

(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2020-53672
(P2020-53672A)

(43) 公開日 令和2年4月2日(2020.4.2)

(51) Int.Cl.
H 0 1 L 51/50 (2006.01)

F I
H O 5 B 33/22 B
H O 5 B 33/14 A
H O 5 B 33/22 D

テーマコード (参考)
3 K 1 0 7

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号 (22) 出願日 (31) 優先権主張番号 (32) 優先日 (33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)	特願2019-91166 (P2019-91166) 令和1年5月14日 (2019.5.14) 特願2018-175874 (P2018-175874) 平成30年9月20日 (2018.9.20)	(71) 出願人 514188173 株式会社 J O L E D 東京都千代田区神田錦町三丁目2 3 番地 (74) 代理人 110001357 特許業務法人つばさ国際特許事務所 (72) 発明者 白波瀬 英幸 東京都千代田区神田錦町三丁目2 3 番地 株式会社 J O L E D 内 Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 BB02 CC05 DD71 DD74 DD78 EE57 FF06
--	---	---

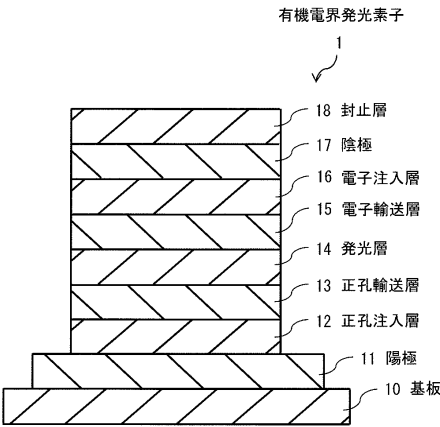
(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子、有機電界発光パネルおよび電子機器

(57) 【要約】

【課題】 光取り出し効率を向上させることの可能な有機電界発光素子、ならびにそのような有機電界発光素子を備えた、有機電界発光パネルおよび電子機器を提供する。

【解決手段】 本開示の一実施の形態の有機電界発光素子は、陽極、発光層および陰極をこの順に備えるとともに、発光層と陰極との間、および陽極と発光層との間の少なくとも一方に、発光層の屈折率よりも低い低屈折率層を備えている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽極、発光層および陰極をこの順に備えるとともに、前記発光層と前記陰極との間、および前記陽極と前記発光層との間の少なくとも一方に、前記発光層の屈折率よりも低い低屈折率層を備える

有機電界発光素子。

【請求項 2】

前記低屈折率層は、前記発光層と前記陰極との間に配置され、電子輸送性もしくは電子注入性を有する材料で構成されている

請求項 1 に記載の有機電界発光素子。

10

【請求項 3】

前記低屈折率層は、0.3 よりも大きく、1.7 よりも小さな屈折率の材料で構成されている

請求項 2 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 4】

前記低屈折率層は、0.5 以上、1.7 以下の屈折率の材料で構成されている

請求項 2 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 5】

複数の画素を備え、

各前記画素は、有機電界発光素子を有し、

20

前記有機電界発光素子は、陽極、発光層および陰極をこの順に有するとともに、前記発光層と前記陰極との間、および前記陽極と前記発光層との間の少なくとも一方に、前記発光層の屈折率よりも低い低屈折率層を有する

有機電界発光パネル。

【請求項 6】

前記低屈折率層は、各前記画素で共有されている

請求項 5 に記載の有機電界発光パネル。

【請求項 7】

有機電界発光パネルと、前記有機電界発光パネルを駆動する駆動回路とを備え、

前記有機電界発光パネルは、複数の画素を有し、

30

各前記画素は、有機電界発光素子を有し、

前記有機電界発光素子は、陽極、発光層および陰極をこの順に有するとともに、前記発光層と前記陰極との間、および前記陽極と前記発光層との間の少なくとも一方に、前記発光層の屈折率よりも低い低屈折率層を有する

電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、有機電界発光素子、有機電界発光パネルおよび電子機器に関する。

【背景技術】

40

【0002】

有機電界発光素子を用いた有機電界発光装置（有機電界発光ディスプレイ）として、種々のものが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2017-072812 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

ところで、有機電界発光装置では、一般的に、有機電界発光素子の光取り出し効率を向上させることが求められている。そのため、光取り出し効率を向上させることの可能な有機電界発光素子、ならびにそのような有機電界発光素子を備えた、有機電界発光パネルおよび電子機器を提供することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示の一実施の形態の有機電界発光素子は、陽極、発光層および陰極をこの順に備え、るとともに、発光層と陰極との間、および陽極と発光層との間の少なくとも一方に、発光層の屈折率よりも低い低屈折率層を備える。

【0006】

本開示の一実施の形態の有機電界発光パネルは、複数の画素を備えている。各画素は、上記の有機電界発光素子を有している。

【0007】

本開示の一実施の形態の電子機器は、上記の有機電界発光パネルと、上記の有機電界発光パネルを駆動する駆動回路とを備えている。

【0008】

本開示の一実施の形態の有機電界発光素子、有機電界発光パネルおよび電子機器では、発光層と陰極との間、および陽極と発光層との間の少なくとも一方に、発光層の屈折率よりも低い低屈折率層が設けられている。これにより、発光層から低屈折率層へ向かう光にとって、低屈折率層の界面における臨界角が小さくなるので、発光層から低屈折率層へ向かう光が低屈折率層の界面で反射される割合が、低屈折率層を設けなかった場合と比べて大きくなる。その結果、陽極および陽極近傍で表面プラズモン等によって無輻射失活する割合（エバネッセントモード）が低くなるので、外部放出モードおよび導波路モードの割合が増える。

【発明の効果】

【0009】

本開示の一実施の形態の有機電界発光素子、有機電界発光パネルおよび電子機器によれば、発光層と陰極との間、および陽極と発光層との間の少なくとも一方に、発光層の屈折率よりも低い低屈折率層を設けるようにしたので、外部放出モードおよび導波路モードの割合を増やすことができる。その結果、光取り出し効率を向上させることができる。なお、本開示の効果は、ここに記載された効果に必ずしも限定されず、本明細書中に記載されたいずれの効果であってもよい。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本開示の第1の実施の形態に係る有機電界発光素子の断面構成例を表す図である。

【図2】（A）比較例に係る有機電界発光素子で発生するエネルギーの伝搬モードのモード比の一例を表したものである。（B）実施例に係る有機電界発光素子で発生するエネルギーの伝搬モードの構成例を表したものである。

【図3】赤色光を発する有機電界発光素子における、低屈折率層の屈折率と伝搬モードのモード比との一例を表したものである。

【図4】緑色光を発する有機電界発光素子における、低屈折率層の屈折率と伝搬モードのモード比との一例を表したものである。

【図5】青色光を発する有機電界発光素子における、低屈折率層の屈折率と伝搬モードのモード比との一例を表したものである。

【図6】（A）比較例に係る有機電界発光素子で発生するエネルギーの伝搬モードのモード比の一例を表したものである。（B）実施例に係る有機電界発光素子で発生するエネルギーの伝搬モードの構成例を表したものである。

【図7】赤色光を発する有機電界発光素子における、低屈折率層の屈折率と伝搬モードのモード比との一例を表したものである。

10

20

30

40

50

【図 8】緑色光を発する有機電界発光素子における、低屈折率層の屈折率と伝搬モードのモード比との一例を表したものである。

【図 9】青色光を発する有機電界発光素子における、低屈折率層の屈折率と伝搬モードのモード比との一例を表したものである。

【図 10】図 1 の有機電界発光素子の断面構成の一変形例を表す図である。

【図 11】図 1 の有機電界発光素子の断面構成の一変形例を表す図である。

【図 12】図 10 の有機電界発光素子の断面構成の一変形例を表す図である。

【図 13】図 11, 図 12 の有機電界発光素子の断面構成の一例を表す図である。

【図 14】図 11, 図 12 の有機電界発光素子の断面構成の一例を表す図である。

【図 15】図 11, 図 12 の有機電界発光素子の断面構成の一例を表す図である。

10

【図 16】本開示の第 2 の実施の形態に係る有機電界発光装置の概略構成例を表す図である。

【図 17】図 16 の各画素に含まれる副画素の回路構成例を表す図である。

【図 18】図 16 の有機電界発光パネルの概略構成例を表す図である。

【図 19】図 18 の有機電界発光パネルの A-A 線での断面構成例を表す図である。

【図 20】図 18 の有機電界発光パネルの B-B 線での断面構成例を表す図である。

【図 21】図 18 の有機電界発光パネルの C-C 線での断面構成例を表す図である。

【図 22】図 16 の有機電界発光パネルの概略構成の一変形例を表す図である。

【図 23】図 22 の有機電界発光パネルの B-B 線での断面構成例を表す図である。

【図 24】図 22 の有機電界発光パネルの C-C 線での断面構成例を表す図である。

20

【図 25】図 18 の有機電界発光パネルの A-A 線での断面構成の一変形例を表す図である。

【図 26】図 18 の有機電界発光パネルの B-B 線での断面構成の一変形例を表す図である。

【図 27】図 18 の有機電界発光パネルの C-C 線での断面構成の一変形例を表す図である。

【図 28】本開示の有機電界発光装置を備えた電子機器の外観の一例を斜視的に表す図である。

【図 29】本開示の有機電界発光素子を備えた照明装置の外観の一例を斜視的に表す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本開示を実施するための形態について、図面を参照して詳細に説明する。以下に説明する実施の形態は、いずれも本開示の好ましい一具体例を示すものである。したがって、以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態などは、一例であって本開示を限定する主旨ではない。よって、以下の実施の形態における構成要素のうち、本開示の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。なお、各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。また、各図において、実質的に同一の構成に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略又は簡略化する。なお、説明は以下の順序で行う。

40

1. 第 1 の実施の形態（有機電界発光素子）

発光層と陰極との間に低屈折率層を設けた例

2. 第 1 の実施の形態の変形例（有機電界発光素子）

変形例 A：陽極と発光層との間に低屈折率層を設けた例

変形例 B：正孔注入層を積層体で構成した例

変形例 C：陰極上に配光制御層を設けた例

3. 第 2 の実施の形態（有機電界発光パネル、有機電界発光装置）

第 1 の実施の形態、変形例 A および変形例 B に係る

50

有機電界発光素子を設けた例

4. 第2の実施の形態の変形例（有機電界発光パネル、有機電界発光装置）

変形例Cに係る有機電界発光素子を設けた例

5. 適用例（電子機器、照明装置）

【0012】

< 1. 第1の実施の形態 >

[構成]

図1は、本開示の第1の実施の形態に係る有機電界発光素子1の断面構成の一例を表したものである。有機電界発光素子1は、例えば、基板10上に設けられたものである。有機電界発光素子1は、例えば、発光層14と、発光層14を挟み込むように配置された、陽極11および陰極17を備えている。有機電界発光素子1は、例えば、さらに、陽極11と、発光層14との間に、正孔注入層12および正孔輸送層13を陽極11側からこの順に備えている。有機電界発光素子1は、例えば、さらに、発光層14と、陰極17との間に、電子輸送層15および電子注入層16を発光層14側からこの順に備えている。なお、正孔注入層12および正孔輸送層13のうち少なくとも一方が省略されていてもよい。

10

【0013】

電子輸送層15および電子注入層16のいずれか一方が、本開示の「低屈折率層」の一具体例に相当する。以下では、電子輸送層15および電子注入層16のうち、本開示の「低屈折率層」の一具体例に相当する方の層を、低屈折率層と称する。なお、電子輸送層15および電子注入層16のうち、本開示の「低屈折率層」の一具体例に相当しない方の層は、省略されていてもよい。

20

【0014】

有機電界発光素子1は、例えば、さらに、陰極17上に、封止層18を備えている。有機電界発光素子1は、例えば、陽極11、正孔注入層12、正孔輸送層13、発光層14、電子輸送層15、電子注入層16、陰極17および封止層18を基板10側からこの順に含んで構成された素子構造となっている。有機電界発光素子1において、さらに他の機能層が含まれていてもよい。

【0015】

基板10は、例えば、透明基板等の光透過性を有する透光基板であり、例えば、ガラス材からなるガラス基板である。なお、基板10は、ガラス基板に限るものではなく、ポリカーボネート樹脂やアクリル樹脂等の透光性樹脂材料からなる透光性樹脂基板や、有機EL表示装置のバックプレーンであるTFT（薄膜トランジスタ）基板であってもよい。

30

【0016】

陽極11は、例えば、基板10の上に形成されている。陽極11は、例えば、アルミニウム（Al）、銀（Ag）、アルミニウムもしくは銀の合金等、または、反射性を有する反射電極である。なお、陽極11は、反射電極に限るものではなく、例えば、透光性を有する透明電極であってもよい。透明電極の材料としては、例えば、ITO（Indium Tin Oxide）又はIZO（Indium Zinc Oxide）等の透明導電性材料が挙げられる。陽極11は、反射電極と透明電極とが積層されたものであってもよい。

40

【0017】

正孔注入層12は、正孔注入効率を高めるための層である。正孔注入層12は、陽極11から注入された正孔を発光層14へ注入する機能を有する。正孔注入層12は、例えば、銀（Ag）、モリブデン（Mo）、クロム（Cr）、バナジウム（V）、タングステン（W）、ニッケル（Ni）、イリジウム（Ir）などの酸化物、あるいは、PEDOT（ポリチオフェンとポリスチレンスルホン酸との混合物）などの導電性ポリマー材料によって構成されている。正孔注入層12は、単層で構成されていてもよいし、複数の層が積層された構造となってもよい。

【0018】

50

正孔輸送層 13 は、陽極 11 から注入された正孔を発光層 14 へ輸送する機能を有する。正孔輸送層 13 は、例えば、陽極 11 から注入された正孔を発光層 14 へ輸送する機能を有する材料（正孔輸送性材料）によって構成されている。上記の正孔輸送性材料としては、例えば、アリールアミン誘導体、トリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラズロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、ブタジエン化合物、ポリスチレン誘導体、ヒドラゾン誘導体、トリフェニルメタン誘導体、テトラフェニルベンジン誘導体等、または、これらの組み合わせからなる材料が挙げられる。正孔注入層 12 と正孔輸送層 13 の各材料の HOMO (最高被占軌道, Highest occupied molecular orbital) レベルの差異は、ホール注入性を考慮すると、0.5 eV 以下となっていることが好ましい。

10

【0019】

発光層 14 は、陽極 11 から注入された正孔と、陰極 17 から注入された電子とが、発光層 14 内で再結合することで励起子が生成されて発光する層である。発光層 14 は、例えば、有機発光材料によって構成されている。発光層 14 は、例えば、塗布膜であり、例えば、有機発光材料を溶質とする溶液の塗布および乾燥により形成されている。発光層 14 は、蒸着膜で構成されていてもよい。

【0020】

発光層 14 の原料（材料）である有機発光材料は、例えば、ホスト材料とドーパント材料とが組み合わされた材料である。発光層 14 の原料（材料）である有機発光材料は、ドーパント材料単独であってもよい。ホスト材料は、主に電子又は正孔の電荷輸送の機能を担っており、ドーパント材料は、発光の機能を担っている。ホスト材料およびドーパント材料は 1 種類のものに限られるのではなく、2 種類以上の組み合わせであってもよい。

20

【0021】

発光層 14 のホスト材料としては、例えば、アミン化合物、縮合多環芳香族化合物、ヘテロ環化合物が用いられる。アミン化合物としては、例えば、モノアミン誘導体、ジアミン誘導体、トリアミン誘導体、テトラアミン誘導体が用いられる。縮合多環芳香族化合物としては、例えば、アントラセン誘導体、ナフタレン誘導体、ナフタセン誘導体、フェナントレン誘導体、クリセン誘導体、フルオランテン誘導体、トリフェニレン誘導体、ペンタセン誘導体、または、ペリレン誘導体等が挙げられる。ヘテロ環化合物としては、例えば、カルバゾール誘導体、フラン誘導体、ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、トリアジン誘導体、イミダゾール誘導体、ピラゾール誘導体、トリアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、ピロール誘導体、インドール誘導体、アザインドール誘導体、アザカルバゾール、ピラゾリン誘導体、ピラズロン誘導体、または、フタロシアン誘導体等が挙げられる。

30

【0022】

また、発光層 14 のドーパント材料としては、例えば、ピレン誘導体、フルオランテン誘導体、アリールアセチレン誘導体、フルオレン誘導体、ペリレン誘導体、オキサジアゾール誘導体、アントラセン誘導体、または、クリセン誘導体が用いられる。また、発光層 14 の蛍光ドーパント材料としては、金属錯体が用いられてもよい。金属錯体としては、例えば、イリジウム (Ir)、白金 (Pt)、オスミウム (Os)、金 (Au)、レニウム (Re)、もしくは、ルテニウム (Ru) 等の金属原子と配位子とを有するものが挙げられる。

40

【0023】

電子輸送層 15 は、陰極 17 から注入された電子を発光層 14 へ輸送する機能を有する。電子輸送層 15 は、例えば、陰極 17 から注入された電子を発光層 14 へ輸送する機能を有する材料（電子輸送性材料）を含んで構成されている。電子輸送層 15 は、例えば、蒸着膜またはスパッタ膜で構成されている。電子輸送層 15 は、発光層 14 から陰極 17 への電荷（本実施の形態では正孔）の突き抜けを抑制する電荷ブロック機能や、発光層 1

50

4の励起状態の消光を抑制する機能等を有していることが好ましい。

【0024】

上記の電子輸送性材料は、例えば、分子内にヘテロ原子を1個以上含有する芳香族ヘテロ環化合物である。芳香族ヘテロ環化合物としては、例えば、ピリジン環、ピリミジン環、トリアジン環、ベンズイミダゾール環、フェナントロリン環、キナゾリン環等を骨格に含む化合物が挙げられる。上記の電子輸送性材料には、電子輸送性を有する金属がドーピングされている場合がある。この場合、電子輸送層15は、ドーピング金属を含む有機電子輸送層である。電子輸送性を有する金属が電子輸送層15に含まれていることで、電子輸送層15の電子輸送性を向上できる。電子輸送層15に含まれるドーピング金属としては、例えば、Yb（イッテルビウム）などの遷移金属が挙げられる。

10

【0025】

電子注入層16は、陰極17から注入された電子を電子輸送層15、発光層14へ注入する機能を有する。電子注入層16は、例えば、陰極17から電子輸送層15、発光層14への電子の注入を促進させる機能を有する材料（電子注入性材料）によって構成されている。上記の電子注入性材料は、例えば、電子注入性を有する有機材料に、電子注入性を有する金属がドーピングされたものであってもよい。電子注入層16に含まれるドーピング金属は、例えば、電子輸送層15に含まれるドーピング金属と同じ金属である。

【0026】

陰極17は、例えば、ITO膜等の透明電極である。なお、陰極17は、透明電極に限るものではなく、光反射性を有する反射電極であってもよい。反射電極の材料としては、例えば、アルミニウム（Al）、マグネシウム（Mg）、銀（Ag）、アルミニウム－リチウム合金、マグネシウム－銀合金等が用いられる。本実施の形態において、基板10及び陽極11が反射性を有し、陰極17が透光性を有している場合には、有機電界発光素子1は、陰極17側から光が放出するトップエミッション構造となっている。なお、本実施の形態において、基板10及び陽極11が透光性を有し、陰極17が反射性を有している場合には、有機電界発光素子1は、基板10側から光が放出するボトムエミッション構造となっている。

20

【0027】

封止層18は、陰極17の上に形成されている。封止層18は、例えば、陰極17の上面に接して形成されている。封止層28は、例えば、樹脂材料からなる。封止層28に用いられる樹脂材料としては、例えば、エポキシ樹脂や、ビニル系樹脂などが挙げられる。

30

【0028】

次に、低屈折率層について説明する。低屈折率層は、発光層14と陰極17との間に設けられており、電子輸送層15および電子注入層16のいずれか一方の層である。つまり、低屈折率層は、陰極17から注入された電子を発光層14へ注入もしくは輸送する機能を有している。なお、電子注入層16が単層で構成されている場合に、低屈折率層は、例えば、電子注入層16の全体に該当していてもよい。電子注入層16が複数の層の積層体で構成されている場合に、低屈折率層は、例えば、電子注入層16の全体に該当していてもよいし、電子注入層16に含まれる少なくとも1つの層に該当していてもよい。また、電子輸送層15が単層で構成されている場合に、低屈折率層は、例えば、電子輸送層15の全体に該当していてもよい。電子輸送層15が複数の層の積層体で構成されている場合に、低屈折率層は、例えば、電子輸送層15の全体に該当していてもよいし、電子輸送層15に含まれる少なくとも1つの層に該当していてもよい。

40

【0029】

低屈折率層は、発光層14および陰極17の屈折率とは異なる屈折率を有する材料によって形成されている。具体的には、低屈折率層は、陰極17の屈折率よりも大きく、発光層14の屈折率よりも小さな屈折率を有している。ここで、陰極17が、例えば屈折率0.3の金属材料で構成されるとともに、発光層14が、例えば屈折率1.7の有機材料で構成されている場合には、低屈折率層は、0.3よりも大きく、1.7よりも小さな屈折率の材料で構成されている。

50

【0030】

図2(A)は、比較例に係る有機電界発光素子で発生するエネルギーの伝搬モードのモード比の一例を表したものである。図2(B)は、実施例に係る有機電界発光素子で発生するエネルギーの伝搬モードの構成例を表したものである。実施例では、電子輸送層15および電子注入層16のいずれか一方の層の屈折率が、陰極17の屈折率よりも大きく、発光層14の屈折率よりも小さくなっている。比較例および実施例におけるその他の条件は、以下のようになっている。なお、図2(A)、図2(B)において、OCは外部放出モード、SGは基板モード、BTは封止層18とは逆側(つまり基板10側)へ漏れるモード(漏れモード)、ALは有機電界発光素子内での吸収によるロスが発生するモード(ロスモード)、GMは導波路モード、ECはエバネッセント(無輻射)モードをそれぞれ指している。 10

【0031】

図2(A)、(B)には、2次干渉(セカンドキャビティ)を発生させるとともに発光位置が陰極側となっているマイクロキャビティ構造を備えた有機電界発光素子におけるシミュレーション結果が示されている。ここで、比較例では、陽極を、厚さ200 μ m、屈折率0.7の材料で構成し、正孔注入層を、厚さ10nm、屈折率1.7の材料で構成し、正孔輸送層を、厚さ180nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ60nm、屈折率1.7の材料で構成した。比較例では、さらに、電子輸送層を、厚さ10nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層を、厚さ10nm、屈折率2.0の材料で構成し、陰極を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層を、厚さ5 μ m、屈折率1.8の材料で構成した。一方、実施例では、陽極11を、厚さ200 μ m、屈折率0.7の材料で構成し、正孔注入層12を、厚さ10nm、屈折率1.7の材料で構成し、正孔輸送層13を、厚さ180nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ60nm、屈折率1.7の材料で構成した。実施例では、さらに、電子輸送層15を、厚さ10nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層16を、厚さ10nm、屈折率1.3の材料で構成し、陰極17を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層18を、厚さ5 μ m、屈折率1.8の材料で構成した。 20

【0032】

図2(A)、図2(B)から、発光層14と陰極17との間に低屈折率層を設けることにより、フォトンのエネルギーが、エバネッセントモードから、導波路モードへ移行していることがわかる。また、フォトンのエネルギーが、エバネッセントモードから導波路モードへ移行するに伴い、外部放出モードが増加していることがわかる。なお、導波路モードに移行したフォトンのエネルギーは、例えば、第2の実施の形態で登場するリフレクタ構造によって反射され、正面方向に立ち上がった光として外部に出射され得る。 30

【0033】

ところで、発光層14と陰極17との間に低屈折率層を設けることは、発光層14から低屈折率層へ向かう光にとって、低屈折率層の界面における臨界角が小さくなることを指している。そのため、本実施の形態および実施例では、発光層14から低屈折率層へ向かう光が低屈折率層の界面で反射される割合が、低屈折率層を設けなかった場合と比べて大きくなる。その結果、陽極11近傍で表面プラズモン等によって無輻射失活する割合が低くなるので、外部放出モードおよび導波路モードの割合が増える。また、励起子からのエネルギー放射分布は、周辺環境(材料)の性質(誘電率、屈折率等)の影響を受けて大きく変化し、例えば屈折率の大きい場が存在すると、そちらへ向けてエネルギー放射されやすくなる等の報告がある。このような現象も含め、他のモードへの移行割合が増えている事が推察される。 40

【0034】

図3は、赤色光を発する有機電界発光素子1における、低屈折率層の屈折率と伝搬モードのモード比との一例を表したものである。図4は、緑色光を発する有機電界発光素子1における、低屈折率層の屈折率と伝搬モードのモード比との一例を表したものである。図5は、青色光を発する有機電界発光素子1における、低屈折率層の屈折率と伝搬モードの 50

モード比との一例を表したものである。

【0035】

図3～図5には、有機電界発光素子1が2次干渉（セカンドキャビティ）を発生させるとともに発光位置が陰極17側となっているマイクロキャビティ構造を備えている場合のシミュレーション結果が例示されている。図3～図5に記載された横軸の低屈折率層の屈折率は、電子注入層16の屈折率を示す。

【0036】

図3では、陽極11を、厚さ200 μ m、屈折率0.3の材料で構成し、正孔注入層12を、厚さ10nmの低屈折率材料で構成し、正孔輸送層13を、厚さ220nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ60nm、屈折率1.7の材料で構成した。また、図3では、電子輸送層15を、厚さ10nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層16を、厚さ10nmで構成し、陰極17を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層18を、厚さ5 μ m、屈折率1.8の材料で構成した。

10

【0037】

図4では、陽極11を、厚さ200 μ m、屈折率0.3の材料で構成し、正孔注入層12を、厚さ10nmの低屈折率材料で構成し、正孔輸送層13を、厚さ180nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ60nm、屈折率1.7の材料で構成した。また、図4では、電子輸送層15を、厚さ10nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層16を、厚さ10nmで構成し、陰極17を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層18を、厚さ5 μ m、屈折率1.8の材料で構成した。

20

【0038】

図5では、陽極11を、厚さ200 μ m、屈折率0.3の材料で構成し、正孔注入層12を、厚さ10nmの低屈折率材料で構成し、正孔輸送層13を、厚さ140nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ40nm、屈折率1.7の材料で構成した。また、図5では、電子輸送層15を、厚さ10nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層16を、厚さ10nmで構成し、陰極17を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層18を、厚さ5 μ m、屈折率1.8の材料で構成した。

【0039】

上述したように、各発光色の有機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率は、陰極17の屈折率（例えば、0.3）よりも大きく、発光層14の屈折率（例えば、1.7）よりも小さくなっていることが好ましい。赤色光を発する有機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率は、導波路モードの割合が増える、0.5以上となっていることが好ましい。従って、赤色光を発する有機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率は、図3の「a」の範囲内の値となっていることが好ましく、図3の「b」の範囲内の値となっていることがより好ましい。

30

【0040】

緑色光を発する有機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率は、導波路モードの割合が増える、0.5以上となっていることが好ましい。従って、緑色光を発する有機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率は、図4の「a」の範囲内の値となっていることが好ましく、図4の「c」の範囲内の値となっていることがより好ましい。

40

【0041】

青色光を発する有機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率は、導波路モードの割合が増える、0.5以上となっていることが好ましい。従って、青色光を発する有機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率は、図5の「a」の範囲内の値となっていることが好ましく、図5の「d」の範囲内の値となっていることがより好ましい。

【0042】

[効果]

次に、本実施の形態に係る有機電界発光素子1の効果について説明する。

【0043】

有機電界発光素子を用いた有機電界発光装置として、種々のものが提案されている。有

50

機電界発光素子は、陰極および陽極から注入された電子および正孔が発光層で再結合することにより励起子が発生し、その励起子が低エネルギー準位又は基底状態に戻る際に光を放出する素子である。従って、有機機電界発光素子では、効果的にキャリアを注入するとともに、効果的に光を外部に取り出すことが必要である。

【0044】

ここで、キャリア注入のうち、正孔注入に着目すると、正孔注入層12は、発光層14に正孔を注入するとともに、発光中心で生成した励起子のエネルギーが陽極11付近で失われる失活の発生割合を低くする作用を有していることが重要となる。そこで、本実施の形態では、発光層14と陰極17との間に、陰極17の屈折率よりも大きく、発光層14の屈折率よりも小さな屈折率を有する低屈折率層が設けられている。これにより、発光層14から低屈折率層へ向かう光にとって、低屈折率層の界面における臨界角が小さくなるので、発光層14から低屈折率層へ向かう光が低屈折率層の界面で反射される割合が、低屈折率層を設けなかった場合と比べて大きくなる。その結果、励起子が陽極11近傍で表面プラズモン等によって無輻射失活する割合が低くなるので、外部放出モードおよび導波路モードの割合が増える。従って、低屈折率層によって、発光層14への正孔注入もしくは輸送を促すとともに、光取り出し効率を向上させることができる。

10

【0045】

また、本実施の形態において、低屈折率層が0.3よりも大きく、1.7よりも小さな屈折率の材料で構成されている場合には、発光層14から低屈折率層へ向かう光にとって、低屈折率層の界面における臨界角が小さくなるので、発光層14から低屈折率層へ向かう光が低屈折率層の界面で反射される割合が、低屈折率層を設けなかった場合と比べて大きくなる。その結果、励起子が陽極11近傍で表面プラズモン等によって無輻射失活する割合が低くなるので、外部放出モードおよび導波路モードの割合が増える。従って、低屈折率層によって、発光層14への正孔注入もしくは輸送を促すとともに、光取り出し効率を向上させることができる。

20

【0046】

また、本実施の形態に係る赤色光を発する有機機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率が0.5以上、1.7以下となっている場合には、導波路モードの割合が大きくなる。これにより、発光層14への正孔注入もしくは輸送を促すとともに、光取り出し効率を向上させることができる。

30

【0047】

また、本実施の形態に係る緑色光を発する有機機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率が0.5以上、1.7以下となっている場合には、導波路モードの割合が大きくなる。これにより、発光層14への正孔注入もしくは輸送を促すとともに、光取り出し効率を向上させることができる。

【0048】

また、本実施の形態に係る青色光を発する有機機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率が0.5以上、1.7以下となっている場合には、導波路モードの割合が大きくなる。これにより、発光層14への正孔注入もしくは輸送を促すとともに、光取り出し効率を向上させることができる。

40

【0049】

< 2. 第1の実施の形態の変形例 >

次に、上記第1の実施の形態に係る有機機電界発光素子1の変形例について説明する。

【0050】

[変形例A]

上記実施の形態では、低屈折率層が、発光層14と陰極17との間に設けられていた。しかし、上記実施の形態において、低屈折率層が、発光層14と陰極17の間ではなく、陽極11と発光層14との間に設けられていてもよい。また、上記実施の形態において、低屈折率層が、発光層14と陰極17との間に設けられるとともに、陽極11と発光層14との間にも設けられていてもよい。以下では、陽極11と発光層14との間に設けた

50

低屈折率層について説明する。

【0051】

低屈折率層は、陽極11と発光層14との間に設けられており、正孔注入層12および正孔輸送層13のいずれか一方の層である。つまり、低屈折率層は、陽極11から注入された正孔を発光層14へ注入もしくは輸送する機能を有している。なお、正孔注入層12が単層で構成されている場合に、低屈折率層は、例えば、正孔注入層12の全体に該当していてもよい。正孔注入層12が複数の層の積層体で構成されている場合に、低屈折率層は、例えば、正孔注入層12の全体に該当していてもよいし、正孔注入層12に含まれる少なくとも1つの層に該当していてもよい。また、正孔輸送層13が単層で構成されている場合に、低屈折率層は、例えば、正孔輸送層13の全体に該当していてもよい。正孔輸送層13が複数の層の積層体で構成されている場合に、低屈折率層は、例えば、正孔輸送層13の全体に該当していてもよいし、正孔輸送層13に含まれる少なくとも1つの層に該当していてもよい。

10

【0052】

低屈折率層は、陽極11および発光層14の屈折率とは異なる屈折率を有する材料によって形成されている。具体的には、低屈折率層は、陽極11の屈折率よりも大きく、発光層14の屈折率よりも小さな屈折率を有している。ここで、陽極11が、例えば屈折率0.3の金属材料で構成されるとともに、発光層14が、例えば屈折率1.7の有機材料で構成されている場合には、低屈折率層は、0.3よりも大きく、1.7よりも小さな屈折率の材料で構成されている。

20

【0053】

図6(A)は、比較例に係る有機電界発光素子で発生するエネルギーの伝搬モードのモード比の一例を表したものである。図6(B)は、実施例に係る有機電界発光素子で発生するエネルギーの伝搬モードの構成例を表したものである。比較例では、正孔注入層12および正孔輸送層13のいずれの屈折率も、発光層14の屈折率と等しくなっている。一方、実施例では、正孔注入層12および正孔輸送層13のいずれか一方の層の屈折率が、陽極11の屈折率よりも大きく、発光層14の屈折率よりも小さくなっている。比較例および実施例におけるその他の条件は、以下のようになっている。なお、図6(A)、図6(B)において、OCは外部放出モード、SGは基板モード、BTは封止層18とは逆側（つまり基板10側）へ漏れるモード（漏れモード）、ALは有機電界発光素子内での吸収によるロスが発生するモード（ロスモード）、GMは導波路モード、ECはエバネッセント（無輻射）モードをそれぞれ指している。

30

【0054】

図6(A)、(B)には、2次干渉（セカンドキャビティ）を発生させるとともに発光位置が陽極側となっているマイクロキャビティ構造を備えた有機電界発光素子におけるシミュレーション結果が示されている。ここで、比較例では、陽極を、厚さ200 μm 、屈折率0.7の材料で構成し、正孔注入層を、厚さ10nm、屈折率1.7の材料で構成し、正孔輸送層を、厚さ20nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ90nm、屈折率1.7の材料で構成した。比較例では、さらに、電子輸送層を、厚さ30nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層を、厚さ80nm、屈折率2.0の材料で構成し、陰極を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層を、厚さ5 μm 、屈折率1.8の材料で構成した。一方、実施例では、陽極11を、厚さ200 μm 、屈折率0.7の材料で構成し、正孔注入層12を、厚さ10nm、屈折率1.3の材料で構成し、正孔輸送層13を、厚さ20nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ90nm、屈折率1.7の材料で構成した。実施例では、さらに、電子輸送層15を、厚さ30nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層16を、厚さ80nm、屈折率2.0の材料で構成し、陰極17を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層18を、厚さ5 μm 、屈折率1.8の材料で構成した。

40

【0055】

図6(A)、図6(B)から、陽極11と発光層14との間に低屈折率層を設けること

50

により、フォトンエネルギーが、エバネッセントモードから、導波路モードへ移行していることがわかる。また、フォトンエネルギーが、エバネッセントモードから導波路モードへ移行するに伴い、外部放出モードが増加していることがわかる。なお、導波路モードに移行したフォトンエネルギーは、例えば、第2の実施の形態で登場するリフレクタ構造によって反射され、正面方向に立ち上がった光として外部に出射され得る。

【0056】

ところで、陽極11と発光層14との間に低屈折率層を設けることは、発光層14から低屈折率層へ向かう光にとって、低屈折率層の界面における臨界角が小さくなることを指している。そのため、本実施の形態および実施例では、発光層14から低屈折率層へ向かう光が低屈折率層の界面で反射される割合が、低屈折率層を設けなかった場合と比べて大きくなる。その結果、陽極11近傍で表面プラズモン等によって無輻射失活する割合が低くなるので、外部放出モードおよび導波路モードの割合が増える。また、励起子からのエネルギー放射分布は、周辺環境（材料）の性質（誘電率、屈折率等）の影響を受けて大きく変化し、例えば屈折率の大きい場が存在すると、そちらへ向けてエネルギー放射されやすくなる等の報告がある。このような現象も含め、他のモードへの移行割合が増えている事が推察される。

【0057】

図7は、赤色光を発する有機電界発光素子1における、低屈折率層の屈折率と伝搬モードのモード比との関係の一例を表したものである。図8は、緑色光を発する有機電界発光素子1における、低屈折率層の屈折率と伝搬モードのモード比との関係の一例を表したものである。図9は、青色光を発する有機電界発光素子1における、低屈折率層の屈折率と伝搬モードのモード比との関係の一例を表したものである。

【0058】

図7～図9には、有機電界発光素子1が2次干渉（セカンドキャビティ）を発生させるとともに発光位置が陽極11側となっているマイクロキャビティ構造を備えている場合のシミュレーション結果が例示されている。図7～図9に記載された横軸の低屈折率層の屈折率は、正孔注入層12の屈折率を示す。

【0059】

図6では、陽極11を、厚さ200 μ m、屈折率0.3の材料で構成し、正孔注入層12を、厚さ10nmの低屈折率材料で構成し、正孔輸送層13を、厚さ30nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ120nm、屈折率1.7の材料で構成した。また、図6では、電子輸送層15を、厚さ30nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層16を、厚さ80nm、屈折率2.0の材料で構成し、陰極17を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層18を、厚さ5 μ m、屈折率1.8の材料で構成した。

【0060】

図7では、陽極11を、厚さ200 μ m、屈折率0.3の材料で構成し、正孔注入層12を、厚さ10nmの低屈折率材料で構成し、正孔輸送層13を、厚さ20nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ90nm、屈折率1.7の材料で構成した。また、図7では、電子輸送層15を、厚さ30nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層16を、厚さ80nm、屈折率2.0の材料で構成し、陰極17を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層18を、厚さ5 μ m、屈折率1.8の材料で構成した。

【0061】

図8では、陽極11を、厚さ200 μ m、屈折率0.3の材料で構成し、正孔注入層12を、厚さ10nmの低屈折率材料で構成し、正孔輸送層13を、厚さ20nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ40nm、屈折率1.7の材料で構成した。また、図8では、電子輸送層15を、厚さ30nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層16を、厚さ80nm、屈折率2.0の材料で構成し、陰極17を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層18を、厚さ5 μ m、屈折率1.8の材料で構成

した。

【0062】

上述したように、各発光色の有機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率は、陽極11の屈折率（例えば、0.3）よりも大きく、発光層14の屈折率（例えば、1.7）よりも小さくなっていることが好ましい。赤色光を発する有機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率は、導波路モードの割合が増える、0.75以上となっていることが好ましい。赤色光を発する有機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率は、外部放出モードがエバネッセントモードよりも支配的となる、1.4以下となっていることが好ましい。従って、赤色光を発する有機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率は、図7の「a」の範囲内の値となっていることが好ましく、図7の「b」の範囲内の値となっていることがより好ましい。

10

【0063】

緑色光を発する有機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率は、導波路モードの割合が増える、0.5以上となっていることが好ましい。従って、緑色光を発する有機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率は、図8の「a」の範囲内の値となっていることが好ましく、図8の「c」の範囲内の値となっていることがより好ましい。

【0064】

青色光を発する有機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率は、導波路モードの割合が増える、0.5以上となっていることが好ましい。青色光を発する有機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率は、エバネッセントモードの割合が50%以下となる、1.5以下となっていることが好ましい。従って、青色光を発する有機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率は、図9の「a」の範囲内の値となっていることが好ましく、図9の「d」の範囲内の値となっていることがより好ましい。

20

【0065】

[効果]

次に、本変形例に係る有機電界発光素子1の効果について説明する。

【0066】

本変形例では、陽極11と発光層14との間に、陽極11の屈折率よりも大きく、発光層14の屈折率よりも小さな屈折率を有する低屈折率層が設けられている。これにより、発光層14から低屈折率層へ向かう光にとって、低屈折率層の界面における臨界角が小さくなるので、発光層14から低屈折率層へ向かう光が低屈折率層の界面で反射される割合が、低屈折率層を設けなかった場合と比べて大きくなる。その結果、励起子が陽極11近傍で表面プラズモン等によって無輻射失活する割合が低くなるので、外部放出モードおよび導波路モードの割合が増える。従って、低屈折率層によって、発光層14への正孔注入もしくは輸送を促すとともに、光取り出し効率を向上させることができる。

30

【0067】

また、本変形例において、低屈折率層が0.3よりも大きく、1.7よりも小さな屈折率の材料で構成されている場合には、発光層14から低屈折率層へ向かう光にとって、低屈折率層の界面における臨界角が小さくなるので、発光層14から低屈折率層へ向かう光が低屈折率層の界面で反射される割合が、低屈折率層を設けなかった場合と比べて大きくなる。その結果、励起子が陽極11近傍で表面プラズモン等によって無輻射失活する割合が低くなるので、外部放出モードおよび導波路モードの割合が増える。従って、低屈折率層によって、発光層14への正孔注入もしくは輸送を促すとともに、光取り出し効率を向上させることができる。

40

【0068】

また、本変形例に係る赤色光を発する有機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率が0.75以上、1.4以下となっている場合には、導波路モードの割合が大きく、外部放出モードがエバネッセントモードよりも支配的となる。これにより、発光層14への正孔注入もしくは輸送を促すとともに、光取り出し効率を向上させることができる。

【0069】

50

また、本変形例に係る緑色光を発する有機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率が0.5以上、1.7以下となっている場合には、導波路モードの割合が大きくなる。これにより、発光層14への正孔注入もしくは輸送を促すとともに、光取り出し効率を向上させることができる。

【0070】

また、本変形例に係る青色光を発する有機電界発光素子1において、低屈折率層の屈折率が0.5以上、1.5以下となっている場合には、導波路モードの割合が大きく、エバネッセントモードの割合が50%以下となる。これにより、発光層14への正孔注入もしくは輸送を促すとともに、光取り出し効率を向上させることができる。

【0071】

[変形例B]

図10は、上記実施の形態および変形例Aに係る有機電界発光素子1の断面構成の一変形例を表したものである。本変形例に係る有機電界発光素子1において、正孔注入層12は、例えば、金属酸化物層12Aと、金属酸化物層12Aに積層された有機物層12Bとを含んで構成されている。

【0072】

金属酸化物層12Aは、酸化タングステン（組成式 WO_x において、 x は概ね $2 < x < 3$ の範囲における実数）を含んで構成されている。金属酸化物層12Aの膜厚は、2nm以上となっており、例えば、10nmとなっている。金属酸化物層12Aには、通常混入し得る程度の極微量の不純物が含まれていてもよい。

【0073】

金属酸化物層12Aの膜厚を2nm以上とすることにより、均一な酸化タングステン膜を成膜しやすくなり、また、以下に示す陽極11と金属酸化物層12Aとの間のショットキーオーミック接続を形成しやすくなる。ショットキーオーミック接続は、酸化タングステン膜の膜厚が2nm以上で安定して形成される。そのため、これより厚く酸化タングステン膜を形成すれば、ショットキーオーミック接続を利用して、陽極11から金属酸化物層12Aへの安定したホール注入効率を期待できる。なお、「ショットキーオーミック接続」とは、陽極11のフェルミレベルと、金属酸化物層12Aのフェルミ面近傍の占有準位で最も低い結合エネルギーとの差が所定値以下に収まっている接続を言う。金属酸化物層12Aの厚さは、例えば、5nm以上20nm以下となっている。

【0074】

有機物層12Bは、金属酸化物層12Aに接触して形成されている。有機物層12Bは、電子ブロッキング性を有している。有機物層12Bは、導電性ポリマー材料などの有機材料によって形成されている。有機物層12Bは、例えば、PEDOT（ポリチオフェンとポリスチレンスルホン酸との混合物）などの導電性ポリマー材料の有機高分子溶液を、金属酸化物層12A上に塗布し乾燥させることにより形成されている。この場合、有機物層12Bは、塗布膜によって構成されている。有機物層12Bは、さらに、例えば、溶解性および不溶化の機能のために、その分子構造中に、可溶性基と、熱解離可溶性基、架橋性基または脱離性保護基などの不溶化基とを有している。つまり、有機物層12Bは、不溶化層となっている。

【0075】

青色の有機電界発光素子1の有機物層12Bの厚さは、発光効率の観点からは、例えば、20nm以上となっていることが好ましい。なお、青色の有機電界発光素子1の有機物層12Bの厚さは、色度の観点からは、例えば、30nm以上となっていることが好ましい。緑色の有機電界発光素子1の有機物層12Bの厚さは、発光効率の観点からは、例えば、10nm以上20nm以下となっていることが好ましい。赤色の有機電界発光素子12rの有機物層12Bの厚さは、発光効率の観点からは、例えば、30nm以上となっていることが好ましい。赤色の有機電界発光素子12rの有機物層12Bの厚さは、成膜時間短縮の観点からは、例えば、50nm以下となっていることが好ましい。

【0076】

[変形例 C]

図 1 1 は、上記実施の形態および変形例 A に係る有機電界発光素子 1 の断面構成の一変形例を表したものである。図 1 2 は、上記変形例 B に係る有機電界発光素子 1 の断面構成の一変形例を表したものである。本変形例に係る有機電界発光素子 1 は、陰極 1 7 と封止層 1 8 との間に、陰極 1 7 の上面に接する配光制御層 1 9 を有している。配光制御層 1 9 は、例えば、図 1 3 に示したように、光透過層 1 9 A, 1 9 B, 1 9 C を陰極 1 7 側からこの順に積層して構成された複合層となっている。光透過層 1 9 A, 1 9 B, 1 9 C は、例えば、透明導電性材料または透明誘電体材料によって形成されている。

【0077】

光透過層 1 9 A, 1 9 B, 1 9 C に用いられる透明導電性材料としては、例えば、ITO または IZO 等が挙げられる。光透過層 1 9 A, 1 9 B, 1 9 C に用いられる透明誘電体材料としては、例えば酸化ケイ素（例えば SiO_2 ）、酸窒化ケイ素（例えば SiON ）または窒化ケイ素（例えば SiN ）等が挙げられる。光透過層 1 9 A, 1 9 B, 1 9 C は、陰極 1 7 としての機能を有していてもよく、あるいは、パッシベーション膜として機能するようになっていてもよい。光透過層 1 9 A, 1 9 B, 1 9 C は、例えば、MgF または NaF などの低屈折率材料によって形成されていてもよい。

【0078】

陽極 1 1 と光透過層 1 9 A, 1 9 B, 1 9 C とによって共振器構造が構成される。本変形例では、封止層 1 8 は、陽極 1 1 と光透過層 1 9 A, 1 9 B, 1 9 C との間で構成される共振器構造への外部からの干渉を防ぐ機能も有している。

【0079】

陽極 1 1 の上面には、陽極 1 1 と、陽極 1 1 の上面に接する層（正孔注入層 1 2 もしくは正孔輸送層 1 3）との屈折率差によって反射面 S 1 が形成されている。反射面 S 1 は、発光層 1 4 の発光中心 1 4 a から光学距離 L 1 の位置に配置されている。光学距離 L 1 は、発光層 1 4 の発光スペクトルの中心波長 λ_1 の光を、反射面 S 1 と、発光中心 1 4 a との間における干渉によって強め合うように設定されている。具体的には、光学距離 L 1 は、以下の式（1）、（2）を満たすように構成されている。なお、式（1）、（2）において、L 1, λ_1 , λ_{11} の単位は、nm となっている。

【0080】

$$(2L_1/\lambda_{11}) + (a_1/2\pi) = m_1 \cdots (1)$$

$$\lambda_1 - 150 < \lambda_{11} < \lambda_1 + 80 \cdots (2)$$

a_1 : 発光層 1 4 から出射された光が反射面 S 1 で反射する際の位相変化

λ_{11} : 式（2）を満たす波長

m_1 : 0 以上の整数

【0081】

a_1 は、陽極 1 1 の複素屈折率 $N = n_0 - jk$ (n_0 : 屈折率、 k : 消衰係数) の n_0 、 k と、発光層 1 4 の屈折率とを用いて計算することができる（例えば、Principles of Optics, Max Born and Emil Wolf, 1974 (PERGAMON PRESS)などを参照）。陽極 1 1 の複素屈折率や発光層 1 4 の屈折率は、例えば、分光エリプソメトリー測定装置を用いて測定することができる。

【0082】

m_1 の値が大きいといわゆるマイクロキャビティ（微小共振器）効果が得られないため、 $m_1 = 0$ であることが好ましい。例えば、光学距離 L 1 は、以下の式（3）、（4）を共に満たしていることが好ましい。なお、式（4）において、 $\lambda_1 = 600 \text{ nm}$ となっている。

【0083】

$$(2L_1/\lambda_{11}) + (a_1/2\pi) = 0 \cdots (3)$$

$$\lambda_1 - 150 = 450 < \lambda_{11} = 600 < \lambda_1 + 80 = 680 \cdots (4)$$

【0084】

式（3）を満たす反射面 S 1 は、0 次の干渉の位置に設けられているので、広い波長帯

10

20

30

40

50

域にわたって、高い透過率を示す。このため、式（４）に示したように、 λ_{11} を中心波長 λ_1 から大きくずらすことも可能である。

【００８５】

陰極１７の上面には、陰極１７と、陰極１７の上面に接する層（光透過層１９Ａ）との屈折率差によって反射面Ｓ２が形成されている。反射面Ｓ２は、発光層１４の発光中心１４ａから光学距離Ｌ２の位置に配置されている。光学距離Ｌ２は、発光層１４の発光スペクトルの中心波長 λ_1 の光を、反射面Ｓ２と、発光中心１４ａとの間における干渉によって強め合うように設定されている。具体的には、光学距離Ｌ２は、以下の式（５）、（６）を満たすように構成されている。なお、式（５）、（６）において、Ｌ２、 λ_1 、 λ_{12} の単位は、nmとなっている。

10

【００８６】

$$(2L2/\lambda_{12}) + (a2/2\pi) = m2 \cdots (5)$$

$$\lambda_1 - 80 < \lambda_{12} < \lambda_1 + 80 \cdots (6)$$

a２：発光層１４から出射された光が反射面Ｓ２で反射する際の位相変化

λ_{12} ：式（６）を満たす波長

m２：０以上の整数

【００８７】

a２は、光透過層１９Ａの複素屈折率 $N = n_0 - jk$ （ n_0 ：屈折率、 k ：消衰係数）の n_0 、 k と、発光層１４の屈折率とを用いて計算することができる。光透過層１９Ａの複素屈折率や発光層１４の屈折率は、例えば、分光エリプソメトリー測定装置を用いて測定することができる。

20

【００８８】

m２の値が大きいといわゆるマイクロキャビティ（微小共振器）効果が得られないため、m２＝１であることが好ましい。

【００８９】

反射面Ｓ１、Ｓ２は、ともに、発光層１４で発生した光を、発光中心１４ａとの間で強め合うように構成されている。この増幅効果により、620nm付近に透過率のピークが発生する。

【００９０】

なお、例えば、図１４に示したように、陰極１７を設けずに、光透過層１９Ａに陰極１７の役割を持たせ、かつ、反射面Ｓ２を、電子輸送層１５もしくは電子注入層１６と光透過層１９Ａとの屈折率差によって形成するようにしてもよい。

30

【００９１】

また、例えば、図１５に示したように、光透過層１９Ａと光透過層１９Ｂとの間に光透過層１９Ｄを設けて、この光透過層１９Ｄと光透過層１９Ａとの屈折率差によって反射面Ｓ２を形成するようにしてもよい。

【００９２】

光透過層１９Ａの上面には、光透過層１９Ａと、光透過層１９Ａの上面に接する層（光透過層１９Ｂ）との屈折率差によって反射面Ｓ３が形成されている。反射面Ｓ３は、発光層１４の発光中心１４ａから光学距離Ｌ３の位置に配置されている。赤色光を発する有機電界発光素子１において、光学距離Ｌ３は、発光層１４の発光スペクトルの中心波長 λ_1 （ λ_{1R} ）の光を、反射面Ｓ３と、発光中心１４ａとの間における干渉によって弱め合うように設定されている。青色光を発する有機電界発光素子１において、光学距離Ｌ３は、発光層１４の発光スペクトルの中心波長 λ_1 （ λ_{1B} ）の光を、反射面Ｓ３と、発光中心１４ａとの間における干渉によって強め合うように設定されている。具体的には、赤色光を発する有機電界発光素子１において、光学距離Ｌ３は、以下の式（７）、（８）を満たすように構成されている。青色光を発する有機電界発光素子１において、光学距離Ｌ３は、以下の式（９）、（１０）を満たすように構成されている。なお、式（７）、（８）、（９）、（１０）において、Ｌ３、 λ_1 、 λ_{13} の単位は、nmとなっている。

40

【００９３】

50

$$(2L3/\lambda13) + (a3/2\pi) = m3 + 1/2 \cdots (7)$$

$$\lambda1R - 150 < \lambda13 < \lambda1R + 150 \cdots (8)$$

$$(2L3/\lambda23) + (a3/2\pi) = n3 \cdots (9)$$

$$\lambda1B - 150 < \lambda23 < \lambda1B + 150 \cdots (10)$$

$a3$: 発光層14から出射された光が反射面S3で反射する際の位相変化

$\lambda13$: 式(8)を満たす波長

$\lambda23$: 式(10)を満たす波長

$m3, n3$: 0以上の整数

【0094】

光透過層19Bの上面には、光透過層19Bと、光透過層19Bの上面に接する層（光透過層19C）との屈折率差によって反射面S4が形成されている。反射面S4は、発光層14の発光中心14aから光学距離L4の位置に配置されている。赤色光を発する有機電界発光素子1において、光学距離L4は、発光層14の発光スペクトルの中心波長 $\lambda1$ （ $\lambda1R$ ）の光を、反射面S4と、発光中心14aとの間における干渉によって弱め合うように設定されている。青色光を発する有機電界発光素子1において、光学距離L4は、発光層14の発光スペクトルの中心波長 $\lambda1$ （ $\lambda1B$ ）の光を、反射面S4と、発光中心14aとの間における干渉によって強め合うように設定されている。具体的には、赤色光を発する有機電界発光素子1において、光学距離L4は、以下の式(11)、(12)を満たすように構成されている。青色光を発する有機電界発光素子1において、光学距離L4は、以下の式(13)、(14)を満たすように構成されている。なお、式(11)、(12)、(13)、(14)において、L4、 $\lambda1$ 、 $\lambda14$ の単位は、nmとなっている。

【0095】

$$(2L4/\lambda14) + (a4/2\pi) = m4 + 1/2 \cdots (11)$$

$$\lambda1R - 150 < \lambda14 < \lambda1R + 150 \cdots (12)$$

$$(2L4/\lambda24) + (a3/2\pi) = n4 \cdots (13)$$

$$\lambda1B - 150 < \lambda24 < \lambda1B + 150 \cdots (14)$$

$a4$: 発光層14から出射された光が反射面S4で反射する際の位相変化

$\lambda14$: 式(11)を満たす波長

$\lambda24$: 式(13)を満たす波長

$m4, n4$: 0以上の整数

【0096】

$a3$ は、光透過層19Bの複素屈折率 $N = n0 - jk$ （ $n0$: 屈折率、 k : 消衰係数）の $n0$ 、 k と、発光層14の屈折率とを用いて計算することができる。 $a4$ は、光透過層19Cの複素屈折率 $N = n0 - jk$ （ $n0$: 屈折率、 k : 消衰係数）の $n0$ 、 k と、発光層14の屈折率とを用いて計算することができる。光透過層19B、19Cの複素屈折率や発光層14の屈折率は、例えば、分光エリプソメトリー測定装置を用いて測定することができる。

【0097】

詳細は後述するが、このように反射面S3、S4での反射条件を、赤色光を発する有機電界発光素子1と青色光を発する有機電界発光素子1とで異ならせることができるので、有機電界発光素子1の発光色ごとに、発光状態を調整することができる。

【0098】

反射面S3での反射が加わることにより、赤色の発光層14で発生した光が弱められ、スペクトルの半値幅が広がっている。また、反射面S4での反射が加わることにより、赤色の発光層14で発生した光が更に弱められ、スペクトルの半値幅がより広がっている。このようにスペクトルのピーク近傍をなだらかにすることにより、角度による輝度および色相の急激な変化を抑えることができる。また、反射面S4での反射が加わることにより、青色の発光層14で発生した光が強められ、ピークが大きくなっている。このように、急峻なピークをもたせることにより、光取出効率を高めることができる。また、色度点を

向上させることも可能である。反射面 S 1、S 2 で形成されるスペクトルのピークの位置と、反射面 S 3、S 4 で形成されるスペクトルのピークの位置とを合わせるようにしてもよいし、これらをずらすようにしてもよい。反射面 S 1、S 2 で形成されるスペクトルのピークの位置と、反射面 S 3、S 4 で形成されるスペクトルのピークの位置とをずらした場合には、共振器構造の効果が得られる波長帯域を拡大させ、また急峻な輝度および色相の変化を抑えることができる。

【0099】

緑色光を発する有機電界発光素子 1 は、例えば、青色光を発する有機電界発光素子 1 と同様に構成された、反射面 S 1～S 4 を有している。具体的には、反射面 S 1～S 4 が、緑色の発光層 1 4 の発光スペクトルの中心波長に対して強め合うように構成されている。

10

【0100】

次に、本変形例に係る有機電界発光素子 1 の作用・効果について説明する。

【0101】

本変形例では、発光層 1 4 から出射された光は、反射面 S 1 と反射面 S 4 との間で多重反射され、光取出面 S D R から取り出される。ところで、一般的な有機電界発光装置では、配光特性を向上させることが容易ではない。

【0102】

例えば、所望の波長の光が共振するように、光透過性電極と反射性電極の間の膜厚を設定し、これにより発光効率を高める方法が提案されている（例えば、国際公開 W O O 1 / 0 3 9 5 5 4 号パンフレット）。また、例えば、有機層の膜厚を制御することにより、三原色（赤色、緑色、青色）の減衰のバランスをコントロールし、白色の色度点の視野角特性を高める試みもなされている（例えば、特開 2 0 1 1 - 1 5 9 4 3 3 号公報）。

20

【0103】

しかし、これらの構成では、有機電界発光素子の積層構造が、取り出される光のスペクトルに対して、半値幅の狭い干渉フィルタとして機能する。そのため、光取出面を斜め方向から見た場合には、光の波長が大きくシフトする。このため、視野角によって発光強度の低下等が生じ、視野角依存性が高くなってしまう。

【0104】

また、例えば、特開 2 0 0 6 - 2 4 4 7 1 3 号公報では、視野角による色相変化を低減するための構造が提案されている。しかし、この構造では、単色に適用し、輝度の視野角依存性を低減することは可能かもしれないが、十分に広い波長帯域に適用することが困難である。適用可能な波長帯域を広げるために、反射率をあげることも考え得るが、この場合には、光取出効率が著しく低下する。

30

【0105】

上記のように、有機電界発光素子の積層構造内の位置関係および発光位置等を調整することにより角度依存性を低減する方法が考え得るものの、この方法では調整が困難となる場合がある。例えば、各発光層から出射される光のスペクトルによって、屈折率の波長分散が生じる場合である。屈折率の波長分散では、構成材料の屈折率が各波長によって異なるため、赤色有機電界発光素子、緑色有機電界発光素子、青色有機電界発光素子間で、共振器構造の効果が差異が生じる。例えば、赤色有機電界発光素子では、取り出される赤色光のピークが急峻になり過ぎ、青色有機電界発光素子では、取り出される青色光のピークがなだらかなり過ぎる。このように、素子領域毎に共振器構造の効果が大きく異なると、輝度および色相の角度依存性が大きくなり、配光特性が低下する。

40

【0106】

これに対して、本変形例では、赤色の発光層 1 4 で発生した光に対して、反射面 S 3、S 4 が及ぼす影響と、青色の発光層 1 4 で発生した光に対して反射面 S 3、S 4 が及ぼす影響とが互いに異なっている。具体的には、赤色の発光層 1 4 で発生した光および青色の発光層 1 4 で発生した光は以下になる。

【0107】

赤色の発光層 1 4 で発生した光は、赤色の発光層 1 4 の発光中心 1 4 a と赤色の副画素

50

2 2 Rの反射面 S 3, S 4との間における干渉によって弱められる。一方、青色の発光層 1 4で発生した光は、青色の発光層 1 4の発光中心 1 4 aと青色の有機電界発光素子 1の反射面 S 3, S 4との間における干渉によって強められる。

【0108】

これにより、赤色の有機電界発光素子 1では、光取出面 S D Rからピーク近傍がなだらかな赤色光が取り出され、青色の有機電界発光素子 1では、光取出面 S D Bから急峻なピークを有する青色光が取り出される。したがって、赤色の有機電界発光素子 1の共振器構造の効果と、青色の有機電界発光素子 1の共振器構造の効果との違いが小さくなり、輝度および色相の角度依存性が小さくなる。よって、配光特性を向上させることができる。また、高い配光特性を有する有機電界発光装置 2は、高い画品位を要する表示装置にも好適であり、表示装置の生産性を向上させることができる。

10

【0109】

本変形例に係る有機電界発光素子 1では、 45° の視野角においても、 $\Delta u v \leq 0.015$ 、輝度 60%以上を維持することができ、高画質を実現することができる。

【0110】

以上のように、本変形例に係る有機電界発光素子 1では、赤色の副画素 2 2 Rの反射面 S 3, S 4が、赤色の発光層 1 4で発生した光を弱め合うように設けられているのに対し、青色の副画素 2 2 Bの反射面 S 3, S 4が、青色の発光層 1 4で発生した光を強め合うように設けられている。これにより、副画素 2 2 ごとに、共振器構造の効果进行调整することができるので、配光特性を向上させることが可能となる。

20

【0111】

また、広い波長帯域にわたって、高い光透過率が得られるので光取出効率を向上させることができる。これにより、消費電力を抑えることも可能となる。

【0112】

なお、反射面 S 3, S 4を厚み 5 nm以上の金属薄膜を積層させて形成した場合には、広い波長帯域にわたって、高い光透過率を得ることが可能となる。

【0113】

また、本変形例に係る有機電界発光素子 1は、発光層 1 4が印刷層である場合に好適である。発光層 1 4は、乾燥工程を経ることなどによって、領域による厚みの大小が生じやすい。即ち、発光層 1 4に膜厚分布が生じやすい。本変形例に係る有機電界発光素子 1では、この膜厚分布に起因した、有機電界発光素子 1 ごとの共振器構造の効果の違いを調整することができる。

30

【0114】

< 3. 第 2 の実施の形態 >

[構成]

図 1 6は、本開示の第 2 の実施の形態に係る有機電界発光装置 2の概略構成例を表したものである。図 1 7は、有機電界発光装置 2に設けられた各画素 2 1に含まれる副画素 2 2の回路構成の一例を表したものである。有機電界発光装置 2は、例えば、有機電界発光パネル 2 0、コントローラ 3 0およびドライバ 4 0を備えている。ドライバ 4 0は、例えば、有機電界発光パネル 2 0の外縁部分に実装されている。有機電界発光パネル 2 0は、行列状に配置された複数の画素 2 1を有している。コントローラ 3 0およびドライバ 4 0は、外部から入力された映像信号 D i nおよび同期信号 T i nに基づいて、有機電界発光パネル 2 0 (複数の画素 2 1) を駆動する。

40

【0115】

(有機電界発光パネル 2 0)

有機電界発光パネル 2 0は、コントローラ 3 0およびドライバ 4 0によって各画素 2 1がアクティブマトリクス駆動されることにより、外部から入力された映像信号 D i nおよび同期信号 T i nに基づく画像を表示する。有機電界発光パネル 2 0は、行方向に延在する複数の走査線 W S Lと、列方向に延在する複数の信号線 D T Lおよび複数の電源線 D S Lと、行列状に配置された複数の画素 2 1とを有している。

50

【0116】

走査線WSLは、各画素21の選択に用いられるものであり、各画素21を所定の単位（例えば画素行）ごとに選択する選択パルスを各画素21に供給するものである。信号線DTLは、映像信号Dinに応じた信号電圧Vsigの、各画素21への供給に用いられるものであり、信号電圧Vsigを含むデータパルスを各画素21に供給するものである。電源線DSLは、各画素21に電力を供給するものである。

【0117】

各画素21は、例えば、赤色光を発する副画素22、緑色光を発する副画素22、および青色光を発する副画素22を含んで構成されている。なお、各画素21は、例えば、さらに、他の色（例えば、白色や、黄色など）を発する副画素22を含んで構成されている。各画素21において、複数の副画素22は、例えば、所定の方向に一行に並んで配置されている。

【0118】

各信号線DTLは、後述の水平セクタ41の出力端に接続されている。各画素列には、例えば、複数の信号線DTLが1本ずつ、割り当てられている。各走査線WSLは、後述のライトスキャナ42の出力端に接続されている。各画素行には、例えば、複数の走査線WSLが1本ずつ、割り当てられている。各電源線DSLは、電源の出力端に接続されている。各画素行には、例えば、複数の電源線DSLが1本ずつ、割り当てられている。

【0119】

各副画素22は、画素回路22-1と、有機電界発光素子22-2とを有している。有機電界発光素子22-2は、上記第1の実施の形態、変形例Aおよび変形例Bに係る有機電界発光素子1である。

【0120】

画素回路22-1は、有機電界発光素子22-2の発光・消光を制御する。画素回路22-1は、後述の書込走査によって各副画素22に書き込んだ電圧を保持する機能を有している。画素回路22-1は、例えば、駆動トランジスタTr1、書込トランジスタTr2および保持容量Csを含んで構成されている。

【0121】

書込トランジスタTr2は、駆動トランジスタTr1のゲートに対する、映像信号Dinに対応した信号電圧Vsigの印加を制御する。具体的には、書込トランジスタTr2は、信号線DTLの電圧をサンプリングするとともに、サンプリングにより得られた電圧を駆動トランジスタTr1のゲートに書き込む。駆動トランジスタTr1は、有機電界発光素子22-2に直列に接続されている。駆動トランジスタTr1は、有機電界発光素子22-2を駆動する。駆動トランジスタTr1は、書込トランジスタTr2によってサンプリングされた電圧の大きさに応じて有機電界発光素子22-2に流れる電流を制御する。保持容量Csは、駆動トランジスタTr1のゲートソース間に所定の電圧を保持するものである。保持容量Csは、所定の期間中に駆動トランジスタTr1のゲートソース間電圧Vgsを一定に保持する役割を有する。なお、画素回路22-1は、上述の2Tr1Cの回路に対して各種容量やトランジスタを付加した回路構成となってもよいし、上述の2Tr1Cの回路構成とは異なる回路構成となってもよい。

【0122】

各信号線DTLは、後述の水平セクタ41の出力端と、書込トランジスタTr2のソースまたはドレインとに接続されている。各走査線WSLは、後述のライトスキャナ42の出力端と、書込トランジスタTr2のゲートとに接続されている。各電源線DSLは、電源回路と、駆動トランジスタTr1のソースまたはドレインに接続されている。

【0123】

書込トランジスタTr2のゲートは、走査線WSLに接続されている。書込トランジスタTr2のソースまたはドレインが信号線DTLに接続されている。書込トランジスタTr2のソースおよびドレインのうち信号線DTLに未接続の端子が駆動トランジスタTr1のゲートに接続されている。駆動トランジスタTr1のソースまたはドレインが電源線

10

20

30

40

50

D S Lに接続されている。駆動トランジスタT r 1のソースおよびドレインのうち電源線D S Lに未接続の端子が有機電界発光素子2 1－2の陽極1 1に接続されている。保持容量C sの一端が駆動トランジスタT r 1のゲートに接続されている。保持容量C sの他端が駆動トランジスタT r 1のソースおよびドレインのうち有機電界発光素子2 1－2側の端子に接続されている。

【0 1 2 4】

(ドライバ4 0)

ドライバ4 0は、例えば、水平セクタ4 1およびライトスキャナ4 2を有している。水平セクタ4 1は、例えば、制御信号の入力に応じて（同期して）、コントローラ3 0から入力されたアナログの信号電圧V s i gを、各信号線D T Lに印加する。ライトスキャナ4 2は、複数の副画素2 2を所定の単位ごとに走査する。

10

【0 1 2 5】

(コントローラ3 0)

次に、コントローラ3 0について説明する。コントローラ3 0は、例えば、外部から入力されたデジタルの映像信号D i nに対して所定の補正を行い、それにより得られた映像信号に基づいて、信号電圧V s i gを生成する。コントローラ3 0は、例えば、生成した信号電圧V s i gを水平セクタ4 1に出力する。コントローラ3 0は、例えば、外部から入力された同期信号T i nに応じて（同期して）、ドライバ4 0内の各回路に対して制御信号を出力する。

【0 1 2 6】

20

次に、図1 8、図1 9、図2 0、図2 1を参照して、有機電界発光素子2 2－2について説明する。図1 8は、有機電界発光パネル2 0の概略構成例を表したものである。図1 9は、図1 4の有機電界発光パネル2 0のA－A線での断面構成例（つまり副画素2 2（2 2 R）の行方向の断面構成例）を表したものである。図2 0は、図1 8の有機電界発光パネル2 0のB－B線での断面構成例（つまり副画素2 2（2 2 R）の列方向の断面構成例）を表したものである。図2 1は、図1 8の有機電界発光パネル2 0のC－C線での断面構成例（つまり副画素2 2（2 2 R）の列方向の断面構成例）を表したものである。なお、図2 0には、後述の栈部2 4 Bを避けた箇所での断面構成例が示されている。図2 1には、栈部2 4 Bを含む箇所での断面構成例が示されている。

【0 1 2 7】

30

有機電界発光パネル2 0は、行列状に配置された複数の画素2 1を有している。各画素2 1は、例えば、上述したように、赤色光を発する副画素2 2（2 2 R）、緑色光を発する副画素2 2（2 2 G）、および青色光を発する副画素2 2（2 2 B）を含んで構成されている。

【0 1 2 8】

副画素2 2 Rは、赤色の光を発する有機電界発光素子2 2－2（2 2 r）を含んで構成されている。副画素2 2 Gは、緑色の光を発する有機電界発光素子2 2－2（2 2 g）を含んで構成されている。副画素2 2 Bは、青色の光を発する有機電界発光素子2 2－2（2 2 b）を含んで構成されている。副画素2 2 R、2 2 G、2 2 Bは、例えば、ストライプ配列となっている。各画素2 1において、例えば、副画素2 2 R、2 2 G、2 2 Bが、行方向に並んで配置されている。さらに、各画素行において、例えば、同一色の光を発する複数の副画素2 2が、列方向に並んで配置されている。

40

【0 1 2 9】

有機電界発光パネル2 0は、基板1 0を有している。基板1 0は、例えば、各有機電界発光素子2 2－2、絶縁層2 4および各ラインバンク2 3などを支持する基材と、基材上に設けられた配線層とによって構成されている。基板1 0内の基材は、例えば、無アルカリガラス、ソーダガラス、無蛍光ガラス、磷酸系ガラス、硼酸系ガラスまたは石英などによって形成されている。基板1 0内の基材は、例えば、アクリル系樹脂、スチレン系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリエチレン、ポリエステル、シリコーン系樹脂、またはアルミナなどによって形成されていてもよい。基板1 0内の配線層には、

50

例えば、各画素 2 1 の画素回路 2 2 - 1 が形成されている。

【0130】

有機電界発光パネル 2 0 は、さらに、基板 1 0 上に絶縁層 2 4 を有している。絶縁層 2 4 は、各副画素 2 2 を区画するためのものである。絶縁層 2 4 の厚さの上限は、膜厚ばらつき、ボトム線幅の制御の観点から製造上形状制御の可能な範囲内となっていることが好ましく、10 μm 以下となっていることが好ましい。また、絶縁層 2 4 の厚さの上限は、露光工程での露光時間増大によるタクト増加を抑え、量産工程での生産性低下を抑えることの可能な範囲内となっていることがより好ましく、7 μm 以下となっていることがより好ましい。また、絶縁層 2 4 の厚さの下限は、膜厚が薄くなるとともにボトム線幅を膜厚とほぼ同程度に補足する必要があることから、露光機および材料の解像度限界により決定される。絶縁層 2 4 の厚さの下限は、半導体ステッパーを用いる場合には、1 μm 以上となっていることが好ましく、フラットパネル用のステッパーおよびスキャナーを用いる場合には、2 μm 以上となっていることが好ましい。従って、絶縁層 2 4 の厚さは、1 μm 以上 10 μm 以下となっていることが好ましく、2 μm 以上 7 μm 以下となっていることがより好ましい。

10

【0131】

絶縁層 2 4 は、各副画素 2 2 を区画する複数の列規制部 2 4 C および複数の行規制部 2 4 D を有している。各列規制部 2 4 C は列方向に延在しており、各行規制部 2 4 D は行方向に延在している。複数の列規制部 2 4 C は、列方向に延在するとともに、行方向に所定の間隙を介して並列配置されている。複数の行規制部 2 4 D は、行方向に延在するとともに、列方向に所定の間隙を介して並列配置されている。複数の列規制部 2 4 C および複数の行規制部 2 4 D は、互いに交差（例えば直交）しており、格子状のレイアウトとなっている。各副画素 2 2 は、互いに隣接する 2 つの列規制部 2 4 C と、互いに隣接する 2 つの行規制部 2 4 D とによって囲まれており、各副画素 2 2 を区画している。

20

【0132】

絶縁層 2 4 は、副画素 2 2 ごとに、列方向に延在する複数の（例えば 2 つ）の棧部 2 4 B を有している。複数の棧部 2 4 B は、列方向に延在するとともに、行方向に所定の間隙を介して並列配置されている。さらに、絶縁層 2 4 は、互いに隣接する 2 つの列規制部 2 4 C と、互いに隣接する 2 つの行規制部 2 4 D とによって囲まれた領域内であって、かつ、各棧部 2 4 B の未形成の箇所に、複数の（例えば 3 つ）のスリット状の開口部 2 4 A を有している。各開口部 2 4 A の底面には、後述の陽極 1 1 の表面が露出している。そのため、各開口部 2 4 A の底面に露出した陽極 1 1 から供給される正孔と、後述の陰極 1 7 から供給される電子とが、後述の発光層 1 4 で再結合することにより、後述の発光層 1 4 で発光が生じる。従って、後述の発光層 1 4 のうち、開口部 2 4 A と対向する領域が、発光領域 1 4 A となる。

30

【0133】

各棧部 2 4 B は、例えば、図 1 8 ~ 図 2 1 に示したように、互いに隣接する 2 つの行規制部 2 4 D をまたぐように形成されていてもよいし、例えば、図 2 2 ~ 図 2 4 に示したように、互いに隣接する 2 つの行規制部 2 4 D から離れた箇所に形成されていてもよい。図 2 2 は、有機電界発光パネル 2 0 の概略構成例を表したものである。図 2 3 は、図 2 2 の有機電界発光パネル 2 0 の B - B 線での断面構成例（つまり副画素 2 2 (2 2 R) の列方向の断面構成例）を表したものである。図 2 4 は、図 2 2 の有機電界発光パネル 2 0 の C - C 線での断面構成例（つまり副画素 2 2 (2 2 R) の列方向の断面構成例）を表したものである。なお、図 2 2 の有機電界発光パネル 2 0 の A - A 線での断面構成例（つまり副画素 2 2 (2 2 R) の行方向の断面構成例）は、上述の図 1 9 と共通となっている。

40

【0134】

行規制部 2 4 D の高さは、例えば、図 1 8 ~ 図 2 1 に示したように、列規制部 2 4 C の高さよりも低くなっている。このとき、列方向に並ぶ複数の副画素 2 2 は、これらの副画素 2 2 の左右の 2 つの列規制部 2 4 C によって形成された帯状の溝部の中に配置されており、例えば、発光層 1 4、電子輸送層 1 5 および電子注入層 1 6 を互いに共有している。

50

なお、列方向に並ぶ複数の副画素 22 は、例えば、正孔注入層 12、正孔輸送層 13、発光層 14、電子輸送層 15 および電子注入層 16 を互いに共有していてもよい。なお、行規制部 24D の高さは、例えば、図 22～図 24、図 19 に示したように、列規制部 24C の高さと同じ高さとなってもよい。このとき、各副画素 22 は、互いに隣接する 2 つの列規制部 24C と、互いに隣接する 2 つの行規制部 24D とによって形成された窪みの中に配置されており、例えば、それぞれ別個に発光層 14 を有している。

【0135】

各開口部 24A の行方向の断面は、例えば、図 19 に示したように、上方に拡幅した台形状となっている。また、各開口部 24A の列方向の断面は、例えば、図 20、図 23 に示したように、上方に拡幅した台形状となっている。つまり、各開口部 24A の側面は、後述の発光層 14 から発せられた光を立ち上げるリフレクタ構造となっている。封止層 18 の屈折率を n_1 、絶縁層 24 の屈折率を n_2 とすると、 n_1 、 n_2 は、以下の式 (15)、(16) を満たす。 n_2 は、1.4 以上、1.6 以下となっていることが好ましい。これにより、後述の発光層 14 から発せられた光の、外部への取り出し効率が向上する。

$$1.1 \leq n_1 \leq 1.8 \cdots (15)$$

$$|n_1 - n_2| \geq 0.20 \cdots (16)$$

【0136】

また、さらに、各開口部 24A の深さ D (つまり、絶縁層 24 の厚さ)、絶縁層 24 の上面側の開口幅 Wh、絶縁層 24 の上面側の開口幅 Wl は、以下の式 (17)、(18) を満たすことが好ましい。

$$0.5 \leq Wl / Wh \leq 0.8 \cdots (17)$$

$$0.5 \leq D / Wl \leq 2.0 \cdots (18)$$

【0137】

係る形状、屈折率条件とすることにより、絶縁層 24 の開口部 24A によるリフレクタ構造により、発光層 14 からの光取り出し効率を向上させることができる。その結果、発明者らの検討によると、リフレクタ構造が無い場合に対し副画素 22 あたりの輝度を 1.2～1.5 倍に増加させることができる。

【0138】

絶縁層 24 は、例えば、絶縁性の有機材料によって形成されている。絶縁性の有機材料としては、例えば、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂、ノボラック型フェノール樹脂などが挙げられる。絶縁層 24 は、例えば、耐熱性、溶媒に対する耐性を持つ絶縁性樹脂によって形成されていることが好ましい。列規制部 24C および行規制部 24D は、例えば、絶縁性樹脂をフォトリソグラフィおよび現像によって所望のパターンに加工することによって形成される。列規制部 24C の断面形状は、例えば、図 19 に示したような順テーパー型となっている。行規制部 24D の断面形状は、例えば、図 20 に示したような順テーパー型となっている。

【0139】

本実施の形態では、第 1 の実施の形態、変形例 A および変形例 B に係る有機電界発光素子 1 が各副画素 22 の有機電界発光素子 22-2 に用いられている。これにより、光取り出し効率の高い有機電界発光パネル 20 および有機電界発光装置 2 を実現することができる。

【0140】

< 4. 第 2 の実施の形態の変形例 >

上記第 2 の実施の形態において、各有機電界発光素子 22-2 は、例えば、図 25、図 26、図 27 に示したように、陰極 17 上に、配光制御層 19 を有していてもよい。なお、図 25 は、図 18 の有機電界発光パネル 20 の A-A 線での断面構成例 (つまり副画素 22 (22R) の行方向の断面構成例) を表したものである。図 26 は、図 18 の有機電界発光パネル 20 の B-B 線での断面構成例 (つまり副画素 22 (22R) の列方向の断面構成例) を表したものである。図 27 は、図 18 の有機電界発光パネル 20 の C-C 線での断面構成例 (つまり副画素 22 (22R) の列方向の断面構成例) を表したものであ

10

20

30

40

50

る。

【0141】

本変形例では、配光制御層19は、例えば、陰極17と、封止層18との間に設けられている。配光制御層19は、例えば、陰極17の表面全体に渡って接して形成されていてもよい。

【0142】

本変形例では、赤色の発光層14で発生した光に対して、反射面S3、S4が及ぼす影響と、青色の発光層14で発生した光に対して反射面S3、S4が及ぼす影響とが互いに異なっている。具体的には、赤色の発光層14で発生した光および青色の発光層14で発生した光は以下のようなになる。

10

【0143】

赤色の発光層14で発生した光は、赤色の発光層14の発光中心14aと赤色の副画素22Rの反射面S3、S4との間における干渉によって弱められる。一方、青色の発光層14で発生した光は、青色の発光層14の発光中心14aと青色の有機電界発光素子1の反射面S3、S4との間における干渉によって強められる。

【0144】

これにより、赤色の有機電界発光素子1では、光取出面SDRからピーク近傍がなだらかな赤色光が取り出され、青色の有機電界発光素子1では、光取出面SDBから急峻なピークを有する青色光が取り出される。したがって、赤色の有機電界発光素子1の共振器構造の効果と、青色の有機電界発光素子1の共振器構造の効果との違いが小さくなり、輝度および色相の角度依存性が小さくなる。よって、配光特性を向上させることができる。また、高い配光特性を有する有機電界発光装置2は、高い画品位を要する表示装置にも好適であり、表示装置の生産性を向上させることができる。

20

【0145】

<5. 適用例>

[適用例その1]

以下では、上記第2の実施の形態およびその変形例に係る有機電界発光装置2の適用例について説明する。上記第2の実施の形態およびその変形例に係る有機電界発光装置2は、テレビジョン装置、デジタルカメラ、ノート型パーソナルコンピュータ、シート状のパーソナルコンピュータ、携帯電話等の携帯端末装置あるいはビデオカメラなど、外部から入力された映像信号あるいは内部で生成した映像信号を、画像あるいは映像として表示するあらゆる分野の電子機器の表示装置に適用することが可能である。

30

【0146】

図28は、本適用例に係る電子機器3の外観を斜視的に表したものである。電子機器3は、例えば、筐体310の主面に表示面320を備えたシート状のパーソナルコンピュータである。電子機器3は、電子機器3の表示面320に、上記第2の実施の形態およびその変形例に係る有機電界発光装置2を備えている。上記第2の実施の形態およびその変形例に係る有機電界発光装置2は、有機電界発光パネル20が外側を向くように配置されている。本適用例では、上記第2の実施の形態およびその変形例に係る有機電界発光装置2が表示面320に設けられているので、発光効率の高い電子機器3を実現することができる。

40

【0147】

[適用例その2]

以下では、上記第2の実施の形態およびその変形例に係る有機電界発光素子22-2の適用例について説明する。上記第2の実施の形態およびその変形例に係る有機電界発光素子22-2は、卓上用もしくは床置き用の照明装置、または、室内用の照明装置など、あらゆる分野の照明装置の光源に適用することが可能である。

【0148】

図29は、上記第2の実施の形態およびその変形例に係る有機電界発光素子22-2が適用される室内用の照明装置の外観を表したものである。この照明装置は、例えば、上記

50

第 2 の実施の形態およびその変形例に係る 1 または複数の有機電界発光素子 2 2 - 2 を含んで構成された照明部 4 1 0 を有している。照明部 4 1 0 は、建造物の天井 4 2 0 に適宜の個数および間隔で配置されている。なお、照明部 4 1 0 は、用途に応じて、天井 4 2 0 に限らず、壁 4 3 0 または床（図示せず）など任意の場所に設置することが可能である。

【0 1 4 9】

これらの照明装置では、上記第 2 の実施の形態およびその変形例に係る有機電界発光素子 2 2 - 2 からの光により、照明が行われる。これにより、発光効率の高い照明装置を実現することができる。

【0 1 5 0】

以上、実施の形態を挙げて本開示を説明したが、本開示は実施の形態に限定されるものではなく、種々変形が可能である。なお、本明細書中に記載された効果は、あくまで例示である。本開示の効果は、本明細書中に記載された効果に限定されるものではない。本開示が、本明細書中に記載された効果以外の効果を持ってもよい。

【0 1 5 1】

また、例えば、本開示は以下のような構成を取ることができる。

(1)

陽極、発光層および陰極をこの順に備えるとともに、前記発光層と前記陰極との間、および前記陽極と前記発光層との間の少なくとも一方に、前記発光層の屈折率よりも低い低屈折率層を備える

有機電界発光素子。

(2)

前記低屈折率層は、前記発光層と前記陰極との間に配置され、電子輸送性もしくは電子注入性を有する材料で構成されている

(1) に記載の有機電界発光素子。

(3)

前記低屈折率層は、前記陽極と前記発光層との間に配置され、正孔注入性もしくは正孔輸送性を有する材料で構成されている

(1) に記載の有機電界発光素子。

(4)

前記低屈折率層は、0.3 よりも大きく、1.7 よりも小さな屈折率の材料で構成されている

(2) または (3) に記載の有機電界発光素子。

(5)

前記低屈折率層は、0.75 以上、1.4 以下の屈折率の材料で構成されている

(3) に記載の有機電界発光素子。

(6)

前記低屈折率層は、0.5 以上、1.7 以下の屈折率の材料で構成されている

(2) または (3) に記載の有機電界発光素子。

(7)

前記低屈折率層は、0.5 以上、1.5 以下の屈折率の材料で構成されている

(3) に記載の有機電界発光素子。

(8)

複数の画素を備え、

各前記画素は、有機電界発光素子を有し、

前記有機電界発光素子は、

前記有機電界発光素子は、陽極、発光層および陰極をこの順に有するとともに、前記発光層と前記陰極との間、および前記陽極と前記発光層との間の少なくとも一方に、前記発光層の屈折率よりも低い低屈折率層を有する

有機電界発光パネル。

(9)

10

20

30

40

50

前記低屈折率層は、各前記画素で共有されている

(8) に記載の有機電界発光パネル。

(1 0)

有機電界発光パネルと、前記有機電界発光パネルを駆動する駆動回路とを備え、

前記有機電界発光パネルは、複数の画素を有し、

各前記画素は、有機電界発光素子を有し、

前記有機電界発光素子は、陽極、発光層および陰極をこの順に有するとともに、前記発光層と前記陰極との間、および前記陽極と前記発光層との間の少なくとも一方に、前記発光層の屈折率よりも低い低屈折率層を有する

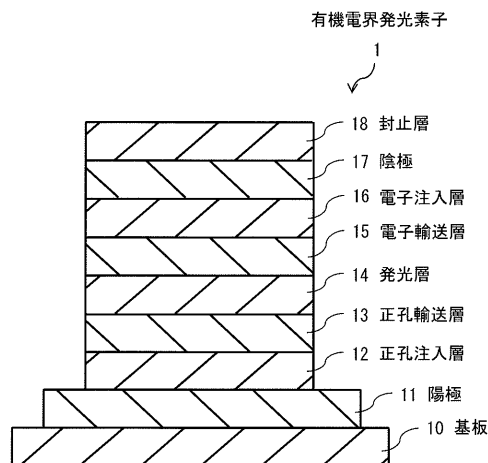
電子機器。

【符号の説明】

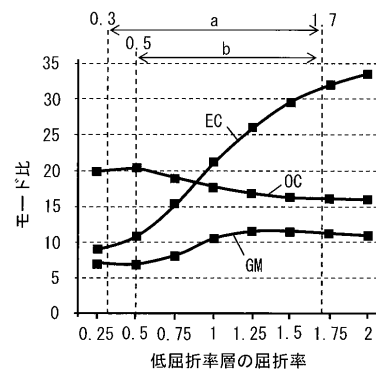
【 0 1 5 2 】

1 …有機電界発光素子、2 …有機電界発光装置、3 …電子機器、11 …陽極、12 …正孔注入層、12A …金属酸化物層、12B …有機物層、13 …正孔輸送層、14 …発光層、14A …発光領域、15 …電子輸送層、16 …電子注入層、17 …陰極、18 …封止層、19 …配光制御層、20 …有機電界発光パネル、21 …画素、22, 22R, 22G, 22B …副画素、22-1 …画素回路、22-2 …有機電界発光素子、23 …ラインバンク、24 …絶縁層、24A …開口部、24B …栈部、24C …列規制部、24D …行規制部、30 …コントローラ、40 …ドライバ、41 …水平セクタ、42 …ライトスキャナ、310 …筐体、320 …表示面、410 …照明部、420 …天井、430 …壁、Tr1 …駆動トランジスタ、Tr2 …選択トランジスタ、Cs …保持容量、DSL …電源線、DTL …信号線、S1, S2, S3, S4 …反射界面、Vgs …ゲートソース間電圧、Vsig …信号電圧、WSL …選択線。

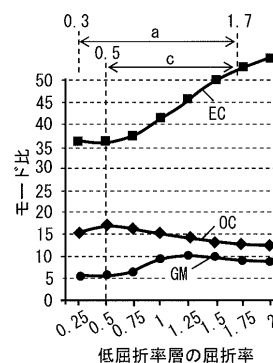
【図 1】



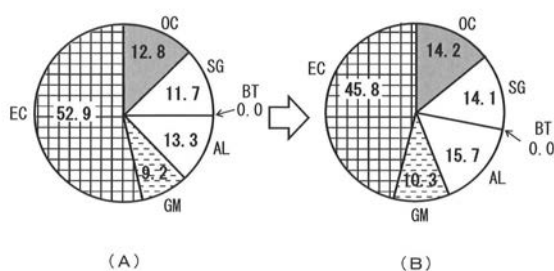
【図 3】



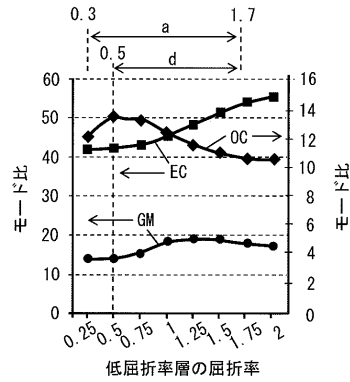
【図 4】



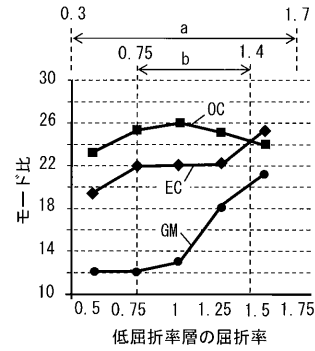
【図 2】



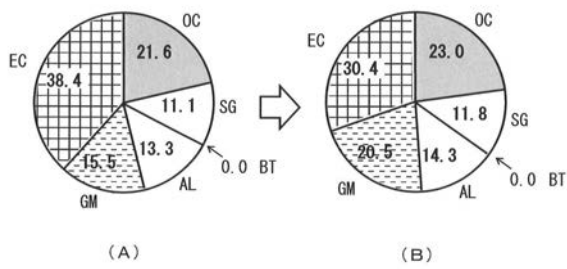
【図 5】



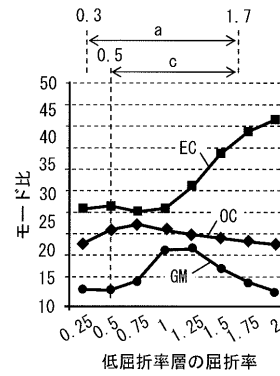
【図 7】



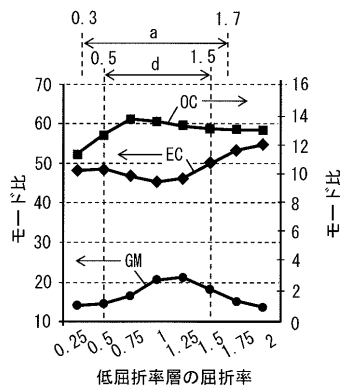
【図 6】



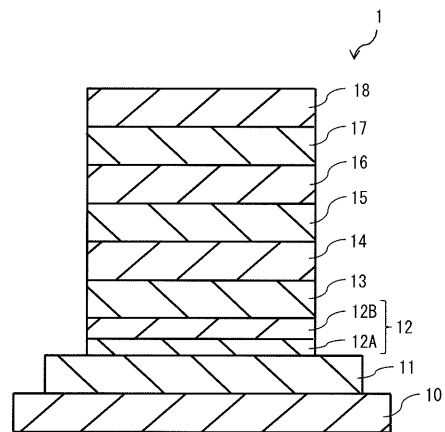
【図 8】



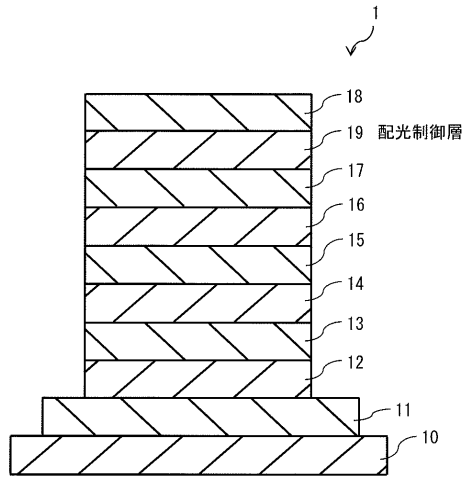
【図 9】



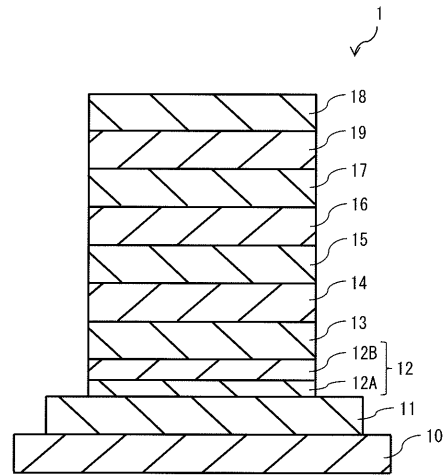
【図 10】



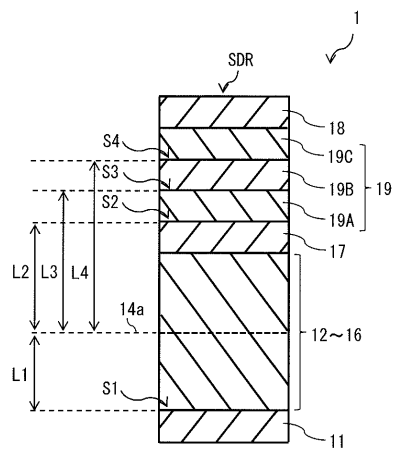
【図 1 1】



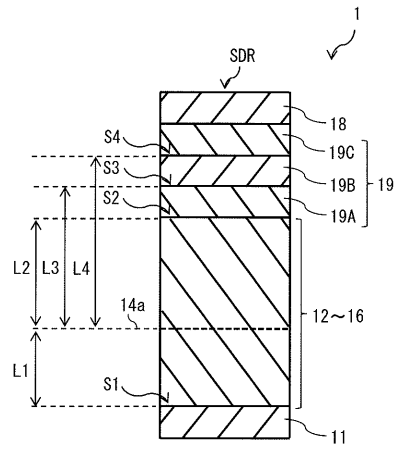
【図 1 2】



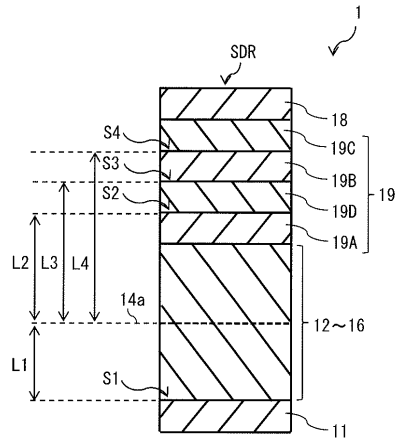
【図 1 3】



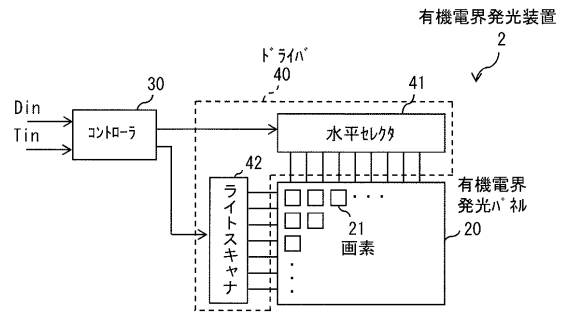
【図 1 4】



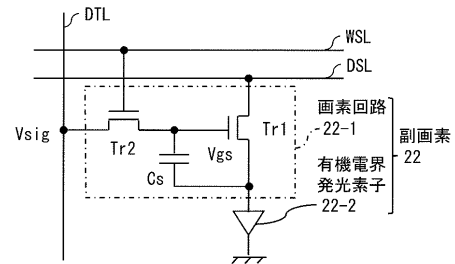
【图 15】



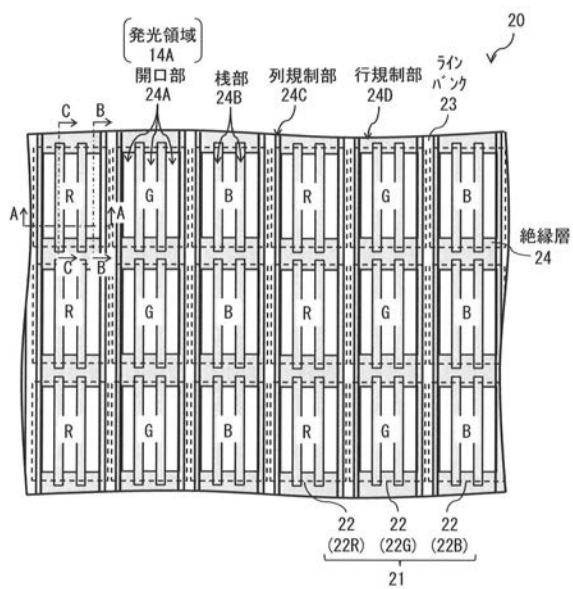
【 図 1 6 】



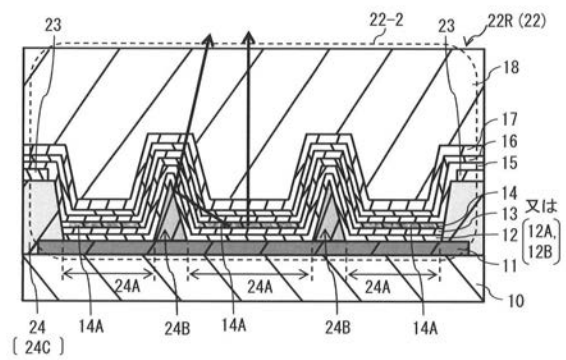
【 図 1 7 】



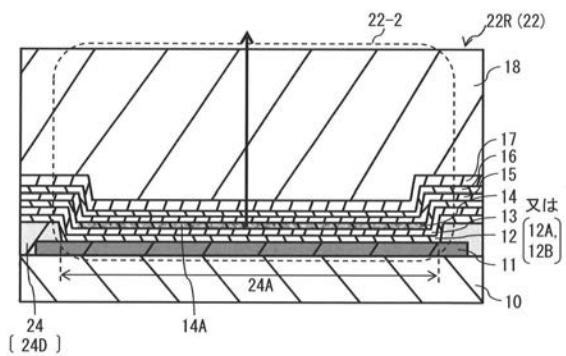
【图 18】



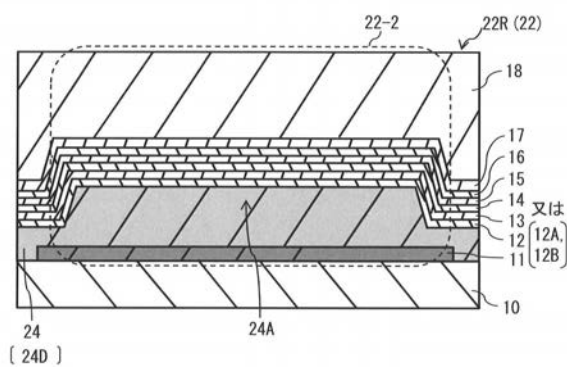
【 図 1 9 】



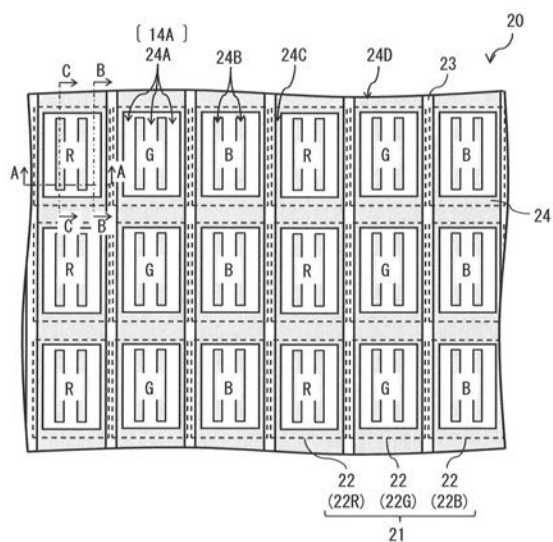
【図 20】



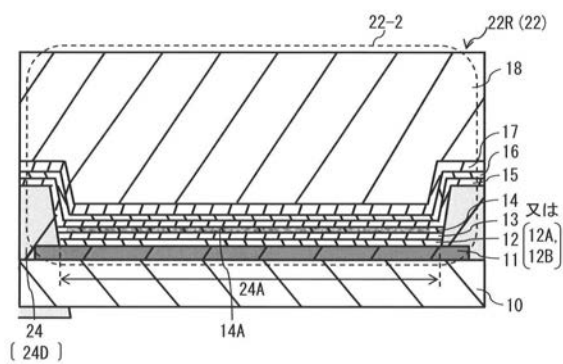
【図 2 1】



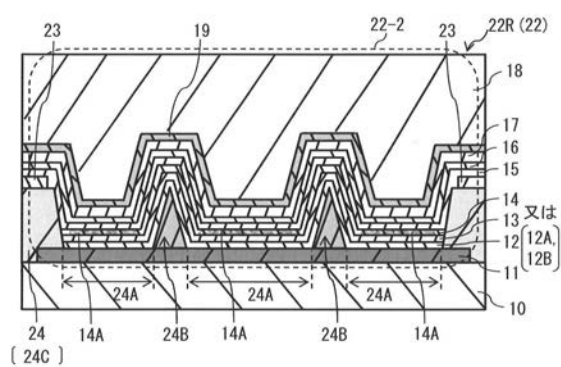
【図 2 2】



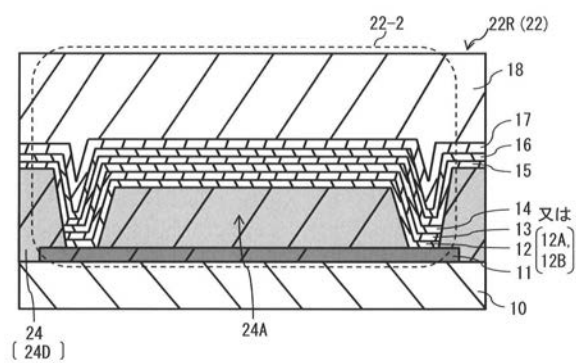
【図 2 3】



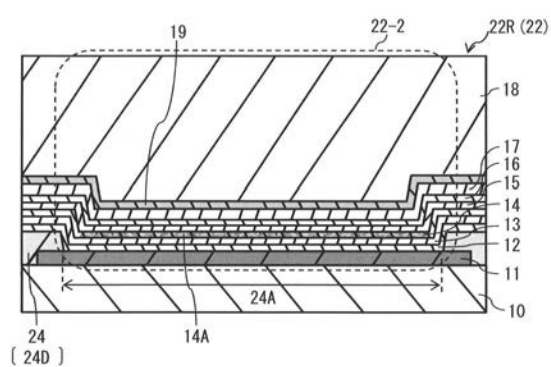
【図 25】



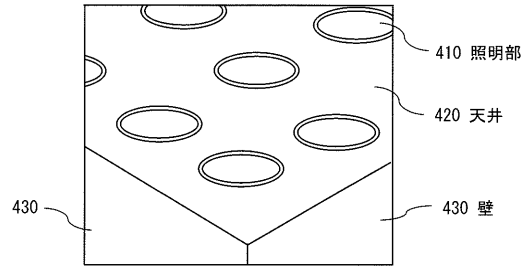
【図 24】



【図 2 6】



【図 29】



【 0 0 1 8 】

【補正の内容】

【0027】

封止層18は、陰極17の上に形成されている。封止層18は、例えば、陰極17の上面に接して形成されている。封止層18は、例えば、樹脂材料からなる。封止層18に用いられる樹脂材料としては、例えば、エポキシ樹脂や、ビニル系樹脂などが挙げられる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0031】

図2(A)，(B)には、2次干渉（セカンドキャビティ）を発生させるとともに発光位置が陰極側となっているマイクロキャビティ構造を備えた有機電界発光素子におけるシミュレーション結果が示されている。ここで、比較例では、陽極を、厚さ200nm、屈折率0.7の材料で構成し、正孔注入層を、厚さ10nm、屈折率1.7の材料で構成し、正孔輸送層を、厚さ180nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ60nm、屈折率1.7の材料で構成した。比較例では、さらに、電子輸送層を、厚さ10nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層を、厚さ10nm、屈折率2.0の材料で構成し、陰極を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層を、厚さ5μm、屈折率1.8の材料で構成した。一方、実施例では、陽極11を、厚さ200nm、屈折率0.7の材料で構成し、正孔注入層12を、厚さ10nm、屈折率1.7の材料で構成し、正孔輸送層13を、厚さ180nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ60nm、屈折率1.7の材料で構成した。実施例では、さらに、電子輸送層15を、厚さ10nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層16を、厚さ10nm、屈折率1.3の材料で構成し、陰極17を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層18を、厚さ5μm、屈折率1.8の材料で構成した。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0036】

図3では、陽極11を、厚さ200nm、屈折率0.3の材料で構成し、正孔注入層12を、厚さ10nmの低屈折率材料で構成し、正孔輸送層13を、厚さ220nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ60nm、屈折率1.7の材料で構成した。また、図3では、電子輸送層15を、厚さ10nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層16を、厚さ10nmで構成し、陰極17を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層18を、厚さ5μm、屈折率1.8の材料で構成した。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0037

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0037】

図4では、陽極11を、厚さ200nm、屈折率0.3の材料で構成し、正孔注入層12を、厚さ10nmの低屈折率材料で構成し、正孔輸送層13を、厚さ180nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ60nm、屈折率1.7の材料で構成した。また、図4では、電子輸送層15を、厚さ10nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層16を、厚さ10nmで構成し、陰極17を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層18を、厚さ5μm、屈折率1.8の材料で構成した。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0038】

図5では、陽極11を、厚さ200nm、屈折率0.3の材料で構成し、正孔注入層12を、厚さ10nmの低屈折率材料で構成し、正孔輸送層13を、厚さ140nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ40nm、屈折率1.7の材料で構成した。また、図5では、電子輸送層15を、厚さ10nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層16を、厚さ10nmで構成し、陰極17を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層18を、厚さ5μm、屈折率1.8の材料で構成した。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0054

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0054】

図6(A), (B)には、2次干渉(セカンドキャビティ)を発生させるとともに発光位置が陽極側となっているマイクロキャビティ構造を備えた有機電界発光素子におけるシミュレーション結果が示されている。ここで、比較例では、陽極を、厚さ200nm、屈折率0.7の材料で構成し、正孔注入層を、厚さ10nm、屈折率1.7の材料で構成し、正孔輸送層を、厚さ20nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ90nm、屈折率1.7の材料で構成した。比較例では、さらに、電子輸送層を、厚さ30nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層を、厚さ80nm、屈折率2.0の材料で構成し、陰極を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層を、厚さ5μm、屈折率1.8の材料で構成した。一方、実施例では、陽極11を、厚さ200nm、屈折率0.7の材料で構成し、正孔注入層12を、厚さ10nm、屈折率1.3の材料で構成し、正孔輸送層13を、厚さ20nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ90nm、屈折率1.7の材料で構成した。実施例では、さらに、電子輸送層15を、厚さ30nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層16を、厚さ80nm、屈折率2.0の材料で構成し、陰極17を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層18を、厚さ5μm、屈折率1.8の材料で構成した。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0059

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0059】

図6では、陽極11を、厚さ200nm、屈折率0.3の材料で構成し、正孔注入層12を、厚さ10nmの低屈折率材料で構成し、正孔輸送層13を、厚さ30nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ120nm、屈折率1.7の材料で構成した。また、図6では、電子輸送層15を、厚さ30nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層16を、厚さ80nm、屈折率2.0の材料で構成し、陰極17を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層18を、厚さ5μm、屈折率1.8の材料で構成した。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0060

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0060】

図7では、陽極11を、厚さ200nm、屈折率0.3の材料で構成し、正孔注入層12を、厚さ10nmの低屈折率材料で構成し、正孔輸送層13を、厚さ20nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ90nm、屈折率1.7の材料で構成した。また、図7では、電子輸送層15を、厚さ30nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層16を、厚さ80nm、屈折率2.0の材料で構成し、陰極17を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層18を、厚さ5μm、屈折率1.8の材料で構成した。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0061

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0061】

図8では、陽極11を、厚さ200nm、屈折率0.3の材料で構成し、正孔注入層12を、厚さ10nmの低屈折率材料で構成し、正孔輸送層13を、厚さ20nm、屈折率1.7の材料で構成し、発光層14を、厚さ40nm、屈折率1.7の材料で構成した。また、図8では、電子輸送層15を、厚さ30nm、屈折率1.8の材料で構成し、電子注入層16を、厚さ80nm、屈折率2.0の材料で構成し、陰極17を、厚さ15nm、屈折率0.3の材料で構成し、封止層18を、厚さ5μm、屈折率1.8の材料で構成した。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0092

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0092】

光透過層19Aの上面には、光透過層19Aと、光透過層19Aの上面に接する層（光透過層19B）との屈折率差によって反射面S3が形成されている。反射面S3は、発光層14の発光中心14aから光学距離L3の位置に配置されている。赤色光を発する有機電界発光素子1において、光学距離L3は、発光層14の発光スペクトルの中心波長 λ_1 （ λ_{1R} ）の光を、反射面S3と、発光中心14aとの間における干渉によって弱め合うように設定されている。青色光を発する有機電界発光素子1において、光学距離L3は、発光層14の発光スペクトルの中心波長 λ_1 （ λ_{1B} ）の光を、反射面S3と、発光中心14aとの間における干渉によって強め合うように設定されている。具体的には、赤色光を発する有機電界発光素子1において、光学距離L3は、以下の式（7）、（8）を満たすように構成されている。青色光を発する有機電界発光素子1において、光学距離L3は、以下の式（9）、（10）を満たすように構成されている。なお、式（7）、（8）、（9）、（10）において、L3、 λ_1 、 λ_{13} 、 λ_{23} の単位は、nmとなっている。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0094

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0094】

光透過層19Bの上面には、光透過層19Bと、光透過層19Bの上面に接する層（光透過層19C）との屈折率差によって反射面S4が形成されている。反射面S4は、発光層14の発光中心14aから光学距離L4の位置に配置されている。赤色光を発する有機電界発光素子1において、光学距離L4は、発光層14の発光スペクトルの中心波長 λ_1 （ λ_{1R} ）の光を、反射面S4と、発光中心14aとの間における干渉によって弱め合う

ように設定されている。青色光を発する有機電界発光素子 1 において、光学距離 L_4 は、発光層 14 の発光スペクトルの中心波長 λ_1 (λ_{1B}) の光を、反射面 S_4 と、発光中心 14a との間における干渉によって強め合うように設定されている。具体的には、赤色光を発する有機電界発光素子 1 において、光学距離 L_4 は、以下の式 (11), (12) を満たすように構成されている。青色光を発する有機電界発光素子 1 において、光学距離 L_4 は、以下の式 (13), (14) を満たすように構成されている。なお、式 (11), (12), (13), (14) において、 L_4 , λ_1 , λ_{14} , λ_{24} の単位は、nm となっている。

【手続補正 13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0136

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0136】

また、さらに、各開口部 24A の深さ D (つまり、絶縁層 24 の厚さ)、絶縁層 24 の上面側の開口幅 W_h 、絶縁層 24 の下面側の開口幅 W_L は、以下の式 (17), (18) を満たすことが好ましい。

$$0.5 \leq W_L / W_h \leq 0.8 \cdots (17)$$

$$0.5 \leq D / W_L \leq 2.0 \cdots (18)$$

【手続補正 14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0151

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0151】

また、例えば、本開示は以下のような構成を取ることができる。

(1)

陽極、発光層および陰極をこの順に備えるとともに、前記発光層と前記陰極との間、および前記陽極と前記発光層との間の少なくとも一方に、前記発光層の屈折率よりも低い低屈折率層を備える

有機電界発光素子。

(2)

前記低屈折率層は、前記発光層と前記陰極との間に配置され、電子輸送性もしくは電子注入性を有する材料で構成されている

(1) に記載の有機電界発光素子。

(3)

前記低屈折率層は、前記陽極と前記発光層との間に配置され、正孔注入性もしくは正孔輸送性を有する材料で構成されている

(1) に記載の有機電界発光素子。

(4)

前記低屈折率層は、0.3 よりも大きく、1.7 よりも小さな屈折率の材料で構成されている

(2) または (3) に記載の有機電界発光素子。

(5)

前記低屈折率層は、0.75 以上、1.4 以下の屈折率の材料で構成されている

(3) に記載の有機電界発光素子。

(6)

前記低屈折率層は、0.5 以上、1.7 以下の屈折率の材料で構成されている

(2) または (3) に記載の有機電界発光素子。

(7)

前記低屈折率層は、0.5以上、1.5以下の屈折率の材料で構成されている

(3)に記載の有機電界発光素子。

(8)

複数の画素を備え、

各前記画素は、有機電界発光素子を有し、

前記有機電界発光素子は、陽極、発光層および陰極をこの順に有するとともに、前記発光層と前記陰極との間、および前記陽極と前記発光層との間の少なくとも一方に、前記発光層の屈折率よりも低い低屈折率層を有する

有機電界発光パネル。

(9)

前記低屈折率層は、各前記画素で共有されている

(8)に記載の有機電界発光パネル。

(10)

有機電界発光パネルと、前記有機電界発光パネルを駆動する駆動回路とを備え、

前記有機電界発光パネルは、複数の画素を有し、

各前記画素は、有機電界発光素子を有し、

前記有機電界発光素子は、陽極、発光層および陰極をこの順に有するとともに、前記発光層と前記陰極との間、および前記陽極と前記発光層との間の少なくとも一方に、前記発光層の屈折率よりも低い低屈折率層を有する

電子機器。

专利名称(译)	有机电致发光器件，有机电致发光面板和电子设备		
公开(公告)号	JP2020053672A	公开(公告)日	2020-04-02
申请号	JP2019091166	申请日	2019-05-14
[标]申请(专利权)人(译)	日本有机雷特显示器股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	株式会社JOLED		
[标]发明人	白波瀬英幸		
发明人	白波瀬 英幸		
IPC分类号	H01L51/50		
FI分类号	H05B33/22.B H05B33/14.A H05B33/22.D		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/BB02 3K107/CC05 3K107/DD71 3K107/DD74 3K107/DD78 3K107/EE57 3K107/FF06		
优先权	2018175874 2018-09-20 JP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了一种能够提高光提取效率的有机电致发光器件，以及包括这种有机电致发光器件的有机电致发光面板和电子设备。根据本公开的实施方案的有机电致发光器件依次包括阳极，发光层和阴极，以及在发光层和阴极之间以及在阳极和发光层之间的至少一个。并且低折射率层低于发光层的折射率。[选型图]图1

