는
- [0022] 출력 신호의 펄스를 계수하여 방사선의 세기를 분석하는 펄스 계수기;
- [0023] 출력 신호의 펄스 크기에 따라 복수의 대역 중 하나로 분류하는 분류기; 및
- [0024] 각 대역마다 계수된 펄스들의 수에 따라 에너지 스펙트럼을 분석하는 스펙트럼 분석기를 포함할 수 있다.
- [0025] 일 실시예에 따라, 상기 고전압 생성부는 콕크로프트-왈톤(Cockroft-Walton) 전압 증배 회로, 디슨 전하 펌프(Dickson Charge Pump), 빌라드 캐스케이드(Villard Cascade) 회로 중 어느 하나를 이용하여 구현될 수 있다.
- [0026] 일 실시예에 따라, 가스 순환부는
- [0027] 가스 인입구에 아르곤 가스와 이산화탄소 가스를 소정 혼합비로 혼합한 혼합 가스를 공급하기 위한 유량 제어기; 및
- [0028] 가스 배출구에 연결되어 전리된 가스를 대기 중으로 배기하기 위한 가스 버블러를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0029] 본 발명의 이동체 탑재 가능한 가스 전자 증폭 검출기 시스템에 따르면, 자동차나 비행체에 탑재 가능한 소형 경량화된 가스 전자 증폭 검출기 시스템을 제공할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 이동체 탑재 가능한 가스 전자 증폭 검출기 시스템에 따르면, 비행체에 탑재하여 대기 환경 방사선을 모니터링하거나, 차량에 탑재하여 신속하게 필요한 지역에 파견 배치할 수 있다.
- [0031] 본 발명의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이동체 탑재 가능한 가스 전자 증폭 검출기 시스템을 예시한 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 본문에 개시되어 있는 본 발명의 실시예들에 대해서, 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본문에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다.

- [0034] 이하, 첨부한 도면을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다.
- [0035] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이동체 탑재 가능한 가스 전자 증폭 검출기 시스템을 예시한 개념도이다.
- [0036] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 이동체 탑재 가능한 가스 전자 증폭 검출기(100)는 GEM 챔버(110), 독출부(120), 신호처리부(130), 분석부(140), 고전압 생성부(150) 및 가스 순환부(160)를 포함할 수 있다.
- [0037] 구체적으로 GEM 챔버(110)는 캐소드 전극(111)과 애노드 전극(112) 사이에 적어도 하나의 GEM 포일(113a, 113b)과 가스 인입구(114) 및 가스 배출구(115), 고전압 단자(116), 검출 윈도우(117), 하우징(118) 및 전압 분배 회로부(119)를 포함할 수 있다.
- [0038] 하우징(118)은 GEM 챔버(110)의 밀폐와 가스 기밀성, 기계적 강성을 제공할 뿐 아니라, 검출 윈도우(117)를 통과하여 입사하는 방사선만 검출할 수 있도록 검출 윈도우(117)를 제외한 방향에서 방사능을 차폐할 수 있다.
- [0039] 캐소드 전극(111)은 하우징(118)의 상부에 개방된 부분에 검출 윈도우(117)와 일체화될 수 있다. 예를 들어 검출 윈도우(117)는 구리와 같은 금속 재질의 수십 μm 두께의 박막으로 구성되는 캐소드 전극(111)의 양면을 캡톤 재질의 수십 μm 두께의 박막으로서 둘러싼 형태로 구현될 수 있다.
- [0040] 가스 인입구(114)는 아르곤 가스와 이산화탄소의 혼합비가 8:2인 혼합 가스를 공급받고 가스 배출구(115)는 전리된 가스를 외부로 배기할 수 있다.
- [0041] 전압 분배 회로부(119)는 외부에서 인가되는 약 -2000V의 고전압을 직렬 연결된 저항들을 이용하여 적절히 전압 분배하고, 분배된 전압들을 각각 캐소드 전극(111), GEM 포일들(113a, 113b)의 양면의 금속층들 및 애노드 전극(112)에 각각 제공한다.
- [0042] 독출부(120)는, 방사선이 GEM 챔버(110) 내를 지나가면서 발생하여 전기장을 따라 애노드 전극(112)을 향해 진행하던 전하들을 포획하고, 포획된 전하들의 양에 상응하는 피크치를 가지도록 출력 신호를 출력한다.
- [0043] 이를 위해 독출부(120)는 전하 감응 증폭기(charge-sensitive amplifier)(121) 및 형태 증폭기(shaping amplifier)(122)를 포함할 수 있다.
- [0044] 전하 감응 증폭기(121)는 검출 다이오드의 공핍 영역에 입사한 전하들에 의해 발생하는 약한 전기 신호를 증폭하고 노이즈를 필터링한다. 실시예에 따라, 독출부(120)는 GEM 챔버(110) 내에 애노드 전극(112) 위에 전하 감응 증폭기(121)의 검출 다이오드가 배치되는 구성을 가질 수 있다.
- [0045] 형태 증폭기(122)는 전하 감응 증폭기(121)에서 증폭된 전기 신호로부터, GEM 챔버(111) 내부를 방사선이 지나가면서 전하가 대량으로 발생하였다가 사라지는 거동에 상응하는 펄스 형태를 가지는 증폭된 출력 신호를 출력할 수 있다.
- [0046] 신호처리부(130)는 독출부(120)에서 출력하는 출력 신호를 디지털 변환하여 디지털 변환된 출력 신호를 생성하는 아날로그 디지털 변환기(131)를 포함할 수 있다.
- [0047] 분석부(140)는 디지털 변환된 출력 신호를 기초로 방사선의 세기 또는 에너지 스펙트럼을 분석할 수 있다.
- [0048] 구체적으로, 분석부(140)는 출력 신호의 펄스를 계수하여 방사선의 세기를 분석하는 펄스 계수기(141), 출력 신호의 펄스 크기에 따라 복수의 대역 중 하나로 분류하는 분류기(discriminator)(142) 및 각 대역마다 계수된 펄스들의 수에 따라 에너지 스펙트럼을 분석하는 스펙트럼 분석기(143)를 포함할 수 있다.
- [0049] 실시예에 따라, 독출부(120), 신호처리부(130) 또는 분석부(140) 중 적어도 하나는 GEM 챔버(110)에 고정된 회로 기판 상에 구현될 수 있다.
- [0050] 고전압 생성부(150)는 GEM 챔버(110)의 고전압 단자(116)에 예를 들어 2000 V의 고전압을 공급하며, 이를 위해 배터리(151) 및 전압 증배 회로(voltage multiplier)(152)를 포함할 수 있다.
- [0051] 전압 증배 회로(152)는 예를 들어 콕크로프트-왈톤(Cockroft-Walton) 증배 회로, 디슨 전하 펌프(Dickson Charge Pump), 빌라드 캐스케이드(Villard Cascade) 회로로 구현될 수 있다. 콕크로프트-왈톤 증배 회로는 커패시터와 다이오드의 네트워크로서, 교류 전원 또는 스위칭되는 직류 전원으로부터 수천 V의 전압을 만들 수 있다.
- [0052] 가스 순환부(160)는 가스 인입구(114)에 아르곤 가스와 이산화탄소 가스를 8:2로 혼합한 혼합 가스를 공급하기 위한 아르곤 가스 컨테이너(161), 이산화탄소 가스 컨테이너(162), 레귤레이터들(163, 164) 및 유량 제어기

(165)와 가스 배출구(115)에 연결되어 전리된 가스를 대기 중으로 배기하기 위한 가스 버블러(gas bubbler)(166)를 포함할 수 있다.

[0053] 본 실시예 및 본 명세서에 첨부된 도면은 본 발명에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 본 발명의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형예와 구체적인 실시예는 모두 본 발명의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

[0054] 또한, 본 발명에 따른 장치는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽힐 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 기록매체의 예로는 ROM, RAM, 광학 디스크, 자기 테이프, 플로피 디스크, 하드 디스크, 비휘발성 메모리 등을 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

부호의 설명

[0055] 100 이동체 탑재 가능한 가스 전자 증폭 검출기

110 GEM 챔버 111 캐소드 전극

112 애노드 전극 113 GEM 포일

114 가스 인입구 115 가스 배출구

116 고전압 단자 117 검출 윈도우

118 하우징 119 전압 분배 회로부

120 독출부 121 전하 감응 증폭기

122 형태 증폭기 130 신호처리부

131 아날로그 디지털 변환기 140 분석부

141 펄스 계수기 142 분류기

143 스펙트럼 분석기 150 고전압 생성부

151 배터리 152 전압 증배 회로

160 가스 순환부 161 아르곤 가스 컨테이너

162 이산화탄소 가스 컨테이너

163, 164 레귤레이터

165 유량 제어기 166 가스 버블러

도면

도면1

