



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년09월06일
(11) 등록번호 10-1180622
(24) 등록일자 2012년08월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 23/00 (2006.01) G21D 3/04 (2006.01)
G01M 11/02 (2006.01) G01N 21/88 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0020873
(22) 출원일자 2010년03월09일
심사청구일자 2010년03월09일
(65) 공개번호 10-2011-0101688
(43) 공개일자 2011년09월16일
(56) 선행기술조사문헌
US7148719 B2

(73) 특허권자
한국수력원자력 주식회사
경상북도 경주시 화랑로 125 (성동동)
한국원자력연구원
대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)
(72) 발명자
조재완
대전광역시 유성구 가정로 43, 110동 1605호 (신성동, 한울아파트)
최영수
대전광역시 유성구 구죽로 16, 109동 1403호 (송강동, 한마을아파트)
(74) 대리인
특허법인무한

전체 청구항 수 : 총 3 항

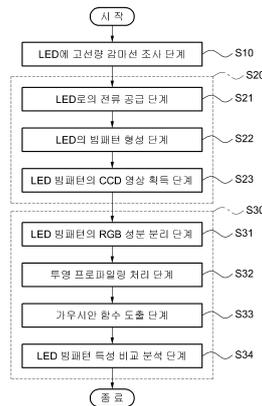
심사관 : 이달경

(54) 발명의 명칭 LED의 빔 열화특성 분석방법 및 그 장치

(57) 요약

칼라 CCD 영상을 이용하여 고선량 감마선 조사 후의 LED 빔 발광 패턴을 분석하는 방법 및 그 장치가 개시된다. 본 발명에 따른 LED의 빔 열화특성 분석방법은 LED에 고선량 감마선을 조사하는 단계, 상기 획득된 고선량 감마선이 조사된 LED의 빔 패턴을 획득하는 단계, 그리고 상기 획득된 LED의 빔 패턴을 분석하는 단계를 포함한다. 이와 같은 구성에 의하면, LED의 종류마다 고선량 감마선의 조사에 따른 영향을 알 수 있어, 궁극적으로 가시광 무선통신 체계가 원자로 건물 내부의 센서/통신망에 어느 정도 적용이 가능한지 파악할 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

이재철

대전광역시 서구 월평선사로 41, 104동 805호 (월평동, 백합아파트)

구인수

대전광역시 유성구 어은로 57, 112동 403호 (어은동, 한빛아파트)

홍석봉

대전광역시 유성구 엑스포로339번길 320, 싸이언스빌 3동 101호 (원촌동)

특허청구의 범위

청구항 1

LED에 고선량 감마선을 조사하는 단계;
 상기 고선량 감마선이 조사된 LED의 빔 패턴을 획득하는 단계; 및
 상기 획득된 LED의 빔 패턴을 분석하는 단계;
 를 포함하고,
 상기 LED의 빔 패턴을 획득하는 단계는,
 LED 구동회로에서 고선량 감마선이 조사된 상기 LED로 DC 전류를 공급하는 단계;
 상기 LED로부터 발광되는 빔의 패턴이 이미징판에 형성되는 단계; 및
 상기 빔의 패턴을 CCD 영상으로 획득하는 단계;
 를 포함하며,
 상기 빔의 패턴을 CCD 영상으로 획득하는 단계는 암실 환경에서 이루어지고,
 상기 LED의 빔 패턴을 분석하는 단계는,
 상기 획득된 LED의 빔 패턴을 RGB(Red, Green, Blue) 성분으로 분리하는 단계;
 상기 RGB 성분을 통하여 상기 LED의 빔 패턴 특성을 얻는 단계; 및
 상기 LED의 빔 패턴 특성과 고선량 감마선이 조사되지 않은 LED의 빔 패턴 특성을 비교, 분석하는 단계;
 를 포함하며,
 상기 LED의 빔 패턴 특성을 얻는 단계는,
 상기 각각의 RGB 성분에 대해 투영 프로파일링(projection profiling) 처리를 하는 단계를 포함하고,
 상기 투영 프로파일링 처리를 통한 LED의 빔 패턴을 가우시안 함수로 모델링하고 데이터 피팅(fitting)을 통하여 가우시안 함수를 도출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 LED의 빔 열화특성 분석방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 빔 패턴 특성을 비교, 분석하는 단계는,

상기 모델링 된 가우시안 함수를 이용하여 고선량 감마선이 조사된 LED 와 고선량 감마선에 노출되지 않은 LED의 빔 세기와 확산각을 비교하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 LED의 빔 열화특성 분석방법.

청구항 8

LED 구동회로에서 전류를 공급받는 LED;

상기 LED로부터 발광되는 빔의 패턴이 형성되는 이미징관;

상기 이미징관에 형성된 상기 LED의 빔 패턴을 CCD 영상으로 획득하는 CCD 카메라부; 및

상기 CCD 카메라부로부터 얻은 상기 LED의 빔 패턴 정보를 분석하는 제어부;

를 포함하고,

상기 제어부는 상기 획득된 LED의 빔 패턴을 RGB 성분으로 분리하여 상기 LED의 빔 패턴 특성을 얻는 작업을 수행하며,

상기 제어부는 상기 LED의 빔 패턴의 RGB 성분에 대해 투영 프로파일링(projection profiling) 처리를 하여 상기 LED의 빔 패턴 정보의 분석을 수행하고,

상기 제어부는 상기 투영 프로파일링 처리를 통한 LED의 빔 패턴을 가우시안 함수로 모델링하고 데이터 피팅(fitting)을 통해 가우시안 함수를 도출하는 작업을 수행하는 것을 특징으로 하는 LED의 빔 열화특성 분석장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 LED의 빔 열화특성을 분석하는 방법 및 그 장치에 관한 것으로, 보다 자세하게는 칼라 CCD 영상과 투영 프로파일링(projection profiling) 분석을 이용하여 고선량 감마선 조사 전후의 LED 빔 발광 패턴을 분석하는 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 원자로 건물(in-containment building) 내부의 센서/통신망 체계는 유선(실배선)으로 구축되어 있다. 이를 무선 센서/통신망 체계로 구축하기 위한 검토가 진행되고 있는데, 원자로가 정지된 상태의 예방정비기간에 원자로가 정지된 상태의 예방정비기간에 원자로 건물 내부의 주요 설비에 대한 건전성 평가를 위해 센서 데이터를 무선으로 송수신하는 무선 데이터 전송시스템을 시험한 사례는 보고되고 있다.

[0003] 하지만, 원자로를 가동하여 전력을 생산하는 상업운전기간에 무선 센서/통신망 체계가 원자로 건물 내부에 적용된 사례는 보고되지 않고 있으며, 이는 무선단말에서 방출되는 전자파에 의한 EMI, RFI 에 의해 원자력발전소 안전성 관련 핵심기기, 계통 및 설비의 오동작이 초래될 수 있기 때문이다.

[0004] 이러한 이유로 무선 통신시스템이 원자력 발전소 안전계통의 주요기기, 계통 및 설비에 채용되기 위해서는 오동작의 초래를 최대한 막아야 하며, 오동작을 야기하지 않으려면 무선단말의 전계강도가 미약해야 하고 직진성이 우수해야 한다.

[0005] 이에 대하여 가시광은 광파이므로 전자파 및 고주파의 간섭이 없고 전자파에 비해 파장이 짧아 직진성(LOS, light-of-sight)이 우수하다. 따라서 가시광 무선통신 체계를 이용하여 원자로 건물 내부의 안전계통기기에

직접적인 영향을 끼치지 않는 통신선로를 구축할 수 있다. 다만, 가시광 무선통신 체계를 원자로 건물 내부의 센서/통신망에 적용하기 위해서는 가시광 무선통신 시스템이 설계기준사고(DBA, design basis accident) 요건의 고선량 감마선 피폭환경에서 생존성이 검증되어야 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 감안하여 안출된 것으로, 가시광 무선통신의 핵심소자인 LED에 고선량 감마선을 조사한 후, 상기 LED의 빔 특성에 어떠한 영향이 있는지를 알아 볼 수 있는 LED의 빔 열화특성 분석방법 및 그 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0007] 본 발명의 다른 목적은 CCD 카메라와 간단한 영상처리 알고리즘을 이용하여 고선량 감마선 조사 전후의 LED의 발광 패턴을 분석할 수 있는 LED의 빔 열화특성 분석방법 및 그 장치를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 의한 LED의 빔 열화특성 분석방법은 LED에 고선량 감마선을 조사하는 단계, 상기 고선량 감마선이 조사된 LED의 빔 패턴을 획득하는 단계, 그리고 상기 획득된 LED의 빔 패턴을 분석하는 단계를 포함한다.
- [0009] 그리고, 상기 LED의 빔 패턴을 획득하는 단계는 LED 구동회로에서 고선량 감마선이 조사된 상기 LED로 DC 전류를 공급하는 단계, 상기 LED로부터 발광되는 빔의 패턴이 이미징판에 형성되는 단계, 그리고 상기 빔의 패턴을 CCD 영상으로 획득하는 단계를 포함한다. 이 때, 상기 빔의 패턴을 CCD 영상으로 획득하는 단계는 암실 환경에서 이루어진다.
- [0010] 한편, 상기 LED의 빔 패턴을 분석하는 단계는, 상기 획득된 LED의 빔 패턴을 RGB(Red, Green, Blue) 성분으로 분리하는 단계, 상기 RGB 성분을 통하여 상기 LED의 빔 패턴 특성을 얻는 단계, 그리고 상기 LED의 빔 패턴 특성과 고선량 감마선이 조사되지 않은 LED의 빔 패턴 특성을 비교, 분석하는 단계를 포함한다.
- [0011] 이 경우, 상기 LED의 빔 패턴 특성을 얻는 단계는 상기 각각의 RGB 성분에 대해 투영 프로파일링(projection profiling) 처리를 하는 단계를 더 포함한다. 그리고, 상기 투영 프로파일링 처리를 통한 LED의 빔 패턴을 가우시안 함수로 모델링 하는 단계를 포함한다.
- [0012] 또한, 상기 빔 패턴 특성을 비교, 분석하는 단계는 상기 모델링 된 가우시안 함수를 이용하여 고선량 감마선이 조사된 LED 와 고선량 감마선에 노출되지 않은 LED의 빔 세기와 확산각을 비교하는 단계를 포함한다.
- [0013] 상기와 같은 분석방법을 제공하는 본 발명의 일 실시예에 의한 LED의 빔 열화특성 분석장치는 LED 구동회로에서 전류를 공급받는 LED, 상기 LED로부터 발생되는 빔의 패턴이 형성되는 이미징판, 상기 이미징판에 형성된 상기 LED의 빔 패턴을 CCD 영상으로 획득하는 CCD 카메라부, 그리고 상기 CCD 카메라부로부터 얻은 상기 LED의 빔 패턴 정보를 분석하는 제어부를 포함한다.
- [0014] 이때, 상기 제어부는 상기 획득한 LED의 빔 패턴을 RGB 성분으로 분리하여 상기 LED 빔 패턴 특성을 얻는 작업을 수행한다. 또한, 상기 제어부는 상기 LED의 빔 패턴의 RGB 성분에 대해 투영 프로파일링 처리를 하여 상기 LED의 빔 패턴 정보의 분석을 수행한다. 그리고, 상기 제어부는 상기 투영 프로파일링 처리를 통한 LED의 빔 패턴을 가우시안 함수로 모델링하고 데이터 피팅(fitting)을 통해 가우시안 함수를 도출하는 작업을 수행한다.

발명의 효과

- [0015] 상기와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의하면, 첫째, 고선량 감마선이 조사가 LED의 빔 특성에 어떠한 영향을 끼치는 지 알 수 있고, 특히 다양한 종류의 LED에 대한 영향을 알 수 있어, 궁극적으로 가시광 무선통신 체계가 원자로 건물 내부의 센서/통신망에 어느 정도 적용이 가능한지 파악할 수 있다.
- [0016] 둘째, CCD 카메라를 이용하여 영상처리기술을 통하여 LED의 빔 특성을 분석할 수 있는바, LED의 종류에 따라 수치적으로 LED의 빔 열화특성을 판단할 수 있고, 그에 따라 어떠한 LED가 원자로 건물내부에 적용되는 가시광 무선통신 시스템에 채용될 수 있는지 판단할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 LED의 빔 열화특성 분석장치를 개략적으로 도시한 구성도,
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 LED의 빔 열화특성 분석방법을 나타낸 흐름도,
- 도 3a 및 도 3b는 LED 빔 패턴의 RGB 성분에 대해 투영 프로파일링(projection profiling) 처리를 한 그래프, 그리고,
- 도 4는 도 3a 및 도 3b의 녹색 파장 성분만을 취하여 가우시안 모델을 적용한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0019] 이미 언급한 것과 같이 가시광은 광파이므로 전자파 및 고주파 간섭이 없고 파장이 짧아 직진성이 우수하므로, 원자로 건물 내부의 안전계통기에 직접적인 영향을 끼치지 않는 통신선로를 구축할 수 있다. 하지만, 가시광 무선통신 체계를 원자로 건물 내부의 센서/통신망에 적용하기 위해서는 가시광 무선통신 시스템이 설계기준사고(DBA, design basis accident) 요건의 고선량 감마선 피폭환경에서 생존성이 검증되어야 한다. 한편, LED는 가시광 무선통신의 핵심소자로서, 본 발명에 따른 LED의 빔 열화특성 분석장치(1)는 고선량 감마선이 조사된 LED의 빔 열화특성을 분석하는데 사용되고, 이를 통해 얻어진 고선량 감마선이 조사된 LED의 빔 열화특성으로부터 가시광 무선통신의 원자로 건물 내부에 대한 적용성을 판단 할 수 있다.
- [0020] 이러한 LED의 빔 열화특성 분석장치(1)는 LED(10), 이미징판(20), CCD 카메라부(30), 그리고 제어부(40)를 포함한다. 보다 자세한 설명을 위해 도 1을 제시한다. 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 LED의 빔 열화특성 분석장치(1)를 개략적으로 도시한 구성도이다.
- [0021] LED(10)는 가시광 무선 통신의 핵심소자으로써, 바람직하게는 고휘도 LED 가 사용된다. 본 발명에 따른 LED의 빔 열화특성 분석장치(1)에 채용되는 LED(10)는 고선량 감마선이 조사된 LED 와 고선량 감마선에 노출되지 않은 LED 가 사용된다. 특히, 고선량 감마선이 조사된 LED의 경우, 원자로 냉각재 계통의 냉각수 온도 측정용 RTD(resistance temperature detector) 센서의 설계기준사고 요건에 해당하는 4 kGy/h 의 선량율로 72시간 동안 고선량 감마선이 조사된 것으로 예시한다. 즉, 고선량 감마선이 조사된 상기 LED(10)는 누적피폭선량(TID, total irradiation dose) 기준으로 288 kGy 이상의 감마선이 조사되는 것이다.
- [0022] 실험 결과, 고선량의 감마선이 조사된 상기 LED(10)는 갈색으로 착색된다. 따라서 본 발명에 따른 LED의 빔 열화특성 분석장치(1)를 이용하여 상기와 같은 LED의 착색이 LED의 빔 특성에 어떠한 영향을 미치는지 알 수 있다.
- [0023] 상기 LED(10)는 LED 구동회로(11)로부터 DC 전류를 공급받아 발광한다. 이때 상기 DC 전류는 40~60mA 의 범위에서 공급되는 것이 바람직하다. 이렇게 상기 LED(10)가 발광하면 LED 빔은 상기 LED(10)와 간격을 두고 떨어져 위치하는 이미징판(20)에 조사된다. 즉, 상기 이미징판(20)에 LED 빔의 패턴이 형성된다. 이러한 이미징판(20)은 간유리로 예시하나 꼭 그에 한정하는 것은 아니다.
- [0024] CCD 카메라부(30)는 상기 LED(10)와 마주보는 구도로 위치하고 상기 CCD 카메라부(30)와 상기 LED(10) 사이에 이미징판(20)이 위치된다. 따라서 이미징판(20)에 맺힌 상기 LED(10)의 빔 패턴을 상기 CCD 카메라부(30)가 CCD 영상으로 획득한다.
- [0025] 이렇게 획득된 LED(10)의 빔 패턴에 대한 CCD 영상을 이용하여 제어부(40)는 이를 분석한다. 상기 제어부(40)의 분석방법은 본 발명의 일 실시예에 의한 LED의 빔 열화특성 분석방법과 함께 자세히 설명한다. 보다 상세한 설명을 위해 도 2를 제시한다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 LED의 빔 열화특성 분석방법을 도시한 흐름도이다.
- [0026] 본 발명에 따른 LED의 빔 열화특성 분석방법은 LED(10)에 고선량 감마선을 조사하는 단계(S10), 상기 고선량 감마선이 조사된 LED(10)의 빔 패턴을 획득하는 단계(S20), 그리고 상기 획득된 LED(10)의 빔 패턴을 분석하는 단계(S30)로 이루어진다.
- [0027] 먼저, 상기 LED의 빔 열화특성 분석방법은 근본적으로 가시광 무선 통신의 핵심소자인 LED(10)가 고선량 감마선 피폭환경에서 생존성이 있는지를 알고자 하는 것으로, 대상이 되는 LED(10)에 고선량 감마선을 조사한다(S10). 이때, 상기 고선량 감마선은 누적피폭선량(TID) 기준으로 288 kGy 이상이 조사되는 것으로 예시하고

이는 앞에서 설명한 것과 같다.

[0028] 이렇게 대상 LED(10)가 준비되면, 상기 고선량 감마선이 조사된 LED(10)의 빔 패턴을 획득하는데(S20), 이러한 빔 패턴 획득 단계는 LED(10)로의 전류 공급단계(S21), LED(10)의 빔 패턴 형성단계(S22), 그리고 LED(10) 빔 패턴의 CCD 영상 획득 단계(S23)을 포함한다.

[0029] 먼저 LED 구동회로(11)에서 상기 고선량 감마선이 조사된 LED(10)로 DC 전류를 공급한다(S21). 이때, 상기 DC 전류는 40~60mA로 공급되는 것이 바람직함은 앞에서 본 것과 같다. 전류의 공급으로 상기 LED(10)는 발광하고 이러한 LED 빔은 간유리로 예시되는 이미징판(20)에 그 패턴을 형성한다(S22). 상기 이미징판(20)에 LED(10)의 빔 패턴이 형성되면, 이를 카메라부(30)가 CCD 영상으로 획득한다(S23).

[0030] 한편, 상기 LED(10)의 빔 패턴을 CCD 영상으로 획득하는 단계는 암실 환경에서 이루어지는 것이 바람직하다. 이는 CCD 영상을 획득하면서 최대한 배경 조명의 영향을 줄이기 위함이다.

[0031] 이렇게 대상 LED(10)의 빔 패턴을 CCD 영상으로 획득하면, 제어부(40)에서는 획득된 LED(10)의 빔 패턴을 분석한다.

[0032] 빔 패턴을 분석하는 단계(S30)는 LED(10) 빔 패턴의 RGB 성분 분리 단계(S31), 투영 프로파일링 처리 단계(S32), 가우시안 함수 도출 단계(S33), 그리고, LED(10) 빔 패턴 특성 비교 분석 단계(S34)를 포함한다.

[0033] 먼저, 상기 획득된 LED(10)의 빔 패턴을 RGB(Red, Green, Blue) 성분으로 분리한다(S31). 이 경우 고선량 감마선에 피폭된 LED의 빔 열화특성과 고선량 감마선에 노출되지 않은 LED의 빔 열화특성을 비교하기 위하여, 상기 고선량 감마선에 노출되지 않은 LED에 대한 빔 패턴 또한 획득하여 RGB 성분으로 분리하는 것이 바람직하다.

[0034] 이렇게 LED(10)의 빔 패턴을 RGB 성분으로 분리한 후에는, 각각의 RGB 영상에 대하여 투영 프로파일링 (projection profiling) 처리를 한다(S32). 이러한 투영 프로파일링 처리를 통해 상기 LED(10) 빔의 세기 분포곡선을 구할 수 있다. 이와 같은 투영 프로파일링 기법은 하기와 같은 수학식 1 및 수학식 2에 의해 X축 또는 Y축 방향으로 LED(10) 빔의 세기를 적분한 것이다.

수학식 1

[0035]
$$X_n = \sum_{i=0}^h Y_i, n \in [0, \nu]$$

수학식 2

[0036]
$$Y_n = \sum_{i=0}^v X_i, n \in [0, h]$$

[0037] 상기와 같은 방법을 이용함으로써 인해, 잡음이나 국부적인 변화에 강건한 LED(10) 빔의 세기분포를 구할 수 있다. 이와 같은 투영 프로파일링 처리를 통한 LED(10) 빔의 세기분포를 도 3a 및 도 3b에서 도시하였다. 도 3a는 고선량 감마선에 노출되지 않은 LED(10)에 대한 그래프이고, 도 3b는 고선량 감마선이 조사된 LED(10)에 대한 그래프이다. 양 그래프 모두, Y축은 빔의 세기(intensity)를 임의적(arbitrary)으로 나타내고, X축은 상 좌표(image coordinates)의 X축을 나타낸다. 이때 LED(10)는 고휘도 녹색 LED를 사용하였다.

[0038] 한편, 도 3a 및 도 3b의 도시와 같이, 투영 프로파일링 기법에 의해 구한 LED(10) 빔의 세기분포는 가우시안 분포를 보이고 있다. 따라서, 상기 투영 프로파일링 처리를 통한 LED(10)의 빔 패턴(세기분포)을 하기와 같은 수학식 3을 이용하여 가우시안 함수로 모델링하고, 데이터 피팅(fitting)을 통하여 가우시안 함수를 도출한다(S33).

수학식 3

$$y = y_0 + \frac{A}{w \sqrt{\pi/2}} e^{-2 \frac{(x-x_c)^2}{w^2}}$$

[0039]

[0040]

이때, A는 진폭이고, w는 폭이다. 이렇게 도출된 가우시안 모델을 고선량 감마선이 조사된 것과 고선량 감마선에 노출되지 않은 LED(10)에 적용하여 비교한 그래프를 도 4에서 도시하였다. 이때, Y축은 빔의 세기를 정규화(normalized)한 것이고, X축은 상 좌표(image coordinates)의 X축을 나타낸다. 또한 도 4는, 도 3a 및 도 3b의 분포곡선 중에서 녹색 파장 성분만을 취하여 가우시안 모델을 적용한 것으로, 고선량 감마선의 조사 전후 LED(10)에 대하여 상기 가우시안 모델을 적용한 후, DC성분 y의 초기값 성분을 각각 제거하여 도시한 것이다.

[0041]

가우시안 함수가 도출되면, 이를 이용하여 고선량 감마선이 조사된 LED(10) 와 고선량 감마선에 노출되지 않은 LED(10)의 빔 세기와 확산각을 비교한다(S34). 이러한 비교를 통하여 고선량 감마선의 조사여부에 따른 LED(10)의 빔 패턴 특성을 비교분석 할 수 있다.

[0042]

예를 들어, 도 4의 도시로부터 얻을 수 있는 정보에 따르면, 고선량 감마선의 조사에 의한 LED(10)의 착색으로 LED 빔의 최대 진폭은 약 11% 감소하고 빔 퍼짐각(w/A)은 약 5.5% 증가하는 것을 알 수 있다. 한편, LED(10)와 수광소자(PD) 사이의 데이터 전송거리가 일정하다고 가정한다면, 빔 폭이 증가할 때 상기 수광소자의 유효 단면적에 LED(10) 빔이 입사되는 광량이 감소하는 것을 의미하는바, 상기와 같은 결과는 고선량 감마선의 조사가 LED(10)의 성능을 떨어뜨린다는 것을 알 수 있다.

[0043]

상기 실시예는 녹색 고휘도 LED(10) 만을 예시하여 실험한 것으로, 적색, 청색, 황색, 백색 등 다양한 LED(10) 에 적용하여 LED(10)의 빔 열화특성을 분석할 수 있다. 예를 들어, 고선량 감마선의 조사에 따른 LED(10)의 특성변화에 대한 비교대상을 빔 세기 편차(I(var))와 빔 퍼짐각 편차(Φ(var))로 하면, 하기 수학식 4 및 수학식 5 를 이용하여 여러 파장대의 LED(10) 들의 빔 특성 열화를 얻을 수 있다.

수학식 4

$$I_{var} = \frac{y_{\max}(before, x = x_c) - y_{\max}(after, x = x_c)}{y_{\max}(before, x = x_c)} \times 100\%$$

[0044]

수학식 5

$$\phi_{var} = atan(\phi_{after} - \phi_{before})$$

[0045]

[0046]

참고로, 여러 파장대의 LED(10) 들의 빔 특성 열화를 아래 표 1에서 제시한다.

표 1

Parameter	Performance							
	Red	White (3mm)	White	White 1	White (8mm)	Orange	Blue	Green
Intensity I_{var} (%)	4.27	17.37	21.04	38.97	15.60	15.46	4.22	10.88
Beam diffusion ϕ_{var} (°)	1.13	10.43	11.52	28.95	8.47	7.19	10.09	5.46

[0047]

[0048]

표 1은, 각 파장대의 LED(10)에 대하여 빔 세기 편차(I_{var})와 빔 퍼짐각 편차(ϕ_{var})를 나타낸다. 따라서, 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 LED의 빔 열화특성 분석방법을 통하여 여러 종류의 LED(10)에 대하여 고선량 감마선이 미치는 영향을 파악할 수 있다. 결과적으로, 표 1을 참고하면, 가시광 무선통신 시스템을 원자로 건물 내부에 적용한다고 하면 적색 파장대의 LED(10)를 광원으로 이용하는 것이 효율적이라는 결과가 나온다. 다만, 이는 LED(10) 소자만을 고려한 것이고, 가시광 무선 통신 시스템을 구성하기 위한 수광소자(PD), 구동회로 들은 설계 기준사고요건의 고선량 감마선 조사환경에서 강건하다고 가정한다.

[0049]

상기와 같은 본 발명의 일 실시예에 따른 LED의 빔 열화특성 분석방법은, LED 빔 세기 열화 특성을 이용하여 특히 원자력 발전소 격납건물 내부의 고방사선 구역의 가시광 무선 데이터 전송 시스템의 송신부 설계에 활용될 수 있다.

[0050]

이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0051]

그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

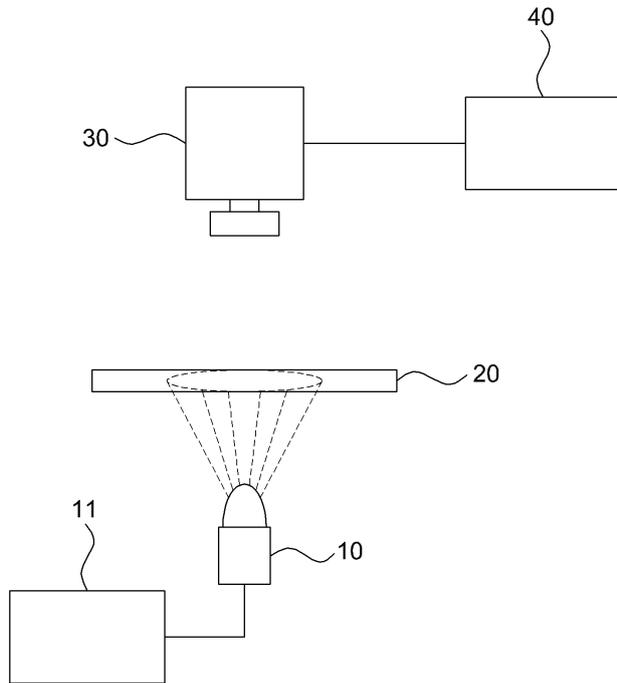
부호의 설명

[0052]

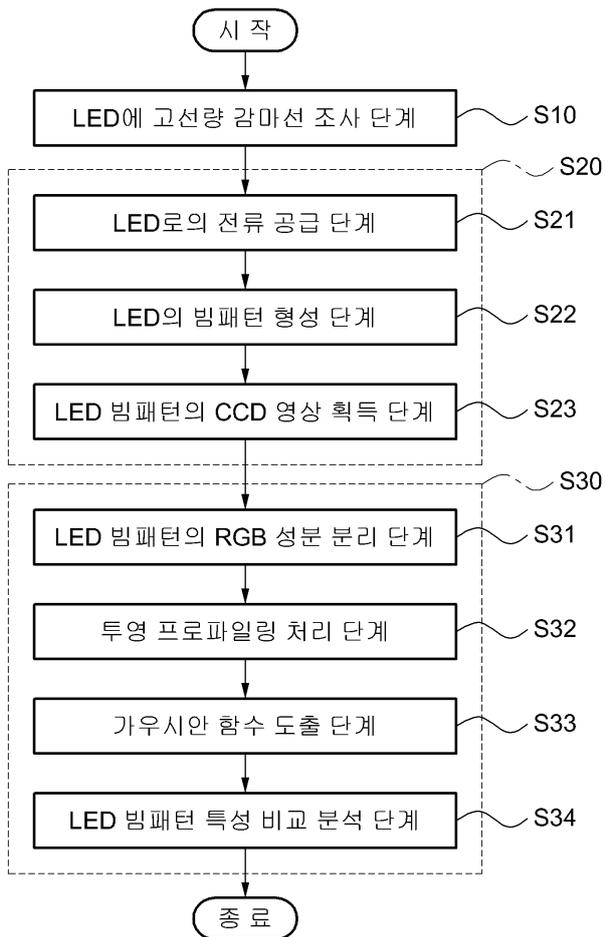
- 1: LED의 빔 열화특성 분석장치
- 10: LED
- 11: LED 구동회로
- 20: 이미징판
- 30: 카메라부
- 40: 제어부

도면

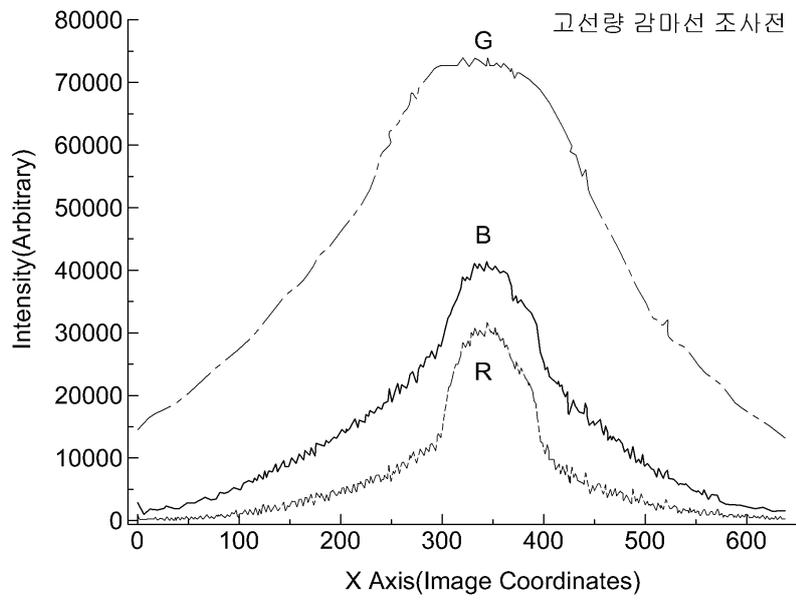
도면1



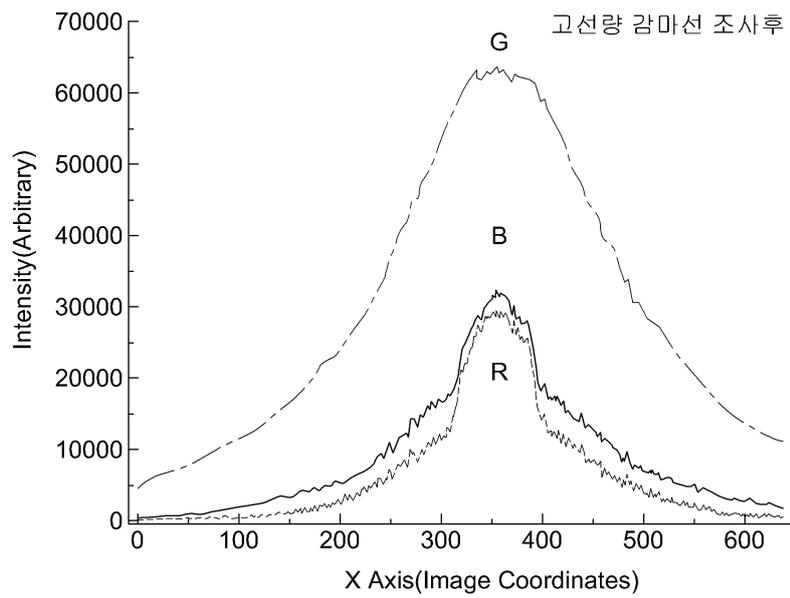
도면2



도면3a



도면3b



도면4

