

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. <sup>7</sup> H05B 33/22	(11) 공개번호 10-2005-0111335 (43) 공개일자 2005년11월24일
--	--

(21) 출원번호 10-2005-7015990 (22) 출원일자 2005년08월26일 번역문 제출일자 2005년08월26일 (86) 국제출원번호 PCT/JP2004/002391 국제출원일자 2004년02월27일	(87) 국제공개번호 WO 2004/077887 국제공개일자 2004년09월10일
---	--

(30) 우선권주장 JP-P-2003-00055040 2003년02월28일 일본(JP)

(71) 출원인 더 웨스타임 코퍼레이션  
캐나다 티8엘 3더블류4, 앨버터, 포드 서스캐치원, 10102-114 스트리트

(72) 발명자 다카하시 마사키  
일본 도쿄도 추오쿠 니혼바시 1초메 13반 1고  
야노 요시히코  
일본 도쿄도 추오쿠 니혼바시 1초메 13반 1고  
오이케 도모유키  
일본 도쿄도 추오쿠 니혼바시 1초메 13반 1고  
가타오카 나루키  
일본 도쿄도 추오쿠 니혼바시 1초메 13반 1고

(74) 대리인 김영관  
홍동오

심사청구 : 없음

## (54) E L 기능막 및 E L 소자

### 요약

EL 소자(1)는, 하부 전극(4)이 형성된 기판(2) 위에 설치된 후막 절연체층(16)과 상부 전극(12) 사이에, Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Eu로 이루어진 EL 기능층(6,10) 및 이들 사이에 형성된 MgGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>로 이루어진 발광체층(8)이 설치된 것이다. EL 기능층(6,10)은 절연층 및 전자 주입층으로서의 양 기능을 발휘하는 것이며, 이에 의해, EL 소자(1)의 저전압 구동 및 고발광 휘도가 달성되는 동시에, EL 소자(1)의 구조가 간략화된다.

### 대표도

도 1

### 색인어

EL 기능막, EL 소자, 저전압 구동, 고발광 휘도

## 명세서

### 기술분야

본 발명은, EL 기능막 및 EL 소자에 관한 것이다.

### 배경기술

전계 발광(Electro Luminescence; 본 발명에 있어서 「EL」이라고 표기한다.) 소자는, 발광체의 구성 재료의 차이에 의해 무기 EL 소자와 유기 EL 소자로 대별된다. 발광체에 무기 재료를 사용하는 무기 EL 소자는, 발광체에 유기 재료를 사용하는 유기 EL 소자와 비교하여 발광 수명이 길다고 하는 특성을 가지고 있고, 시계나 LCD(액정 디스플레이)의 백 라이트, 또는 차재 모니터 등, 높은 내구성이 필요로 되는 용도를 중심으로 실용화되고 있다.

도 3은 종래의 무기 EL 소자의 대표적인 구성의 요부를 도시한 사시도이다. EL 소자(20)는, 이중 절연형 박막 EL 소자이고, 전기 절연성을 갖는 투명 기판(21) 위에, 스트라이프상으로 설치된 하부 전극(22), 하부 절연체층(24), 발광체층(26), 상부 절연체층(28) 및 스트라이프상으로 설치된 상부 전극(30)이 이러한 순서로 적층된 것이다.

투명 기판(21)으로서는, 일반적으로 LCD나 PDP(플라스마 디스플레이 패널) 등에 사용되고 있는 청판 유리 등의 투명 기판이 채용되어 있다. 또한, 하부 전극(22)은 통상적으로 막 두께 0.1 내지 1 $\mu$ m 정도의 ITO(Indium Tin Oxide)로 구성된다. 한편, 상부 전극(30)은, Al 등의 금속으로 구성된다. 하부 절연체층(24) 및 상부 절연체층(28)은, 스퍼터링이나 증착 등에 의해 형성된 두께 0.1 내지 1 $\mu$ m 정도의 박막이고, 통상적으로  $Y_2O_3$ ,  $Ta_2O_3$ , AlN, BaTiO<sub>3</sub> 등으로 이루어진다. 발광체층(26)은, 일반적으로 발광 중심이 되는 도판트를 포함하는 발광체로 이루어지고, 이의 막 두께는 통상적으로 0.05 내지 1 $\mu$ m 정도이다.

이러한 구성의 종래의 EL 소자에서는, 하부 전극(22) 및 상부 전극(30)의 한쪽이 행 전극, 다른 쪽이 열 전극이 되며, 양자의 연재 방향이 서로 직교하도록 배치되어 있다. 즉, 양 전극(22,30)에 의해 매트릭스 전극이 구성되고, 행 전극과 열 전극의 교차부에서의 발광체층(26)이 화소가 된다. 이러한 매트릭스 전극에 의해서 구성되는 각 화소에 교류 전원(32)으로부터 교류 전압 또는 펄스 전압이 선택적으로 인가됨으로써, 발광체층(26)이 전계 발광하고, 이의 출사광이 투명 기판(21) 측으로부터 취출된다.

이러한 구성을 갖는 무기 EL 소자를 퍼스널 컴퓨터, 텔레비전 등의 디스플레이 용도에 사용하기 위해서는 컬러화가 필연적으로 요구된다. 이를 위해서는, 적색(R), 녹색(G) 및 청색(B)의 3원색에 대응하여 발광하는 발광체가 필요해진다.

각 색의 발광이 가능한 발광체로서는, 청색 발광체로서, 모체 재료가 SrS, 발광 중심이 Ce인 발광체(이하, 「SrS:Ce」와 같이 표기한다.), SrGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub>:Ce나 ZnS:Tm, 적색 발광체로서, ZnS:Sm이나 CaS:Eu, 녹색 발광체로서 ZnS:Tb, CaS:Ce 등이 공지되어 있다.

그러나, 이러한 발광체에는 발광 휘도 및 색 순도의 양 특성을 동시에 만족하는 것이 없으며, RGB 각각의 순색의 발광을 수득하기 위해서는 컬러 필터를 개재시킬 필요가 있었다. 따라서, 이러한 종래의 무기 EL 소자를, 예를 들면, 디스플레이 용도에 사용하기 위해서는, 발광의 강도(휘도)가 불충분하였다.

이러한 부적당을 해소하여 발광 강도의 향상을 도모하기 위해, 예를 들면, 미국 특허 제4751427호 명세서에 기재되어 있는 바와 같은, 발광체층과 절연체층 사이에 캐리어 주입층을 설치한 5층 구조를 갖는 무기 EL 소자가 제안되어 있다.

도 4는, 캐리어 주입층이 설치된 무기 EL 소자의 대표적인 구성의 요부를 도시한 모식 단면도이다. EL 소자(40)는, EL 소자(20)와 동일하게 이중 절연형 박막 EL 소자이고, 유리 기판(41) 위에 투명 전극(42), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 하부 절연체층(44), ZnS층(46), SrS:CeF<sub>3</sub> 발광체층(48), ZnS층(50), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 상부 절연체층(52) 및 알루미늄 상부 전극(54)이 이러한 순서로 적층된 것이다. 또한, 투명 전극(42) 및 알루미늄 상부 전극(54)에는 교류 전원(56)이 접속되어 있다.

이러한 구성의 EL 소자(40)에 있어서, ZnS층(46,50)은 각 절연체층(44,52)과 발광체층(48) 사이에 개재하는 완충층이고, 캐리어 주입층으로서의 역할을 하고 있다. 이에 의해, 발광체층(48)으로의 전자 주입이 증강되고, 그 결과, 무기 EL 소

자의 발광 휘도 및 발광 효율이 향상된다. 또한, 전자 주입이 용이해지는 점에서, 효과적인 발광을 발생시키기 위한 전압(휘도-전압 특성을 나타내는 곡선(L-V 커브)에 있어서의 발광 역치 전압)이 저하되고, 이의 특성 곡선의 급진성이 높아지기 때문에, 구동 회로 소자의 부하가 감소되는 동시에 전력 소비가 감소될 수 있다.

#### 발명의 개시

디스플레이에 대해서는, 최근, 보다 더 고휘도화, 고콘트라스트화, 고상세 화 및 저소비전력화 및 신뢰성의 향상이 갈망되고 있다. 그러나, 상기 종래의 5층 구조의 발광체를 갖는 무기 EL 소자라도, 이러한 요구를 충분히 만족하는 것이 아니다. 또한, 상기 소자와 같이 완충층을 채용함으로써, EL 소자의 제조 공정수가 증가되어 버리지만, 경제성의 관점에서는, 구조를 극력 간소화하는 것이 바람직하다.

그래서, 본 발명은 상기 사정을 감안하여 이루어진 것이며, 종래에 비해 보다 더 저전압 구동이 가능하고, 더구나 발광 휘도를 향상시킬 수 있는 동시에, 소자 구조를 간소화할 수 있는 EL 기능막 및 EL 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

본 발명자들은 예의 연구를 거듭한 결과, 절연성을 갖는 특정한 막을 피착시킴으로써, 발광체층과 해당 막과의 계면 준위에 포획된 전자의 여기·방출 효과를 높일 수 있는 것을 밝혀내고, 본 발명을 완성하기에 이르렀다.

즉, 본 발명에 의한 EL 기능막은, 복수의 전극층과, 당해 전극층 사이에 설치되고, 제1 금속 산화물 및 금속 황화물 중 1종 이상으로 구성되는 모체 재료 중에 발광 중심이 도핑된 발광체층을 구비하는 EL 소자에 사용되는 EL 기능막으로서, 전극층 사이에 배치되고, 발광체층의 한측 이상에 설치되며, 주성분으로서 제2 금속 산화물을 포함함을 특징으로 한다.

이와 같이 구성된 EL 기능막은, 상술한 종래의 무기 EL 소자에 있어서의 절연체층(44,52) 및 캐리어 주입층인 ZnS층(46,50)의 쌍방의 기능을 동시에 발현하는 것이다. 즉, 본 발명의 EL 기능막은, 전극층과 발광체층 사이에 배치된 단순한 절연막이 아니라, 제2 금속 산화물을 주성분으로서 포함함으로써 발광체층으로의 전자 주입이 촉진되는 것이 확인되었다.

이러한 기구의 상세한 것은 아직 충분히 해명되지 않았지만, 전자의 열적 여기에 의한 주입 효율이 높아지도록 발광체층과 EL 기능막의 계면에 형성되는 포획준위의 분포 및 이의 밀도가 변화하는 것, 전계 효과에 의한 장벽 에너지의 저하율이 증대되는 것, 또는 전계 방출에 의한 전자의 터널링 확률이 증대되는 것 등이 요인의 하나로 추정된다. 단, 작용은 이들에 한정되지 않는다.

따라서, EL 기능막에 의해, 종래와 동등한 인가 전압이라도 발광체층으로의 전자 주입 효율이 높아진다. 또한, 절연과 캐리어 주입을 한층에서 담당할 수 있기 때문에, 종래의 5층 구조의 무기 EL 소자보다도 적층 구조가 간소화되고, 이에 의해, 예를 들면, 절연체층(44,52)에 기인하는 전압 손실에 의한 전계의 감약이 억제된다. 또한, 추가로 발광체층이 EL 기능막과 동등하게 주로 산화물로 형성되는 경우는, 양자의 피착성이 높아질 수 있다. 또한, ZnS층(46,50)을 캐리어 주입층에 사용하는 경우에 비해 내후성이 향상될 수 있다.

또한, EL 기능막에 포함되는 상기 제2 금속 산화물은, 제1 금속 산화물 또는 금속 황화물을 구성하는 금속 원소 중 1종 이상과 동일한 금속 원소를 포함하는 것이 바람직하다. 이에 의해, EL 기능막 및 발광체층 사이의 결정 정합성 또는 조성 정합성이 향상될 수 있기 때문에, 쌍방의 밀착성이 더욱 높아진다. 단, 작용은 이에 한정되지 않는다.

보다 구체적으로는, 제2 금속 산화물로서 Ga 산화물, 희토류 금속 산화물, Zn 산화물 또는 Al 산화물을 바람직하게 사용할 수 있다. 후술하는 바와 같이, 이 중에서는, Ga 산화물이 더욱 바람직하고, 화학량론적으로는  $Ga_2O_3$  또는 이에 가까운 화학양론(stoichiometry)을 갖는 것이 특히 유용하다.

또한, 제2 금속 산화물 중에 금속 원소가 도핑되어 있으면 보다 바람직하다. 이렇게 하면, EL 기능막 중의 전자의 이동이 원활해져 발광체층으로의 전자 주입이 촉진되어 발광 효율이 향상된다. 또한, 추가로 도핑되는 금속 원소가, 발광체층에 있어서 발광 중심으로서 포함되는 금속 원소와 동일한 금속 원소이면 한층 더 바람직하다. 이 경우, EL 기능막에 있어서 전계 발광이 발생했다고 해도, 이의 발광색은 발광체층에서의 것과 동계색이 된다. 따라서, 색 순도의 열화가 억제된다.

또한, 제1 금속 산화물(발광체층의 모체 재료)로서는, Mg 원자, Ga 원자 및 O 원자를 포함하는 것이 바람직하고,  $Mg_xGa_yO_z$ (마그네슘갈레이트)가 보다 바람직하고,  $MgGa_2O_4$  또는 이에 가까운 3원 조성을 갖는 것이 특히 바람직하다.

이러한 금속 산화물을 사용한 발광체층은, 황화물계의 발광체에 비해 큰 발광 휘도가 수득될 뿐만 아니라, 전압을 인가하고 나서 발광이 안정되기까지의 시간(응답 시간)이 비교적 짧다고 하는 특성을 갖는다. 이러한 발광체층에 본 발명의 EL 기능막을 조합하면, 전자 주입 효과가 특이적으로 높아지는 것이 확인되었다.

또한, 제1 금속 산화물 및 금속 황화물로 구성되는 모체 재료 중에 도핑되는 발광 중심이 Eu인 발광체층의 경우, 전자 주입 효과가 비약적으로 높아지는 것이 판명되었다. 특히, 발광체층이  $\text{MgGa}_2\text{O}_4:\text{Eu}$ 일 때에, 이의 효과가 한층 더 현저해지는 것이 확인되었다.

그리고, 제2 금속 산화물이 Ga 산화물( $\text{Ga}_2\text{O}_3$  등)이고, 제2 금속 산화물 중에 도핑되는 금속 원소가 Eu인 것, 즉  $\text{Ga}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ 가 본 발명의 EL 기능막으로서 특히 바람직하다. 이러한 구성을 갖는 EL 기능막은, 상술과 같이 Eu를 발광 중심으로 하는 발광체층, 특히 적색 발광하는 발광체층과 조합하여 사용하면 가장 바람직한 것이 현시점에서 확인되고 있다.

또한, 본 발명에 의한 EL 소자는, 본 발명의 EL 기능막을 사용하여 적합한 것이며, 제1 전극층과, 당해 제1 전극층에 대하여 설치된 제2 전극층과, 제1 및 제2 전극층 사이에 배치되고, 제1 금속 산화물 및 금속 황화물중 1종 이상으로 구성되는 모체 재료에 발광 중심이 도핑된 발광체층과, 제1 및 제2 전극층 사이에 배치되어, 발광체층의 1층 이상에 형성되어 있고, 주성분으로서 제2 금속 산화물을 포함하는 EL 기능막으로 구성되는 EL 기능층을 구비함을 특징으로 한다.

바람직하게는, 제2 금속 산화물이 Ga 산화물, 희토류 금속 산화물, Zn 산화물, Al 산화물이 되며, 이 중에서는 Ga 산화물이 보다 바람직하다. 또한, 제2 금속 산화물 중에 Eu가 도핑되어 이루어지는 것이면 특히 유용하다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 의한 EL 소자의 대표적인 구성의 요부를 도시한 사시도이다.

도 2는 도 1에 있어서의 II-II선을 따르는 단면의 요부를 도시한 모식 단면도이다.

도 3은 종래의 무기 EL 소자의 대표적인 구성의 요부를 도시한 사시도이다.

도 4는 전자 주입층이 설치된 무기 EL 소자의 대표적인 구성의 요부를 도시한 모식 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 최상의 형태

이하, 본 발명의 실시형태에 관해서 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 또한, 동일 요소에는 동일 부호를 부여하고, 중복되는 설명을 생략한다. 또한, 상하좌우 등의 위치 관계는, 도면의 위치 관계에 근거하는 것으로 한다.

도 1은 본 발명에 의한 EL 소자의 대표적인 구성의 요부를 도시한 사시도이다. 또한, 도 2는 도 1에 있어서의 II-II선을 따르는 단면의 요부를 도시한 모식 단면도이다. EL 소자(1)는, 상부 방사형(Top emission type)의 이중 절연형의 박막 무기 EL 소자이다. 당해 EL 소자(1)는, 기판(2) 위에 하부 전극(4)(제1 전극층), 후막 절연체층(16), EL 기능층(6)(EL 기능막), 발광체층(8), EL 기능층(10)(EL 기능막) 및 상부 전극(12)(제2 전극층)이 이러한 순서로 적층된 구성을 갖고 있다. 또한, 하부 전극(4) 및 상부 전극(12)에는, 교류 전원(14)이 접속되도록 되어 있다. 우선, EL 소자(1)를 구성하는 각 층에 관해서 설명한다.

#### (기판(2))

기판(2)은 상부에 EL 소자(1)에 있어서의 각 층을 형성할 수 있고, 또한 상부에 형성된 EL 기능층(6)을 오염시킬 우려가 없는 것이면 특별히 한정되지 않고, EL 소자(1)의 형성시에 이루어지는 어닐링 처리에 있어서의 어닐 온도에 견딜 수 있는 내열성을 갖고 있는 것이 바람직하다.

구체적으로는, 바람직하게는  $600^\circ\text{C}$  이상, 보다 바람직하게는  $700^\circ\text{C}$  이상, 더욱 바람직하게는  $800^\circ\text{C}$  이상의 내열 온도 또는 용점을 갖는 것을 들 수 있다. 이러한 특성을 갖는 기판용의 재료로서는, 알루미늄( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), 포스페이트

( $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ ), 스테아타이트( $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ ), 플라이트( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ), 베리리아( $\text{BeO}$ ), 질화알루미늄( $\text{AlN}$ ), 질화규소( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ), 탄화규소( $\text{SiC}$ ) 등을 주성분으로 하는 세라믹 기판이나, 이러한 세라믹 재료 분말을 충전체로서 유리 분말을 혼합 소결시킨 유리 세라믹 기판, 알칼리 토류 결정화 성분을 포함하는 결정화 유리 기판 등을 들 수 있다.

#### (하부 전극(4))

하부 전극(4)은 복수의 대상(帶狀) 전극이 일정 간격으로 스트라이프상으로 일정 방향으로 연재하도록, 기판(2) 위에 배치되어 이루어져 있다. 이러한 하부 전극(4)은, 소정의 고도전성을 발현하는 것이며, 어닐링 처리시의 고온이나 산화성 분위기에 의해 손상을 받기 어려운 것이면 바람직하고, 또한 상방에 형성되는 EL 기능층(6) 및 발광체층(8)과의 반응성이 극력 낮은 것이면 보다 바람직하다.

구체적으로는, 하부 전극(4)을 구성하는 재료로서는, 금속 재료가 바람직하다. 예를 들면, Au, Pt, Pd, Ir, Ag 등의 귀금속, Au-Pd, Au-Pt, Ag-Pd, Ag-Pt 등의 귀금속합금, Ag-Pd-Cu 등의 귀금속을 주성분으로 하여 비(卑)금속 원소가 첨가된 합금을 바람직한 예로서 들 수 있다. 이러한 금속 재료를 사용함으로써, 고온 또는 산화성 분위기에 대한 내성이 충분히 높아진다.

#### (후막 절연체층(16))

후막 절연체층(16)은, 하부 전극(4)이 형성된 기판(2) 위에 형성되어 있다. 이러한 후막 절연체층을 구성하는 재료로서는, 바람직하게는 세라믹 재료를 구성재료로서 예시할 수 있다. 구체적으로는,  $\text{BaTiO}_3$ ,  $(\text{Ba}_x\text{Ca}_{1-x})\text{TiO}_3$ ,  $(\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x})\text{TiO}_3$ ,  $\text{PbTiO}_3$ , PZT, PLZT 등의 페로브스카이트(perovskite) 구조를 가진 (강)유전체 재료나, PMN( $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ ) 등으로 대표되는 복합 페로브스카이트 킬렉서형 강유전체 재료,  $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ ,  $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$  등으로 대표되는 비스무스 층상 화합물,  $(\text{Sr}_x\text{Ba}_{1-x})\text{Nb}_2\text{O}_6$ ,  $\text{PbNb}_2\text{O}_6$  등으로 대표되는 텅스텐브론즈형 강유전체 재료 등을 들 수 있다. 또한, 「PZT」란,  $\text{Pb}(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$ 을 나타낸다.

이 중에서는,  $\text{BaTiO}_3$ 이나 PZT, PMN 등의 페로브스카이트 구조인 것이, 절연체층 형성시에 실시하는 소성 공정이 비교적 용이해지기 때문에 바람직하다. 이와 같이, 하부 전극(4)이 형성된 기판(2) 위에 후막 절연체층(16)이 형성되어 있음으로써, 기판 표면이 갖는 요철 또는 하부 전극(4)에 의한 요철이 피복되어 후술의 EL 기능층(6,10)과의 접촉면은 평탄화되고, 이러한 요철에 기인하여 발생하는 국소적인 발광 특성의 이상이나 내압 결함의 발생 등이 충분히 감소된다.

#### (EL 기능층(6,10))

EL 기능층(6,10)은, 도시한 바와 같이, 하부 전극(4)과 상부 전극(12) 사이에 배치되고, 각각 발광체층(8)에 피착되어 있다. EL 기능층(6,10)은, 주성분으로서 금속 산화물(제2 금속 산화물)을 포함하는 EL 기능막으로 구성되는 것이다. 금속 산화물로서는, Ga 산화물, 희토류 금속 산화물, Zn 산화물 또는 Al 산화물을 바람직하게 사용할 수 있으며, 각각  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ln}_2\text{O}_3$ , ZnO 및  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 화학 조성을 갖는 산화물이면 보다 바람직하다. 이 중에서는, Ga 산화물 또는 Zn 산화물이 보다 바람직하고, Ga 산화물이 특히 바람직하다.

또한, 상기 금속 산화물은 후술하는 발광체층(8)의 모체 재료(매트릭스)를 구성하는 금속 산화물(제1 금속 산화물) 또는 금속 황화물을 구성하는 금속 원소중 1종 이상과 동일한 금속 원소를 포함하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 예를 들면, 발광체층(8)을 구성하는 모체 재료가 Mg 원자, Ga 원자 및 O 원자를 포함하는 금속 산화물, 특히 마그네슘갈레이트인 경우, EL 기능층(6,10)이 Ga 산화물이면 적합하다.

또한, EL 기능층(6,10)은 금속 원소가 도핑된 것이 바람직하다. 이러한 도판트 원소로서는, 종래 일반적으로 사용되는 것을 들 수 있고, 구체적으로는, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Gd, Tb, Ho, Er, Tm, Lu, Sm, Eu, Dy, Yb 등의 희토류 원소나, Mn, Pb, Bi, Cr 등의 전이금속 원소를 예시할 수 있다.

이러한 금속 원소로서는, EL 소자(1)의 발광의 색 순도가 저하되는 것을 방지하는 관점에서, 발광체층(8)의 발광색과 동계색의 발광을 나타내는 것이 바람직하다. 특히, 발광체층(8)에 포함되는 발광 중심을 형성하는 금속 원소와 동일한 것이 바람직하다.

구체적으로는, 발광체층(8)이 청색 발광체인 경우에는, 예를 들면, Tm 또는 Ce가, 녹색 발광체인 경우에는, 예를 들면, Tb 또는 Ho가, 적색 발광체인 경우에는, 예를 들면, Cr, Eu, Pr Sm, Yb 또는 Nd가 바람직하다. 또한, 이러한 금속 원소는 반드시 상기의 조합에 한정되는 것이 아니며, 기타 조건에 따라서 적절하게 변경하는 것이 가능하고, 또한 2종 이상의 금속 원소를 조합하여 사용할 수도 있다. 이러한 모체 재료와 도판트 원소의 조합 중에서는, EL 기능층(6,10)이  $Ga_2O_3:Eu$ 이면 특히 바람직하다.

여기에서, EL 기능층(6,10)의 두께는, 바람직하게는 1 내지 100nm이고, 보다 바람직하게는 3 내지 60nm이고, 더욱 바람직하게는 5 내지 30nm이고, 특히 바람직하게는 10nm 정도이다. EL 기능층(6,10)의 두께가 1nm 미만이면, 전자 주입 효과가 수득되기 어려워지는 경향이 있다. 한편, 100nm을 초과하면 구동을 위한 전압이 높아지는 경향이 있다.

#### (발광체층(8))

발광체층(8)은 금속 산화물(제1 금속 산화물) 및 금속 황화물 중의 1종 이상으로 구성되는 모체 재료 중에 발광 중심이 되는 원소가 도핑된 것이다. 모체 재료에 사용하는 금속 산화물 및 금속 황화물 중 1종 이상으로서는, 발광체 재료로서 일반적으로 사용되는 것을 적용할 수 있다. 예를 들면, 금속 황화물로서는 Zn 황화물이나 Sr 황화물을 들 수 있고, ZnS 등의 2원계의 금속 황화물이나 BaAlS 등의 복합 금속 황화물을 사용할 수 있다. 복합 금속 황화물로서 BaAlS를 사용하는 경우, Ba 원자가 Mg 등의 다른 금속 원자로 일부 치환되어 있어도 양호하며, 또한, S 원자가 산소 원자로 일부 치환되어 있어도 양호하다. Mg의 치환이 과잉일 경우에는, BaAlS와 MgS가 2층 분리된 상태라도 상관 없다.

금속 산화물로서는 2원계의 금속 산화물이나 복합 금속 산화물을 사용할 수 있다. 2원계의 금속 산화물로서는, Ga 산화물( $Ga_2O_3$  또는  $GaO$ ), 희토류 금속 산화물( $Ln_2O_3$ ), Ge 산화물( $GeO_2$ ), Sn 산화물( $SnO_2$ ) 등을 예시할 수 있다. 또한, 괄호 안은 각각의 금속 산화물의 대표적인 화학 조성을 나타내는 것이며, 이의 조성은 반드시 이들에 한정되지 않는다. 또한, 복합 금속 산화물로서는, 예를 들면, Mg, Ca, Sr, Ba 또는 Zn과, Ga, Al, B 또는 In을 포함하는 산화물을 들 수 있다. 이 중에서는 Mg 및 Ga를 필수 성분으로서 포함하는 것이 보다 바람직하고,  $Mg_xGa_yO_z$ 의 마그네슘갈레이트가 특히 바람직하다.

발광체층(8)의 모체 재료가 마그네슘갈레이트인 경우, Ga 원자와 Mg 원자의 몰 비(Ga/Mg)는, 1 내지 3이면 바람직하고, 1.1 내지 2.5이면 보다 바람직하고, 1.2 내지 2.2이면 더욱 바람직하고, 1.6 정도이면 특히 바람직하다. 이러한 Ga/Mg 비가 1 미만이거나 3을 초과하면, 발광 휘도가 저하되는 경향이 있다. 그리고, 마그네슘갈레이트 중에서도,  $MgGa_2O_4$  또는 이에 가까운 화학 조성을 갖는 것이 특히 바람직하다.

또한, 발광 중심을 형성하는 금속 원소로서는, 종래의 EL 소자에 있어서 발광 중심으로서 사용되는 희토류 원소 또는 전이 금속 원소를 특별히 제한없이 사용할 수 있다. 예를 들면, 상술한 EL 기능층(6,10)에 포함될 수 있는 도판트 원소와 동일한 것을, 목적으로 하는 발광색에 따라서 적절하게 선택하여 적용할 수 있다. 또한, 발광 중심으로서, 2종 이상의 금속 원소를 조합하여 사용해도 상관 없다.

모체 재료를 구성하는 금속 산화물이 상술한 마그네슘갈레이트와 같은 Mg-Ga-O계 산화물인 경우, 도판트 원소로서는, 바람직하게는 Eu 또는 Tb이고, 보다 바람직하게는 Eu이다. Mg-Ga-O계 산화물은, 특히  $Eu^{3+}$ 의 호스트로서 우수하고, 이러한 조합에 의해 고휘도 및 고순도의 적색 발광을 수득하는 것이 가능해진다.

이러한 도판트 원소의 함유량은, 모체 재료인 금속 산화물에 포함되는 금속 원소의 합계 몰량에 대하여 0.1 내지 10mol%인 것이 바람직하다. 이러한 함유량이 0.1mol% 미만이면 발광 중심이 적기 때문에, 충분한 발광 휘도가 수득되지 않게 되는 경향이 있다. 한편, 10mol%를 초과하면 발광 중심 자신에 의한 농도 소광이 발생하여, 발광 휘도가 저하되는 경향이 있다.

여기에서, 발광체층(8)의 두께는, 50 내지 700nm이면 바람직하고, 100 내지 300nm이면 보다 바람직하고, 100 내지 200nm이면 더욱 바람직하고, 150nm 정도이면 특히 바람직하다. 이러한 두께가 50nm 미만이면, 발광 휘도가 부적합할 정도로 저하되어 버릴 우려가 있으며, 700nm를 초과하면, 발광 역치 전압이 과도하게 상승되어 버리는 경향이 있다.

#### (상부 전극(12))

상부 전극(12)은, 복수의 대상 전극이 일정 간격으로 스트라이프상으로 하부 전극(4)의 연재 방향과 직교하는 평면 방향으로 연재하도록, EL 기능층(10) 위에 배치되어 이루어져 있다. 이의 상부 전극(12)은, EL 소자(1)가 상부 방사형이기 때문에, 투명 도전 재료로 구성된다. 이러한 투명 도전 재료로서는,  $\text{In}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ , ITO 또는  $\text{ZnO-Al}$ 과 같은 산화물 도전성 재료 등을 사용할 수 있다. 이의 상부 전극(12)의 두께는, 통상적으로 0.2 내지  $1\mu\text{m}$ 이 된다.

#### (EL 소자(1)의 제조방법)

다음에, 이와 같이 구성된 EL 소자(1)를 제조하는 방법의 일례에 관해서 이하에 설명한다. 우선, 세라믹 기판, 유리 세라믹 기판 및 결정화 유리 기판 등으로 이루어진 기판(2)을 준비한다. 다음에, 당해 기판(2) 위에 스트라이프상으로 하부 전극(4)을 형성한다. 이러한 방법은 특별히 한정되지 않고, 예를 들면, 분말금속 페이스트, 유기 금속 페이스트(레지네이트 금속 페이스트)를 사용한 인쇄법, 또는 일반적으로 사용되는 에칭 프로세스 등에 의해 형성할 수 있다.

다음에, 하부 전극(4)이 형성된 기판(2) 위에 후막 절연체층(16)을 형성시킨다. 구체적인 방법으로서, 미리 세라믹 재료 분말에 결합제나 분산제, 용제 등을 혼합한 후막 페이스트를, 기판(2) 위에 도포하고 건조시켜 후막 그린으로 하고, 이어서 당해 후막 그린을 소정의 온도로 소성하여 절연체층을 형성하는 방법이나, 졸겔법, MOD(Metallo-organic decomposition)법 등의 용액 도포 소성법 등을 들 수 있다.

이어서, EL 기능층(6)을 구성하는 재료(금속 산화물 등)를 펠렛상으로 가공한 것을 타겟으로서 사용한 EB(엘렉트론빔) 증착 또는 스퍼터링에 의해, 후막 절연체층(16) 위에 EL 기능층(6)을 형성한다. 구체적으로는, 예를 들면, EB 증착에 의해  $\text{Ga}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ 로 이루어진 EL 기능층(6)을 형성시키는 경우, Ga 산화물의 펠렛 및 Eu 산화물의 각 펠렛을 제작하여,  $\text{O}_2$  가스를 도입한 챔버 내에서 당해 2개의 펠렛을 타겟으로서 사용하여, 기판(2) 위에 EB 증착한다. 또한, 이 경우, 도핑시키는 Eu는 반드시 산화물의 형태일 필요는 없으며, 금속, 플루오르화물 또는 황화물 등의 형태로 적절하게 사용해도 상관 없다.

EB 증착시의 기판 온도는, 통상적으로 실온 내지  $600^\circ\text{C}$ , 바람직하게는 150 내지  $300^\circ\text{C}$ 가 된다. 또한, 증착시의 챔버내 압력은, 통상적으로  $1.33 \times 10^{-4}$  내지  $1.33$  내지  $10^{-1}\text{Pa}$ , 바람직하게는  $6.65 \times 10^{-3}$  내지  $6.65$  내지  $10^{-2}\text{Pa}$ 가 된다. 여기에서, 막 조성을 균일하게 하고, 또한 막 두께의 분포의 불균일을 적게 하는 관점에서는, 증착시에 기판(2)을 이동 또는 회전시키는 것이 바람직하다.

다음에, 발광체층(8)을 구성하는 재료(금속 산화물 및 도판트 원소 등)를 펠렛상으로 가공한 것을 타겟으로서 사용하고, EB 증착 또는 스퍼터링에 의해 EL 기능층(6) 위에 발광체층(8)을 형성한다. 구체적으로는, 예를 들면, EB 증착에 의해  $\text{MgGa}_2\text{O}_4:\text{Eu}$ 로 이루어진 발광체층(8)을 형성시키는 경우에는, Ga 산화물 및 Eu를 첨가한 Mg 산화물의 각 펠렛을 제작한 후,  $\text{O}_2$  가스를 도입한 챔버 내에서 당해 2개의 펠렛을 타겟으로서 사용하여, EL 기능층(6) 위에 EB 증착한다. 첨가하는 Eu는, 금속, 산화물, 플루오르화물 및 황화물의 형태 중 어떠한 것이라도 양호하다. 또한, 증착시의 기판 온도 및 챔버내 압력은 상술의 EL 기능층(6)에서의 것과 동일한 조건으로 실시할 수 있다.

이와 같이 발광체층(8)을 형성한 후에는, 어닐링 처리를 실시하는 것이 바람직하다. 어닐링 처리는, 발광체층(8)의 형성 직후, 즉, 발광체층(8)이 노출된 상태에서 실시해도 양호하며, EL 기능층(10)을 형성한 후, 또는, 상부 전극(12)을 형성한 후에 실시해도 양호하다.

이러한 어닐링 처리는, 대기중, 질소 분위기하, 아르곤 분위기하, 유황 증기 분위기하, 황화수소 분위기하 또는 산소 분위기하에서 실시할 수 있고, 특히, 산화성 분위기 중에서 실시하는 것이 바람직하다. 이 때의 주위 압력은, 고진공 내지 대기압에서 적절하게 선택된다. 여기에서, 산화성 분위기관, 공기와 동등 또는 이보다 높은 산소 농도인 상태를 말한다. 산화성 분위기 중에서 어닐을 실시함으로써, 발광체층(8)의 결정화가 촉진되어, 발광 휘도를 더욱 향상시킬 수 있다.

또한, 어닐 온도는, 통상적으로 500 내지  $1000^\circ\text{C}$ 의 범위가 되며, 600 내지  $800^\circ\text{C}$ 의 범위로 하는 것이 바람직하다. 또한, 어닐 시간은 통상적으로 1 내지 60분 정도이고, 5 내지 30분으로 하는 것이 바람직하다. 어닐 온도가  $500^\circ\text{C}$ 보다 낮거나 어닐 시간이 1분 미만인 경우에는, 발광 휘도를 충분히 향상시키기 어려운 경향이 있으며, 어닐 온도가  $1000^\circ\text{C}$ 보다 높거나 어닐 시간이 60분을 초과하는 경우에는, EL 소자(1)에 있어서의 발광체층(8) 이외의 구성 부재가 손상되어 버릴 우려가 있다.

이어서, 발광체층(8) 위에 EL 기능층(6)의 형성과 동일하게 하여 EL 기능층(10)을 형성시킨 후, 그 위에 스트라이프상의 상부 전극(12)을 증착법, 스퍼터링법, CVD법, 졸겔법, 인쇄 소성법 등의 공지된 방법에 의해 형성하여 EL 소자(1)를 수득한다.

이와 같이 구성된 EL 소자(1)에 의하면, 이하에 나타내는 작용·효과가 수득되게 된다. 예를 들면, EL 기능층(6,10)에  $\text{Ga}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ 를 사용하고, 발광체층(8)에  $\text{MgGa}_2\text{O}_4:\text{Eu}$ 를 사용한 것을 예로 들면, 발광체층(8)에 EL 기능층(6,10)이 피착되어 설치됨으로써, 발광체층(8)과 EL 기능층(6,10)의 각 계면에 형성되는 포획 준위의 분포 및 이의 밀도 변화, 전계 효과에 의한 장벽 에너지의 저하율의 증가, 또는, 개념적으로는 장벽 포텐셜이 지금까지 이상으로 협소화됨으로써 전자의 터널링 확률의 증대 등이 발생하여 발광체층(8)으로의 전자 주입이 촉진된다. 특히,  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 을 포함하는 EL 기능층(6,10)은 전자의 터널링 확률의 증대 효과가 현저하기 때문에, 발광체층(8)으로의 전자 주입 효율이 현저하게 증대한다.

또한, 이 경우, 발광체층(8) 및 EL 기능층(6,10)은, 어느 쪽도 Ga를 포함하는 금속 산화물로 구성되어 있기 때문에, 결정 정합성 및 조성 정합성이 양호하고, 이에 의해 양 층의 피착성이 높아져 박리 등의 발생이 감소되는 동시에, 내후성도 향상되게 된다. 또한, EL 기능층(6,10)이 각각 하부 절연체층 및 상부 절연체층을 겹하기 때문에, 소자 구조의 간략화가 도모된다.

따라서, 이러한 EL 소자(1)에 의하면, 캐리어 주입층을 설치한 종래의 EL 소자와 비교하여, 보다 더 저전압 구동이 가능해지고, 또한 양호한 발광 휘도가 수득될뿐만 아니라, 소자 수명이 극히 향상되고, 또한 소자 구조의 간소화에 의한 미세화 및 경박화 및 공정 단축이 가능해진다. 따라서, 이러한 EL 소자(1)를 탑재한 디스플레이 등의 보다 나은 고휘도, 고세밀화, 고콘트라스트화를 실현할 수 있고, 시인성을 향상시킬 수 있다. 또한, 제조 비용의 삭감 및 저소비 전력화에 의한 경제성의 향상을 도모할 수 있는 동시에, 신뢰성도 향상시키는 것이 가능해진다.

또한, 본 발명에 의한 EL 소자는, 상술의 실시 형태에 한정되는 것이 아니며, 이의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 여러 가지 변형이 가능하다. 예를 들면, 하부 전극(4)과 EL 기능층(6) 사이, 및/또는 상부 전극(12)과 EL 기능층(10) 사이에, 다른 절연체층이 설치되어 있어도 양호하다. 이러한 다른 절연체층은 박막상으로 하는 것이 바람직하다. 이렇게 하면, 발광체층(8) 내의 전류를 제한하는 효과가 더욱 향상되어, EL 소자의 내전압 특성이 양호해진다.

다른 절연체층을 구성하는 재료로서는, 산화규소( $\text{SiO}_2$ ), 질화규소( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ), 산화탄탈( $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ), 티탄산스트론튬( $\text{SrTiO}_3$ ), 산화이트륨( $\text{Y}_2\text{O}_3$ ), 지르코니아( $\text{ZrO}_2$ ), 실리콘옥시나이트라이드( $\text{SiON}$ ), 알루미나( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 등을 들 수 있다.

이러한 절연체층은 스퍼터링법, 증착법, 또는 CVD법 등의 기상 퇴적법에 의해 형성할 수 있다. 단, EL 소자(1)의 구조 및 제조공정을 간략화하는 관점에서는, 하부 전극(4) 및 발광체층(8) 사이 및 발광체층(8) 및 상부 전극(12) 사이에서, 각각 EL 기능층(6,10)만을 설치하는 것이 바람직하다.

또한, EL 기능층(6,10)의 적어도 어느 한쪽과, 산화물을 모체(매트릭스) 재료로 하는 발광체층(8) 사이에, 예를 들면,  $\text{ZnS}$ 층 등의 다른 캐리어 주입층이 설치되어 있어도 양호하다. 이러한 구성은, 특히 EL 기능층(6,10)이 Ga 산화물일 때 유용하다.

이 경우, EL 기능층(6,10) 및 다른 캐리어 주입층에 의한 각각의 전자 주입효과가 중첩되어 나타나고, 그 결과, 발광 역치 전압의 저하 및 발광 휘도의 증대를 한층 더 촉진시킬 수 있는 경우가 있다. 또한, EL 기능층(6,10)과 다른 캐리어 주입층의 적층 순서는 어느 한쪽이 발광체층(8)측에 위치하도록 해도 양호하지만, 통상적으로, 각 EL 기능층(6,10)과 발광체층(8) 사이에 다른 캐리어 주입층을 설치하면 보다 바람직하다.

또한, 상부 전극(12) 위에 복수의 RGB 셀을 갖는 컬러 필터층을 설치해도 양호하다. 이렇게 하면, 발광체층(8)이 백색 발광체일 때에 풀컬러화를 달성하기 쉽다. 또한, 상부 전극(12) 위에 복수의 색 변환체 셀을 갖는 색 변환체층을 설치해도 양호하다. 이렇게 하면, 발광체층(8)이 RGB 중 어느 하나의 단색 발광체인 경우에 풀컬러화를 달성하기 쉬워진다.

## 실시예

이하, 본 발명을 실시예에 의해 더욱 상세하게 설명하지만, 본 발명은 이들에 한정되는 것이 아니다.

(실시예 1)

우선, 기판 재료로서  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 을 사용하고, 이를 시트상으로 가공하여 기판(2)으로 하였다. 다음에, 당해 기판(2) 위에 Au를 분말 금속 페이스트상으로 한 것을 스크린 인쇄한 후에 소성하여 하부 전극(4)을 형성시켰다. 이어서, 후막 절연체층 재료로서 PMN-PT( $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ - $\text{PbTiO}_3$ )을 사용하여, 이를 분말상으로 한 후, 결합제, 분산제 및 용제를 첨가하여 후막 페이스트로 하고, 하부 전극(4)이 형성된 기판(2) 위에 도포한 다음에 건조시키고, 추가로 소성을 실시하여 후막 절연체층(16)을 형성시켰다.

다음에,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  펠렛을 사용한 증착법에 의해 후막절연체층(16) 위에  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 로 이루어진 EL 기능층(6)을 형성시킨 후, 그 위에 ZnS 펠렛을 사용한 증착법에 의해서 ZnS로 이루어진 다른 캐리어 주입층을 형성시켰다. 또한,  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  펠렛을 넣은 EB(일렉톤빔)원과 Eu를 15mol% 첨가한 MgO 펠렛을 넣은 EB원을 갖는 챔버 내에, 상술의 하부 EL 기능층이 형성된 후의 적층체를 배치하였다.

그 후, 챔버 내에  $\text{O}_2$  가스(유량 10sccm)를 도입하고, 각 EB원으로부터 원료가 되는 반응 가스를 동시에 증발시키고, 150℃로 가열한 EL 기능층(6) 형성후의 적층체를 회전시키면서, EL 기능층(6) 위에  $\text{MgGa}_2\text{O}_4\cdot\text{Eu}$ 로 이루어진 발광체층(8)을 형성시켰다. 또한, EB 증착 조건은, 발광체층(8)의 성막 속도가 1nm/s가 되도록 조절하였다.

이어서, EL 기능층(6)과 동일하게 하여 발광체층(8) 위에 EL 기능층(10)을 형성시킨 후, 수득된 적층체에 대하여, 650℃의 공기 중에서 10분간의 어닐링 처리를 실시하였다. 어닐링 처리후의 EL 기능층(10) 위에, ITO 타겟을 사용한 RF 마그네트론 스퍼터링법에 의해 상부 전극(12)을 형성하고, 추가로 하부 전극(4) 및 상부 전극(12)에 리드선을 접속하여, 본 발명의 EL 소자를 수득하였다.

또한, 실시예 1에 있어서는,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 으로 이루어진 EL 기능층(6,10)의 두께가 5 내지 100nm, ZnS로 이루어진 다른 캐리어 주입층의 두께가 50 내지 200nm, 발광체층(8)의 두께가 100 내지 200nm의 범위 내에서 상이한 값이 되도록 각 막 형성 시간을 적절하게 변화시켜, 여러 가지 복수의 EL 소자를 제작하였다.

(실시예 2)

EL 기능층(6,10)을 이하와 같이 하여  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 로 이루어진 층으로 한 것, 및 ZnS로 이루어진 다른 캐리어 주입층을 설치하지 않은 것 이외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 본 발명에 의한 여러 가지 복수의 EL 소자를 수득하였다.

즉,  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  펠렛을 넣은 EB원을 갖는 챔버 내에서,  $\text{O}_2$  가스(유량 10sccm)를 도입하면서, EB원에서 원료가 되는 반응 가스를 증발시키고, 150℃로 가열한 적층체(후막 절연체층(16)이 형성된 후의 적층체 또는 발광체층(8)이 형성된 후의 적층체)를 회전시키면서, 후막 절연체층(16) 위 또는 발광체층(8) 위에  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 로 이루어진 EL 기능층(6,10)을 형성시켰다.

(실시예 3)

EL 기능층(6,10)을 이하와 같이 하여  $\text{Ga}_2\text{O}_3\cdot\text{Eu}$ 로 이루어진 층으로 한 것 이외에는, 실시예 2와 동일하게 하여 복수의 EL 소자를 수득하였다.

즉,  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  펠렛을 넣은 EB원과  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  펠렛을 넣은 EB원을 갖는 챔버 내에서,  $\text{O}_2$  가스(유량 10sccm)를 도입하면서, 각 EB원에서 원료가 되는 반응 가스를 동시에 증발시키고, 150℃로 가열한 적층체(후막 절연체층(16)이 형성된 후의 적층체 또는 발광체층(8)이 형성된 후의 적층체)를 회전시키면서, 후막 절연체층(16) 위 또는 발광체층(8) 위에 EL 기능층(6,10)을 형성시켰다.

[발광 역치 전압 및 상대 휘도의 측정]

평가용 샘플(1)로서, 실시예 1의 EL 소자중  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 로 이루어진 EL 기능층(6,10)의 두께가 각각 30nm, 70nm이고, ZnS로 이루어진 다른 캐리어 주입층의 두께가 100nm이고,  $\text{MgGa}_2\text{O}_4\text{:Eu}$ 로 이루어진 발광체층(8)의 막 두께가 150nm이고, 이의 발광체층(8)의 Eu 함유량이 2.38mol%이고, Ga/Mg 원자 조성비가 1.61인 것을 선정하였다.

평가용 샘플(2)로서, 실시예 2의 EL 소자중  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 으로 이루어진 EL 기능층(6,10)의 두께가 10nm이고,  $\text{MgGa}_2\text{O}_4\text{:Eu}$ 로 이루어진 발광체층(8)의 막 두께가 150nm이고, 이의 발광체층(8)의 Eu 함유량이 2.38mol%이고, Ga/Mg 원자 조성비가 1.61인 것을 선정하였다.

평가용 샘플(3)로서, 실시예 2의 EL 소자중  $\text{Ga}_2\text{O}_3\text{:Eu}$ 로 이루어진 EL 기능층(6,10)의 두께가 10nm이고, 각 EL 기능층(6,10)의 Eu 함유량이 7.57mol%이고,  $\text{MgGa}_2\text{O}_4\text{:Eu}$ 로 이루어진 발광체층(8)의 막 두께가 150nm이고, 이의 발광체층(8)의 Eu 함유량이 2.38mol%이고, Ga/Mg 원자 조성비가 1.61인 것을 선정하였다.

다음에, 이들의 평가용 샘플 (1) 내지 (3)의 하부 전극(4) 및 상부 전극(12)에 리드선을 접속하였다. 그리고, 리드선을 통해 양 전극(4,12)에, 변조 전압: L60, 구동 주파수: 1kHz, 인가 전압 파형: 펄스(펄스 폭:  $50\mu\text{s}$ ), 측정 환경 온도:  $25^\circ\text{C}$ 의 조건에서 교류 전압을 인가하였다. 이 때, 각 평가용 샘플의 EL 소자에 있어서  $1\text{cd}/\text{m}^2$ 의 발광이 수득되는 전압을 「발광 역치 전압」이라고 하고, 또한, 발광 역치 전압에 추가로 60V 인가하여 측정된 발광 휘도를 측정 휘도로 하였다. 수득된 결과를 정리하여 표 1에 기재한다.

[표 1]

실시예	평가용 샘플	EL 기능층	발광역치전압 (V)	측정휘도 ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )
1	1	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{ZnS}$	120	1816
2	2	$\text{Ga}_2\text{O}_3$	100	3296
3	3	$\text{Ga}_2\text{O}_3\text{:Eu}$	90	4152

이러한 결과로부터, EL 기능층(6,10)을 설치한 EL 소자는, 발광 역치 전압이 충분히 낮으며, 또한 상대 휘도도 충분히 높은 것이 확인되었다. 특히,  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  및  $\text{Ga}_2\text{O}_3\text{:Eu}$ 로 이루어진 EL 기능층(6,10)을 구비하는 것(실시예 2,3)은, 100V 이하로 극히 낮은 발광 역치 전압을 나타내고, 또한, 발광 휘도도 극히 높아지는 것이 판명되었다.

### 산업상 이용 가능성

이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 EL 기능막 및 이를 구비한 EL 소자에 의하면, 종래에 비해 저전압 구동이 가능하고, 발광 휘도 및 발광 효율을 극히 높일 수 있는 동시에, 소자 구조의 간략화가 가능해져 경제성을 향상시킬 수 있다. 그리고, 이들에 의해 본 발명의 EL 소자를 구비하는 디스플레이의 시인성 및 신뢰성이 높아지는 동시에, 소비 전력을 감소시키는 것이 가능해진다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

복수의 전극층과, 당해 전극층 사이에 설치되고, 제1 금속 산화물 및 금속 황화물중 1종 이상으로 구성되는 모체 재료 중에 발광 중심이 도핑된 발광체층을 구비하는 EL 소자에 사용되며, 전극층 사이에 배치되고, 발광체층의 1층 이상에 설치되고, 주성분으로서 제2 금속 산화물을 포함하는 EL 기능막.

#### 청구항 2.

제1항에 있어서, 제2 금속 산화물이 제1 금속 산화물 또는 금속 황화물을 구성하는 금속 원소중 1종 이상과 동일한 금속 원소를 포함하는 EL 기능막.

### 청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서, 제2 금속 산화물이 갈륨 산화물, 희토류 금속 산화물, 아연 산화물 또는 알루미늄 산화물인 EL 기능막.

### 청구항 4.

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서, 제2 금속 산화물 중에 금속 원소가 도핑되어 이루어진 EL 기능막.

### 청구항 5.

제4항에 있어서, 제2 금속 산화물 중에 도핑되는 금속 원소가 발광 중심을 형성하는 금속 원소와 동일한 금속 원소인 EL 기능막.

### 청구항 6.

제1항 내지 제5항 중의 어느 한 항에 있어서, 제1 금속 산화물이 마그네슘 원자, 갈륨 원자 및 산소 원자를 포함하는 EL 기능막.

### 청구항 7.

제1항 내지 제6항 중의 어느 한 항에 있어서, 발광 중심이 유로퓸인 EL 기능막.

### 청구항 8.

제4항 내지 제7항 중의 어느 한 항에 있어서, 제2 금속 산화물이 갈륨 산화물이고, 제2 금속 산화물 중에 도핑되는 금속 원소가 유로퓸인 EL 기능막.

### 청구항 9.

제1항 내지 제8항 중의 어느 한 항에 있어서, 전극층과 발광체층 사이에 단일층으로서 설치되는 EL 기능막.

### 청구항 10.

제1 전극층,

제1 전극층에 대향하여 설치된 제2 전극층,

제1 및 제2 전극층 사이에 배치되고, 제1 금속 산화물 및 금속 황화물중 1종 이상으로 구성되는 모체 재료에 발광 중심이 도핑된 발광체층 및

제1 및 제2 전극층 사이에 배치되고, 발광체층의 1층 이상에 형성되어 있고, 주성분으로서 제2 금속 산화물을 포함하는 EL 기능막으로 구성되는 EL 기능층을 구비하는 EL 소자.

### 청구항 11.

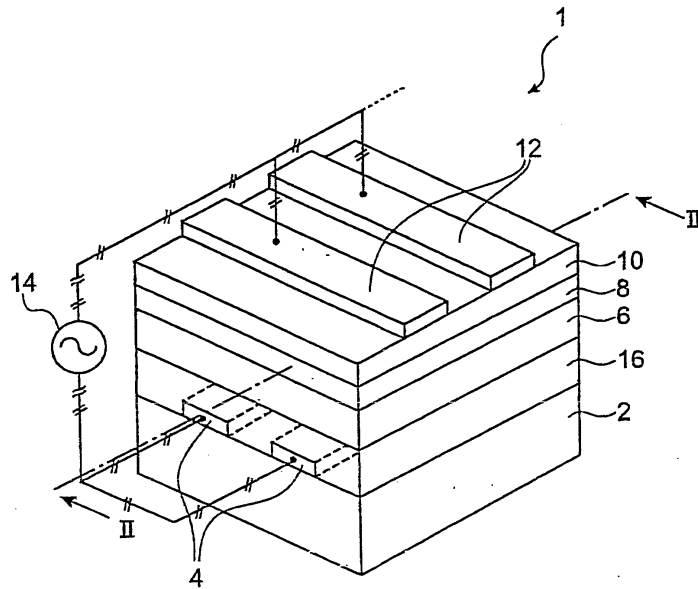
제10항에 있어서, 제2 금속 산화물이 갈륨 산화물인 EL 소자.

### 청구항 12.

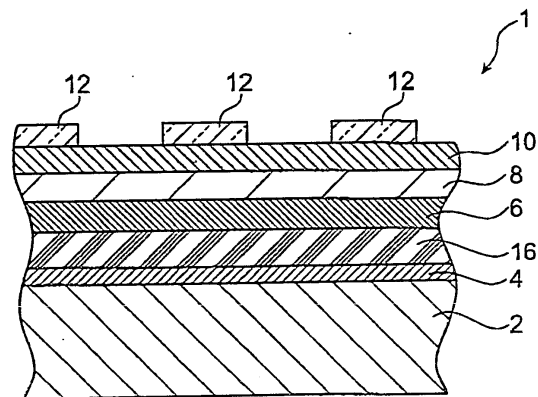
제10항 또는 제11항에 있어서, 제2 금속 산화물 중에 유로퓸이 도핑되어 이루어진 EL 소자.

도면

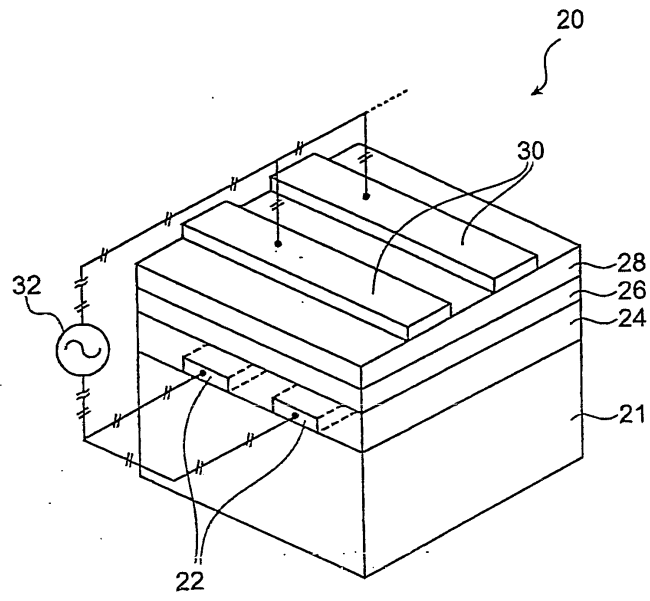
도면1



도면2



도면3



도면4

