(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0021661
(43) 공개일자 2021년03월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05B 33/08 (2020.01) *C09K 11/77* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05B 45/00 (2021.01)
C09K 11/7766 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2019-0100819
(22) 출원일자 2019년08월19일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)
(72) 발명자
김종수
부산광역시 남구 유엔평화로47번길 90, 211호 (대연동, 황우빌라)
박재홍
부산광역시 남구 용소로 45(대연동), 부경대학교 대연캠퍼스 B21 가온관 903호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
오위환, 나성곤, 정기택

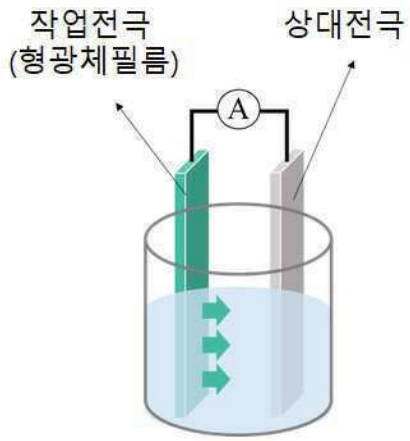
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **자외선을 발광하는 전해질기반 전계발광소자 및 그 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 자외선영역을 발광하는 전도성 반도체 혹은 금속 상의 형광체 박막 및 전해질을 기반으로 하는 전계발광소자 및 그 제조방법 및 이에 해수 전해질을 활용한 대면적 해수 살균 장치에 관한 것이다. 형광체 박막은 Pr 혹은 Pb이 도핑된 실리케이트 및 알루미네이트로 구성되고, 전해질로써는 용액기반 전해질로 구성된다. 본 발명의 상세 기술은 무기전계발광으로 자외선을 발광시키며 UVC의 영역에서 높은 투과율을 가지는 투명 액상 전해질을 사용하며 저가의 공정과 높은 효율로써 대면적 발광이 가능한 이점을 가진다.

대 표 도 - 도9



(72) 발명자

류종호

부산광역시 남구 용소로 45(대연동), 부경대학교 대연캠퍼스 B21 가온관 903호

강태욱

부산광역시 남구 용소로 45(대연동), 부경대학교 대연캠퍼스 B21 가온관 903호

강현우

부산광역시 남구 용소로 45(대연동), 부경대학교 대연캠퍼스 B21 가온관 903호

안타릭사 기안

부산광역시 남구 용소로 45(대연동), 부경대학교 대연캠퍼스 B21 가온관 903호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345288925
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(교육부)(R&D)
연구과제명	대면적 UVC 발광 실리콘기반 무기전계발광소자
기 여 율	1/1
과제수행기관명	부경대학교
연구기간	2018.11.01 ~ 2019.10.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

자외선 발광하는 반도체 혹은 금속상의 형광체 박막과 전해질전극을 기반으로 하는 무기전계발광장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 무기전계발광장치의 형광체 박막은 Pr이 도핑된 실리케이트 Y_2SiO_5:Pr, $Y_2Si_2O_7$:Pr, $Y_4Si_3O_{12}$:Pr, $Y_{14}Si_9O_{39}$:Pr, $Y_9LiSi_6O_{26}$:Pr, $Y_4CaSi_3O_{13}$:Pr, $CaLi_2SiO_4$:Pr, Ca_2SiO_4:Pr, Pr이 도핑된 옥시나이트라이드 $Y_5(SiO_4)_3N$:Pr, $YSiO_2N$:Pr, $Y_2Si_3O_3N_4$:Pr, $Y_4Si_2O_7N_2$, 알루미네이트 $SrAl_{12}O_{19}$:Pr, $YAl_{11}O_{18}$:Pr, $Y_4AI_2O_9$:Pr, $YAlO_3$:Pr, Pb가 도핑된 실리케이트 화합물$SrSiO_3$:Pb, $BaSi_2O_5$:Pb, $CaMgSi_2O_6$:Pb인 것을 특징으로 하는 무기전계발광장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전해질전극의 소재는 $Na_2S_2O_8$, NaCl, KCl, LiCl, Na_2CO_3, $NaHCO_3$, $NH_4C_2H_3O_2$, $LiPF_6$, $HClO_3$, H_2SO_3, H_2SO_4, $HClO_3$, KOH, LiOH, NaOH, $LiBF_4$, Tetrabutylammonium Acetate, Tetrabutylammonium Bis-triflouromethane sulfonimidate, Tetrabutylammonium hexafluorophosphate, Tetrabutylammonium iodide, Tetrabutylammonium perchlorate, Tetrabutylammonium tetrafluoroborate, Tetraethylammonium chloride등이 단일 혹은 2종 이상으로 구성된 물 혹은 유기용매 기반의 전해질을 특징으로 하는 무기전계발광장치.

청구항 4

제 1항에 있어서, 해수 전해질을 사용하는 살균 장치에 적용하는 것을 특징으로 하는 무기전계발광장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 박막형 무기전계발광소자에 관한 것으로 자외선(UV) 발광하는 형광체 박막을 반도체 혹은 금속 전극상에 형성하여 액상 전해질전극을 통해서 교류 혹은 직류에서 작동하는 장치 및 그 구조에 관한 것이다. 본 장치는 반도체 (혹은 금속) 상에 수 백 나노미터 두께의 형광체 박막 및 전해질 속 상대전극으로 구성되며, 구동전압 수 십 볼트 교류 혹은 직류에서 형광체 박막에서 자외선을 발생한다. 여기서, 반도체는 실리콘(n-type 또는 p-type), GaAs(n-type 또는 p-type), 금속은 구리, 알루미늄, 금이 가능하며, 대표적적인 형광체 박막은 Pr가 도핑된 실리케이트 (Y_2SiO_5:Pr, $Y_2Si_2O_7$:Pr) 혹은 알루미네이트 ($SrAl_{12}O_{19}$:Pr, $YAlO_3$:Pr) 화합물이 가능하다. 대표적인 전해질로써 해수를 활용할 수 있고 대면적 제작이 가능하여, 선박용 해수 발라스트(balast) 살균 및 대면적 해양 황녹조 제거에 활용될 수 요염수를 해양 해수 기존의 전해질 기반 UV광원에 비해 제조 비용을 절감할 수 있다. 또한 본 발명은 기존 자외선 대비 대면적 유연성 있게 저가격화 및 고내구성화 가능한 장치이다.

배 경 기 술

[0002] 자외선은 파장에 따라 UVA (400~315 nm), UVB (315~280 nm), UVC (280~200 nm)로 구분되며 범주에 따라 응용분야가 다르다. 특히 에너지가 강한 UVC 영역은 공기, 물, 음식을 비롯하여 다양한 생활용품의 살균 소독에 응용되고, 최근에는 바이오/화학/환경 센서, 식물 농장, 공기정화, 식수살균, 폐수처리, 휴대전화/침구류 등의 생활용품 살균, 에어컨/냉장고/정수기 등 전자 제품의 제균 및 탈취 등으로 활용이 가능하다.

[0003] 일반적인 무기 전계발광장치(Inorganic EL, Inorganic electroluminescence)은 전극- 유전층-형광체층-투명전

극 (In_2O_3-SnO_2; ITO) 으로 구성되어 전극 사이에 교류전압이 가해졌을 때 전자의 움직임이 빛으로 보이게 되는 현상을 이용한 장치이다. 상기 장치는 형광층(발광층)에 인가되는 전기장의 세기가 수 MV/cm 내외에서 전자 방출에 따른 형광체의 전자 여기에 의한 발광한다. 종래 무기 EL은 두께가 매우 얇고 다양한 색상의 빛을 구현할 수 있고, 소비전력이 발광다이오드에 비해 3분의 1정도로 적으며 면광원으로 빛을 고르게 공급할 수 있다.

[0004] 지금까지, UVB 및 UVA 발광하는 장치는 보고된 것이 다수 있으나 UVC를 발광하는 전계발광소자는 전무하다. 이는 UVC 형광체가 제한되어 있고, 특히 UVC를 투과하는 투명전극 및 그 기판 제조 공정이 어렵다는 기술적 한계에 기인한다.

[0005] 종래의 UV광원 기술은 UV LED, 수은 UV램프, VUV기반의 UV광원이 개발 중이며 뚜렷한 단점과 한계가 존재하는데, UVC LED는 제조공정이 복잡하여 고가이며 낮은 광출력과 변환효율 그리고 국부적인 발광면적을 가지며 참조 1을 통해 뒷받침한다.

[0006] 참조 1 : Michael Kneissl, Tae-Yeon Seong, Jung Han & Hiroshi Amano

[0007] The emergence and prospects of deep-ultraviolet light-emitting diode technologies, Nature Photonics, 13 (2019) 233-244

[0008] 수은 UV 램프의 경우 가격과 효율 면에서 우수하지만 발열이 많고 수명이 짧으며 친환경적이지 못하다.

[0009] OLED의 경우는 근자외선에 대한 연구에 국한되어 있고 UVC 영역에 대한 가능성이 매우 낮으며 참조 2를 통해 뒷받침한다.

[0010] 참조 2 : Musubu Ichikawa, Kana Kobayashi, Toshiki Koyama, Yoshio Taniguchi

[0011] Intense and efficient ultraviolet electroluminescence from organic light-emitting devices with fluorinated copper phthalocyanine as hole injection layer, Thin Solid Films. 515 (2007) 3932-3935

[0012] VUV기반의 UVC광원이 개발되고 있지만 VUV는 Xe플라즈마에 의해 생성되는 가스 기반이며 참조 3을 통해 뒷받침한다.

[0013] 참조 3 : Thomas Justel, Jorg Meyer, Walter Mayr

[0014] Device for generating UVC radiation, WO 2006/109238 A2(PCT)

[0015] 또한, 전자빔 여기에 의한 UVC광원이 개발되고 있지만 고전압 전원으로 장치가 대형이고 저효율이라는 단점이 있으며 참조 4을 통해 뒷받침한다.

[0016] 참조 4 : M. Broxtermann, D. den Engelsen, G. R. Fern, P. Harris, T. G. Ireland, T. Justel and J. Silver

[0017] Cathodoluminescence and photoluminescence of YPO_4:Pr^{3+}, Y_2SiO_5:Pr^{3+}, YBO_3:Pr^{3+}, and YPO_4:Bi^{3+}, ECS Journal of Solid State Science and Technology, 6 (2017) R47-R52 .

[0018] 또한, UVC 광원 발생장치에 대한 특허보다는 기존의 개발된 UV램프 등을 응용한 특허들이 많은 실정이며 무기전계발광을 이용하여 UVC를 발광하는 소자는 전무하다.

발명의 내용

[0019] 따라서, 본 발명은 상기 문제점을 극복할 수 있는 무기전계발광소자에 관한 것으로 자외선(UV) 발광하는 형광체 박막을 반도체 혹은 금속 전극 상에 형성하여 액상 전해질전극을 통해서 교류 혹은 직류에서 작동하는 장치 및 그 구조에 관한 것이다.

[0020] 본 장치는 반도체 (혹은 금속) 상에 수 백 나노미터 두께의 형광체 박막 및 전해질 속 상대전극으로 구성되며, 구동전압 수 십 볼트 교류 혹은 직류에서 형광체 박막에서 자외선을 발생한다. 여기서, 반도체는 실리콘(n-type 혹은 p-type), GaAs(n-type 혹은 p-type), 금속은 구리 혹은 알루미늄 혹은 금이 가능하며, 대표적적인 형광체 박막은 Pr이 도핑된 실리케이트 (Y_2SiO_5:Pr, $Y_2Si_2O_7$:Pr) 혹은 알루미네이트 ($YAlO_3$:Pr) 화합물이 가능하다.

[0021] 대표적인 전해질로써 해수를 활용할 수 있고 대면적으로 제작이 가능하여, 선박용 해수 발라스트(balast) 살균 및 대면적 해양 황녹조 제거에 활용될 수 있고 해양 염수를 사용하여 기존의 전해질 기반 UV광원에 비해 제조비

용을 절감할 수 있다.

[0022] 또한 본 발명은 기존 자외선 광원 대비 대면적화, 유연화, 저가격화 및 고내구성화가 가능한 장치이다. 본 발명의 전해질 기반의 투명액상전극을 이용하여 필름형 무기EL소자를 구현하며, 이 소자는 UVC를 발광하고 투명액상전해질에 흡수 없이 투과되어 높은 UVC 발광효율을 가지게 된다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 좌측은 Quartz(부도체)기판의 경우, 우측은 반도체기판의 경우

도 2는 Y_2SiO_5:Pr 형광체를 이용한 전해질기반 무기전계발광소자의 구조(좌측의 Y_2SiO_5:Pr 형광체 필름이 형성되어 있는 Si-Wafer와 우측의 Pt재질의 상대전극이 2cm정도의 간격을 두고 투명액상전해질에 담겨 있는 형태이며 각각 교류전원과 연결된다. 이때 투명액상전해질을 담는 용기는 UVC를 투과할 수 있는 소재로 이루어져야 한다.)

도 3은 Y_2SiO_5:Pr 형광체를 이용한 전해질기반 무기전계발광소자의 주파수 의존 스펙트럼

도 4는 Y_2SiO_5:Pr 형광체를 이용한 전해질기반 무기전계발광소자의 전압 의존 스펙트럼

도 5는 $SrSiO_3$:Pb 형광체를 이용한 전해질기반 무기전계발광소자의 구조

도 6은 $SrSiO_3$:Pb 형광체를 이용한 전해질기반 무기전계발광소자의 전압 의존 스펙트럼

도 7은 $SrSiO_3$:Pb 형광체를 이용한 전해질기반 무기전계발광소자의 주파수 의존 스펙트럼

도 8은 스페이서의 적용 UVC 발광 무기전계발광소자의 구조

도 9는 형광체를 이용한 전해질기반 무기전계발광소자의 구조 개념도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명은 박막형 무기전계발광소자에 관한 것으로 자외선(UV) 발광하는 반도체 (혹은 금속)상의 형광체 박막을 반도체 혹은 금속 전극 상에 형성하여 액상 전해질전극을 통해서 교류 혹은 직류에서 작동하는 장치 및 그 구조에 관한 것이다. 본 장치는 반도체(혹은 금속)상에 형광체 박막 및 전해질 속 상대전극으로 구성되며, 구동전압 수 십 볼트 교류 혹은 직류에서 형광체 박막에서 자외선을 발생한다. 여기서, 형광체 박막의 기판으로는 전도성 반도체 혹은 금속 기판이 가능하다.

[0025] 반도체 기판으로는 n-type 혹은 p-type 실리콘 기판, n-type ZnO 기판, n-type Ga2O3 기판, n-type 혹은 p-type GaAs 기판, n-type AlN 기판, n-type SiC 기판이 가능하다.

[0026] 금속 기판으로는 구리판, 알루미늄판, 텅스텐판. 몰리브텐판, 티타늄판이 가능하며, 특히 상기 금속을 쿼츠(Quartz)상에 박막으로 형성하여 사용하는 것이 적합하다.(도 1을 참조)

[0027] 형광체 박막은 Pr이 도핑된 실리케이트 {Y_2SiO_5:Pr, $Y_2Si_2O_7$:Pr, $Y_4Si_3O_{12}$:Pr, $Y_{14}Si_9O_{39}$:Pr, $Y_9LiSi_6O_{26}$:Pr, $Y_4CaSi_3O_{13}$:Pr, $CaLi_2SiO_4$:Pr, Ca_2SiO_4:Pr}, Pr이 도핑된 옥시나이트라이드 {$Y_5(SiO_4)_3N$:Pr, $YSiO_2N$:Pr, $Y_2Si_3O_3N_4$:Pr, $Y_4Si_2O_7N_2$}, 알루미네이트 {$SrAl_{12}O_{19}$:Pr, $YAl_{11}O_{18}$:Pr, $Y_4AI_2O_9$:Pr, $YAlO_3$:Pr}, Pb가 도핑된 실리케이트 화합물{$SrSiO_3$:Pb, $BaSi_2O_5$:Pb, $CaMgSi_2O_6$:Pb}이 가능하다. 여기서, Y는 La, Li는 Na, Ca는 Mg 혹은 Sr로 치환 가능하며, 결정성장효과에 의한 발광파장을 변화시킬 수 있다. 특히, 형광체 박막은 너무 얇으면 발광하는 영역이 너무 작으며 너무 두꺼우면 고전압인가가 필요하므로 10 - 1,000 nm으로 제한되며, 50 nm내외의 두께에서 30 V 내외의 전압을 인가할 시에 전계 10 MV/cm^2으로 전자방출에 필요한 전계가 인가되고 발광이 시작된다.

[0028] 상기 형광체박막을 형성하기 위해서는, 원료원소로 구성된 전구물질 (precursor)을 화학조성식에 맞게 혼합한 용액상태로 준비하고, 기판상에 100 nm 내외의 두께로 스핀코팅 혹은 딥코팅을 한 후, 300도 전후에서 건조하고, 이어서 1200도 내외의 고온에서 10분 이내로 짧게 열처리(rapid thermal annealing)하여 결정상 형광체 박막을 형성한다. 너무 과다한 시간동안 열처리하면 반도체 혹은 금속기판이 산화 혹은 녹게 되어 두께가 두꺼워져 고전압이 요구되거나 형광박막이 결정화가 이루어지지 않는다. 더 구체적으로는 1200도에서 열처리 시간은 60초 내외에서 50 nm두께의 결정화 된 형광체 박막을 획득할 수 있었다.

[0029] 더불어, 형광체 박막을 전해질에 의한 에칭 효과로부터 보호하고, 표면 플라즈몬 효과에 의한 광추출 향상을 위해서 형광체 박막 상단에 금 혹은 백금을 반투명상태의 아주 얇은 박막 (10 nm 이하)을 스퍼터링 혹 열증착하여 추가하는 것이 바람직하다.

[0030] 투명액상전해질 전극으로는 용매로서 물과 PC(Propylene carbonate), DMSO(Dimethyl sulfoxide), DMF(Dimethylformamide), DMC(Dimethyl carbonate)등이 적합하며, 무기염으로써 $Na_2S_2O_8$, $Na_2S_2O_3$, Na_2SO_4, NaCl, KCl, LiCl, Na_2CO_3, $NaHCO_3$, $NH_4C_2H_3O_2$, $LiPF_6$, $HClO_3$, H_2SO_3, H_2SO_4, $HClO_3$, KOH, LiOH, NaOH, $LiBF_4$ 등이 가능하고, 유기염오로써 TBAA(Tetrabutylammonium Acetate), TBA-TFSI(Tetrabutylammonium bis-triflouromethane sulfonimidat), TBAH(Tetrabutylammonium hexafluorophosphate), TBAI(Tetrabutylammonium iodide), TBAP(Tetrabutylammonium perchlorate), TBATFB(Tetrabutylammonium tetrafluoroborate), TEAC(Tetraethylammonium chloride) 등의 고분자 전해질을 포함하며 언급한 이외의 소재가 다수 존재할 수 있으나 그러한 소재를 사용하더라도 본 발명의 권리 범위를 벗어나는 것은 아니다. 용질의 농도는 1 M 정도가 적합하고, 상기 용질을 2가지이상 혼합하여 사용가능하다. 용질의 농도가 낮으면 저항이 증가하여 높은 전압이 요구되나, 너무 높으면 저항이 감소하나 절연파괴현상이 낮은 전압에서 생긴다.

[0031] 또한, 전해질을 순환시킴으로서 전기화학적 특성을 유지하면서 냉각효과에 의한 발광효율을 향상시킨다. 특히. 본 발명의 장치는 해수 (1 kg에 35 g의 염류가 녹음, 해수평균농도 3.5 %, 해수평균몰농도 0.7 M)에서 UV 발생 가능한 장치이며, 선박용 해수 발라스트(balast) 살균, 대면적 해양 황녹조 제거, 해수 수족관의 살균에 직접 적용할 수 있어, 기존의 전해질 기반 UV광원에 비해 제조비용을 절감할 수 있다.

[0032] 상대전극으로는 Pt전극, Carbon 전극, ITO 전극 등을 사용하며 언급한 이외의 소재가 다수 존재할 수 있다. 그러한 소재를 사용하더라도 본 발명의 권리 범위를 벗어나는 것은 아니다. 상대전극은 작업전극의 표면에서 일어나는 반응과 짝을 이루는 반응이 일어나는 표면을 제공하며 표면적은 기준전극의 표면적과 같거나 또는 큰 것이 바람직하다.

[0033] 구동조건으로는 교류 혹은 직류 펄스 구동이 가능하고, 구동전압은 전해질의 저항값 및 형광체 박막의 두께에 의해 결정되며, 최종적으로 형광체 박막에 인가되는 전계가 10 MV/cm이하가 발광이 시작되기에 적합하다. 특히, 형광체 박막에 음의 전계가 인가 시에 발광하며, 음의 직류 펄스 구동 (forward bias)이 발광효율을 최대화시키기에 적합하다. 또한, 발광휘도는 전압에 따른 전류 증가와 동일하게 증가하고, 낮은 주파수 영역에서는 일정하게 주파수에 비례하는 경향이 있으나, 임계 주파수 이상의 영역에서는 반비례하는 경향을 보였다. 100 Hz 내외의 주파수에서 구동하는 것이 가장 바람직하다.

[0034] 이하에서는 상기된 바와 같이 제작한 UVC 전계발광 장치의 실시예를 통하여 상세히 설명한다.

[0035] <실시예 1> Y_2SiO_5:Pr 형광체 필름을 이용하여 UVC 발광 구현

[0036] Y_2SiO_5:Pr 용액은 $Y(NO_3)_3*6H_2O$, TEOS, $Pr(NO_3)_3$ 을 각각 1.98, 1, 0.02의 Mole 비율로 배합한 후 Acetic Acid, 2-methoxyethanol 용매와 함께 50℃에서 2시간동안 Stirring 시켜 제조한다.(용질의 합이 1g 일 때, Acetic Acid 0.5ml, 2-methoxyethanol 0.5ml)

[0037] 전해질 용액은 $Na_2S_2O_8$, TBAP 전해질을 각각 0.025,0.1의 Mole 비율로 배합한 후 DMSO 용매와 함께 2시간동안 Stirring 시켜 제조한다. (용질의합이 1g일 때 용매는 25ml)

[0038] 이후 작업전극이 되는 n-type Si Wafer상단에 Y_2SiO_5:Pr 용액을 2000rpm, 30sec의 조건으로 스핀코팅 시킨 후 300℃에서 10분간 건조시키고 1200℃에서 60sec동안 Rapid Thermal Annealing 방식으로 열처리하여 형광체 박막 시편을 제조한다.

[0039] 이어서 액상 전해질 용액에 형광체 박막 시편과 상대전극(주로 Pt)을 투입시켜 전계발광소자를 제작하며 도2와 같은 구조를 가진다.

[0040] 이를 sin파 파장의 AC 전원으로 구동 시에 Vth는 약 40Vrms이며 10Hz에서 100Hz까지 2배가량 밝기가 증가한 이후 감소함(도 3 참조)을 보이며 전압에 따라서는 45Vrms에서 85Vrms까지 4배가량 증가(도 4참조)한 이후 90V 이상에서 Breakdown을 일으키며 발광을 멈추었다.

[0041] <실시예 2> $SrSiO_3$:Pb 형광체 박막을 이용하여 UVC 발광 구현

[0042] 실시예 1과 $SrSiO_3$:Pb 용액 조성 이외는 동일한 조건에서 형광체 필름을 합성하고, 동일한 구동 조건으로 동작시킨다. 용액의 조성은 Sr(CHCOO)2, TEOS, Pb(CH3CO2)2 를 각각 0.9, 1, 0.1의 Mole 비율로 배합한 후 Acetic Acid, 용매와 함께 50℃에서 2시간동안 Stirring 시켜 제조한다.(용질의 합이 2g 일 때, Acetic Acid 5ml)

[0043] 최종 제작된 전계발광소자는 도5와 같은 구조를 가지며, sin파 파장의 AC 전원을 공급하여 소자를 구동하는 UVC 발광 전계발광소자의 EL스펙트럼은 Vth가 50Vrms 전후 이며 65Vrms에서 95Vrms까지 밝기가 5배가량 증가한 후 100Vrms 이상에서 Breakdown을 일으키며 발광을 멈춘다.(도 6 참조)

[0044] <실시예 3> 반투명으로 금(Au)이 코팅된 쿼츠(Quartz)기판 상에 Y_2SiO_5:Pr 형광체 박막을 이용하여 UVC 발광 구현

[0045] 실시예 1과 동일한 조건에 기판을 반투명 할 정도의 얇은 금이 스퍼터링된 쿼츠(Quartz)기판으로 교체하여 Y_2SiO_5:Pr 형광체 필름을 합성하고, 동일한 구동 조건으로 동작시킨다. (도1의 좌측 참조)

[0046] 최종 제작된 전계발광소자는 도와 같은 구조를 가지며, AC 전원을 공급하여 소자를 구동하고 UVC 발광을 하는 전계발광소자의 EL스펙트럼은 도7과 같이 나타난다.

[0047] <실시예 4> 스페이서의 적용구조로 UVC 발광 무기전계발광소자의 편리화

[0048] 기판에 형광체 타겟을 스퍼터링 시켜 형광체 필름을 제작하며 기판으로 유연한 고분자 필름을 적용할 시에는 소자의 유연화가 가능하다.

[0049] 이어서 제작된 형광체 필름 위에 70㎛ 두께의 실리콘 스페이서를 장착 후 빈 공간에 액상의 전해질전극을 채운 후 그 위에 UVC가 투과되는 투명전극을 올려 밀봉한다.

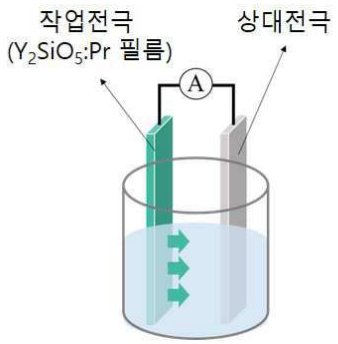
[0050] 최종 제작된 전계발광소자는 도8과 같은 구조를 가지며, AC 전원을 공급하여 소자를 구동한다.

도면

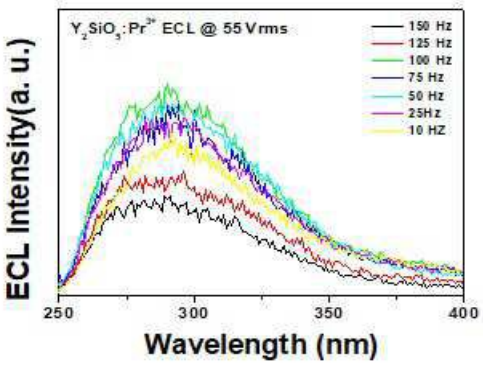
도면1



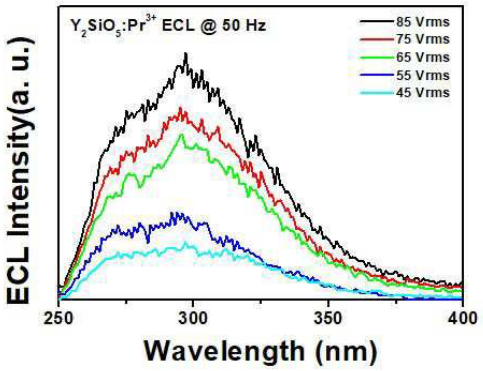
도면2



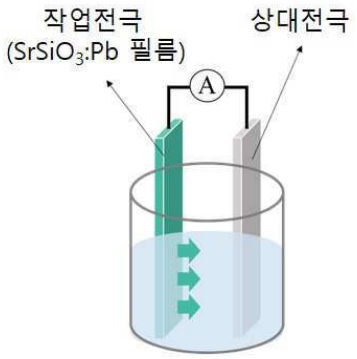
도면3


$Y_2SiO_5:Pr^{3+}$ ECL @ 55 Vrms
150 Hz
125 Hz
100 Hz
75 Hz
50 Hz
25Hz
10 HZ
ECL Intensity(a. u.)
250
300
350
400
Wavelength (nm)

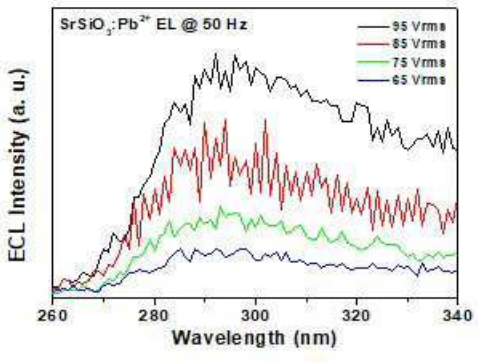
도면4


$Y_2SiO_5:Pr^{3+}$ ECL @ 50 Hz
85 Vrms
75 Vrms
65 Vrms
55 Vrms
45 Vrms
ECL Intensity(a. u.)
250
300
350
400
Wavelength (nm)

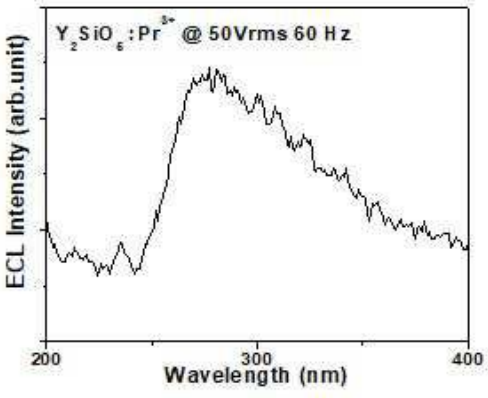
도면5


작업전극
($SrSiO_3$:Pb 필름)
상대전극
A

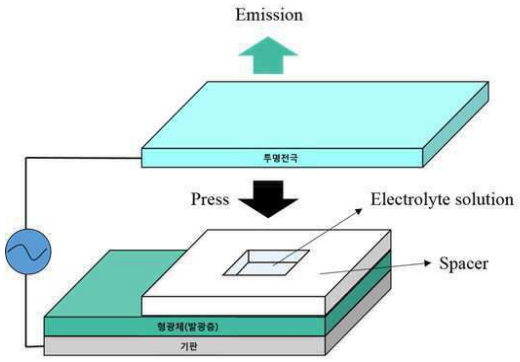
도면6


SrSiO3:Pb2+ EL @ 50 Hz
95 Vrms
85 Vrms
75 Vrms
65 Vrms
ECL Intensity (a. u.)
260
280
300
320
340
Wavelength (nm)

도면7


Y2SiO5:Pr3+ @ 50Vrms 60 Hz
ECL Intensity (arb.unit)
200
300
400
Wavelength (nm)

도면8


Emission
투명전극
Press
Electrolyte solution
Spacer
형광체(발광층)
기판

도면9

