(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0101890
(43) 공개일자 2021년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 63/02 (2006.01) *H01J 1/304* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01J 63/02 (2013.01)
H01J 1/304 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0016405
(22) 출원일자 2020년02월11일
심사청구일자 2020년02월11일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
박규창
서울 광진구 아차산로70길 17-21, 1동 1406호(광장동, 삼성아파트)
유승태
경기도 용인시 기흥구 예현로 15, 105동 1505호(서천동, 서그내마을에스케이아파트)
(74) 대리인
오세중

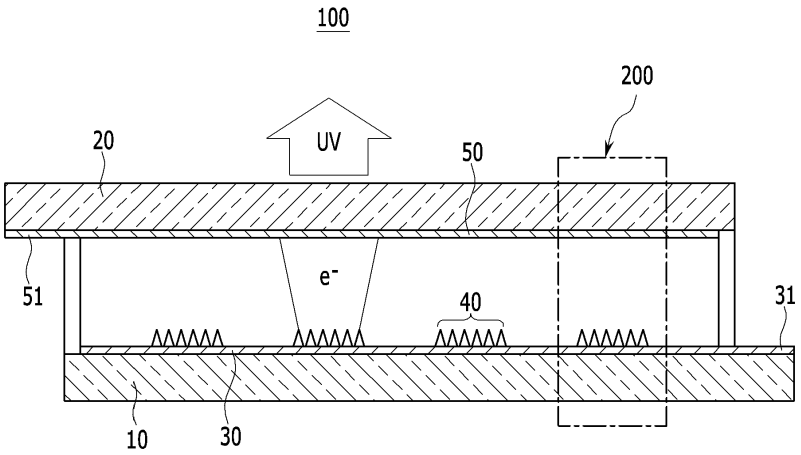
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **전자빔을 이용한 자외선 광원 장치**

(57) 요 약

자외선 광원 장치는 기판 상에 위치하는 캐소드 전극과, 캐소드 전극 상에 위치하는 전자빔 방출을 위한 복수의 에미터와, 복수의 에미터와 마주하도록 기판에 결합된 발광 기판과, 복수의 에미터를 향한 발광 기판의 내면에 위치하는 애노드 전극을 포함한다. 발광 기판은 사파이어, 석영, 수정, 다이아몬드, 칼슘 플로라이드(CaF_2), 마그네슘 플로라이드(MgF_2), 알루미늄 나이트라이드(AlN), 알루미늄 갈륨 나이트라이드(AlGaN), 및 갈륨 나이트라이드(GaN)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나를 포함하며, 전자빔을 조사받아 자외선을 방출한다.

대 표 도 - 도1



명 세 서

청구범위

청구항 1

기판 상에 위치하는 캐소드 전극;

상기 캐소드 전극 상에 위치하는 전자빔 방출을 위한 복수의 에미터;

상기 복수의 에미터와 마주하도록 상기 기판에 결합되고, 사파이어, 석영, 수정, 다이아몬드, 칼슘 플로라이드(CaF_2), 마그네슘 플로라이드(MgF_2), 알루미늄 나이트라이드(AlN), 알루미늄 갈륨 나이트라이드(AlGaN), 및 갈륨 나이트라이드(GaN)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나를 포함하며, 전자빔을 조사받아 자외선을 방출하는 발광 기판; 및

상기 복수의 에미터를 향한 상기 발광 기판의 내면에 위치하는 애노드 전극

을 포함하는 자외선 광원 장치.

청구항 2

기판 상에 위치하는 캐소드 전극;

상기 캐소드 전극 상에 위치하는 복수의 에미터;

상기 캐소드 전극 및 상기 복수의 에미터와 절연을 유지하며 상기 복수의 에미터 상에 위치하고, 직류 또는 펄스 전압을 인가받는 게이트 전극;

상기 게이트 전극과 마주하도록 상기 기판에 결합되고, 사파이어, 석영, 수정, 다이아몬드, 칼슘 플로라이드(CaF_2), 마그네슘 플로라이드(MgF_2), 알루미늄 나이트라이드(AlN), 알루미늄 갈륨 나이트라이드(AlGaN), 및 갈륨 나이트라이드(GaN)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나를 포함하며, 전자빔을 조사받아 자외선을 방출하는 발광 기판; 및

상기 게이트 전극을 향한 상기 발광 기판의 내면에 위치하는 애노드 전극

을 포함하는 자외선 광원 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 복수의 에미터는 상기 캐소드 전극에 설정된 복수의 에미터 영역에 위치하고,

상기 게이트 전극은 상기 복수의 에미터 영역에 대응하는 복수의 개구가 형성된 다공판과, 복수의 개구를 가리도록 상기 다공판에 고정된 복수의 금속망을 포함하는 자외선 광원 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 캐소드 전극과 상기 다공판 사이에 지지층이 위치하며,

상기 지지층의 두께는 상기 복수의 에미터 각각의 높이보다 크고,

상기 복수의 금속망은 상기 복수의 에미터와 일정하게 이격되어 위치하는 자외선 광원 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 지지층은 상기 캐소드 전극과 상기 다공판의 가장자리에 대응하여 위치하는 자외선 광원 장치.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 발광 기판의 외면에 위치하는 고 굴절률 재료층을 더 포함하는 자외선 광원 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 고 굴절률 재료층은 알루미늄 나이트라이드(AlN)를 포함하고,

상기 발광 기판은 사파이어, 석영, 수정, 다이아몬드, 칼슘 플로라이드(CaF_2), 마그네슘 플로라이드(MgF_2), 알루미늄 갈륨 나이트라이드(AlGaN), 및 갈륨 나이트라이드(GaN)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나를 포함하는 자외선 광원 장치.

청구항 8

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 발광 기판은 상기 기판과 함께 진공 패널을 구성하고,

상기 캐소드 전극 상에 상기 복수의 에미터가 위치하는 에미터 영역과, 상기 발광 기판 중 상기 에미터 영역에서 방출된 전자빔에 의해 자외선을 방출하는 발광 영역이 자외선 모듈을 구성하는 자외선 광원 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 진공 패널은 상기 자외선 모듈을 복수 개로 구비하고,

상기 복수의 자외선 모듈은 상기 진공 패널의 수평 방향 및 수직 방향을 따라 나란히 배열되는 자외선 광원 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전자빔을 이용한 자외선 광원 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 대면적화에 유리한 자외선 광원 장치의 구조에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 자외선 광원은 의료, 환경, 산업 분야 등에서 다양하게 활용되고 있다. 의료 분야에서는 건선, 여드름 치료, 흉터 제거, 수술실의 멸균, 암세포의 선택적인 제거 등에 사용되고 있고, 환경 분야에서는 하수처리장, 정화조 등의 살균 처리, 악취 제거, 환경오염을 감지하기 위한 광학 센서 등에 사용되고 있다. 산업 분야에서는 수지(resin)의 전자빔 경화, 코팅, 프린터 기기 등에 사용되고 있다.

[0003] 특히 100nm 내지 280nm 파장의 자외선 C는 바이러스를 살균할 수 있는 큰 에너지를 가지고 있으므로, 의료 및 환경 분야에서 살균, 멸균, 감염병 예방 등에 폭 넓게 사용될 수 있다.

[0004] 종래의 자외선 광원은 주로 수은 램프로 구성되었으나, 수은은 환경과 인체에 유해한 문제가 있다. 최근의 자외선 광원은 발광 다이오드(LED) 방식으로서, 반도체 기술로 제작된 얇은 다층막을 사용하여 자외선을 생성한다.

[0005] 그런데 이러한 다층막은 제작에 고가의 장비가 필요하고, 다층막을 구성하는 각 층들의 물리적 특성 차이로 인해 격자에서 원자 배열이 어긋나 자외선을 흡수하는 요소로 작용하므로, 발광효율 증대에 한계가 있다. 최근 들어 이러한 문제를 개선하기 위한 기술개발이 이루어지고 있으나, 파장이 낮은 자외선 C 영역에서는 그 효과가 미비한 실정에 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 고가의 제조 장비를 필요로 하지 않으며, 파장 선택이 용이하고, 대면적화에 유리한 자외선 광원 장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 자외선 광원 장치는 기판 상에 위치하는 캐소드 전극과, 캐소드 전극 상에 위치하는 전자빔 방출을 위한 복수의 에미터와, 복수의 에미터와 마주하도록 기판에 결합된 발광 기판과, 복수의 에미터를 향한 발광 기판의 내면에 위치하는 애노드 전극을 포함한다. 발광 기판은 사파이어, 석영, 수정, 다이아몬드, 칼슘 플로라이드(CaF_2), 마그네슘 플로라이드(MgF_2), 알루미늄 나이트라이드(AlN), 알루미늄 갈륨 나이트라이드(AlGaN), 및 갈륨 나이트라이드(GaN)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나를 포함하며, 전자빔을 조사받아 자외선을 방출한다.

[0008] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 자외선 광원 장치는 기판 상에 위치하는 캐소드 전극과, 캐소드 전극 상에 위치하는 복수의 에미터와, 캐소드 전극 및 복수의 에미터와 절연을 유지하며 복수의 에미터 상에 위치하고 직류 또는 펄스 전압을 인가받는 게이트 전극과, 게이트 전극과 마주하도록 기판에 결합된 발광 기판과, 게이트 전극을 향한 발광 기판의 내면에 위치하는 애노드 전극을 포함한다. 발광 기판은 사파이어, 석영, 수정, 다이아몬드, 칼슘 플로라이드(CaF_2), 마그네슘 플로라이드(MgF_2), 알루미늄 나이트라이드(AlN), 알루미늄 갈륨 나이트라이드(AlGaN), 및 갈륨 나이트라이드(GaN)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나를 포함하며, 전자빔을 조사받아 자외선을 방출한다.

[0009] 복수의 에미터는 캐소드 전극에 설정된 복수의 에미터 영역에 위치할 수 있다. 게이트 전극은 복수의 에미터 영역에 대응하는 복수의 개구가 형성된 다공판과, 복수의 개구를 가리도록 다공판에 고정된 복수의 금속망을 포함할 수 있다.

[0010] 캐소드 전극과 다공판 사이에 지지층이 위치할 수 있고, 지지층의 두께는 복수의 에미터 각각의 높이보다 클 수 있다. 복수의 금속망은 복수의 에미터와 일정하게 이격되어 위치할 수 있다. 지지층은 캐소드 전극과 다공판의 가장자리에 대응하여 위치할 수 있다.

[0011] 자외선 광원 장치는, 발광 기판의 외면에 위치하는 고 굴절률 재료층을 더 포함할 수 있다. 고 굴절률 재료층은 알루미늄 나이트라이드(AlN)를 포함할 수 있고, 발광 기판은 사파이어, 석영, 수정, 다이아몬드, 칼슘 플로라이드(CaF_2), 마그네슘 플로라이드(MgF_2), 알루미늄 갈륨 나이트라이드(AlGaN), 및 갈륨 나이트라이드(GaN)로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0012] 발광 기판은 기판과 함께 진공 패널을 구성할 수 있고, 캐소드 전극 상에 복수의 에미터가 위치하는 에미터 영역과, 발광 기판 중 에미터 영역에서 방출된 전자빔에 의해 자외선을 방출하는 발광 영역이 자외선 모듈을 구성할 수 있다.

[0013] 진공 패널은 자외선 모듈을 복수 개로 구비할 수 있고, 복수의 자외선 모듈은 진공 패널의 수평 방향 및 수직 방향을 따라 나란히 배열될 수 있다.

발명의 효과

[0014] 실시예들에 따른 자외선 광원 장치는 자외선 방출을 위한 다층막을 구비하지 않고 발광 기판에서 자외선을 방출한다. 실시예들에 따른 자외선 광원 장치는 다층막 제조를 위한 고가의 장비가 요구되지 않고, 발광 기판의 재료에 따라 자외선 파장 선택이 용이하며, 대면적 광원을 용이하게 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 자외선 광원 장치의 단면도이다.

도 2는 도 1에 도시한 자외선 광원 장치의 평면도이다.

도 3 내지 도 5는 발광 기판의 종류에 따른 자외선의 파장-강도 특성을 나타낸 그래프이다.

도 6 내지 도 8은 발광 기판의 종류에 따른 발광 특성을 나타낸 사진이다.

도 9는 본 발명의 제2 실시예에 따른 자외선 광원 장치의 단면도이다.

도 10과 도 11은 각각 도 9에 도시한 자외선 광원 장치 중 게이트 전극의 부분 확대 평면도와 부분 확대 저면도이다.

도 12는 본 발명의 제3 실시예에 따른 자외선 광원 장치의 부분 확대 단면도이다.

도 13은 고 굴절률 재료층의 유무에 따른 자외선의 파장-강도 특성을 나타낸 그래프이다.

도 14와 도 15는 전압과 전류 변화에 따른 자외선의 파장-강도 특성을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

[0017] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 자외선 광원 장치의 단면도이다.

[0018] 도 1을 참고하면, 제1 실시예의 자외선 광원 장치(100)는 진공 패널을 구성하는 기판(10) 및 발광 기판(20)과, 기판(10)의 내면에 위치하는 캐소드 전극(30) 및 복수의 에미터(40)와, 발광 기판(20)의 내면에 위치하는 애노드 전극(50)을 포함한다. 발광 기판(20)은 자외선을 방출하는 발광층임과 동시에 애노드 전극(50)을 지지하는 기판이다.

[0019] 기판(10)은 유리 기판일 수 있으며, 밀봉재(sealant) 등에 의해 가장자리를 따라 발광 기판(20)과 접합된 후 내부 공간이 진공으로 배기되어 발광 기판(20)과 함께 진공 패널을 구성한다. 캐소드 전극(30)은 기판(10)의 내면에 위치하는 금속막으로 이루어지며, 캐소드 배선(31)이 진공 패널의 외측으로 인출되어 도시하지 않은 구동 전원과 연결된다.

[0020] 복수의 에미터(40)는 캐소드 전극(30) 위에 서로간 거리를 두고 배열된다. 복수의 에미터(40)는 뾰족한 에미터 팁으로 구성되거나, 평평한 에미터층으로 구성될 수 있다. 도 1에서는 첫번째 경우를 예로 들어 도시하였으나, 에미터(40)의 형상은 도시한 예시로 한정되지 않는다. 복수의 에미터(40)는 탄소 나노튜브(CNT), C_{60}과 같은 탄소계 물질을 포함할 수 있다.

[0021] 발광 기판(20)은 복수의 에미터(40)와 소정의 거리를 두고 이격되며, 고 에너지 밴드갭 물질로 구성된다. 구체적으로, 발광 기판(20)은 사파이어, 석영, 수정, 다이아몬드, 칼슘 플로라이드(CaF_2), 마그네슘 플로라이드(MgF_2), 알루미늄 나이트라이드(AlN), 알루미늄 갈륨 나이트라이드(AlGaN), 및 갈륨 나이트라이드(GaN) 중 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0022] 애노드 전극(50)은 복수의 에미터(40)를 향한 발광 기판(20)의 내면에 위치하며, 전자빔 통과를 위해 대략 300nm 이하의 극히 얇은 두께를 가지는 금속 박막으로 구성된다. 애노드 전극(50)은 알루미늄(Al), 몰리브덴(Mo), 백금(Pt) 중 어느 하나를 포함할 수 있으며, 열증착법으로 형성될 수 있다. 애노드 배선(51)은 진공 패널의 외측으로 인출되어 도시하지 않은 구동 전원과 연결된다.

[0023] 사파이어, 석영, 수정 등으로 이루어진 기판은 종래에 박막 증착을 위한 지지 기판이나, 발광층의 빛 투과를 위한 윈도우 기판으로 주로 사용되었다. 그러나 제1 실시예의 자외선 광원 장치(100)는 별도의 발광층(다층막)을 구비하지 않으며, 발광 기판(20) 자체에서 재료의 고 에너지 밴드갭 특성에 의해 자외선을 방출한다.

[0024] 캐소드 전극(30)은 접지될 수 있고, 애노드 전극(50)에 수 내지 수십 kV의 고전압이 인가될 수 있다. 그러면 캐소드 전극(30)과 애노드 전극(50)의 전압 차에 의해 복수의 에미터(40) 주위에 전계가 형성되고, 전계에 의해 복수의 에미터(40)로부터 전자빔이 방출된다. 방출된 전자빔은 애노드 전극(50)의 고전압에 의해 가속되어 발광 기판(20)에 충돌하며, 발광 기판(20)을 이루는 고 에너지 밴드갭 물질이 전자빔에 의해 여기되어 자외선을 방출한다.

[0025] 복수의 에미터(40)는 캐소드 전극(30)에 설정된 특정 영역, 예를 들어 복수의 에미터 영역에 집중적으로 위치할 수 있고, 발광 기판(20)은 복수의 에미터 영역과 마주하는 복수의 발광 영역을 가질 수 있다. 하나의 에미터 영역과 하나의 발광 영역이 하나의 자외선 모듈(200)을 구성한다.

[0026] 도 2는 도 1에 도시한 자외선 광원 장치의 평면도이다. 도 2를 참고하면, 제1 실시예의 자외선 광원 장치(100)

는 기판(10) 및 발광 기판(20)의 수평 방향 및 수직 방향을 따라 나란히 배열된 복수의 자외선 모듈(200)을 포함하며, 대면적 광원을 용이하게 구현할 수 있다.

[0027] 도 3 내지 도 5는 발광 기판의 종류에 따른 자외선의 파장-강도 특성을 나타낸 그래프이고, 도 6 내지 도 8은 발광 기판의 종류에 따른 발광 특성을 나타낸 사진이다. 도 3과 도 6에서 발광 기판은 사파이어 기판이고, 도 4와 도 7에서 발광 기판은 석영 기판이며, 도 5와 도 8에서 발광 기판은 마그네슘 플로라이드(MgF_2) 기판이다.

[0028] 도 3 내지 도 5를 참고하면, 발광 기판의 종류에 따라 피크 파장과 강도 특성이 다양하게 나타나며, 세 경우 모두에서 자외선 C가 방출되는 것을 확인할 수 있다. 특히 도 2에 나타낸 사파이어 기판의 경우 매우 강한 자외선 C가 방출되는 것을 확인할 수 있다. 도 6 내지 도 8을 참고하면, 발광 기판의 종류에 따라 다양한 파장 색의 광이 생성되는 것을 확인할 수 있으며, 이것은 도 3 내지 도 5의 그래프와 같이 자외선이 생성되는 영역을 가시광선으로 확인할 수 있다.

[0029] 제1 실시예의 자외선 광원 장치는 이극관 구조이며, 자외선 방출을 위한 다층막을 구비하지 않고 발광 기판에서 자외선을 방출한다. 제1 실시예의 자외선 광원 장치는 다층막 제조를 위한 고가의 장비가 요구되지 않고, 발광 기판의 재료에 따라 자외선 파장 선택이 용이하며, 대면적화에 제약이 없으므로 대면적 광원을 용이하게 구현할 수 있다.

[0030] 도 9는 본 발명의 제2 실시예에 따른 자외선 광원 장치의 단면도이고, 도 10과 도 11은 각각 도 9에 도시한 자외선 광원 장치 중 게이트 전극의 부분 확대 평면도와 부분 확대 저면도이다.

[0031] 도 9 내지 도 11을 참고하면, 제2 실시예의 자외선 광원 장치(101)는 전자빔 방출의 온(on)/오프(off)를 제어하는 게이트 전극(60)을 더 포함한다. 게이트 전극(60)은 복수의 개구(61)가 형성된 다공판(62)과, 복수의 개구(61)를 가리도록 다공판(62)에 고정된 금속망(63)을 포함할 수 있다.

[0032] 다공판(62)은 격자 모양의 금속판으로 구성되며, 펀칭과 같은 기계 가공, 레이저 가공, 에칭(etching) 등에 의해 복수의 개구(61)를 구비할 수 있다. 복수의 개구(61)는 원형 또는 다각형으로 형성될 수 있다. 도 10과 도 11에서는 사각형의 개구(61)를 도시하였으나, 개구(61)의 형상은 도시한 예시로 한정되지 않는다.

[0033] 금속망(63)은 물리화학적인 방법을 이용하여 얇은 금속 기판을 복수의 금속선으로 가공한 것으로서, 금속선들 사이에 미세 간격이 존재하여 전자빔 투과를 가능하게 한다. 금속망(63)은 적어도 하나의 개구(61)를 가리는 크기로 제작되며, 다공판(62)의 아랫면에 고정될 수 있다.

[0034] 여러 개의 금속망(63)이 같은 크기로 제작될 수 있으며, 용접 등의 방법을 이용하여 크기를 확대시킬 수 있다. 도 10과 도 11에서는 금속망(63)이 4개의 개구(61)를 가리는 크기로 형성된 경우를 도시하였으나, 금속망(63)의 크기는 도시한 예시로 한정되지 않는다.

[0035] 게이트 전극(60)에 형성된 복수의 개구(61) 모두에 금속망(63)이 위치한다. 금속망(63)은 인장력을 유지할 수 있도록 금속망(63)의 두께, 용접 비드의 크기와 개수가 조절되어야 하며, 다공판(62)에서 격자 부분의 폭은 5㎜ 이하일 수 있다.

[0036] 제2 실시예의 자외선 광원 장치(101)에서 캐소드 전극(30)은 면 또는 스트라이프 패턴으로 형성될 수 있고, 캐소드 전극(30) 위에 복수의 금속망(63)과 마주하는 복수의 에미터 영역이 설정될 수 있다. 복수의 에미터(40)는 캐소드 전극(30) 전체에 넓게 분포하지 않고, 복수의 에미터 영역에 집중적으로 위치할 수 있다.

[0037] 게이트 전극(60)은 캐소드 전극(30) 및 복수의 에미터(40)와 절연 상태를 유지하며 기판(10) 위에 고정 배치된다. 이를 위해 캐소드 전극(30)의 가장자리 위에 지지층(70)이 위치할 수 있고, 지지층(70) 위에 게이트 전극(60)이 위치할 수 있다.

[0038] 지지층(70)은 캐소드 전극(30)과 게이트 전극(60)의 가장자리에 대응하여 위치하거나, 캐소드 전극(30)과 게이트 전극(60)의 가장자리와 더불어 복수의 에미터 영역 사이에 대응하여 위치할 수 있다. 도 9에서는 첫 번째 경우를 예로 들어 도시하였다.

[0039] 지지층(70)은 산화 알루미늄(Al_2O_3), 지르코니아(ZrO_2), 실리콘 질화물(Si_3N_4) 등의 세라믹 재료를 기반으로 할 수 있다. 지지층(70)은 게이트 전극(60)과 캐소드 전극(30)을 일정한 거리로 유지하며, 그 거리는 대략 0.3㎜ 이하일 수 있다.

[0040] 게이트 전극(60)은 지지층(70)에 의해 지지되고, 복수의 금속망(63)은 복수의 에미터(40)와 일정한 거리를 두고

이격될 수 있다. 이때 지지층(70)의 두께는 복수의 에미터(40) 각각의 높이보다 크게 제작되어 금속망(63)이 복수의 에미터(40) 바로 위에서 복수의 에미터(40)와 거리를 두고 위치할 수 있다.

[0041] 다른 한편으로, 지지층(70) 대신 캐소드 전극(30) 위에 기둥 형상의 스페이서(도시하지 않음)가 배치되어 게이트 전극(60)을 지지할 수도 있다.

[0042] 캐소드 전극(30)은 접지될 수 있고, 게이트 전극(60)에 직류 또는 펄스 전압이 인가될 수 있으며, 애노드 전극(50)에 수 내지 수십 kV의 고전압이 인가될 수 있다. 그러면 캐소드 전극(30)과 게이트 전극(60)의 전압 차에 의해 복수의 에미터(40) 주위에 전계가 형성되고, 전계에 의해 복수의 에미터(40)로부터 전자빔이 방출된다.

[0043] 게이트 전극(60)에 인가되는 전압의 온/오프에 따라 전자빔 방출의 온/오프를 제어할 수 있다. 복수의 에미터(40)에서 방출된 전자빔은 금속망(63)의 미세 간격을 통과하고, 애노드 전극(50)의 고전압에 의해 가속되어 발광 기판(20)에 충돌한다. 이어서 발광 기판(20)을 이루는 고 에너지 밴드갭 물질이 전자빔에 의해 여기되어 자외선을 방출한다.

[0044] 제2 실시예에서 자외선 모듈(201)은 전자빔을 방출하는 에미터 영역과, 전자빔 방출의 온/오프를 제어하는 금속망(63)과, 자외선을 방출하는 발광 영역을 포함한다. 자외선 모듈(201)은 기판(10) 및 발광 기판(20)의 수평 방향과 수직 방향을 따라 나란히 배열될 수 있으며(도 2 참조), 대면적 광원을 용이하게 구현할 수 있다.

[0045] 제2 실시예의 자외선 광원 장치(101)는 삼극관 구조인 것을 제외하고 전술한 제1 실시예와 동일 또는 유사한 구성으로 이루어지며, 중복되는 설명은 생략한다.

[0046] 도 12는 본 발명의 제3 실시예에 따른 자외선 광원 장치의 부분 확대 단면도이다.

[0047] 도 12를 참고하면, 제3 실시예의 자외선 광원 장치는 발광 기판(20)의 외면에 위치하는 고 굴절률 재료층(80)을 더 포함한다. 고 굴절률 재료층(80)은 발광 기판(20)의 외면 전체에 위치하거나 규칙적 또는 불규칙적인 형상으로 패턴화되어 위치할 수 있다. 또한, 고 굴절률 재료층(80)은 물리화학적인 방법에 의해 표면 거칠기가 조절될 수 있다.

[0048] 고 굴절률 재료층(80)은 발광 기판(20)보다 굴절률이 높은 재료를 포함할 수 있으며, 예를 들어 알루미늄 나이트라이드(AlN)를 포함할 수 있다. 이때 발광 기판(20)은 알루미늄 나이트라이드(AlN)를 제외한 나머지 재료들, 즉 사파이어, 석영, 수정, 다이아몬드, 칼슘 플로라이드(CaF_2), 마그네슘 플로라이드(MgF_2), 알루미늄 갈륨 나이트라이드(AlGaN), 및 갈륨 나이트라이드(GaN) 중 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0049] 고 굴절률 재료층(80)은 발광 기판(20)에서 방출되는 자외선 추출 효율을 높여 광 세기를 높이는 기능을 한다. 제3 실시예의 자외선 광원 장치는 고 굴절률 재료층(80)이 추가된 것을 제외하고 전술한 제1 실시예와 제2 실시예 중 어느 한 실시예와 동일 또는 유사한 구성으로 이루어진다.

[0050] 도 13은 고 굴절률 재료층의 유무에 따른 자외선의 파장-강도 특성을 나타낸 그래프이다.

[0051] 도 13에서 구조 1은 고 굴절률 재료층이 없는 경우를 나타내고, 구조 2는 고 굴절률 재료층이 있는 경우를 나타낸다. 구조 1, 2 모두에서 발광 기판은 사파이어를 포함하고, 애노드 전극은 알루미늄을 포함한다. 구조 2에서 고 굴절률 재료는 알루미늄 나이트라이드(AlN)를 포함한다.

[0052] 도 13을 참고하면, 발광 기판의 외면에 고 굴절률 재료층이 형성된 구조 2의 경우가 구조 1의 경우보다 피크 파장에서 자외선 강도가 더 높은 것을 확인할 수 있다.

[0053] 전술한 제1 실시예 내지 제3 실시예의 자외선 광원 장치는 전자빔 방출 조건(전압과 전류)에 따라 발광 파장과 강도가 달라지는 특성을 가진다. 도 14와 도 15는 전압과 전류 변화에 따른 자외선의 파장-강도 특성을 나타낸 그래프이다. 도 14와 도 15에서 V_A는 애노드 전압을 나타내고, I_A는 애노드 전류를 나타낸다.

[0054] 도 14를 참고하면, 애노드 전류가 0.2mA로 고정된 경우, 애노드 전압의 변화에 따라 자외선의 피크 파장과 강도가 변하며, 대체적으로 애노드 전압이 커질수록 자외선 강도가 높아지는 결과를 보인다. 특히 애노드 전압이 10kV일 때 자외선 강도가 가장 높고, 강한 자외선 C가 방출되는 것을 확인할 수 있다.

[0055] 도 15를 참고하면, 애노드 전압과 애노드 전류 변화에 따라 자외선의 피크 파장과 강도가 변하며, 대체적으로 애노드 전압이 동일할 때 애노드 전류가 커질수록 자외선 강도가 높아지는 결과를 보인다.

[0056] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또

한 본 발명의 범위에 속하는 것은 당연하다.

부호의 설명

[0057] 100, 101: 자외선 광원 장치 10: 기판

20: 발광 기판 30: 캐소드 전극

40: 에미터 50: 애노드 전극

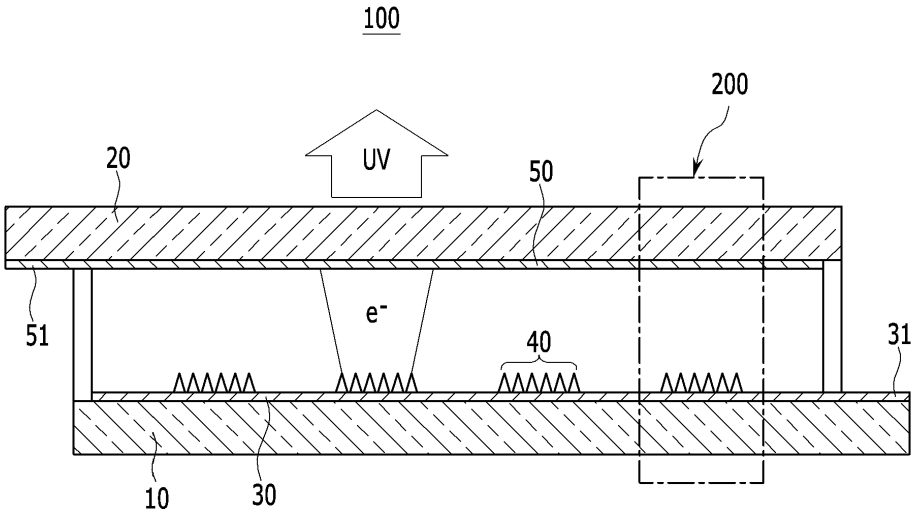
60: 게이트 전극 61: 개구

62: 다공판 63: 금속망

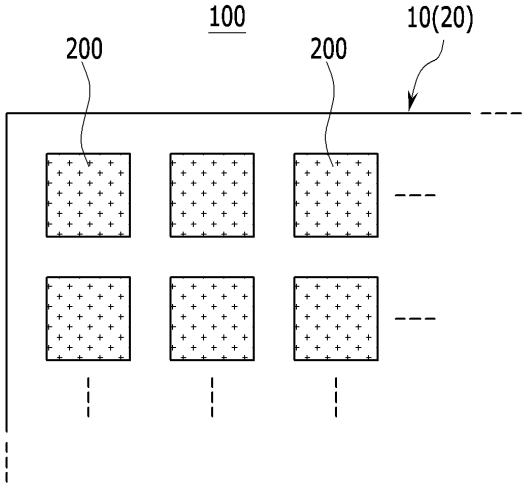
70: 지지층 80: 고 굴절률 재료층

도면

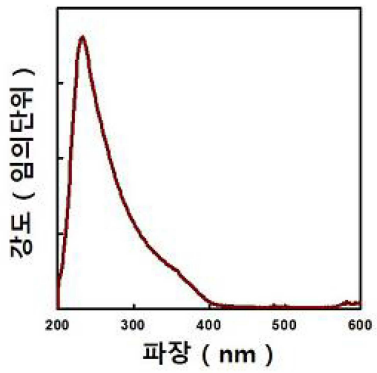
도면1



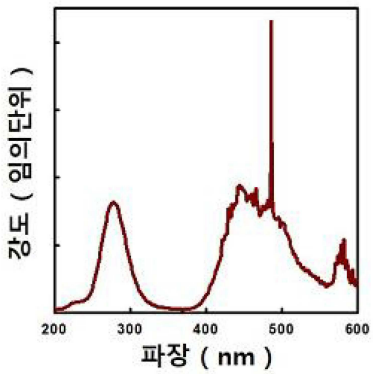
도면2



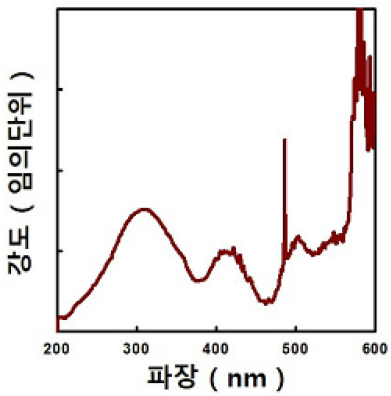
도면3


강도 (임의단위)
200
300
400
500
600
파장 (nm)

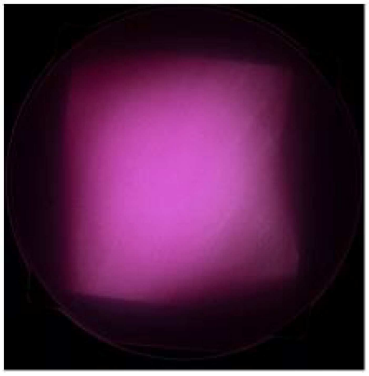
도면4


강도 (임의단위)
200
300
400
500
600
파장 (nm)

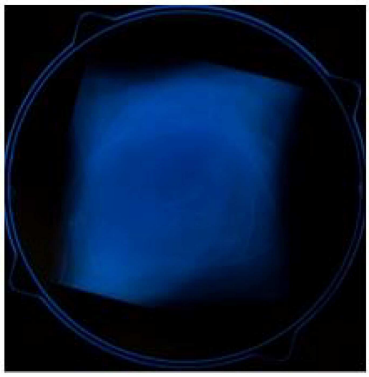
도면5


강도 (임의단위)
200
300
400
500
600
파장 (nm)

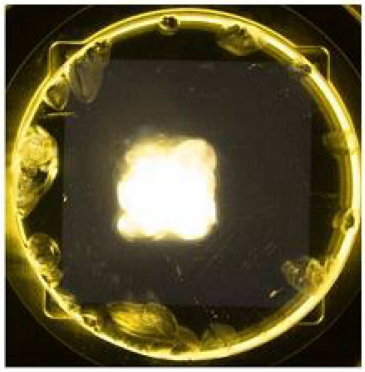
도면6



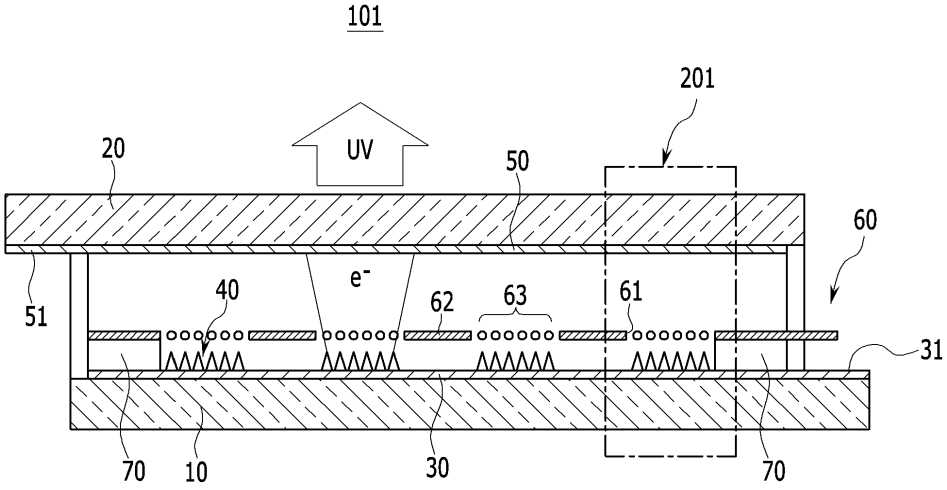
도면7



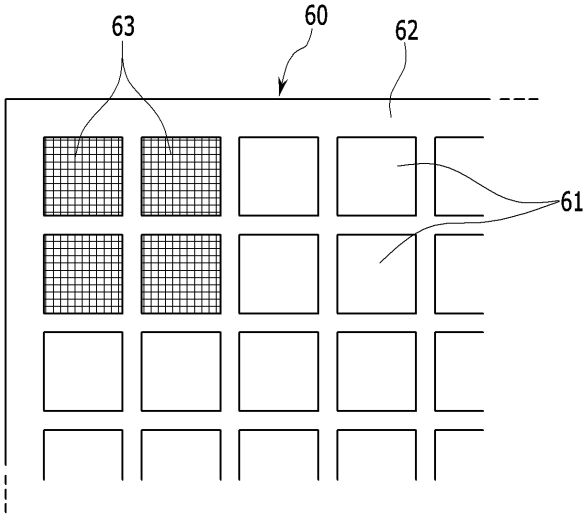
도면8



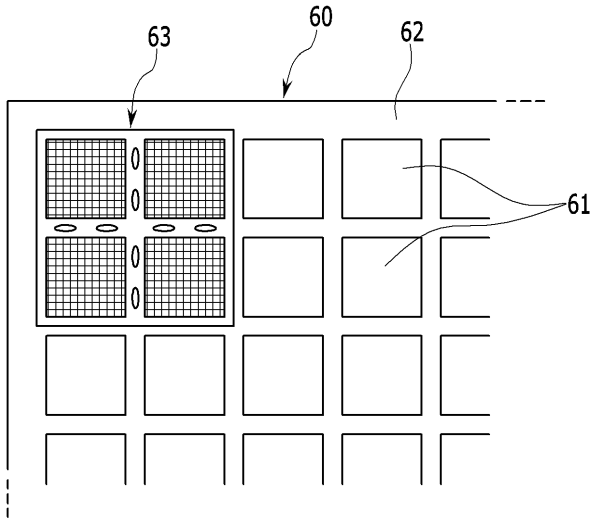
도면9



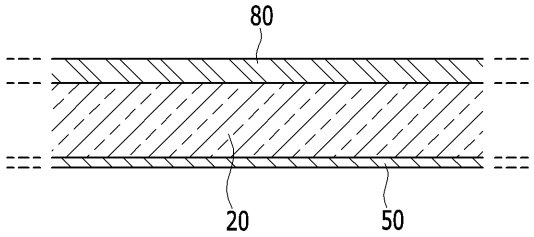
도면10



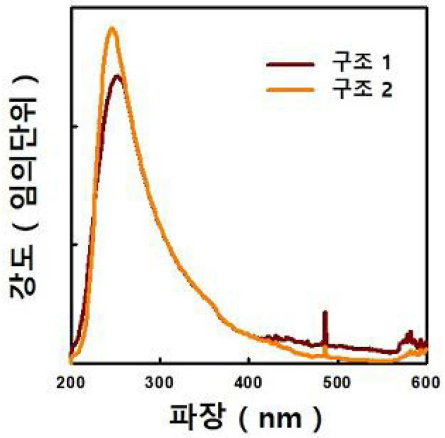
도면11



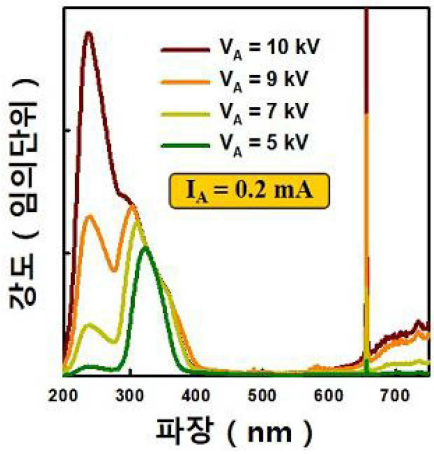
도면12



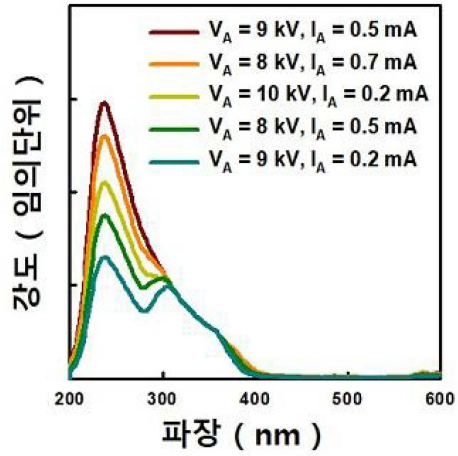
도면13



도면14


V_A = 10 kV
V_A = 9 kV
V_A = 7 kV
V_A = 5 kV
I_A = 0.2 mA
강도 (임의단위)
200
300
400
500
600
700
파장 (nm)

도면15


V_A = 9 kV, I_A = 0.5 mA
V_A = 8 kV, I_A = 0.7 mA
V_A = 10 kV, I_A = 0.2 mA
V_A = 8 kV, I_A = 0.5 mA
V_A = 9 kV, I_A = 0.2 mA
강도 (임의단위)
200
300
400
500
600
파장 (nm)