

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-243622

(P2012-243622A)

(43) 公開日 平成24年12月10日(2012.12.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO5B 33/28 (2006.01)</b>	HO5B 33/28	3K107
<b>HO1L 51/50 (2006.01)</b>	HO5B 33/14	A
<b>HO5B 33/12 (2006.01)</b>	HO5B 33/12	B
	HO5B 33/22	D

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2011-113519 (P2011-113519)  
 (22) 出願日 平成23年5月20日 (2011.5.20)

(71) 出願人 000005821  
 パナソニック株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (74) 代理人 100087767  
 弁理士 西川 恵清  
 (74) 代理人 100155745  
 弁理士 水尻 勝久  
 (74) 代理人 100155756  
 弁理士 坂口 武  
 (74) 代理人 100161883  
 弁理士 北出 英敏  
 (72) 発明者 中村 将啓  
 大阪府門真市大字門真1048番地 パナ  
 ソニック電気株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子

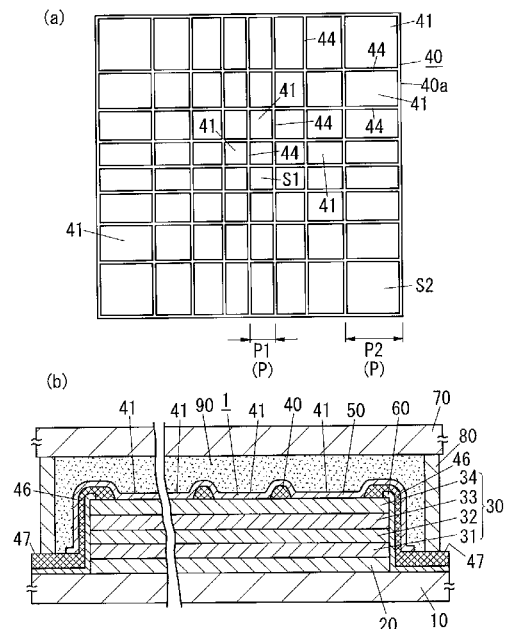
(57) 【要約】

【課題】輝度むらの低減を図ることが可能で且つキャリアの注入性を向上させることが可能な有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

【解決手段】有機エレクトロルミネッセンス素子は、基板10と、基板10の一表面側に設けられた第1電極20と、基板10の上記一表面側で第1電極20に対向した第2電極40と、第1電極20と第2電極40との間にあり発光層32を含む機能層30とを備えている。第2電極40は、機能層30からの光の取り出し用の開口部41が複数設けられて網状に形成されるとともに、周部から中心部に近づくにつれて密になるように形成されている。

【選択図】 図1

- 10 基板
- 20 第1電極
- 30 機能層
- 32 発光層
- 40 第2電極
- 41 開口部
- 50 導電性層



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板と、前記基板の一表面側に設けられた第 1 電極と、前記基板の前記一表面側で前記第 1 電極に対向した第 2 電極と、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間にあり少なくとも発光層を含む機能層とを備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、前記第 2 電極は、前記機能層からの光の取り出し用の開口部が複数設けられて網状に形成されるとともに、周部から中心部に近づくにつれて密になるように形成されていることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 2】

前記開口部に、前記第 2 電極と前記機能層とに接し且つ光透過性を有する導電性層が設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。 10

## 【請求項 3】

前記導電性層が、前記第 2 電極を覆っていることを特徴とする請求項 2 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 4】

前記開口部における前記導電性層の高さが、前記第 2 電極の高さよりも低いことを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 5】

前記機能層は、前記第 2 電極と前記導電性層との両方が接する最表層として、導電性高分子層を含んでいることを特徴とする請求項 2 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。 20

## 【請求項 6】

前記導電性層は、導電性ナノ構造体と透明媒体とを含む透明導電膜、あるいは、前記機能層からの光を透過可能な厚みの金属薄膜からなることを特徴とする請求項 2 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 7】

前記第 2 電極が陽極であり、前記機能層は、前記発光層よりも前記第 2 電極側にあるホール注入層を含んでいることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 8】

前記第 2 電極は、金属の粉末と有機バインダとを含む電極からなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。 30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来から、図 6 に示す構成の有機エレクトロルミネッセンス素子が提案されている（特許文献 1）。この有機エレクトロルミネッセンス素子は、一方の電極（陰極）101 が基板 104 の表面に積層され、電極 101 の表面上に電子注入・輸送層 105 を介して発光層 103 が積層され、発光層 103 上に、ホール注入・輸送層 106 を介して他方の電極（陽極）102 が積層されている。また、この有機エレクトロルミネッセンス素子は、基板 104 の上記表面側に封止部材 107 を備えている。したがって、この有機エレクトロルミネッセンス素子では、発光層 103 で発光した光が、光透過性電極として形成される電極 102、透明体で形成される封止部材 107 を通して放射されるようになっている。 40

## 【0003】

反射性の電極 101 の材料としては、例えば、Al、Zr、Ti、Y、Sc、Ag、In などが挙げられている。また、光透過性電極である電極 102 の材料としては、例えば、インジウム - 錫酸化物（ITO）、インジウム - 亜鉛酸化物（IZO）などが挙げられ 50

ている。

【0004】

ところで、有機エレクトロルミネッセンス素子を高輝度で点灯させるためには、より大きな電流を流す必要がある。しかしながら、有機エレクトロルミネッセンス素子は、一般的に、ITO膜からなる陽極のシート抵抗が、金属膜、合金膜、金属化合物膜などからなる陰極のシート抵抗に比べて高いため、陽極での電位勾配が大きくなって、輝度の面内ばらつきが大きくなってしまふ。

【0005】

また、従来から、スパッタ法により形成されるITO膜からなる電極を備えた構成の問題点を解決するエレクトロルミネッセンス・ランプとして、ITO膜からなる電極を用いずに構成されたエレクトロルミネッセンス・ランプが提案されている（特許文献2）。特許文献2には、例えば、図7に示すように、第1の導電層220、エレクトロルミネッセンス物質230、第2の導電層240および基板245を備え、第1の導電層220が、矩形の開口250を有する矩形格子電極により構成されてなるエレクトロルミネッセンス・ランプ210が提案されている。

10

【0006】

ここで、特許文献2には、第1の導電層220および第2の導電層240を、銀インク、炭素インクなどの導電性インクで形成することが好ましい旨が記載されている。また、特許文献2には、第1の導電層220、エレクトロルミネッセンス物質230、第2の導電層240を、スクリーン印刷法やオフセット印刷法などにより形成することが記載されている。

20

【0007】

なお、特許文献2には、均一な明るさのエレクトロルミネッセンス・ランプ210が必要な場合は、ランプ表面にわたって開口250の密度を略一定とすることが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2006-331694号公報

【特許文献2】特表2002-502540号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところで、図7に示した構成のエレクトロルミネッセンス・ランプ210では、第1の導電層220における中央部と周部でのキャリア注入性に差が生じて輝度むらが発生しやすく、また、第1の導電層220からエレクトロルミネッセンス物質230へのキャリア注入性が低下してしまい、外部量子効率が低下してしまうという問題があった。

【0010】

本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、輝度むらの低減を図ることが可能で且つキャリアの注入性を向上させることが可能な有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、基板と、前記基板の一表面側に設けられた第1電極と、前記基板の前記一表面側で前記第1電極に対向した第2電極と、前記第1電極と前記第2電極との間にあり少なくとも発光層を含む機能層とを備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、前記第2電極は、前記機能層からの光の取り出し用の開口部が複数設けられて網状に形成されるとともに、周部から中心部に近づくにつれて密になるように形成されていることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0012】

50

この有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記開口部に、前記第 2 電極と前記機能層とに接し且つ光透過性を有する導電性層が設けられていることが好ましい。

【0013】

この有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記導電性層が、前記第 2 電極を覆っていることが好ましい。

【0014】

この有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記開口部における前記導電性層の高さが、前記第 2 電極の高さよりも低いことが好ましい。

【0015】

この有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記機能層は、前記第 2 電極と前記導電性層との両方が接する最表層として、導電性高分子層を含んでいることが好ましい。

10

【0016】

この有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記導電性層は、導電性ナノ構造体と透明媒体とを含む透明導電膜、あるいは、前記機能層からの光を透過可能な厚みの金属薄膜からなることが好ましい。

【0017】

この有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記第 2 電極が陽極であり、前記機能層は、前記発光層よりも前記第 2 電極側にあるホール注入層を含んでいることが好ましい。

【0018】

この有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記第 2 電極は、金属の粉末と有機バインダとを含む電極からなることが好ましい。

20

【発明の効果】

【0019】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、輝度むらの低減を図ることが可能で且つキャリアの注入性を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図 1】有機エレクトロルミネッセンス素子の実施形態の一例を示し、(a)は、第 2 電極の概略平面図、(b)は、素子の概略断面図である。

30

【図 2】上記形態の要部概略断面図である。

【図 3】有機エレクトロルミネッセンス素子の実施形態の他の一例を示す概略断面図である。

【図 4】第 2 電極の他の構成例を示す概略平面図である。

【図 5】第 2 電極の他の構成例を示す概略平面図である。

【図 6】従来例の有機エレクトロルミネッセンス素子の概略断面図である。

【図 7】従来例のエレクトロルミネッセンス・ランプの透視上面および断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

図 1 及び図 2 は、有機エレクトロルミネッセンス素子の実施形態の一例である。

40

【0022】

本実施形態において、有機エレクトロルミネッセンス素子は、基板 10 と、基板 10 の一表面側に設けられた第 1 電極 20 と、基板 10 の上記一表面側で第 1 電極 20 に対向した第 2 電極 40 と、第 1 電極 20 と第 2 電極 40 との間にあり発光層 32 を含む機能層 30 とを備えている。

【0023】

また、有機エレクトロルミネッセンス素子は、第 1 電極 20 に第 1 引出し配線（図示せず）を介して電氣的に接続された第 1 端子部（図示せず）と、第 2 電極 40 に第 2 引出し配線 46 を介して電氣的に接続された第 2 端子部 47 とを備えている。第 1 引出し配線、第 1 端子部、第 2 引出し配線 46 および第 2 端子部 47 は、基板 10 の上記一表面側に設

50

けられている。また、有機エレクトロルミネッセンス素子は、第2引出し配線46と機能層30、第1電極20、第1引出し配線とを電氣的に絶縁する絶縁膜60が基板10の上記一表面側に設けられている。この絶縁膜60は、基板10の上記一表面と第1電極20の側面と機能層30の側面と、機能層30における第2電極40側の表面の外周部とに跨って形成されている。

#### 【0024】

また、有機エレクトロルミネッセンス素子は、第2電極40に、機能層30からの光の取り出し用の開口部41が設けられている。これにより、有機エレクトロルミネッセンス素子は、第2電極40側から光を取り出すことが可能となる。要するに、本実施形態の有機エレクトロルミネッセンス素子は、トップエミッション型の有機エレクトロルミネッセンス素子として用いることが可能となる。第2電極40の開口部41には、本実施形態のように、第2電極40と機能層30とに接し且つ光透過性を有する導電性層50が設けられることが好ましい。それにより、第2電極40からのキャリア注入性が向上する。

10

#### 【0025】

また、有機エレクトロルミネッセンス素子は、第1電極20および第2電極40それぞれの抵抗率を、透明導電性酸化物(Transparent Conducting Oxide: TCO)の抵抗率よりも低くしてもよい。透明導電性酸化物としては、例えば、ITO、AZO、GZO、IZOなどがある。

#### 【0026】

有機エレクトロルミネッセンス素子は、基板10の上記一表面側に対向配置され透光性を有するカバー基板70と、基板10の周部とカバー基板70の周部との間に介在する枠状(本実施形態では、矩形枠状)のフレーム部80とを備えていることが好ましい。また、有機エレクトロルミネッセンス素子は、基板10とカバー基板70とフレーム部80とで囲まれる空間に、第1電極20、機能層30、第2電極40、導電性層50などからなる素子部1を封止する透光性材料(例えば、透光性樹脂など)からなる封止部90を備えていることが好ましい。

20

#### 【0027】

以下、有機エレクトロルミネッセンス素子の各構成要素について詳細に説明する。

#### 【0028】

基板10は、平面視形状を矩形状としてある。ここで、基板10の平面視形状は、矩形状に限らず、例えば、矩形状以外の多角形状、円形状などでもよい。

30

#### 【0029】

基板10としては、ガラス基板を用いているが、これに限らず、例えば、プラスチック板や、金属板などを用いてもよい。ガラス基板の材料としては、例えば、ソーダライムガラス、無アルカリガラスなどを採用することができる。また、プラスチック板の材料としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリエーテルサルホン、ポリカーボネートなどを採用することができる。また、金属板の材料としては、例えば、アルミニウム、銅、ステンレス鋼などを採用することができる。プラスチック板を用いる場合は、プラスチック基板の表面にSiON膜、SiN膜などが成膜されたものを用いることで、水分の透過を抑えることが好ましい。なお、基板10は、リジッドなものでもよいし、フレキシブルなものでもよい。

40

#### 【0030】

基板10としてガラス基板を用いる場合には、基板10の上記一表面の凹凸が有機エレクトロルミネッセンス素子のリーク電流などの発生原因となることがある(有機エレクトロルミネッセンス素子の劣化原因となることがある)。このため、基板10としてガラス基板を用いる場合には、上記一表面の表面粗さが小さくなるように高精度に研磨された素子形成用のガラス基板を用意することが好ましい。基板10の上記一表面の表面粗さについては、JIS B 0601-2001(ISO 4287-1997)で規定されている算術平均粗さRaが10nm以下であることが好ましく、数nm以下であることが、より好ましい。これに対して、基板10としてプラスチック板を用いる場合には、特に高

50

精度な研磨を行わなくても、上記一表面の算術平均粗さ  $R_a$  が数  $nm$  以下のものを低コストで得ることが可能である。

#### 【0031】

カバー基板 70 としては、ガラス基板を用いているが、これに限らず、例えば、プラスチック板などを用いてもよい。ガラス基板の材料としては、例えば、ソーダライムガラス、無アルカリガラスなどを採用することができる。また、プラスチック板の材料としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリエーテルサルフォン、ポリカーボネートなどを採用することができる。

#### 【0032】

本実施形態では、カバー基板 70 として、平板状のものを用いているが、これに限らず、基板 10 との対向面に、上述の素子部 1 を収納する収納凹所を形成したのものを用い、上記対向面における収納凹所の周部を全周に亘って基板 10 側と接合するようにしてもよい。この場合は、別部材のフレーム部 80 を用いる必要がなくなるという利点がある。一方、平板状のカバー基板 70 と枠状のフレーム部 80 とを別部材により構成している場合には、カバー基板 70 に要求される光学的な物性（光透過率、屈折率など）と、フレーム部 80 に要求される物性（ガスバリア性など）との両方の要求を各別に満たす材料を採用することが可能になるという利点がある。

#### 【0033】

カバー基板 70 における外面側（基板 10 側とは反対の面側）には、発光層 32 から放射された光の上記外面での反射を抑制する光取出し構造部（図示せず）を備えていることが好ましい。このような光取出し構造部としては、例えば、2次元周期構造を有した凹凸構造部が挙げられる。このような2次元周期構造の周期は、発光層 32 で発光する光の波長が例えば  $300 \sim 800 \text{ nm}$  の範囲内にある場合、媒質内の波長を（真空中の波長を媒質の屈折率で除した値）とすれば、波長の  $1/4 \sim 10$  倍の範囲で適宜設定することが望ましい。このような凹凸構造部は、例えば、カバー基板 70 の上記外面側に、例えば、熱インプリント法（熱ナノインプリント法）、光インプリント法（光ナノインプリント法）などのインプリント法により、予め形成することが可能である。また、カバー基板 70 の材料によっては、カバー基板 70 を射出成形により形成するようにし、射出成形時に適宜の金型を用いて、カバー基板 70 に凹凸構造部を直接形成することも可能である。また、凹凸構造部は、カバー基板 70 とは別部材により構成することも可能であり、例えば、プリズムシート（例えば、株式会社きもと製のライトアップ（登録商標）GM3のような光拡散フィルムなど）により構成することができる。

#### 【0034】

本実施形態の有機エレクトロルミネッセンス素子では、上述の光取出し構造部を備えることにより、発光層 32 から放射されカバー基板 70 の上記外面側まで到達した光の反射ロスを低減でき、光取り出し効率の向上を図ることが可能となる。

#### 【0035】

フレーム部 80 と基板 10 の上記一表面側とを接合する第1接合材料としては、エポキシ樹脂を用いているが、これに限らず、例えば、アクリル樹脂などを採用してもよい。第1接合材料として用いるエポキシ樹脂やアクリル樹脂は、例えば、紫外線硬化型のものでよいし、熱硬化型のものでよい。また、第1接合材料として、エポキシ樹脂にフィラー（例えば、シリカ、アルミナなど）を含有させたものを用いてもよい。ここで、フレーム部 80 は、基板 10 の上記一表面側に対して、フレーム部 80 における基板 10 側との対向面を全周に亘って気密的に接合してある。また、フレーム部 80 とカバー基板 70 とを接合する第2接合材料としては、エポキシ樹脂を用いているが、これに限らず、例えば、アクリル樹脂、フリットガラスなどを採用してもよい。第2接合材料として用いるエポキシ樹脂やアクリル樹脂は、例えば、紫外線硬化型のものでよいし、熱硬化型のものでよい。また、第2接合材料として、エポキシ樹脂にフィラー（例えば、シリカ、アルミナなど）を含有させたものを用いてもよい。ここで、フレーム部 80 は、カバー基板 70 に対して、フレーム部 80 におけるカバー基板 70 との対向面を全周に亘って気密的に接

10

20

30

40

50

合してある。

【0036】

絶縁膜60の材料としては、例えば、ポリイミド、ノボラック樹脂、エポキシ樹脂などを用いることができる。

【0037】

封止部90の材料である透光性材料としては、例えば、エポキシ樹脂やシリコン樹脂などの透光性樹脂を用いることができるが、機能層30との屈折率差の小さな材料が、より好ましい。また、透光性材料は、透光性樹脂にガラスなどからなる光拡散材を混合したものをを用いてもよい。また、透光性材料は、有機成分と無機成分とがnmレベルもしくは分子レベルで混合、結合した有機・無機ハイブリッド材料を用いてもよい。

10

【0038】

本実施形態の有機エレクトロルミネッセンス素子では、第1電極20が陰極を構成し、第2電極40が陽極を構成している。そして、機能層30は、第1電極20側から順に、第1キャリア注入層31、発光層32、インターレイヤー33、第2キャリア注入層34を備えている。ここで、第1電極20から機能層30へ注入する第1キャリアは電子であり、第2電極40から機能層30へ注入する第2キャリアは正孔である。したがって、第1キャリア注入層31は、電子注入層であり、第2キャリア注入層34は、ホール注入層である。なお、第1電極20が陽極を構成し、第2電極40が陰極を構成する場合には、例えば、第1キャリア注入層31としてホール注入層を、第2キャリア注入層34として電子注入層を採用し、第1キャリア注入層31と発光層32との間にインターレイヤー33を設ければよい。

20

【0039】

上述の機能層30の構造は、図1の例に限らず、例えば、第1キャリア注入層31と発光層32との間に第1キャリア輸送層として電子輸送層を設けたり、第2キャリア注入層34とインターレイヤー33との間に第2キャリア輸送層としてホール輸送層を設けたりした構造でもよい。また、機能層30は、少なくとも発光層32を含んでいればよく(つまり、機能層30は、発光層32のみでもよく)、発光層32以外の、第1キャリア注入層31、第1キャリア輸送層、インターレイヤー33、第2キャリア輸送層、第2キャリア注入層34などは適宜設ければよい。発光層32は、単層構造でも多層構造でもよい。例えば、所望の発光色が白色の場合には、発光層中に赤色、緑色、青色の3種類のドーパント色素をドーピングするようにしてもよいし、青色正孔輸送性発光層と緑色電子輸送性発光層と赤色電子輸送性発光層との積層構造を採用してもよいし、青色電子輸送性発光層と緑色電子輸送性発光層と赤色電子輸送性発光層との積層構造を採用してもよい。

30

【0040】

発光層32の材料としては、例えば、ポリパラフェニレンビニレン誘導体、ポリチオフェン誘導体、ポリパラフェニレン誘導体、ポリシラン誘導体、ポリアセチレン誘導体など、ポリフルオレン誘導体、ポリビニルカルバゾール誘導体、色素体、金属錯体系発光材料を高分子化したものなどや、アントラセン、ナフタレン、ピレン、テトラセン、コロネン、ペリレン、フタロペリレン、ナフタロペリレン、ジフェニルプタジエン、テトラフェニルプタジエン、クマリン、オキサジアゾール、ビスベンゾキサゾリン、ビススチリル、シクロペンタジエン、キノリン金属錯体、トリス(8-ヒドロキシキノリナート)アルミニウム錯体、トリス(4-メチル-8-キノリナート)アルミニウム錯体、トリス(5-フェニル-8-キノリナート)アルミニウム錯体、アミノキノリン金属錯体、ベンゾキノリン金属錯体、トリ-(p-ターフェニル-4-イル)アミン、ピラン、キナクリドン、ルブレン、およびこれらの誘導体、あるいは、1-アリール-2,5-ジ(2-チエニル)ピロール誘導体、ジスチリルベンゼン誘導体、スチリルアリーレン誘導体、スチリルアミン誘導体、およびこれらの発光性化合物からなる基を分子の一部に有する化合物などが挙げられる。また、上記化合物に代表される蛍光色素由来の化合物のみならず、いわゆる燐光発光材料、例えばイリジウム錯体、オスミウム錯体、白金錯体、ユーロピウム錯体などの発光材料、又はそれらを分子内に有する化合物若しくは高分子も好適に用いることが

40

50

できる。これらの材料は、必要に応じて、適宜選択して用いることができる。発光層32は、塗布法（例えば、スピンコート法、スプレーコート法、ダイコート法、グラビア印刷法、スクリーン印刷法など）のような湿式プロセスによって成膜することが好ましい。ただし、発光層32の成膜方法は、塗布法に限らず、例えば、真空蒸着法、転写法などの乾式プロセスによって発光層32を成膜してもよい。

#### 【0041】

電子注入層の材料は、例えば、フッ化リチウムやフッ化マグネシウムなどの金属フッ化物、塩化ナトリウム、塩化マグネシウムなどに代表される金属塩化物などの金属ハロゲン化物や、チタン、亜鉛、マグネシウム、カルシウム、バリウム、ストロンチウムなどの酸化物、などを用いることができる。これらの材料の場合、電子注入層は、真空蒸着法により形成することができる。また、電子注入層の材料は、例えば、電子注入を促進させるドーパント（アルカリ金属など）を混合した有機半導体材料を用いることができる。このような材料の場合、電子注入層は、塗布法により形成することができる。

10

#### 【0042】

また、電子輸送層の材料は、電子輸送性を有する化合物の群から選定することができる。この種の化合物としては、Alq<sub>3</sub>等の電子輸送性材料として知られる金属錯体や、フェナントロリン誘導体、ピリジン誘導体、テトラジン誘導体、オキサジアゾール誘導体などのヘテロ環を有する化合物などが挙げられるが、この限りではなく、一般に知られる任意の電子輸送材料を用いることが可能である。

20

#### 【0043】

ホール輸送層の材料としては、LUMO (Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 準位が小さい低分子材料や高分子材料を用いることができる。例えば、ポリビニルカルバゾール (PVK) や、ポリピリジン、ポリアニリンなどの側鎖や主鎖に芳香族アミンを有するポリアリーレン誘導体などの芳香族アミンを含むポリマーなどが挙げられるが、これらに限定されるものではない。なお、ホール輸送層の材料としては、例えば、4,4'-ビス [N-(ナフチル)-N-フェニル-アミノ] ビフェニル (-NPD)、N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-(1,1'-ビフェニル)-4,4'-ジアミン (TPD)、2-TNATA、4,4',4''-トリス(N-(3-メチルフェニル)N-フェニルアミノ)トリフェニルアミン (MTDATA)、4,4'-N,N'-ジカルバゾールビフェニル (CBP)、スピロ-NPD、スピロ-TPD、スピロ-TAD、TNBなどを用いることが可能である。

30

#### 【0044】

ホール注入層の材料としては、例えば、チオフェン、トリフェニルメタン、ヒドラゾリン、アミールアミン、ヒドラゾン、スチルベン、トリフェニルアミンなどを含む有機材料が挙げられる。具体的には、たとえば、ポリビニルカルバゾール、ポリエチレンジオキシチオフェン：ポリスチレンスルホネート (PEDOT: PSS)、TPDなどの芳香族アミン誘導体などで、これらの材料を単独で用いてもよいし、2種類以上の材料を組み合わせ用いてもよい。このようなホール注入層は、塗布法（スピンコート法、スプレーコート法、ダイコート法、グラビア印刷法など）のような湿式プロセスによって成膜することができる。

40

#### 【0045】

インターレイヤー33は、発光層32側からの第2電極40側への第1キャリア（ここでは、電子）の漏れを抑制する第1キャリア障壁（ここでは、電子障壁）としてのキャリアブロッキング機能（ここでは、電子ブロッキング機能）を有することが好ましく、更に、第2キャリア（ここでは、正孔）を発光層32へ輸送する機能、発光層32の励起状態の消光を抑制する機能などを有していることが好ましい。なお、本実施形態では、インターレイヤー33が、発光層32側からの電子の漏れを抑制する電子ブロッキング層を構成している。

#### 【0046】

有機エレクトロルミネッセンス素子では、インターレイヤー33を設けることにより、

50

発光効率の向上および長寿命化を図ることが可能となる。インターレイヤー 33 の材料としては、例えば、ポリアリアルアミン若しくはその誘導体、ポリフルオレン若しくはその誘導体、ポリビニルカルバゾール若しくはその誘導体、トリフェニルジアミン誘導体などを用いることができる。このようなインターレイヤー 33 は、塗布法（スピンコート法、スプレーコート法、ダイコート法、グラビア印刷法など）のような湿式プロセスによって成膜することができる。

#### 【0047】

また、有機エレクトロルミネッセンス素子では、図 3 に示す形態のように、機能層 30 が、第 2 電極 40 と導電性層 50 との両方が接する最表面層として、導電性高分子層 35 を含んでいることも好ましい。なお、図 3 では、図 2 と同様の構成要素には同一の符号を付している。導電性高分子層 35 は、導電性ナノ構造体と透明媒体とを含む透明導電膜により構成することができる。この導電性高分子層 35 は、後述の導電性層 50 と同様の材料を用いて構成することができる。この有機エレクトロルミネッセンス素子では、機能層 30 が、第 2 電極 40 と導電性層 50 との両方が接する最表面層として、導電性高分子層 35 を含んでいるので、発光層 32 に流れる電流の面内ばらつきを、より低減することが可能となり、輝度むらも、より低減することが可能となる。

10

#### 【0048】

また、有機エレクトロルミネッセンス素子においては、第 2 電極 40 が陽極である場合、機能層 30 が、発光層 32 よりも第 2 電極 40 側にあるホール注入層 34 を含んでいることが好ましい。これにより、有機エレクトロルミネッセンス素子では、発光層 32 へ第 2 キャリアであるホールを、より効率良く注入することが可能となり、結果的に外部量子効率の向上を図ることが可能となる。

20

#### 【0049】

第 1 電極 20 は、図 1、2 に示す実施形態では、陰極を構成している。陰極は、機能層 30 中に第 1 電荷である電子（第 1 キャリア）を注入するための電極である。第 1 電極 20 が陰極の場合、陰極の材料としては、仕事関数の小さい金属、合金、電気伝導性化合物およびこれらの混合物からなる電極材料を用いることが好ましく、LUMO (Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 準位との差が大きくなりすぎないように仕事関数が 1.9 eV 以上 5 eV 以下のものを用いるのが好ましい。陰極の電極材料としては、例えば、アルミニウム、銀、マグネシウム、金、銅、クロム、モリブデン、パラジウム、錫など、およびこれらと他の金属との合金、例えばマグネシウム - 銀混合物、マグネシウム - インジウム混合物、アルミニウム - リチウム合金を例として挙げることができる。また、金属、金属酸化物など、およびこれらと他の金属との混合物、例えば、酸化アルミニウムからなる極薄膜（ここでは、トンネル注入により電子を流すことが可能な 1 nm 以下の薄膜）とアルミニウムからなる薄膜との積層膜なども使用可能である。陰極を反射電極とする場合、陰極の材料としては、発光層 32 から放射される光に対する反射率が高く、且つ、抵抗率の低い金属が好ましく、アルミニウムや銀が好ましい。なお、第 1 電極 20 が、機能層 30 中に第 2 電荷であるホール（第 2 キャリア）を注入するための電極である陽極を構成する場合、第 1 電極 20 の材料としては、仕事関数の大きい金属を用いることが好ましく、HOMO (Highest Occupied Molecular Orbital) 準位との差が大きくなりすぎないように仕事関数が 4 eV 以上 6 eV 以下のものを用いるのが好ましい。

30

40

#### 【0050】

なお、本実施形態の有機エレクトロルミネッセンス素子では、第 1 電極 20 の膜厚を 80 ~ 200 nm、第 1 キャリア注入層 31 の膜厚を 5 ~ 50 nm、発光層 32 の膜厚を 60 ~ 100 nm、インターレイヤー 33 の膜厚を 15 nm、第 2 キャリア注入層 34 の膜厚を 10 ~ 100 nm にそれぞれ設定してあるが、これらの数値は一例であって、特に限定するものではない。

#### 【0051】

第 2 電極 40 は、機能層 30 からの光の取り出し用の開口部 41 が複数設けられて網状に形成されている。そして、この第 2 電極 40 は、周部から中心部に近づくにつれて密に

50

なるように形成されている。すなわち、第2電極40においては、平面視において、周部から中心部に近づくにつれて、所定面積（例えば $1\text{mm}^2$ ）当たりにおける第2電極40の面積率が徐々に大きくなっている。このように、第2電極40の中心部でより多くの電極材料が集まって第2電極40の密度が周部よりも中心部で高くなることによって、中央部におけるキャリア注入性がさらに向上する。なお、第2電極40の中心部とは、第2電極40の平面視における外周が描く図形の重心であってよく、矩形状の場合などにおいては、縦横の各方向において第2電極40の中間位置であってもよい。

#### 【0052】

図1(a)に示す電極パターン40aでは、第2電極40は、垂直な二方向（縦方向及び横方向）に延伸する直線状の複数の細線部44によって格子状（網状）に形成されている。そして、細線部44で形成された隙間によって、複数（図1(a)に示した例では、64個）の開口部41が第2電極40に形成されている。要するに、図1(a)に示した第2電極40は、各開口部41の各々の形状が矩形状（長方形又は正方形）であり、第2電極40は、矩形格子状に形成されている。

10

#### 【0053】

第2電極40は、平面視において、電極パターン40aにおける直線状の細線部44の線幅が一定となっている。そして、第2電極40における周部から中心部に近づくにつれて、隣り合う細線部44間の間隔、すなわち細線部44のピッチP（図2参照）が狭くなっている。それにより、第2電極40は中心部が周部よりも密になる。ここで、中心部のピッチをP1、周部でのピッチP2とすると、 $P1 < P2$ となる。ここで、中心部のピッチP1に対する周部のピッチP2の長さは、例えば、1.5～5倍であってもよい。

20

#### 【0054】

また、開口部41は、第2電極40の周部から中心部に近づくにつれて開口面積が小さくなるように形成されている。ここで、中心部の開口面積をS1、周部の開口面積をS2とすると、 $S1 < S2$ となる。

#### 【0055】

有機エレクトロルミネッセンス素子では、第2電極40の平面形状をこのような平面形状とすることにより、第2電極40が疎密のない正方格子状である場合に比べて、第2端子部47からの距離が遠い中央部での電流低下に伴う輝度低下を抑制することが可能となり、面内輝度や色のムラやバラツキの低減を図ることが可能となる。また、機能層30のうち第1端子部および第2端子部47からの距離が近い周部での電流集中を抑制することが可能となるから、長寿命化を図ることが可能となる。

30

#### 【0056】

第2電極40においては、第2電極40を構成している格子状の電極パターン40aの寸法に関して、例えば、線幅L1（図2参照）を $1\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 、高さH1（図3参照）を $50\text{nm} \sim 100\mu\text{m}$ とすることができる。ただし、第2電極40の電極パターン40aの線幅L1および高さH1のそれぞれの数値範囲は、特に限定するものではなく、素子部1の平面サイズに基づいて適宜設定すればよい。ここにおいて、第2電極40の電極パターン40aの線幅L1については、発光層32で発光する光の利用効率の観点からは狭い方が好ましく、第2電極40の低抵抗化によって輝度むらを低減するという観点からは広い方が好ましいので、有機エレクトロルミネッセンス素子の平面サイズなどに基づいて適宜設定することが好ましい。また、第2電極40の高さH1については、第2電極40の低抵抗化の観点、第2電極40をスクリーン印刷法などの塗布法により形成する際の第2電極40の材料の使用効率（材料使用効率）の観点、機能層30から放射される光の放射角の観点などから、 $100\text{nm}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下が、より好ましい。

40

#### 【0057】

第2電極40では、細線部44のピッチPを第2電極40の周部から中心部になるにつれて徐々に狭くなるように設定できるものであり、このピッチPは、 $100\mu\text{m} \sim 2000\mu\text{m}$ の範囲で設定できるが、これに限定されるものではない。なお、垂直な二つの方向（図では縦方向と横方向）において、中心部に向って同じピッチ幅でピッチが短くなって

50

もよいし、異なるピッチ幅でピッチが短くなってもよい。

【0058】

また、本実施形態の有機エレクトロルミネッセンス素子では、第2電極40に設けられた各開口部41を、図2に示したように、積層方向において機能層30から離れるにつれて開口面積が徐々に大きくなる開口形状としてある。これにより、有機エレクトロルミネッセンス素子は、機能層30から放射される光の広がり角を大きくすることが可能になり、輝度むらや、より低減することが可能となる。また、この場合、第2電極40での反射損失や吸収損失を低減することが可能となり、外部量子効率のより一層の向上を図ることが可能となる。開口部41の開口を厚み方向で徐々に大きくするには、細線部44の側面が機能層30の表面に対して傾斜面（傾斜曲面）となるようにすればよい。

10

【0059】

第2電極40を格子状又は網状の形状とする場合、各開口部41の各々の形状は矩形形状に限らず、例えば、ひし形、平行四辺形、台形などの四角形状や、三角形状、六角形状などの多角形状といった、各種の形状としてもよい。第2電極40の電極パターン40aの線幅L1が中心部と周部とで異なってもよい。また、第2電極40の開口部41の開口面積は、中心部に近づくにつれて、連続的に徐々に小さくともよいし、段階的に徐々に小さくともよい。また、第2電極40は、同種の多角形状の開口部41が連続するような格子状でなくてもよく、異種の多角形状の開口部41が混在する網状の形状であってもよい。

【0060】

図4は、第2電極40の他の構成例であり、電極パターン40bを示している。本形態でも、第2電極40は矩形格子状に形成されている。ただし、この第2電極40では、一方向（図では縦方向）におけるピッチP0は一定となっており、一方向と垂直な方向（図では横方向）において、ピッチPが周部から中心部に近づくにつれて徐々に小さくなっている。それにより、網状の第2電極40は、周部から中心部に近づくにつれて密になるように形成されている。この形態では、横方向において開口部41の開口面積が中心部に近づくにつれて小さくなっている。本形態では、第2電極40の平面形状をこのような平面形状とすることにより、第2電極40が疎密のない正方格子状である場合に比べて、第2端子部47からの距離が遠い中央部での電流低下に伴う輝度低下を抑制することが可能となり、面内輝度や色のムラやバラツキの低減を図ることが可能となる。また、機能層30のうち第1端子部および第2端子部47からの距離が近い周部での電流集中を抑制することが可能となるから、長寿命化を図ることが可能となる。

20

30

【0061】

図5は、第2電極40の他の構成例であり、電極パターン40cを示している。この第2電極40では、細線部44が中央細線部44aと周状細線部44bとにより構成されている。中央細線部44aは、第2電極40の周部の一位置から周部の他の位置に、第2電極40の中心部を通過するように架け渡されて設けられている。中央細線部44aは1以上設けられていけばよいが、キャリア注入の観点からは複数設けられていることが好ましい。また、周状細線部44bは、第2電極40の中心部を中心として相似形で段階的に大きくなる複数の矩形形状の外周に沿って設けられている。そして、周状細線部44bは、中央細線部44aと交差している。いわば電極パターン40cは、蜘蛛の巣状となっている。本形態では、細線部44が中心部に密集することにより、網状の第2電極40は、周部から中心部に近づくにつれて密になるように形成されている。また、開口部41の開口面積は中心部に近づくにつれて小さくなっている。本形態では、第2電極40の平面形状をこのような平面形状とすることにより、第2電極40が疎密のない正方格子状である場合に比べて、第2端子部47からの距離が遠い中央部での電流低下に伴う輝度低下を抑制することが可能となり、面内輝度や色のムラやバラツキの低減を図ることが可能となる。また、機能層30のうち第1端子部および第2端子部47からの距離が近い周部での電流集中を抑制することが可能となるから、長寿命化を図ることが可能となる。

40

【0062】

50

第2電極40は、金属の粉末と有機バインダとを含む電極から構成することができる。この種の金属としては、例えば、銀、金、銅などを採用することができる。これにより、有機エレクトロルミネッセンス素子は、第2電極40が、導電性透明酸化物により形成された薄膜の場合に比べて、第2電極40の抵抗率およびシート抵抗を小さくすることが可能となり、第2電極40の低抵抗化により輝度むらを低減することが可能となる。なお、第2電極40の導電性材料としては、金属の代わりに、合金や、カーボンブラックなどを用いることも可能である。

#### 【0063】

第2電極40は、例えば、金属の粉末に有機バインダおよび有機溶剤を混合させたペースト（印刷インク）を、例えばスクリーン印刷法、グラビア印刷法などにより印刷して形成することができる。有機バインダとしては、例えば、アクリル樹脂、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエチレンテレフタレート、ポリメチルメタクリレート、ポリスチレン、ポリエーテルスルホン、ポリアリレート、ポリカーボネート樹脂、ポリウレタン、ポリアクリルニトリル、ポリビニルアセタール、ポリアミド、ポリイミド、ジアクリルフタレート樹脂、セルロース系樹脂、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリ酢酸ビニル、その他の熱可塑性樹脂や、これらの樹脂を構成する単量体の2種以上の共重合体が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

#### 【0064】

導電性層50は、第2電極40の開口部41に設けられ、第2電極40と機能層30とに接している。導電層50は光透過性を有する層である。それにより開口部41からの光の取り出しが可能となる。

#### 【0065】

導電性層50は、導電性ナノ構造体と透明媒体とを含む透明導電膜、あるいは、機能層30からの光を透過可能な厚みの金属薄膜、のいずれかにより構成することが好ましい。この導電性層50は、第2電極40から機能層30への第2キャリアの注入経路としての機能を有している。第2キャリアは、第2電極40が陽極の場合、正孔であり、第2電極40が陰極の場合、電子である。ここで、導電性層50がない場合や、導電性層50の代わりに開口部41が電気絶縁性の封止部90の一部により埋め込まれている場合には、第2電極40から機能層30への第2キャリアの注入は、第2電極40と機能層30との接している界面のみを通して行われるものと推測される。これに対して、導電性層50を設けた場合には、第2電極40から機能層30への第2キャリアの注入は、第2電極40と機能層30との接している界面だけでなく、第2電極40と導電性層50との界面および導電性層50と機能層30との界面を通して行われることとなる。ここで、導電性層50の抵抗率が低いほど、第2電極40から横方向への通電性が向上し、発光層32に流れる電流の面内ばらつきを低減することが可能となり、輝度むらを低減することが可能となる。

#### 【0066】

導電性ナノ構造体としては、導電性ナノ粒子や、導電性ナノワイヤなどを用いることができる。なお、導電性ナノ粒子の粒子径は1～100nmであることが好ましい。また、導電性ナノワイヤの直径は1～100nmであることが好ましい。

#### 【0067】

導電性ナノ構造体の材料としては、例えば、銀、金、ITO、IZOなどを採用することができる。透明媒体であるバインダとしては、例えば、アクリル樹脂、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエチレンテレフタレート、ポリメチルメタクリレート、ポリスチレン、ポリエーテルスルホン、ポリアリレート、ポリカーボネート樹脂、ポリウレタン、ポリアクリルニトリル、ポリビニルアセタール、ポリアミド、ポリイミド、ジアクリルフタレート樹脂、セルロース系樹脂、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリ酢酸ビニル、その他の熱可塑性樹脂や、これらの樹脂を構成する単量体の2種以上の共重合体が挙げられるが、これらに限定されるものではない。ただし、バインダとしては、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリピロール、ポリフェニレン、ポリフェニレンビニレン、ポリアセ

10

20

30

40

50

チレン、ポリカルバゾールなどの導電性高分子を用いることが好ましい。これらは単独で用いてもよいし、組み合わせて用いてもよい。導電性層50は、バインダとして導電性高分子を採用することによって、導電性を、より向上させることが可能となる。また、バインダとしては、導電性を高めるために、例えば、スルホン酸、ルイス酸、プロトン酸、アルカリ金属、アルカリ土類金属などのドーパントをドーピングしたものを採用してもよい。

【0068】

また、導電性層50を上述のように金属薄膜により構成する場合、金属薄膜の材料としては、例えば、銀、金などを採用することができる。この種の金属薄膜の厚みは、30nm以下であればよいが、光透過性の観点からは20nm以下が好ましく、10nm以下が、より好ましい。ただし、厚みが薄くなりすぎると、第2電極40から導電性層50を通る経路での機能層30へ第2キャリアの注入性を向上させる効果が低くなる。

10

【0069】

導電性層50は、本実施形態のように、第2電極40を覆っていることが好ましい。これにより、有機エレクトロルミネッセンス素子では、第2電極40から機能層30へのキャリアの注入性を、より向上させることが可能となる。

【0070】

また、第2電極40の開口部41における導電性層50の高さは、第2電極40の高さH1よりも低いことが好ましい。これにより、有機エレクトロルミネッセンス素子では、導電性層50内での光損失を低減することが可能となり、外部量子効率の向上を図ることが可能となる。

20

【0071】

以上説明した本実施形態の有機エレクトロルミネッセンス素子では、第2電極40は、機能層30からの光の取り出し用の開口部41が複数設けられており、網状電極として形成されている。そして、網状の第2電極40は、第2電極40の周部から中心部に近づくにつれて網が密になるように形成されているので、輝度むらの低減を図ることが可能で且つキャリア（第2キャリア）の注入性を向上させることが可能となる。

【0072】

また、この有機エレクトロルミネッセンス素子は、面状発光に優れるものであり、例えば、照明用の有機エレクトロルミネッセンス素子として好適に用いることができるが、照明用に限らず、他の用途に用いることも可能である。

30

【0073】

なお、図1～5は、本発明による有機エレクトロルミネッセンスの層構成などを説明するための模式図を示すものであり、実際の寸法がこれと異なってもよいことは言うまでもない。

【符号の説明】

【0074】

- 10 基板
- 20 第1電極
- 30 機能層
- 32 発光層
- 35 導電性高分子層
- 40 第2電極
- 41 開口部
- 50 導電性層

40



---

フロントページの続き

(72)発明者 山名 正人

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 パナソニック電気株式会社内

(72)発明者 矢口 充雄

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 パナソニック電気株式会社内

(72)発明者 山木 健之

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 パナソニック電気株式会社内

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC04 CC33 DD03 DD24 DD25 DD44X DD47X DD71  
DD78 EE07 FF15