

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5453952号  
(P5453952)

(45) 発行日 平成26年3月26日(2014.3.26)

(24) 登録日 平成26年1月17日(2014.1.17)

(51) Int.Cl.

F I

H05B 33/26 (2006.01)

H05B 33/26 Z

H01L 51/50 (2006.01)

H05B 33/14 A

H05B 33/24 (2006.01)

H05B 33/24

H05B 33/28 (2006.01)

H05B 33/28

H05B 33/10 (2006.01)

H05B 33/10

請求項の数 12 (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-148888 (P2009-148888)  
(22) 出願日 平成21年6月23日(2009.6.23)  
(65) 公開番号 特開2011-8958 (P2011-8958A)  
(43) 公開日 平成23年1月13日(2011.1.13)  
審査請求日 平成24年3月15日(2012.3.15)

(73) 特許権者 000002185  
ソニー株式会社  
東京都港区港南1丁目7番1号  
(74) 代理人 100098785  
弁理士 藤島 洋一郎  
(74) 代理人 100109656  
弁理士 三反崎 泰司  
(74) 代理人 100130915  
弁理士 長谷部 政男  
(74) 代理人 100155376  
弁理士 田名網 孝昭  
(72) 発明者 柏原 充宏  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株  
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およびその製造方法、並びに表示装置およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

下部電極と、

マグネシウムと銀との合金により構成されると共に2.5nm以上5nm以下の厚みを有する上部電極と、

前記下部電極および前記上部電極の間に設けられた、発光層を含む有機層と、

前記上部電極と前記有機層との間に前記上部電極に接して設けられ、アルミニウムを含むと共に0.1nm以上5nm以下の厚みを有する中間層と

を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項2】

前記中間層の厚みは0.5nm以上4nm以下である

請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項3】

前記中間層および前記上部電極よりなる膜のシート抵抗が10000 / 以下である

請求項1または2記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項4】

前記発光層で発生した光を前記下部電極と前記上部電極との間で共振させる第1の共振器構造を有する

請求項1ないし3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5】

10

20

前記上部電極上に設けられた保護層と、  
前記上部電極と前記保護層との間に設けられ、前記保護層の屈折率とは異なる屈折率を有する共振調整層と  
を備え、

前記第 1 の共振器構造から取り出された光を前記共振調整層および前記保護層の界面と前記第 1 電極との間で共振させる第 2 の共振器構造を有する

請求項 4 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 6】

前記共振調整層の屈折率が前記保護層の屈折率よりも小さい

請求項 5 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

10

【請求項 7】

下部電極と、

マグネシウムと銀との合金を主成分とし、アルミニウムを含むと共に 2 . 5 n m 以上 5 n m 以下の厚みを有する上部電極と、

前記下部電極および前記上部電極の間に設けられた、発光層を含む有機層と  
を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 8】

下部電極を形成する工程と、

前記下部電極の上に、発光層を含む有機層を形成する工程と、

前記有機層の上に、アルミニウムを含むと共に 0 . 1 n m 以上 5 n m 以下の厚みを有する中間層と、マグネシウムと銀との合金により構成されると共に 2 . 5 n m 以上 5 n m 以下の厚みを有する上部電極との積層膜を形成する工程と

20

を含む有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法。

【請求項 9】

有機エレクトロルミネッセンス素子を備え、

前記有機エレクトロルミネッセンス素子は、

下部電極と、

マグネシウムと銀との合金により構成されると共に 2 . 5 n m 以上 5 n m 以下の厚みを有する上部電極と、

前記下部電極および前記上部電極の間に設けられた、発光層を含む有機層と、

30

前記上部電極と前記有機層との間に前記上部電極に接して設けられ、アルミニウムを含むと共に 0 . 1 n m 以上 5 n m 以下の厚みを有する中間層と

を備えた表示装置。

【請求項 10】

白色発光時において、正面から測定した分光放射輝度に対して 45 度斜方から測定した分光放射輝度比が 0 . 7 以上である

請求項 9 記載の表示装置。

【請求項 11】

有機エレクトロルミネッセンス素子を備え、

前記有機エレクトロルミネッセンス素子は、

下部電極と、

マグネシウムと銀との合金を主成分とし、アルミニウムを含むと共に 2 . 5 n m 以上 5 n m 以下の厚みを有する上部電極と、

40

前記下部電極および前記上部電極の間に設けられた、発光層を含む有機層と  
を備えた表示装置。

【請求項 12】

有機エレクトロルミネッセンス素子を形成する工程を含み、

前記有機エレクトロルミネッセンス素子を形成する工程は、

下部電極を形成する工程と、

前記下部電極の上に、発光層を含む有機層を形成する工程と、

50

前記有機層の上に、アルミニウムを含むと共に 0.1 nm 以上 5 nm 以下の厚みを有する中間層と、マグネシウムと銀との合金により構成されると共に 2.5 nm 以上 5 nm 以下の厚みを有する上部電極との積層膜を形成する工程と

を含む表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、共振器構造を有するものに好適な有機エレクトロルミネッセンス (EL; Electroluminescence) 素子およびその製造方法、並びにこの有機エレクトロルミネッセンス素子を備えた表示装置およびその製造方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

有機材料のエレクトロルミネッセンスを利用した有機 EL 素子は、低電圧直流駆動による高輝度発光が可能な発光素子として、既に有機 EL 表示装置に応用されている。有機 EL 素子は、例えば、基板に下部電極、発光層を含む有機層、および上部電極を順に積層した構成を有し、発光層で発生した光は下部電極および上部電極の一方または両方の側から取り出される。上部電極から光を取り出す場合には、上部電極は例えば透明導電膜により構成されている。透明導電膜の材料としては、例えば、インジウムとスズとの酸化物 (ITO) やインジウムと亜鉛との酸化物 (IZO) 等の金属酸化物導電体が用いられている。

20

【0003】

しかしながら、金属酸化物からなる透明導電材料を用いる場合、スパッタ成膜時のダメージによる素子特性の低下がある。また、スパッタ膜は成膜面の突起や欠陥部に回り込んで付着する性質が強いというに、金属酸化物の導電性を発現させるためには 15 nm 程度以上の膜厚が必要となる。そのため、下部電極上の異物あるいは欠陥、または有機膜の欠陥部に金属酸化物導電材料が付着し、上部電極と下部電極との短絡を発生する確率が高い。

【0004】

上部電極の材料としては、金属膜からなる導電膜も用いられている。この金属膜の材料として、例えば特許文献 1 では、吸収損失を小さくするため、屈折率が 1 以下、消衰係数 0.5 以上の電子注入性金属が好ましいとされ、例えば、アルミニウム、マグネシウム、カルシウム、ナトリウムなどの単体または合金が挙げられている。

30

【0005】

金属膜は 10 nm 程度で電極として機能し、導電性を発現するための必要膜厚が小さいので、下部電極上の異物あるいは欠陥、または有機膜の欠陥部での短絡を発生する確率が低い。また、この金属膜を抵抗加熱を用いた高真空下の真空蒸着法により成膜すれば、気体分子との衝突による蒸発粒子の散乱がおきにくくなり、下部電極上の異物あるいは欠陥、または有機膜の欠陥部に導電材料が回り込むことが少ない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

40

【特許文献 1】特開 2004 - 164890 号公報

【特許文献 2】特開平 8 - 185984 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上述のような金属膜は、薄膜化により導電性が低下するという問題があった。マグネシウムと銀との合金 (Mg - Ag 合金) 膜であれば、薄膜でも高い導電性が保たれるが、その薄膜化の限界は 6 nm 程度であった。すなわち、従来では、6 nm 以下の金属膜においても有機 EL 素子の駆動が充分出来るほどに導電性を保つことに成功した例は知られていなかった。

50

## 【 0 0 0 8 】

ちなみに、例えば特許文献 2 には、上部電極を酸化物導電体により構成し、電子注入性を向上させるために有機層と上部電極との間に厚み 2 nm の透明な Mg - Ag 合金膜を設けることが記載されている。この Mg - Ag 合金膜は電極としての機能は持っておらず、電子注入層としてのみ機能しており、導電性は酸化物導電体が担っている。

## 【 0 0 0 9 】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、上部電極を金属膜により構成すると共に、この金属膜の導電性を保ちつつ厚みを 6 nm 以下に薄くすることが可能な有機エレクトロルミネッセンス素子およびその製造方法、並びにこの有機エレクトロルミネッセンス素子を備えた表示装置およびその製造方法を提供することにある。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 0 】

本発明による第 1 の有機エレクトロルミネッセンス素子は、以下の (A) ~ (D) の構成要素を備えたものである。

(A) 下部電極

(B) マグネシウムと銀との合金により構成されると共に 2 . 5 nm 以上 5 nm 以下の厚みを有する上部電極

(C) 下部電極および上部電極の間に設けられた、発光層を含む有機層

(D) 上部電極と有機層との間に上部電極に接して設けられ、アルミニウムを含むと共に 0 . 1 nm 以上 5 nm 以下の厚みを有する中間層

20

## 【 0 0 1 1 】

ここで本発明にいう「厚み」は、分光エリブソメトリーなどの光学的手法により求められたものである。

## 【 0 0 1 2 】

本発明による第 2 の有機エレクトロルミネッセンス素子は、以下の (A) ~ (C) の構成要素を備えたものである。

(A) 下部電極

(B) マグネシウムと銀との合金を主成分とし、アルミニウムを含むと共に 2 . 5 nm 以上 5 nm 以下の厚みを有する上部電極

(C) 下部電極および上部電極の間に設けられた、発光層を含む有機層

30

本発明による有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法は、以下の (A) ~ (C) の工程を含むものである。

(A) 下部電極を形成する工程

(B) 下部電極の上に、発光層を含む有機層を形成する工程

(C) 有機層の上に、アルミニウムを含むと共に 0 . 1 nm 以上 5 nm 以下の厚みを有する中間層と、マグネシウムと銀との合金により構成されると共に 2 . 5 nm 以上 5 nm 以下の厚みを有する上部電極との積層膜を形成する工程

## 【 0 0 1 3 】

本発明による第 1 および第 2 の表示装置は、上記本発明による第 1 および第 2 の有機エレクトロルミネッセンス素子をそれぞれ備えたものである。

40

本発明による表示装置の製造方法は、上記本発明による有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法により有機エレクトロルミネッセンス素子を形成する工程を含むものである。

## 【 0 0 1 4 】

本発明の第 1 の有機エレクトロルミネッセンス素子では、上部電極と有機層との間にアルミニウムを含む薄い (膜厚 0 . 1 nm 以上 5 nm 以下) の中間層が設けられていることにより、上部電極と有機層とが直接接触することがなく、これにより上部電極の変性、ひいては導電性の低下が抑制される。

## 【 0 0 1 5 】

本発明の第 2 の有機エレクトロルミネッセンス素子では、マグネシウムと銀との合金を

50

主成分とする薄い（膜厚 2 . 5 n m 以上 5 n m 以下）上部電極が、アルミニウムを含んでいることにより、上部電極の変性、ひいては導電性の低下が抑制される。

【 0 0 1 6 】

本発明の第 1 または第 2 の表示装置では、上記本発明の第 1 または第 2 の有機エレクトロルミネッセンス素子をそれぞれ備えているので、上部電極の導電性が保たれており、有機エレクトロルミネッセンス素子が良好に駆動される。

【発明の効果】

【 0 0 1 7 】

本発明の第 1 の有機エレクトロルミネッセンス素子によれば、上部電極と有機層との間に アルミニウム からなる中間層を上部電極に接して設けると共に、この中間層の厚みを 0 . 1 n m 以上 5 n m 以下としたので、また、本発明の第 2 の有機エレクトロルミネッセンス素子によれば、上部電極がマグネシウムと銀との合金を主成分とし、アルミニウム を含むようにしたので、上部電極の変性による導電性低下を抑えると共に、この上部電極の厚みを 2 . 5 n m 以上 5 n m 以下と薄くすることが可能となる。特に、共振器構造を有し、発光層で発生した光を下部電極と上部電極との間で共振させるタイプの有機エレクトロルミネッセンス素子に好適である。

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法によれば、有機層の上に、上記材料および厚みよりなる中間層と上部電極との積層膜を形成するようにしたので、本発明の第 1 または第 2 の有機エレクトロルミネッセンス素子を容易に製造することが可能となる。

【 0 0 1 8 】

本発明の第 1 および第 2 の表示装置によれば、上記本発明の第 1 および第 2 の有機エレクトロルミネッセンス素子をそれぞれ備えるようにしたので、上部電極の導電性を保ち、有機エレクトロルミネッセンス素子を良好に駆動することが可能となる。

本発明の表示装置の製造方法によれば、上記本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法により有機エレクトロルミネッセンス素子を形成するようにしたので、本発明の第 1 および第 2 の表示装置を容易に製造することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る表示装置の構成を表す図である。

【図 2】図 1 に示した画素駆動回路の一例を表す図である。

【図 3】図 1 に示した有機 E L 素子の構成を表す断面図である。

【図 4】図 3 に示した共振器構造を有する有機 E L 素子の視野角特性を従来と比較して表す図である。

【図 5】変形例 1 に係る有機 E L 素子の構成を表す断面図である。

【図 6】本発明の第 2 の実施の形態に係る有機 E L 素子の構成を表す断面図である。

【図 7】図 6 に示した有機 E L 素子の他の構成を表す断面図である。

【図 8】上記実施の形態の表示装置を含むモジュールの概略構成を表す平面図である。

【図 9】上記実施の形態の表示装置の適用例 1 の外観を表す斜視図である。

【図 10】（ A ）は適用例 2 の表側から見た外観を表す斜視図であり、（ B ）は裏側から見た外観を表す斜視図である。

【図 11】適用例 3 の外観を表す斜視図である。

【図 12】適用例 4 の外観を表す斜視図である。

【図 13】（ A ）は適用例 5 の開いた状態の正面図、（ B ）はその側面図、（ C ）は閉じた状態の正面図、（ D ）は左側面図、（ E ）は右側面図、（ F ）は上面図、（ G ）は下面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 0 】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 第1の実施の形態（下部電極と上部電極とにより第1の共振器構造を構成した例）
2. 変形例1（中間層18と上部電極17とが一体となっている例）
3. 第2の実施の形態（上部電極上に共振調整層を設けて第2の共振器構造を構成した例）
4. 実施例

#### 【0021】

（第1の実施の形態）

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る表示装置の構成を表すものである。この表示装置は、有機ELテレビジョン装置などとして用いられるものであり、例えば、基板11の上に、表示領域110として、後述する複数の有機EL素子10R, 10G, 10Bがマトリクス状に配置されたものである。表示領域110の周辺には、映像表示用のドライバである信号線駆動回路120および走査線駆動回路130が設けられている。

10

#### 【0022】

表示領域110内には画素駆動回路140が設けられている。図2は、画素駆動回路140の一例を表したものである。画素駆動回路140は、後述する下部電極14の下層に形成されたアクティブ型の駆動回路である。すなわち、この画素駆動回路140は、駆動トランジスタTr1および書き込みトランジスタTr2と、これらトランジスタTr1, Tr2の間のキャパシタ（保持容量）Csと、第1の電源ライン（Vcc）および第2の電源ライン（GND）の間において駆動トランジスタTr1に直列に接続された有機EL素子10R（または10G, 10B）とを有する。駆動トランジスタTr1および書き込みトランジスタTr2は、一般的な薄膜トランジスタ（TFT（Thin Film Transistor））により構成され、その構成は例えば逆スタガ構造（いわゆるボトムゲート型）でもよいしスタガ構造（トップゲート型）でもよく特に限定されない。

20

#### 【0023】

画素駆動回路140において、列方向には信号線120Aが複数配置され、行方向には走査線130Aが複数配置されている。各信号線120Aと各走査線130Aとの交差点が、有機EL素子10R, 10G, 10Bのいずれか一つ（サブピクセル）に対応している。各信号線120Aは、信号線駆動回路120に接続され、この信号線駆動回路120から信号線120Aを介して書き込みトランジスタTr2のソース電極に画像信号が供給されるようになっている。各走査線130Aは走査線駆動回路130に接続され、この走査線駆動回路130から走査線130Aを介して書き込みトランジスタTr2のゲート電極に走査信号が順次供給されるようになっている。

30

#### 【0024】

また、表示領域110には、赤色の光を発生する有機EL素子10Rと、緑色の光を発生する有機EL素子10Gと、青色の光を発生する有機EL素子10Bとが、順に全体としてマトリクス状に配置されている。なお、隣り合う有機EL素子10R, 10G, 10Bの組み合わせが一つの画素（ピクセル）を構成している。

#### 【0025】

図3は図1に示した有機EL素子10R, 10G, 10Bの断面構成を表したものである。有機EL素子10R, 10G, 10Bは、それぞれ、基板11の側から、上述した画素駆動回路140の駆動トランジスタTr1、平坦化絶縁膜13、陽極としての下部電極14、電極間絶縁膜15、後述する発光層16Cを含む有機層16、および陰極としての上部電極17がこの順に積層された構成を有している。

40

#### 【0026】

このような有機EL素子10R, 10G, 10Bは、保護層30により被覆され、更にこの保護層30上に接着層40を間にしてガラスなどよりなる封止用基板50が全面にわたって貼り合わされることにより封止されている。

#### 【0027】

基板11は、ガラス、シリコン（Si）ウェハあるいは樹脂などにより構成されている。駆動トランジスタTr1は、平坦化絶縁膜13に設けられた接続孔13Aを介して下部

50

電極 14 に電氣的に接続されている。

【0028】

平坦化絶縁膜 13 は、画素駆動回路 140 が形成された基板 11 の表面を平坦化するためのものであり、微細な接続孔 13A が設けられるためパターン精度が良い材料により構成されていることが好ましい。平坦化絶縁膜 13 の構成材料としては、例えば、ポリイミド等の有機材料、あるいは酸化シリコン (SiO<sub>2</sub>) などの無機材料が挙げられる。

【0029】

下部電極 14 は、反射層としての機能も兼ねており、できるだけ高い反射率を有するようにすることが発光効率を高める上で望ましい。特に、下部電極 14 が陽極として使われる場合には、下部電極 14 は正孔注入性の高い材料により構成されていることが望ましい。このような下部電極 14 としては、例えば、積層方向の厚み (以下、単に厚みと言う) が 100nm 以上 1000nm 以下であり、クロム (Cr)、金 (Au)、白金 (Pt)、ニッケル (Ni)、銅 (Cu)、タングステン (W) あるいは銀 (Ag) などの金属元素の単体または合金が挙げられる。下部電極 14 の表面には、インジウムとスズの酸化物 (ITO) などの透明導電膜が設けられていてもよい。なお、アルミニウム (Al) 合金のように、反射率が高くても、表面の酸化皮膜の存在や、仕事関数が大きくないことによる正孔注入障壁が問題となる材料においても、適切な正孔注入層を設けることによって下部電極 14 として使用することが可能である。

【0030】

電極間絶縁膜 15 は、下部電極 14 と上部電極 17 との絶縁性を確保すると共に発光領域を所望の形状にするためのものであり、例えば感光性樹脂により構成されている。電極間絶縁膜 15 には、発光領域に対応して開口部が設けられている。なお、有機層 16 および上部電極 17 は、開口部だけでなく電極間絶縁膜 15 の上にも設けられているが、発光が生じるのは電極間絶縁膜 15 の開口部だけである。

【0031】

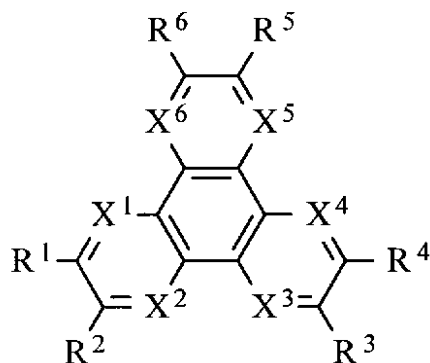
有機層 16 は、例えば、下部電極 14 の側から順に、正孔注入層 16A、正孔輸送層 16B、発光層 16C、電子輸送層 16D および電子注入層 16E を積層した構成を有する。これらのうち発光層 16C 以外の層は必要に応じて設ければよい。有機層 16 は、有機 EL 素子 10R、10G、10B の発光色によってそれぞれ構成が異なっている。正孔注入層 16A は、正孔注入効率を高めるためのものであると共に、リークを防止するためのバッファ層である。正孔輸送層 16B は、発光層 16C への正孔輸送効率を高めるためのものである。発光層 16C は、電界をかけることにより電子と正孔との再結合が起こり、光を発生するものである。電子輸送層 16D は、発光層 16C への電子輸送効率を高めるためのものである。電子注入層 16E は、電子注入効率を高めるためのものである。

【0032】

有機 EL 素子 10R の正孔注入層 16A は、例えば、厚みが 5nm 以上 300nm 以下であり、化 1 または化 2 に示したヘキサアザトリフェニレン誘導体により構成されている。有機 EL 素子 10R の正孔輸送層 16B は、例えば、厚みが 5nm 以上 300nm 以下であり、ビス [(N-ナフチル)-N-フェニル]ベンジジン (NPN) により構成されている。有機 EL 素子 10R の発光層 16C は、例えば、厚みが 10nm 以上 100nm 以下であり、8-キノリノールアルミニウム錯体 (Alq<sub>3</sub>) に 2,6-ビス [4- [N-(4-メトキシフェニル)-N-フェニル]アミノスチリル]ナフタレン-1,5-ジカルボニトリル (BSN-BCN) を 40 体積% 混合したものにより構成されている。有機 EL 素子 10R の電子輸送層 16D は、例えば、厚みが 5nm 以上 300nm 以下であり、Alq<sub>3</sub> により構成されている。有機 EL 素子 10R の電子注入層 16E は、例えば、厚みが 0.3nm 程度であり、LiF、Li<sub>2</sub>O などにより構成されている。

【0033】

## 【化 1】



10

(化 1 において、 $R_1 \sim R_6$  それぞれ独立に、水素、ハロゲン、ヒドロキシ基、アミノ基、アルールアミノ基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のカルボニル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のカルボニルエステル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のアルキル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のアルケニル基、炭素数 20 以下の置換あるいは無置換のアルコキシ基、炭素数 30 以下の置換あるいは無置換のアリール基、炭素数 30 以下の置換あるいは無置換の複素環基、ニトリル基、シアノ基、ニトロ基、またはシリル基から選ばれる置換基であり、隣接する  $R_m$  ( $m = 1 \sim 6$ ) は環状構造を通じて互いに結合してもよい。また、 $X_1 \sim X_6$  はそれぞれ独立に炭素もしくは窒素原子である。)

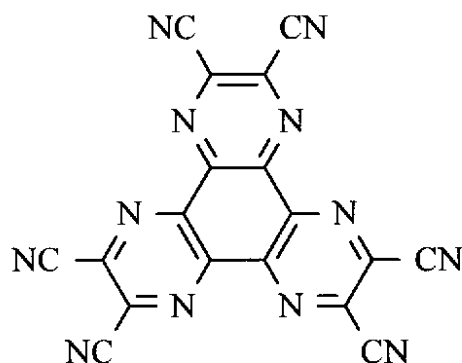
20

## 【0034】

具体的には、有機 EL 素子 10R の正孔注入層 16A は、化 2 に示した材料により構成されていることが好ましい。

## 【0035】

## 【化 2】



30

## 【0036】

有機 EL 素子 10G の正孔注入層 16A は、例えば、厚みが 5 nm 以上 300 nm 以下であり、化 1 または化 2 に示したヘキサアザトリフェニレン誘導体により構成されている。有機 EL 素子 10G の正孔輸送層 16B は、例えば、厚みが 5 nm 以上 300 nm 以下であり、 $\text{Alq}_3$  により構成されている。有機 EL 素子 10G の発光層 16C は、例えば、厚みが 10 nm 以上 100 nm 以下であり、 $\text{Alq}_3$  にクマリン 6 (Coumarin 6) を 1 体積% 混合したものにより構成されている。有機 EL 素子 10G の電子輸送層 16D は、例えば、厚みが 5 nm 以上 300 nm 以下であり、 $\text{Alq}_3$  により構成されている。有機 EL 素子 10G の電子注入層 16E は、例えば、厚みが 0.3 nm 程度であり、 $\text{LiF}$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$  などにより構成されている。

40

## 【0037】

有機 EL 素子 10B の正孔注入層 16A は、例えば、厚みが 5 nm 以上 300 nm 以下

50



であり、化1または化2に示したヘキサアザトリフェニレン誘導体により構成されている。有機EL素子10Bの正孔輸送層16Bは、例えば、厚みが5nm以上300nm以下であり、-NPDにより構成されている。有機EL素子10Bの発光層16Cは、例えば、厚みが10nm以上100nm以下であり、スピロ6 (spiro6) により構成されている。有機EL素子10Bの電子輸送層16Dは、例えば、厚みが5nm以上300nm以下であり、Alq3により構成されている。有機EL素子10Bの電子注入層16Eは、例えば、厚みが0.3nm程度であり、LiF, Li2Oなどにより構成されている。

#### 【0038】

上部電極17は、金属導電膜により構成されている。具体的には、アルミニウム (Al), マグネシウム (Mg), カルシウム (Ca) またはナトリウム (Na) の合金が挙げられる。中でも、マグネシウムと銀との合金 (Mg-Ag合金) は、薄膜での導電性と吸収の小ささを兼ね備えているので好ましい。Mg-Ag合金におけるマグネシウムと銀との比率は特に限定されないが、膜厚比でMg:Ag=20:1~1:1の範囲であることが望ましい。また、上部電極17の材料は、アルミニウム (Al) とリチウム (Li) との合金 (Al-Li合金) でもよい。

#### 【0039】

上部電極17の厚みは、好ましくは、2nm以上6nm以下である。6nm以下とすることにより、下部電極14上の異物の周囲に上部電極17の材料が付着し、下部電極14と上部電極17とが電氣的に短絡することによる非発光欠陥 (いわゆる滅点) の発生を抑えることが可能となる。また、2nm以上とすることにより、上部電極17の導電性を、有機EL素子10R, 10G, 10Bの駆動の支障とならない程度に確保することが可能となる。更に、上部電極17の厚みは、2.5nm以上6nm以下であればより好ましい。有機EL素子10R, 10G, 10Bの駆動が十分に可能となるからである。

#### 【0040】

上部電極17と有機層16との間には、中間層18が上部電極17に接して設けられている。中間層18は、例えば、厚みが0.1nm以上5nm以下であり、アルカリ金属, アルカリ土類金属, ランタノイド金属, アルミニウム, インジウム, スズ, ニッケル, 銅および亜鉛からなる金属元素の群のうちの1種を含む。これにより、この表示装置では、上部電極17の導電性を保ちつつ、上部電極17の厚みを6nm以下に薄くすることが可能となっている。

#### 【0041】

ここで本明細書にいう「上部電極17の厚み」および「中間層18の厚み」は、分光エリプソメトリーなどの光学的手法により求められたものである。また、「上部電極17の厚み」および「中間層18の厚み」は、封止用基板50による封止後、組み立て後の製品になった状態で計測したものである。

#### 【0042】

中間層18は、上部電極17が有機層16と直接接触して導電性を失うことを抑える変性防止層としての機能を有している。そのため、中間層18は、上部電極17の変性防止効果が得られるだけの厚みを有することが望ましく、具体的には上述したように0.1nm以上の厚みを有している。また、中間層18の厚みが5nm以下であることにより、光吸収による効率の低下を小さくすることが可能となる。

#### 【0043】

中間層18は、上部電極17を陰極として用いる場合には、電子注入性材料により構成されていることが好ましい。このような材料としては、上述したように、アルカリ金属、アルカリ土類金属、ランタノイド金属等が候補として挙げられるが、適切な電子注入層16Eを設けることで、マグネシウムに比較して仕事関数の大きな金属も使用することもできる。これらの金属の例としては、アルミニウム、インジウム、スズ等の金属、ニッケル、銅、亜鉛等の遷移金属が挙げられる。

#### 【0044】

10

20

30

40

50

具体的には、中間層 18 はカルシウムを含むことが好ましい。カルシウムは有機層 16 への電子注入性が良好であり、膜としても導電性が高く、吸収が小さい。また、カルシウムは単独材料で有機層 16 上への成膜が比較的容易であり、他のアルカリ土類金属やアルカリ金属のように空気中で過激な酸化や水酸化反応を受けないので製造上の取り扱いも比較的容易である。

#### 【0045】

あるいは、中間層 18 はアルミニウムを含むことが好ましい。アルミニウムは、例えばフッ化リチウムのような適切な電子注入層 16E を薄く成膜した後に積層することで良好な電子注入性を示すと共に、更にその上に設けられる上部電極 17 の変性を防止する効果も有している。

10

#### 【0046】

中間層 18 および上部電極 17 よりなる膜のシート抵抗は、例えば、 $10000 \Omega/\square$  以下であることが好ましい。これにより、基板上の画素近傍にコンタクト部を配置したパネル構造においては、電圧降下の影響を小さくし、駆動電圧の上昇または画素内での輝度勾配を抑えることが可能となる。例えば、100 インチフルハイビジョンの表示装置において 1 画素は  $1.15 \text{ mm}$  ピッチとなるが、このような大きな画素においても、白表示の発光効率が  $20 \text{ cd/A}$ 、表示輝度  $200 \text{ cd/m}^2$  とすると、画素の端から端までの電圧降下は  $0.13 \text{ V}$  となり、表示品位を損なうおそれが小さい。

#### 【0047】

中間層 18 および上部電極 17 は、後述するように製造工程では積層膜として形成されるものであるが、上部電極 17 の形成後においては中間層 18 に含まれる金属元素の一部が第 2 電極 17 内に分布していてもよい。

20

#### 【0048】

上部電極 17 は、また、半透過性反射層としての機能を兼ねている。すなわち、有機 EL 素子 10R, 10G, 10B は共振器構造 MC1 (第 1 の共振器構造 MC1) を有し、この共振器構造 MC1 により発光層 16C で発生した光を下部電極 14 と上部電極 17 との間で共振させるようになっている。この共振器構造 MC1 は、下部電極 14 と有機層 16 との界面を反射面 P1、中間層 18 と電子注入層 16E との界面を半透過反射面 P2 とし、有機層 16 を共振部として、発光層 16C で発生した光を共振させて半透過反射面 P2 の側から取り出すものである。このように共振器構造 MC1 を有するようにすれば、発光層 16C で発生した光が多重干渉を起こし、半透過反射面 P2 の側から取り出される光のスペクトルの半値幅が減少し、ピーク強度を高めることができる。すなわち、正面方向における光放射強度を高め、発光の色純度を向上させることができる。また、封止用基板 50 側から入射した外光についても多重干渉により減衰させることができ、後述するカラーフィルタ 51 との組合せにより有機 EL 素子 10R, 10G, 10B における外光の反射率を極めて小さくすることができる。

30

#### 【0049】

そのためには、反射面 P1 と半透過反射面 P2 との間の光学的距離  $L1$  は数 1 を満たすようにすることが好ましい。

#### 【0050】

40

(数 1)

$$(2L1)/\lambda + \phi_2/\phi_1 = m$$

(式中、 $L1$  は反射面 P1 と半透過反射面 P2 との間の光学的距離、 $m$  は次数 (0 または自然数)、 $\phi_1$  は反射面 P1 で生じる反射光の位相シフト  $\phi_1$  と半透過反射面 P2 で生じる反射光の位相シフト  $\phi_2$  との和 ( $\phi = \phi_1 + \phi_2$ ) (rad)、 $\lambda$  は半透過反射面 P2 の側から取り出したい光のスペクトルのピーク波長をそれぞれ表す。なお、数 1 において  $L1$  および  $\lambda$  は単位が共通すればよいが、例えば (nm) を単位とする。)

#### 【0051】

反射面 P1 と半透過反射面 P2 との間には、取り出し発光強度が極大となる位置 (共振面) が存在する。この共振面は  $m+1$  箇所あり、 $m=1$  以上の条件においては、最も反射

50

面 P 1 寄りの共振面に発光面がある場合が最も発光スペクトルの半値幅が広がるものである。

【 0 0 5 2 】

このような共振器構造 M C 1 を有する有機 E L 素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B では、次数 m が大きくなるほど、輝度や色度の視野角依存性、すなわち正面方向から見た場合と斜め方向から見た場合とでの輝度や色度の変化が大きくなる傾向がある。一般のテレビジョン装置等の用途に有機 E L 表示装置を用いることを想定した場合、視野角による輝度低下および色度変化は小さい方が望ましい。具体的には、白色発光時において、正面から測定した分光放射輝度に対して 4 5 度斜方から測定した分光放射輝度比が 0 . 7 以上であることが好ましい。

10

【 0 0 5 3 】

視野角特性のみを考慮すると  $m = 0$  の条件が理想的である。しかしながら、この条件では有機層 1 6 の厚みが薄くなるので、発光特性への影響や下部電極 1 4 と上部電極 1 7 との短絡発生のおそれが生じる。そのため、例えば  $m = 1$  の条件を用いることにより、輝度や色度の視野角依存性が大きくなることを回避すると共に、発光特性の低下や短絡発生を抑えるようにしている。例えば下部電極 1 4 がアルミニウム合金、上部電極 1 7 が M g - A g 合金によりそれぞれ構成されている場合、 $m = 0$  では青色の有機 E L 素子 1 0 B の有機層 1 6 の厚みは 8 0 n m 程度となるが、 $m = 1$  では 1 9 0 n m 程度になるので短絡発生が抑えられる。

【 0 0 5 4 】

20

更に、本実施の形態では上述したように上部電極 1 7 の厚みが 2 n m 以上 6 n m 以下と薄くされているので、視野角による輝度低下および色度変化をより低減することが可能となる。なぜなら、上部電極 1 7 の厚みを薄くすることにより、上部電極 1 7 の透過率が上昇するとともに反射率が低下し、発光層 1 6 C からの発光のうち、上部電極 1 7 によって下部電極 1 4 側に反射される割合が減少することで共振器構造 M C 1 が弱まり、半透過反射面 P 2 から取り出される光の角度依存性が減少するからである。よって、例えば次数 m が 1 またはそれ以上に高い条件においても、輝度および色度の視野角依存性を低減することができ、表示性能に優れた有機 E L 表示装置を得ることが可能となる。

【 0 0 5 5 】

図 4 ( A ) は、共振器構造 M C 1 を有する有機 E L 素子において、厚み 2 n m の C a よりなる中間層 1 8 および厚み 4 n m の M g - A g 合金よりなる上部電極 1 7 を設けた場合についてのスペクトルを表したものである。このスペクトルは、光学シミュレーションにより正面および斜方 4 5 ° から見た結果を求めたものである。図 4 ( B ) は、中間層 1 8 を設けず、厚み 8 n m の M g - A g 合金よりなる上部電極 1 7 のみを設けた場合について、同様に光学シミュレーションにより求めたスペクトルを表したものである。図 4 ( A ) および図 4 ( B ) から分かるように、中間層 1 8 を設けた前者では、後者に比べて、スペクトルの半値幅が広く、ピーク強度も低くなり、共振器効果が緩和されているが、視野角による発光特性の変化は軽減されている。

30

【 0 0 5 6 】

図 3 に示した保護層 3 0 は、窒化ケイ素 ( S i N x ) , 酸化ケイ素または金属酸化物などにより構成されている。図 3 に示した接着層 4 0 は、例えば熱硬化型樹脂または紫外線硬化型樹脂により構成されている。

40

【 0 0 5 7 】

図 3 に示した封止用基板 5 0 は、有機 E L 素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B の上部電極 1 7 の側に位置しており、接着層 4 0 と共に有機 E L 素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B を封止するものであり、有機 E L 素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B で発生した光に対して透明なガラスなどの材料により構成されている。封止用基板 5 0 には、例えば、カラーフィルタ 5 1 が設けられており、有機 E L 素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B で発生した光を取り出すと共に、有機 E L 素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B 並びにその間の配線において反射された外光を吸収し、コントラストを改善するようになっている。

50

## 【 0 0 5 8 】

カラーフィルタ 5 1 は、封止用基板 5 0 のどちら側の面に設けられてもよいが、有機 E L 素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B の側に設けられることが好ましい。カラーフィルタ 5 1 が表面に露出せず、接着層 4 0 により保護することができるからである。また、発光層 1 6 C とカラーフィルタ 5 1 との間の距離が狭くなることにより、発光層 1 6 C から出射した光が隣接する他の色のカラーフィルタ 5 1 に入射して混色を生じることを避けることができるからである。カラーフィルタ 5 1 は、赤色フィルタ、緑色フィルタおよび青色フィルタ（いずれも図示せず）を有しており、有機 E L 素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B に対応して順に配置されている。

## 【 0 0 5 9 】

10

赤色フィルタ、緑色フィルタおよび青色フィルタは、それぞれ例えば矩形形状で隙間なく形成されている。これら赤色フィルタ、緑色フィルタおよび青色フィルタは、顔料を混入した樹脂によりそれぞれ構成されており、顔料を選択することにより、目的とする赤、緑あるいは青の波長域における光透過率が高く、他の波長域における光透過率が低くなるように調整されている。

## 【 0 0 6 0 】

更に、カラーフィルタ 5 1 における透過率の高い波長範囲と、共振器構造 M C 1 から取り出したい光のスペクトルのピーク波長 とは一致している。これにより、封止用基板 5 0 から入射する外光のうち、取り出したい光のスペクトルのピーク波長 に等しい波長を有するもののみがカラーフィルタ 5 1 を透過し、その他の波長の外光が有機 E L 素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B に侵入することが防止される。

20

## 【 0 0 6 1 】

この表示装置は、例えば次のようにして製造することができる。

## 【 0 0 6 2 】

まず、上述した材料よりなる基板 1 1 の上に駆動トランジスタ T r 1 を含む画素駆動回路 1 4 0 を形成したのち、全面に感光性樹脂を塗布することにより平坦化絶縁膜 1 3 を形成し、露光および現像により平坦化絶縁膜 1 3 を所定の形状にパターンニングすると共に接続孔 1 3 A を形成し、焼成する。

## 【 0 0 6 3 】

次いで、例えばスパッタ法により、上述した材料よりなる下部電極 1 4 を形成し、ウェットエッチングにより下部電極 1 4 を選択的に除去して各有機発光素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B ごとに分離する。

30

## 【 0 0 6 4 】

続いて、基板 1 1 の全面にわたり感光性樹脂を塗布し、例えばフォトリソグラフィ法により発光領域に対応して開口部を設け、焼成することにより、電極間絶縁膜 1 5 を形成する。

## 【 0 0 6 5 】

そののち、例えば蒸着法により、上述した厚みおよび材料よりなる有機層 1 6 の正孔注入層 1 6 A , 正孔輸送層 1 6 B , 発光層 1 6 C および電子輸送層 1 6 D を形成する。

## 【 0 0 6 6 】

40

有機層 1 6 を形成したのち、例えば蒸着法により、上述した厚みおよび材料よりなる中間層 1 8 および上部電極 1 7 の積層膜を成膜する。上部電極 1 7 の形成後においては、中間層 1 8 に含まれる金属元素の一部が上部電極 1 7 中に拡散して分布していてもよい。これにより、図 3 に示したような有機 E L 素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B が形成される。

## 【 0 0 6 7 】

続いて、例えば C V D 法またはスパッタ法により、有機 E L 素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B の上に上述した材料よりなる保護層 3 0 を形成する。

## 【 0 0 6 8 】

また、例えば、上述した材料よりなる封止用基板 5 0 の上に、赤色フィルタの材料をスピコートなどにより塗布し、フォトリソグラフィ技術によりパターンニングして焼成する

50

ことにより赤色フィルタを形成する。続いて、赤色フィルタと同様にして、青色フィルタおよび緑色フィルタを順次形成する。

【0069】

そののち、保護層30の上に、接着層40を形成し、この接着層40を間にして封止用基板50を貼り合わせる。その際、封止用基板50のカラーフィルタ51を形成した面を、有機EL素子10R、10G、10B側にして配置することが好ましい。以上により、図1ないし図3に示した表示装置が完成する。

【0070】

この表示装置では、各画素に対して走査線駆動回路130から書き込みトランジスタTr2のゲート電極を介して走査信号が供給されると共に、信号線駆動回路120から画像信号が書き込みトランジスタTr2を介して保持容量Csに保持される。すなわち、この保持容量Csに保持された信号に応じて駆動トランジスタTr1がオンオフ制御され、これにより、各有機発光素子10R、10G、10Bに駆動電流Idが注入されることにより、正孔と電子とが再結合して発光が起こる。この光は、下部電極14（反射面P1）と上部電極17（半透過反射面P2）との間で多重反射し、上部電極17、カラーフィルタ51および封止用基板50を透過して取り出される。

【0071】

ここでは、上部電極17と有機層16との間に、中間層18が上部電極17に接して設けられている。この中間層18は、上述のアルカリ金属などの金属元素の群のうちの1種を含むと共に0.1nm以上5nm以下の厚みを有している。よって、上部電極17と有機層16との直接接触によって上部電極17が変性し導電性が低下することが抑えられ、有機EL素子10R、10G、10Bが良好に駆動され、長期間にわたり良好な表示性能が得られる。また、上部電極17の厚みが薄いので、下部電極14と上部電極17との短絡による非発光欠陥の発生が抑えられる。

【0072】

更に、有機EL素子10R、10G、10Bが共振器構造MC1を有する場合には、上部電極17の厚みが薄くなることにより共振器構造MC1が弱まり、半透過反射面P2から取り出される光の角度依存性が減少する。よって、例えば次数mが1またはそれ以上に高く、輝度および色度の視野角依存性が顕著になりやすい条件においても、視野角による輝度および色度の変化が緩和される。

【0073】

このように本実施の形態の有機EL素子10R、10G、10Bでは、上部電極17と有機層16との間に、中間層18を上部電極17に接して設け、この中間層18を、アルカリ金属などの金属元素の群のうちの1種を含むと共に0.1nm以上5nm以下の厚みを有するようにしたので、上部電極17の変性による導電性低下を抑えると共に、上部電極17の厚みを2nm以上6nm以下と薄くすることが可能となる。よって、この有機EL素子10R、10G、10Bを用いて表示装置を構成すれば、上部電極17の導電性を保ち、有機EL素子10R、10G、10Bの良好な駆動が可能となると共に、非発光欠陥を低減することが可能となる。特に、共振器構造MC1を有し、発光層16Cで発生した光を下部電極14と上部電極17との間で共振させるようにした有機EL素子10R、10G、10Bに好適である。

【0074】

（変形例1）

図5は、変形例1に係る表示装置の有機EL素子10R、10G、10Bの断面構造を表したものである。この有機EL素子10R、10G、10Bは、中間層18の材料が上部電極17中に完全に拡散し、中間層18が上部電極17に一体化されていることを除いては、上記第1の実施の形態と同様に構成されている。よって、対応する構成要素には同一の符号を付して説明する。

【0075】

上部電極17は、厚みが2nm以上6nm以下であり、マグネシウム（Mg）、アルミ

10

20

30

40

50

ニウム ( A l ) , カルシウム ( C a ) またはナトリウム ( N a ) を含む合金を主成分とし、アルカリ金属、アルカリ土類金属、ランタノイド金属、アルミニウム、インジウム、スズ、ニッケル、銅および亜鉛からなる金属元素の群のうちの 1 種を含んでいる。これにより、この表示装置では、上部電極 1 7 の導電性を保ちつつ、上部電極 1 7 の厚みを 6 n m 以下に薄くすることが可能となっている。

【 0 0 7 6 】

上部電極 1 7 の主成分である合金としては、第 1 の実施の形態の上部電極 1 7 と同様に、例えば、マグネシウムと銀との合金 ( M g - A g 合金 ) またはアルミニウム ( A l ) とリチウム ( L i ) との合金 ( A l - L i 合金 ) が好ましい。

【 0 0 7 7 】

上部電極 1 7 に含まれる金属元素は、第 1 の実施の形態の中間層 1 8 と同様に、上部電極 1 7 が有機層 1 6 との接触により導電性を失うことを抑える変性防止機能を有している。この金属元素は、上部電極 1 7 を陰極として用いる場合には、電子注入性を有することが好ましい。このような材料としては、上述したように、アルカリ金属、アルカリ土類金属、ランタノイド金属等が候補として挙げられるが、適切な電子注入層 1 6 E を設けることで、マグネシウムに比較して仕事関数の大きな金属も使用することもできる。これらの金属の例としては、アルミニウム、インジウム、スズ等の金属、ニッケル、銅、亜鉛等の遷移金属が挙げられる。

【 0 0 7 8 】

具体的には、上部電極 1 7 に含まれる金属元素としては、第 1 の実施の形態の中間層 1 8 と同様に、カルシウムまたはアルミニウムが好ましい。

【 0 0 7 9 】

上部電極 1 7 の厚みは、第 1 の実施の形態の上部電極 1 7 と同様に、 2 . 5 n m 以上 6 n m 以下であればより好ましい。

【 0 0 8 0 】

ここで本明細書にいう「上部電極 1 7 の厚み」は、分光エリプソメトリーなどの光学的手法により求められたものである。また、「上部電極 1 7 の厚み」は、封止用基板 5 0 による封止後、組み立て後の製品になった状態で計測したものである。

【 0 0 8 1 】

上部電極 1 7 のシート抵抗は、第 1 の実施の形態と同様に、例えば、 1 0 0 0 0 / 以下であることが好ましい。

【 0 0 8 2 】

上部電極 1 7 に含まれる金属元素は、例えば、上部電極 1 7 中に拡散している。更に、上部電極 1 7 に含まれる金属元素は、電子輸送層 1 6 D や電子注入層 1 6 E との接触により化学的に変化していてもよい。なお、このような上部電極 1 7 は、製造工程では第 1 の実施の形態と同様に中間層 1 8 と上部電極 1 7 との積層膜として形成されるものであるが、上部電極 1 7 の形成後において、中間層 1 8 の材料であった金属元素が上部電極 1 7 中に拡散して分布し、結果として中間層 1 8 と上部電極 1 7 とが一体となった電極層として構成されたものである。このため、断面分析を行っても、中間層 1 8 は層として検出されなくなっている。

【 0 0 8 3 】

なお、本変形例では、共振器構造 M C 1 の半透過反射面 P 2 は、上部電極 1 7 と電子注入層 1 6 E との界面となる。

【 0 0 8 4 】

この表示装置の製造方法は、上記第 1 の実施の形態と同様である。すなわち、中間層 1 8 および上部電極 1 7 は、第 1 の実施の形態と同様に積層膜として成膜する。その際、上部電極 1 7 の形成後において、中間層 1 8 の材料であった金属元素が上部電極 1 7 中に拡散し、結果として、上部電極 1 7 は、中間層 1 8 と上部電極 1 7 とが一体となった電極層として形成される。これにより、図 5 に示したような有機 E L 素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B が形成される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 5 】

この表示装置では、各画素に対して第 1 の実施の形態で説明したと同じように駆動制御がなされ、表示が行われる。ここでは、上部電極 1 7 が、マグネシウム ( M g ) などの合金を主成分とし、上述のアルカリ金属などの金属元素の群のうちの 1 種を含んでいるので、上部電極 1 7 の変性による導電性低下が抑えられ、有機 E L 素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B が良好に駆動され、長期間にわたり良好な表示性能が得られる。また、上部電極 1 7 の厚みが薄いので、下部電極 1 4 と上部電極 1 7 との短絡による非発光欠陥の発生が抑えられる。

## 【 0 0 8 6 】

このように本変形例では、上部電極 1 7 が、マグネシウム ( M g ) などの合金を主成分とし、上述のアルカリ金属などの金属元素の群のうちの 1 種を含むようにしたので、上部電極 1 7 の変性による導電性低下を抑えると共に、上部電極 1 7 の厚みを 2 n m 以上 6 n m 以下と薄くすることが可能となる。よって、この有機 E L 素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B を用いて表示装置を構成すれば、上部電極 1 7 の導電性を保ち、有機 E L 素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B の良好な駆動が可能となると共に、非発光欠陥を低減することが可能となる。特に、共振器構造 M C 1 を有し、発光層 1 6 C で発生した光を下部電極 1 4 と上部電極 1 7 との間で共振させるようにした有機 E L 素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B に好適である。

## 【 0 0 8 7 】

( 第 2 の実施の形態 )

図 6 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る有機 E L 素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B の断面構成を表したものである。この有機 E L 素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B は、上部電極 1 7 と保護層 3 0 との間に共振調整層 1 9 を有していることを除いては、上記第 1 の実施の形態と同様に構成されている。よって、対応する構成要素には同一の符号を付して説明する。

## 【 0 0 8 8 】

共振調整層 1 9 は、上部電極 1 7 上に誘電体ミラーの原理を用いた屈折率界面を設けることで共振器構造 M C 1 の共振器効果を制御するためのものであり、保護層 3 0 の屈折率とは異なる屈折率を有している。すなわち、この有機 E L 素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B は、共振器構造 M C 2 ( 第 2 の共振器構造 M C 2 ) を有し、この共振器構造 M C 2 により、共振器構造 M C 1 から取り出された光を共振調整層 1 9 および保護層 3 0 の界面と下部電極 1 4 との間で共振させるようになっている。共振器構造 M C 2 は、下部電極 1 4 と有機層 1 6 との界面を反射面 P 1、共振調整層 1 9 と保護層 3 0 との界面を半透過反射面 P 3 とし、有機層 1 6、中間層 1 8、上部電極 1 7 および共振調整層 1 9 を共振部として、共振器構造 M C 1 から取り出された光を共振させて半透過反射面 P 3 の側から取り出すものである。このように第 2 の共振器構造として共振器構造 M C 2 を有するようにすれば、上部電極 1 7 の薄膜化により共振器構造 M C 1 の共振器効果が弱まった場合に、共振器効果を制御することが可能となる。

## 【 0 0 8 9 】

反射面 P 1 と半透過反射面 P 3 との間の光学的距離 L 2 は数 2 を満たすようにすることが好ましい。

## 【 0 0 9 0 】

( 数 2 )

$$( 2 L 2 ) / \lambda + \phi / ( 2 \pi ) = m$$

( 式中、L 2 は反射面 P 1 と半透過反射面 P 3 との間の光学的距離、m は次数 ( 0 または自然数 )、 $\phi$  は反射面 P 1 で生じる反射光の位相シフト  $\phi_1$  と半透過反射面 P 3 で生じる反射光の位相シフト  $\phi_3$  との和 (  $\phi = \phi_1 + \phi_3$  ) ( r a d )、 $\lambda$  は半透過反射面 P 3 の側から取り出したい光のスペクトルのピーク波長をそれぞれ表す。なお、数 2 において L 2 および  $\lambda$  は単位が共通すればよいが、例えば ( n m ) を単位とする。 )

## 【 0 0 9 1 】

また、共振調整層 1 9 は、上部電極 1 7 の劣化を防止する保護膜としての機能も有している。すなわち、上部電極 1 7 を形成したのち、C V D 法またはスパッタ法により上部電

10

20

30

40

50

極 17 上に保護層 30 を直接積層すると、成膜時の反応性の導入ガス、酸素、高エネルギー粒子、チャンバーや移動環境中の酸素、水分等で上部電極 17 が変性し、電極としての機能を保つことができなくなる可能性がある。しかしながら、上部電極 17 を形成したのち、連続して真空蒸着法により共振調整層 19 を設けることにより、上部電極 17 を保護することが可能となる。

#### 【0092】

共振調整層 19 の厚みは特に制限が無いが、上部電極 17 の変性を防ぐためには、例えば 10 nm 以上であることが望ましい。また、共振器構造 MC2 の強度を調整するために適宜光学設計によって膜厚設定を調整することができる。ただし、共振調整層 19 は RGB 共通で成膜することを前提としているので、3 色ともに光取り出し効率が良好な屈折率、膜厚設定とすることが望ましい。共振調整層 19 の材料としては可視光の吸収が小さく、成膜時に上部電極 17 を変性させるおそれが小さいものが望ましく、共振器構造 MC2 の調整要求に応じた屈折率の材料を選ぶことができる。具体的な材料としては、フッ化リチウム (460 nm における屈折率 1.38)、臭化カリウム (屈折率 1.58)、Alq3 (屈折率 1.84)、MoO<sub>3</sub> (屈折率 2.22)、ZnSe (屈折率 2.6) 等をはじめとする真空蒸着可能な無機膜、有機膜が使用可能である。

#### 【0093】

共振調整層 19 の屈折率は、保護層 30 の屈折率よりも小さいことが好ましい。理由は以下のとおりである。共振器構造 MC2 の半透過反射面 P3 は、共振調整層 19 と保護層 30 との界面の屈折率差によって形成されるので、この屈折率差を大きくすれば共振器効果が強まり、屈折率差を小さくすれば共振器効果は弱まる。屈折率差を大きくして共振器効果を強める場合には、共振調整層 19 の屈折率を、保護層 30 よりも小さくする場合と、保護層 30 よりも大きくする場合とが考えられる。保護層 30 よりも小さくすれば、反射面 P1 での位相シフトの結果、共振器構造 MC2 の次数 m を、下部電極 14 と上部電極 17 とで構成されている共振器構造 MC1 の次数 m と同じにすることができる。また、有機発光素子 10R, 10G, 10B の各発光層 16C の発光位置が下部電極 14 に最近接の共振位置にある場合には、共振調整層 19 を有機発光素子 10R, 10G, 10B に共通成膜しても有機発光素子 10R, 10G, 10B いずれも共振強度を強めることができる。

#### 【0094】

共振器効果を強める必要が無い場合は、共振調整層 19 の屈折率を保護層 30 の屈折率に近い値とすることが可能である。例えば、保護層 30 がチッ化珪素 (屈折率 1.8 から 1.9) の場合、Alq3 をはじめとする有機材料の屈折率は 1.9 程度であり、共振調整層 19 として好適である。また、その他の有機膜、無機膜でもよい。

#### 【0095】

この表示装置は、上部電極 17 を形成したのちに、真空蒸着法により上述した材料よりなる共振調整層 19 を、上部電極 17 に連続して形成することを除いては、第 1 の実施の形態と同様にして製造することができる。

#### 【0096】

この表示装置では、各画素に対して第 1 の実施の形態で説明したと同じように駆動制御がなされ、表示が行われる。ここでは、上部電極 17 と保護層 30 との間に共振調整層 19 が設けられ、共振器構造 MC2 が構成されているので、上部電極 17 の薄膜化により共振器構造 MC1 の共振器効果が弱まった場合にも、正面から取り出される光の強度が大きくなる。

#### 【0097】

このように本実施の形態の有機 EL 素子 10R, 10G, 10B では、上部電極 17 と保護層 30 との間に共振調整層 19 を設け、共振器構造 MC2 を構成するようにしたので、上部電極 17 の薄膜化により共振器構造 MC1 の共振器効果が弱まった場合に、共振器効果を制御することが可能となる。

#### 【0098】



なお、本実施の形態においても、上部電極 17 は、図 7 に示したように、中間層 18 の材料であった金属元素が上部電極 17 中に拡散して分布し、結果として中間層 18 と上部電極 17 とが一体となった電極層として構成されていてもよい。

#### 【0099】

(モジュールおよび適用例)

以下、上述した実施の形態で説明した表示装置の適用例について説明する。上記実施の形態の表示装置は、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、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。

10

#### 【0100】

(モジュール)

上記実施の形態の表示装置は、例えば、図 8 に示したようなモジュールとして、後述する適用例 1 ~ 5 などの種々の電子機器に組み込まれる。このモジュールは、例えば、基板 11 の一辺に、封止用基板 50 および接着層 40 から露出した領域 210 を設け、この露出した領域 210 に、信号線駆動回路 120 および走査線駆動回路 130 の配線を延長して外部接続端子(図示せず)を形成したものである。外部接続端子には、信号の入出力のためのフレキシブルプリント配線基板(FPC; Flexible Printed Circuit) 220 が設けられていてもよい。

#### 【0101】

20

(適用例 1)

図 9 は、上記実施の形態の表示装置が適用されるテレビジョン装置の外観を表したものである。このテレビジョン装置は、例えば、フロントパネル 310 およびフィルターガラス 320 を含む映像表示画面部 300 を有しており、この映像表示画面部 300 は、上記各実施の形態に係る表示装置により構成されている。

#### 【0102】

(適用例 2)

図 10 は、上記実施の形態の表示装置が適用されるデジタルカメラの外観を表したものである。このデジタルカメラは、例えば、フラッシュ用の発光部 410、表示部 420、メニュースイッチ 430 およびシャッターボタン 440 を有しており、その表示部 420 は、上記各実施の形態に係る表示装置により構成されている。

30

#### 【0103】

(適用例 3)

図 11 は、上記実施の形態の表示装置が適用されるノート型パーソナルコンピュータの外観を表したものである。このノート型パーソナルコンピュータは、例えば、本体 510、文字等の入力操作のためのキーボード 520 および画像を表示する表示部 530 を有しており、その表示部 530 は、上記各実施の形態に係る表示装置により構成されている。

#### 【0104】

(適用例 4)

図 12 は、上記実施の形態の表示装置が適用されるビデオカメラの外観を表したものである。このビデオカメラは、例えば、本体部 610、この本体部 610 の前方側面に設けられた被写体撮影用のレンズ 620、撮影時のスタート/ストップスイッチ 630 および表示部 640 を有しており、その表示部 640 は、上記各実施の形態に係る表示装置により構成されている。

40

#### 【0105】

(適用例 5)

図 13 は、上記実施の形態の表示装置が適用される携帯電話機の外観を表したものである。この携帯電話機は、例えば、上側筐体 710 と下側筐体 720 とを連結部(ヒンジ部) 730 で連結したものであり、ディスプレイ 740、サブディスプレイ 750、ピクチャーライト 760 およびカメラ 770 を有している。そのディスプレイ 740 またはサブ

50

ディスプレイ 750 は、上記各実施の形態に係る表示装置により構成されている。

【実施例】

【0106】

更に、本発明の具体的な実施例について説明する。

【0107】

(実施例 1 - 1 ~ 1 - 4)

上記第 1 の実施の形態の中間層 18 および上部電極 17 を作製した。その際、中間層 18 はカルシウム (Ca) により構成し、厚みを 2.0 nm とした。上部電極 17 は Mg - Ag 合金により構成し、厚みを表 1 に示したように異ならせた。なお、有機発光素子 10R, 10G, 10B の条件に合わせるために、中間層 18 の下地として、電子輸送材料の抵抗加熱による真空蒸着膜を 20 nm 形成した。上部電極 17 は  $1 \times 10^{-5}$  Pa 以下の高真空度において抵抗加熱による真空蒸着法により、0.1 nm/sec の蒸発速度で成膜した。マグネシウムと銀の共蒸着比率は Mg : Ag = 10 : 1 とした。上部電極 17 上には、大気による変性を防ぐため、フッ化リチウム膜を真空蒸着により 40 nm 形成し、そののち紫外線硬化樹脂で封止した。

【0108】

(比較例 1 - 1, 1 - 2)

中間層を設けないことを除いては、上記実施例 1 - 1 ~ 1 - 4 と同様にして Mg - Ag 合金よりなる上部電極を形成した。その際、上部電極の厚みを表 1 に示したように異ならせた。

【0109】

得られた実施例 1 - 1 ~ 1 - 4 および比較例 1 - 1, 1 - 2 の中間層または上部電極について、分光エリプソメトリーにより厚みを測定し、シート抵抗を調べた。その結果を表 1 に併せて示す。

【0110】

【表 1】

	中間層の材料(厚み)/上部電極の材料(厚み)	シート抵抗 ( $\Omega/\square$ )
実施例 1-1	Ca(2.0nm)/Mg-Ag(2.0nm)	585
実施例 1-2	Ca(2.0nm)/Mg-Ag(3.0nm)	306
実施例 1-3	Ca(2.0nm)/Mg-Ag(4.0nm)	215
実施例 1-4	Ca(2.0nm)/Mg-Ag(5.0nm)	162
比較例 1-1	Mg-Ag(10.0nm)	86
比較例 1-2	Mg-Ag(4.0nm)	28500

【0111】

表 1 から分かるように、中間層を設けずに上部電極の厚みを薄くした比較例 1 - 2 では、厚い上部電極のみを設けた比較例 1 - 1 に比べてシート抵抗が極めて悪化した。これに対して、上部電極 17 の厚みを薄くすると共に中間層 18 を設けた実施例 1 - 1 ~ 1 - 4 では、中間層を設けずに上部電極の厚みを薄くした比較例 1 - 2 に比べてシート抵抗が著しく改善され、厚い上部電極のみを設けた比較例 1 - 1 に近い結果が得られた。

【0112】

すなわち、上部電極 17 と有機層 16 との間に、カルシウム (Ca) よりなる中間層 18 を上部電極 17 に接して設けることにより、上部電極 17 の導電性を保ちつつ厚みを 6 nm 以下に薄くすることが可能となることが分かった。

## 【0113】

(実施例2 - 1 ~ 2 - 4)

表1に記載した中間層18および上部電極17を用いて、第1の実施の形態の有機EL素子を作製した。まず、25mm×25mmのガラス板からなる基板11上に、下部電極14としてアルミニウム - ネオジウム合金膜(膜厚150nm)を形成した。また、基板11上に、上部電極17との接触および電源線への接続部として、チタンからなるパッド部(図示せず)を設けた。

## 【0114】

次いで、下部電極14上に感光性有機絶縁材料を塗布し、下部電極14の中央部の2mm×2mmの発光領域に対応して開口を設けることにより、電極間絶縁膜15を形成した。

10

## 【0115】

続いて、開口を有する金属製マスクを用意し、この金属製マスクの開口を、下部電極14の発光領域に合わせた状態で基板11上に近接して配置した。そののち、 $1 \times 10^{-5}$ Pa以下の真空下での真空蒸着法により、正孔注入層16Aないし電子注入層16Eを順次形成し、有機層16を形成した。その際、正孔注入層16Aないし電子注入層16Eの厚みを調整することにより、反射面P1と半透過反射面P2との間の光学的距離L1が数1を満たすように調整し、共振器構造MC1を構成した。

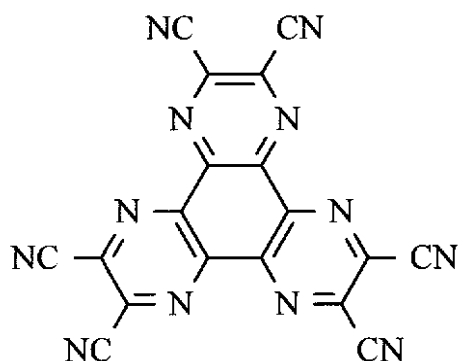
## 【0116】

正孔注入層16Aは、化3に示したヘキサアザトリフェニレン誘導体を20nmの厚みで成膜した。正孔輸送層16Bは、 $\text{NPD}$ を25nmの厚みで成膜した。蒸着レートは0.1nm/秒とした。発光層16Cは、Alq3ホストに、緑色発光材料としてクマリン6を1%ドープした共蒸着膜を30nmの厚みで成膜した。蒸着レートは0.2nm/秒とした。電子輸送層16Dは、Alq3を175nmの厚みで成膜した。蒸着レートは0.2nm/秒とした。

20

## 【0117】

【化3】



30

## 【0118】

電子輸送層16Dを形成したのち、パッド部に対応した開口部を有する金属製マスクを用意し、この金属製マスクを基板11に近接して配置し、電子注入層16Eとしてフッ化リチウムを0.3nmの厚みで成膜した。続いて、実施例1-1~1-4と同様にして中間層18および上部電極17を形成した。成膜条件は実施例1-1~1-4と同一とした。

40

## 【0119】

【表 2】

(特性は電流密度 10mA/cm<sup>2</sup>における値)

	中間層 (nm)	上部電極 (nm)	正面効率 (cd/A)	駆動電圧 (V)	輝度比 (45° /正面)
	Ca	Mg-Ag 合金			
実施例 2-1	2.0	2.5	12.4	7.60	0.85
実施例 2-2	2.0	3.0	12.5	7.49	0.84
実施例 2-3	2.0	4.0	13.0	7.32	0.80
実施例 2-4	2.0	5.0	13.4	7.38	0.75
比較例 2-1	なし	5.0	通電できず	—	—
比較例 2-2	なし	6.0	13.6	9.54	0.70
比較例 2-3	なし	7.0	13.8	7.74	0.65
比較例 2-4	なし	9.0	13.9	7.58	0.57

## 【0120】

そののち、上部電極 17 上に、共振調整層 19 として Alq3 を 40 nm の厚みで真空蒸着法により上部電極 17 に連続して成膜した。続いて、保護層 30 としてチッ化珪素膜をプラズマ CVD 法により 1 μm の厚みで成膜した。なお、本実施例では、共振調整層 19 を上部電極 17 の変性を抑えるための保護膜として用い、共振器構造 MC2 は構成しなかった。その後、紫外線硬化樹脂よりなる接着層 40 を用いて、ガラスよりなる封止用基板 50 を貼り合せた。

## 【0121】

(比較例 2 - 1 ~ 2 - 4)

中間層を設けないことを除いては、上記実施例 2 - 1 ~ 2 - 4 と同様にして有機 EL 素子を形成した。その際、上部電極の厚みを表 2 に示したように異ならせた。

## 【0122】

得られた実施例 2 - 1 ~ 2 - 4 および比較例 2 - 1 ~ 2 - 4 の有機 EL 素子について、初期特性を測定した。その結果を表 2 に併せて示す。表 2 において、輝度比とは、45° 斜方から測定した輝度の正面輝度に対する比である。

## 【0123】

表 2 から分かるように、上部電極 17 の厚みを 2.5 nm 以上とした実施例 2 - 1 ~ 2 - 4 では、正面効率、駆動電圧および輝度比のいずれも良好な結果が得られた。特に輝度比については、実施例 2 - 1 ~ 2 - 4 のいずれも 0.7 以上となり、視野角特性が向上した。これは、上部電極 17 が薄膜化されたことにより共振器構造 MC1 の共振器効果が緩和されたことによるものと考えられる。また、実施例 2 - 1 ~ 2 - 4 について連続点灯を行ったところ、いずれも異常なく点灯することが可能であった。

## 【0124】

なお、実施例 2 - 1 ~ 2 - 4 の上部電極 17 の厚みは反射率測定により光学的に求めたが、光学的にはカルシウム (Ca) よりなる中間層 18 は金属膜として考慮する必要が無い結果であった。カルシウム (Ca) よりなる中間層 18 は、Alq3 よりなる電子輸送層 16D や、LiF よりなる電子注入層 16E との接触により化学的に変化している場合と、上部電極 17 中に拡散して分布している場合とが考えられる。

## 【0125】

一方、上部電極の厚みを5.0 nmとした比較例2-1では、上部電極の抵抗が高く、通電不可能であった。上部電極の厚みを5.0以下とした場合も同様に通電不可能であった。上部電極の厚みを6.0 nmまたは7.0 nmとした比較例2-2, 2-3においては初期の通電は可能であったが、連続点灯したところ急激に駆動電圧の上昇が起き、劣化が激しかった。初期、連続駆動ともに安定した駆動が可能であったのは、上部電極の厚みを9.0 nmとした比較例2-4のみであり、中間層を設けない場合には金属膜の厚みを少なくとも9.0 nmとする必要があることが分かった。また、比較例2-1~2-4のいずれも、輝度比は0.70以下となり、視野角に対する発光特性の変化が大きかった。

【0126】

更に、実施例2-2~2-4を比較すると、上部電極17の厚みが薄くなるほど、正面効率は低下する一方、輝度比は高くなる傾向が見られた。これは、上部電極17の厚みが薄くなることにより共振器構造MC1の共振器効果が弱まったからであると考えられる。

10

【0127】

すなわち、上部電極17と有機層16との間に、カルシウム(Ca)よりなる中間層18を上部電極17に接して設けるようにすれば、上部電極17の厚みを6 nm以下に薄くしても導電性が保たれ、長期間にわたり有機EL素子の良好な駆動が可能となることが分かった。

【0128】

(比較例2-5)

上部電極を、Mg-Ag合金に替えて、銀(Ag)とし、厚みを7 nmとした以外は実施例2-1~2-4と同様に有機EL素子を作製した。その際、中間層は、実施例2-1~2-4と同様に形成した。得られた有機EL素子について、上部電極の反射スペクトルを調べたところ、単体の銀(Ag)から想定されるものとは大きく異なっていた。また、この有機EL素子を点灯させようとしたところ、通電不可能であった。これは、銀(Ag)の薄膜においては膜質が安定しないからであると考えられる。

20

【0129】

(比較例2-6)

上部電極を、Mg-Ag合金に替えて、アルミニウム(Al)とし、厚みを7 nmとした以外は実施例2-1~2-4と同様に有機EL素子を作製した。その際、中間層は、実施例2-1~2-4と同様に形成した。得られた有機EL素子を点灯させようとしたところ、通電不可能であった。

30

【0130】

すなわち、上部電極17をMg-Ag合金により構成すれば、有機EL素子の良好な駆動が可能となることが分かった。

【0131】

(実施例3-1~3-4)

上部電極17の厚みは5.0 nmとし、中間層18の厚みは表3に示したように異ならせたこと以外は実施例2-1~2-4と同様に有機EL素子を作製した。なお、実施例3-3は、実施例2-4と同一のものである。得られた有機EL素子について、初期特性を調べた。その結果を表3に併せて示す。

40

【0132】

【表 3】

	中間層 (nm)	上部電極 (nm)	正面効率 (cd/A)	駆動電圧 (V)	輝度比 (45° /正面)
	Ca	Mg-Ag 合金			
実施例 3-1	0.5	5.0	13.9	7.75	0.83
実施例 3-2	1.0	5.0	13.8	7.36	0.78
実施例 3-3	2.0	5.0	13.4	7.38	0.75
実施例 3-4	4.0	5.0	12.9	7.93	0.72

10

## 【0133】

表 3 から分かるように、中間層 18 の厚みによらず、正面効率、駆動電圧および輝度比のいずれも良好な結果が得られた。特に輝度比は実施例 3 - 1 ~ 3 - 4 のいずれも 0 . 7 0 以上を確保しており、良好であった。更に、一定電流で駆動した際の輝度劣化特性を調べたところ、M g - A g 合金よりなる金属膜の厚みを 1 0 n m とした比較例 1 - 1 とほぼ同等であった。

20

## 【0134】

すなわち、中間層 18 の厚みを 0 . 5 n m 以上 4 n m 以下とすれば、有機 E L 素子の良好な駆動が可能となることが分かった。

## 【0135】

## (実施例 4)

共振調整層 19 としてフッ化リチウムを 2 0 n m の厚みで形成すると共に、有機層の厚みを調整して、反射面 P 1 と半透過反射面 P 3 との間の光学的距離 L 2 が数 2 を満たすように調整し、共振器構造 M C 2 を構成した。その際、共振器構造 M C 2 における半透過反射面 P 3 での位相シフト  $\phi_3$  は、共振器構造 M C 1 における半透過反射面 P 2 での位相シフト  $\phi_2$  とは異なるので、光学的距離 L 1 , L 2 は異なるが、次数 m は同じになった。その他は実施例 2 - 4 と同様に有機 E L 素子を作製した。

30

## 【0136】

得られた有機 E L 素子について、正面での取り出し強度を調べたところ、実施例 2 - 4 よりも 6 % 向上した。

## 【0137】

すなわち、上部電極 17 と保護層 30 との間に共振調整層 19 を設けて、共振器構造 M C 2 を構成すれば、上部電極 17 の薄膜化により共振器構造 M C 1 の共振器効果が弱まった場合に、共振器効果を制御することが可能となることが分かった。

## 【0138】

## (実施例 5)

実施例 2 - 4 と同様に、中間層 18 をカルシウム (C a) (厚み 2 n m)、上部電極 17 を M g - A g 合金 (厚み 5 n m) として、画素数 9 6 0 x 5 4 0 のアクティブマトリックス有機 E L 表示装置を作製した。

40

## 【0139】

## (比較例 5)

中間層を設けず、上部電極を M g - A g 合金 (厚み 8 n m) として、画素数 9 6 0 x 5 4 0 のアクティブマトリックス有機 E L 表示装置を作製した。

## 【0140】

得られた実施例 5 および比較例 5 の有機 E L 表示装置について、1 パネルあたりの非発光欠陥の平均個数を調べたところ、実施例 5 では比較例 5 の 2 5 分の 1 (1 / 2 5) と、

50

極めて少なくすることができた。これは、実施例 5 では上部電極 17 が薄いので、製造工程において下部電極 14 上の異物周辺に上部電極 17 が回り込んでしまうことによる下部電極 14 と上部電極 17 とのリークパス形成が抑制されたからであると考えられる。

#### 【0141】

すなわち、上部電極 17 と有機層 16 との間に、中間層 18 を上部電極 17 に接して設けた有機 EL 素子を用いて表示装置を構成すれば、上部電極 17 の厚みを薄くし、非発光欠陥の低減が可能となることが分かった。

#### 【0142】

(実施例 6)

中間層 18 をアルミニウム (Al) (厚み 1 nm)、上部電極 17 を Mg - Ag 合金 (厚み 5 nm) としたこと以外は実施例 2 - 1 ~ 2 - 4 と同様に有機 EL 素子を作製した。得られた有機 EL 素子について初期特性を調べた。得られた結果を表 4 に示す。

#### 【0143】

【表 4】

	中間層 (nm)	上部電極 (nm)	正面効率 (cd/A)	駆動電圧 (V)	輝度比 (45° / 正面)
	Al	Mg-Ag 合金			
実施例 6	1.0	5.0	12.9	7.35	0.76

#### 【0144】

表 4 から分かるように、中間層 18 として、カルシウム (Ca) に替えてアルミニウム (Al) を用いた場合にも良好な発光が得られた。更に、一定電流で駆動した際の輝度劣化特性を調べたところ、実施例 2 - 4 と同等であった。

#### 【0145】

すなわち、上部電極 17 と有機層 16 との間に、アルミニウム (Al) よりなる中間層 18 を上部電極 17 に接して設けるようにすれば、上部電極 17 の厚みを 6 nm 以下に薄くしても導電性が保たれ、長期間にわたり有機 EL 素子の良好な駆動が可能となることが分かった。

#### 【0146】

以上、実施の形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態および実施例に限定されるものではなく、種々変形が可能である。例えば、上記第 2 の実施の形態および実施例では、共振調整層 19 を上部電極 17 と保護層 30 との間に設け、共振調整層 19 と保護層 30 との界面を半透過反射面 P3 とした場合について説明したが、共振調整層 19 は、他の位置に設けられていてもよい。例えば、保護層 30 を設けない場合には、共振調整層 19 は、上部電極 17 と接着層 40 との間に設けることが可能である。また、共振調整層 19 は保護層 30 と接着層 40 との間に設けられていてもよい。

#### 【0147】

また、例えば、上記実施の形態および実施例において説明した各層の材料および厚み、または成膜方法および成膜条件などは限定されるものではなく、他の材料および厚みとしてもよく、または他の成膜方法および成膜条件としてもよい。

#### 【0148】

更に、例えば、上記実施の形態および実施例においては、基板 11 の上に、下部電極 14、有機層 16 および上部電極 17 を基板 11 の側から順で積層し、封止用基板 50 の側から光を取り出すようにした場合について説明したが、積層順序を逆にして、基板 11 の上に、上部電極 17、有機層 16 および下部電極 14 を基板 11 の側から順に積層し、基板 11 の側から光を取り出すようにすることもできる。

#### 【0149】

加えて、例えば、上記実施の形態および実施例では、下部電極 14 を陽極、上部電極 17 を陰極とする場合について説明したが、陽極および陰極を逆にして、下部電極 14 を陰極、上部電極 17 を陽極としてもよい。さらに、下部電極 14 を陰極、上部電極 17 を陽極とすると共に、基板 11 の上に、上部電極 17、有機層 16 および下部電極 14 を基板 11 の側から順に積層し、基板 11 の側から光を取り出すようにすることもできる。

#### 【0150】

更にまた、上記実施の形態および実施例では、有機発光素子 10R、10G、10B の構成を具体的に挙げて説明したが、全ての層を備える必要はなく、また、他の層を更に備えていてもよい。

#### 【0151】

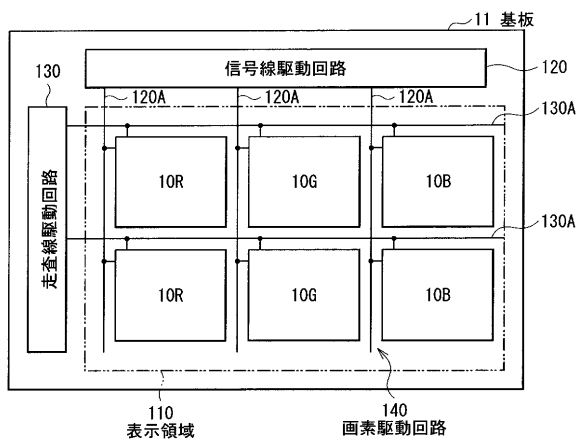
加えてまた、上記実施の形態および実施例では、アクティブマトリクス型の表示装置の場合について説明したが、本発明はパッシブマトリクス型の表示装置への適用も可能である。加えてまた、アクティブマトリクス駆動のための画素駆動回路の構成は、上記実施の形態および実施例で説明したものに限られず、必要に応じて容量素子やトランジスタを追加してもよい。その場合、画素駆動回路の変更に応じて、上述した信号線駆動回路 120 や走査線駆動回路 130 のほかに、必要な駆動回路を追加してもよい。

#### 【符号の説明】

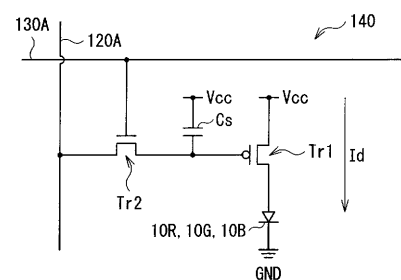
#### 【0152】

10R、10G、10B...有機EL素子、11...基板、12...平坦化絶縁膜、14...下部電極、15...電極間絶縁膜、16...有機層、16A...正孔注入層、16B...正孔輸送層、16C...発光層、16D...電子輸送層、16E...電子注入層、17...上部電極、18...中間層、19...共振調整層、30...保護層、40...接着層、50...封止用基板、51...カラーフィルタ、P1...反射面、P2、P3...半透過反射面

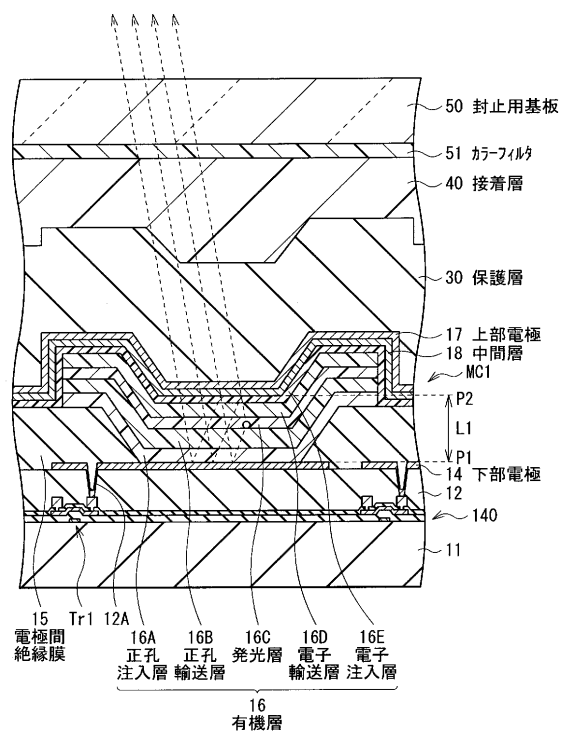
【図 1】



【図 2】

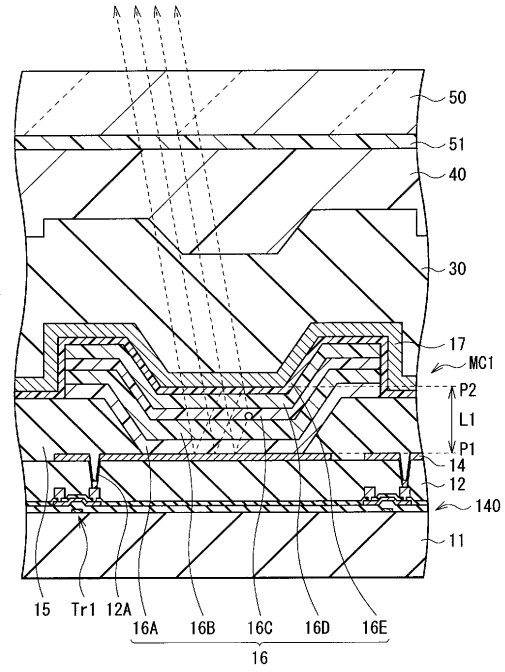


【図 3】

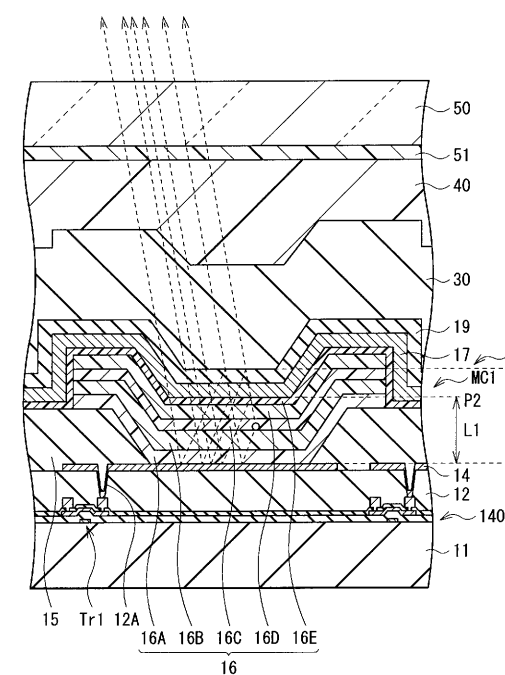




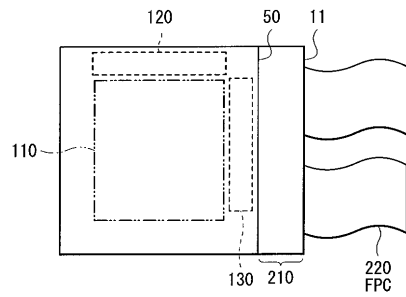
【 図 5 】



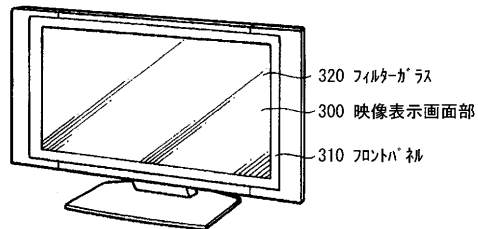
【圖 7】



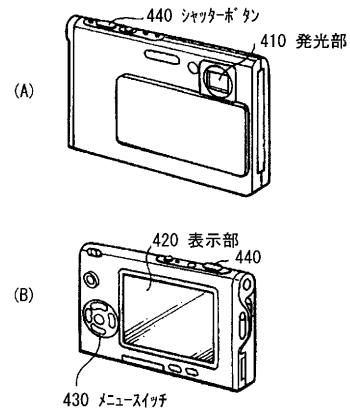
【図 8】



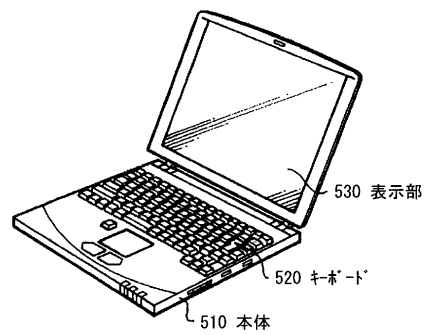
【図 9】



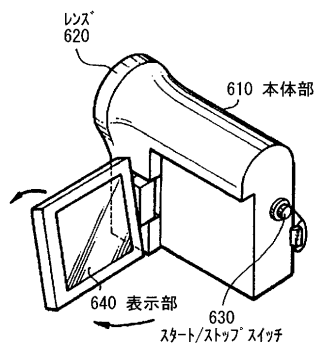
【図 10】



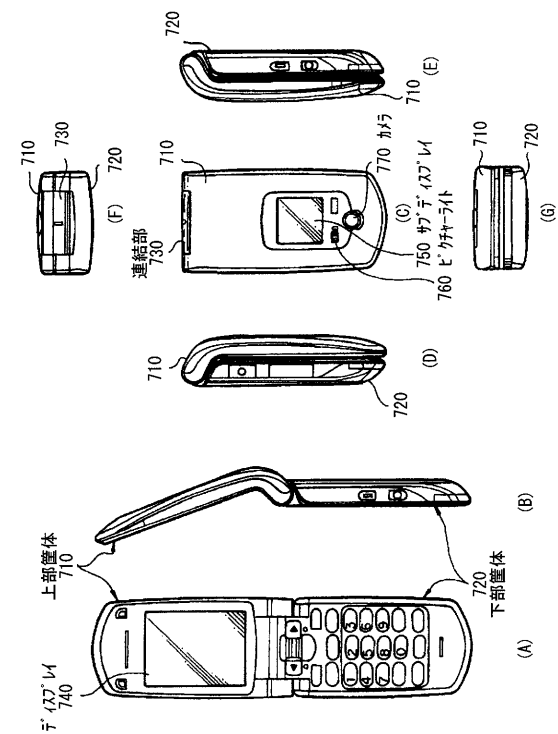
【図 11】



【図 12】



【図 13】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
G 0 9 F 9/30 (2006.01) G 0 9 F 9/30 3 6 5 Z  
H 0 1 L 27/32 (2006.01)

審査官 中山 佳美

(56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 3 4 4 4 9 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 8 - 1 5 9 7 7 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 7 - 0 4 8 5 7 1 ( J P , A )  
特開 2 0 0 6 - 3 1 8 9 1 0 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
H 0 1 L 5 1 / 5 0 - 5 1 / 5 6  
H 0 1 L 2 7 / 3 2  
H 0 5 B 3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 8