(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.[7]
A61L 2/26

(11) 공개번호 10-2004-0089582
(43) 공개일자 2004년10월21일

(21) 출원번호 10-2004-0025438
(22) 출원일자 2004년04월13일

(30) 우선권주장 10/412,215 2003년04월14일 미국(US)

(71) 출원인 제너럴 일렉트릭 캄파니
미합중국 뉴욕, 쉐넥테디, 원 리버 로우드

(72) 발명자 브라운데일마리우스
미국뉴욕주12309쉐넥테디조셉드라이브2338스트리트

마토차케빈
미국뉴욕주12180트로이부톤로드1535

샌드빅피터미카
미국뉴욕주12084길더랜드몬로코트8

롬바르도레오
미국오하이오주44124린드허스트크로이덴로드1233

(74) 대리인 김창세
장성구

심사청구 : 없음

(54) 살균 파장에서의 에너지를 모니터링하기 위한 자외선 센서

요약

본 발명의 자외선 센서(10)는 멸균 시스템에 사용된 자외선 램프의 효능을 모니터링한다. 상기 센서는 자외선 광검출기(12), 및 이와 상호작용하고 200 내지 300㎚의 파장에서 광을 검출하도록 배열된 필터(14, 32)를 포함한다. 공기 또는 물을 위한 정화 시스템은, 자외선 광을 공기 또는 물을 향하게 하는 자외선 램프(44)와 함께 상기 센서를 이용한다.

대표도

도 3

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 통상의 탄화규소 광다이오드에서 파장에 대한 반응을 도시하는 그래프이다.

도 2는 SiC 광다이오드 반응에 의해 변형된 램프 스펙트럼을 도시하는 그래프이다.

도 3은 다층 유전체 필터가 상부 표면에 도포되어 있는 탄화규소 광다이오드의 개략적 단면도를 도시한다.

도 4는 필터가 광다이오드로부터 분리되어 있는 검출기의 다른 구성을 도시한다.

도 5는 최적화된 필터 전송 특성에 대한 예측을 나타내는 그래프이다.

도 6은, 300㎚ 초과에서 램프 방출에 대한 반응을 제거하는 SiC 광다이오드의 반응에 대한 필터의 효과를 나타내는 그래프이다.

도 7은 검출기의 적용례를 도시하는 제어 루프 개략도이다.

도 8은 광다이오드를 기능에 대해 주기적으로 시험하는데 사용된 UV LED와 같은 자외선 광원의 부가를 도시하는 광다이오드 하우징의 개략도이다.

도 9는 센서 창의 투명도를 시험하기 위한 이동가능한 반사 셔터(shutter)의 사용을 도시한다.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

10 - 검출기 12 - SiC 광다이오드

14 - 다중 유전체 필터 16 - 패키지 헤더(header)

18 - 다이 결합 금속 20 - SiC 기판

22 - 포지티브 에피택셜(epitaxial) 층 24 - 네거티브 에피택셜 층

26 - 접촉 금속 28 - 와이어본드

32 - 분리 필터 34 - 렌즈

36 - 하우징 38 - UV 투명 창

42 - 프로세서 44 - 자외선 램프

46 - 자외선 광원 48 - 이동가능한 반사판

50 - 셔터 52 - UV 이미터

54 - 불투명 벽

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 살균 적용에 효과적인 파장을 감지하는 테일러드(tailored) 반응 을 갖는 자외선 검출기에 관한 것이다.

공기 정화기와 함께 음용수, 산업용수, 정수 및 폐수 처리 시설은, 자외선 파장에서 방출하는 고전력 램프를 사용하여, 상기 램프를 지나 유동하는 물 또는 공기중의 잠재적 유해 미생물을 멸균시킨다. 물 또는 공기중의 미생물을 멸균시키는데 자외선 광의 효과를 보장하기 위해, 램프의 출력 전력이 감지되어야 한다. 이들 센서는 미생물 멸균에 대한 에너지 소모를 감소시키고 램프 교체 요건을 결정하기 위해 램프의 출력 전력을 제어한다.

자외선에 있어 효과적인 살균 파장은 일반적으로 200 내지 300㎚이고, 최대 효과는 265㎚에서 나타난다. 이 에너지를 제공하는데 사용되는 램프는 전형적으로 600㎚ 초과의 매우 광범위한 스펙트럼에 걸쳐 에너지를 생성시킨다. 살균 효능에 충분한 에너지를 보장하기 위해, 센서 측정은 효과적인 파장에서의 에너지로 제한되어야 한다. 요구되는 살균 파장에 대해서만 반응하고 요구되는 강한 자외선 에너지하에서 긴 수명을 나타내는 감지 요소를 개발하는 것이 문제이었다.

램프의 스펙트럼 강도의 상당량은 300㎚ 초과이다. 따라서, 검출기의 반응을 300㎚ 미만의 파장으로 제한시키는 것이 바람직하다. 램프가 시간 경과에 따라 퇴화되거나 오염될 수 있거나, 또는 총 출력이 단파장 영역에서 감소될 수 있기 때문에, 300㎚ 미만의 광 강도를 모니터링하는 것은 중요하다. 그렇지 않으면, 멸균이 불완전해질 수 있다.

현재의 폐수 처리 시스템은, 램프의 출력 전력을 제어하기 위해, 광범위한 자외선 광에 민감한 규소 또는 탄화규소(SiC) 광검출기를 사용하여 처리 물질(물 또는 공기)을 관통하는 광학 전력의 양을 감지한다. 이러한 램프의 제어는 에너지 비용을 최소화하고, 박테리아를 확실하게 멸균시키고, 램프의 교체가 필요한 시기를 결정하는데 사용된다.

현재의 규소 센서는 약 1000㎚ 적외선에서 정점을 이루는 효과적인 멸균 파장보다 넓은 광범위한 파장에 걸쳐 에너지를 검출한다. 이 광범위한 반응은 힘든 감쇠(challenging attenuation) 요건을 임의의 부착된 필터에 부과하는데, 이는 적외선내에서의 감도가 자외선 범위에서보다 크게 높기 때문이다. 또한, 이들 디바이스는 강한 자외선 광에서의 신속한 퇴화로 인해 매우 짧은 수명을 나타낸다. 이는 주로 자외선(UV) 광을 검출하기 위해 Si 검출기가 인광체의 추가를 필요로 하는 사실로 인한 것이다. 이들 인광체는 박테리아의 효과적인 멸균에 요구되는 UV 램프에 의해 생성되는 고강도하에서 분해된다.

SiC 광다이오드의 출현은 이 자외선 에너지를 필터없이 모니터링하는 더욱 효과적인 방법을 제공하였다. SiC 광다이오드의 스펙트럼 반응은 주로 200 내지 400㎚로 한정되며, 그의 피크는 약 270㎚이다(도 1). SiC 광다이오드는 강한 자외선 광하에서 매우 긴 수명을 갖는 것으로 입증되어 있다. 그러나, 살균 파장(300 내지 400㎚) 밖의 UV광 스펙트럼은, 살균-효과적인 파장의 강도의 모니터링 정확성을 떨어뜨리는 램프로부터의 강한 에너지 피크를 함유할 수 있다. 도 1에 도시된 SiC 광다이오드의 반응은 도 2에 도시된 바와 같이 300㎚ 초과의 램프 출력에 대한 SiC 광다이오드 감도를 미리 감소시킨다. 그러나, SiC 광다이오드는 여전히 300 내지 400㎚의 파장에 대해 상당한 출력의 광전류를 생성시킬 것이다. 따라서, 300 ㎚ 초과의 파장에 대한 반응을 제거하는 것이 요구된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 한 실시양태에서, 미생물을 살균시키기 위한 소정의 파장에서의 에너지를 모니터링하기 위한 자외선 센서가 제공된다. 상기 센서는 광범위한 자외선 광에 대해 민감한 자외선 광검출기, 및 상기 자외선 광검출기를 향하는 광을 차단하는 위치에 배치된 필터를 포함한다. 상기 필터는 소정의 파장 밖의 파장에서 광을 차단하도록 배열된다.

본 발명의 다른 실시양태에서, 멸균 시스템에 사용되는 자외선 램프의 효능을 모니터링하기 위한 자외선 센서는, 자외선 광검출기, 및 이와 상호작용하고 200 내지 300㎚의 파장에서 광을 검출하도록 배열된 필터를 포함한다.

본 발명의 다른 실시양태에서, 공기 또는 물을 위한 정화 시스템은, 자외선 광을 공기 또는 물로 향하게 하는 자외선 램프, 및 본 발명의 자외선 센서를 포함한다.

본 발명의 다른 실시양태에서, 공기 또는 물을 정화시키는 방법은, 자외선 램프를 사용하여 자외선 광을 공기 또는 물로 향하게 하는 단계; 자외선 광검출기, 및 이와 상호작용하고 200 내지 300㎚의 파장에서 광을 검출하도록 배열된 필터를 포함하는 자외선 센서를 제공하는 단계; 및 자외선 센서로부터의 신호에 따라 자외선 램프의 효능을 모니터링하는 단계를 포함한다.

발명의 구성 및 작용

도 3은, 다수의 유전체 필터(14)가 상부 표면에 도포되어 있는 SiC 광다이오드(12)를 포함하는 본 발명의 검출기(10)의 개략적 단면도를 도시한다. 유전체 필터(14)는 바람직하게는 SiC 광다이오드(12)의 표면상에 침착되어 자외선 범위내의 특정 스펙트럼 대역의 효율적인 모니터링을 위해 그의 반응을 맞춘다. 탄화규소 및 침착된 필터(들)의 사용은 강한 자외선 방사 하에서 긴 수명을 유지할 수 있는 로버스트(robust) 검출기(10)를 제공할 것이다. 도 3에서, SiC 광다이오드의 일례의 단면도가 제시된다. 여기서, 패키지 헤더(16)는 광검출기 칩을 위한 마운트(mount)로서 제공된다. 다이 결합 금속(18)은 광검출기를 제자리에 유지시키는데 사용된다. 이 광검출기의 예의 반도체 부분은 SiC 기판(20) 및 에피택셜 층(22, 24)으로 구성된다. 여기서, n^+ (네거티브)(24) 및 p^- (포지티브)(22) 에피택셜 층은 예비-특정화된 파장의 자외선 광으로부터 생성되는 광-생성 캐리어들을 능률적으로 수거하도록 제공된다. 광학 필터(14)는 전

술된 물질들로 이루어질 수 있으며, 이 실시양태에서는 칩의 일체부이다. 적어도 일부가 Au로 이루어진 접촉 금속(26)은, 낮은 저항 접촉부를 디바이스에 제공하도록 작용하며, 이들 접촉부(전형적으로는 Au)에 와이어본드(28)를 사용하고 이를 통해 광다이오드 패키지 리드(lead)와 접촉된다.

바람직하게는, 유전체 필터를 침착시키기 위해 임의의 공지된 스퍼터링 방법이 사용될 수 있으며, 따라서 침착 공정에 대한 상세한 설명은 추가로 기술되지 않 을 것이다. 다른 적합한 침착 방법도 또한 당해 숙련자에게 분명할 것이며, 본 발명이 전술된 예들에 국한되는 것을 의미하지 않는다. 다르게는, 도 4를 참고하면, 광다이오드에 부착되지 않은 별도의 필터(32)는 렌즈(34)를 통해 광 입력을 수용하는 SiC 광다이오드(12) 앞에 위치하며, 상기 구성요소들은 UV 투명 창(38)을 갖는 하우징(36)내에 포함된다. 그러나, 이 배열은, 비록 변동가능할지라도, 일체적 필터와 함께 다수의 광다이오드의 제자리에서의 동시적인 제조를 허용하는 일체적 이점을 갖지 않는다. 일체적 필터들과 광다이오드의 제조는 상기 필터를 공정 순서에 포함시킴으로써 용이하게 달성될 수 있다. 예를 들면, 유전체 물질의 경우 약 1000개 이상의 디바이스가 하나의 침착으로 코팅될 수 있으며, 이로 인해 최종 디바이스의 비용을 크게 감소시킬 수 있다.

별도의 구성에서, 필터 물질은 바람직하게는 수정 또는 사파이어와 같은 UV 투명 기판상에 침착된 후, 일정 크기로 절단되거나 전체 그대로 사용되어 광학 통로에 삽입된다.

또다른 실시양태에서, 광학 섬유 입력 및/또는 광전증배관(photomultiplier tube)을 사용하거나 사용하지 않고서, 더욱 값비싸고 복잡하며 크게 실용적이지 못한 광학 분광계 또는 광분광계를 사용할 수 있다. 이들 선택사양은 200 내지 300㎚의 해당 범위내에서 램프의 전력을 측정하기 위해 필터 또는 소프트웨어가 요구될 것이다.

탄화규소는 광다이오드(12)에 특히 적합한데, 이는 그의 반응 곡선이 상기 해당 스펙트럼을 포함하고 있기 때문이다. 교호형 광다이오드 물질은 AlGaN일 수 있으며, 이는 더욱 짧은 파장 차단(cutoff)을 갖도록 제조될 수 있다. 예를 들면, GaN 광다이오드는 365㎚에서의 차단을 갖는다. Al 약 26%를 첨가하여 AlGaN 광다이오드를 제조하게 되면, 300㎚의 차단을 나타낸다. 그러나, 고품질의 AlGaN 광다이오드는 현재 시판중이지 않다. 반면, SiC 광다이오드는 잘 개발되어 있으며 용이하게 입수가능하다. SiC 광다이오드가 현재 바람직하지만, 미래에는 AlGaN 광다이오드가 필터를 사용하여 동일한 기능이 수행되거나, 또는 가능하다면 필터없이도 그러할 수 있을 것이다. 또다른 물질이 광다이오드에 적합할 수 있으며, 그 예로는 규소, 갈륨 아르세나이드 포스포드(GaAsP), 산화아연(ZnO_2), 질화알루미늄(AIN), 알루미늄 갈륨 니트라이드(AlGaN), 질화갈륨(GaN), 알루미늄 인듐 갈륨 니트라이드(AlInGaN) 및 인듐 갈륨 니트라이드(InGaN)가 있다. 다르게는, 자외선 광검출기는 광전증배관일 수 있다. 바람직하게는, 조합된 자외선 광검출기와 필터의 반응은 특정 매질(예컨대, 물 또는 공기)에 대해 특이적인 미생물의 자외선 멸균의 효능에 상응한다. 다르게는, 광분광계가 사용될 수 있으며, 이는 전술된 바와 같은 이러한 광학 필터가 요구되지 않는다. 이 경우, 분광계는 일련의 광다이오드들을 제공하며, 각각의 광다이오드는 특정 파장을 감지한다. 그러나, 광분광계는 반도체계 광검출기보다 크게 비싸며, 따라서 반도체 광검출기가 바람직하다.

필터(14)는 300㎚에서 차단하는 단파장-통과 필터인 것이 바람직하다. 한 실시양태에서, 필터는 SiO_2, HfO_2, SiO_2 및/또는 Si_3N_4의 교호형 박막으로 구성된 다층 유전체 필터로 구성된다. 다른 조합의 물질이 또한 적합할 수 있다. 또한, 자 외선 램프의 스펙트럼 라인의 군을 모니터링하도록 협소한 대역폭 특성을 갖는 필터(14)가 제조될 수 있다. 이러한 선택적 대역 필터(band-pass filter)는 예컨대 254㎚에 중앙 집중된 것이 바람직하다. 254㎚ 라인은 Hg 아크 램프로부터의 진한 라인이다. 또한, GaAsP, ZnO_2, AlInGaN, GaN, AlGaN, InGaN, AIN 또는 이들의 조합물과 같은 반도체 물질 또는 희토류 도핑된 유리(쇼트 필터(Shott filter))를 사용하는 필터가 사용될 수 있다.

도 5는, 전형적인 SiC 광다이오드의 감도(반응)에 기초하는 최적화된 필터 전송 특성(스퀘어 도트 곡선, ■), 및 이들 시스템에 전형적인 박테리아의 멸균에 적합한 광(방사선)의 효과적인 파장 대역(다이아몬드 도트 곡선, ◆)을 도시한다. 최적화된 필터 특성의 예측(삼각형 도트 곡선, ▲)에서는 고강도 수은 램프로부터의 전형적인 광 출력이 나타나며(254㎚에서의 중심 방사선), 가장 효과적인 살상 대역에 대해서만 광다이오드가 반응하도록 허용한다(265㎚에 중앙 집중된다).

이는 가장 우수한 반응 곡선이 258㎚ 부근의 중심 반응 파장을 갖는 것을 암시하는 '최적화된' 디자인의 한 실시양태이다. 물론, 300㎚ 초과의 방사선을 차단하는 임의의 필터는, 광학 통로에서 반응을 270㎚ 미만으로 신속하게 강하시키는 SiC 광다이오드 전방에 위치시킨 경우가 적합할 수 있다.

도 6에서의 스퀘어 도트 곡선은 전형적인 수은 램프 스펙트럼의 출력을 나타낸다. 254㎚의 방출 피크를 주목한다. 300㎚ 초과의 방사선을 차단하는 필터의 개념은 모의시험되었으며(삼각형 도트 곡선), 이는 300㎚ 초과의 광에 대한 (광다 이오드에 의해 감지되는) 감도를 제거한다. (300㎚ 초과의) 광은 본질적으로 무용적이며, 램프의 조건, 즉 박테리아를 사멸시키고/멸균시키는데 있어서의 그의 효능을 평가하는데 유리하지 않다.

여과된 SiC 광다이오드는 특정 적용에 요구되는 전류, 전압 주파수 또는 디지털 출력을 제공하도록 신호-조건화 회로와 연결된다.

멸균 램프로부터의 광은 멸균될 매질(물 또는 공기)을 통과하고, 필터상에 침투한 후, 검출기(10)에 의해 측정된다. 조합된 필터와 센서는 미생물을 멸균시키는데 효과적인 광의 파장만을 측정한다. 피드백 네트워크(feedback network)에 의해 그의 획득치가 측정되는 전류 대 전압 증폭기는 광다이오드 신호를 증폭시킨다. 이 네트워크는 눈금측정을 위해 조정가능한 획득치를 제공할 수 있다. 증폭기로부터 출력은 필요에 따라 산업 표준 전류 출력, 또는 전압, 주파수 또는 디지털 출력으로 전환될 수 있다.

한 실시양태에서, 도 7을 참고하면, 검출기(10)는 프로세서(42)(예컨대, CPU 등) 및 자외선 램프(44)를 포함하는 제어 루프의 일부로서 사용된다. 프로세서(42)는 자외선 센서(10)로부터의 신호를 수용하고, 상기 자외선 센서 신호에 기초하여 자외선 램프(44)의 출력을 제어한다. 이 방식으로, 자외선 램프(44)의 효능은 모니터링되고, 램프 출력은 실시간으로 제어될 수 있다. 더욱이, 도 8을 참고하면, 200 내지 400㎚의 광을 방출하는 추가의 자외선 광원(46)은 그의 방출이 광다이오드(12)에 의해 감지되도록 사용될 수 있다. 이 UV 광원(46)은 때때로 광검출기를 시험하고 시간 경과에 따른 그의 기능을 측정하는데 사용된다. 추 가 UV 광원(46)은 예컨대 UV LED 디바이스일 수 있으며, 이는 비일체적 또는 일체적 필터와 함께 광다이오드를 시험한다. 또한, 도 9에 도시된 바와 같이, 이동가능한 반사판(48)과 셔터(50)는 창 코팅물을 시험하기 위해 또다른 UV 이미터(52) 및 불투명 벽(54)과 조합되어 창 밖에만 장착될 수 있다.

발명의 효과

본 발명의 센서는 자외선 멸균 산업에서 살균 스펙트럼내에 제공된 에너지의 양을 모니터링하는데 적합하다. 상기 센서는 효과적인 멸균을 위해 적절한 파장에서 충분한 에너지를 항상 이용가능하게 보증한다. 신호는 램프 출력을 제어하고 불충분한 자외선 수준을 경고하는데 사용될 수 있다.

본 발명은 가장 실용적이고 바람직한 실시양태인 것으로 생각되는 것과 관련하여 기술되었지만, 본 발명은 개시된 실시양태에 국한되는 것이 아니며, 첨부된 특허청구범위의 취지와 범위내에 속하는 다양한 변형 및 동등한 구성을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.
미생물을 멸균시키기 위한 소정의 파장에서의 에너지를 모니터링하기 위한 자외선 센서로서,

광범위한 자외선 광에 민감한 자외선 광검출기(12); 및 상기 자외선 광검출기로 향하는 광을 차단하는 위치에 배치되고 상기 소정의 파장 밖의 파장에서 광을 차단하도록 배열된 필터(14, 32)를 포함하는 자외선 센서.

청구항 2.
제 1 항에 있어서,

필터(14, 32)가 200 내지 300㎚의 파장에서 광의 통과를 허용하도록 배열된 센서.

청구항 3.
제 2 항에 있어서,

자외선 광검출기(12)가 광다이오드인 센서.

청구항 4.
제 3 항에 있어서,

자외선 광검출기(12)가 탄화규소 광다이오드인 센서.

청구항 5.
제 3 항에 있어서,

자외선 광검출기(12)가 규소, 갈륨 아르세나이드 포스포드(GaAsP), 산화아연(ZnO_2), 질화알루미늄(AIN), 알루미늄 갈륨 니트라이드(AlGaN), 질화갈륨(GaN), 알루미늄 인듐 갈륨 니트라이드(AlInGaN) 및 인듐 갈륨 니트라이드(InGaN)로 이루어진 군으로부터 선택된 물질의 광다이오드인 센서.

청구항 6.
제 2 항에 있어서,

자외선 광검출기(12)가 광전증배관(photomultiplier tube)인 센서.

청구항 7.
제 1 항에 있어서,

필터(14, 32)가 약 220 내지 300㎚의 대역-통과 영역을 갖는 대역 필터(band-pass filter)인 센서.

청구항 8.
제 1 항에 있어서,

조합된 자외선 광검출기(12)와 필터(14, 32)의 반응이 특정 매질에 특이적인 미생물의 자외선 멸균의 효능에 상응하는 센서.

청구항 9.
제 1 항에 있어서,

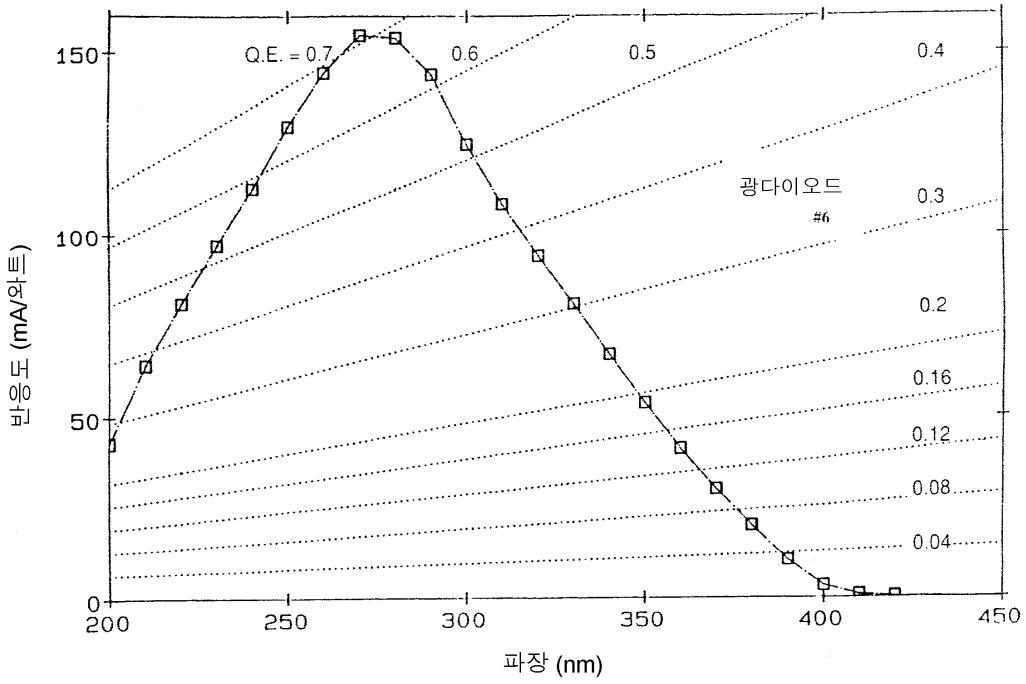
필터(14)가 자외선 광검출기상에 침착됨으로써 자외선 광검출기(12)의 일체적 구성요소로서 형성된 센서.

청구항 10.
제 1 항에 있어서,

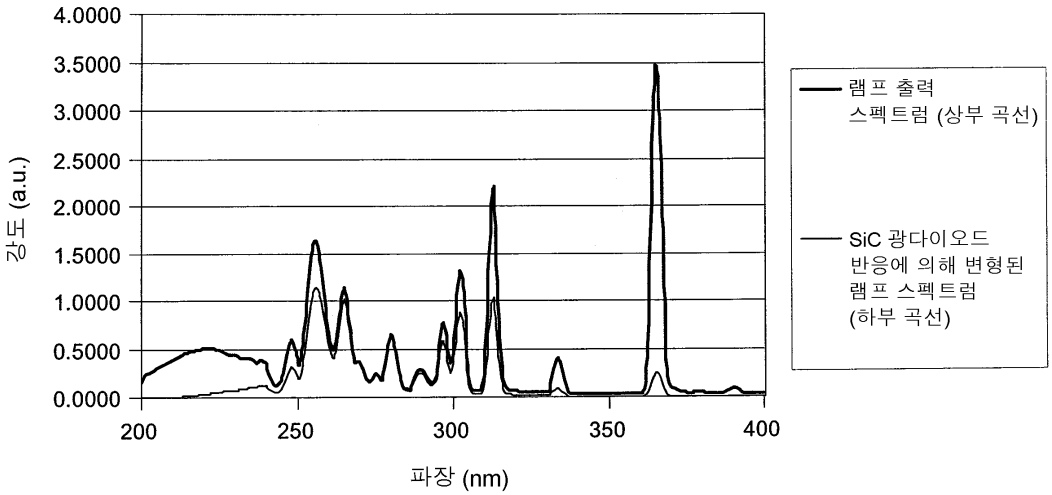
필터(32)가 자외선 광검출기(12)의 외부에 존재하는 센서.

도면

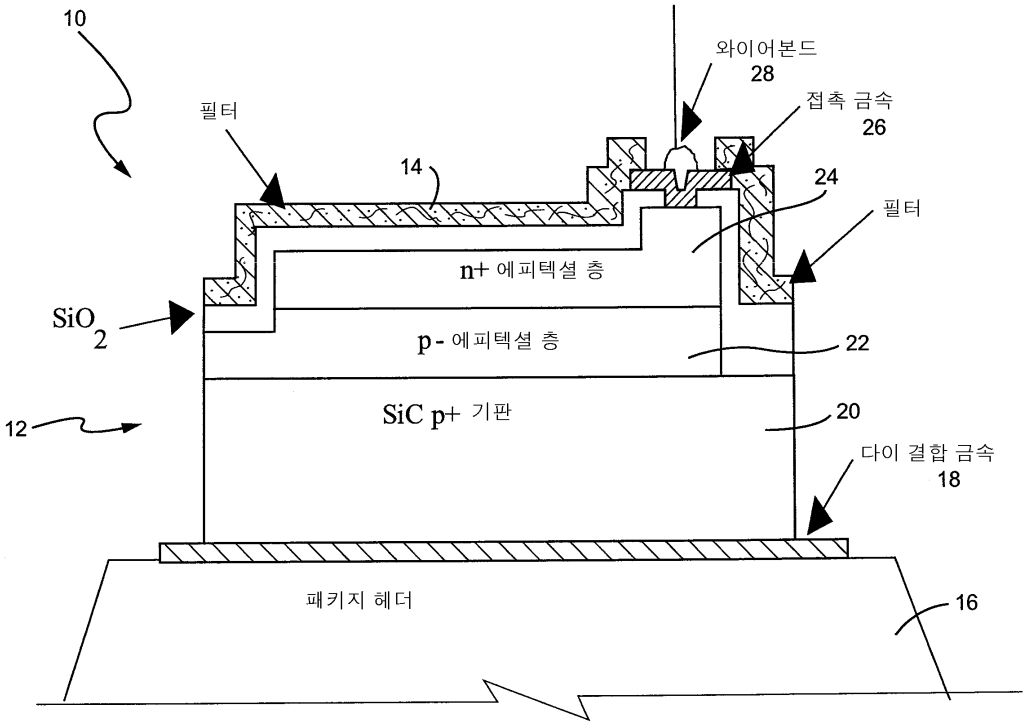
도면1



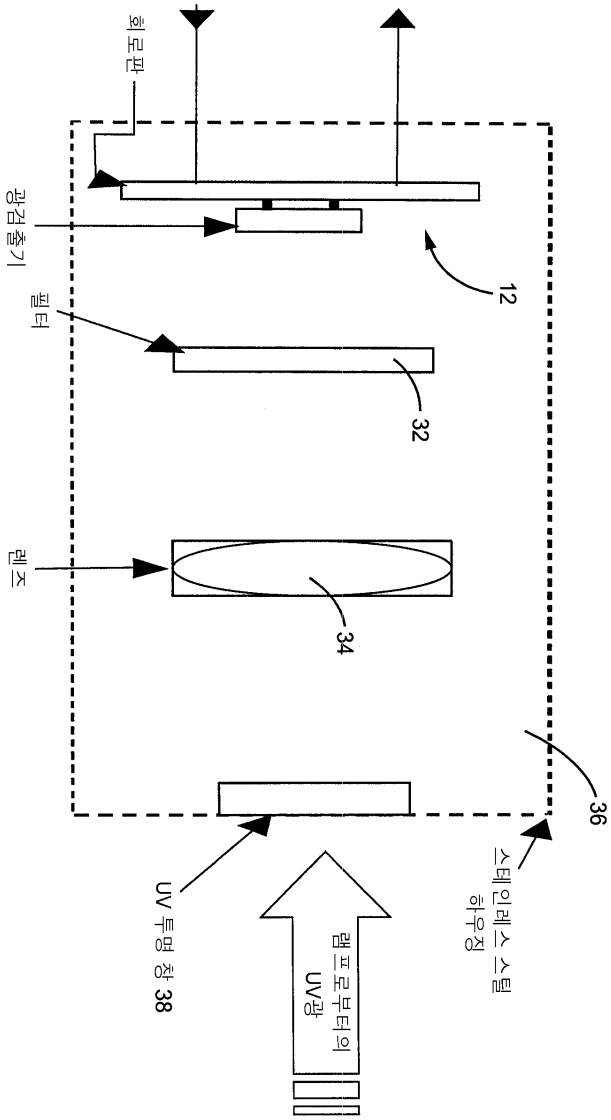
도면2


4.0000
3.5000
3.0000
2.5000
2.0000
1.5000
1.0000
0.5000
0.0000
강도 (a.u.)
200
250
300
350
400
파장 (nm)
램프 출력 스펙트럼 (상부 곡선)
SiC 광다이오드 반응에 의해 변형된 램프 스펙트럼 (하부 곡선)

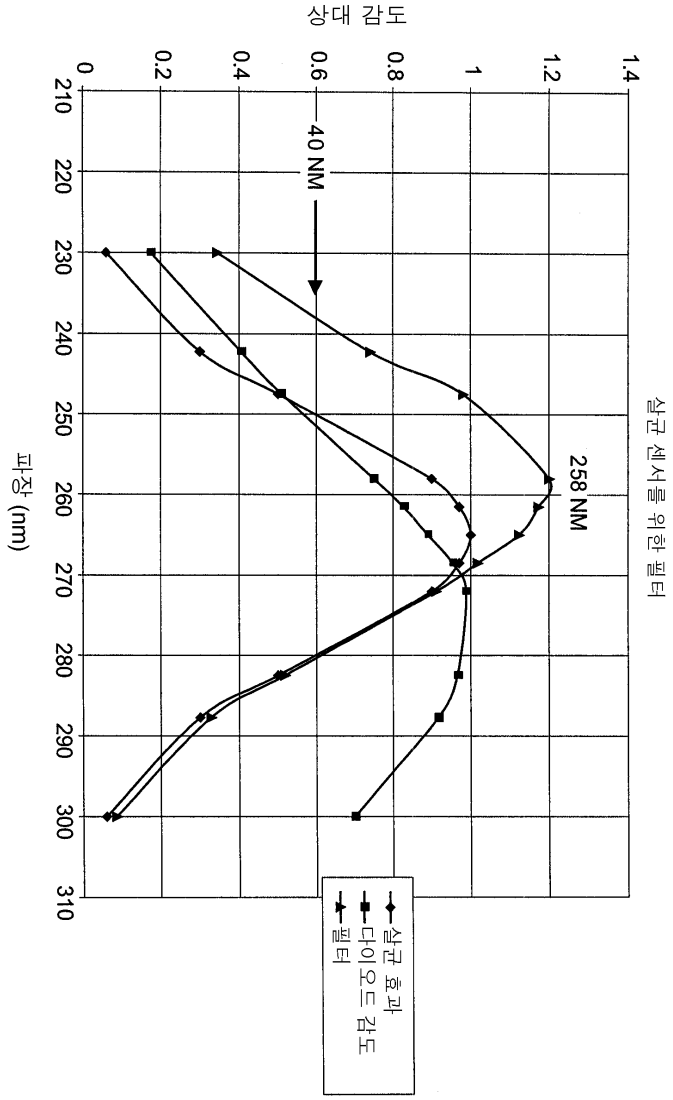
도면3


10
필터
14
와이어본드
28
접촉 금속
26
24
필터
n+ 에피텍셜 층
SiO2
p- 에피텍셜 층
22
12
SiC p+ 기판
20
다이 결합 금속
18
패키지 헤더
16

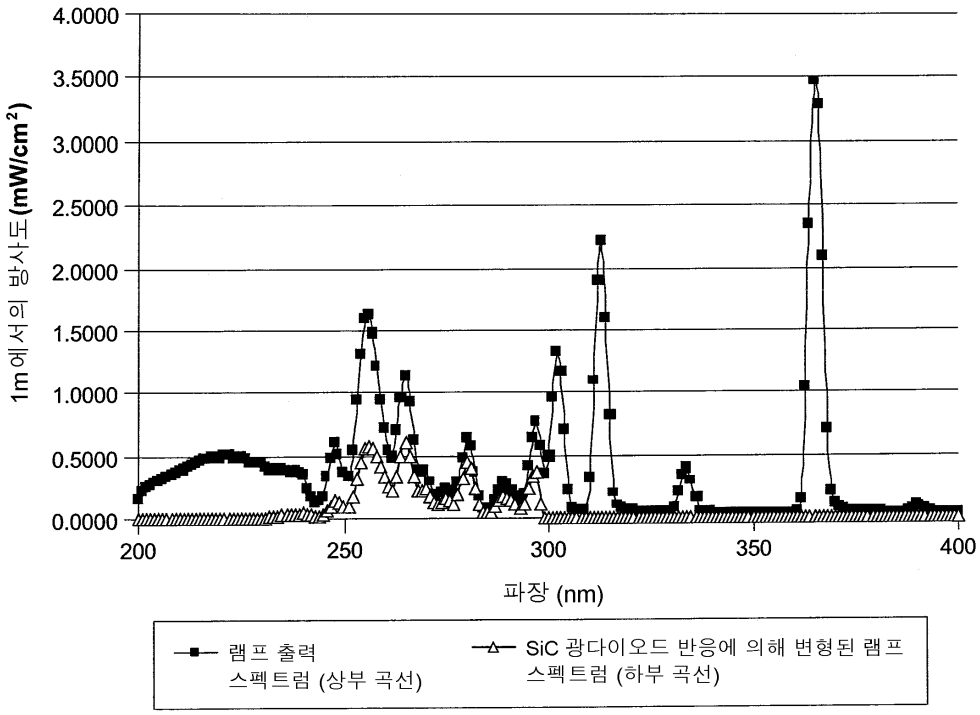
도면4



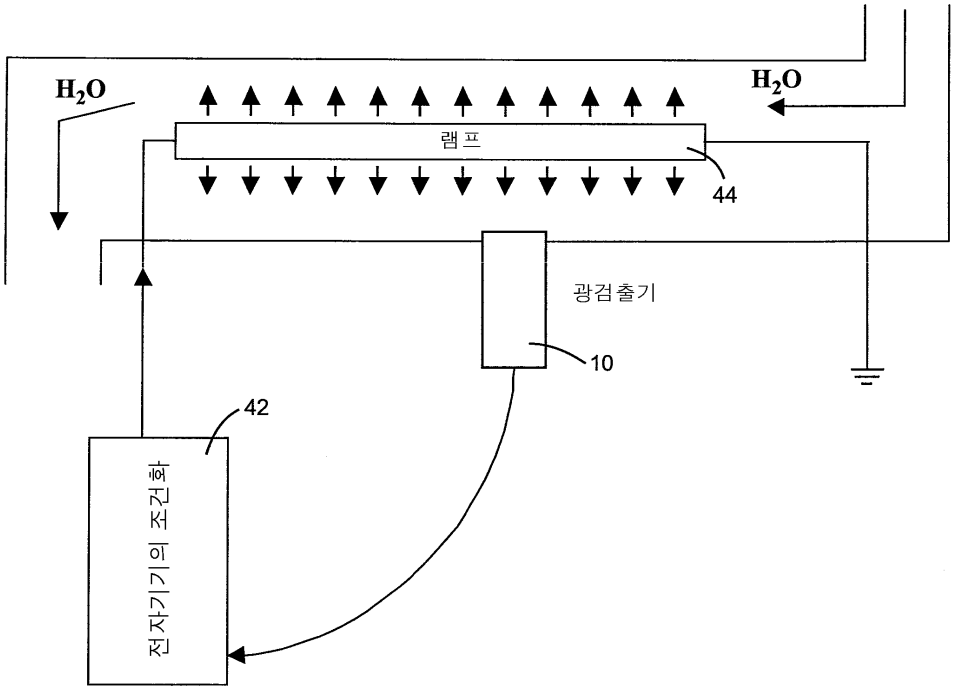
도면5


상대 감도
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
1.4
210
220
230
240
250
260
270
280
290
300
310
파장 (nm)
40 NM
258 NM
살균 센서를 위한 필터
살균 효과
다이오드 감도
필터

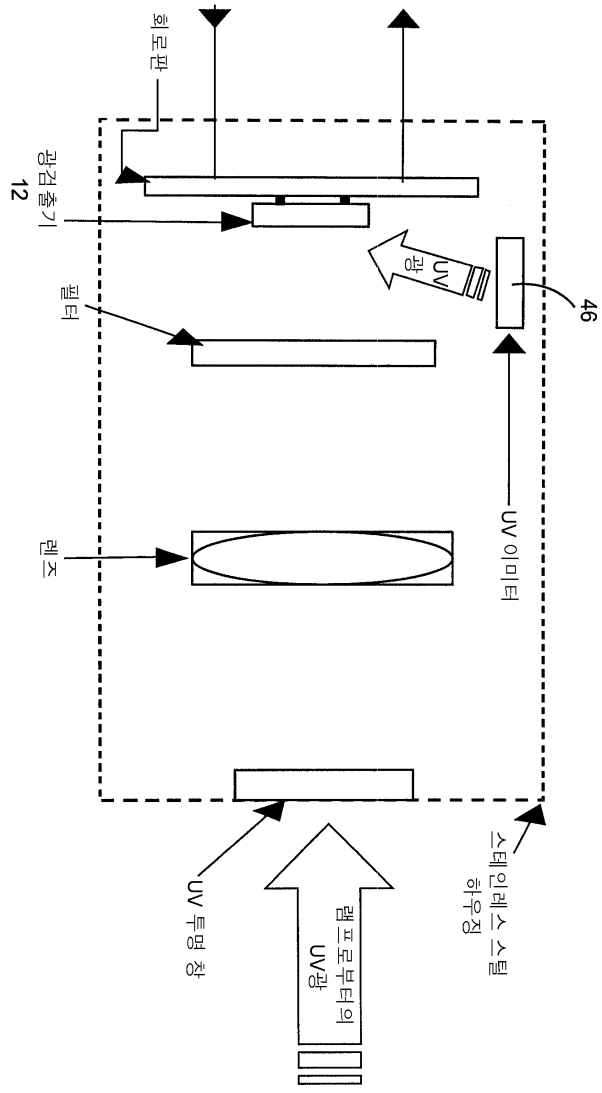
도면6


4.0000
3.5000
3.0000
2.5000
2.0000
1.5000
1.0000
0.5000
0.0000
1m에서의 방사도 (mW/cm²)
200
250
300
350
400
파장 (nm)
램프 출력
스펙트럼 (상부 곡선)
SiC 광다이오드 반응에 의해 변형된 램프
스펙트럼 (하부 곡선)

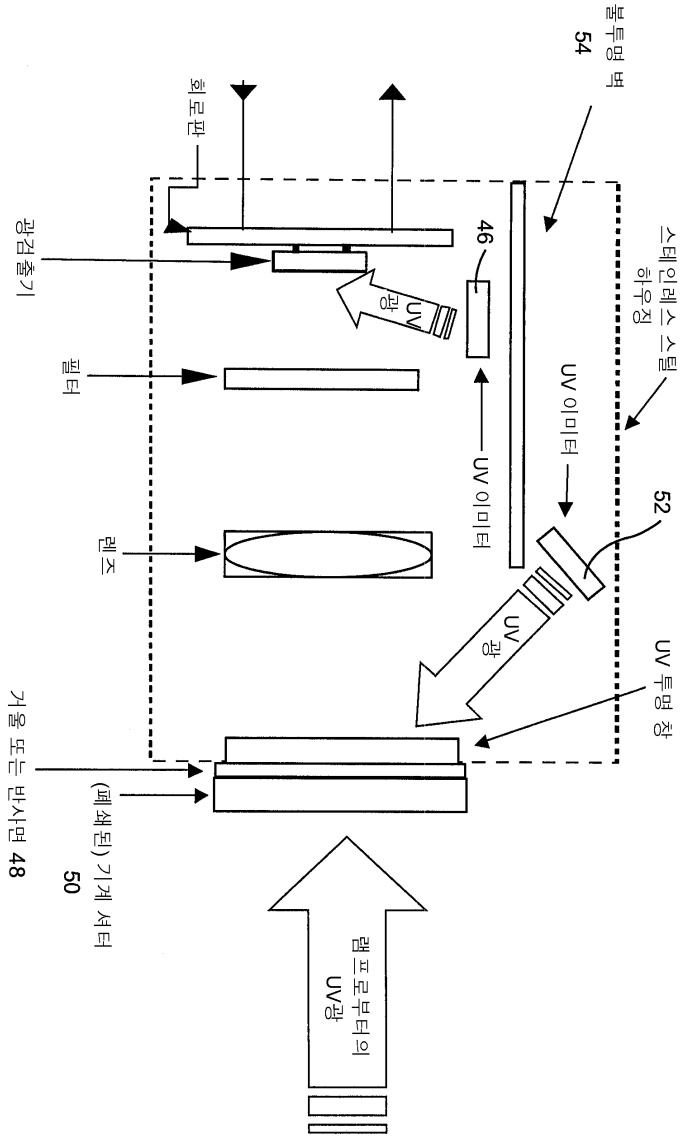
도면7


H_2O
H_2O
램프
44
광검출기
10
42
전자기기의 조건화

도면8


홀로그램
광검출기
12
UV광
46
필터
렌즈
UV 이미터
UV 투명 창
램프 구동 UV광
스테인레스 스틸 하우징

도면9


불투명 벽
54
회로판
광검출기
46
UV 광
스테인레스 스틸 하우징
필터
UV 이미터
UV 이미터
52
렌즈
UV 광
UV 투명 창
거울 또는 반사면 48
(폐쇄된) 기계 셔터
50
램프로부터의 UV광