(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.
H05B 33/22 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0107170
(43) 공개일자 2006년10월13일

(21) 출원번호 10-2005-0029218
(22) 출원일자 2005년04월08일

(71) 출원인 한밭대학교 산학협력단
대전 유성구 덕명동 산16-1

(72) 발명자 이종원
대전광역시 서구 월평동 백합아파트 101동 1505호

심사청구 : 있음

(54) 전기발광소자 및 제조방법

요약

본 발명은 발광 휘도를 극대화하여 전색상 면발광소자 및 액정디스플레이 모니터의 백라이트로서도 충분히 활용 가능한 전기발광소자 및 그 제조방법을 제공하기 위한 것으로, 본 발명의 전기발광소자는 기판과, 상부면이 복수개의 볼록한 형상을 갖고 상기 기판 상에 형성되는 하부전극층과, 상기 하부전극층 상에 순차적으로 적층되는 절연층, 발광층, 상부전극층 그리고 상기 상부전극층 상에 형성된 보호층을 포함하여 구성되고, 그 제조방법은 기판 상에 상부면이 복수개의 볼록한 형상을 갖는 하부전극층을 형성하는 공정과, 상기 하부전극층 상에 상기 하부전극층과 동일한 형상을 갖도록 절연층, 발광층 및 상부전극층을 차례로 형성하는 공정과, 상기 상부전극층 상에 보호층을 형성하는 공정을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

대표도

도 2

색인어

기판, 발광층, 전극층, 절연층, 보호층

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래 기술에 따른 전기발광소자의 구성도

도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 전기발광소자의 구성도

도 3a 내지 3d는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 전기발광소자 제조방법을 설명하기 위한 공정도

도 4는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 전기발광소자의 구성도

도 5a 내지 5d는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 전기발광소자의 제조방법을 설명하기 위한 공정도

도면의 주요주분에 대한 부호의 설명

31,51 : 기판 33,53 : 하부전극층

33a : 폴리실리콘층, 텅스텐층 33b,53 : 금속층

35,55 : 절연층 37,57 : 발광층

39,59 : 상부전극층 41,61 : 보호층

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 디스플레이 장치에 관한 것으로 특히, 고휘도 전기발광소자 및 그 제조방법에 관한 것이다.

표시화면의 두께가 수 센티미터(cm)에 불과한 초박형의 평판(Flat panel) 디스플레이, 그 중에서도 액정 디스플레이 장치는 주로, 노트북 컴퓨터용 모니터, 우주선, 항공기 등에 이르기까지 응용분야가 넓고 다양하다.

이러한 액정 디스플레이 장치 중 수동발광형 액정 디스플레이 장치는 액정 패널 뒤에 광원으로 사용되는 백라이트(back light)가 장착되어 있으며, 이러한 백라이트의 장착은 무게, 전력소모 및 두께 측면에서 비효율적으로 작용하고 있어 아직도 많은 연구 대상이 되고 있는 실정이다.

따라서, 향후 새로운 종류의 고효율 자체 발광형 표시장치로서의 대체가 필수적인 것으로 예고되고 있으며, 이에 따라 얇고 가벼운 전기발광소자가 연구, 개발되고 있는 추세에 있다.

진기발광소자는 적용원리에 따라 크게 LED와 ELD로 구분할 수 있으며, 상기 LED는 P-N 접합부근에서 발생하는 전자-정공 재결합 과정의 복사성 전이과정을 이용하며, 최근에는 유기재료를 이용한 LED의 급속한 발전이 이루어지고 있다.

한편, ELD는 발광층 내에서 고에너지의 전자가 생성되고 이러한 전자들이 형광체를 충격 여기(impact excitation)시킬 때 발생되는 발광현상을 이용하는 소자로서, 고전계하에서 발광층 내의 전자가 고전계로부터 에너지를 얻어 고에너지 전자가 되고, 이 고에너지 전자가 발광중심을 여기, 완화시키는 과정에서 광을 발생한다.

상기 ELD는 크게 레진(regin)과 발광 분말(light emitting powder : phosphor)을 혼합하여 후막 인쇄하는 분산형과 박막기술로 제작되는 박막형으로 구분되며, 구동방법에 따라 AC형과 DC형으로 구분할 수 있다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 종래 기술에 따른 전기발광소자를 설명하면 다음과 같다.

도 1은 종래 기술에 따른 전기발광소자의 구성도이다.

도 1에 도시된 바와 같이, 기판(11)과, 상기 기판(11) 상에 ITO(Indium Tin Oxide)와 같은 투명전극이 스트라이프(Stripe) 등의 소정 형태로 형성된 투명전극층(13)과, 상기 투명전극층(13) 상에 실리콘 산화물(SiO_X), 실리콘 질화물(SiN_X), $BaTiO_3$ 등으로 이루어진 하부절연층(15)과, 상기 하부절연층(15) 상에 ZnS계 등의 발광물질로 이루어진 발광층(17)과, 상기 발광층(17) 상에 실리콘 산화물, 실리콘 질화물, 산화알루미늄(Al_2O_3) 등으로 이루어진 상부절연층(19)과, 상기 상부절연층(19) 상에 알루미늄(Al) 등의 금속으로 이루어진 금속전극층(21) 및 상기 금속전극층(21) 상에 형성된 표면보호층(23)으로 구성된다.

이와 같은 종래 전기발광소자는 투명전극층(13)과 금속전극층(21)에 교류 전압을 인가하면 발광층(17)내에 고전계(~10^6 V/cm)가 형성되고, 상부절연층(19)과 발광층(17)의 계면에서 발생한 전자가 발광층(17)으로 터널링(tunneling)된다.

상기 터널링된 전자는 발광층(17) 내의 고전계에 의해 가속화되고, 상기 가속화된 전자는 발광층(17) 내의 발광중심(Activator: Cu 또는 Mn)에 충돌함으로써, 기저상태에서 전자가 여기되고 여기된 전자는 다시 기저상태로 떨어질 때, 그 에너지 차이만큼의 고유한 광을 방출하게 된다. 이때, 상기 광의 색깔은 광에너지에 따라 좌우된다.

이와 같은 종래 전기발광소자의 제조방법을 보다 상세하게 설명하기로 한다.

먼저, 글라스 기판(11) 상에 투명전극층(13)을 형성한다. 즉, 도전성이 높으면서 투명한 물리적 특성을 갖는 ITO(Indium Tin Oxide) 박막을 기판(11) 상에 증착한 후 사진식각(Photolithography) 공정을 이용하여 스트라이프(stripe) 형태로 패터닝하여 투명전극들을 형성한다.

이후, 상기 투명전극층(13) 상에 RF 반응성 스퍼터링(sputtering)법을 이용하여 $BaTiO_3$ 계열의 하부절연층(15)을 형성한 후, 상기 하부절연층(15) 상에 발광층(17)을 형성한다.

이때, 상기 발광층(17)은 ZnS에 Cu 혹은 Mn이 도핑된 분말을 콜드-프레스(cold press)하여 작은 알갱이로 만들어서 전자빔 증착하거나 타겟(target)을 이용한 스퍼터링 방법으로 형성할 수 있다.

이후, 상기 발광층(17)의 상부에 스퍼터링법 또는 CVD(Chemical Vapor Deposition)법 등으로 산화알루미늄(Al_2O_3) 또는 실리콘 질화물, 실리콘 산화물 등으로 이루어진 상부절연층(19)을 형성한다.

이어서, 상기 상부절연층(19) 상에 금속전극층(21)을 형성한다. 즉, 상부절연층(19) 상에 알루미늄(Al) 또는 은(Ag) 등을 열증착법을 이용하여 박막을 형성한 후, 상기 투명전극층(13)의 투명전극들과 교차 배치되는 방향으로 스트라이프 타입의 금속전극들을 형성한 후, 최종적으로 상기 금속전극층(21) 상에 표면보호층(23)을 형성하면 종래 기술에 따른 전기발광소자의 제조공정이 완료된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나 상기와 같은 전기발광소자는 다음과 같은 문제점이 있다.

현재 노트북 컴퓨터나 각종 모니터에 사용되는 TFT-LCD는 자체 발광기능이 없기 때문에 수광형 소자로서 백라이트를 부착하여야 한다. 이러한 백라이트는 냉음극형 형광등에 도광판, 확산판, 프리즘 등을 조합하여 사용하기 때문에 제조 단가가 비싸고 공정 또한 복잡할 뿐만 아니라 그 두께가 두꺼워 모니터 자체의 두께를 증가시키는 요인으로 작용하고 있다.

이러한 백라이트를 대체하고자 종래 기술에서와 같은 전기발광소자를 제안하여 제조 단가 및 두께를 현저하게 감소시킬 수는 있었으나, 휘도가 낮기 때문에 노트북이나 LCD 모니터의 백라이트로서는 부적합하다는 문제점이 있었다.

본 발명은 상기한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 안출한 것으로, 고휘도 구현을 통해 노트북이나 LCD 모니터의 백라이트로서 충분히 활용 가능한 전기발광소자 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 전기발광소자는 기판과, 상부면이 복수개의 볼록한 형상을 갖고 상기 기판 상에 형성되는 하부전극층과, 상기 하부전극층 상에 순차적으로 적층되는 절연층, 발광층, 상부전극층 그리고 상기 상부전극층 상에 형성된 보호층을 포함하여 구성된다.

그리고 본 발명에 따른 전기발광소자 제조방법은 기판 상에 상부면이 복수개의 볼록한 형상을 갖는 하부전극층을 형성하는 공정과, 상기 하부전극층 상에 상기 하부전극층과 동일한 형상을 갖도록 절연층, 발광층 및 상부전극층을 차례로 형성하는 공정과, 상기 상부전극층 상에 보호층을 형성하는 공정을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

이하, 본 발명의 전기발광소자 및 그 제조방법을 첨부된 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

도 2는 본 발명 제 1 실시예에 따른 전기발광소자의 구성도이고, 도 3a 내지 3d는 본 발명 제 1 실시예에 따른 전기발광소자 제조방법을 설명하기 위한 공정도이다.

먼저, 도 2에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 전기발광소자는 기판(31)과, 상기 기판(31) 상에 형성되며 그 표면이 볼록한 형상을 갖는 하부전극층(33)과, 상기 하부전극층(33) 상에 형성되는 절연층(35)과, 상기 절연층(35) 상에 형성되는 발광층(37)과, 상기 발광층(37) 상에 형성되는 상부전극층(39) 그리고 상기 상부전극층(39) 상에 형성되는 보호층(41)으로 구성된다.

여기서, 상기 하부전극층(33)은 폴리실리콘(Poly-Si)층(33a)과 금속층(33b) 또는 텅스텐(w)층과 금속층의 이중층으로 형성한다.

상기 폴리실리콘층(33a)과 금속층(33b)의 이중층으로 형성할 경우에는 상기 폴리실리콘층(33a)은 저압화학기상증착법(LPCVD)으로 형성하며, 금속층(33b)은 열증착법으로 형성한다.

상기 텅스텐층과 금속층의 이중층으로 형성할 경우에는 상기 텅스텐층은 화학기상증착법으로 형성한다.

상기 절연층(35)은 고유전상수를 갖는 $BaTiO_3$계 물질로 형성하며, 상기 상부 전극층(39)은 투명한 도전성 물질인 ITO로 형성한다.

한편, 상기 하부전극층(33)의 표면이 복수개의 볼록한 형상을 가지므로 그 상부에 순차적으로 적층되는 절연층(35), 발광층(37), 상부전극층(39) 또한 그 표면이 볼록한 형상을 갖는다.

결국, 본 발명의 전기발광소자는 하부전극층(33)의 상부면을 복수개의 볼록한 형상을 갖도록 함으로써, 그 상부에 형성되는 발광층(37)의 표면적 증가를 통해 휘도를 증가시킬 수 있다.

이와 같은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 전기발광소자 제조방법을 도 3a 내지 3d를 참조하여 설명하기로 한다.

도 3a에 도시한 바와 같이, 기판(유리 기판)(31) 상에 하부전극층(33)을 형성한다.

즉, 기판(31) 상에 폴리실리콘층(33a)을 560~610℃의 온도 분위기에서 저압화학기상증착법(LPCVD:Low Pressure Chemical Vapor Deposition)으로 성장시킨 후, 상기 폴리실리콘층(33a) 상에 광의 반사특성이 우수한 금속층(33b) 예를 들면, 알루미늄(Al)이나 은(Ag)을 열증착법으로 형성한다.

이때, 상기 폴리실리콘층(33a)을 560~610℃의 온도 분위기에서 저압화학기상증착법으로 성장시킬 경우, 그 표면이 거의 반구형에 가까운 볼록한 형상으로 성장되고, 그 상부에 형성되는 금속층(33b)이 상기 폴리실리콘층(33a)의 표면을 따라 형성되기 때문에 금속층(33b) 또한 폴리실리콘층(33a)과 동일한 형상을 갖고 형성된다.

한편, 상기 폴리실리콘층(33a) 대신에 텅스텐(W)층을 화학기상증착법(CVD)으로 성장시키는 것도 가능한데, 이는 텅스텐층을 화학기상증착법으로 성장시킬 경우에는 폴리실리콘과 같이 완전한 반구형에는 미치지 못하지만 볼록한 모양으로 성장되는 특성을 갖기 때문이다.

이와 같이, 하부전극층(33)의 표면이 복수개의 볼록한 형상을 갖도록 형성한 후, 도 3b에 도시한 바와 같이, 상기 하부전극층(33) 상에 절연층(35)을 형성한다.

상기 절연층(35)은 $BaTiO_3$계 물질로 형성하며 스퍼터링(Sputtering) 또는 화학기상증착법(CVD)으로 형성하는데, 그 하부의 금속층(33b)의 표면이 볼록한 형상을 갖기 때문에 상기 절연층(35)의 표면도 복수개의 볼록한 형상을 갖고 형성된다.

이어, 도 3c에 도시한 바와 같이, 상기 절연층(35)의 상부에 발광층(37)을 형성한다.

상기 발광층(37)의 물질은 ZnS계 발광체로서, 전자빔 증착 또는 스퍼터링 방법으로 형성한다. 마찬가지로 상기 절연층(35)의 표면이 볼록한 형상을 가지므로 발광층(37)의 표면 또한 복수개의 볼록한 형상을 갖고 형성된다.

이어, 도 3d에 도시한 바와 같이, 상기 발광층(37)의 상부에 상부전극층(39)을 형성한다.

상기 상부전극층(39)의 물질은 투명하고 전도성 좋은 ITO(Indium Tin Oxide)이며, 스터터링 방법으로 형성한 후, 포토리소그피(photolithography) 공정을 이용하여 패터닝하고, 상기 패터닝된 상부전극층(39)의 상부에 표면 보호를 위한 보호층(41)을 형성하면 본 발명의 제 1 실시예에 따른 전기발광소자 제조공정이 완료된다.

이와 같은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 전기발광소자는 반사성이 우수한 금속인 알루미늄 또는 은을 하부전극으로 사용하고, 상기 금속의 표면적을 극대화하기 위해 그 하부에 표면이 볼록한 형상을 갖는 폴리실리콘층 또는 텅스텐층을 형성하여 광이 상부로 접속되는 효과를 증대시켜 휘도 향상을 유도한다.

또한, 도 2에 도시된 바와 같이, 발광층(37)의 상부에는 절연층이 형성되지 않기 때문에 절연층에 의한 전압 강하 현상을 최소화하여 구동전압을 감소시킬 수 있다.

한편, 도 4는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 전기발광소자의 구성도이고, 도 5a 내지 5d는 본 발명 제 2 실시예에 따른 전기발광소자 제조방법을 설명하기 위한 공정도이다.

참고로, 본 발명의 제 1 실시예에서는 하부전극층이 폴리실리콘층과 금속층 또는 텅스텐층과 금속층의 이중층으로 구성되었으나, 본 발명의 제 2 실시예에서는 금속층의 단일층으로 구성하였다.

즉, 도 4에 도시한 바와 같이, 기판(51)과, 상기 기판(51) 상에 형성되며, 그 표면이 복수개의 볼록한 형상을 갖는 하부전극층(53)과, 상기 하부전극층(53) 상에 순차적으로 적층된 절연층(55), 발광층(57), 상부전극층(59) 그리고 보호층(61)으로 구성된다.

여기서, 하부전극층(53)은 광의 반사특성이 우수한 금속, 예를 들어 알루미늄(Al) 이나 은(Ag)을 사용한다.

상기 하부전극층(53)은 단순히 열증착법이나 기타 방법으로 형성하였을 경우에는 그 표면이 볼록한 형상을 갖지 않기 때문에 인위적으로 볼록한 형상을 갖도록 식각 공정을 수행하여야 한다.

상기 식각 공정은 습식 식각을 이용하거나 건식 식각을 이용할 수 있으며, 습식과 건식 식각을 동시에 이용할 수 있다.

이와 같은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 전기발광소자 제조방법을 도 5a 내지 5d를 참조하여 설명하기로 한다.

도 5a에 도시한 바와 같이, 기판(유리 기판)(51) 상에 하부전극층(53)을 형성한다.

즉, 상기 기판(51) 상에 알루미늄(Al) 또는 은(Ag)과 같은 광 반사특성이 우수한 금속층(53)을 열증착법으로 형성한 후, 상기 금속층(53)의 표면을 볼록한 형상으로 만들기 위한 식각 공정시 마스크로 사용될 포토레지스트(Photo resist) 패턴(54)을 상기 금속층(53)의 상부에 형성한다.

이후, 상기 포토레지스트 패턴(54)을 마스크로 이용한 건식 식각과 습식 식각을 차례로 진행하여 도 5b에 도시한 바와 같이, 상기 금속층(53)의 표면이 복수개의 볼록한 형상을 갖는 하부전극층(53)을 형성한다.

이어, 도 5c에 도시한 바와 같이, 상기 하부전극층(53)의 상부에 고유전상수를 갖는 절연물질 예컨데, $BaTiO_3$계 물질을 스퍼터링법으로 증착하여 절연층(55)을 형성하고, 상기 절연층(55) 상에 ZnS계 발광체를 전자빔 증착 또는 스퍼터링 방법으로 증착하여 발광층(57)을 형성한다.

이어서, 도 5d에 도시한 바와 같이, 상기 발광층(57)의 상부에 투명한 도전성 물질인 ITO(Indium Tin Oxide)를 증착한 후, 포토리소그래피(Photolithography) 공정으로 패터닝하여 상부전극층(59)을 형성한 다음, 상기 상부전극층(59) 상에 보호층(61)을 형성하면 본 발명의 제 2 실시예에 따른 전기발광소자 제조공정이 완료된다.

이와 같은 본 발명의 제 1, 제 2 실시예에 따른 전기발광소자는 하부전극층(33, 53)과 상부전극층(39, 59)에 교류 전압을 인가하면 발광층(37, 57)에 높은 전기장(~10^6 V/cm)이 형성되고, 절연층(35, 55)과 발광층(37, 57)의 계면에서 발생한 전자가 발광층(37, 57) 내로 터널링(tunneling)된다.

터널링된 전자는 발광층(37, 57)내의 높은 전기장에 의해 가속되고, 가속된 전자는 발광층(37, 57) 내 발광중심에 충돌하여 기저상태의 전자를 여기시킨다.

상기 여기된 전자가 다시 기저상태로 떨어질 때, 그 에너지 차이만큼의 고유한 광을 방출하게 된다.

발명의 효과

이상 상술한 바와 같이, 본 발명의 전기발광소자 및 그 제조방법은 다음과 같은 효과가 있다.

첫째, 광반사특성이 우수한 알루미늄(Al)이나 은(Ag)을 하부전극으로 사용하여 발생된 광이 상부로 집속되는 효과를 통해 휘도를 향상시킬 수 있다.

둘째, 발광층 위에 상부 절연층을 형성하지 않아도 되므로 절연막에 의한 전압강하 효과를 제거하여 소자 구동을 위한 전압감소 효과를 구현할 수 있다.

셋째, 폴리실리콘을 560~610℃의 온도 분위기에서 LPCVD법으로 성장할 경우, 폴리실리콘이 반구형(hemi sphere)으로 성장되므로 단위 면적당 표면적이 증가하게 되어 발광이 이루어지는 발광층의 표면적을 증가시키는 것에 의해 광휘도를 큰 폭으로 증가시킬 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

기판;

상부면이 복수개의 볼록한 형상을 갖고 상기 기판 상에 형성되는 하부전극층;

상기 하부전극층 상에 상기 하부전극층과 동일한 형상을 갖도록 순차적으로 적층되는 절연층, 발광층, 상부전극층;

그리고 상기 상부전극층 상에 형성된 보호층을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 전기발광소자.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 하부전극층은 폴리실리콘층 (혹은 텅스텐층)과 금속층의 적층구조인 것을 특징으로 하는 전기발광소자.

청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 하부전극층은 금속층의 단일층인 것을 특징으로 하는 전기발광소자.

청구항 4.

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서, 상기 폴리실리콘층 및 텅스텐층은 그 표면이 복수개의 볼록한 형상을 갖는 것을 특징으로 하며, 상기 금속층은 알루미늄(Al) 또는 은(Ag)로 구성하는 것을 특징으로 하는 전기발광소자.

청구항 5.

제 2 항 또는 제 3 항에에 있어서, 상기 하부전극층을 형성하는 공정은,

상기 기판 상에 그 상부면이 복수개의 볼록한 형상을 갖는 폴리실리콘층 (혹은 텅스텐층)을 형성하는 공정과,

상기 폴리실리콘층 (혹은 텅스텐층)의 상부에 상기 폴리실리콘층 (혹은 텅스텐층)과 동일한 형상을 갖는 금속층을 형성하는 공정으로 이루어지는 것을 특징으로 하며,

상기 기판 상에 금속층을 형성하는 공정과,

상기 금속층의 표면이 복수개의 볼록한 형상을 갖도록 상기 금속층을 식각하는 공정으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전기발광소자 제조방법.

청구항 6.

제 5 항에 있어서, 상기 폴리실리콘층은 560~610℃의 온도 분위기에서 저압기상증착법으로 형성하는 것을 특징으로 하며,

상기 텅스텐층은 화학기상증착법으로 형성하는 것을 특징으로 하며,

상기 금속층은 열증착법으로 형성하는 것을 특징으로 하며,

상기 금속층의 식각은 습식 식각, 건식 식각, 습식+ 건식 식각 중 어느 하나를 이용하는 것을 특징으로 하는 전기발광소자 제조방법.

청구항 7.

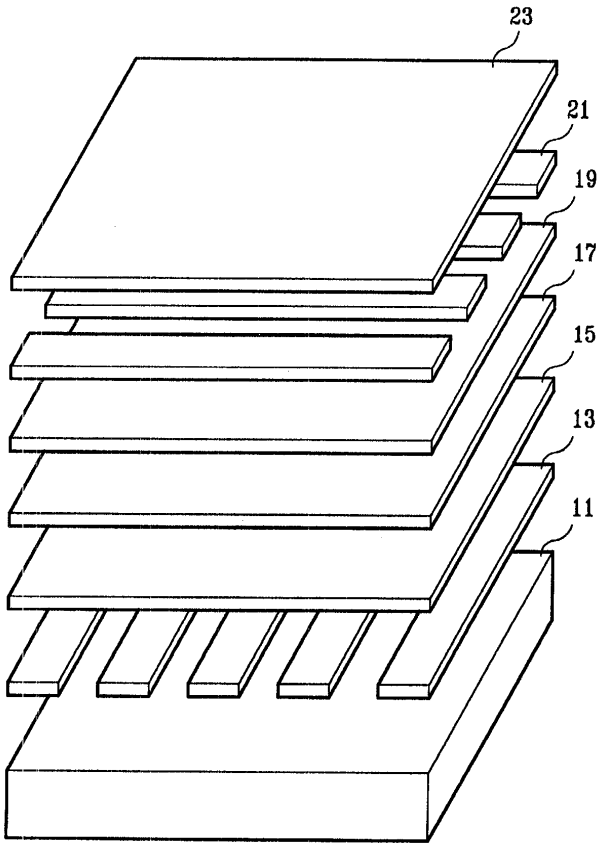
제 1 항에 있어서, 상기 절연층은 $BaTiO_3$계 물질로 형성하는 것을 특징으로 하며,

상기 발광층은 전자빔 증착 또는 스퍼터링법으로 형성하는 것을 특징으로 하며,

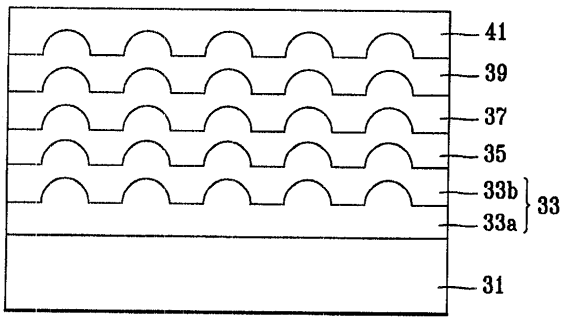
상기 상부전극층은 ITO(Indium Tin Oxide)로 형성하는 것을 특징으로 하는 전기발광소자 제조방법.

도면

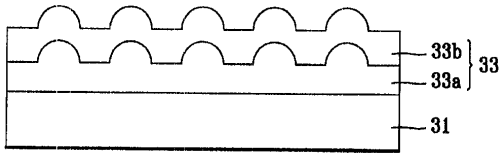
도면1



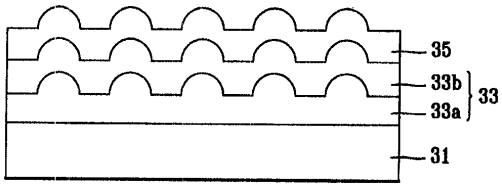
도면2



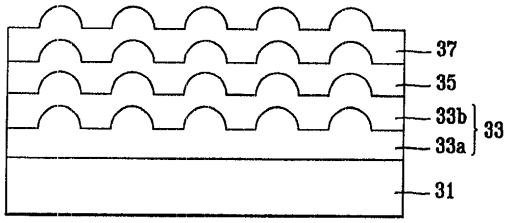
도면3a



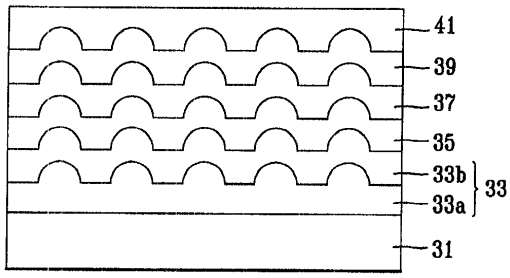
도면3b



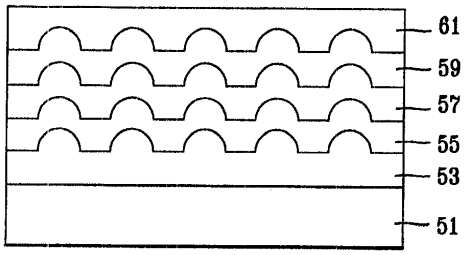
도면3c



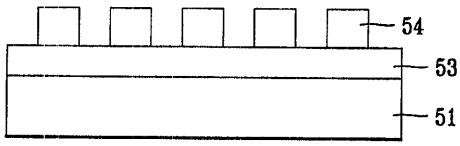
도면3d



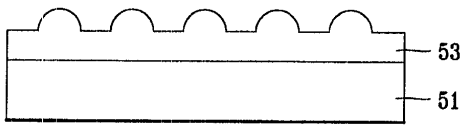
도면4



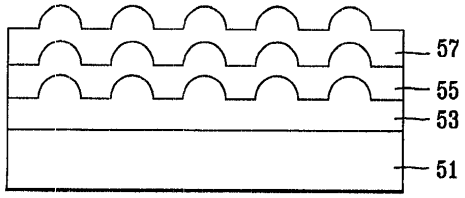
도면5a



도면5b



도면5c



도면5d

