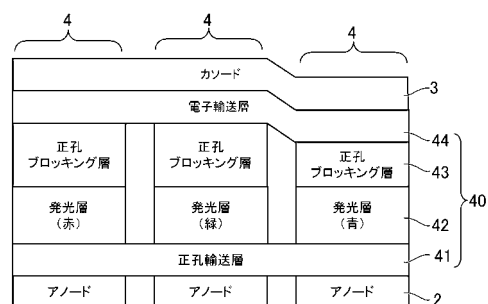




【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

アノードと、
カソードと、
前記アノードと前記カソードとの間に形成されている発光層と、
前記カソードと前記発光層との間に形成され、前記カソードから供給される電子を前記発光層に輸送する電子輸送層と、
前記電子輸送層と前記発光層との間に形成され、前記アノードから前記カソードに向かう正孔をブロックする正孔ブロッキング層と、を有し、
前記電子輸送層の材料は、前記電子輸送層の前記正孔ブロッキング層側に負の固定電荷を蓄積する材料である
ことを特徴とする表示装置。 10

【請求項 2】

前記電子輸送層は配向分極を生じる材料を含んでおり、前記配向分極によって前記電子輸送層の前記正孔ブロッキング層側に負の固定電荷を蓄積する
ことを特徴とする請求項 1 に記載の表示装置。

【請求項 3】

前記発光層を有している第 1 画素と、
前記発光層を有している第 2 画素とを有し、
前記第 1 画素の前記発光層の発光色と前記第 2 画素の前記発光層の発光色は互いに異なっている
ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載される表示装置。 20

【請求項 4】

前記第 1 画素と前記第 2 画素の双方は、前記アノード、前記発光層、前記カソード、前記電子輸送層、及び前記正孔ブロッキング層を有し、
前記第 1 画素の前記正孔ブロッキング層と前記第 2 画素の前記正孔ブロッキング層は別個に形成されている
ことを特徴とする請求項 3 に記載される表示装置。

【請求項 5】

前記第 1 画素は、前記アノード、前記発光層、前記カソード、前記電子輸送層、及び前記正孔ブロッキング層を有し、
前記第 2 画素は、前記アノード、前記発光層、前記カソード、及び前記電子輸送層を有し、
前記第 2 画素には前記第 1 の画素の前記正孔ブロッキング層よりも薄い正孔ブロッキング層が形成されている、又は前記第 2 画素には正孔ブロッキング層が形成されていない
ことを特徴とする請求項 3 又は請求項 4 に記載される表示装置。 30

【請求項 6】

前記第 2 画素の前記発光層は、前記第 1 画素の前記発光層が発する光よりも波長の短い光を発する
ことを特徴とする請求項 5 に記載される表示装置。 40

【請求項 7】

前記第 1 画素の前記発光層の発光色は緑又は赤であり、
前記第 2 画素の前記発光層の発光色は青である
ことを特徴とする請求項 6 に記載される表示装置。

【請求項 8】

前記アノード、前記発光層、前記カソード、前記電子輸送層、及び前記正孔ブロッキング層を有している第 1 画素と、
前記アノード、前記発光層、前記カソード、及び前記電子輸送層を有している第 2 画素とを有し、
前記第 2 画素には、前記第 1 の画素の前記正孔ブロッキング層よりも薄い正孔ブロッキ 50

ング層が形成されている、又は正孔ブロッキング層が形成されておらず、

前記第 1 画素と前記第 2 画素とにおいて前記正孔ブロッキング層がないと仮定したときに、前記第 2 画素が発光する前記アノードと前記カソードとの間の閾値電圧は、前記第 1 画素が発光する前記アノードと前記カソードとの間の閾値電圧よりも大きい

ことを特徴とする請求項 1 に記載される表示装置。

【請求項 9】

前記発光層を有している第 1 画素と、

前記発光層を有している第 2 画素と、

前記発光層を有している第 3 画素とを有し、

前記第 1 画素の前記発光層の発光色と、前記第 2 画素の前記発光層の発光色と、前記第 3 画素の前記発光層の発光色は互いに異なっており、 10

前記第 1 画素と前記第 3 画素とには、同じ厚さを有する前記正孔ブロッキング層が形成されている

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載される表示装置。

【請求項 10】

前記電子輸送層は TPBi、BCP、Alq3、及びOXD-7のうち少なくとも1つを含んでいる

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 9 の何れか 1 項に記載される表示装置。

【請求項 11】

前記正孔ブロッキング層はPPT、DPEPO、及びTAZのうち少なくとも1つを含んでいる 20

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 10 の何れか 1 項に記載される表示装置。

【請求項 12】

前記正孔ブロッキング層は $10^{-5} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子移動度を有し、且つ $10^{-8} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以下の正孔移動度を有している

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 11 の何れか 1 項に記載される表示装置。

【請求項 13】

発光層と、

電子と正孔のうちの一方の電荷である第 1 電荷を前記発光層に供給する第 1 電極と、

前記発光層を挟んで前記第 1 電極とは反対側に配置され、電子と正孔のうちの他方の電荷である第 2 電荷を前記発光層に供給する第 2 電極と、 30

前記第 1 電極と前記発光層との間に配置され、前記第 1 電極から供給される前記第 1 電荷を前記発光層に輸送するための第 1 電荷輸送層と、

前記第 1 電荷輸送層と前記発光層との間に配置され、前記第 2 電極から前記第 1 電極に向かう前記第 2 電荷をブロックする第 2 電荷ブロッキング層と、を有し、

前記第 1 電荷輸送層の材料は、前記第 1 電荷輸送層の前記第 2 電荷ブロッキング層側に前記第 1 電荷を蓄積する材料である

ことを特徴とする表示装置。

【請求項 14】

前記第 1 電荷輸送層は配向分極を生じる材料を含んでおり、前記配向分極によって前記第 1 電荷輸送層の前記第 2 電荷ブロッキング層側に前記第 1 電荷を蓄積する 40

ことを特徴とする請求項 13 に記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

有機 EL 表示装置は、各画素に、アノード、カソード、及び発光層を含む有機発光ダイオード (OLED) を有している。有機 EL 表示装置のなかには、発光層が複数の画素に 50

別個に形成されているものがある。下記特許文献 1 では、青画素、緑画素、及び赤画素に、青色発光層、緑色発光層、赤色発光層がそれぞれ形成されている。また、特許文献 1 では、緑色発光層と赤色発光層は電子輸送層とブロッキング層とで覆われ、青色発光層は電子輸送層だけで覆われている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2002 - 260858 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

OLED の閾値電圧は、そのビルトイン電位によって決まる。そのため、OLED の材料（例えば、発光層の材料）が画素によって異なるために、OLED の閾値電圧が画素によって相違する場合がある。例えば青色発光層、緑色発光層、赤色発光層が 3 つの画素にそれぞれ形成されている表示装置においては、3 つの画素で OLED の閾値電圧が異なる場合がある。このため、例えば白を表示するために青画素、赤画素、及び緑画素に同電圧を加えると、閾値電圧が低い画素（例えば、赤画素や緑画素）の輝度が高くなり、閾値電圧が高い画素（例えば、青画素）の輝度が相対的に低くなり、その結果、清純な白が表示されないという問題が生じる。

【0005】

20

本発明の目的の一つは、各画素に設けられている OLED の閾値電圧を制御できる表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る表示装置は、アノードと、カソードと、前記アノードと前記カソードとの間に形成されている発光層と、前記カソードと前記発光層との間に形成され、前記カソードから供給される電子を前記発光層に輸送する電子輸送層と、前記電子輸送層と前記発光層との間に形成され、前記アノードから前記カソードに向かう正孔をブロックする正孔ブロッキング層と、を有している。前記電子輸送層は、前記電子輸送層の前記正孔ブロッキング層側に負の固定電荷を蓄積する材料で形成されている。この表示装置によれば、OLED の閾値電圧を制御できる。

30

また、本発明に係る別の表示装置は、発光層と、電子と正孔のうちの一方の電荷である第 1 電荷を前記発光層に供給する第 1 電極と、前記発光層を挟んで前記第 1 電極とは反対側に配置され、電子と正孔のうちの他方の電荷である第 2 電荷を前記発光層に供給する第 2 電極と、前記第 1 電極と前記発光層との間に配置され、前記第 1 電極から供給される前記第 1 電荷を前記発光層に輸送するための第 1 電荷輸送層と、前記第 1 電荷輸送層と前記発光層との間に配置され、前記第 2 電極から前記第 1 電極に向かう前記第 2 電荷をブロックする第 2 電荷ブロッキング層とを有している。前記第 1 電荷輸送層の材料は、前記第 1 電荷輸送層の前記第 2 電荷ブロッキング層側に前記第 1 電荷を蓄積する材料である。この表示装置によっても、OLED の閾値電圧を制御できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】本発明の実施形態に係る有機 EL 表示装置を示す平面図である。

【図 2】図 1 に示す表示装置の断面図である。

【図 3】各画素に形成されている画素回路を示す図である。

【図 4】青画素、緑画素、及び赤画素における有機発光ダイオードの積層構造を模式的に示す図である。

【図 5 A】有機発光ダイオードの積層構造を示す図である。この図では、カソードから発光層への電子供給が開始する前の状態（初期状態）が模式的に示されている。

【図 5 B】有機発光ダイオードを構成する層のエネルギーレベルの例を示す図である。こ

50

の図では、カソードから発光層への電子供給が開始する前の状態（初期状態）が示されている。

【図 6 A】有機発光ダイオードの積層構造を示す図である。この図では、カソードから発光層への電子供給が開始している状態が模式的に示されている。

【図 6 B】有機発光ダイオードを構成する層のエネルギーレベルの例を示す図である。この図では、カソードから発光層への電子供給が開始している状態が模式的に示されている。

【図 7】有機発光ダイオードに加えられる電圧と有機発光ダイオードを流れる電流密度との関係を示す図である。

【図 8】有機発光ダイオードに加えられる電圧と有機発光ダイオードに流れる電流密度との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明の一実施形態について説明する。図 1 は本発明の実施形態の一例である有機 E l e c t r o L u m i n e s e n c e 表示装置 1 の平面図である。図 2 は有機 E L 表示装置 1 の断面図である。図 3 は T F T 基板 1 0 の回路層 3 0 に形成されている回路の一例を説明するための図である。図 4 は発光色の異なる 3 つの画素における有機発光ダイオード（O L E D）4 の積層構造を例示する図である。

【0009】

以下、本発明の一実施形態について説明する。なお、本明細書の開示は一例にすぎず、発明の主旨を保つての適宜の変更で且つ当業者が容易に想到し得るものは、本発明の範囲に含有される。

【0010】

図 1 に示すように、表示装置 1 には表示領域 D が規定されている。表示領域 D には、複数の色でそれぞれ発光する複数の画素が規定されている。例えば、表示装置 1 は、複数の画素として、赤画素 P r、緑画素 P g、及び青画素 P bを含んでいる（図 2 参照）。各画素に O L E D 4（図 3 参照）が形成されている。画素の色及び色の数は表示装置 1 の例に限定されない。

【0011】

図 1 に示すように、表示装置 1 は T F T 基板 1 0 を有している。表示装置 1 はさらに T F T 基板 1 0 と対向する対向基板 9 を有してもよい。図 2 に示すように、T F T 基板 1 0 は基材 1 0 a を有している。基材 1 0 a は例えばガラスやプラスチックである。また、T F T 基板 1 0 は基材 1 0 a 上に形成される回路層 3 0 を有している。回路層 3 0 は O L E D 4 へ供給する電流を制御する画素回路が形成されている。

【0012】

図 2 に示すように、回路層 3 0 の上側にはアノード 2 が形成されている。具体的には、回路層 3 0 の上側には平坦化膜（不図示）が形成され、その平坦化膜の上側にアノード 2 が形成されている。アノード 2 は各画素に位置している。T F T 基板 1 0 はアノード 2 と向き合っているカソード 3 を有している。カソード 3 は複数の画素に亘って形成されている。すなわち、複数の画素においてカソード 3 は連続している。図 4 に示すように、アノード 2 とカソード 3 との間に、後述する発光層 4 2 や電子輸送層 4 4 を有する有機層 4 0 が形成されている。有機層 4 0、アノード 2、及びカソード 3 によって O L E D 4 が構成されている。

【0013】

回路層 3 0 は、各画素に形成されている画素回路を有している。各画素のアノード 2 は回路層 3 0 に形成されている画素回路に接続している。図 3 に示すように、画素回路は複数の T F T（T h i n F i l m T r a n s i s t o r）3 1 a、3 1 b や、キャパシタ 3 1 c などを有している。また、回路層 3 0 には、X 方向に伸びている走査信号線 3 1 B と、Y 方向に伸びている映像信号線 3 1 C と、Y 方向に伸びている駆動電源線 3 1 D とが形成されている。アノード 2 は駆動 T F T 3 1 b を介して駆動電源線 3 1 D に接続され

10

20

30

40

50

ている。カソード 3 は接地電位に接続されている。走査信号線 3 1 B は Y 方向に並んでいる複数の画素行のそれぞれに設けられている。映像信号線 3 1 C は X 方向に並んでいる複数の画素列のそれぞれに設けられている。走査信号線 3 1 B は走査線駆動回路（不図示）によって順番に選択される。選択された走査信号線 3 1 B にはスイッチング T F T 3 1 a をオンする電圧が印加される。映像信号線 3 1 C には、選択された走査信号線 3 1 B に接続された画素の映像信号に応じた電圧が加えられる。この電圧はスイッチング T F T 3 1 a を介してキャパシタ 3 1 c に加えられる。キャパシタ 3 1 c に加えられた電圧に応じた電流が、駆動 T F T 3 1 b を通して駆動電源線 3 1 D から O L E D 4 に供給される。これにより、選択された走査信号線 3 1 B に対応する画素の O L E D 4 が発光する。画素回路は図 3 に示す例に限られず、種々の変更がなされてよい。

10

【0014】

図 2 に示すように、アノード 2 上にバンク層 2 1 が形成されている。バンク層 2 1 は、各画素に、アノード 2 を露出させる開口を有している。有機層 4 0 はアノード 2 及びバンク層 2 1 上に形成され、バンク層 2 1 の開口の内側においてアノード 2 と接している。カソード 3 は有機層 4 0 への水分の浸透を防ぐバリア層 5 によって覆われている。バリア層 5 は複数の層で構成される積層構造を有してもよい。表示装置 1 の例では、バリア層 5 は、S i N や S i O などの無機材料で形成される第 1 バリア層 5 a 及び第 3 バリア層 5 c と、第 1 バリア層 5 a と第 3 バリア層 5 c との間に形成される、アクリルなどの有機材料で形成されている第 2 バリア層 5 b とを有している。バリア層 5 の構造は表示装置 1 の例に限られない。表示装置 1 の例ではバリア層 5 の上側に対向基板 9 が配置され、バリア層 5 と対向基板 9 との間に充填材 6 が形成されている。

20

【0015】

上述したように、各画素に O L E D 4 が形成されている。O L E D 4 はアノード 2 とカソード 3 と有機層 4 0 とを有している。表示装置 1 はトップエミッション型の表示装置である。アノード 2 は光反射性を有する金属膜、或いは光反射性を有する金属膜と透明導電膜との積層膜により構成される。例えば、アノード 2 の材料としては、例えば、I T O と A g との積層膜や、A l N d 合金の膜、I Z O と銀との積層膜などを用いることができる。カソード 3 の材料としては、例えば I T O や I Z O 、Z n O などの透明導電性材料を用いることができる。カソード 3 に半透明、半反射の導電性材料を用いてもよい。カソード 3 には、例えばマグネシウムや銀が含まれてもよいし、マグネシウムと銀の合金が用いられてもよい。表示装置 1 はボトムエミッション型でもよい。この場合、アノード 2 は透明導電材料或いは半透明、半反射の導電性材料によって形成され、カソード 3 は光を反射する材料を含む。アノード 2 及びカソード 3 の材料は上述したものに限定されず、適宜変更されてよい。

30

【0016】

図 4 に示すように、有機層 4 0 は、アノード 2 とカソード 3 との間に、有機材料によって形成される発光層 4 2 を有している。発光層 4 2 は複数の画素に別個に形成されている。すなわち、各画素に、その画素の色で発光する発光層が形成されている。例えば、赤画素 P r には赤色光を発する発光層 4 2 が形成され、緑画素 P g には緑色光を発する発光層 4 2 が形成され、青画素 P b には青色光を発する発光層 4 2 が形成される。

40

【0017】

図 4 に示すように、有機層 4 0 は発光層 4 2 とアノード 2 との間に形成される正孔輸送層 4 1 を有している。言い換えれば、正孔輸送層 4 1 はアノード 2 の上側に形成され、発光層 4 2 は正孔輸送層 4 1 の上側に形成されている。正孔輸送層 4 1 はアノード 2 から供給される正孔を発光層 4 2 に輸送する。有機層 4 0 は正孔輸送層 4 1 とアノード 2 との間に正孔注入層を有してもよい。さらに有機層 4 0 は、発光層 4 2 とカソード 3 との間に電子輸送層 4 4 を有している。カソード 3 は電子輸送層 4 4 の上側に形成されている。電子輸送層 4 4 はカソード 3 から供給される電子を発光層 4 2 に輸送する。有機層 4 0 は電子輸送層 4 4 とカソード 3 との間に電子注入層を有してもよい。さらに、有機層 4 0 は電子輸送層 4 4 と発光層 4 2 との間に正孔ブロッキング層 4 3 を有している。正孔ブロッキン

50

グ層 4 3 は発光層 4 2 の上側に形成され、電子輸送層 4 4 は正孔ブロック層 4 3 の上側に形成されている。正孔ブロック層 4 3 はアノード 2 からカソード 3 に向かう正孔をブロックする。

【0018】

電子輸送層 4 4 は正孔ブロック層 4 3 側に負の固定電荷を蓄積する材料で形成されている。ここで固定電荷とは正孔ブロック層 4 3 側に移動しない電荷である。電子輸送層 4 4 は、具体的には配向分極を生じる材料を含んでおり、配向分極によって正孔ブロック層 4 3 側に負の固定電荷を蓄積する。配向分極はアノード 2 とカソード 3 との間に生じる電界によって、電子輸送層 4 4 の材料（分子）が持つ永久双極子の向きが揃うことによる分極である。例えば、カソード 3 とアノード 2 との間に電位差があるものの、カソード 3 から発光層 4 2 に電子が供給されていない状態において、電子輸送層 4 4 の材料（分子）が所定の方向に配向且つ分極をし、電子輸送層 4 4 の正孔ブロック層 4 3 側に、電子輸送層 4 4 の配向分極に起因する負の固定電荷が蓄積する。その後カソード 3 とアノード 2 との間の電位差が解消されたとしても、蓄積された固定電荷は電子輸送層 4 4 の正孔ブロック層 4 3 側に維持される。尚、カソード 3 とアノード 2 との間の電位差が解消されたときに、電子輸送層 4 4 の永久双極子の向きがランダムになり、蓄積された固定電荷が解消される場合もある。上述したように、有機層 4 0 は電子輸送層 4 4 と発光層 4 2 との間に正孔ブロック層 4 3 を有している。この構造によると、正孔ブロック層 4 3 の厚さを調整することによって、OLED 4 の閾値電圧を制御できる。

【0019】

図 5 A、図 5 B、図 6 A、及び図 6 B は電子輸送層 4 4 と正孔ブロック層 4 3 とによる閾値電圧制御の仕組みを説明するための図である。図 5 A 及び図 6 A は OLED 4 の積層構造を示す図である。図 5 A では、カソード 3 から発光層 4 2 への電子供給が開始する前の状態（初期状態）が模式的に示されている。図 6 A ではカソード 3 から発光層 4 2 への電子供給が開始している状態が模式的に示されている。図 5 B 及び図 6 B は OLED 4 を構成する層のエネルギーレベルの例が示されている。図 5 B では、図 5 A と同様に、カソード 3 から発光層 4 2 への電子供給が開始する前の状態（初期状態）が示されている。図 6 B では、図 6 A と同様に、カソード 3 から発光層 4 2 への電子供給が開始している状態が模式的に示されている。

【0020】

上述したように、電子輸送層 4 4 は配向分極を生じる材料で形成されている。そのため、カソード 3 とアノード 2 間に電圧が加えられると、図 5 A に示すようにカソード 3 から電子が供給されていない初期状態、すなわち、電圧が OLED 4 の閾値電圧よりも低い状態で、アノード 2 とカソード 3 間の電界に起因して電子輸送層 4 4 が配向分極を生じる。その結果、電子輸送層 4 4 の正孔ブロック層 4 3 側の界面に負の電荷が表れる。電子輸送層 4 4 に生じる負の電荷に起因して、図 5 B に示すように電子輸送層 4 4 の LUMO には電位勾配が生じる。この電位勾配のために、カソード 3 の電子は電子輸送層 4 4 を通らない。つまり、電流は OLED 4 を流れない。また、この状態では、図 5 A に示すように、アノード 2 は正孔輸送層 4 1 及び発光層 4 2 に正孔を供給される。電子輸送層 4 4 と発光層 4 2 との間には正孔ブロック層 4 3 が形成されている。図 5 B に示すように、正孔ブロック層 4 3 は発光層 4 2 の HOMO に比べて十分に低い HOMO を有している。そのため、発光層 4 2 に入った正孔は正孔ブロック層 4 3 に進むことができず、発光層 4 2 の正孔ブロック層 4 3 側の界面に留まる。

【0021】

アノード 2 とカソード 3 間の電位差が増すに従って、発光層 4 2 の正孔ブロック層 4 3 側の界面に留まる正の電荷量は増大する。図 6 A に示すように発光層 4 2 の正孔ブロック層 4 3 側の界面に留まる正の電荷量が電子輸送層 4 4 の配向分極による負の電荷量と等しくなると、図 6 B に示すように、電子輸送層 4 4 の LUMO の電位勾配が解消される。その結果、カソード 3 の電子は電子輸送層 4 4 及び正孔ブロック層 4 3 を通過し、発光層 4 2 に入る。そして、発光層 4 2 で正孔と電子との再結合が生じる。すなわち

、発光層 4 2 の発光が開始する。

【 0 0 2 2 】

図 6 A 及び図 6 B で示すようにカソード 3 から発光層 4 2 への電子供給が開始する時点で発光層 4 2 の界面に蓄積している正の電荷量を Q_h とするとき、 Q_h は次の式で表される（正の電荷量 Q_h は電子輸送層 4 4 の配向分極によって生じる負の電荷量と同じである）。

$$Q_h = C \cdot V$$

上の式において、 C は O L E D 4 の静電容量であり、 V は O L E D 4 に加えられる電圧である。静電容量 C は正孔ブロッキング層 4 3 の厚さに反比例する。したがって、正孔ブロッキング層 4 3 の厚さが増すに従って、電圧 V が増す。つまり、電子輸送層 4 4 の配向分極によって生じている負の電荷を打ち消すために必要な電圧（すなわち O L E D 4 の閾値電圧）は、正孔ブロッキング層 4 3 の厚さの増大にしたがって増す。

【 0 0 2 3 】

図 7 は O L E D 4 に加えられる電圧と O L E D 4 に流れる電流密度との関係（電流 - 電圧特性）を示す図である。この図において、横軸は電圧であり、縦軸は電流密度である。また、この図において、丸、三角、四角でそれぞれ示される 3 種類のマークは、正孔ブロッキング層の厚さが異なる 3 つの O L E D 4 についての電流 - 電圧特性をそれぞれ表している。丸マークは最も薄い正孔ブロッキング層 4 3 を有する O L E D 4 の特性を表し、四角マークは最も厚い正孔ブロッキング層 4 3 を有する O L E D 4 の特性を表している。この図で示されるように、O L E D 4 に電流が流れ始める閾値電圧 V_{th1} 、 V_{th2} 、 V_{th3} は正孔ブロッキング層 4 3 の厚さが増すに従って高くなっている。つまり、正孔ブロッキング層 4 3 の厚さを調整することによって、O L E D 4 の閾値電圧を制御できる。

【 0 0 2 4 】

電子輸送層 4 4 が含む材料、すなわち永久双極子を持つ分子が配向する材料としては、例えば、

T P B i : 1,3,5-tris(1-phenyl-1H-benzimidazol-2-yl)benzene や、

B C P : 2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline、

A l q 3 : tris-(8-hydroxyquinolate) aluminum、

O X D - 7 : 1,4,2 is[2-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazol-5-yl]benzene などを用いることができる。

【 0 0 2 5 】

正孔ブロッキング層 4 3 が含む材料としては、例えば、

P P T : 2,8-bis(diphenylphosphoryl)dibenzo[b,d]thiophene や、

D P E P O : bis(2-(diphenylphosphino)phenyl)ether oxide、

T A Z : 3-phenyl-4-(1'-naphthyl)-5-phenyl-1,2,4-triazole などを用いることができる。

【 0 0 2 6 】

正孔ブロッキング層 4 3 が含む材料は上の例に限られない。正孔ブロッキング層 4 3 の材料としては、高い電子移動度を有し且つ低い正孔移動度を有する材料が用いられてもよい。例えば、正孔ブロッキング層 4 3 の材料は、 $10^{-5} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子移動度を有し且つ $10^{-8} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以下の正孔移動度を有する材料が用いられてもよい。これに替えて、正孔ブロッキング層 4 3 の材料としては、高い電子移動度を有し且つ深い H O M O を有している材料が用いられてもよい。例えば、正孔ブロッキング層 4 3 の材料は $10^{-5} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子移動度を有し、且つ 6 . 5 e V より大きい H O M O (6 . 5 e V よりも深い H O M O) を有している材料が利用されてもよい。

【 0 0 2 7 】

図 4 に示すように、O L E D 4 は各画素に形成されている。有機層 4 0 は、各画素において、発光層 4 2、正孔ブロッキング層 4 3、及び電子輸送層 4 4 を有している。すなわち、有機層 4 0 は、色の異なる複数の画素（表示装置 1 の例では、赤画素 P r、緑画素 P g、青画素 P b）において、発光層 4 2、正孔ブロッキング層 4 3、及び電子輸送層 4 4

を有している。

【0028】

電子輸送層44は色の異なる複数の画素(表示装置1の例では、赤画素Pr、緑画素Pg、青画素Pb)に亘って形成されている。すなわち、電子輸送層44は複数の画素において共通している。また、正孔輸送層41も複数の画素に亘って形成されている。電子輸送層44や正孔輸送層41とは異なり、発光層42は画素の色に合わせて別個に形成されている。表示装置1の例では、赤画素Pr、緑画素Pg、及び青画素Pbに、赤色光を発する発光層42、緑色光を発する発光層42、青色光を発する発光層42がそれぞれ形成されている。また、正孔ブロッキング層43も色が異なる複数の画素に別個に形成されている。具体的には、正孔ブロッキング層43は、赤画素Pr、緑画素Pg、及び青画素Pbのそれぞれに別個に形成されている。

10

【0029】

互いに色が異なる複数の画素のうち一部の画素の正孔ブロッキング層43は、他の一部の画素の正孔ブロッキング層43よりも薄い。こうすることによって、発光層42の材料に起因してOLED4の閾値電圧に差が生じている場合に、その差を低減できる。表示装置1の例では、図4に示すように、青画素Pbの正孔ブロッキング層43は、緑画素Pg及び赤画素Prの正孔ブロッキング層43よりも薄い。言い換えれば、発光層42が発する光の波長が相対的に短い画素(表示装置1の例では、青画素Pb)では、発光層42が発する光の波長が相対的に長い画素(表示装置1の例では、赤画素Prや緑画素Pg)に比べて、正孔ブロッキング層43の厚さが薄い。

20

【0030】

一般的に、波長の短い光を発するOLEDの閾値電圧は、波長の長い光を発するOLEDの閾値電圧よりも高くなる傾向にある。例えば、青色光を発するOLEDの閾値電圧は、緑色光や赤色光を発するOLEDの閾値電圧よりも高い傾向がある。表示装置1の例では、青画素Pbでの正孔ブロッキング層43の厚さは、他の色の画素での正孔ブロッキング層43の厚さよりも小さい。これによって、青画素のOLED4の閾値電圧と他の色のOLED4との閾値電圧との差を低減できる。

【0031】

なお、正孔ブロッキング層43がないと仮定した場合、青画素PbのOLED4が有する閾値電圧(言い換えれば、内蔵電位)は、他の画素Pr、PgのOLED4が有する閾値電圧よりも高い。つまり、表示装置1の例では、もともと閾値電圧が高いOLED4には相対的に薄い正孔ブロッキング層43が設けられ、もともと閾値電圧が低いOLED4では厚い正孔ブロッキング層43が設けられている。こうすることによって、もともとあった画素間の閾値電圧の差を、正孔ブロッキング層43によって低減できる。なお、相対的に薄い正孔ブロッキング層43が設けられる画素は必ずしも青画素Pbでなくてもよい。つまり、2つの画素のうち一方の画素の閾値電圧が他方の画素の閾値電圧よりも高い場合には、この一方の画素に相対的に薄い正孔ブロッキング層43が設けられ、他方の画素に相対的に厚い正孔ブロッキング層43が設けられてもよい。

30

【0032】

図8はOLED4に加えられる電圧とOLED4に流れる電流密度との関係(電流-電圧特性)を示す図である。この図において、実線Lr2、Lb2はそれぞれ赤画素Pr及び青画素Pbでの電流-電圧特性を示す線を示している(以下では、この線を電流-電圧特性線と称する)。また、破線Lr1、Lb1は、赤画素Prと青画素Pbとにおいて正孔ブロッキング層43が設けられていないと仮定した場合に得られる電流-電圧特性を示している。緑画素Pgについての電流-電圧特性線は図8において省略されている。

40

【0033】

表示装置1では、有機層40は、赤画素Prと青画素Pbの双方において電子輸送層44と正孔ブロッキング層43とを有している。そのため、この2つの画素の電流-電圧特性線Lr1、Lb1は、正孔ブロッキング層43を設けることによって高電圧側にシフトしている。すなわち、電流-電圧特性線Lr1、Lb1は、正孔ブロッキング層43を設

50

けることによって電流 - 電圧特性線 $L_r 2$ 、 $L_b 2$ に変化している。

【0034】

上述したように、表示装置 1 の例では、赤画素 P_r の正孔ブロッキング層 43 は青画素 P_b の正孔ブロッキング層 43 よりも厚い。そのため、赤画素 P_r についての電流 - 電圧特性線 $L_r 1$ は、青画素 P_b についての電流 - 電圧特性線 $L_b 1$ よりも大きくシフトしている。そして、2つの画素の閾値電圧の差は正孔ブロッキング層 43 を設けることによって小さくなっている（図 8 において $V_r 1$ 、 $V_b 1$ はそれぞれ、正孔ブロッキング層 43 が存在しない場合の赤画素 P_r の閾値電圧、青画素 P_b の閾値電圧である。また、 $V_r 2$ 、 $V_b 2$ はそれぞれ、正孔ブロッキング層 43 が形成されている場合の赤画素 P_r の閾値電圧、青画素 P_b の閾値電圧である）。

10

【0035】

図 4 に示すように、表示装置 1 の例では、赤画素 P_r に設けられている正孔ブロッキング層 43 と緑画素 P_g に設けられている正孔ブロッキング層 43 は実質的に同じ厚さを有している。つまり、表示装置 1 の例では、色が異なる 3つの画素のうち、2つの画素の正孔ブロッキング層 43 は同じ厚さを有し、1つの画素だけが相対的に薄い正孔ブロッキング層 43 を有している。したがって、正孔ブロッキング層 43 は赤画素 P_r と緑画素 P_g とに亘って形成されてもよい。こうすることによって、表示装置 1 の製造工程を低減できる。表示装置 1 の例に替えて、緑画素 P_g の正孔ブロッキング層 43 は、赤画素 P_r の正孔ブロッキング層 43 よりも薄くてもよい。すなわち、正孔ブロッキング層 43 の厚さは、色が異なる 3つの画素において、互いに異なってもよい。

20

【0036】

以上説明したように、表示装置 1 では、電子輸送層 44 は正孔ブロッキング層 43 側に負の固定電荷を蓄積する材料で形成されている。また、電子輸送層 44 と発光層 42 との間には正孔ブロッキング層 43 が形成されている。この構造によると、正孔ブロッキング層 43 の厚さを調整することによって、OLED 4 の閾値電圧を制御できる。

【0037】

なお、本発明は以上説明した実施形態に限られず、種々の変更がなされてよい。

正孔ブロッキング層 43 は必ずしも全ての画素に形成されていなくてもよい。例えば、閾値電圧がもともと高い画素や、相対的に波長の短い光を発する画素（具体的には、青画素 P_b ）には、必ずしも正孔ブロッキング層 43 は形成されていなくてもよい。そして、他の色の画素にだけ正孔ブロッキング層 43 が形成されてもよい。

30

【0038】

また、正孔輸送層に配向分極材料を使用し、正孔輸送層と発光層との間に電子ブロッキング層を配置し、正孔輸送層電子ブロッキング層側に正の固定電荷を蓄積させる構造にしてもよい。この構造においても、上記の実施形態と同様に、電子ブロッキング層の厚さを調整することで閾電圧の制御が可能である。

【0039】

OLED 4 はマルチフォトエミッション素子でもよい。すなわち、有機層 40 は各画素に複数の発光層 42 を有してもよい。そして、隣接する 2つの発光層 42 の間に電荷発生層が形成されてもよい。この場合でも、正孔ブロッキング層 43 と電子輸送層 44 とによって各 OLED 4 の閾値電圧を制御できる。

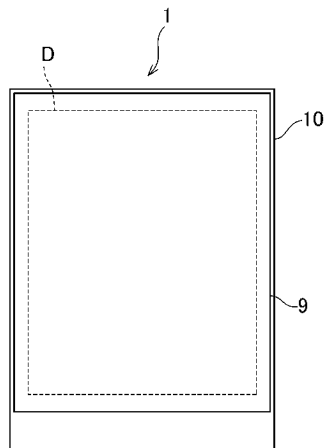
40

【符号の説明】

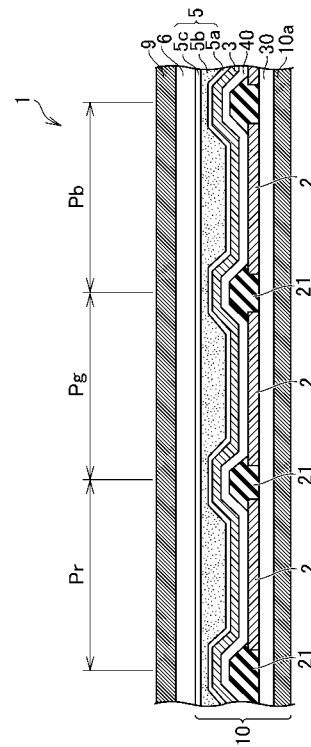
【0040】

1 表示装置、2 アノード、3 カソード、4 有機発光ダイオード（OLED）、5 バリア層、6 充填材、9 対向基板、10 TFT基板、10a 基材、21 バンク層、30 回路層、31B 走査信号線、31C 映像信号線、31D 駆動電源線、31a スwitchング TFT、31b 駆動 TFT、31c キャパシタ、40 有機層、41 正孔輸送層、42 発光層、43 正孔ブロッキング層、44 電子輸送層、 P_b 青画素、 P_g 緑画素、 P_r 赤画素。

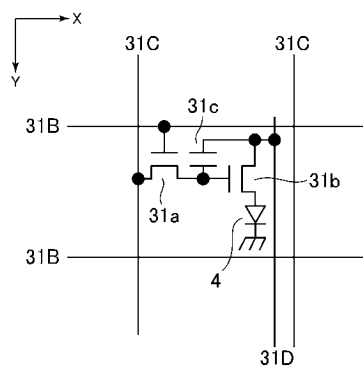
【図 1】



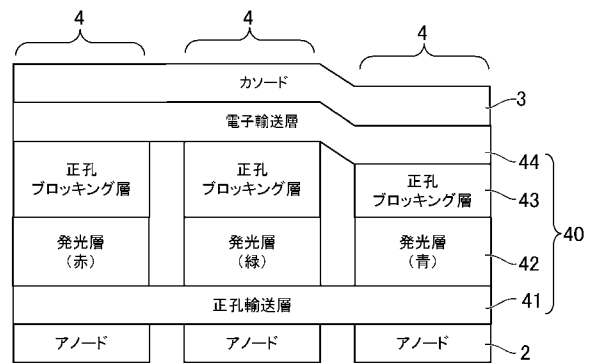
【図 2】



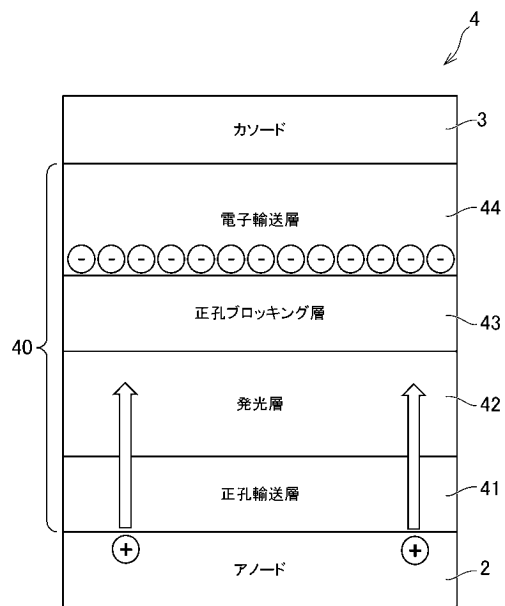
【図 3】



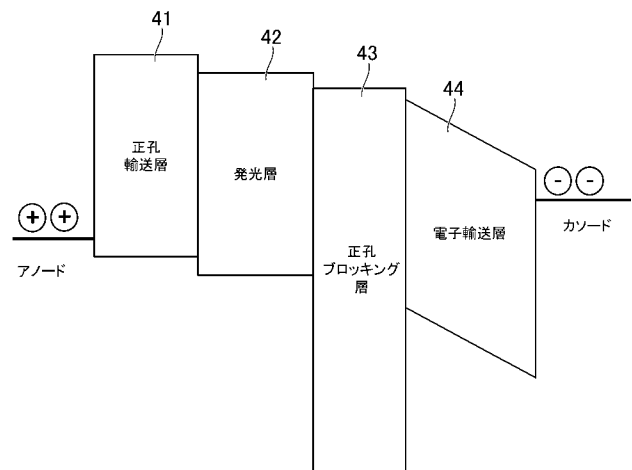
【図 4】



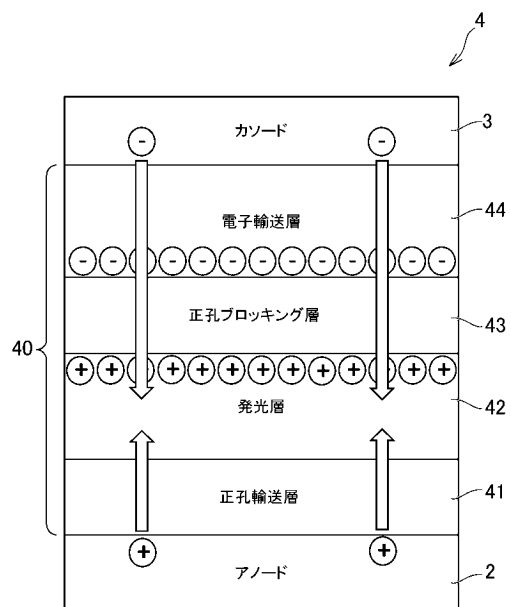
【図 5 A】



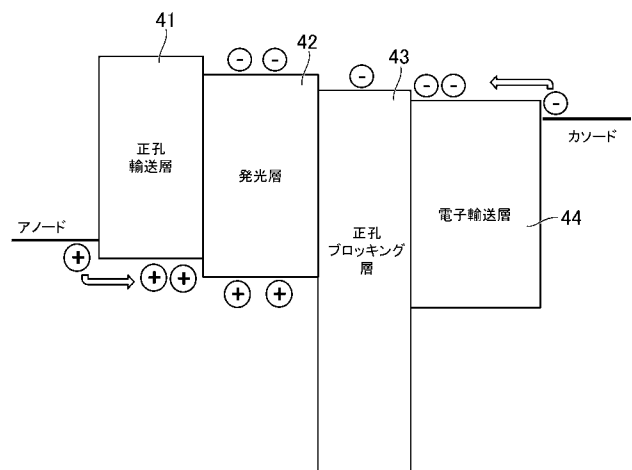
【図 5 B】



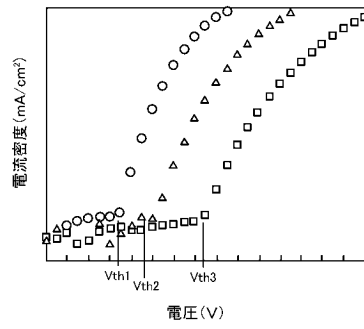
【図 6 A】



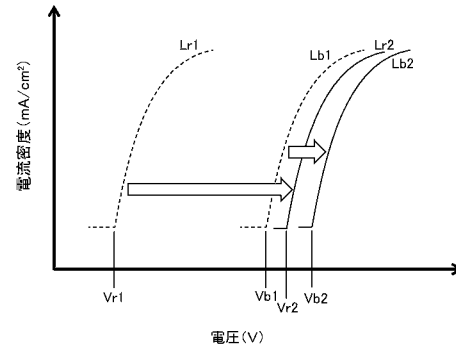
【図 6 B】



【図 7】



【図 8】



专利名称(译)	表示装置		
公开(公告)号	JP2018037570A	公开(公告)日	2018-03-08
申请号	JP2016170732	申请日	2016-09-01
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日本显示器		
申请(专利权)人(译)	有限公司日本显示器		
[标]发明人	田中有弥		
发明人	田中 有弥		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/12		
FI分类号	H05B33/22.B H05B33/14.A H05B33/12.B H01L27/32		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC08 3K107/CC09 3K107/CC33 3K107/DD75 3K107/DD78 3K107/DD80 3K107/FF04 3K107/FF13 3K107/FF15		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了一种能够控制在每个像素中提供的OLED的阈值电压的显示装置。电子传输层由在空穴阻挡层43侧积累负固定电荷的材料形成。在电子传输层44和发光层42之间形成空穴阻挡层43。当由空穴阻挡层43阻挡的空穴引起的正电荷和负固定电荷相互抵消时，开始向OLED供应电流。

