

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に、互いに発光色が異なる第 1 乃至第 3 有機 EL 素子を具備し、
 前記第 1 乃至第 3 有機 EL 素子の各々は、第 1 電極と、前記第 1 電極と向き合った第 2 電極と、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に介在した有機物層と、を含み、
 前記有機物層は、ホール輸送層と、発光色の互いに異なる第 1 乃至第 3 発光層と、を積層した積層体を含み、
 前記第 1 発光層は、赤色波長に発光中心を有する第 1 ドーパント材料を含み、
 前記第 2 発光層は、緑色波長に発光中心を有する第 2 ドーパント材料を含み、
 前記ホール輸送層は、前記第 1 ドーパント材料及び前記第 2 ドーパント材料の吸光度スペクトル特性における吸光度ピークよりも短波長側に吸光度ボトムを有する材料によって形成されたことを特徴とする有機 EL 表示装置。

10

【請求項 2】

前記ホール輸送層の材料は、その規格化した吸光度スペクトル特性において 350nm 以上の波長で吸光度が 10% 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機 EL 表示装置。

【請求項 3】

前記第 1 有機 EL 素子の発光色は赤色であり、
 前記第 2 有機 EL 素子の発光色は緑色であって、前記第 1 発光層における前記第 1 ドーパント材料は、発光能を喪失しており、
 前記第 3 有機 EL 素子の発光色は青色であって、前記第 1 発光層における前記第 1 ドーパント材料及び前記第 2 発光層における前記第 2 ドーパント材料は、発光能を喪失していることを特徴とする請求項 1 に記載の有機 EL 表示装置。

20

【請求項 4】

前記ホール輸送層、及び、前記第 1 乃至第 3 発光層は、表示領域に亘って広がった連続膜であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機 EL 表示装置。

【請求項 5】

前記第 1 電極は陽極であり、前記第 2 電極は陰極であり、
 前記ホール輸送層は、前記第 1 電極と前記第 1 発光層との間に配置されたことを特徴とする請求項 1 に記載の有機 EL 表示装置。

30

【請求項 6】

前記積層体は、前記第 1 電極側から、前記ホール輸送層、前記第 1 発光層、前記第 2 発光層、前記第 3 発光層の順で積層されていることを特徴とする請求項 1 に記載の有機 EL 表示装置。

【請求項 7】

前記有機物層は、前記積層体の前記第 1 電極側にホール注入層を有し、前記積層体の前記第 2 電極側に電子輸送層及び電子注入層を有することを特徴とする請求項 1 に記載の有機 EL 表示装置。

【請求項 8】

さらに、前記第 1 電極の前記積層体と対向する側とは反対側に、反射層を有することを特徴とする請求項 1 に記載の有機 EL 表示装置。

40

【請求項 9】

さらに、前記第 2 電極の前記積層体と対向する側とは反対側に、光学マッチング層を有することを特徴とする請求項 8 に記載の有機 EL 表示装置。

【請求項 10】

さらに、前記第 1 電極と前記反射層との間に、干渉条件調整層を有することを特徴とする請求項 8 に記載の有機 EL 表示装置。

【請求項 11】

前記干渉条件調整層の光路長は、前記第 1 乃至第 3 有機 EL 素子の各発光波長の 1/4 の最小公倍数に相当する光路長になることを特徴とする請求項 10 に記載の有機 EL 表示

50

装置。

【請求項 1 2】

前記干渉条件調整層は、窒化シリコン (SiN) によって形成され、膜厚が略 410 nm であることを特徴とする請求項 1 1 に記載の有機 EL 表示装置。

【請求項 1 3】

前記干渉条件調整層は、前記第 1 乃至第 3 有機 EL 素子のうち、2 つの有機 EL 素子のみに有することを特徴とする請求項 1 0 に記載の有機 EL 表示装置。

【請求項 1 4】

前記 2 つの有機 EL 素子は、前記第 1 有機 EL 素子と前記第 2 有機 EL 素子であることを特徴とする請求項 1 3 に記載の有機 EL 表示装置。

10

【請求項 1 5】

前記干渉条件調整層は、窒化シリコン (SiN) によって形成され、膜厚が略 390 nm であることを特徴とする請求項 1 4 に記載の有機 EL 表示装置。

【請求項 1 6】

さらに、前記第 1 電極の前記積層体と対向する側とは反対側に、反射層を含む凹凸散乱層を有することを特徴とする請求項 1 に記載の有機 EL 表示装置。

【請求項 1 7】

前記凹凸散乱層は、前記第 1 有機 EL 素子及び前記第 2 有機 EL 素子に形成されていることを特徴とする請求項 1 6 に記載の有機 EL 表示装置。

【請求項 1 8】

基板上に、互いに発光色が異なる第 1 乃至第 3 有機 EL 素子を具備し、
前記第 1 乃至第 3 有機 EL 素子の各々は、第 1 電極と、前記第 1 電極と向き合った第 2 電極と、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に介在した有機物層と、を含み、
前記有機物層は、ホール輸送層と、発光色の互いに異なる第 1 乃至第 3 発光層と、を積層した積層体を含み、

20

前記第 1 発光層は、赤色波長に発光中心を有する第 1 ドーパント材料を含み、
前記第 2 発光層は、緑色波長に発光中心を有する第 2 ドーパント材料を含み、
前記ホール輸送層は、前記第 1 ドーパント材料及び前記第 2 ドーパント材料の吸光度スペクトル特性における吸光度ピークよりも短波長側に吸光度ボトムを有する材料によって形成されたことを特徴とする有機 EL 表示装置の製造方法であって、

30

少なくとも 1 回の露光工程を有することを特徴とする有機 EL 表示装置の製造方法。

【請求項 1 9】

前記少なくとも 1 回の露光工程は、
前記第 1 発光層を形成後、前記第 2 有機 EL 素子及び前記第 3 有機 EL 素子を形成する領域を露光する第 1 露光工程と、
前記第 2 発光層を形成後、前記第 3 有機 EL 素子を形成する領域を露光する第 2 露光工程と、

からなることを特徴とする請求項 1 8 に記載の有機 EL 表示装置の製造方法。

【請求項 2 0】

前記少なくとも 1 回の露光工程は、
前記第 1 発光層を形成後、前記第 2 有機 EL 素子及び前記第 3 有機 EL 素子を形成する領域を露光する第 1 露光工程と、
前記第 2 発光層を形成後、前記第 3 有機 EL 素子を形成する領域を露光する第 2 露光工程と、

40

電子輸送層を形成後、前記第 1 乃至第 3 有機 EL 素子のうち、少なくとも一つの有機 EL 素子の領域を露光する第 3 露光工程と、

からなることを特徴とする請求項 1 8 に記載の有機 EL 表示装置の製造方法。

【請求項 2 1】

前記少なくとも 1 回の露光工程は、
前記第 1 発光層を形成後、前記第 2 有機 EL 素子及び前記第 3 有機 EL 素子を形成する

50

領域を露光する第 1 露光工程と、

前記第 2 発光層を形成後、前記第 3 有機 E L 素子を形成する領域を露光する第 2 露光工程と、

電子輸送層を形成後、前記第 1 乃至第 3 有機 E L 素子のうち、少なくとも一つの有機 E L 素子の領域を露光する第 3 露光工程と、

前記第 3 露光工程後、前記第 1 乃至第 3 有機 E L 素子のうち、少なくとも一つの有機 E L 素子の領域を露光する第 4 露光工程と、

からなることを特徴とする請求項 18 に記載の有機 E L 表示装置の製造方法。

【請求項 22】

前記少なくとも 1 回の露光工程は、

前記第 3 発光層を形成後、前記第 2 有機 E L 素子及び前記第 3 有機 E L 素子を形成する領域を露光する第 1 露光工程と、

前記第 1 露光工程後、前記第 3 有機 E L 素子を形成する領域を露光する第 2 露光工程と

、
からなることを特徴とする請求項 18 に記載の有機 E L 表示装置の製造方法。

【請求項 23】

前記少なくとも 1 回の露光工程は、

光透過性を有する第 2 電極を形成後、前記第 2 有機 E L 素子及び前記第 3 有機 E L 素子を形成する領域を露光する第 1 露光工程と、

前記第 1 露光工程後、前記第 3 有機 E L 素子を形成する領域を露光する第 2 露光工程と

、
からなることを特徴とする請求項 18 に記載の有機 E L 表示装置の製造方法。

【請求項 24】

前記第 1 露光工程と前記第 2 露光工程とは、互いに波長の異なる照射光であることを特徴とする請求項 19 に記載の有機 E L 表示装置の製造方法。

【請求項 25】

前記第 3 露光工程と前記第 4 露光工程は、互いに波長の異なる照射光であることを特徴とする請求項 21 に記載の有機 E L 表示装置の製造方法。

【請求項 26】

前記少なくとも 1 回の露光工程において、

前記第 2 有機 E L 素子には、前記第 3 有機 E L 素子の露光強度より小さい強度が、1 回の露光強度で照射されるハーフトーン露光であることを特徴とする請求項 18 に記載の有機 E L 表示装置の製造方法。

【請求項 27】

前記露光工程に用いる光の波長は、前記ホール輸送層の材料の吸光度スペクトル特性における吸光度ボトムから長波長であることを特徴とする請求項 18 に記載の有機 E L 表示装置の製造方法。

【請求項 28】

前記露光工程に用いる光源は、その発光スペクトル特性において、発光強度が最大となる波長が 350 nm 以上であることを特徴とする請求項 18 に記載の有機 E L 表示装置の製造方法。

【請求項 29】

前記光源は、高圧水銀ランプであることを特徴とする請求項 28 に記載の有機 E L 表示装置の製造方法。

【請求項 30】

前記露光工程においては、紫外光を、 $0.001 \sim 1 \text{ mW} \cdot \text{mm}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$ の強度で照射することを特徴とする請求項 18 に記載の有機 E L 表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス（ＥＬ）表示技術に関する。

【背景技術】

【０００２】

液晶表示装置に代表される平面表示装置は、ＣＲＴディスプレイと比較して、薄型、軽量、低消費電力であるといった特徴を活かして、需要が急速に伸びてきており、携帯情報端末機器を始め、大型テレビ等の種々のディスプレイに利用されるようになってきている。そして、近年では、液晶表示装置に比べて、自発光型で、高速応答、広視野角、高コントラストの特徴を有し、かつ、更に薄型軽量化が可能な有機エレクトロルミネッセンス（ＥＬ）素子を用いた表示装置の開発が盛んに行われている。

【０００３】

この有機ＥＬ素子は、正孔注入電極（陽極）から正孔を注入するとともに、電子注入電極（陰極）から電子を注入し、発光層で正孔と電子とを再結合させて発光を得るものである。フルカラー表示を得るためには、赤（Ｒ）、緑（Ｇ）、青（Ｂ）にそれぞれ発光する画素を構成する必要がある。赤、緑、青の各画素を構成する有機ＥＬ素子の発光層には、赤色、緑色、青色といったそれぞれ異なる発光スペクトルで発光する発光材料を塗り分ける必要がある。このような発光材料を塗り分ける方法としては、真空蒸着法で成膜する低分子有機ＥＬ材料の場合、各色の画素毎に開口した金属性のファインマスクを用いてそれぞれ独立にマスク蒸着する方法がある。

【０００４】

しかしながら、この金属製のファインマスクを用いたマスク蒸着法では、表示装置として高い精細度（解像度）が要求され、画素が細くなった場合には、十分な精度を出すことが困難となり、各色の発光材料が交じり合ってしまう、所謂、混色不良が多発して、正常な表示を得ることができない。これは、所謂、フォトリソグラフィに用いられるフォトマスクとは異なり、金属製のマスクの場合、初期の加工精度の低さに加え、蒸着源の輻射熱による熱膨張や歪みによって、開口の大きさや開口位置が大きく変わってしまうことなどが原因として挙げられる。

【０００５】

また、金属製のマスクを用いたマスク蒸着法は、マスクの大きさを大きくすればするほど、更に精度が低下し、表示装置の大形化にも制限が出てくる。

【特許文献１】特開２００３－１５７９７３号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

本発明の目的は、高精細な多色画像を表示可能とする有機ＥＬ表示装置及びその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明の第１の態様による有機ＥＬ表示装置によれば、
基板上に、互いに発光色が異なる第１乃至第３有機ＥＬ素子を具備し、
前記第１乃至第３有機ＥＬ素子の各々は、第１電極と、前記第１電極と向き合った第２電極と、前記第１電極と前記第２電極との間に介在した有機物層と、を含み、
前記有機物層は、ホール輸送層と、発光色の互いに異なる第１乃至第３発光層と、を積層した積層体を含み、
前記第１発光層は、赤色波長に発光中心を有する第１ドーパント材料を含み、
前記第２発光層は、緑色波長に発光中心を有する第２ドーパント材料を含み、
前記ホール輸送層は、前記第１ドーパント材料及び前記第２ドーパント材料の吸光度スペクトル特性における吸光度ピークよりも短波長側に吸光度ボトムを有する材料によって形成されたことを特徴とする。

【０００８】

本発明の第２の態様による有機ＥＬ表示装置の製造方法によれば、

基板上に、互いに発光色が異なる第1乃至第3有機EL素子を具備し、
前記第1乃至第3有機EL素子の各々は、第1電極と、前記第1電極と向き合った第2電極と、前記第1電極と前記第2電極との間に介在した有機物層と、を含み、
前記有機物層は、ホール輸送層と、発光色の互いに異なる第1乃至第3発光層と、を積層した積層体を含み、
前記第1発光層は、赤色波長に発光中心を有する第1ドーパント材料を含み、
前記第2発光層は、緑色波長に発光中心を有する第2ドーパント材料を含み、
前記ホール輸送層は、前記第1ドーパント材料及び前記第2ドーパント材料の吸光度スペクトル特性における吸光度ピークよりも短波長側に吸光度ボトムを有する材料によって形成されたことを特徴とする有機EL表示装置の製造方法であって、
少なくとも1回の露光工程を有することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、有機EL表示装置の製造過程において発光層をパターン成膜するための金属製ファインマスクを使用することなしに、高精細な多色画像を表示可能とする有機EL表示装置及びその製造方法を提供することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、本発明の態様について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、各図において、同様又は類似した機能を発揮する構成要素には同一の参照符号を付し、重複する説明は省略する。

20

【0011】

図1は、本発明の一態様に係る有機EL表示装置を概略的に示す平面図である。図2は、図1の表示装置に採用可能な構造の一例を概略的に示す断面図である。図3は、図2の表示装置が含む有機EL素子に採用可能な構造の一例を概略的に示す断面図である。図4は、図2の表示装置で採用可能な画素の配置の一例を概略的に示す平面図である。

【0012】

図1及び図2の表示装置は、アクティブマトリクス型駆動方式を採用した上面発光型の有機EL表示装置である。この表示装置は、表示パネルDPと、映像信号線ドライバXRと、走査信号線ドライバYDRとを含んでいる。

30

【0013】

表示パネルDPは、例えば、ガラス基板などの絶縁基板SUBを含んでいる。絶縁基板SUB上には、図示しないアンダーコート層が形成されている。アンダーコート層は、例えば、絶縁基板SUB上にSiNx層とSiOx層とをこの順に積層してなる。

【0014】

アンダーコート層上には、例えば不純物を含有したポリシリコンからなる半導体パターンが形成されている。この半導体パターンの一部は、半導体層SCとして利用している。半導体層SCには、ソース及びドレインとして利用する不純物拡散領域が形成されている。また、この半導体パターンの他の一部は、後述するキャパシタCの下部電極として利用している。下部電極は、後述する画素PX1乃至PX3に対応して配列している。

40

【0015】

なお、画素PX1乃至PX3は、この順にX方向に並んでおり、トリプレットを構成している。表示領域内では、このトリプレットがX方向とY方向とに配列されている。すなわち、表示領域内では、画素PX1をY方向に並べてなる画素列と、画素PX2をY方向に並べてなる画素列と、画素PX3をY方向に並べてなる画素列とがこの順にX方向に並べられ、さらに、これら3つの画素列がX方向に繰り返し並べられている。

【0016】

半導体パターンは、ゲート絶縁膜GIによって被覆されている。ゲート絶縁膜GIは、例えばTEOS(tetraethyl orthosilicate)などを用いて形成することができる。ゲート絶縁膜GI上には、走査信号線SL1及びSL2が形成され

50

ている。走査信号線 S L 1 及び S L 2 は、各々が X 方向に延びており、Y 方向に交互に配列している。走査信号線 S L 1 及び S L 2 は、例えば M o W などを用いて形成されている。

【 0 0 1 7 】

ゲート絶縁膜 G I 上には、キャパシタ C の上部電極がさらに配置されている。上部電極は、画素 P X 1 乃至 P X 3 に対応して配列しており、下部電極と向き合っている。上部電極は、例えば M o W などを用いて形成され、走査信号線 S L 1 及び S L 2 と同一の工程で形成することができる。

【 0 0 1 8 】

走査信号線 S L 1 及び S L 2 は、半導体層 S C と交差している。走査信号線 S L 1 と半導体層 S C との交差部は、スイッチングトランジスタ S W a を構成している。走査信号線 S L 2 と半導体層 S C との交差部は、スイッチングトランジスタ S W b 及び S W c を構成している。また、下部電極と上部電極とそれらの間に介在したゲート絶縁膜 G I とは、キャパシタ C を構成している。上部電極は、半導体層 S C と交差した延長部を含んでいる。延長部と半導体層 S C との交差部は、駆動トランジスタ D R を構成している。

10

【 0 0 1 9 】

なお、この例では、駆動トランジスタ D R 及びスイッチングトランジスタ S W a 乃至 S W c は、トップゲート型の p チャネル薄膜トランジスタである。また、図 2 において参照符号 G で示す部分は、スイッチングトランジスタ S W a のゲートである。

【 0 0 2 0 】

ゲート絶縁膜 G I、走査信号線 S L 1 及び S L 2、並びに上部電極は、層間絶縁膜 I I によって被覆されている。層間絶縁膜 I I は、例えばプラズマ C V D (c h e m i c a l v a p o r d e p o s i t i o n) 法により堆積させた S i O_x などを用いて形成されている。

20

【 0 0 2 1 】

層間絶縁膜 I I 上には、映像信号線 D L と電源線 P S L とが形成されている。映像信号線 D L は、各々が Y 方向に延びており、X 方向に配列している。電源線 P S L は、例えば、各々が Y 方向に延びており、X 方向に配列している。また、層間絶縁膜 I I 上には、ソース電極 S E 及びドレイン電極 D E が形成されている。ソース電極 S E 及びドレイン電極 D E は、画素 P X 1 乃至 P X 3 の各々において素子同士を接続している。また、ソース電極 S E 及びドレイン電極 D E は、層間絶縁膜 I I に空けられたコンタクトホールにより、半導体層 S C に設けられた不純物拡散領域に接続されている。

30

【 0 0 2 2 】

映像信号線 D L と電源線 P S L とソース電極 S E とドレイン電極 D E とは、例えば、M o / A l / M o の三層構造を有している。これらは、同一工程で形成可能である。これらの映像信号線 D L と電源線 P S L とソース電極 S E とドレイン電極 D E とは、パッシベーション膜 P S によって被覆されている。パッシベーション膜 P S は、例えば S i N_x などを用いて形成されている。

【 0 0 2 3 】

パッシベーション膜 P S 上では、画素電極 (例えば第 1 電極に相当する) P E が、画素 P X 1 乃至 P X 3 に対応して配列している。各画素電極 P E は、パッシベーション膜 P S に設けたコンタクトホールを介してドレイン電極 D E に接続されている。このドレイン電極は、スイッチングトランジスタ S W a のドレインに接続されている。画素電極 P E は、この例では陽極である。画素電極 P E の材料としては、例えば、I T O (i n d i u m t i n o x i d e) などの光透過性を有する導電材料を使用することができる。

40

【 0 0 2 4 】

パッシベーション膜 P S 上には、さらに、隔壁絶縁層 P I が形成されている。隔壁絶縁層 P I には、画素電極 P E に対応した位置に貫通孔が設けられているか、或いは、画素電極 P E が形成する列に対応した位置にスリットが設けられている。ここでは、一例として、隔壁絶縁層 P I には、画素電極 P E に対応した位置に貫通孔が設けられていることとす

50

る。隔壁絶縁層 P I は、例えば、有機絶縁層である。隔壁絶縁層 P I は、例えば、フォトリソグラフィ技術を用いて形成することができる。

【 0 0 2 5 】

各画素電極 P E 上には、有機物層 O R G が形成されている。有機物層 O R G は、典型的には、図 2 に示すように、全ての画素 P X 1 乃至 P X 3 を含む表示領域に亘って広がった連続膜である。すなわち、有機物層 O R G は、画素電極 P E と隔壁絶縁層 P I とを被覆している。

【 0 0 2 6 】

隔壁絶縁層 P I 及び有機物層 O R G は、対向電極（例えば第 2 電極に相当する）C E によって被覆されている。この例では、対向電極 C E は、陰極であり、画素 P X 1 乃至 P X 3 で共用する共通電極である。対向電極 C E は、例えば、パッシベーション膜 P S と隔壁絶縁層 P I とに設けられたコンタクトホールを介して、映像信号線 D L と同一の層上に形成された電極配線（図示せず）に電氣的に接続されている。

10

【 0 0 2 7 】

画素電極 P E と有機物層 O R G と対向電極 C E とは、画素電極 P E に対応して配列した有機 E L 素子 O L E D を形成している。なお、図 4 において、参照符号 E A 1 乃至 E A 3 は、画素 P X 1 乃至 P X 3 が含む有機 E L 素子 O L E D の発光部をそれぞれ示している。発光部 E A 1 乃至 E A 3 の各々は、Y 方向に延びた直角四辺形である。図 4 の構造では、発光部 E A 1 乃至 E A 3 の面積は、互いに略等しい。

【 0 0 2 8 】

画素 P X 1 乃至 P X 3 の各々は、図 1 に示すように、駆動トランジスタ D R と、スイッチングトランジスタ S W a 乃至 S W c と、有機 E L 素子 O L E D と、キャパシタ C とを含んでいる。上記の通り、この例では、駆動トランジスタ D R 及びスイッチングトランジスタ S W a 乃至 S W c は p チャンネル薄膜トランジスタである。

20

【 0 0 2 9 】

駆動トランジスタ D R とスイッチングトランジスタ S W a と有機 E L 素子 O L E D とは、第 1 電源端子 N D 1 と第 2 電源端子 N D 2 との間で、この順に直列に接続されている。この例では、電源端子 N D 1 は高電位電源端子であり、電源端子 N D 2 は低電位電源端子である。

【 0 0 3 0 】

スイッチングトランジスタ S W a のゲートは、走査信号線 S L 1 に接続されている。スイッチングトランジスタ S W b は映像信号線 D L と駆動トランジスタ D R のドレインとの間に接続されており、そのゲートは走査信号線 S L 2 に接続されている。スイッチングトランジスタ S W c は駆動トランジスタ D R のドレインとゲートとの間に接続されており、そのゲートは走査信号線 S L 2 に接続されている。キャパシタ C は、駆動トランジスタ D R のゲートと定電位端子 N D 1 ' との間に接続されている。この例では、定電位端子 N D 1 ' は、電源端子 N D 1 に接続されている。

30

【 0 0 3 1 】

映像信号線ドライバ X D R 及び走査信号線ドライバ Y D R は、絶縁基板 S U B 上に配置されている。すなわち、映像信号線ドライバ X D R 及び走査信号線ドライバ Y D R は、C O G (c h i p o n g l a s s) 実装されている。なお、映像信号線ドライバ X D R 及び走査信号線ドライバ Y D R は、C O G 実装する代わりに、T C P (t a p e c a r r i e r p a c k a g e) 実装してもよい。或いは、映像信号線ドライバ X D R 及び走査信号線ドライバ Y D R は、絶縁基板 S U B 上に直接形成してもよい。

40

【 0 0 3 2 】

映像信号線ドライバ X D R には、映像信号線 D L が接続されている。この例では、映像信号線ドライバ X D R には、電源線 P S L がさらに接続されている。映像信号線ドライバ X D R は、映像信号線 D L に映像信号として電流信号を出力するとともに、電源線 P S L に電源電圧を供給する。

【 0 0 3 3 】

50

走査信号線ドライバYDRには、走査信号線SL1及びSL2が接続されている。走査信号線ドライバYDRは、走査信号線SL1及びSL2にそれぞれ第1及び第2走査信号として電圧信号を出力する。

【0034】

この有機EL表示装置で画像を表示する場合、例えば、走査信号線SL2を順次走査する。すなわち、画素PX1乃至PX3を行毎に選択する。或る行を選択している選択期間では、その行が含む画素PX1乃至PX3に対して書込動作を行なう。そして、その行を選択していない非選択期間では、その行が含む画素PX1乃至PX3で表示動作を行なう。

【0035】

或る行の画素PX1乃至PX3を選択する選択期間では、走査信号線ドライバYDRは、先の画素PX1乃至PX3が接続された走査信号線SL1にスイッチングトランジスタSWaを開く（非導通状態とする）走査信号を電圧信号として出力し、続いて、先の画素PX1乃至PX3が接続された走査信号線SL2にスイッチングトランジスタSWb及びSWcを閉じる（導通状態とする）走査信号を電圧信号として出力する。この状態で、映像信号線ドライバXDRは、映像信号線DLに映像信号を電流信号（書込電流） I_{sig} として出力し、駆動トランジスタDRのゲート-ソース間電圧 V_{gs} を、先の映像信号 I_{sig} に対応した大きさに設定する。その後、走査信号線ドライバYDRは、先の画素PX1乃至PX3が接続された走査信号線SL2にスイッチングトランジスタSWb及びSWcを開く走査信号を電圧信号として出力し、続いて、先の画素PX1乃至PX3が接続された走査信号線SL1にスイッチングトランジスタSWaを閉じる走査信号を電圧信号として出力する。これにより、選択期間を終了する。

【0036】

選択期間に続く非選択期間では、スイッチングトランジスタSWaは閉じたままとし、スイッチングトランジスタSWb及びSWcは開いたままとする。非選択期間では、有機EL素子OLEDには、駆動トランジスタDRのゲート-ソース間電圧 V_{gs} に対応した大きさの駆動電流 I_{drv} が流れる。有機EL素子OLEDは、駆動電流 I_{drv} の大きさに対応した輝度で発光する。ここで、 I_{drv} I_{sig} となり、各画素で、電流信号（書込電流） I_{sig} に対応した発光を得ることができる。

【0037】

尚、上記した例は、画素回路に映像信号として電流信号を書き込む構成を採用したものであるが、画素回路に映像信号として電圧信号を書き込む構成を採用することも可能であり、特に上記の例に限定したものではない。また、本態様では、pチャネル薄膜トランジスタを使用したか、nチャネル薄膜トランジスタを使用しても、本発明の本質を変えるものではない。

【0038】

また、有機EL素子OLEDの封止は、乾燥剤を付けたガラスなどによって形成した封止基板SUB2を表示領域の周辺に塗布したシール材で貼り合わせて実施する。なお、有機EL素子OLEDの封止については、上述した例に限らず、表示領域の周辺にループ状に配置したフリットガラス（低融点ガラス）を用いてガラスである封止基板SUB2を絶縁基板SUBに接合するものであっても良い。

【0039】

以下、本発明の実施例を説明する。

（実施例1）

本実施例では、3.0型WVGA有機ELディスプレイを作成した。画素サイズは $82.5\mu\text{m} \times 27.5\mu\text{m}$ であり、画素数は $800 \times 3 \times 480$ である。ここで、画素サイズは、画素PX1、画素PX2、画素PX3のそれぞれの大きさを示しており、本実施例では全て同じ大きさとした。また、本実施例では、画素電極PEのITOは厚さ50nmとした。

【0040】

10

20

30

40

50

本実施例では、図3に示すように、有機物層ORGは、ホール輸送層HTL、赤色発光層EML1、緑色発光層EML2、及び、青色発光層EML3を積層して形成した。ホール輸送層HTL、赤色発光層EML1、緑色発光層EML2、及び、青色発光層EML3は、それぞれ、全ての画素PX1乃至PX3を含む表示領域に亘って広がった連続膜として形成した。

【0041】

ここで、ホール輸送層HTLとしては、1,3,5-トリス(3-メチルジフェニルアミノ)-ベンゼン(略称;m-MTDAB 1,3,5-Tris(3-methyldiphenylamino)-benzene)からなる厚さ30nmの層を真空蒸着法により形成した。このホール輸送層HTLは、表示領域に亘って広がった連続膜とした。

10

【0042】

また、赤色発光層EML1は、第1ホスト材料HM1と、発光色が赤色の第1ドーパント材料EM1との混合物によって形成されている。第1ドーパント材料EM1は、赤色波長に発光中心を有するルミネセンス性有機化合物又は組成物からなる赤色発光材料である。本実施例では、赤色発光層EML1としては、第1ホスト材料HM1:9,9-ビス(9-フェニル-9H-カルバゾル)フルオレン(略称;FL-2CBP)、及び、第1ドーパント材料EM1:4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-6-(ジユロリジン-4-イル-ビニル)-4H-ピラン(略称;DCM2)からなる厚さ30nmの層を使用した。この赤色発光層EML1は、真空蒸着法により形成され、表示領域に亘って広がった連続膜とした。

20

【0043】

緑色発光層EML2は、第2ホスト材料HM2と、発光色が緑色の第2ドーパント材料EM2との混合物によって形成されている。第2ドーパント材料EM2は、緑色波長に発光中心を有するルミネセンス性有機化合物又は組成物からなる緑色発光材料である。本実施例では、緑色発光層EML2としては、第2ホスト材料HM2:FL-2CBP、及び、第2ドーパント材料EM2:トリス(8-ヒドロキシキノラート)アルミニウム(略称;Alq₃)からなる厚さ30nmの層を使用した。この緑色発光層EML2は、真空蒸着法により形成され、表示領域に亘って広がった連続膜とした。

30

【0044】

青色発光層EML3は、発光色が青色のルミネセンス性有機化合物又は組成物を含んだ薄膜である。この青色発光層EML3は、例えば、第3ホスト材料HM3と、発光色が青色の第3ドーパント材料EM3との混合物によって形成されている。本実施例では、青色発光層EML3としては、第3ホスト材料HM3:4,4'-ビス(2,2'-ジフェニル-エテン-1-イル)-ジフェニル(BPVBI)、及び、第3ドーパント材料EM3:ペリレンからなる厚さ30nmの層を使用した。この青色発光層EML3は、真空蒸着法により形成され、表示領域に亘って広がった連続膜とした。

40

【0045】

なお、第1ホスト材料HM1及び第2ホスト材料HM2としては、上述した例の他に、1,3,5-トリス(カルバゾル-9-イル)ベンゼン(略称;TCP)を用いても良い。

40

【0046】

ホール輸送層HTLを形成する材料に要求される特性としては、その吸光度スペクトル特性において、第1ドーパント材料EM1及び第2ドーパント材料EM2のそれぞれの吸光度スペクトル特性における吸光度ピークよりも短波長側に吸光度ボトムを有していることである。

【0047】

本実施例では、上述したように、画素PX1、画素PX2、及び、画素PX3が同一構成の有機物層ORGを有していながら、画素PX1、画素PX2、及び、画素PX3の発光色は、互いに異なるように構成されている。ここに示した例では、画素PX1が含む有機EL素子OLEDは赤色に発光し、画素PX2が含む有機EL素子OLEDは緑色に発

50

光し、画素 P X 3 が含む有機 E L 素子 O L E D は青色に発光する。

【 0 0 4 8 】

なお、波長が 4 0 0 n m 乃至 4 3 5 n m の範囲内にある光の色を紫、波長が 4 3 5 n m 乃至 4 8 0 n m の範囲内にある光の色を青、波長が 4 8 0 n m 乃至 4 9 0 n m の範囲内にある光の色を緑青、波長が 4 9 0 n m 乃至 5 0 0 n m の範囲内にある光の色を青緑、波長が 5 0 0 n m 乃至 5 6 0 n m の範囲内にある光の色を緑、波長が 5 6 0 n m 乃至 5 8 0 n m の範囲内にある光の色を黄緑、波長が 5 8 0 n m 乃至 5 9 5 n m の範囲内にある光の色を黄、波長が 5 9 5 n m 乃至 6 1 0 n m の範囲内にある光の色を橙、波長が 6 1 0 n m 乃至 7 5 0 n m の範囲内にある光の色を赤、波長が 7 5 0 n m 乃至 8 0 0 n m の範囲内にある光の色を赤紫と定義するのが一般的であり、ここでは、主波長が 4 0 0 n m 乃至 4 9 0 n m の範囲内にある光の色を青色、主波長が 4 9 0 n m より長く且つ 5 9 5 n m よりも短い光の色を緑色、主波長が 5 9 5 n m 乃至 8 0 0 n m の範囲内にある光の色を赤色と定義する。

10

【 0 0 4 9 】

本実施例で適用した第 1 ドーパント材料 E M 1 : D C M 2、第 2 ドーパント材料 E M 2 : A l q₃、及び、ホール輸送層 H T L である m - M T D A B のそれぞれについて規格化した吸光度スペクトル特性を図 5 に示す。

【 0 0 5 0 】

すなわち、第 1 ドーパント材料 E M 1 である D C M 2 は、図 5 において (a) で示した吸光度スペクトル特性を有し、波長 5 0 0 n m 付近に吸光度ピークを有している。また、第 2 ドーパント材料 E M 2 である A l q₃ は、図 5 において (b) で示した吸光度スペクトル特性を有し、波長 4 0 0 n m 付近に吸光度ピークを有している。

20

【 0 0 5 1 】

ホール輸送層 H T L である m - M T D A B は、図 5 において (c) で示した吸光度スペクトル特性を有し、波長 3 0 0 n m 付近に吸光度ピークを有している一方で、3 4 5 n m 以上の波長から実質的な吸光度ボトムを有している。ここで、吸光度ボトムとは、規格化した吸光度スペクトル特性において、概略 L 字状に連続的に分布したスペクトルのうちの底辺となり始める部分に相当し、また、概略 U 字状に連続的に分布したスペクトルのうちの最底となる部分に相当し、規格化した吸光度が 1 0 % 以下となっている。

30

【 0 0 5 2 】

この m - M T D A B については、波長 3 4 5 n m より長波長側においては、規格化吸光度が 1 0 % 以下であり、吸光度スペクトルは L 字状に連続して低減しており、規格化吸光度が 6 % 以下となる波長 3 5 0 n m 付近が、吸光度ボトムである。

【 0 0 5 3 】

つまり、m - M T D A B の吸光度ボトムは、第 1 ドーパント材料 E M 1 及び第 2 ドーパント材料 E M 2 の吸光度ピークよりも短波長側にある。

【 0 0 5 4 】

以下に製造方法を記載する。図 6 にそのプロセスフローを示し、図 7 に図 6 中の露光工程の概略を示す。

40

【 0 0 5 5 】

まず、先に説明した表示パネル D P から対向電極 C E と有機物層 O R G を除いた構造、すなわちアレイ基板を、アレイ工程で準備する。

【 0 0 5 6 】

次に、画素電極 P E 上に、有機物層 O R G が含む各層のうち、ホール輸送層 H T L を、真空蒸着法によって形成する。ここで、ホール輸送層 H T L は、表示領域に亘って広がった連続膜であり、画素毎に開口が形成されたファインマスクではなく、表示領域に対応した開口が形成されたラフマスクを使用したマスク蒸着で形成する。この工程を図 6 中に、H T L 蒸着と示す。

【 0 0 5 7 】

次に、ホール輸送層 H T L 上に、赤色発光層 E M L 1 を、真空蒸着法によって形成する

50

。ここで、赤色発光層 E M L 1 は、表示領域に亘って広がった連続膜であり、表示領域に対応した開口が形成されたラフマスクを使用したマスク蒸着で形成する。この工程を図 6 中に、E M L 1 蒸着と示す。

【0058】

次に、画素 P X 2 乃至 P X 3 の領域に、波長が概略 360 ~ 800 nm の光を、概略 $0.1 \text{ mW} \cdot \text{mm}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$ ($0.001 \sim 1 \text{ mW} \cdot \text{mm}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$) の強度で照射する。このとき、画素 P X 1 の領域には、フォトマスク (図 7 中の M A S K 1) を用いて、光が照射されないようにする。この工程を図 6 中に、P H O T O 1 露光と示す。

【0059】

次に、赤色発光層 E M L 1 上に、有機物層 O R G が含む各層のうち、緑色発光層 E M L 2 を、ラフマスクを用いた真空蒸着法によって、表示領域に亘って広がった連続膜として形成する。この工程を図 6 中に、E M L 2 蒸着と示す。

10

【0060】

次に、画素 P X 3 の領域に、波長が概略 360 ~ 800 nm の光を、概略 $0.1 \text{ mW} \cdot \text{mm}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$ ($0.001 \sim 1 \text{ mW} \cdot \text{mm}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$) の強度で照射する。このとき、画素 P X 1 乃至 P X 2 には、フォトマスク (図 7 中の M A S K 2) を用いて、光が照射されないようにする。この工程を図 6 中に、P H O T O 2 露光と示す。

【0061】

次に、緑色発光層 E M L 2 上に、有機物層 O R G が含む各層のうち、青色発光層 E M L 3 を、ラフマスクを用いた真空蒸着法によって、表示領域に亘って広がった連続膜として形成する。この工程を図 6 中に、E M L 3 蒸着と示す。

20

【0062】

その後、青色発光層 E M L 3 上に、対向電極 C E を形成する。この工程を図 6 中に C E 蒸着と示す。本実施例では、対向電極 C E としては、厚さ 150 nm のアルミニウム層を形成した。対向電極 C E は、表示領域に亘って広がった連続膜とした。本実施例では、各発光層 E M L での発光を絶縁基板 S U B 側に取り出すための反射層も兼ねている。

【0063】

さらに、有機 E L 素子 O L E D を封止し、表示パネル D P に映像信号線ドライバ X D R と走査信号線ドライバ Y D R とを実装する。以上のようにして、図 1 及び図 2 の有機 E L 表示装置を得る。

30

【0064】

ここで、表示領域の開口に要求されるパターンニング精度は、表示領域外に十分な寸法が取れるので、画素毎に塗り分けるパターンニング精度よりも 1 桁以上低くても良い。したがって、ラフマスクに要求される開口精度は低く、金属製のマスクによるマスク蒸着でも十分に形成することができる。

【0065】

一方、画素毎に光を照射する露光工程のパターンニング精度は、フォトマスクを用いるので、照射する画素と照射しない画素とを高精度に分けることができる。すなわち、画素寸法の小さい場合でも、照射したい画素以外の領域に光を照射することがなく、処理することができる。

40

【0066】

ところで、1つの有機 E L 素子 O L E D が複数の発光層 E M L 1 乃至 E M L 3 を含んでいると、1つの色だけでなく、他の色も発光する可能性がある。

【0067】

通常、発光層 E M L 1 乃至 E M L 3 を積層しただけの構成では、画素 P X 1 乃至 P X 3 は、全て同じ色に発光し、フルカラー表示を得ることができない。

【0068】

そこで、本発明では、光を照射する画素と、光を照射しない画素とを、フォトマスクを用いた露光工程で分離し、各画素の発光色を制御する。

【0069】

50

図8は、本発明の画素の発光色を制御する原理の一つを示した図である。

【0070】

通常、ホール輸送層HTLと、発光層EML1及至EML3とが積層された構造では、基本的には、赤色発光層EML1が発光しやすい。なぜなら、エネルギーの高い青色および緑色は、エネルギーの最も低い赤色発光層EML1の第1ドーパント材料EM1に吸収され、赤色に変換されるので、このようなRGBの積層構造にした場合は、赤色が最も発光しやすい。したがって、光が照射されない画素PX1では、赤色が発光することになる。

【0071】

次に、赤色発光層EML1の蒸着後の「PHOTO1露光」工程において、ホール輸送層HTL及び赤色発光層EML1に、波長が概略360~800nmの光が照射された画素PX2では、ホール輸送層HTLの吸光度ボトムより長い波長の光が照射されるため、ホール輸送層HTLの吸光度が小さく、また、光を吸収してもホール輸送層HTLが、分解または重合または分子構造の変化が起きることはない。

10

【0072】

それ故、360~800nmの光は、エネルギーの最も低い赤色発光層EML1の第1ドーパント材料EM1に吸収されることになり、この第1ドーパント材料EM1のみが分解または重合または分子構造が変わることにより、赤色の光を発光しなくなる、所謂、消光する。つまり、画素PX2における発光層EML1乃至EML3のうち、赤色発光層EML1における第1ドーパント材料EM1が発光能を喪失している。この状態で、積層構造になると、赤色の次にエネルギーの低い緑色が発光しやすくなり、画素PX2は、緑色に発光するようになる。

20

【0073】

更に、緑色発光層EML2の蒸着後「PHOTO2露光」工程において、緑色発光層EML2にも、波長が概略360~800nmの光が照射された画素PX3では、ホール輸送層HTLの吸光度ボトムより長い波長の光が照射されるため、緑色発光層EML2の第2ドーパント材料EM2が光吸収により分解または重合または分子構造が変わることにより、緑色の光を発光しなくなる。なお、この画素PX3については、「PHOTO1露光」工程において、赤色発光層EML1にも、波長が概略360~800nmの光が照射されているため、第1ドーパント材料EM1が光吸収により、赤色の光を発光しなくなっている。

30

【0074】

つまり、画素PX3における発光層EML1乃至EML3のうち、赤色発光層EML1における第1ドーパント材料EM1及び緑色発光層EML2における第2ドーパント材料EM2が発光能を喪失している。この状態で、積層構造になると、青色よりエネルギーの低い発光をする層がなくなるので、青色が発光しやすくなり、画素PX3は、青色に発光するようになる。

【0075】

このとき、画素PX2では、赤色発光層EML1が、概略360~800nmの光が照射で、第1ドーパント材料EM1を消光すると同時に、赤色発光層EML1のホール注入性またはホール輸送性が増し、光照射の無い場合、すなわち、画素PX1では、赤色発光層EML1にあった発光位置が、電子と正孔のバランスが変化することにより、緑色発光層EML2に移るようにする。これにより、画素PX2の発光効率が向上し、緑色の発光強度を増加させることができる。

40

【0076】

また、同様に、画素PX3では、緑色発光層EML2が、概略360~800nmの光が照射で、第2ドーパント材料EM2を消光すると同時に緑色発光層EML2のホール注入性またはホール輸送性が増し、画素PX2では、緑色発光層EML2にあった発光位置が、更に、電子と正孔のバランスが変化することにより、青色発光層EML3に移るようにする。これにより、画素PX3の発光効率が向上し、青色の発光強度を増加させること

50

ができる。

【0077】

また、この例では、概略360～800nmの光が照射で、赤色発光層EML1および緑色発光層EML2のホール注入性またはホール輸送性が増加する場合を記載したが、赤色発光層EML1および緑色発光層EML2の電子注入性または電子輸送性が低下することでも同様の効果を得ることができる。

【0078】

上述したように、赤色発光層EML1に含まれる第1ドーパント材料EM1、及び、緑色発光層EML2に含まれる第2ドーパント材料EM2を、露光により消光させる際、露光時間が短いほど、有機EL表示装置の生産性を向上することができる。

10

【0079】

露光時間を短くする手段としては、露光強度を高くする方法がある。一般的な露光装置の光源である高圧水銀ランプの照射光波長は、200～600nmの領域であり、その発光スペクトル特性において、発光強度が最大のピーク波長は365nmである。

【0080】

この高圧水銀ランプの全ての波長を露光すると、照射強度が高くなるが、赤色発光層EML1、及び、緑色発光層EML2だけでなく、ホール輸送層HTLも吸光する波長が含まれる。その故、ホール輸送層HTLの分解または重合または分子構造の変化が起こる可能性がある。そのため、ホール輸送層HTLのホール輸送性能が低減する可能性があり、有機EL表示装置の性能が低減する問題が発生する。

20

【0081】

そこで、ホール輸送層HTLがほとんど吸光することなく、赤色ドーパント材料または緑色ドーパント材料のみが吸光する波長を照射することが考えられる。しかしながら、このような場合には、波長を選択するための光学フィルターが適用されるため、露光の際には、照射波長を限定することによる照射強度の低減に加え、光学フィルター自身の吸収などにより光学フィルターを透過する際の照射強度の低減もあり、露光強度が低減し、露光時間が長くなるため、生産性が低減するおそれがある。

【0082】

露光工程に用いる光の波長として、ホール輸送層HTLの吸光度スペクトル特性における吸光度ボトムよりも長波長の光を照射することにより、ホール輸送層HTLを形成する材料の分解または重合または分子構造の変化が起きない。

30

【0083】

一方で、発光能を消失させたい第1ドーパント材料EM1及び第2ドーパント材料EM2は、その吸光度スペクトル特性においてホール輸送層HTLの吸光度ボトムよりも長波長側に吸光度ピークを有している。このため、露光工程においては、ホール輸送層HTLの吸光度ボトム付近の波長を含み、その波長から長波長の光を照射する。

【0084】

つまり、露光工程の露光波長は、紫外領域(200～400nm)においてホール輸送層HTLの規格化吸光度が10%以下となる波長よりも長波長領域(光源のピーク波長を含む)と、可視光領域が全て使用できるため、露光強度を高く維持することができ、露光時間の短縮による生産性の向上を図ることが可能となる。

40

【0085】

このように、本発明を適用することにより、画素毎にRGBを塗り分けるための金属製のファインマスクを使うことなく、RGB各画素に対応した色を発光させ、フルカラー表示を得ることができる。

【0086】

また、ファインマスクを使った蒸着の場合、マスク上に無駄な膜が形成されやすく、それにより、画素の開口の孔が塞いでしまう。それにより、画素に成膜される発光層EMLの成膜レートが低下し、より多くの材料を消費することになる。それに伴い、マスクを洗浄する回数が増える。これに対し、本発明では、開口が広く、マスク上に無駄な膜が形成

50

され難いラフマスクのみを使うので、ファインマスクを使用した場合と比較して、より生産性が高く、環境負荷が少ない。

【0087】

したがって、本発明では、高精細、大形のフルカラー有機EL表示装置を、環境に優しく、高い生産性を持って提供することが可能になる。

【0088】

以上のようにして、図1および図2に示す本発明の有機EL表示装置を得た。

【0089】

その結果、画素PX1では、赤色が発光し、画素PX2では、緑色が発光し、画素PX3では、青色が発光し、いずれも混色することはなかった。それぞれ、発光効率は、赤色が $8\text{cd}/\text{A}$ 、 $(0.65, 0.35)$ 、緑色が $10\text{cd}/\text{A}$ 、 $(0.30, 0.60)$ 、青色が $3\text{cd}/\text{A}$ 、 $(0.14, 0.12)$ であった。

10

【0090】

なお、上述の値は、画面を正面から観察したときに $100\text{cd}/\text{m}^2$ の輝度で $(x, y) = (0.31, 0.315)$ の基準白色(C)が表示されるようにし、画素PX1乃至PX3を順次点灯し、発光色毎に輝度と色度 (x, y) とを測定した値である。

【0091】

また、本実施例では、画素PX1、画素PX2、画素PX3を全て同じ大きさとしたが、例えば、各画素の発光色の輝度劣化寿命を揃えるために、画素の大きさは、異ならせても良い。これにより、白色が着色しにくくすることができる。

20

【0092】

以下、本発明の別の実施例を示す。

【0093】

(実施例2：第1ドーパント材料と第2ドーパント材料の吸光度ピークよりも短波長側に吸光度ボトムを有する第1ホスト材料と第2ホスト材料を使用する場合)

この例の構造は、図3の構造と同様であり、プロセスフローも図6と同様である。

【0094】

実施例1において、「PHOTO1露光」及び「PHOTO2露光」工程にて、波長が概略 $360\sim 800\text{nm}$ の光を照射する際、ドーパント材料だけでなく、ホスト材料も吸光する波長が含まれる場合、ホスト材料が吸光したエネルギーの大部分は、エネルギーの低い赤色ドーパント材料、または緑色ドーパント材料に吸収されるが、ドーパント材料へ移行されなかったエネルギーによって、ホスト材料自身の分解または重合または分子構造の変化が起こる可能性がある。

30

【0095】

ホスト材料は、EL発光時の電子やホールを輸送する機能や、ホスト材料自身が電子とホールのキャリア結合サイトとなり、フィルスター遷移によって励起エネルギーを、ドーパント材料に遷移する役割などがある。しかし、ホスト材料が、分解または重合または分子構造が変わることにより、このキャリア輸送性やキャリア結合サイトとしての性能が、低減する可能性があり、有機EL表示装置の性能が低減する問題が発生する。

【0096】

そこで、実施例1のホール輸送層HTLと同様に、第1ホスト材料HM1と第2ホスト材料HM2の吸光度スペクトル特性における吸光度ボトムが、発光能を消失させたい第1ドーパント材料EM1及び第2ドーパント材料EM2の吸光度ピークよりも、短波長側にあれば、これらのホスト材料の分解または重合または分子構造の変化が起きない。それ故、有機EL表示装置の性能が低減する問題は発生しない。

40

【0097】

例えば、実施例1にて適用した第1ホスト材料HM1及び第2ホスト材料HM2であるFL-2CBPの規格化した吸光度スペクトル特性については、波長 300nm 付近に吸光度ピークを有している一方で、波長 350nm から 400nm の間に実質的な吸光度ボトムを有している。波長 350nm より短波長側においては、規格化吸光度が10%以上

50

であるのに対して、波長360nm付近で吸光度ボトムとなり、それ以上の長波長においては概ね規格化吸光度が10%以下である。

【0098】

つまり、FL-2CBPの吸光度ボトムは、第1ドーパント材料EM1及び第2ドーパント材料EM2の吸光度ピークよりも短波長側にある。それ故、「PHOTO1露光」と「PHOTO2露光」工程にて、波長が概略360~800nmの光を照射しても、実施例1のホール輸送層HTLと同様に、吸光度ボトムより長い波長の光が照射されるため、第1ホスト材料HM1及び第2ホスト材料HM2の分解または重合または分子構造の変化が起きることはない。

【0099】

なお、第1ホスト材料HM1及び第2ホスト材料HM2としては、上述した例の他に、1,3,5-トリス(カルバゾル-9-イル)ベンゼン(略称;TCP)を用いても良い。このTCPの規格化した吸光度スペクトル特性については、波長300nm付近に規格化吸光度のピークを有している一方で、波長350nmから400nmの間に実質的な吸光度ボトムを有している。このTCPについては、波長350nmより短波長側においては、規格化吸光度が10%以上であるのに対して、波長355nm付近で吸光度ボトムとなり、それ以上の長波長においては概ね規格化吸光度が10%以下である。

【0100】

それ故、「PHOTO1露光」と「PHOTO2露光」工程にて、波長が概略360~800nmの光を照射しても、第1ホスト材料HM1及び第2ホスト材料HM2の吸光度ボトムより長い波長の光が照射されるため、分解または重合または分子構造の変化が起きることはない。

【0101】

(実施例3:露光工程の順番を変える場合)

この例の構造は、図3の構造と同様である。図9にそのプロセスフローを示す。

【0102】

この例では、PHOTO1露光及びPHOTO2露光をEML3蒸着後に連続して行なう。また、PHOTO1露光及びPHOTO2露光では、照射する光の主波長を変える。

【0103】

すなわち、PHOTO1露光では、画素PX2及びPX3に対して、赤色発光層EML1の第1ドーパント材料EM1のみが吸収する波長を主波長とした光を照射する。これにより、第1ドーパント材料EM1が分解または重合または分子構造が変わることにより、光を照射された領域の赤色発光層EML1が赤色に発光する発光能を喪失する。そして、本発明のように発光層EML1乃至EML3が積層構造になっている場合には、赤色の次にエネルギーの低い緑色が発光しやすくなり、画素PX2は、緑色に発光するようになる。

【0104】

PHOTO2露光では、画素PX3に対して、緑色発光層EML2の第2ドーパント材料EM2のみが吸収する波長を主波長とした光を照射する。これにより、第2ドーパント材料EM2が分解または重合または分子構造が変わることにより、光を照射された領域のEML2が緑色に発光する発光能を喪失する。そして、本発明のように発光層EML1乃至EML3が積層構造になっている場合には、一番エネルギーの高い青色が発光しやすくなり、画素PX3は、青色に発光するようになる。

【0105】

このように、露光工程を発光層EML1乃至EML3の蒸着後に連続して行なうことにより、真空蒸着装置に基板を出し入れすることを少なくでき、真空状態を達成するまでの待機時間も少なくなり、生産性が向上する。

【0106】

(実施例4:ホール輸送層HTL、発光層EML以外に、HIL、ETL、EILを付加した場合)

10

20

30

40

50

図10に、この例の構造を示す。図10は、図2の表示装置が含む有機EL素子OLEDに採用可能な構造の他の一例を概略的に示す断面図である。また、図11にそのプロセスフローを示す。

【0107】

この例では、有機物層ORGは、ホール輸送層HTLと、発光層EML1乃至EML3との積層体に加えて、ホール注入層HIL、電子輸送層ETL、及び、電子注入層EILを有している。

【0108】

ホール注入層HILとしては、厚さ10nmのアモルファスカーボン層を形成した。このホール注入層HILは、表示領域に亘って広がった連続膜とした。

10

【0109】

電子輸送層ETLとしては、厚さ30nmのAlq₃層を使用した。この電子輸送層ETLは、真空蒸着法により形成し、表示領域に亘って広がった連続膜とした。

【0110】

電子注入層EILとしては、厚さ1nmの弗化リチウム層を使用した。この電子注入層EILは、表示領域に亘って広がった連続膜とした。

【0111】

これにより、発光層内でのホール、電子のバランスが改善され、発光効率が良くなる。また、ホール注入、電子注入および電子輸送が良好になり、駆動電圧が低減する。

【0112】

20

(実施例5：上面発光の場合)

図12にこの例の構造を示す。図12は、図2の表示装置が含む有機EL素子OLEDに採用可能な構造の他の一例を概略的に示す断面図である。

【0113】

この例では、各有機EL素子OLEDは、画素電極PEの有機物層ORGにおける積層体(EML1乃至EML3)と対向する側とは反対側、つまり、画素電極PEと絶縁基板SUBとの間に反射層REFを備えている。これにより、対向電極CE側に発光が取り出される。対向電極CEは、半透明電極とし、マグネシウムと銀の混合蒸着で作成した。対向電極CEの厚さは、20nmとし、表示領域に亘って広がった連続膜とした。また、マグネシウムと銀との比率は、高光透過性を有するためには、銀を60～98%含有する構成とした。

30

【0114】

これにより、絶縁基板SUB側に発光を取り出す構造と異なり、薄膜トランジスタやその配線による開口率の制限を受けることなく、光を取り出すことができる。

【0115】

したがって、画素の小さい高精細のパネルでも有機EL素子OLEDの発光面積が十分に取れるようになり、有機EL素子OLEDの通電劣化(寿命)が改善する。

【0116】

(実施例6：上面発光で露光工程を、対向電極形成後に実施する場合)

図13に本実施例のプロセスフローを示す。この例では、対向電極CEを形成するための蒸着工程後に、露光工程PHOTO1およびPHOTO2を実施する。本実施例のプロセスは、対向電極CEに透過性が必要なため、図12の有機EL素子OLEDの構造のような、EL発光を対向電極CE側に取り出す構造が必要になる。

40

【0117】

本実施例では、対向電極CEまでの真空工程の途中で露光工程を追加しないため、工程間での真空引きなどの口スを減らすことができ、露光工程のトータルタクトタイムを減らすことができる。また、それに伴いより有機EL素子OLEDを形成するため製造装置の負荷を減らすことができる。

【0118】

(実施例7：上面発光構造にHIL、ETL、EILおよび光学マッチング層MCを

50

付加した場合)

図14にこの例の構造を示す。図14は、図2の表示装置が含む有機EL素子OLEDに採用可能な構造の他の一例を概略的に示す断面図である。また、図15には、そのプロセスフローを示す。図14の構造は、図12の構造に、ホール注入層HIL、電子輸送層ETL、電子注入層EILを付加し、さらに、対向電極CEの上(つまり、有機物層ORGにおける積層体と対向する側とは反対側)に光学マッチング層MCを形成した。

【0119】

光学マッチング層MCは、光透過性の層であって、絶縁基板SUBと封止基板SUB2との間隙にある窒素などの気体層との光学的なマッチングを図る。光学マッチング層MCの屈折率は、有機物層ORGの屈折率とほぼ等しい。例えば、光学マッチング層MCとしては、SiON層などの透明無機絶縁層、ITO層などの透明無機導電層、有機物層ORGが含んでいる層などの透明有機物層を使用することができる。光学マッチング層MCを使用すると、光取り出し効率を高めることができる。

10

【0120】

本実施例では、画素電極PEの膜厚を100nm、ホール輸送層HTLを75nmとした。光学マッチング層MCは70nmとした。

【0121】

これにより、実施例5と比較して、発光効率を4倍向上することができ、実施例5と同じ白輝度設定とした場合、消費電力を1/4にすることができた。

【0122】

(実施例8：上面発光構造にHIL、ETL、EILおよび光学マッチング層MCおよびRGB干渉条件調整層MC2を付加した場合)

図16にこの例の構造を示す。図16は、図2の表示装置が含む有機EL素子OLEDに採用可能な構造の他の一例を概略的に示す断面図である。図16の構造は、図14の構造に、RGB各画素PX1、PX2およびPX3の干渉条件を調整する干渉条件調整層MC2を対向電極CEと反射層REFとの間(ここでは、画素電極PEと反射層REFとの間)に形成した。

20

【0123】

干渉条件調整層MC2は、光透過性の層であって、この例のような上面発光構造の場合の反射層REFと対向電極CEとの間の光路長を発光色の波長に合わせて最適化設計する必要がある。特に、赤色Rと緑色Gと青色Bでは、同じ干渉次数では、その発光波長の違いから、最適な光路長(共振条件)が異なるが、それら3色の各発光波長の1/4の最小公倍数に相当する光路長になるような干渉条件調整層MC2を反射層REFと対向電極CEの間に形成することにより、画素PX1乃至PX3の発光色、赤、緑、青の発光が効率よく取り出され、発光効率が向上し、より低消費電力化が図れる。

30

【0124】

干渉条件調整層MC2の屈折率は、有機物層ORGの屈折率とほぼ等しい。干渉条件調整層MC2は、例えば、SiN層などの透明無機絶縁層、ITO層などの透明無機導電層、有機物層ORGが含んでいる層などの透明有機物層を使用することができる。

【0125】

本実施例では、ホール輸送層HTLの膜厚を40nmとし、干渉条件調整層MC2は、窒化シリコン(SiN)を用いて形成し、膜厚を410nmとした。

40

【0126】

これにより、実施例5と比較して、発光効率を6倍、実施例7と比較して、発行効率を1.5倍にすることができ、消費電力を低減することができた。また、本実施例では、赤、緑、青の各色の色純度が向上し、色再現性範囲を100%以上(対NTSC比)にすることができた。

【0127】

(実施例9：上面発光構造の干渉条件調整層MC2を青画素PX3だけ抜き)

図17にこの例の構造を示す。図17は、図2の表示装置が含む有機EL素子OLED

50

に採用可能な構造の他の一例を概略的に示す断面図である。図 17 の構造は、図 16 の構造で画素 P X 3 (青色) の干渉条件調整層 M C 2 を抜く構造とした。

【0128】

これにより、干渉条件(共振条件)を、各色の画素で合せやすくなり、効率をより向上でき、各色の色純度も向上することができる。

【0129】

本実施例では、例えば窒化シリコンによって形成された干渉条件調整層 M C 2 の膜厚を、赤色と緑色のみ合せ、390nm とした。これにより、発光効率が向上し、実施例 8 と比較して、発光効率を更に 1.5 倍にすることができ、消費電力を低減することができた。

10

【0130】

(実施例 10 : 上面発光構造に凹凸散乱層を作成する)

図 18 にこの例の構造を示す。図 18 は、図 2 の表示装置が含む有機 E L 素子 O L E D に採用可能な構造の他の一例を概略的に示す断面図である。図 18 の構造は、図 14 の構造に上面発光の共振状態をなくす散乱層を含む凹凸散乱層を、画素電極 P E と絶縁基板 S U B との間(つまり、画素電極 P E の有機物層 O R G における積層体と対向する側とは反対側)に形成した。この凹凸散乱層は、反射層 R E F と有機材料を用いて形成した。

【0131】

これにより、干渉条件(共振条件)が無くなり、各有機 E L 素子 O L E D の膜厚調整が必要なくなる。

20

【0132】

(実施例 11 : 上面発光構造の画素 P X 1 (赤) および画素 P X 2 (緑) に凹凸散乱層を作成する)

図 19 にこの例の構造を示す。図 19 は、図 2 の表示装置が含む有機 E L 素子 O L E D に採用可能な構造の他の一例を概略的に示す断面図である。図 19 の構造は、図 14 の構造の画素 P X 1 (赤色)、画素 P X 2 (緑色) に上面発光の共振状態をなくす凹凸散乱層構造を反射層 R E F と有機材料を用いて形成した。

【0133】

これにより、干渉条件(共振条件)は、画素 P X 3 (青色) に合せてのみ設計すればよく、特に効率が低く、電力を消費する青色の効率をより向上でき、青色の色純度も向上することができる。

30

【0134】

(実施例 12 : E T L 蒸着後に露光 P H O T O 3 を追加する)

図 20 にこの例のプロセスフローを示す。この例では、電子輸送層 E T L を形成する蒸着工程の後に、露光 P H O T O 3 を実施することで、所望の画素(画素 P X 2 または画素 P X 3 のいずれか一方、あるいは、画素 P X 2 及び画素 P X 3 の両方)の電子輸送層 E T L の電子移動度または電子注入度を変化させる。

【0135】

これにより、所望の画素のキャリアバランスを向上させ、発光効率を向上させることができる。

40

【0136】

(実施例 13 : E T L 蒸着後に露光 P H O T O 4 , 5 を追加する)

図 21 にこの例のプロセスフローを示す。この例では、電子輸送層 E T L を形成する蒸着工程の後に、露光 P H O T O 4 および露光 P H O T O 5 を実施することで、画素 P X 1、画素 P X 2、画素 P X 3 それぞれの有機物層 O R G の電気的特性を変化させ、キャリアバランスをそれぞれの画素(発光色)に最適になるように変化させる。

【0137】

なお、露光 P H O T O 4 および露光 P H O T O 5 では、照射する光の主波長を変えてもよい。

【0138】

50

これにより、画素 P X 1、P X 2、P X 3 のそれぞれのキャリアバランスが向上し、それぞれの発光効率を向上させることができる。

【0139】

(実施例 14：隔壁絶縁層 P I (リブ) を使用しない場合)

本実施例では、有機 E L 素子 O L E D を用いた表示装置に通常用いる画素間に形成する隔壁絶縁層 P I を形成しない構成とした。これは、本発明では、金属製のマスクを使用しないため、真空蒸着の際にそれを支持するための隔壁絶縁層が不要なためである。

【0140】

これにより、隔壁絶縁層 P I を形成する工程を削減でき、使用材料を削減でき、環境負荷を更に減らすことができる。

【0141】

(実施例 15：ハーフトーン露光を使用する場合)

図 2 2 にこの例のプロセスフローを示す。本実施例では、実施例 1 と比較して、第 2 有機 E L 素子 O L E D に、第 3 有機 E L 素子の露光強度より小さい強度の露光を、ハーフトーンマスクを利用して、1 回の露光 (ハーフトーン露光) 工程で実施した。

【0142】

これにより、露光工程が簡略化され、生産性が向上する。

【0143】

なお、上記の実施例では、有機 E L 表示装置は、発光色が異なる 3 種の有機 E L 素子を含んでいる。有機 E L 表示装置は、有機 E L 素子として、発光色が異なる 2 種の有機 E L 素子のみを含んでいてもよく、発光色が異なる 4 種以上の有機 E L 素子を含んでいてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0144】

【図 1】本発明の一態様に係る有機 E L 表示装置を概略的に示す平面図。

【図 2】図 1 の表示装置に採用可能な構造の一例を概略的に示す断面図。

【図 3】図 2 の表示装置が含む有機 E L 素子に採用可能な構造の一例を概略的に示す断面図。

【図 4】図 2 の表示装置で採用可能な画素の配置の一例を概略的に示す平面図。

【図 5】図 2 の表示装置で採用したドーパント材料及びホール輸送層材料の吸光度スペクトル特性を示す図。

【図 6】図 3 の有機 E L 素子のプロセスフローの一例を概略的に示す図。

【図 7】露光工程の概略を示す図。

【図 8】本発明の画素の発光色を制御する原理の一つを示した図である。

【図 9】図 3 の有機 E L 素子のプロセスフローの他の例を概略的に示す図。

【図 10】図 2 の表示装置が含む有機 E L 素子に採用可能な構造の他の例を概略的に示す断面図。

【図 11】図 10 の有機 E L 素子のプロセスフローの他の例を概略的に示す図。

【図 12】図 2 の表示装置が含む有機 E L 素子に採用可能な構造の他の例を概略的に示す断面図。

【図 13】図 12 の有機 E L 素子のプロセスフローの一例を概略的に示す図。

【図 14】図 2 の表示装置が含む有機 E L 素子に採用可能な構造の他の例を概略的に示す断面図。

【図 15】図 14 の有機 E L 素子のプロセスフローの一例を概略的に示す図。

【図 16】図 2 の表示装置が含む有機 E L 素子に採用可能な構造の他の例を概略的に示す断面図。

【図 17】図 2 の表示装置が含む有機 E L 素子に採用可能な構造の他の例を概略的に示す断面図。

【図 18】図 2 の表示装置が含む有機 E L 素子に採用可能な構造の他の例を概略的に示す断面図。

10

20

30

40

50

【図19】図2の表示装置が含む有機EL素子に採用可能な構造の他の例を概略的に示す断面図。

【図20】本発明の有機EL素子のプロセスフローの他の例を概略的に示す図。

【図21】本発明の有機EL素子のプロセスフローの他の例を概略的に示す図。

【図22】本発明の有機EL素子のプロセスフローの他の例を概略的に示す図。

【符号の説明】

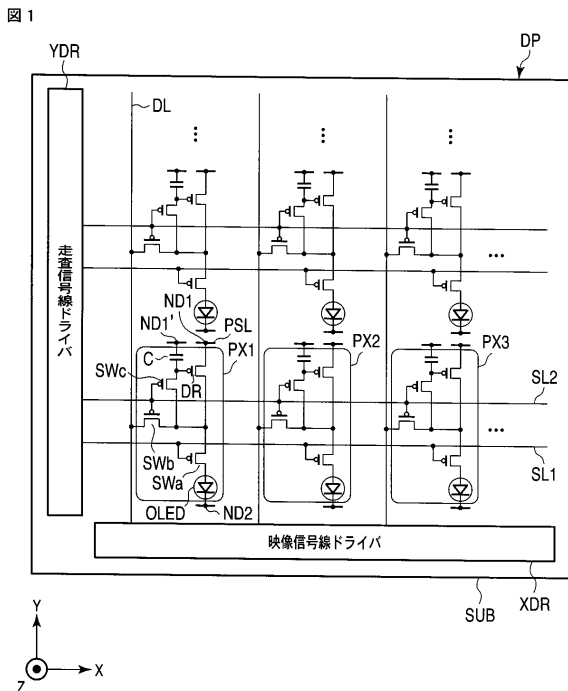
【0145】

C ... キャパシタ、CE ... 対向電極、DE ... ドレイン電極、DL ... 映像信号線、DP ... 表示パネル、DR ... 駆動トランジスタ、EA1 ... 発光部、EA2 ... 発光部、EA3 ... 発光部、EIL ... 電子注入層、EML ... 発光層、EML1 ... 赤色発光層、EML2 ... 緑色発光層、EML3 ... 青色発光層、EM1 ... 第1ドーパント材料（赤色発光材料）、EM2 ... 第2ドーパント材料（緑色発光材料）、EM3 ... 第3ドーパント材料（青色発光材料）、ETL ... 電子輸送層、G ... ゲート、GI ... ゲート絶縁膜、HIL ... ホール注入層、HM1 ... 第1ホスト材料、HM2 ... 第2ホスト材料、HM3 ... 第3ホスト材料、HTL ... ホール輸送層、II ... 層間絶縁膜、MC ... 光学マッチング層、ND1 ... 電源端子、ND1' ... 定電位端子、ND2 ... 電源端子、OLED ... 有機EL素子、ORG ... 有機物層、PE ... 画素電極、PI ... 隔壁絶縁層、PS ... パッシベーション膜、PSL ... 電源線、PX1 ... 画素（赤色画素）、PX2 ... 画素（緑色画素）、PX3 ... 画素（青色画素）、REF ... 反射層、SC ... 半導体層、SE ... ソース電極、SL1 ... 走査信号線、SL2 ... 走査信号線、SUB ... 絶縁基板、SUB2 ... 封止基板、SWa ... スwitchングトランジスタ、SWb ... スwitchングトランジスタ、SWc ... スwitchングトランジスタ、XDR ... 映像信号線ドライバ、YDR ... 走査信号線ドライバ、干渉条件調整層 ... MC2。

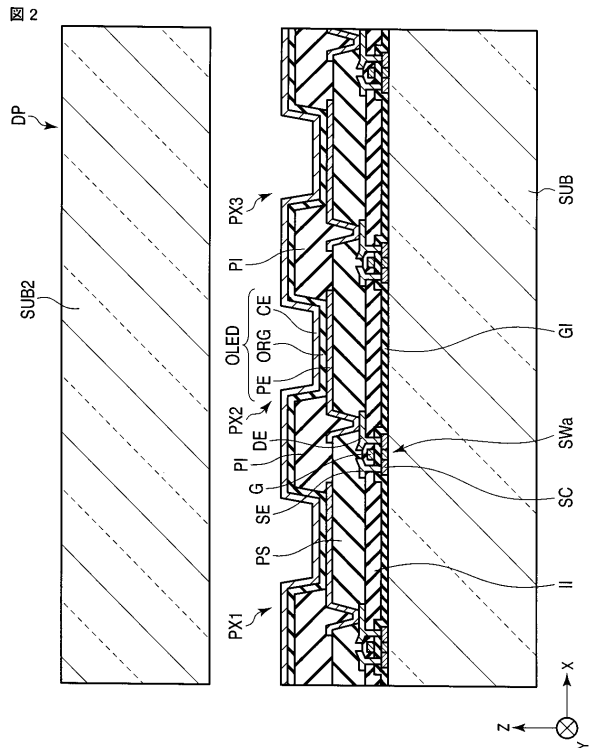
10

20

【図1】

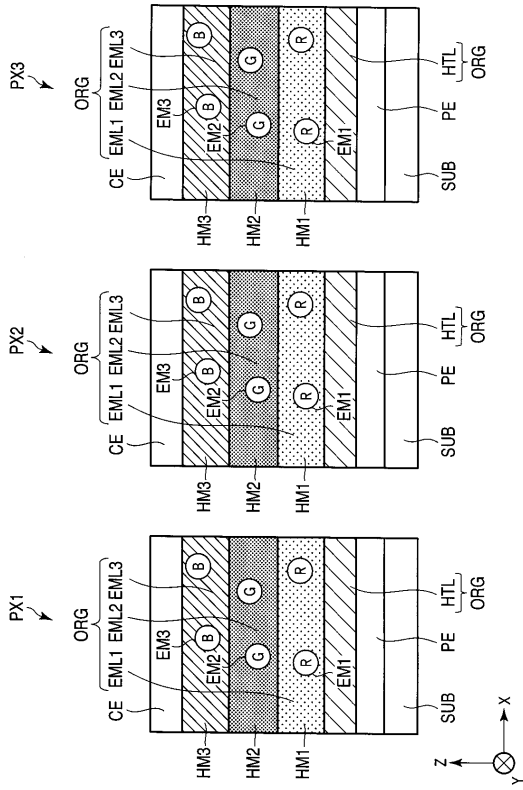


【図2】



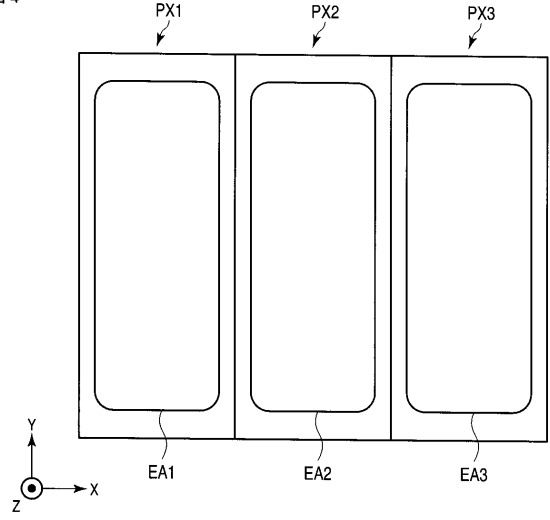
【 図 3 】

図 3



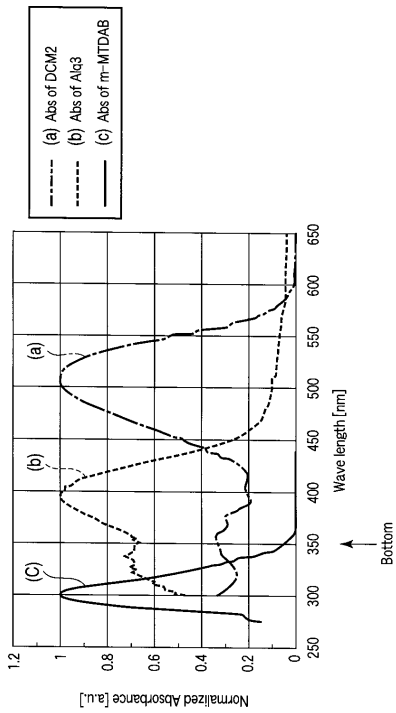
【 図 4 】

図 4



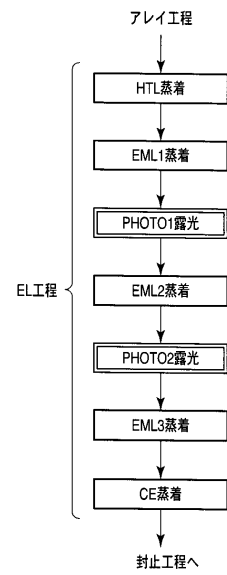
【 図 5 】

図 5



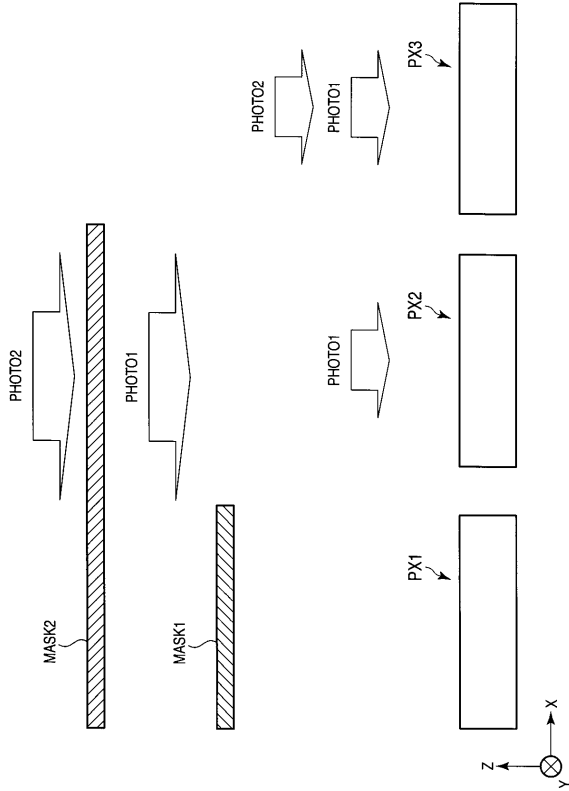
【 図 6 】

図 6



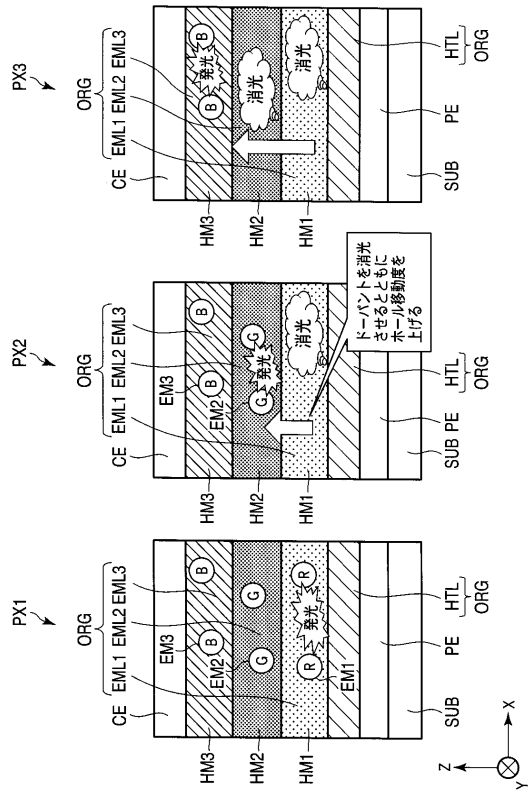
【 図 7 】

図 7



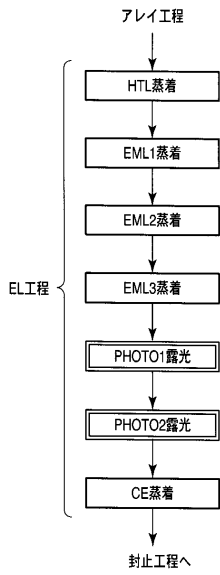
【 図 8 】

図 8



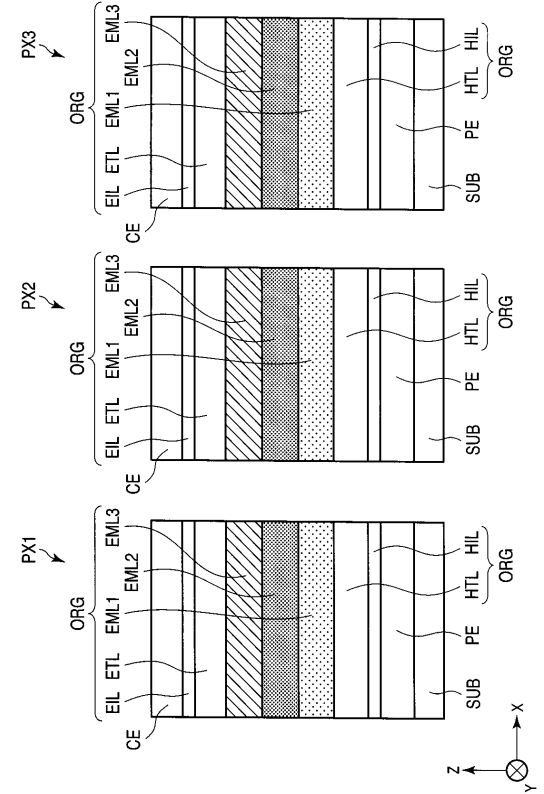
【 図 9 】

図 9



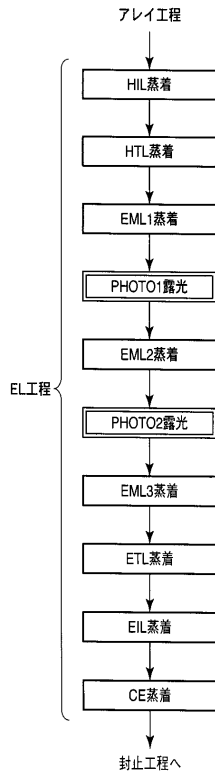
【 図 10 】

図 10



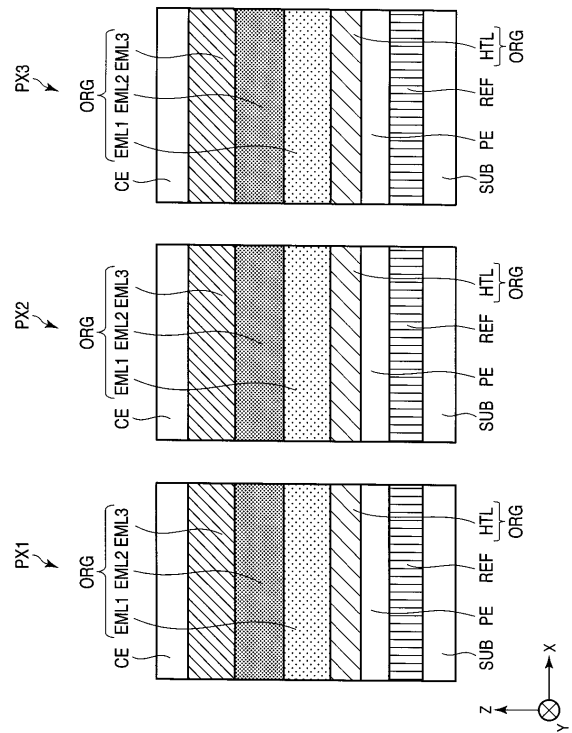
【 図 1 1 】

図 11



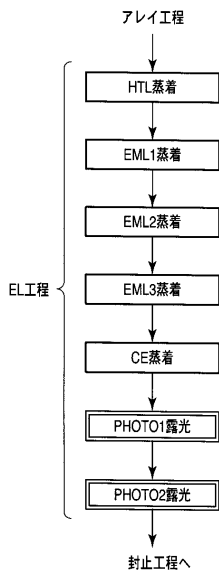
【 図 1 2 】

図 12



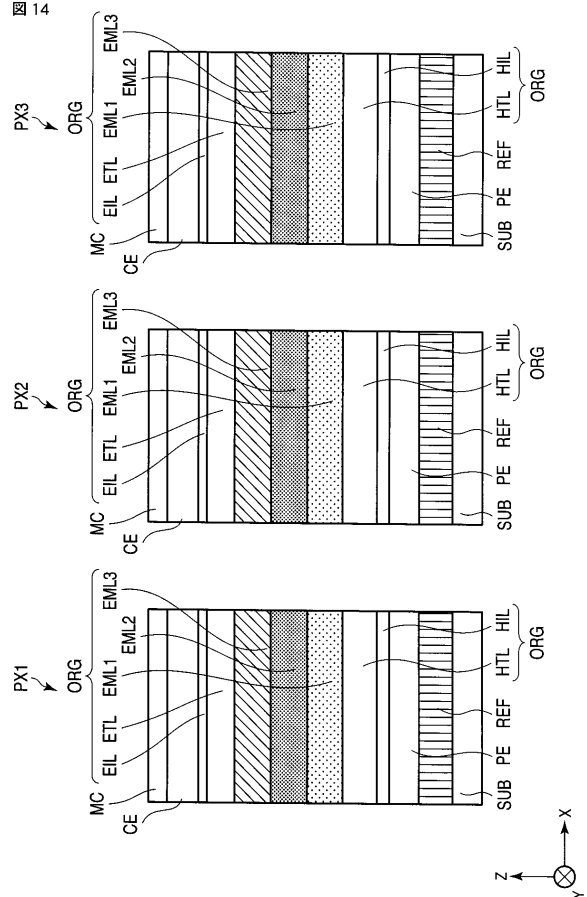
【 図 1 3 】

図 13



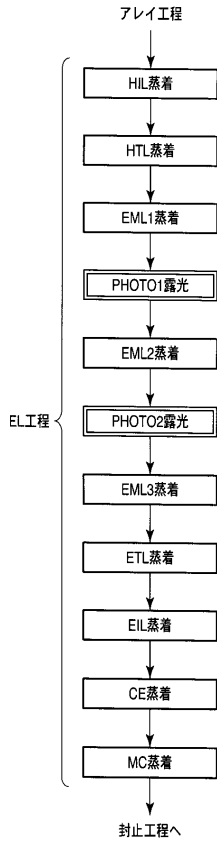
【 図 1 4 】

図 14



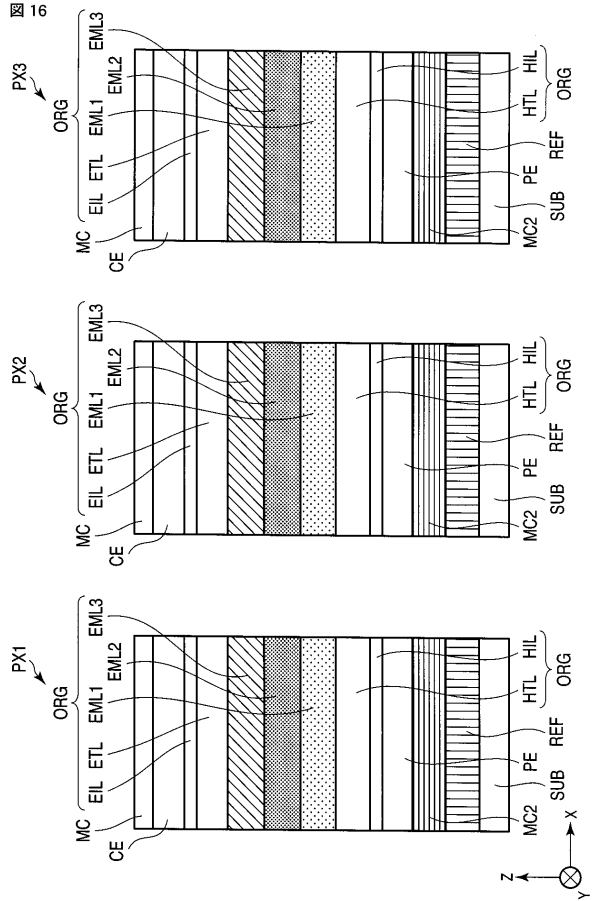
【 図 1 5 】

図 15



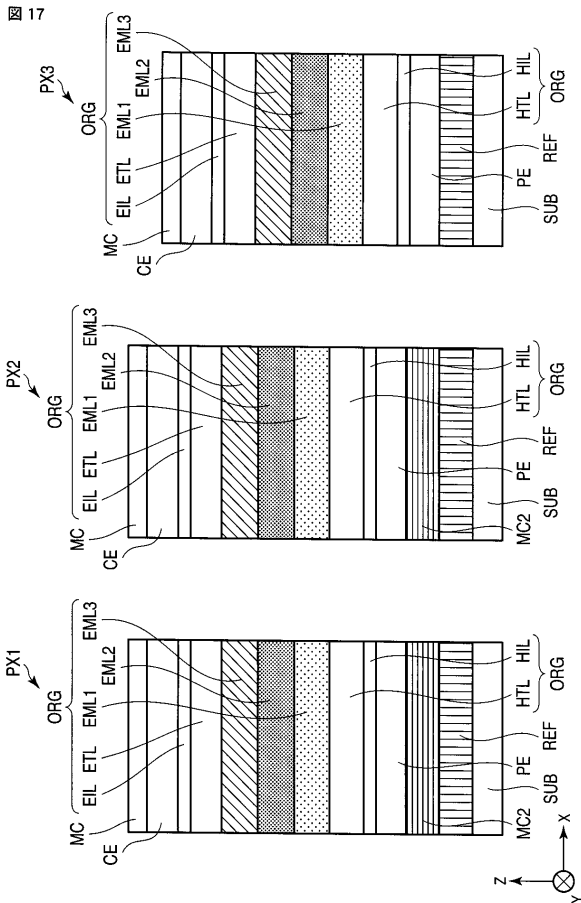
【 図 1 6 】

図 16



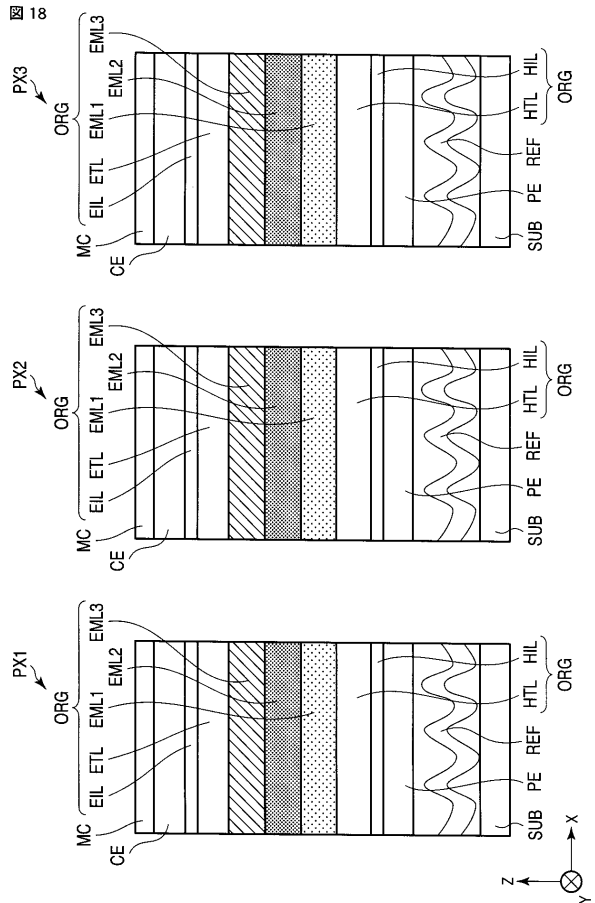
【 図 1 7 】

図 17



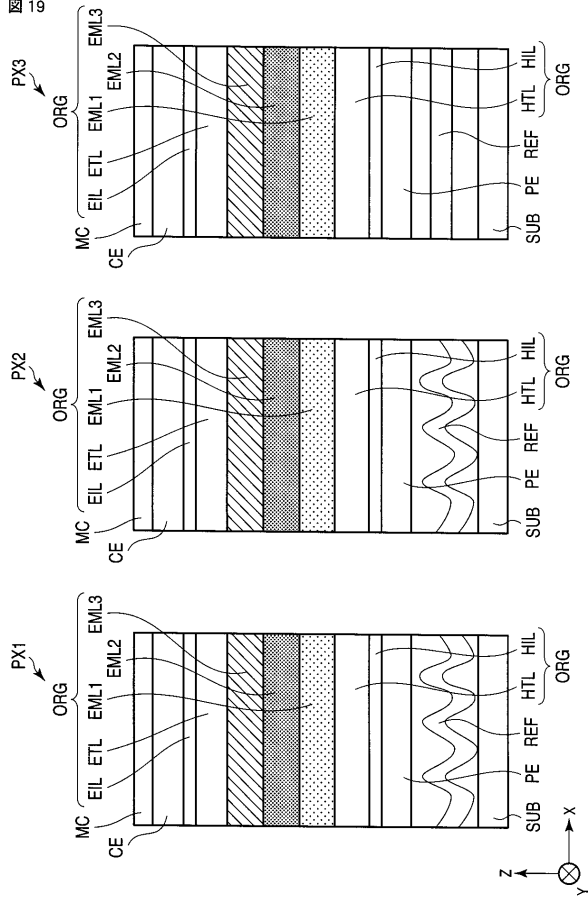
【 図 1 8 】

図 18



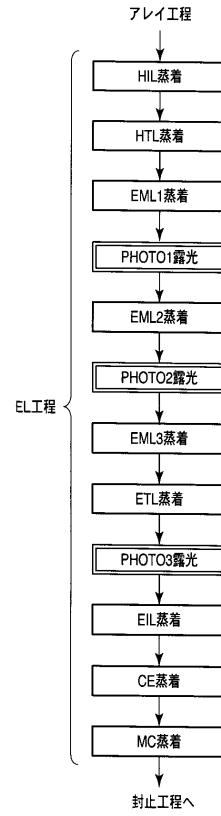
【図 19】

図 19



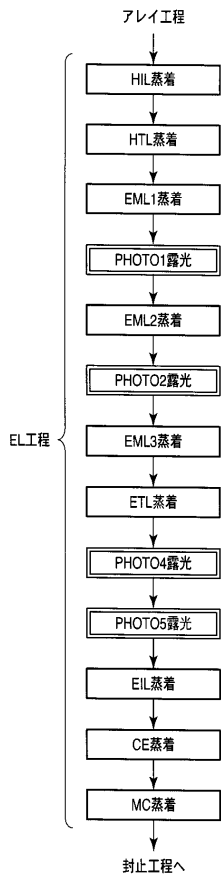
【図 20】

図 20



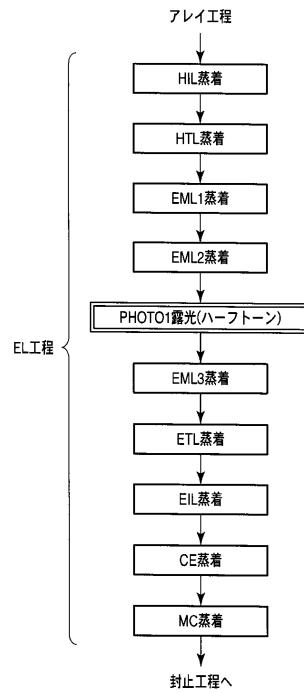
【図 21】

図 21



【図 22】

図 22



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)
G 0 9 F 9/30 (2006.01)	H 0 5 B	33/12	C	
H 0 1 L 27/32 (2006.01)	G 0 9 F	9/30	3 6 5 Z	
G 0 9 F 9/00 (2006.01)	G 0 9 F	9/00	3 3 8	

(74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久

(74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎

(74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹

(74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克

(74)代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也

(74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘

(74)代理人 100070437
弁理士 河井 将次

(74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志

(74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志

(74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子

(74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓

(74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三

(74)代理人 100141933
弁理士 山下 元

(72)発明者 横山 周平
東京都港区港南四丁目 1 番 8 号 東芝松下ディスプレイテクノロジー株式会社内

(72)発明者 太田 益幸
東京都港区港南四丁目 1 番 8 号 東芝松下ディスプレイテクノロジー株式会社内

F ターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC35 CC45 DD10 DD51 DD53 DD71 EE21 EE28
EE33 FF00 FF06 FF13 FF15 GG11
5C094 AA05 AA14 AA43 AA44 AA46 BA03 BA27 CA19 DA13 DA15
ED11 JA11
5G435 AA16 AA17 BB05 CC09 HH20 KK05 KK10

专利名称(译)	有机EL显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	JP2010080738A	公开(公告)日	2010-04-08
申请号	JP2008248482	申请日	2008-09-26
[标]申请(专利权)人(译)	东芝移动显示器有限公司		
申请(专利权)人(译)	东芝移动显示器有限公司		
[标]发明人	横山周平 太田益幸		
发明人	横山 周平 太田 益幸		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/24 H05B33/10 H05B33/02 H05B33/12 G09F9/30 H01L27/32 G09F9/00		
CPC分类号	H01L51/5036 H01L2251/552		
FI分类号	H05B33/22.D H05B33/14.A H05B33/24 H05B33/10 H05B33/02 H05B33/12.C G09F9/30.365.Z G09F9/00.338 G09F9/30.365 H01L27/32		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC35 3K107/CC45 3K107/DD10 3K107/DD51 3K107/DD53 3K107/DD71 3K107/EE21 3K107/EE28 3K107/EE33 3K107/FF00 3K107/FF06 3K107/FF13 3K107/FF15 3K107/GG11 5C094/AA05 5C094/AA14 5C094/AA43 5C094/AA44 5C094/AA46 5C094/BA03 5C094/BA27 5C094/CA19 5C094/DA13 5C094/DA15 5C094/ED11 5C094/JA11 5G435/AA16 5G435/AA17 5G435/BB05 5G435/CC09 5G435/HH20 5G435/KK05 5G435/KK10		
代理人(译)	河野 哲 中村诚 河野直树 冈田隆 山下元		
其他公开文献	JP4775863B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：在制造有机EL显示装置时，无需使用用于对发光层进行构图的金属精细掩模来显示多色图像。在本发明的有机EL显示装置中，第一至第三有机EL元件均具有在像素电极PE与对电极CE之间的空穴传输层HTL以及第一至第三不同的发射色。它具有有机材料层ORG，有机材料层ORG包括其中层压有发光层EML的层压体。第一发光层EML1包括具有在红色波长处的发射中心的第一掺杂剂材料EM1。第二发光层EML2包括具有在绿色波长处的发射中心的第二掺杂剂材料EM2。空穴传输层HTL由具有比第一掺杂剂材料和第二掺杂剂材料的吸收光谱特性的吸收峰短的波长侧的吸收底部的材料形成。 [选择图]图3

