

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4745362号
(P4745362)

(45) 発行日 平成23年8月10日(2011.8.10)

(24) 登録日 平成23年5月20日(2011.5.20)

(51) Int.Cl.	F 1
H05B 33/12 (2006.01)	H05B 33/12 C
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14 A
H05B 33/10 (2006.01)	H05B 33/12 B
G09F 9/30 (2006.01)	H05B 33/10
H01L 27/32 (2006.01)	G09F 9/30 365Z

請求項の数 6 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2008-93438 (P2008-93438)
 (22) 出願日 平成20年3月31日 (2008.3.31)
 (65) 公開番号 特開2009-245870 (P2009-245870A)
 (43) 公開日 平成21年10月22日 (2009.10.22)
 審査請求日 平成21年11月6日 (2009.11.6)

(73) 特許権者 302020207
 東芝モバイルディスプレイ株式会社
 埼玉県深谷市幡羅町一丁目9番地2
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100109830
 弁理士 福原 淑弘
 (74) 代理人 100075672
 弁理士 峰 隆司
 (74) 代理人 100095441
 弁理士 白根 俊郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】有機EL装置及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1絶縁膜と、

前記第1絶縁膜の上に配置された第1電極と、

前記第1絶縁膜の上に配置された第2電極と、

前記第1電極と前記第2電極との間に配置された第2絶縁膜と、

第1ドーパント材料と、前記第1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第1ホスト材料と、を有し、前記第1電極、前記第2電極、及び、前記第2絶縁膜の上方に配置された第1発光層と、

前記第1ドーパント材料とは異なる第2ドーパント材料と、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第2ホスト材料と、を有し、前記第1電極、前記第2電極、及び、前記第2絶縁膜の上方であって且つ前記第1発光層の上に配置された第2発光層と、

前記第1電極、前記第2電極、及び、前記第2絶縁膜の上方であって且つ前記第2発光層の上方に配置された第3電極と、を具備し、

前記第2電極の上方の前記第1発光層が有する前記第1ドーパント材料、及び、前記第2電極の上方の前記第2発光層が有する前記第2ドーパント材料の内、吸光度ピークの波長が長い方のドーパント材料は、消光していることを特徴とする有機EL装置。

【請求項2】

第1絶縁膜と、

10

20

前記第1絶縁膜の上に配置された第1電極と、
 前記第1絶縁膜の上に配置された第2電極と、
 前記第1絶縁膜の上に配置された第3電極と、
 前記第1電極と前記第2電極との間、及び、前記第2電極と前記第3電極との間にそれぞれ配置された第2絶縁膜と、

第1ドーパント材料と、前記第1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第1ホスト材料と、を有し、前記第1電極、前記第2電極、前記第3電極、及び、前記第2絶縁膜の上方に配置された第1発光層と、

前記第1ドーパント材料とは異なる第2ドーパント材料と、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第2ホスト材料と、を有し、前記第1電極、前記第2電極、前記第3電極、及び、前記第2絶縁膜の上方であって且つ前記第1発光層の上に配置された第2発光層と、 10

前記第1ドーパント材料及び前記第2ドーパント材料とは異なる第3ドーパント材料と、第3ホスト材料と、を有し、前記第1電極、前記第2電極、前記第3電極、及び、前記第2絶縁膜の上方であって且つ前記第2発光層の上に配置された第3発光層と、

前記第1電極、前記第2電極、前記第3電極、及び、前記第2絶縁膜の上方であって且つ前記第3発光層の上方に配置された第4電極と、を具備し、

前記第2電極の上方の前記第1発光層が有する前記第1ドーパント材料、前記第3電極の上方の前記第1発光層が有する前記第1ドーパント材料、及び、前記第3電極の上方の前記第2発光層が有する前記第2ドーパント材料は、消光していることを特徴とする有機EL装置。 20

【請求項3】

前記第1ホスト材料及び前記第2ホスト材料は、それぞれ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または2に記載の有機EL装置。

【請求項4】

第1絶縁膜を形成し、

前記第1絶縁膜の上に第1電極、第2電極、及び、第3電極を形成し、 30

前記第1電極と前記第2電極との間、及び、前記第2電極と前記第3電極との間にそれぞれ第2絶縁膜を形成し、

第1ドーパント材料と、前記第1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第1ホスト材料と、を用いて、前記第1電極、前記第2電極、前記第3電極、及び、前記第2絶縁膜の上方に第1発光層を形成し、

前記第1ドーパント材料とは異なる第2ドーパント材料と、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第2ホスト材料と、を用いて、前記第1電極、前記第2電極、前記第3電極、及び、前記第2絶縁膜の上方であって且つ前記第1発光層の上に第2発光層を形成し、 40

前記第1ドーパント材料及び前記第2ドーパント材料とは異なる第3ドーパント材料と、第3ホスト材料と、を用いて、前記第1電極、前記第2電極、前記第3電極、及び、前記第2絶縁膜の上方であって且つ前記第2発光層の上に第3発光層を形成し、

前記第1電極、前記第2電極、前記第3電極、及び、前記第2絶縁膜の上方であって且つ前記第3発光層の上方に第4電極を形成し、

前記第2電極の上方の前記第1ドーパント材料、前記第3電極の上方の前記第1ドーパント材料、及び、前記第3電極の上方の前記第2ドーパント材料を露光して消光する、
ことを特徴とする有機EL装置の製造方法。

【請求項5】

50

前記露光は、前記第1発光層を形成後に前記第2電極の上方及び前記第3電極の上方の前記第1発光層を露光する第1露光工程と、前記第2発光層を形成後に前記第3電極の上方の前記第2発光層を露光する第2露光工程と、からなることを特徴とする請求項4に記載の有機EL装置の製造方法。

【請求項6】

前記少なくとも1回の露光工程は、前記第3発光層を形成後に前記第2電極の上方及び前記第3電極の上方の前記第1発光層を露光する第1露光工程と、前記第1露光工程後に前記第3電極の上方の前記第2発光層を露光する第2露光工程と、からなることを特徴とする請求項5に記載の有機EL装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

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。

20

【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り、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。

30

【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、画素が細かくなつた場合には、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。

40

【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】

本発明の態様によれば、

50

第1絶縁膜と、前記第1絶縁膜の上に配置された第1電極と、前記第1絶縁膜の上に配置された第2電極と、前記第1電極と前記第2電極との間に配置された第2絶縁膜と、第1ドーパント材料と、前記第1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第1ホスト材料と、を有し、前記第1電極、前記第2電極、及び、前記第2絶縁膜の上方に配置された第1発光層と、前記第1ドーパント材料とは異なる第2ドーパント材料と、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第2ホスト材料と、を有し、前記第1電極、前記第2電極、及び、前記第2絶縁膜の上方であって且つ前記第1発光層の上に配置された第2発光層と、前記第1電極、前記第2電極、及び、前記第2絶縁膜の上方であって且つ前記第2発光層の上方に配置された第3電極と、を具備し、前記第2電極の上方の前記第1発光層が有する前記第1ドーパント材料、及び、前記第2電極の上方の前記第2発光層が有する前記第2ドーパント材料の内、吸光度ピークの波長が長い方のドーパント材料は、消光していることを特徴とする有機EL装置が提供される。
10

本発明の他の態様によれば、

第1絶縁膜を形成し、前記第1絶縁膜の上に第1電極、第2電極、及び、第3電極を形成し、前記第1電極と前記第2電極との間、及び、前記第2電極と前記第3電極との間にそれぞれ第2絶縁膜を形成し、第1ドーパント材料と、前記第1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第1ホスト材料と、を用いて、前記第1電極、前記第2電極、前記第3電極、及び、前記第2絶縁膜の上方に第1発光層を形成し、前記第1ドーパント材料とは異なる第2ドーパント材料と、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第2ホスト材料と、を用いて、前記第1電極、前記第2電極、前記第3電極、及び、前記第2絶縁膜の上方であって且つ前記第1発光層の上に第2発光層を形成し、前記第1ドーパント材料及び前記第2ドーパント材料とは異なる第3ドーパント材料と、第3ホスト材料と、を用いて、前記第1電極、前記第2電極、前記第3電極、及び、前記第2絶縁膜の上方であって且つ前記第2発光層の上に第3発光層を形成し、前記第1電極、前記第2電極、前記第3電極、及び、前記第2絶縁膜の上方であって且つ前記第3発光層の上方に第4電極を形成し、前記第2電極の上方の前記第1ドーパント材料、前記第3電極の上方の前記第1ドーパント材料、及び、前記第3電極の上方の前記第2ドーパント材料を露光して消光することを特徴とする有機EL装置の製造方法が提供される。
20
30

【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。
40

【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XD
50

Rと、走査信号線ドライバYDRとを含んでいる。

【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。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、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。10

【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が形成されている。走査信号線SL1及びSL2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SL1及びSL2は、例えばMoWなどを用いて形成されている。20

【0017】

ゲート絶縁膜GI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PX1乃至PX3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MoWなどを用いて形成され、走査信号線SL1及びSL2と同一の工程で形成することができる。

【0018】

走査信号線SL1及びSL2は、半導体層SCと交差している。走査信号線SL1と半導体層SCとの交差部は、スイッチングトランジスタSWaを構成している。走査信号線SL2と半導体層SCとの交差部は、スイッチングトランジスタSWb及びSWc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絶縁膜GIとは、キャパシタCを構成している。上部電極は、半導体層SCと交差した延長部を含んでいる。延長部と半導体層SCとの交差部は、駆動トランジスタDRを構成している。30

【0019】

なお、この例では、駆動トランジスタDR及びスイッチングトランジスタSWa乃至SWc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SWaのゲートである。40

【0020】

ゲート絶縁膜GI、走査信号線SL1及びSL2、並びに上部電極は、層間絶縁膜IIによって被覆されている。層間絶縁膜IIは、例えばプラズマCVD(chemical vapor deposition)法により堆積させたSiO_xなどを用いて形成されている。

【0021】

層間絶縁膜II上には、映像信号線DLと電源線PSLとが形成されている。映像信号線DL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PSL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II上には、ソース電極SE及びドレイン電極DEが形成されている。ソース電極SE及びドレイン電極50

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。

【 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 】

10

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。

【 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ることとする。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。

20

【 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）に電気的に接続されている。

30

【 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。

40

【 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 チャネル薄膜トランジスタである。

【 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。

50

【0030】

スイッチングトランジスタ SWa のゲートは、走査信号線 SL1 に接続されている。スイッチングトランジスタ SWb は映像信号線 DL と駆動トランジスタ DR 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 SL2 に接続されている。スイッチングトランジスタ SWc は駆動トランジスタ DR 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 SL2 に接続されている。キャパシタ C は、駆動トランジスタ DR のゲートと定電位端子 ND1' との間に接続されている。この例では、定電位端子 ND1' は、電源端子 ND1 に接続されている。

【0031】

映像信号線ドライバ XDR 及び走査信号線ドライバ YDR は、基板 SUB 上に配置されている。すなわち、映像信号線ドライバ XDR 及び走査信号線ドライバ YDR は、COG (chip on glass) 実装されている。なお、映像信号線ドライバ XDR 及び走査信号線ドライバ YDR は、COG 実装する代わりに、TCP (tape carrier package) 実装してもよい。或いは、映像信号線ドライバ XDR 及び走査信号線ドライバ YDR は、基板 SUB 上に直接形成してもよい。

10

【0032】

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

20

【0033】

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 に対して書き動作を行なう。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。

30

【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（書き電流） I_{sing} 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_{sing} 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。

40

【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。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、 $I_{drv} = I_{sing}$ となり、各画素で、電流信号（書き電流） I_{sing} に対応した発光を得ることができる。

50

【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が、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。

【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82.5μm×27.5μmであり、画素数は800×3×480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】

本実施例では、図3に示すように、有機物層ORGは、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。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、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-(ジュロリジン-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。

【0042】

第1ホスト材料HM1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。

【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。

【0044】

第2ホスト材料HM2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。

【0045】

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

10

20

30

40

50

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(BPVB1)、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。

【0046】

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。
10

【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を有しているながら、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は緑色に発光し、画素PX3が含む有機EL素子OLEDは青色に発光する。

【0048】

なお、波長が400nm乃至435nmの範囲内にある光の色を紫、波長が435nm乃至480nmの範囲内にある光の色を青、波長が480nm乃至490nmの範囲内にある光の色を緑青、波長が490nm乃至500nmの範囲内にある光の色を青緑、波長が500nm乃至560nmの範囲内にある光の色を緑、波長が560nm乃至580nmの範囲内にある光の色を黄緑、波長が580nm乃至595nmの範囲内にある光の色を黄、波長が595nm乃至610nmの範囲内にある光の色を橙、波長が610nm乃至750nmの範囲内にある光の色を赤、波長が750nm乃至800nm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400nm乃至490nmの範囲内にある光の色を青色、主波長が490nmより長く且つ595nmよりも短い光の色を緑色、主波長が595nm乃至800nmの範囲内にある光の色を赤色と定義する。
20

【0049】

本実施例で適用した第1ドーパント材料EM1:DCM2、第2ドーパント材料EM2:A1q₃、及び、第1ホスト材料HM1及び第2ホスト材料HM2であるFL-2CBPのそれについて規格化した吸光度スペクトル特性を図5Aに示す。
30

【0050】

すなわち、第1ドーパント材料EM1であるDCM2は、図5Aにおいて(a)で示した吸光度スペクトル特性を有し、波長500nm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EM2であるA1q₃は、図5Aにおいて(b)で示した吸光度スペクトル特性を有し、波長400nm付近に吸光度ピークを有している。

【0051】

第1ホスト材料HM1及び第2ホスト材料HM2であるFL-2CBPは、図5Aにおいて(c)で示した吸光度スペクトル特性を有し、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。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、また、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、規格化した吸光度が10%以下となっている。
40

【0052】

このFL-2CBP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。

【0053】

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。

【0054】

また、本実施例において第1ホスト材料HM1及び第2ホスト材料HM2として適用可能なTCPについて、第1ドーパント材料EM1:DCM2、及び、第2ドーパント材料EM2:A1q₃とともに、それについて規格化した吸光度スペクトル特性を図5Bに示す。

【0055】

TCPは、図5Bにおいて(d)で示した吸光度スペクトル特性を有し、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。

【0056】

つまり、TCP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。

【0057】

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

【0058】

まず、先に説明した表示パネルDPから対向電極CEと有機物層ORG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。

【0059】

次に、画素電極PE上に、有機物層ORGが含む各層のうち、赤色発光層EML1を、真空蒸着法によって形成する。ここで、赤色発光層EML1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、EML1蒸着と示す。

【0060】

次に、画素PX2乃至PX3の領域に、波長が概略355~800nmの光を、概略0.1mW·mm⁻²·nm⁻¹(0.001~1mW·mm⁻²·nm⁻¹)の強度で照射する。このとき、画素PX1の領域には、フォトマスク(図7中のMASK1)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、PHOTO1露光と示す。

【0061】

次に、赤色発光層EML1上に、有機物層ORGが含む各層のうち、緑色発光層EML2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、EML2蒸着と示す。

【0062】

次に、画素PX3の領域に、波長が概略355~800nmの光を、概略0.1mW·mm⁻²·nm⁻¹(0.001~1mW·mm⁻²·nm⁻¹)の強度で照射する。このとき、画素PX1乃至PX2には、フォトマスク(図7中のMASK2)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、PHOTO2露光と示す。

【0063】

次に、緑色発光層EML2上に、有機物層ORGが含む各層のうち、青色発光層EML3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、EML3蒸着と示す。

【0064】

その後、青色発光層EML3上に、対向電極CEを形成する。この工程を図6中にCE蒸着と示す。本実施例では、対向電極CEとしては、厚さ150nmのアルミニウム層を形成した。対向電極CE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

10

20

30

40

50

発光層 E M L での発光をアレイ基板 S U B 側に取り出すための反射層も兼ねている。

【 0 0 6 5 】

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。

【 0 0 6 6 】

ここで、表示領域の開口に要求されるパターニング精度は、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ニング精度よりも 1 枝以上低くても良い。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。

10

【 0 0 6 7 】

一方、画素毎に光を照射する露光工程のパターニング精度は、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なく、処理することができる。

【 0 0 6 8 】

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。

【 0 0 6 9 】

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。

20

【 0 0 7 0 】

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。

【 0 0 7 1 】

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。

【 0 0 7 2 】

発光層 E M L 1 乃至 E M L 3 が積層された構造では、基本的には、赤色発光層 E M L 1 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 E M L 1 に吸収され、赤色に変換されるので、このような R G B 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 P X 1 では、赤色が発光することになる。

30

【 0 0 7 3 】

次に、赤色発光層 E M L 1 の蒸着後の「 P H O T O 1 露光」工程において、赤色発光層 E M L 1 に、波長が概略 355 ~ 800 nm の光が照射された画素 P X 2 では、第 1 ホスト材料 H M 1 の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 H M 1 の吸光度が小さく、また、光を吸収しても第 1 ホスト材料 H M 1 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。

【 0 0 7 4 】

それ故、355 ~ 800 nm の光を吸収した第 1 ドーパント材料 E M 1 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 P X 2 における発光層 E M L 1 乃至 E M L 3 のうち、赤色発光層 E M L 1 における第 1 ドーパント材料 E M 1 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 P X 2 は、緑色に発光するようになる。

40

【 0 0 7 5 】

更に、緑色発光層 E M L 2 の蒸着後「 P H O T O 2 露光」工程において、緑色発光層 E M L 2 にも、波長が概略 355 ~ 800 nm の光が照射された画素 P X 3 では、第 2 ホスト材料 H M 2 の吸光度ボトムより長い波長が照射されるため、第 2 ドーパント材料 E M 2 のみが、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

50

発光しなくなる。なお、この画素 P X 3 については、「PHOTO 1 露光」工程において、赤色発光層 E M L 1 にも、波長が概略 355 ~ 800 nm の光が照射されているため、第 1 ドーパント材料 E M 1 が光吸収により、赤色の光を発光しなくなっている。

【0076】

つまり、画素 P X 3 における発光層 E M L 1 乃至 E M L 3 のうち、赤色発光層 E M L 1 における第 1 ドーパント材料 E M 1 及び緑色発光層 E M L 2 における第 2 ドーパント材料 E M 2 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 P X 3 は、青色に発光するようになる。

【0077】

このとき、画素 P X 2 では、赤色発光層 E M L 1 が、概略 355 ~ 800 nm の光が照射で、第 1 ドーパント材料 E M 1 を消光すると同時に、赤色発光層 E M L 1 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 P X 1 では、赤色発光層 E M L 1 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 E M L 2 に移るようにする。これにより、画素 P X 2 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。

【0078】

また、同様に、画素 P X 3 では、緑色発光層 E M L 2 が、概略 355 ~ 800 nm の光が照射で、第 2 ドーパント材料 E M 2 を消光すると同時に緑色発光層 E M L 2 のホール注入性またはホール輸送性が増し、画素 P X 2 では、緑色発光層 E M L 2 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 E M L 3 に移るようにする。これにより、画素 P X 3 の発光効率が向上し、青色の発光強度を増加させることができる。

【0079】

また、この例では、概略 355 ~ 800 nm の光が照射で、赤色発光層 E M L 1 および緑色発光層 E M L 2 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 E M L 1 および緑色発光層 E M L 2 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。

【0080】

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

【0081】

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 ~ 600 nm 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 365 nm である。

【0082】

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、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。その際、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。

【0083】

ホスト材料は、E L 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 E L 表示装置の性能が低減する問題が発生する。

【0084】

そこで、ホスト材料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

10

20

30

40

50

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。

【0085】

露光工程に用いる光の波長として、赤色発光層EML1に含まれる第1ホスト材料HM1及び緑色発光層EML2に含まれる第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よりも長波長の光を照射することにより、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。

10

【0086】

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スト材料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、ホスト材料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。つまり、露光工程の露光波長は、紫外領域(200~400nm)においてホスト材料の規格化吸光度が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。

【0087】

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できる。

20

【0088】

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。

30

【0089】

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。

【0090】

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。

【0091】

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、混色することなく発光した。それぞれ、発光効率は、赤色が、8cd/A、(0.65, 0.35)、緑色が10cd/A、(0.30, 0.60)、青色が3cd/A、(0.14, 0.12)であった。

40

【0092】

なお、上述の値は、画面を正面から観察したときに100cd/m²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。

【0093】

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。

【0094】

(比較例1：従来例)

50

図24は、比較例1(従来例)に係る有機EL表示装置が含む有機EL素子の構造を概略的に示す断面図である。また、図25にそのプロセスフローを示す。

【0095】

本例では、発光層EML1乃至EML3に図24の構造を採用したこと以外は実施例1について説明したのと同様の方法により、図1及び図2の有機EL表示装置を製造した。

【0096】

具体的には、本例では、赤色発光層EML1は、正孔輸送層HTL上であって、画素PX1の画素電極PEに対応した位置に形成した。赤色発光層EML1は、画素PX1の列に対応して開口が設けられたファインマスクを用いた真空蒸着法により形成した。赤色発光層EML1の位置は、基板SUB上の目標位置に正確に一致させた。赤色発光層EML1の厚さは30nmとした。10

【0097】

緑色発光層EML2は、正孔輸送層HTL上であって、画素PX2の画素電極PEに対応した位置に形成した。緑色発光層EML2は、画素PX2の列に対応して開口が設けられたファインマスクを用いた真空蒸着法により形成した。緑色発光層EML2の位置は、基板SUB上の目標位置に正確に一致させた。緑色発光層EML2の厚さは30nmとした。

【0098】

青色発光層EML3は、正孔輸送層HTL上であって、画素PX3の画素電極PEに対応した位置に形成した。青色発光層EML3は、画素PX3の列に対応して開口が設けられたファインマスクを用いた真空蒸着法により形成した。青色発光層EML3の位置は、基板SUB上の目標位置に正確に一致させた。青色発光層EML3の厚さは30nmとした。20

【0099】

この例では、金属製のファインマスクにより、画素PX1(赤)、画素PX2(緑)、画素PX3(青)に、正確に各発光層EMLをパターニングする必要があるが、この金属製のマスクは、蒸着源の熱により撓みやすく、特に画素の小さい高精細のパネルでは、正確な位置にパターニングし難く、発光層EMLの位置ずれが多発する。発光層EMLの位置ずれは、例えば、赤色の画素に緑色または青色の発光層EMLがはみ出し、赤色に緑色または青色の発光色が混じる。所謂、混色不良が発生する。30

【0100】

また、従来例では、金属性のファインマスクが画素の発光層EMLに直接接触し、発光層EMLを傷つけてしまうのを防ぐために、マスクを支持するための隔壁絶縁層も必要になる。これが無い場合は、画素電極PEと対向電極がショートし、減点不良が多発する。この隔壁絶縁層は、1μm以上の膜厚が必要である。

【0101】

以下、本発明の別の実施例を示す。

【0102】

(実施例2：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。40

【0103】

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。

【0104】

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50

。

【0105】

PHOTO 2 露光では、画素 P X 3 に対して、緑色発光層 E M L 2 の第 2 ドーパント材料 E M 2 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 E M 2 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 E M L 2 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 E M L 1 乃至 E M L 3 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 P X 3 は、青色に発光するようになる。

【0106】

このように、露光工程を発光層 E M L 1 乃至 E M L 3 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。 10

【0107】

(実施例 3 : 発光層 E M L 以外に、H I L、H T L、E T L、E I L を付加した場合)

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 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。また、図 11 にそのプロセスフローを示す。

【0108】

この例では、有機物層 O R G は、発光層 E M L 1 乃至 E M L 3 の積層体に加えて、ホール注入層 H I L、ホール輸送層 H T L、電子輸送層 E T L、及び、電子注入層 E I L を有している。 20

【0109】

正孔注入層 H I L としては、厚さ 10 nm のアモルファスカーボン層を形成した。この正孔注入層 H I L は、表示領域に亘って広がった連続膜とした。

【0110】

正孔輸送層 H T L としては、N , N ' - ジフェニル - N , N ' - ビス(1 - ナフチルフェニル) - 1 , 1 ' - ビフェニル - 4 , 4 ' - ジアミン (- N P D) からなる厚さ 30 nm の層を真空蒸着法により形成した。この正孔輸送層 H T L は、表示領域に亘って広がった連続膜とした。 30

【0111】

電子輸送層 E T L としては、厚さ 30 nm の A l q₃ 層を使用した。この電子輸送層 E T L 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。

【0112】

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

【0113】

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、ホール輸送、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。 40

【0114】

(実施例 4 : 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 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。

【0115】

この例では、各有機 E L 素子 O L E D は、画素電極 P E の有機物層 O R G における積層体 (E M L 1 乃至 E M L 3) と対向する側とは反対側、つまり、画素電極 P E と基板 S U B との間に反射層 R E F を備えている。これにより、対向電極 C E 側に発光が取り出される。対向電極 C E 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 C E の厚さは、20 nm 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 50

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。

【0116】

これにより、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。

【0117】

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。

【0118】

（実施例5：上面発光で露光工程を、対向電極形成後に実施する場合）

10

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。

【0119】

本実施例では、対向電極CEまでの真空工程の途中に露光工程を追加しないため、工程間での真空引きなどのロ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。

【0120】

20

（実施例6：上面発光構造にHIL、HTL、ETL、EILおよび光学マッチング層MCを付加した場合）

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、ホール輸送層HTL、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。

【0121】

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ます。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。

30

【0122】

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。

【0123】

これにより、実施例4と比較して、発光効率を4倍向上することができ、実施例4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。

40

【0124】

（実施例7：上面発光構造にHIL、HTL、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。

【0125】

50

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。

【0126】

干渉調整層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。10

【0127】

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には、SiNを使用し、膜厚を410nmとした。

【0128】

これにより、実施例4と比較して、発光効率を6倍、実施例6と比較して、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。

【0129】

（実施例8：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PX3（青色）の干渉条件調整層MC2を抜く構造とした。

【0130】

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。

【0131】

本実施例では、干渉条件調整層MC2の膜厚を、赤色と緑色のみに合せ、390nmとした。これにより、発光効率が向上し、実施例7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。30

【0132】

（実施例9：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PEと基板SUBとの間（つまり、画素電極PEの有機物層ORG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REF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）が無くなり、各有機EL素子OLEDの膜厚調整が必要なくなる。

【0134】

（実施例10：上面発光構造の画素PX1（赤）および画素PX2（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19の構造は、図14の構造の画素PX1（赤色）、画素PX2（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REFと有機材料を用いて形成した。

【0135】

これにより、干渉条件（共振条件）は、画素PX3（青色）に合せてのみ設計すればよ50

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。

【0136】

(実施例11：H T L蒸着後に露光PHOTO3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、ホール輸送層H T Lを形成する蒸着工程の後に、露光PHOTO3を実施することで、ホール輸送層H T Lがその後の露光プロセスで電気特性が変化しないようにする。

【0137】

これにより、画素の発光を制御する露光プロセスPHOTO1およびPHOTO2の露光条件の自由度を増すことができ、より発光色の制御がしやすくなる。

10

【0138】

(実施例12：E T L蒸着後に露光PHOTO4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PHOTO4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または画素P X 2および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。

【0139】

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。

【0140】

(実施例13：E T L蒸着後に露光PHOTO5, 6を追加する)

図22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PHOTO5および露光PHOTO6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ORG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。

20

【0141】

なお、露光PHOTO5および露光PHOTO6では、照射する光の主波長を変えてもよい。

【0142】

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。

30

【0143】

(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。

【0144】

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。

【0145】

(実施例15：ハーフトーン露光を使用する場合)

図23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。

40

【0146】

これにより、露光工程が簡略化され、生産性が向上する。

【0147】

(実施例16：露光時の装置内酸素濃度を20ppm以上にする場合)

図6、図9、図11、図13、図15、図20、図21、図22のPHOTO1露光とPHOTO2露光において、露光装置内の酸素濃度が1ppm以下の条件と、20ppm

50

の条件とでは、酸素濃度 20 ppm 環境下の方が、赤色もしくは、緑色発光（ドーパント）材料が消光しやすい。

【0148】

例えば、ホスト材料：FL-2CBP、第2ドーパント材料：トリ(2-フィニルピリジン)イリジウム(III)（略称；Ir(ppy)3）からなる、ドーパント濃度8%、厚さ30 nm 膜を、ガラス基板の上に真空蒸着法により形成する。そして、この作成した膜に、酸素濃度が1 ppm 以下環境下と、20 ppm 環境下との双方にて、水銀キセノンランプ光源を用いて、355 nm 以上の光を10分間照射し、照射前後のPLスペクトルを比較すると、光照射前の緑色発光材料：Ir(ppy)3 のPL強度を100%とした場合、酸素濃度1 ppm 以下の環境では49%まで低減するのに対して、酸素濃度20 ppm 環境では38%まで低減した。10

【0149】

先述の通り、355 nm 以上の光照射では、ホスト材料：FL-2CBP は分解等の変化は起きないので、光照射によるPL強度の低減は、緑色発光（ドーパント）材料：Ir(ppy)3 の消光によるものである。

【0150】

それ故、発光（ドーパント）材料を消光する、図6、図9、図11、図13、図15、図20、図21、図22のPHOTO1露光及びPHOTO2露光において、酸素濃度が20 ppm 以上の環境下で露光した方が、露光時間を短縮できるため、生産性が向上する。20

【0151】

なお、上記の実施例では、有機EL表示装置は、発光色が異なる3種の有機EL素子を含んでいる。有機EL表示装置は、有機EL素子として、発光色が異なる2種の有機EL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EL素子を含んでいてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0152】

【図1】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。

【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EL素子に採用可能な構造の一例を概略的に示す断面図。30

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

【図5B】図2の表示装置で採用可能な他のホスト材料の吸光度スペクトル特性を示す図。

【図6】図3の有機EL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EL素子のプロセスフローの他の例を概略的に示す図。40

【図10】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11】図10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12】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13】図12の有機EL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15】図14の有機EL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EL素子に採用可能な構造の他の例を概略的に示す50

断面図。

【図17】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18】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。

10

【図23】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24】比較例1に係る有機EL表示装置が含む有機EL素子の構造を概略的に示す断面図。

【図25】比較例1の有機EL素子のプロセスフローの一例を概略的に示す図。

【符号の説明】

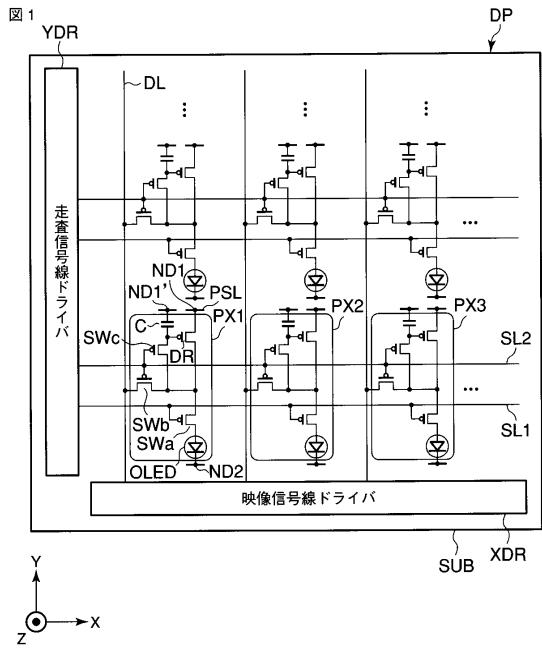
【0153】

C...キャパシタ、C E...対向電極、D E...ドレイン電極、D L...映像信号線、D P...表示パネル、D R...駆動トランジスタ、E A 1...発光部、E A 2...発光部、E A 3...発光部、E I L...電子注入層、E M L...発光層、E M L 1...赤色発光層、E M L 2...緑色発光層、E M L 3...青色発光層、E M 1...第1ドーパント材料(赤色発光材料)、E M 2...第2ドーパント材料(緑色発光材料)、E M 3...第3ドーパント材料(青色発光材料)、E T L...電子輸送層、G...ゲート、G I...ゲート絶縁膜、H I L...正孔注入層、H M 1...第1ホスト材料、H M 2...第2ホスト材料、H M 3...第3ホスト材料、H T L...正孔輸送層、I I...層間絶縁膜、M C...マッチング層、N D 1...電源端子、N D 1'...定電位端子、N D 2...電源端子、O L E D...有機EL素子、O R G...有機物層、P E...画素電極、P I...隔壁絶縁層、P S...パッシベーション膜、P S L...電源線、P X 1...画素(赤色画素)、P X 2...画素(緑色画素)、P X 3...画素(青色画素)、R E F...反射層、S C...半導体層、S E...ソース電極、S L 1...走査信号線、S L 2...走査信号線、S U B...絶縁基板、S U B 2...封止基板、S W a...スイッチングトランジスタ、S W b...スイッチングトランジスタ、S W c...スイッチングトランジスタ、X D R...映像信号線ドライバ、Y D R...走査信号線ドライバ、干渉条件調整層...M C 2。

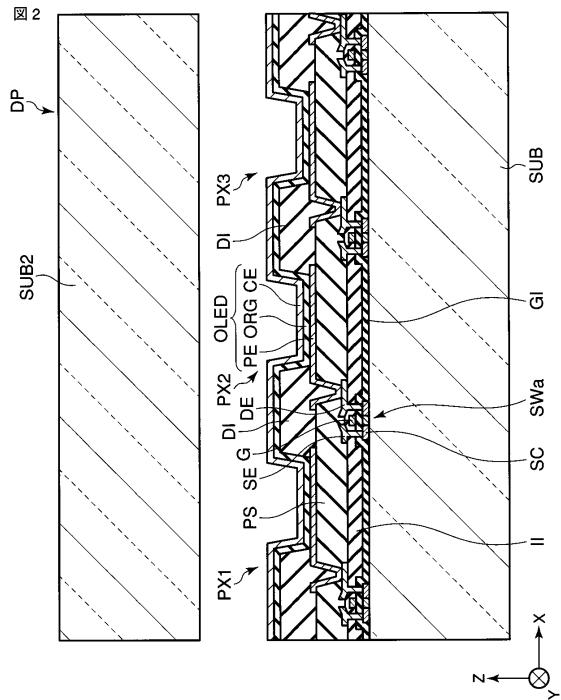
20

30

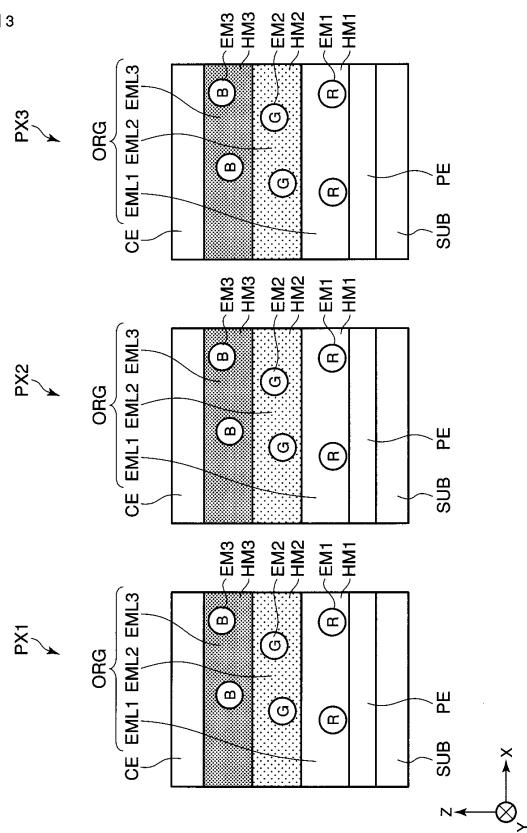
【図1】



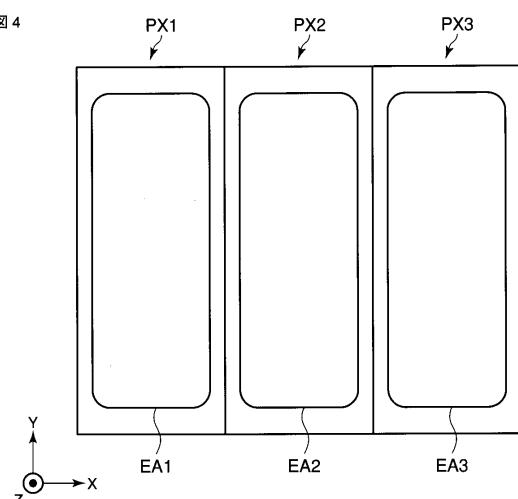
【図2】



【図3】

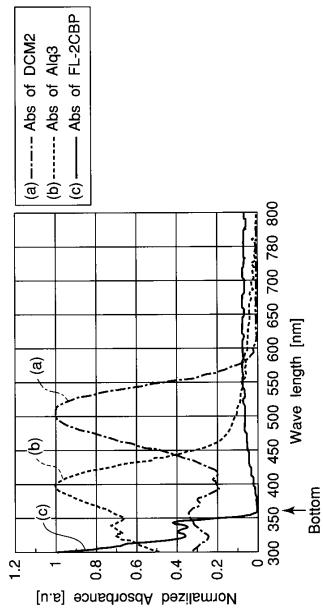


【図4】



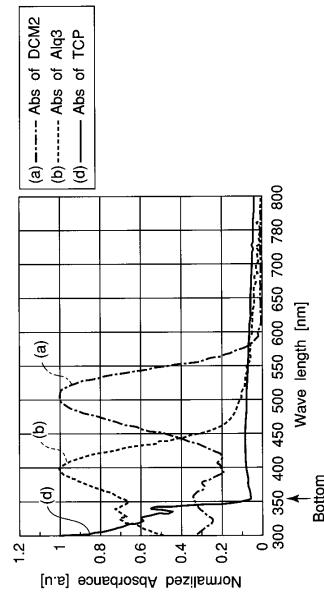
【図 5 A】

図 5A



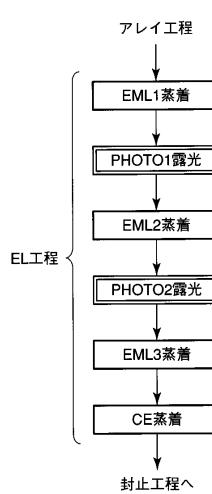
【図 5 B】

図 5B



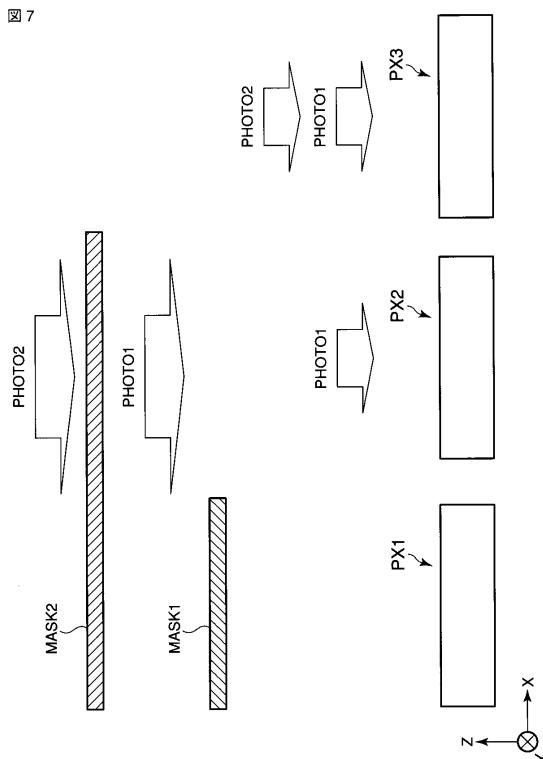
【図 6】

図 6

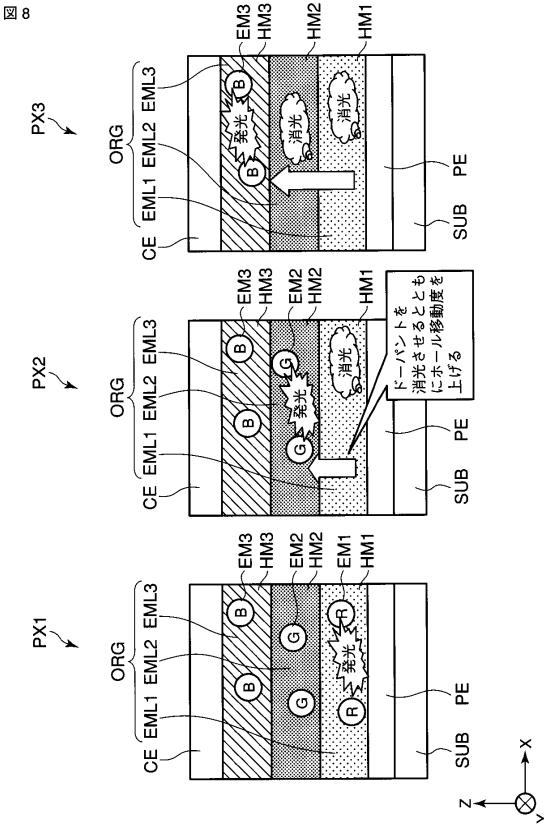


【図 7】

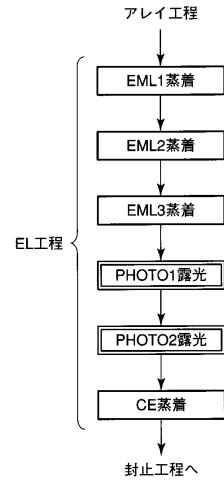
図 7



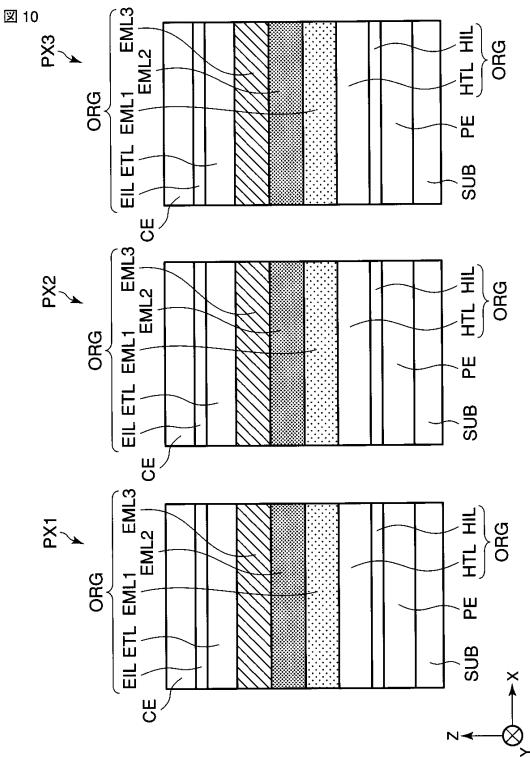
【図 8】



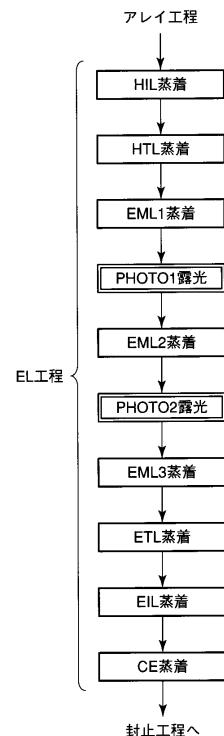
【図 9】



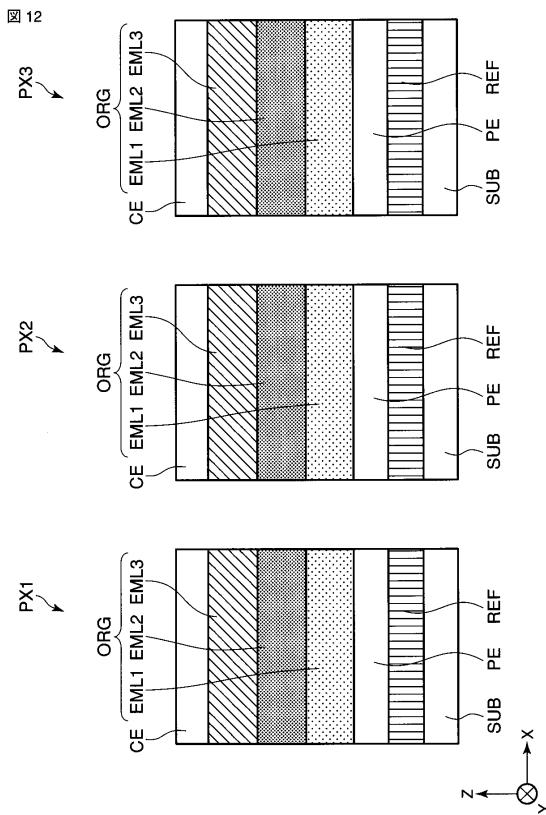
【図 10】



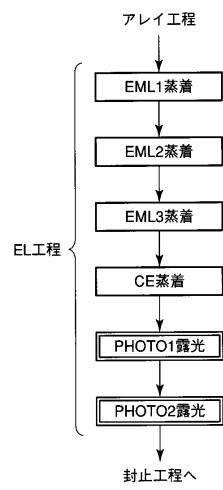
【図 11】



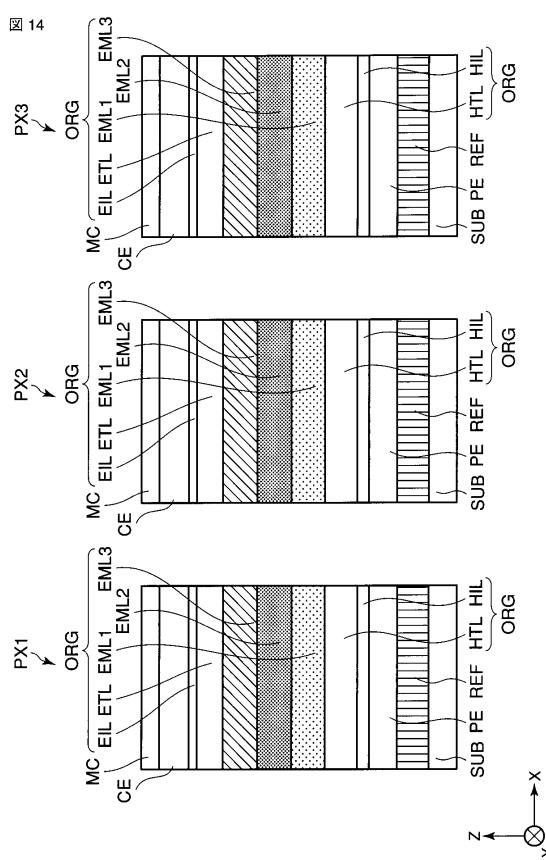
【図12】



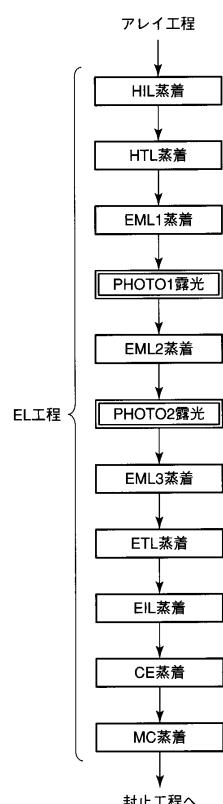
【図13】



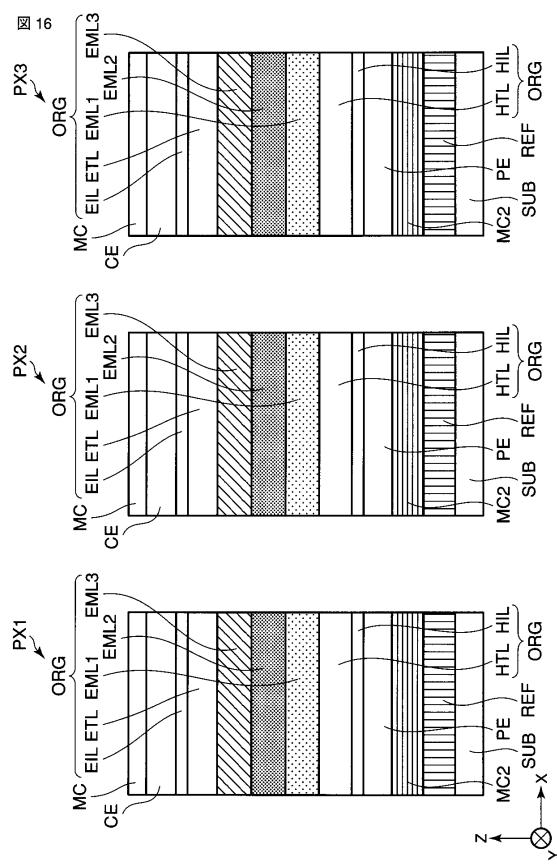
【図14】



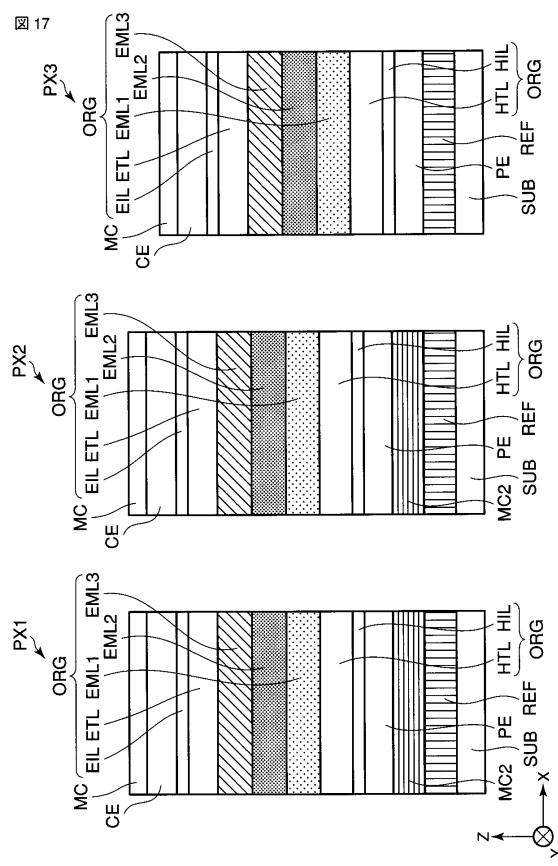
【図15】



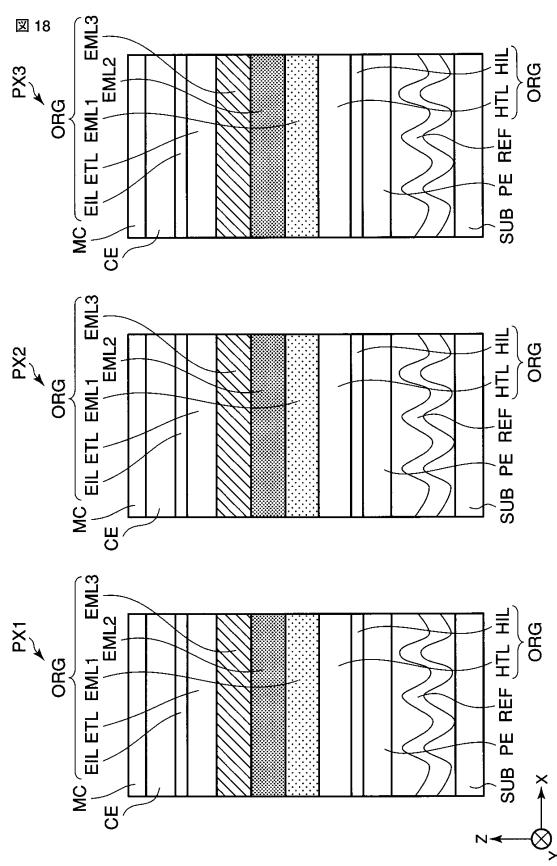
【図16】



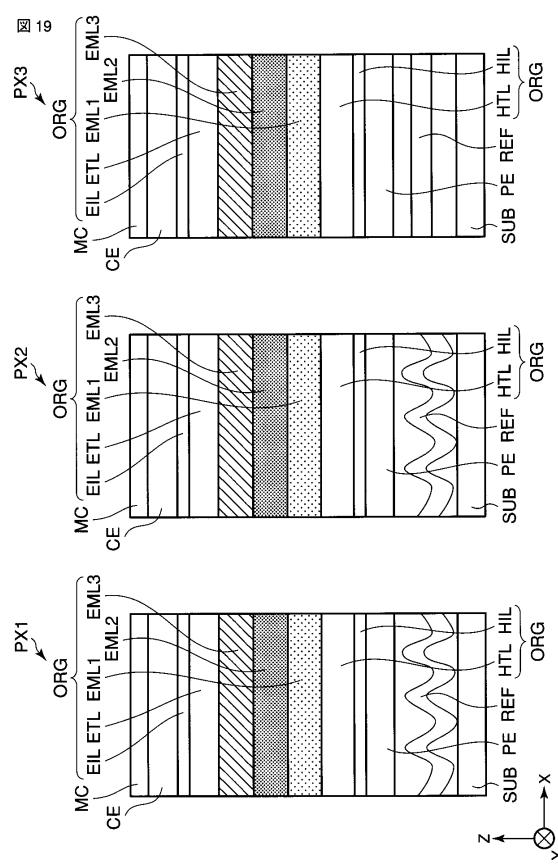
【図17】



【図18】

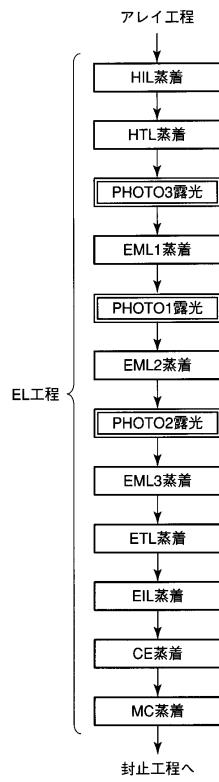


【図19】



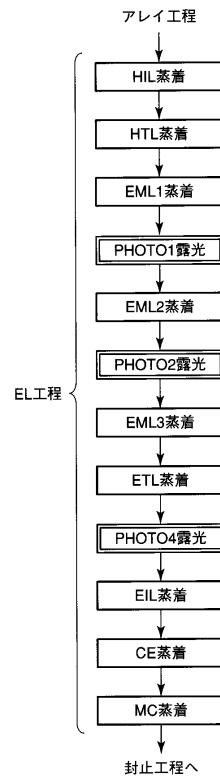
【図20】

図20



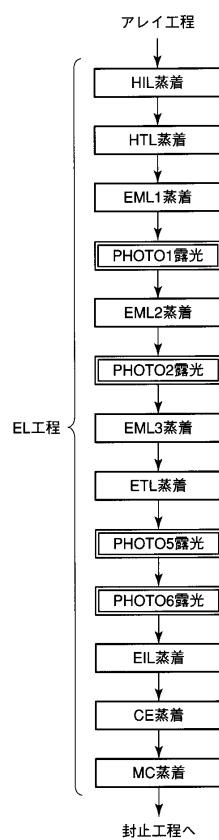
【図21】

図21



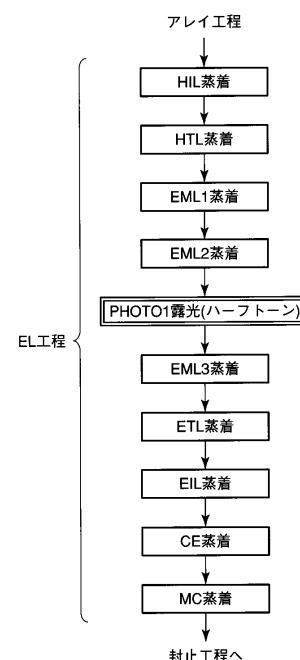
【図22】

図22

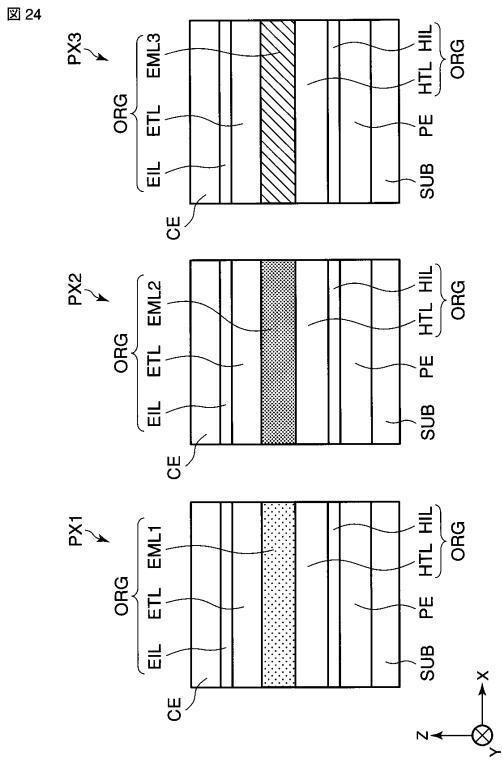


【図23】

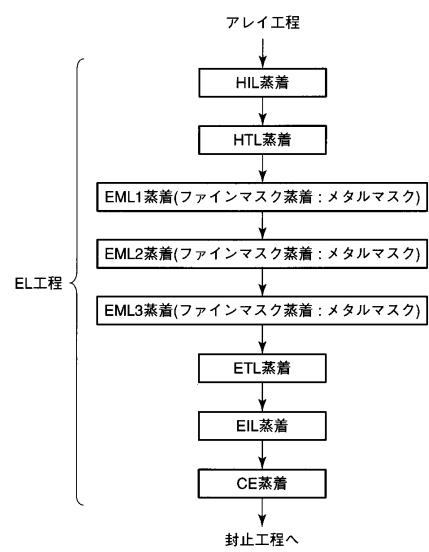
図23



【図24】



【図25】



フロントページの続き

(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 100101812
弁理士 勝村 紘
(74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
(74)代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也
(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

審査官 西岡 貴央

(56)参考文献 特開2006-324016(JP,A)
国際公開第97/043874(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 05 B 33/00 - 33/28
H 01 L 51/50
G 09 F 9/30