

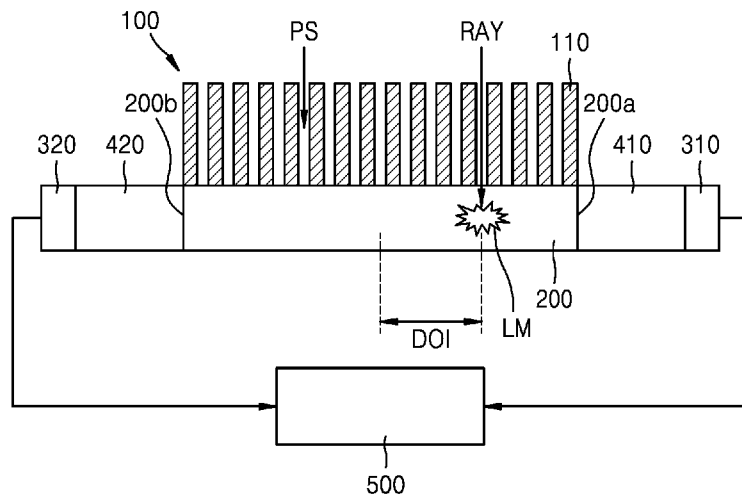


- (51) 국제특허분류: **G01T 1/169** (2006.01) **G01T 7/00** (2006.01)
G01T 1/20 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2019/017992
- (22) 국제출원일: 2019년 12월 18일 (18.12.2019)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2018-0163801 2018년 12월 18일 (18.12.2018) KR
- (71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (**KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION**) [KR/KR]; 02841 서울시 성북구 안암로 145, Seoul (KR). 한국원자력연구원 (**KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE**) [KR/KR]; 34057 대전시 유성구 대덕대로989번길 111, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 염정열 (**YEOM, Jung-Yeol**); 02874 서울시 성북구 낙산길 255, 103동 402호, Seoul (KR). 허섭 (**HUR, Seop**); 30151 세종시 시청대로 236, 312동 1302호, Sejong-Si (KR). 권인용 (**KWON, Inyong**); 34021 대전시 유성구 배울2로 3, 805동 903호, Daejeon (KR). 김찬호 (**KIM, Chanho**); 02810 서울시 성북구 종암로9길 46, 205호, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 정은열 (**JUNG, Eun Youl**); 06149 서울시 강남구 테헤란로55길 21, 402호 (정앤김 특허법률사무소), Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA,

(54) Title: APPARATUS FOR DETECTING POSITION OF RADIATION SOURCE

(54) 발명의 명칭: 방사선원 위치 측정 장치

10



(57) Abstract: The present invention relates to an apparatus for determining the location of a radiation source. The apparatus for determining the location of a radiation source according to the present invention comprises: a collimator part for selectively passing radiation therethrough according to the direction in which the radiation is incident; a scintillator part for converting the radiation incident from the collimator part into a light ray; a first optical sensor for converting the light ray incident from one end of the scintillator part into a first optical signal; a second optical sensor for converting the light ray incident from the other end of the scintillator part into a second optical signal; and a location information acquisition part for acquiring information on the location where the light ray is generated in the scintillator part, by using the second optical signal and the second optical signal.

(57) 요약서: 본 발명은 방사선원 위치 측정 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따른 방사선원 위치 측정 장치는, 방사선의 입사방향에 따라 선택적으로 통과시키는 콜리메이터부; 상기 콜리메이터부로부터 입사된 방사선을 광으로 변환시키는 섬광체부; 상기 섬광체부의 일단으로부터 입사된 광을 제1 광 신호로 변환시키는 제1 광 센서; 상기 섬광체부의 타단으로부터 입사된 광을 제2 광 신호로 변환시키는 제2 광 센서; 및 상기 제2 광 신호와 상기 제2 광 신호를 이용하여 상기 섬광체부의 광 발생 위치 정보를 획득하는 위치 정보 획득부를 포함한다.

PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

명세서

발명의 명칭: 방사선원 위치 측정 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 방사선원 위치 측정 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 고온 환경에서도 방사선 발생 위치 정보를 인식할 수 있는 방사선원 위치 측정 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 국내에서 지진이 빈번하게 발생하고 있어서 원전의 안전성 문제가 대두되고 있다. 현재 국내 원전은 지진 규모 6.5 ~ 7에 기준으로 내진 설계되어 있다. 하지만, 잦은 지진 및 설계구조물의 노후화로 인한 크랙 등으로 인해 내진 설계기준보다 낮은 지진 규모에도 취약할 수 있다.
- [3] 안전에 취약할 수 있는 원전의 문제점을 사전에 차단하고 중대 사고나 테러에도 대체하기 위해서 고온, 고압 상태의 원자로의 노심에서 유출되는 방사선을 상시 감시할 수 있는 방사선 검출 시스템 구축이 필요할 수 있다.
- [4] 또한, 원전에 중대 사고 발생시, 노심 내부 온도는 최대 2000도 이나, 방사선 검출 시스템이 설치되는 격납 건물은 최대 700도일 수 있다. 하지만, 기존의 방사선 검출 시스템은 고온 환경 하에서 사용이 불가능하고, 방사선 발생 위치 정보를 알 수 없어서, 원자로 손상 상태를 실시간 감지하는 방사선 검출 시스템으로는 적합하지 않다.
- [5] 따라서, 최근에 고온 환경에서도 방사선 발생 위치 정보를 정확하게 측정할 수 있는 방사선 검출 시스템에 대한 연구가 진행 중인 추세이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 고온 환경에서도 방사선 발생 위치 정보를 인식할 수 있는 방사선원 위치 측정 장치를 제공하는 것이다.
- [7] 또한, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 고온 환경에 있는 원전의 노심 등의 방사선 발생 위치 정보를 인식하여, 노심용융 및/또는 원자로 손상에서 상태를 실시간 감지할 수 있는 방사선원 위치 측정 장치를 제공하는 것이다.
- [8] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [9] 본 발명에 따른 방사선원 위치 측정 장치는 방사선의 입사방향에 따라 선택적으로 통과시키는 콜리메이터부; 상기 콜리메이터부로부터 입사된 방사선을 광으로 변환시키는 섬광체부; 상기 섬광체부의 일단으로부터 입사된 광을 제1 광 신호로 변환시키는 제1 광 센서; 상기 섬광체부의 타단으로부터

입사된 광을 제2 광 신호로 변환시키는 제2 광 센서; 및 상기 제2 광 신호와 상기 제2 광 신호를 이용하여 상기 섬광체부의 광 발생 위치 정보를 획득하는 위치 정보 획득부를 포함할 수 있다.

- [10] 일 실시 예에서, 상기 위치 정보 획득부는, 상기 제1 광 신호에 대한 제1 광 에너지 정보와 상기 제2 광 신호에 대한 제2 광 에너지 정보를 생성하고, 생성된 상기 제1 광 에너지 정보와 상기 제2 광 에너지 정보를 이용하여 상기 광 발생 위치 정보를 획득할 수 있다.
- [11] 일 실시 예에서, 상기 위치 정보 획득부는, 상기 제1 광 신호에 대한 제1 타임 스탬프와 상기 제2 광 신호에 대한 제2 타임 스탬프를 생성하고, 생성된 제1 타임 스탬프와 상기 제2 타임 스탬프를 이용하여 상기 광 발생 위치 정보를 획득할 수 있다.
- [12] 일 실시 예에서, 상기 콜리메이터부는, 서로 이격된 복수의 콜리메이터들을 포함하고, 상기 콜리메이터들은 상기 섬광체부의 일단과 타단 사이에 배열될 수 있다.
- [13] 일 실시 예에서, 상기 섬광체부는, 서로 이격된 복수의 신틸레이터들; 및 서로 인접한 상기 신틸레이터들을 접착시키는 접착 부재를 포함할 수 있다.
- [14] 일 실시 예에서, 상기 섬광체부는, 서로 이격된 복수의 신틸레이터들; 서로 인접한 상기 신틸레이터들 사이에 위치되는 광 가이드 유닛; 및 서로 인접한 상기 신틸레이터들을 상기 광 가이드 유닛에 접착시키는 접착 부재를 포함할 수 있다.
- [15] 일 실시 예에서, 상기 신틸레이터들의 각각은 $\text{Gd}_2\text{SiO}_5\text{:Ce(GSO)}$ 나 $\text{Pr:Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}(\text{Pr:LuAG})$, $\text{Gd}_2\text{Si}_2\text{O}_7\text{:Ce(GPS)}$ 및 Halide 계열 물질 중 어느 하나로 이루어질 수 있다.
- [16] 일 실시 예에서, 상기 섬광체부의 일단과 이격된 상기 제1 광 센서와 상기 섬광체부의 일단 사이에 위치되고, 상기 섬광체부의 일단에서 조사된 광을 상기 제1 광 센서로 가이드하는 제1 광 가이드 부재; 및 상기 섬광체부의 타단과 이격된 상기 제2 광 센서와 상기 섬광체부의 타단 사이에 위치되고, 상기 섬광체부의 타단에서 조사된 광을 상기 제2 광 센서로 가이드하는 제2 광 가이드 부재를 더 포함할 수 있다.
- [17] 일 실시 예에서, 상기 섬광체부의 일단에서 상기 제1 광 가이드 부재로 진행하는 광의 파장 대역을 상기 제1 광 가이드 부재의 통과 파장 범위로 변환시키는 제1 파장 시프터; 및 상기 섬광체부의 타단에서 상기 제2 광 가이드 부재로 진행하는 광의 파장 대역을 상기 제2 광 가이드 부재의 통과 파장 범위로 변환시키는 제2 파장 시프터를 더 포함할 수 있다.
- [18] 일 실시 예에서, 상기 섬광체부의 일단에서 상기 제1 광 가이드 부재로 진행하는 광을 증폭시키는 제1 광 증폭기; 및 상기 섬광체부의 타단에서 상기 제2 광 가이드 부재로 진행하는 광을 증폭시키는 제2 광 증폭기를 더 포함할 수 있다.

- [19] 일 실시 예에서, 상기 섬광체부를 냉각시키는 냉각부를 더 포함하고, 상기 콜리메이터부는, 하우징; 상기 섬광체부의 길이 방향에 대응되게 상기 하우징을 관통하는 수용 홀; 및 상기 수용 홀로부터 제1 방향으로 연장되어 상기 하우징을 관통하고, 서로 이격되는 복수의 입사 홀들을 포함하고, 상기 섬광체부는 상기 수용 홀 내에 위치되며, 상기 입사 홀들과 중첩되고, 상기 냉각부는 상기 수용 홀 내로 유체를 공급하여 상기 섬광체부를 냉각시킬 수 있다.
- [20] 일 실시 예에서, 상기 하우징은 텅스텐(W) 또는 납(Pb)으로 이루어질 수 있다.
- [21] 기타 실시 예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [22] 본 발명의 실시 예들에 따른 방사선원 위치 측정 장치는 검사대상체(예를 들면, 원자로 등)의 손상에 따른 방사선이 누출되는 위치를 정확하게 측정할 수 있다. 이에 따라, 검사 대상체의 손상여부를 실시간으로 감지할 수 있다.
- [23] 방사선원 위치 측정 장치는 고온 환경에서도 적합한 섬광체부를 사용함으로써, 고온 환경에 있는 검사 대상체로 실시간으로 감지할 수 있다.
- [24] 또한, 방사선원 위치 측정 장치는 제작 단가를 종래의 것들보다 낮게 할 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 방사선원 위치 측정 장치는 종래의 방사선원 위치 측정 장치보다 가격 경쟁력이 우수할 수 있다.
- [25] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [26] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 방사선원 위치 측정 장치를 나타낸 개략도이다.
- [27] 도 2는 도 1의 방사선원 위치 측정 장치를 나타낸 블록도이다.
- [28] 도 3은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 방사선원 위치 측정 장치를 나타낸 개략도이다.
- [29] 도 4는 도 3의 섬광체부를 나타낸 분해사시도이다.
- [30] 도 5는 도 3의 섬광체부의 다른 실시 예를 나타낸 분해사시도이다.
- [31] 도 6은 본 발명의 다른 실시 예에서 다른 방사선원 위치 측정 장치를 나타낸 개략도이다.
- [32] 도 7은 도 6의 콜리메이터부를 나타낸 개략도이다.
- [33] 도 8 및 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 방사선원 위치 측정 장치를 작동 과정을 나타내는 개략도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [34] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한

형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

- [35] 본 명세서에서 기술하는 실시 예들은 본 발명의 이상적인 예시도인 단면도 및/또는 평면도들을 참고하여 설명될 것이다. 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. 따라서, 도면에서 예시된 영역들은 개략적인 속성을 가지며, 도면에서 예시된 영역들의 모양은 소자의 영역의 특정 형태를 예시하기 위한 것이며 발명의 범주를 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서의 다양한 실시 예들에서 제1, 제2, 제3 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시 예들은 그것의 상보적인 실시 예들도 포함한다.
- [36] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시 예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자에 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [37] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [38] 이하, 도면을 참조하여, 본 발명의 개념 및 이에 따른 실시 예들에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [39] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 방사선원 위치 측정 장치를 나타낸 개략도이다. 도 2는 도 1의 방사선원 위치 측정 장치를 나타낸 블록도이다.
- [40] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 방사선원 위치 측정 장치(10)는 방사선(RAY)가 조사되는 위치를 정확하게 측정할 수 있다. 또한, 방사선원 위치 측정 장치(10)는 고온 환경에서도 방사선(RAY)이 조사되는 선원의 위치를 측정할 수 있다. 방사선원 위치 측정 장치(10)는 콜리메이터부(100), 섬광체부(200), 제1 광 센서(310), 제2 광 센서(320), 및 위치 정보 획득부(500)를 포함할 수 있다. 또한, 방사선원 위치 측정 장치(10)는 출력부(600), 제1 광 가이드 부재(410), 및 제2 광 가이드 부재(420)를 포함할 수 있다.

- [41] 콜리메이터부(100)는 방사선(RAY)의 입사방향에 따라 선택적으로 통과시킬 수 있다. 예를 들면, 콜리메이터부(100)는 섬광체부(200)로 경사진 각도로 입사하는 방사선(RAY)을 차단할 수 있다. 콜리메이터부(100)는 섬광체부(200)의 길이 방향과 대략 수직한 방향으로 입사하는 방사선(RAY)을 통과시킬 수 있다. 콜리메이터부(100)는 방사선 조사선량률을 가능한 적게하기 위한 기구일 수 있다.
- [42] 콜리메이터부(100)는 복수의 콜리메이터들(collimator, 110)을 포함할 수 있다. 복수의 콜리메이터들(110)은 서로 이격될 수 있다. 이에 따라, 서로 인접한 콜리메이터들(110) 사이에 방사선(RAY)이 통과하는 공간(이하, 패싱 공간(PS))이 형성될 수 있다. 복수의 콜리메이터들(110)은 섬광체부(200)의 일단(200a)에서 타단(200b) 사이에 위치될 수 있다. 패싱 공간(PS)은 후술할 섬광체부(200)와 중첩될 수 있다.
- [43] 실시 예에서, 콜리메이터들(110)은 서로 일정 간격으로 배열될 수 있다. 이에 따라, 패싱 공간들(PS)의 폭은 동일할 수 있다. 이와 달리, 다른 실시 예에서, 패싱 공간들(PS) 중 적어도 어느 하나의 폭은 다른 패싱 공간들(PS)의 폭과 상이할 수 있다.
- [44] 콜리메이터부(100)는 콜리메이터(110)의 높이 및 패싱 공간(PS)의 폭에 따라 섬광체부(200)를 향해 입사되는 경사진 방사선들(RAY)의 투과도가 달라질 수 있다. 콜리메이터(110)의 높이는 패싱 공간(PS)의 폭과 수직한 방향의 콜리메이터(110)의 길이일 수 있다. 예를 들면, 콜리메이터(110)의 높이가 높으면, 섬광체부(200)를 향해 입사되는 경사진 방사선들(RAY)의 투과도가 감소할 수 있다. 이에 따라, 경사진 방사선들(RAY)이 섬광체부(200)로 입사하는 것을 차단할 수 있다. 또한, 패싱 공간(PS)의 폭을 줄이면, 위치 정보 획득부(500)에서 방사선원이 존재할 수 있는 위치 범위가 감소할 수 있다. 이에 따라, 방사선원 위치 측정 장치(10)의 방사선원 위치에 대한 정확도가 향상될 수 있다.
- [45] 콜리메이터(110)는 고온, 고습 환경에서 안정성을 확보할 수 있도록 재질, 밀도, 열팽창계수, 흡습성, 반응성 등을 종합적으로 고려하여 제작될 수 있다. 예를 들면, 콜리메이터(110)는 방사선의 방향과 확산을 한정시키기 위하여 납(Pb)이나 텅스텐 등과 같은 방사선을 흡수하는 물질로 이루어질 수 있다.
- [46] 섬광체부(200)는 콜리메이터(110)를 통과하여 입사된 방사선(RAY)을 광으로 변환시킬 수 있다. 실시 예에서, 섬광체부(200)는 하나의 신틸레이터(210)로 구성될 수 있다. 섬광체부(200)는 일 방향으로 길이가 긴 장방형으로 제공될 수 있다. 즉, 신틸레이터(210)는 일 방향으로 길이가 긴 장방형으로 제공될 수 있다.
- [47] 신틸레이터(210)(Scintillators)는 방사선(RAY)이 입사하여 물질과 상호작용을 일으킨 결과 펄스 형상의 발광현상을 일으키는 신틸레이션 현상을 발생시킬 수 있다. 신틸레이터들(210)은 유기물, 무기물, 기체, 액체, 고체 등으로 이루어질 수 있다. 여기서, 무기섬광결정물질은 녹는 점이 높고, 흡습성이 없으며, 자기

방사선(RAY)을 방출하지 않고, 방사선(RAY) 강도가 클 수 있다. 실시 예에서, 신틸레이터들(210)은 무기섬광결정 재질로 이루어질 수 있다. 예를 들면, 신틸레이터들(210)의 각각은 $Gd_2SiO_5:Ce(GSO)$ 나 $Pr:Lu_3Al_5O_{12}(Pr:LuAG)$, $Gd_2Si_2O_7:Ce(GPS)$ 및 Halide 계열 물질 중 어느 하나로 이루어질 수 있다.

- [48] 제1 광 센서(310)는 섬광체부(200)의 일단(200a)으로부터 입사된 광을 제1 광 신호(LS1)로 변환시킬 수 있다. 실시 예에서, 제1 광 센서(310)는 섬광체부(200)의 일단(200a)과 이격될 수 있다. 이와 달리, 다른 실시 예에서, 제1 광 센서(310)는 섬광체부(200)의 일단(200a)과 접하거나 인접하게 위치될 수 있다. 즉, 방사선원 위치 측정 장치(10)는 제1 광 가이드 부재(410)를 제거할 수 있다.
- [49] 제2 광 센서(320)는 섬광체부(200)의 타단(200b)으로부터 입사된 광을 제2 광 신호(LS2)로 변환시킬 수 있다. 실시 예에서, 제2 광 센서(320)는 섬광체부(200)의 타단(200b)과 이격될 수 있다. 이와 달리, 다른 실시 예에서, 제2 광 센서(320)는 섬광체부(200)의 타단(200b)과 접하거나 인접하게 위치될 수 있다. 즉, 방사선원 위치 측정 장치(10)는 제2 광 가이드 부재(420)를 제거할 수 있다.
- [50] 제1 및 제2 광 센서들(310, 320)은 섬광체부(200)에서 발생된 광을 감지할 수 있다. 실시 예에서, 제1 및 제2 광 센서들(310, 320)의 각각은 실리콘 광증배기(SiPM)일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [51] 제1 광 가이드 부재(410)는 제1 광 센서(310)와 섬광체부(200)의 일단(200a) 사이에 위치할 수 있다. 제1 광 가이드 부재(410)는 섬광체부(200)의 일단(200a)에서 조사된 광을 제1 광 센서(310)로 가이드할 수 있다.
- [52] 제2 광 가이드 부재(420)는 제2 광 센서(320)와 섬광체부(200)의 타단(200b) 사이에 위치할 수 있다. 제2 광 가이드 부재(420)는 섬광체부(200)의 타단(200b)에서 조사된 광을 제2 광 센서(320)로 가이드할 수 있다.
- [53] 제1 및 제2 광 가이드 부재들(410, 420)은 광 섬유일 수 있으나, 이에 한정하지 않는다. 실시 예에서, 제1 및 제2 광 가이드 부재들(410, 420)은 직선 형태이나, 다른 실시 예에서, 제1 및 제2 광 가이드 부재들(410, 420)은 곡선 형태일 수 있다.
- [54] 위치 정보 획득부(500)는 제1 광 신호(LS1)와 제2 광 신호(LS2)를 수신할 수 있다. 위치 정보 획득부(500)는 제1 광 신호(LS1)와 제2 광 신호(LS2)를 이용하여 섬광체부(200)의 광 발생 위치 정보를 획득할 수 있다. 위치 정보 획득부(500)는 광 발생 위치 정보를 이용하여, 방사선 발생 위치 정보(PI)를 획득할 수 있다. 방사선 발생 위치 정보(PI)는 검사 대상체에서의 방사선(RAY) 누출 영역에 대한 위치 정보(예를 들면, X-Y좌표)를 획득할 수 있다. 이에 따라, 방사선 누출 영역이 방사선원일 수 있다. 예를 들면, 검사 대상체는 원자로일 수 있고, 원자로가 손상되어 방사선이 누출되는 영역이 방사선원일 수 있다.
- [55] 실시 예에서, 위치 정보 획득부(500)는 제1 광 신호(LS1)로부터 제1 광 신호(LS1)에 대한 제1 광 에너지 정보를 추출할 수 있다. 위치 정보 획득부(500)는 제2 광 신호(LS2)로부터 제2 광 신호(LS2)에 대한 제2 광 에너지 정보를 추출할 수 있다. 위치 정보 획득부(500)는 제1 광 에너지 정보와 제2 광

에너지 정보를 이용하여 광 발생 위치 정보를 획득할 수 있다. 예를 들면, 위치 정보 획득부(500)는 아래의 식 1로부터 DOI(Depth of interaction)을 산출할 수 있다.

[56] 식 1)
$$DOI = K \frac{A-B}{A+B} + C$$

[57] (A: 제1 광 에너지 정보, B: 제2 광 에너지 정보)

[58] 식 1에서 $\frac{A-B}{A+B}$ 는 Signal asymmetry일 수 있다. 위치 정보 획득부(500)는 선형

회귀 분석(linear regression)을 통해 식 1의 K와 C값을 결정할 수 있다. 이에 따라, 위치 정보 획득부(500)는 제1 광 에너지 정보 및 제2 광 에너지 정보를 이용하여, 섬광체부(200)에서의 광 발생 위치 정보인 DOI를 획득할 수 있다. 여기서, DOA는 섬광체부(200)의 중심에서 광(LM)이 발생한 위치까지의 거리일 수 있다.

[59] 전술한 바와 같이, 위치 정보 획득부(500)는 광 발생 위치 정보를 통해 방사선(RAY)을 발생시키는 방사선(RAY) 위치 정보를 획득할 수 있다. 실시 예에서, 위치 정보 획득부(500)는 광 발생 위치 정보, 기 저장된 콜리메이터부(100)의 정보, 및 기 저장된 검사 대상체의 위치 정보를 이용하여, 방사선 발생 위치 정보(PI)를 획득할 수 있다. 기 저장된 콜리메이터부(100)의 정보는 패싱 공간(PS)의 폭 정보, 콜리메이터(110)의 높이 정보 등을 포함할 수 있다. 검사 대상체의 위치 정보는 섬광체부(200)와 검사 대상체 간의 거리 정보 등을 포함할 수 있다.

[60]

[61] 또한, 다른 실시 예에서, 위치 정보 획득부(500)는 제1 광 신호(LS1)로부터 제1 광 신호(LS1)에 대한 제1 타임 스탬프(TA) 및 제2 광 신호(LS2)로부터 제2 광 신호(LS2)에 대한 제2 타임 스탬프(TB)를 생성할 수 있다. 제1 타임 스탬프는 제1 광 신호(LS1)가 위치 정보 획득부(500)에 입력된 시간일 수 있다. 제2 타임 스탬프는 제2 광 신호(LS2)가 위치 정보 획득부(500)에 입력된 시간일 수 있다. 예를 들면, 위치 정보 획득부(500)는 TDC(Time-to Digital Converter)를 포함할 수 있다. 이에 따라, 위치 정보 획득부(500)는 제1 및 제2 광 신호들(LS1, LS2)로부터 제1 및 제2 타임 스탬프들을 획득할 수 있다.

[62] 위치 정보 획득부(500)는 생성된 제1 타임 스탬프와 제2 타임 스탬프를 이용하여 광 발생 위치 정보를 획득할 수 있다. 예를 들면, 위치 정보 획득부(500)는 아래의 식 2로부터 DOI(Depth of interaction)을 산출할 수 있다.

[63] 식 2)
$$DOI = K \frac{(TA-TB)}{2} \times C \times \frac{1}{N}$$

[64] (TA: 제1 타임 스탬프, TB: 제2 타임 스탬프, C: 광속, N: 섬광체부(200)의 굴절률 k: 상수, 여기서, 광속은 3×10^8 m/s일 수 있다.)

[65] 이에 따라, 위치 정보 획득부(500)는 제1 타임 스탬프 및 제2 타임 스탬프를

이용하여, 섬광체부(200)의 광 발생 위치 정보인 DOI를 획득할 수 있다. 또한, 위치 정보 획득부(500)는 전술한 바와 같이, 광 발생 위치 정보를 통해 방사선(RAY) 발생 위치 정보를 획득할 수 있다. 위치 정보 획득부(500)는 방사선 발생 위치 정보를 출력부(600)로 전송할 수 있다.

- [66] 출력부(600)는 위치 정보 획득부(500)로부터 방사선 발생 위치 정보(PI)를 수신할 수 있다. 출력부(600)는 수신된 위치 정보 획득부(500)를 이용하여 방사선(RAY)을 발생시키는 선원의 위치를 사용자에게 시각적, 청각적으로 출력할 수 있다. 예를 들면, 출력부(600)는 기 저장된 맵 정보에 위치 정보 획득부(500)에 대응된 선원의 위치를 시각적으로 표시할 수 있다. 출력부(600)는 디스플레이 부재일 수 있다.

발명의 실시를 위한 형태

- [67] 도 3은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 방사선원 위치 측정 장치를 나타낸 개략도이다. 도 4는 도 3의 섬광체부를 나타낸 분해사시도이다. 설명의 편의를 위해 도 1 및 도 2를 참조하여 설명한 구성에 대해서는 그 설명을 생략하거나 간단히 하기로 한다.
- [68] 도 3 및 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 방사선원 위치 측정 장치(10)는 콜리메이터부(100), 섬광체부(200), 제1 광 센서(310), 제2 광 센서(320), 및 위치 정보 획득부(500)를 포함할 수 있다. 또한, 방사선원 위치 측정 장치(10)는 출력부(600, 도 2 참조), 제1 광 가이드 부재(410), 및 제2 광 가이드 부재(420)를 포함할 수 있다. 방사선원 위치 측정 장치(10)는 제1 파장 시프터(431), 제2 파장 시프터(432), 제1 광 증폭기(441) 및 제2 광 증폭기(442)를 더 포함할 수 있다.
- [69] 섬광체부(200)는 서로 이격된 복수의 신틸레이터들(210)과 서로 인접한 신틸레이터들(210)을 접착시키는 접착 부재(220)를 포함할 수 있다.
- [70] 접착 부재(220)는 서로 인접한 신틸레이터들(210) 사이에 위치될 수 있다. 접착 부재(220)는 서로 인접한 신틸레이터들(210)을 접착할 수 있다. 실시 예에서, 접착 부재(220)는 광학 에폭시(Optical Epoxy)로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [71] 섬광체부(200)가 길이가 수미터인 단일 신틸레이터(210)로 이루어질 경우, 신틸레이터(210)는 플라스틱 재질로만 제작 가능할 수 있다. 플라스틱 재질의 신틸레이터(210)는 대략 75 °C 이상의 온도에서 용해되고, 광량이 감소할 수 있다. 즉, 고온 환경에는 적합하지 않을 수 있다. 이에 따라, 섬광체부(200)는 무기섬광결정 재질로 이루어진 신틸레이터들(210)을 접착하여 구성할 경우, 고온 환경에 접합하면서 길이가 긴 섬광체부(200)를 형성할 수 있다.
- [72] 본 발명의 실시 예에 따른 제1 및 제2 광 가이드 부재들(410, 420)은 굴곡진 형태로 이루어질 수 있다.
- [73] 제1 파장 시프터(Wavelength shifter, 431)는 섬광체부(200)의 일단(200a)과 제1

광 가이드 부재(410) 사이에 위치될 수 있다. 제1 파장 시프터(431)는 섬광체부(200)의 일단(200a)에서 제1 광 가이드 부재(410)로 진행하는 광 파장 대역을 제1 광 가이드 부재(410)의 통과 파장 범위로 변환시킬 수 있다. 제2 파장 시프터(432)는 섬광체부(200)의 타단(200b)과 제2 광 가이드 부재(420) 사이에 위치될 수 있다. 제2 파장 시프터(432)는 섬광체부(200)의 타단(200b)에서 제2 광 가이드 부재(420)로 진행하는 광 파장 대역을 제2 광 가이드 부재(420)의 통과 파장 범위로 변환시킬 수 있다.

[74] 섬광체부(200)의 신틸레이터(210)는 방사선(RAY)이 입사될 때, 그 종류에 따라 발생하는 광의 파장 대역이 다를 수 있다. 신틸레이터(210)에서 발생하는 광의 파장대역이 제1 및 제2 광 가이드 부재(420)의 통과 파장 범위 내에 있어야 제1 및 제2 광 센서들(310, 320)로 진행할 수 있다. 이에 따라, 제1 및 제2 파장 시프터들(431, 432)은 섬광체부(200)에서 발생된 광의 파장 대역을 제1 및 제2 광 가이드 부재들(410, 420)의 통과 파장 범위로 변환시킬 수 있다.

[75] 제1 광 증폭기(Optical amplifier, 441)는 섬광체부(200)의 일단(200a)과 제1 광 가이드 부재(410) 사이에 위치될 수 있다. 실시 예에서, 제1 광 증폭기(441)는 제1 파장 시프터(431)와 제1 광 가이드 부재(410) 사이에 위치될 수 있다. 제1 광 증폭기(441)는 섬광체부(200)의 일단(200a)에서 제1 광 가이드 부재(410)로 진행하는 광을 증폭시킬 수 있다.

[76] 제2 광 증폭기(442)는 섬광체부(200)의 타단(200b)과 제2 광 가이드 부재(420) 사이에 위치될 수 있다. 실시 예에서, 제2 광 증폭기(442)는 제2 파장 시프터(432)와 제2 광 가이드 부재(420) 사이에 위치될 수 있다. 제2 광 증폭기(442)는 섬광체부(200)의 타단(200b)에서 제2 광 가이드 부재(420)로 진행하는 광을 증폭시킬 수 있다.

[77] 방사선원 위치 측정 장치(10)의 섬광체부(200)는 주변 환경, 구조에 따라 긴 길이의 제1 및 제2 광 가이드 부재(420)(예를 들면, 50m 이상)를 연결할 수 있다. 제1 및 제2 광 가이드 부재(420)의 길이가 길어질수록 섬광체부(200)에서 제1 및 제2 광 센서들(310, 320)로 진행하는 광은 감쇠할 수 있다. 이에 따라, 제1 및 제2 광 증폭기(442)는 섬광체부(200)에서 조사된 광의 광량을 증가시켜, 제1 및 제2 광 센서들(310, 320)로 광이 도달할 수 있는 역할을 할 수 있다.

[78] 도 5는 도 3의 섬광체부의 다른 실시 예를 나타낸 분해사시도이다. 설명의 편의를 위해 도 1, 도 3 및 도 4를 참조하여 설명한 구성에 대해서는 그 설명을 생략하거나 간단히 하기로 한다.

[79] 도 5를 참조하면, 본 발명의 다른 실시 예에 따른 섬광체부(200)는 서로 이격된 복수의 신틸레이터들(210), 접착 부재(220), 및 광 가이드 유닛(230)을 포함할 수 있다.

[80] 광 가이드 유닛(230)은 서로 인접한 신틸레이터들(210) 사이에 위치될 수 있다. 광 가이드 유닛(230)은 광 섬유, 퀴즈 로드(quartz rods)등일 수 있다. 광 가이드 유닛(230)과 서로 인접한 신틸레이터들(210)은 서로 대응될 수 있다. 예를 들면,

광 가이드 유닛(230)과 서로 인접한 신틸레이터들(210)은 두께 등이 동일할 수 있다. 광 가이드 유닛(230)은 어느 하나의 신틸레이터(210)에서 인접한 다른 신틸레이터(210)로 진행하는 광을 가이드할 수 있다.

[81] 접착 부재(220)는 서로 인접한 신틸레이터들(210)을 광 가이드 유닛(230)에 접착시킬 수 있다. 예를 들면, 접착 부재(220)는 어느 하나의 신틸레이터(210)를 광 가이드 유닛(230)의 일단에 접착시키고, 인접한 다른 신틸레이터(210)는 광 가이드 유닛(230)의 타단에 접착시킬 수 있다. 접착 부재(220)는 광학 에폭시(Optical Epoxy)로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[82] 섬광체부(200)의 신틸레이터(210)의 시간 분해능이 1ns라고 가정하면, 공간분해능은 약 30cm 정도가 될 수 있다. 이에 따라, 서로 인접한 신틸레이터들(210) 사이에 신틸레이터(210)가 아닌 광 가이드 유닛(230)을 연결해도 공간 분해능은 크게 영향을 주지 않을 수 있다. 하지만, 서로 인접한 신틸레이터들(210) 사이에 신틸레이터(210)가 아닌 광 가이드 유닛(230)을 사용함으로써, 섬광체부(200)의 성능의 큰 저하 없이 섬광체부(200)의 제작 단가를 낮출 수 있다.

[83] 도 6은 본 발명의 다른 실시 예에서 다른 방사선원 위치 측정 장치를 나타낸 개략도이다. 도 7은 도 6의 콜리메이터부를 나타낸 개략도이다. 설명의 편의를 위해 도 1 및 도 2를 참조하여 설명한 구성에 대해서는 그 설명을 생략하거나 간단히 하기로 한다.

[84] 도 6 및 도 7을 참조하면, 본 발명의 다른 실시 예에 따른 방사선원 위치 측정 장치(10)는 콜리메이터부(100), 섬광체부(200), 제1 광 센서(310), 제2 광 센서(320), 및 위치 정보 획득부(500)를 포함할 수 있다. 방사선원 위치 측정 장치(10)는 출력부(600), 냉각부(700), 제1 광 가이드 부재(410), 및 제2 광 가이드 부재(420)를 포함할 수 있다.

[85] 콜리메이터부(100)는 내부에 섬광체부(200)를 수용하는 하우징(105)을 포함할 수 있다. 하우징(105)은 통 형상으로 제공될 수 있다. 하우징(105)은 일 방향으로 길이가 긴 장방형으로 제공될 수 있다.

[86] 하우징(105)은 그를 관통하는 수용 홀(120)을 포함할 수 있다. 수용 홀(120)은 하우징(105)의 일단과 타단을 연결할 수 있다. 수용 홀(120)은 섬광체부(200)의 길이 방향에 대응되게 하우징(105)을 관통할 수 있다. 예를 들면, 수용 홀(120)의 길이 방향은 섬광체부(200)의 길이 방향과 평행할 수 있다.

[87] 하우징(105)은 수용 홀(120)로부터 제1 방향으로 연장되어 하우징(105)을 관통하는 복수의 입사 홀들(130)을 포함할 수 있다. 복수의 입사 홀들(130)은 서로 이격될 수 있다. 실시 예에서, 입사 홀들(130)은 서로 일정 간격으로 이격될 수 있다. 입사 홀들(130)은 섬광체부(200)의 길이 방향(이하, 제2 방향)을 따라 배열될 수 있다. 실시 예에서, 상기 제1 방향은 제2 방향과 수직할 수 있다. 선원에서 발생된 방사선(RAY)은 입사 홀들(130)을 통해 섬광체부(200)로 입사될 수 있다. 입사 홀(130)은 도 1에서 설명한 패싱 공간(PS, 도 1 참조)에 대응될 수

- 있다. 입사 홀들(130)은 섬광체부(200)와 수직하게 중첩될 수 있다.
- [88] 하우징(105)은 고밀도 금속 재질로 이루어질 수 있다. 예를 들면, 하우징(105)은 텅스텐(W) 또는 납(Pb)으로 이루어질 수 있다. 하우징(105)이 고밀도 금속 재질로 이루어질 경우, 하우징(105)의 입사 홀들(130)은 경사진 방사선(RAY)을 차단하는 콜리메이터(110) 역할을 수행할 수 있다. 여기서, 입사 홀(130)의 높이는 도 1의 콜리메이터(110)의 높이에 대응되고, 입사 홀(130)의 직경은 패싱 공간(PS)의 폭에 대응될 수 있다.
- [89] 섬광체부(200)는 수용 홀(120) 내에 위치될 수 있다. 또한, 섬광체부(200)는 입사 홀들(130)과 수직하게 중첩될 수 있다.
- [90] 냉각부(700)는 섬광체부(200)를 냉각시킬 수 있다. 섬광체부(200)는 온도가 일정이상인 도리 경우, 그 성능이 저하되거나 불능 상태로 될 수 있다. 이에 따라, 냉각부(700)는 섬광체부(200)의 온도를 제어함으로써, 방사선원 위치 측정 장치(10)의 기능의 원활하게 수행되도록 할 수 있다.
- [91] 실시 예에서, 냉각부(700)는 수용 홀(120) 내로 유체를 공급할 수 있다. 수용 홀(120)로 공급된 유체는 수용 홀(120) 내의 섬광체부(200)를 냉각시킬 수 있다. 유체는 액체 또는 기체일 수 있다. 유체는 하우징(105)의 일단으로 유입되어 하우징(105)의 타단으로 배출될 수 있다.
- [92] 도 8 및 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 방사선원 위치 측정 장치를 작동 과정을 나타내는 개략도이다. 설명의 편의를 위해 도 1 및 도 2를 참조하여 설명한 구성에 대해서는 그 설명을 생략하거나 간단히 하기로 한다.
- [93] 도 8을 참조하면, 선원에서 방사선(RAY)이 발생할 경우, 방사선(RAY)은 방사선원 위치 측정 장치(10)를 향해 진행될 수 있다. 방사선원 위치 측정 장치(10)의 콜리메이터부(100)에 도달한 방사선(RAY)의 방향은 다양할 수 있다. 콜리메이터부(100)는 섬광체부(200)에 경사진 방사선(RAY)을 차단하고, 섬광체부(200)의 길이 방향과 대략 수직한 방향의 방사선(RAY)만을 통과시킬 수 있다.
- [94] 도 9를 참조하면, 방사선(RAY)이 콜리메이터부(100)를 통과하여 섬광체부(200)로 입사될 경우, 섬광체부(200)는 방사선(RAY)이 입사된 위치에서 광(LM)을 발생시킬 수 있다. 섬광체부(200)에서 발생된 광(LM)은 섬광체부(200)의 일단(200a)과 타단(200b)으로 진행할 수 있다.
- [95] 섬광체부(200)의 일단(200a)에서 조사되는 광(L1)은 제1 광 가이드 부재(410)를 통해 제1 광 센서(310)로 도달할 수 있다. 제1 광 센서(310)는 섬광체부(200)의 일단(200a)에서 조사된 광(L1)이 도달할 경우, 제1 광 신호(LS1)를 생성하고, 제1 광 신호(LS1)는 위치 정보 획득부(500)로 전송될 수 있다.
- [96] 섬광체부(200)의 타단(200b)에서 조사되는 광(L2)은 제2 광 가이드 부재(420)를 통해 제2 광 센서(320)로 도달할 수 있다. 제2 광 센서(320)는 섬광체부(200)의 일단(200a)에서 조사된 광(L2)이 도달할 경우, 제2 광 신호(LS2)를 생성하고, 제2 광 신호(LS2)는 위치 정보 획득부(500)로 전송될 수 있다.

- [97] 위치 정보 획득부(500)는 제1 광 신호(LS1)와 제2 광 신호(LS2)를 이용하여, 섬광체부(200)의 광 발생 위치 정보를 획득할 수 있다. 위치 정보 획득부(500)는 광 발생 위치 정보에 대응되는 방사선 발생 위치 정보(PI, 도 2 참조)를 산출할 수 있다. 방사선 발생 위치 정보(PI)는 출력부(600)로 전송되고, 출력부(600)는 방사선 발생 위치 정보(PI)를 이용하여 기 저장된 맵 정보 상에 표시할 수 있다.
- [98] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특징의 실시 예에 한정되지 아니하며, 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어서는 안될 것이다.
- [99] [부호의 설명]
- [100] 10: 방사선원 위치 측정 장치 100: 콜리메이터부
- [101] 200: 섬광체부 310: 제1 광 센서
- [102] 320: 제2 광 센서 410: 제1 광 가이드 부재
- [103] 420: 제2 광 가이드 부재 500: 위치 정보 획득부
- [104] 600: 출력부 700: 냉각부

산업상 이용가능성

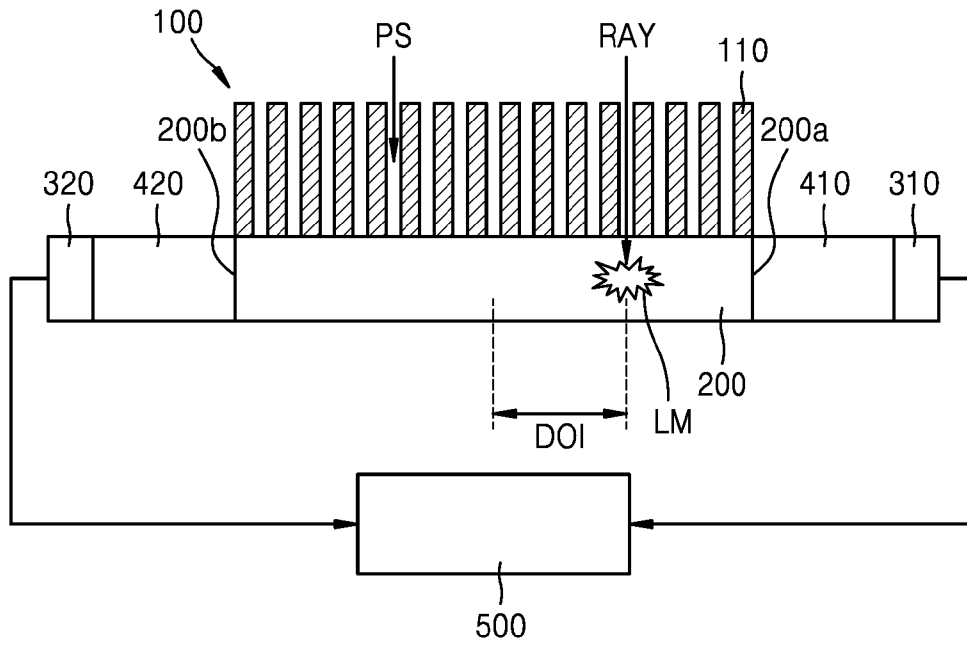
- [105] 본 발명의 방사선원 위치 측정 장치는 고온 환경에서도 적합한 섬광체부를 사용함으로써 고온 환경에 있는 검사 대상체로 실시간으로 감시할 수 있고, 제작 단가가 낮아 종래의 방사선원 위치 측정 장치보다 경쟁력이 우수하다.

청구범위

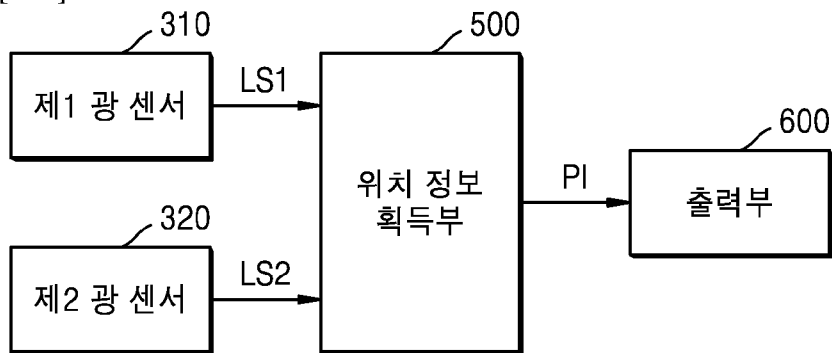
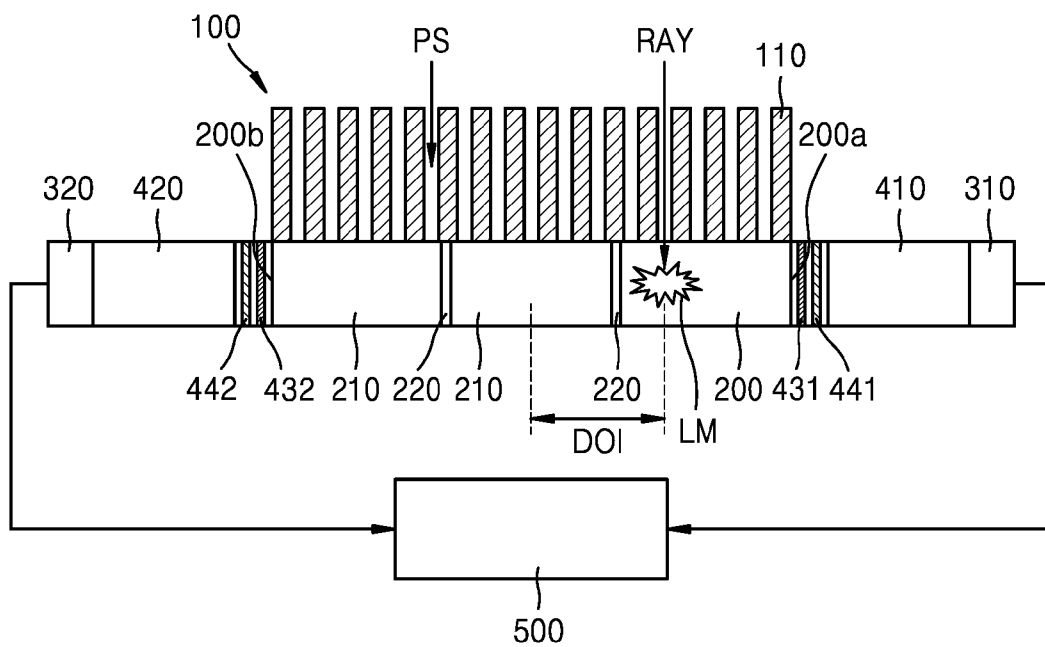
- [청구항 1] 방사선의 입사방향에 따라 선택적으로 통과시키는 콜리메이터부;
상기 콜리메이터부를 통과하여 입사된 방사선을 광으로 변환시키는
섬광체부;
상기 섬광체부의 일단으로부터 입사된 광을 제1 광 신호로 변환시키는
제1 광 센서;
상기 섬광체부의 타단으로부터 입사된 광을 제2 광 신호로 변환시키는
제2 광 센서; 및
상기 제2 광 신호와 상기 제2 광 신호를 이용하여 상기 섬광체부의 광
발생 위치 정보를 획득하는 위치 정보 획득부를 포함하는 방사선원 위치
측정 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 위치 정보 획득부는,
상기 제1 광 신호에 대한 제1 광 에너지 정보와 상기 제2 광 신호에 대한
제2 광 에너지 정보를 생성하고, 생성된 상기 제1 광 에너지 정보와 상기
제2 광 에너지 정보를 이용하여 상기 광 발생 위치 정보를 획득하는
방사선원 위치 측정 장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 위치 정보 획득부는,
상기 제1 광 신호에 대한 제1 타임 스탬프와 상기 제2 광 신호에 대한 제2
타임 스탬프를 생성하고, 생성된 제1 타임 스탬프와 상기 제2 타임
스탬프를 이용하여 상기 광 발생 위치 정보를 획득하는 방사선원 위치
측정 장치.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 콜리메이터부는, 서로 이격된 복수의 콜리메이터들을 포함하고,
상기 콜리메이터들은 상기 섬광체부의 일단과 타단 사이에 배열되는
방사선원 위치 측정 장치.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 섬광체부는,
서로 이격된 복수의 신틸레이터들; 및
서로 인접한 상기 신틸레이터들을 접착시키는 접착 부재를 포함하는
방사선원 위치 측정 장치.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 섬광체부는,
서로 이격된 복수의 신틸레이터들;
서로 인접한 상기 신틸레이터들 사이에 위치되는 광 가이드 유닛; 및
서로 인접한 상기 신틸레이터들을 상기 광 가이드 유닛에 접착시키는

- 접착 부재를 포함하는 방사선원 위치 측정 장치.
- [청구항 7] 제5항 또는 제6항에 있어서,
상기 신틸레이터들의 각각은 $\text{Gd}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}(\text{GSO})$ 나 $\text{Pr}:\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ ($\text{Pr}:\text{LuAG}$), $\text{Gd}_2\text{Si}_2\text{O}_7:\text{Ce}(\text{GPS})$ 및 Halide 계열 물질 중 어느 하나로 이루어지는 방사선원 위치 측정 장치.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 섬광체부의 일단과 이격된 상기 제1 광 센서와 상기 섬광체부의 일단 사이에 위치되고, 상기 섬광체부의 일단에서 조사된 광을 상기 제1 광 센서로 가이드하는 제1 광 가이드 부재; 및
상기 섬광체부의 타단과 이격된 상기 제2 광 센서와 상기 섬광체부의 타단 사이에 위치되고, 상기 섬광체부의 타단에서 조사된 광을 상기 제2 광 센서로 가이드하는 제2 광 가이드 부재를 더 포함하는 방사선원 위치 측정 장치.
- [청구항 9] 제8항에 있어서,
상기 섬광체부의 일단에서 상기 제1 광 가이드 부재로 진행하는 광의 파장 대역을 상기 제1 광 가이드 부재의 통과 파장 범위로 변환시키는 제1 파장 시프터; 및
상기 섬광체부의 타단에서 상기 제2 광 가이드 부재로 진행하는 광의 파장 대역을 상기 제2 광 가이드 부재의 통과 파장 범위로 변환시키는 제2 파장 시프터를 더 포함하는 방사선원 위치 측정 장치.
- [청구항 10] 제8항 또는 제9항에 있어서,
상기 섬광체부의 일단에서 상기 제1 광 가이드 부재로 진행하는 광을 증폭시키는 제1 광 증폭기; 및
상기 섬광체부의 타단에서 상기 제2 광 가이드 부재로 진행하는 광을 증폭시키는 제2 광 증폭기를 더 포함하는 방사선원 위치 측정 장치.
- [청구항 11] 제1항에 있어서,
상기 섬광체부를 냉각시키는 냉각부를 더 포함하고,
상기 콜리메이터부는,
하우징;
상기 섬광체부의 길이 방향에 대응되게 상기 하우징을 관통하는 수용 홀;
및
상기 수용 홀로부터 제1 방향으로 연장되어 상기 하우징을 관통하고, 서로 이격되는 복수의 입사 홀들을 포함하고,
상기 섬광체부는 상기 수용 홀 내에 위치되며, 상기 입사 홀들과 중첩되고,
상기 냉각부는 상기 수용 홀 내로 유체를 공급하여 상기 섬광체부를 냉각시키는 방사선원 위치 측정 장치.
- [청구항 12] 제11항에 있어서,

상기 하우징은 텅스텐(W) 또는 납(Pb)으로 이루어지는 방사선원 위치 측정 장치.

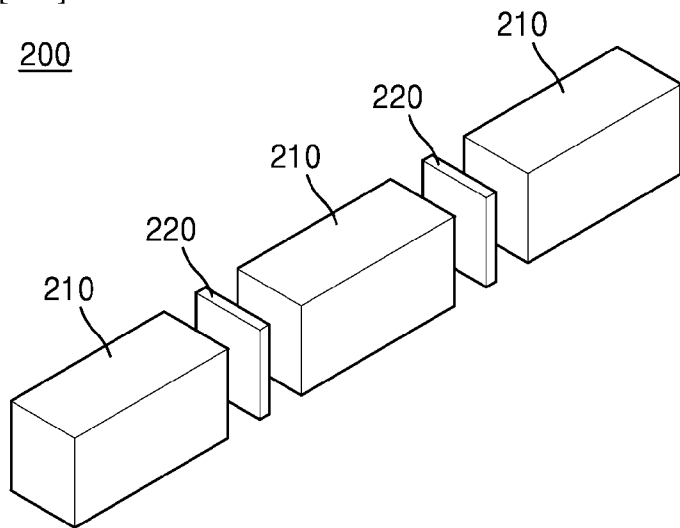
[도1]
10

[도2]

[도3]
10

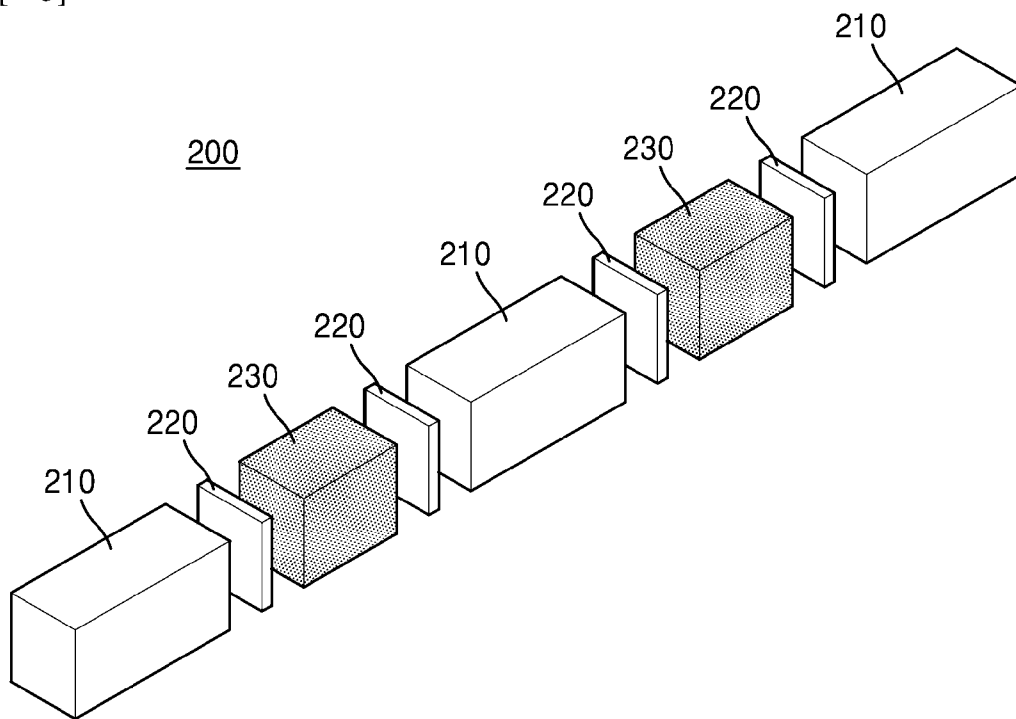
[도4]

200

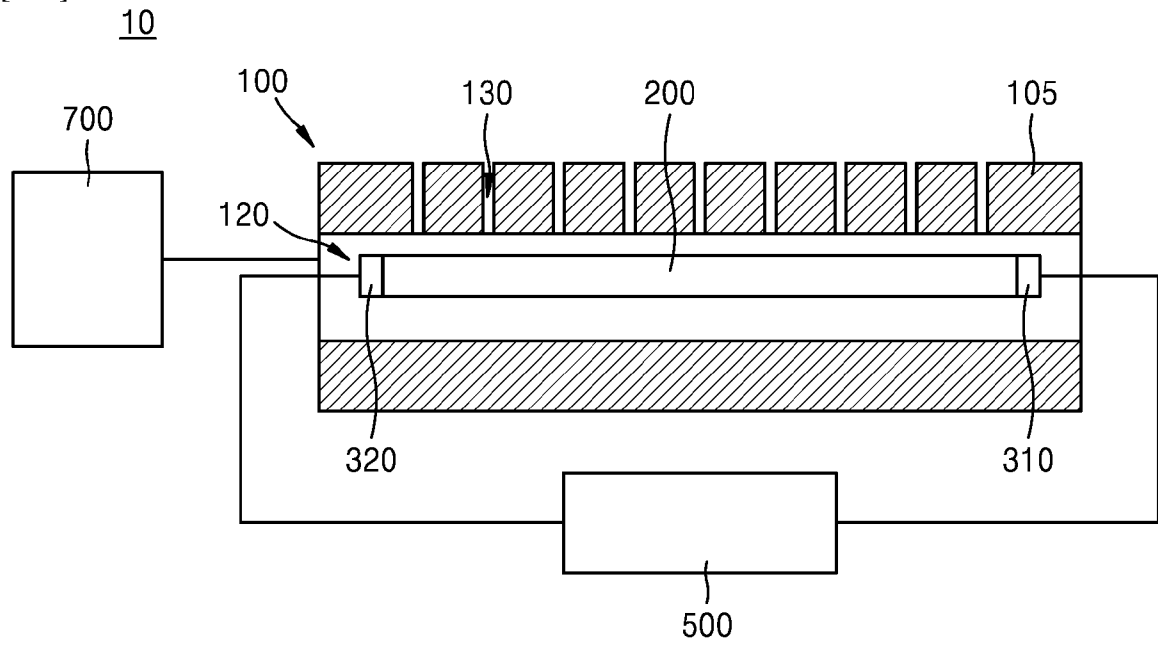


[도5]

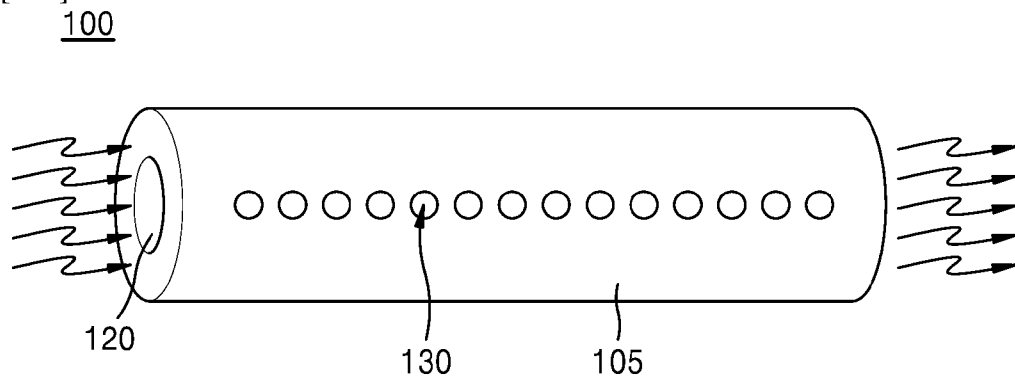
200



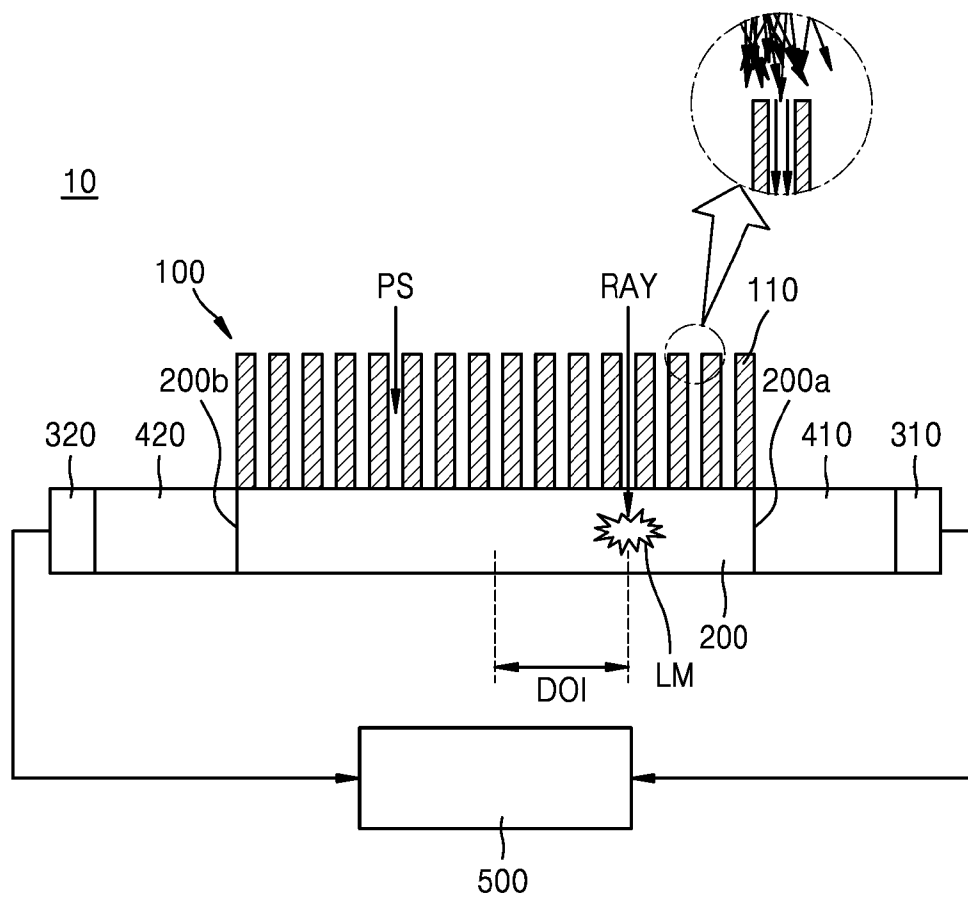
[도6]



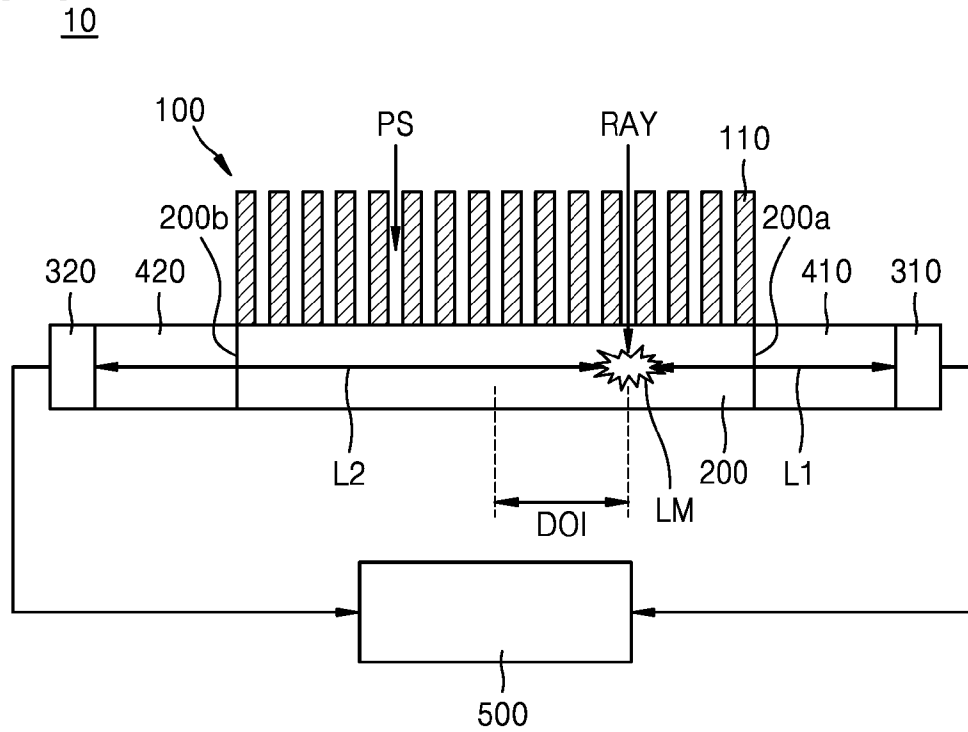
[도7]



[도8]



[도9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2019/017992

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01T 1/169(2006.01)i, G01T 1/20(2006.01)i, G01T 7/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01T 1/169; F25B 21/04; G01T 1/00; G01T 1/161; G01T 1/20; G01T 1/29; G01T 7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above

Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: radiation source, collimator, scintillator, photosensor, wavelength shifter

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2005-121583 A (JAPAN NUCLEAR CYCLE DEVELOPMENT INST STATES OF PROJECTS) 12 May 2005 See paragraphs [0011]-[0012], [0014]-[0015] and figure 1.	1,3-5
Y		2,6-10
A		11-12
Y	JP 2017-083299 A (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) 18 May 2017 See paragraphs [0011]-[0012].	2
Y	WO 2018-005940 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 04 January 2018 See paragraph [0024] and figure 1.	6-7
Y	JP 08-094758 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 12 April 1996 See figure 28.	8-10
A	KR 10-1445152 B1 (MYONGJI UNIVERSITY INDUSTRY AND ACADEMIA COOPERATION FOUNDATION) 06 October 2014 See paragraphs [0024]-[0027] and figures 1-2.	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 APRIL 2020 (28.04.2020)

Date of mailing of the international search report

28 APRIL 2020 (28.04.2020)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2019/017992

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2005-121583 A	12/05/2005	US 2005-0082485 A1 US 7064333 B2	21/04/2005 20/06/2006
JP 2017-083299 A	18/05/2017	EP 3163327 A1 JP 6608241 B2 US 2017-0123078 A1 US 9759820 B2	03/05/2017 20/11/2019 04/05/2017 12/09/2017
WO 2018-005940 A1	04/01/2018	CN 109313277 A EP 3479146 A1 KR 10-2019-0022862 A US 9529097 B1	05/02/2019 08/05/2019 06/03/2019 27/12/2016
JP 08-094758 A	12/04/1996	EP 0703469 A2 EP 0703469 A3 JP 08-094758 A US 5675151 A	27/03/1996 04/03/1998 12/04/1996 07/10/1997
KR 10-1445152 B1	06/10/2014	None	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01T 1/169(2006.01)i, G01T 1/20(2006.01)i, G01T 7/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01T 1/169; F25B 21/04; G01T 1/00; G01T 1/161; G01T 1/20; G01T 1/29; G01T 7/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 방사선원(radiation source), 콜리메이터(collimator), 신틸레이터(scintillator), 광센서(photosensor), 파장 시프터(wavelength shifter)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	JP 2005-121583 A (JAPAN NUCLEAR CYCLE DEVELOPMENT INST STATES OF PROJECTS) 2005.05.12 단락 [0011]-[0012], [0014]-[0015] 및 도면 1	1,3-5
Y A		2,6-10 11-12
Y	JP 2017-083299 A (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) 2017.05.18 단락 [0011]-[0012]	2
Y	WO 2018-005940 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 2018.01.04 단락 [0024] 및 도면 1	6-7
Y	JP 08-094758 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 1996.04.12 도면 28	8-10
A	KR 10-1445152 B1 (명지대학교 산학협력단) 2014.10.06 단락 [0024]-[0027] 및 도면 1-2	1-12

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후 “X”에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일

2020년 04월 28일 (28.04.2020)

국제조사보고서 발송일

2020년 04월 28일 (28.04.2020)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



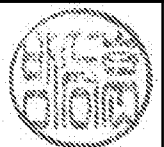
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

방승훈

전화번호 +82-42-481-5560



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2005-121583 A	2005/05/12	US 2005-0082485 A1 US 7064333 B2	2005/04/21 2006/06/20
JP 2017-083299 A	2017/05/18	EP 3163327 A1 JP 6608241 B2 US 2017-0123078 A1 US 9759820 B2	2017/05/03 2019/11/20 2017/05/04 2017/09/12
WO 2018-005940 A1	2018/01/04	CN 109313277 A EP 3479146 A1 KR 10-2019-0022862 A US 9529097 B1	2019/02/05 2019/05/08 2019/03/06 2016/12/27
JP 08-094758 A	1996/04/12	EP 0703469 A2 EP 0703469 A3 JP 08-094758 A US 5675151 A	1996/03/27 1998/03/04 1996/04/12 1997/10/07
KR 10-1445152 B1	2014/10/06	없음	