(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0072811
(43) 공개일자 2020년06월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01T 7/02 (2006.01) *G01T 1/02* (2006.01)
G01T 1/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01T 7/02 (2013.01)
G01T 1/023 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0160816
(22) 출원일자 2018년12월13일
심사청구일자 2018년12월13일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
주식회사 에스에프테크놀로지
서울특별시 금천구 벚꽃로 286, 505호 506호 (가산동, 삼성리더스타워)
(72) 발명자
김희령
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술대학교
배준우
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술대학교
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 6 항

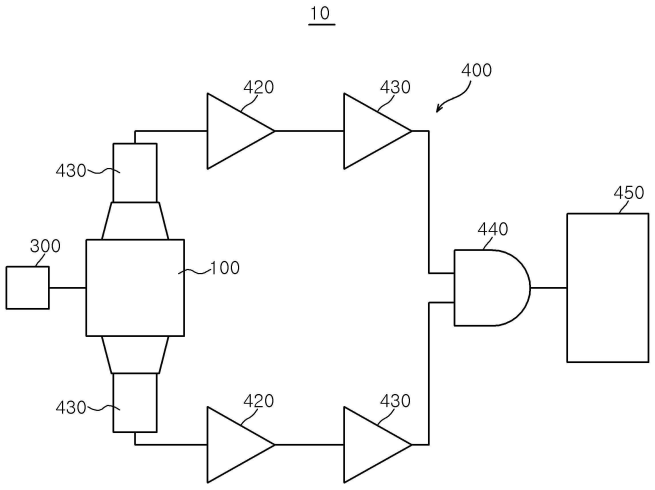
(54) 발명의 명칭 **섬광체를 이용한 삼중수소 검출기**

(57) 요 약

삼중수소 베타선을 간단하게 측정할 수 있는 섬광체를 이용한 삼중수소 검출기가 소개된다.

삼중수소 검출기는 검출 챔버와, 방사성 물질이 포함된 유체가 유동 가능하도록 검출 챔버의 내부공간에 복수개로 제공되는 유로와, 복수의 유로 사이에 마련되고 방사선과의 상호작용을 통해 빛을 발생시키는 섬광체와, 유체를 유로에서 이동시키기 위한 펌프를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01T 1/20 (2013.01)
(72) 발명자
강기준
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술대학교

채현식
서울특별시 금천구 벚꽃로 286, 505~506호 (가산동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415159082
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 한국에너지기술평가원
연구사업명 원자력핵심기술개발
연구과제명 전기분해 기술을 활용한 수중 삼중수소 실시간 감시기술
기 여 율 1/1
주관기관 (주)에스에프테크놀로지
연구기간 2018.08.01 ~ 2019.05.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

검출 챔버;

방사성 물질이 포함된 유체가 유동 가능하도록 상기 검출 챔버의 내부공간에 복수개로 제공되는 유로;

복수의 상기 유로 사이에 마련되고, 상기 방사선과의 상호작용을 통해 빛을 발생시키는 섬광체; 및

상기 유체를 상기 유로에서 이동시키기 위한 펌프를 포함하는 섬광체를 이용한 삼중수소 검출기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 섬광체에서 발생된 빛을 검출하기 위한 검출수단을 더 포함하는 섬광체를 이용한 삼중수소 검출기.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 검출수단은

상기 섬광체에서 발생된 빛을 전하신호로 전환하는 광전자증배관;

상기 전하신호를 펄스 신호로 전환하는 전치증폭기; 및

상기 펄스 신호를 저장하기 위한 데이터 수집장치를 포함하는 섬광체를 이용한 삼중수소 검출기.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 유로는

상기 섬광체를 사이에 두고 상기 섬광체와 나란하게 배치되는 짝수 개의 채널로 이루어지는 섬광체를 이용한 삼중수소 검출기.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 섬광체는

공기중 수분과 반응성이 없는 플라스틱 섬광체 또는 산화물 무기섬광체 중 선택된 적어도 어느 하나를 포함하는 섬광체를 이용한 삼중수소 검출기.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 검출 챔버는

수소기체 또는 수분과 반응하지 않은 아크릴 또는 스테인레스 중 선택된 적어도 어느 하나를 포함하는 섬광체를 이용한 삼중수소 검출기.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 섬광체를 이용한 삼중수소 검출기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 삼중수소 모니터링 방법은 이온 챔버 혹은 비례계수관을 이용하여 펌프로 흡입된 기체 중 삼중수소를 연속해서 계측하는 방법이다.

[0003] 연속 계측을 위한 비례 계수관의 경우 가스 흐름형 비례계수관 (gas-flow type proportional counter)을 사용하며 충전 기체가 방사선과 상호작용하는 신호를 계측하여 방사능을 검출한다.

[0004] 가스 흐름형 비례계수관의 경우 샘플 기체보다 충전 기체가 지배적으로 많아야 하므로 샘플의 양이 극히 작아야 한다는 단점이 있다. 그리고 가스 흐름형 비례계수관을 상시 감시용으로 사용할 경우 충진 기체의 소모가 매우 커지게 된다.

[0005] 한편, 이온 챔버는 금속 챔버에 전압을 걸어주어 전리방사선이 챔버 내부의 기체와 상호 작용하여 발생한 전하를 수집하여 방사능을 검출하는 방식이다. 이온 챔버의 경우 외부에서 들어오는 감마선과의 상호작용을 제거할 방법이 없으며, 수집되는 신호가 전류 신호이기 때문에 신호의 잡음에 의한 요동이 커질 수 있다.

[0006] 이에, 삼중수소와 같은 극 저에너지 베타선을 충전 기체의 소모 없이도, 효과적으로 검출할 수 있는 기술이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 특허등록공보 10-1838273 (2018.03.07)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 실시예는 삼중수소 베타선을 용이하게 측정할 수 있는 섬광체를 이용한 삼중수소 검출기를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 측면에 따른 섬광체를 이용한 삼중수소 검출기는, 검출 챔버; 방사성 물질이 포함된 유체가 유동 가능하도록 상기 검출 챔버의 내부공간에 복수개로 제공되는 유로; 복수의 상기 유로 사이에 마련되고, 상기 방사선과의 상호작용을 통해 빛을 발생시키는 섬광체; 및 상기 유체를 상기 유로에서 이동시키기 위한 펌프를 포함할 수 있다.

[0010] 이때, 본 발명은 상기 섬광체에서 발생된 빛을 검출하기 위한 검출수단을 더 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 검출수단은 상기 섬광체에서 발생된 빛을 전하신호로 전환하는 광전자증배관; 상기 전하신호를 펄스 신호로 전환하는 전치증폭기; 및 상기 펄스 신호를 저장하기 위한 데이터 수집장치를 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 유로는 상기 섬광체를 사이에 두고 상기 섬광체와 나란하게 배치되는 짝수 개의 채널로 이루어질 수 있다.

[0013] 또한, 상기 섬광체는 공기중 수분과 반응성이 없는 플라스틱 섬광체 또는 산화물 무기섬광체 중 선택된 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 검출 챔버는 수소기체 또는 수분과 반응하지 않은 아크릴 또는 스테인레스 중 선택된 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 실시예는 섬광체 기반의 삼중수소 검출기를 통해, 현장에서 적은 비용으로 삼중수소 방사능을 연속 검출할 수 있고, 검출챔버 내 효과적인 섬광체의 배치를 통해 삼중수소 검출 효율을 높일 수 있다는 효과가 있

다.

[0016] 특히, 본 발명의 실시예는 삼중수소와 같은 극저에너지 베타선을 실시간으로 계측을 할 수 있는 원천기술을 제공할 수 있고, 원전 해체 부지의 환경 방사선 감시, 원자로 배출수 혹은 배기 중 삼중수소 감시 등에 활용할 수 있으며, 삼중수소뿐만 아니라 다른 핵종에 관해서도 적용 가능하므로, 다양한 방사선 감시에 활용할 수 있다는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 섬광체를 이용한 삼중수소 검출기를 도시한 개념도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 섬광체를 이용한 삼중수소 검출기의 검출 챔버를 확대하여 도시한 확대도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 섬광체를 이용한 삼중수소 검출기에서, 유로의 채널 수에 따른 삼중수소 검출 전산모사 결과를 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 구성 및 작용에 대해 상세하게 설명한다. 이하의 설명은 특허 청구 가능한 본 발명의 여러 측면(aspects) 중 하나이며, 하기의 설명은 본 발명에 대한 상세한 기술의 일부를 이룰 수 있다. 다만, 본 발명을 설명함에 있어 공지된 구성 또는 기능에 관한 구체적인 설명은 본 발명을 명료하게 하기 위해 생략할 수 있다.

[0019] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예들을 포함할 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0020] 그리고 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 이와 같은 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 이 용어들은 하나의 구성요소들을 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '연결되어' 있다거나 '접속되어' 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0021] 이하, 첨부된 도면에 의거하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다.

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 섬광체를 이용한 삼중수소 검출기를 도시한 개념도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 섬광체를 이용한 삼중수소 검출기의 검출 챔버를 확대하여 도시한 확대도이다.

[0023] 도 1 내지 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 의한 삼중수소 검출기(10)는, 검출 챔버(100), 유로(110), 섬광체(200) 및 검출수단을 포함할 수 있다.

[0024] 구체적으로, 검출 챔버(100)는 내부에 방사성 물질이 포함된 유체(액체 또는 기체)가 수용 가능한 챔버 형태로 제공될 수 있다. 이 검출 챔버(100)의 내부에는 폭이 좁은 유로(110)가 채널 형태로 상하방향으로 복수개 이격되어 가공될 수 있다. 그리고 검출 챔버(100)에는 복수의 유로(110) 사이로 복수의 섬광체(200)가 삽입 가능한 슬롯(101)이 마련될 수 있다.

[0025] 검출 챔버(100)에는 펌프(300)가 연결될 수 있다. 펌프(300)는 유체를 유로(110)에서 이동시키기 위한 이동 압력을 검출 챔버(100)에 제공할 수 있다. 펌프(300)의 작동시, 유체는 유로(110)를 따라 이동하게 되는데, 이때, 섬광체(200)는 유체 내 방사성 물질이 방출하는 방사선 물질과 상호 작용함에 따라, 빛을 발생할 수 있다. 섬광체(200)에서 발생된 빛은 검출수단을 통해 검출될 수 있다.

[0026] 특히, 유체 내 방사선 물질 중에서 베타선은 에너지에 따라 매질을 투과할 수 있는 길이가 달라진다. 이를 비정이라 하는데, 삼중수소의 경우 방출하는 베타선의 최대에너지가 18.6 keV이며, 최대 에너지에서의 대기 중 비정이 약 10 ㎜, 평균에너지인 5.7 keV에서는 수 ㎜에 불과하다. 따라서 섬광체(200) 간의 간격을 짧게 배치하여 여러 채널의 유로(110)를 사이에 형성시키면, 종래 섬광체 기반 삼중수소 검출기보다 검출 효율을 향상시킬 수

있다.

[0027] 검출 챔버(100)는 수소기체 또는 수분과 반응하지 않은 재질로 구성될 수 있다. 일 예로, 검출 챔버(100)는 아크릴 또는 스테인레스 중 선택된 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0028] 유로(110)는 방사성 물질이 포함된 유체의 유동을 위해, 검출 챔버(100)의 내부공간에 채널 형태로 제공될 수 있다. 유로(110)는 섬광체(200)를 사이에 두고 섬광체(200)와 나란하게 배치되는 짝수 개의 채널로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 유로(110)는 2채널, 4채널, 8채널, 16채널, 32채널 등의 짝수 개 채널로 구성될 수 있다. 이때, 유로(110)의 채널 수가 증가될수록 삼중수소 검출 효율은 높아질 수 있다.

[0029] 섬광체(200)는 복수의 유로(110) 사이에 마련되어, 유체 내 방사선과의 상호작용을 통해 빛을 발생시킬 수 있다. 이 섬광체(200)는 검출 챔버(100)의 슬롯에 삽입되는 적어도 3개 이상의 복수개로 제공될 수 있다. 물론, 이에 한정되지 아니하며, 섬광체(200)의 개수 및 검출 챔버(100) 내 위치는 복수의 유로(110) 사이에 배치되는 범위 내에서, 다양하게 변경될 수 있을 것이다.

[0030] 섬광체(200)는 공기중 수분과 반응성이 없는 재질로 구성될 수 있다. 예를 들어, 섬광체(200)는 플라스틱 섬광체(200) 또는 산화물 무기섬광체(200, BGO: Bismuth Germante) 중 선택된 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0031] 검출수단은 섬광체(200)에서 발생된 빛을 검출하기 위한 구성을 포함할 수 있다. 예를 들어, 검출수단은 광전자증배관(410), 전치증폭기(420), 주증폭기(430), 동시합산회로(440) 및 데이터 수집장치(450)를 포함할 수 있다.

[0032] 여기서, 광전자증배관(410)은 섬광체(200)에서 발생된 빛을 전하신호로 전환할 수 있다. 전치증폭기(420) 및 주증폭기(430)는 광전자증배관(410)에서 전환된 전하신호를 펄스 신호로 전환할 수 있다. 동시합산회로(440)는 펄스 신호에서 잡음에 의한 신호를 제거할 수 있다. 데이터 수집장치(450)는 동시합산회로(440)를 통해 잡음이 제거된 펄스 신호를 저장할 수 있다.

[0033] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 섬광체를 이용한 삼중수소 검출기에서, 유로의 채널 수에 따른 삼중수소 검출 전산모사 결과를 도시한 그래프이다.

[0034] 도 3에 도시된 바와 같이, 몬테칼로 전산모사 결과에 따르면, 동일한 방사능을 기준으로, 검출 챔버 내 유로(110)의 수가 증가할수록 같은 유체 내 방사능이 더 많이 검출되는 것을 확인할 수 있었다.

[0035] 예를 들어, 전산모사 결과, 유로(110)가 2채널, 4채널, 8채널, 16채널, 32채널형로 증가될수록 삼중수소 검출 효율은 각각 4.7%, 9.6%, 18.8%, 33.8%, 53.7%로 증가되는 것으로 확인할 수 있었다. 아울러, 더 짧은 섬광체(200)간 간격을 가질수록 삼중수소 검출효율이 더 높아질 수 있는 것으로 확인할 수 있었다.

[0036] 상술한 바와 같이, 본 발명은 삼중수소와 같은 극저에너지 베타선을 실시간으로 계측을 할 수 있으므로, 원전 해체 부지의 환경 방사선 감시, 원자로 배출수 혹은 배기 중 삼중수소 감시 등에 활용할 수 있고, 삼중수소뿐만 아니라 다른 핵종에 관해서도 적용 가능하므로 다양한 방사선 감시에 활용할 수 있다는 우수한 장점이 갖는다.

[0037] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어 당업자는 각 구성요소의 재질, 크기 등을 적용 분야에 따라 변경하거나, 실시형태들을 조합 또는 치환하여 본 발명의 실시예에 명확하게 개시되지 않은 형태로 실시할 수 있으나, 이 역시 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예는 모든 면에서 예시적인 것으로 한정적인 것으로 이해해서는 안되며, 이러한 변형된 실시예는 본 발명의 특허청구범위에 기재된 기술사상에 포함된다고 하여야 할 것이다.

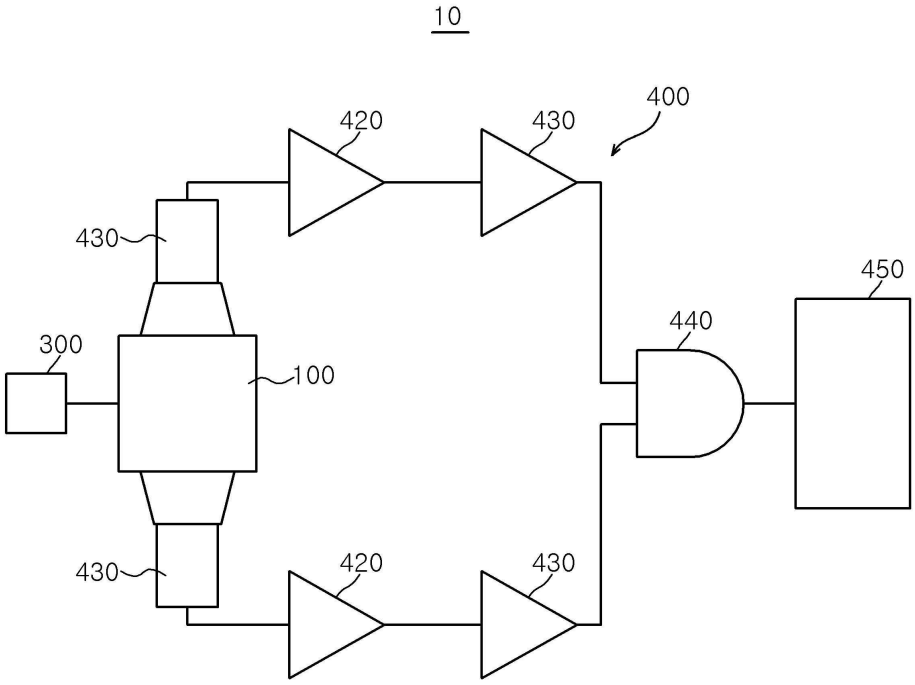
부호의 설명

[0038]

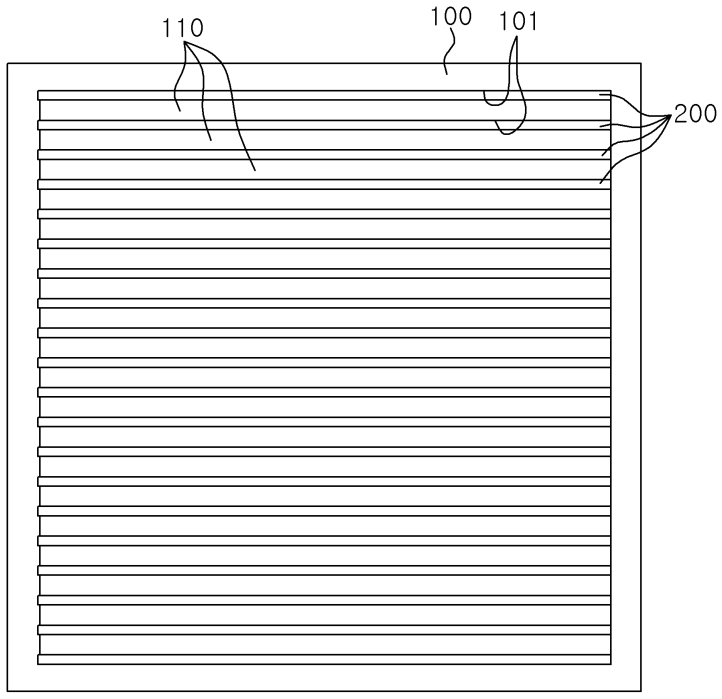
10: 검출기	100: 검출 챔버
110 :유로	200: 섬광체
300 :펌프	410: 광전자증배관
420 :전치증폭기	430: 주증폭기
440 :동시합산회로	450: 데이터 수집장치

도면

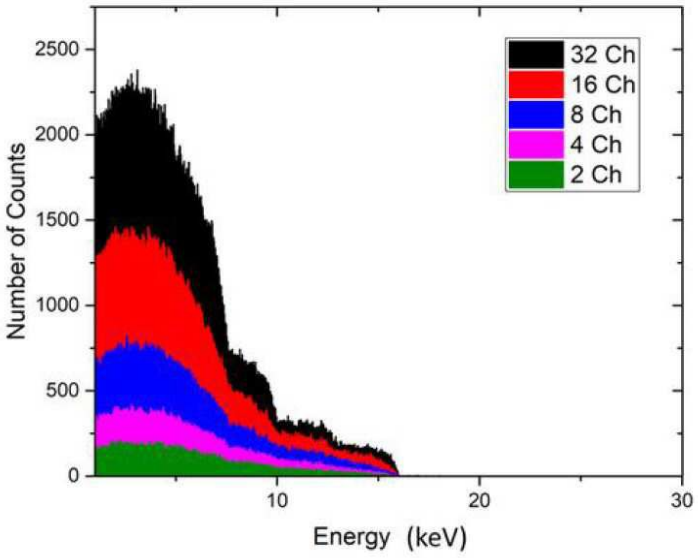
도면1



도면2



도면3


32 Ch
16 Ch
8 Ch
4 Ch
2 Ch
Number of Counts
2500
2000
1500
1000
500
0
10
20
30
Energy (keV)