

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02015/141143

発行日 平成29年4月6日 (2017.4.6)

(43) 国際公開日 平成27年9月24日 (2015.9.24)

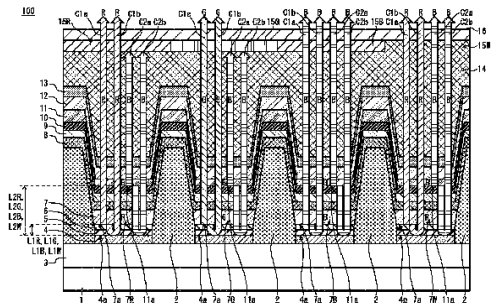
(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/12 (2006.01)	H05B 33/12 C	2H148
H05B 33/22 (2006.01)	H05B 33/12 B	3K107
H05B 33/26 (2006.01)	H05B 33/22 Z	
H05B 33/28 (2006.01)	H05B 33/26 Z	
H05B 33/24 (2006.01)	H05B 33/28	
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 37 頁) 最終頁に続く		

出願番号	特願2016-508489 (P2016-508489)	(71) 出願人	514188173 株式会社 J O L E D 東京都千代田区神田錦町三丁目23番地
(21) 国際出願番号	PCT/JP2015/000924	(74) 代理人	110001900 特許業務法人 ナカジマ知的財産総合事務所
(22) 国際出願日	平成27年2月24日 (2015.2.24)	(72) 発明者	松末 哲征 東京都千代田区神田錦町三丁目23番地 株式会社 J O L E D 内
(31) 優先権主張番号	特願2014-59041 (P2014-59041)	(72) 発明者	米田 和弘 東京都千代田区神田錦町三丁目23番地 株式会社 J O L E D 内
(32) 優先日	平成26年3月20日 (2014.3.20)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 有機E L表示パネル、それを備えた表示装置および有機E L表示パネルの製造方法

(57) 【要約】

有機E L表示パネルは、光反射性電極と第1赤色発光層と緑色発光層と第1青色発光層と第2赤色発光層と電荷発生層と第2青色発光層と光透過性電極とを備える。赤色及び白色サブ画素領域内において、第1の光学長が20nm以上50nm以下であり、第2の光学長が210nm以上230nm以下である。緑色サブ画素領域内において、第1の光学長が20nm以上50nm以下であり、第2の光学長が240nm以上295nm以下である。青色サブ画素領域内において、第1の光学長が20nm以上60nm以下であり、第2の光学長が、195nm以上205nm以下である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、

前記基板の上方に配され、赤色と緑色と青色と白色の各サブ画素領域を規定する複数の隔壁と、

前記赤色と前記緑色と前記青色と前記白色の各サブ画素領域内において前記基板の上方に配された、光反射面を有する複数の光反射性電極と、

前記赤色のサブ画素領域内において前記光反射性電極の上方に配され、赤色波長域に発光ピークを有する材料からなり前記光反射性電極の前記光反射面に面する発光面を有する第 1 赤色発光層を含む第 1 赤色発光ユニットと、

前記緑色のサブ画素領域内において前記光反射性電極の上方に配され、緑色波長域に発光ピークを有する材料からなり前記光反射性電極の前記光反射面に面する発光面を有する緑色発光層を含む第 1 緑色発光ユニットと、

前記青色のサブ画素領域内において前記光反射性電極の上方に配され、青色波長域に発光ピークを有する材料からなり前記光反射性電極の前記光反射面に面する発光面を有する第 1 青色発光層を含む第 1 青色発光ユニットと、

前記白色のサブ画素領域内において前記光反射性電極の上方に配され、赤色波長域に発光ピークを有する材料からなり前記光反射性電極の前記光反射面に面する発光面を有する第 2 赤色発光層を含む第 2 赤色発光ユニットと、

前記赤色と前記緑色と前記青色と前記白色の各サブ画素領域内において前記第 1 赤色発光ユニットと前記第 1 緑色発光ユニットと前記第 1 青色発光ユニットと前記第 2 赤色発光ユニットの上方に配された電荷発生層と、

前記赤色と前記緑色と前記青色と前記白色の各サブ画素領域内において前記電荷発生層の上方に配され、青色波長域に発光ピークを有する材料からなり前記光反射性電極の前記光反射面に面する発光面を有する第 2 青色発光層を含む第 2 青色発光ユニットと、

前記赤色と前記緑色と前記青色と前記白色の各サブ画素領域内において前記第 2 青色発光ユニットの上方に配された光透過性電極と、

前記赤色のサブ画素領域内の前記光透過性電極の上方に配された赤色フィルタと、前記緑色のサブ画素領域内の前記光透過性電極の上方に配された緑色フィルタと、前記青色のサブ画素領域内の前記光透過性電極の上方に配された青色フィルタとを含むカラーフィルタ層と、を備え、

前記赤色サブ画素領域内において、前記第 1 赤色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、 20 nm 以上 50 nm 以下であり、

前記緑色サブ画素領域内において、前記緑色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、 20 nm 以上 50 nm 以下であり、

前記青色サブ画素領域内において、前記第 1 青色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、 20 nm 以上 60 nm 以下であり、

前記白色サブ画素領域内において、前記第 2 赤色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、 20 nm 以上 50 nm 以下であり、

前記赤色サブ画素領域内において、前記第 2 青色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、 210 nm 以上 230 nm 以下であり、

前記緑色サブ画素領域内において、前記第 2 青色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、 240 nm 以上 295 nm 以下であり、

前記青色サブ画素領域内において、前記第 2 青色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、 195 nm 以上 205 nm 以下であり、

前記白色サブ画素領域内において、前記第 2 青色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、 210 nm 以上 230 nm 以下である、

有機 EL 表示パネル。

【請求項 2】

前記白色サブ画素領域内において、前記第 2 赤色発光層から出射される赤色光と前記第

10

20

30

40

50

2 青色発光層から出射される青色光との混合光をCIE色度で表したとき、 x 値が0.25以上0.45以下であり、 y 値が0.25以上0.45以下であり、 x 値と y 値との差の絶対値が0以上0.05以下である、

請求項1に記載の有機EL表示パネル。

【請求項3】

前記赤色サブ画素領域内における前記第2青色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、前記白色サブ画素領域内における前記第2青色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長と異なる、

請求項1または2に記載の有機EL表示パネル。

【請求項4】

前記赤色サブ画素領域内における前記第2青色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、前記白色サブ画素領域内における前記第2青色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長と同一である、

請求項1または2に記載の有機EL表示パネル。

【請求項5】

前記第1赤色発光層、前記緑色発光層、前記第1青色発光層、及び前記第2赤色発光層の何れかが、高分子材料からなる、

請求項1から4の何れかに記載の有機EL表示パネル。

【請求項6】

前記第2青色発光層が、低分子材料からなる、

請求項1から5の何れかに記載の有機EL表示パネル。

【請求項7】

基板と、

前記基板の上方に配され、赤色と緑色と青色と白色の各サブ画素領域を規定する複数の隔壁と、

前記赤色と前記緑色と前記青色と前記白色の各サブ画素領域内において前記基板の上方に配された複数の光透過性電極と、

前記赤色のサブ画素領域内において前記光透過性電極の上方に配され、赤色波長域に発光ピークを有する材料からなり前記光透過性電極に面する発光面を有する第1赤色発光層を含む第1赤色発光ユニットと、

前記緑色のサブ画素領域内において前記光透過性電極の上方に配され、緑色波長域に発光ピークを有する材料からなり前記光透過性電極に面する発光面を有する緑色発光層を含む第1緑色発光ユニットと、

前記青色のサブ画素領域内において前記光透過性電極の上方に配され、青色波長域に発光ピークを有する材料からなり前記光透過性電極に面する発光面を有する第1青色発光層を含む第1青色発光ユニットと、

前記白色のサブ画素領域内において前記光透過性電極の上方に配され、赤色波長域に発光ピークを有する材料からなり前記光透過性電極に面する発光面を有する第2赤色発光層を含む第2赤色発光ユニットと、

前記赤色と前記緑色と前記青色と前記白色の各サブ画素領域内において前記第1赤色発光ユニットと前記第1緑色発光ユニットと前記第1青色発光ユニットと前記第2赤色発光ユニットの上方に配された電荷発生層と、

前記赤色と前記緑色と前記青色と前記白色の各サブ画素領域内において前記電荷発生層の上方に配され、青色波長域に発光ピークを有する材料からなり前記光透過性電極に面する発光面を有する第2青色発光層を含む第2青色発光ユニットと、

前記赤色と前記緑色と前記青色と前記白色の各サブ画素領域内において前記第2青色発光ユニットの上方に配され、光反射面を有する光反射性電極と、

前記赤色のサブ画素領域内の前記光透過性電極の下方に配された赤色フィルタと、前記緑色のサブ画素領域内の前記光透過性電極の下方に配された緑色フィルタと、前記青色のサブ画素領域内の前記光透過性電極の下方に配された青色フィルタとを含むカラーフィル

10

20

30

40

50

タ層と、を備え、

前記赤色のサブ画素領域内において、前記第 1 赤色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、255 nm 以上 300 nm 以下であり、

前記緑色のサブ画素領域内において、前記緑色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、250 nm 以上 300 nm 以下であり、

前記青色サブ画素領域内において、前記第 1 青色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、210 nm 以上 220 nm 以下であり、

前記白色サブ画素領域内において、前記第 2 赤色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、255 nm 以上 270 nm 以下であり、

前記赤色と前記緑色と前記青色と前記白色の各サブ画素領域内において、前記第 2 青色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、60 nm 以上 75 nm 以下である、

有機 EL 表示パネル。

【請求項 8】

前記白色サブ画素領域内において、前記第 2 赤色発光層から出射される赤色光と前記第 2 青色発光層から出射される青色光との混合光を CIE 色度で表したとき、x 値が 0.25 以上 0.45 以下であり、y 値が 0.25 以上 0.45 以下であり、x 値と y 値との差の絶対値が 0 以上 0.05 以下である、

請求項 7 に記載の有機 EL 表示パネル。

【請求項 9】

前記赤色サブ画素領域内における前記第 1 赤色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、前記白色サブ画素領域内における前記第 2 赤色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長と異なる、

請求項 7 または 8 に記載の有機 EL 表示パネル。

【請求項 10】

前記赤色サブ画素領域内における前記第 1 赤色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、前記白色サブ画素領域内における前記第 2 赤色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長と同一である、

請求項 7 または 8 に記載の有機 EL 表示パネル。

【請求項 11】

前記第 1 赤色発光層、前記緑色発光層、前記第 1 青色発光層及び前記第 2 赤色発光層の何れかが、高分子材料からなる、

請求項 7 から 10 の何れかに記載の有機 EL 表示パネル。

【請求項 12】

前記第 2 青色発光層が、低分子材料からなる、

請求項 7 から 11 の何れかに記載の有機 EL 表示パネル。

【請求項 13】

請求項 1 または 7 に記載の有機 EL 表示パネルと、前記有機 EL 表示パネルを駆動する駆動制御回路とを備える表示装置。

【請求項 14】

請求項 1 または 7 に記載の有機 EL 表示パネルの製造方法であって、

前記第 1 赤色発光層、前記緑色発光層、前記第 1 青色発光層及び前記第 2 赤色発光層を湿式法で形成し、

前記第 2 青色発光層を真空蒸着法またはスパッタ法で形成する、

有機 EL 表示パネルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、タンデム構造の有機 EL 素子を備えた有機 EL 表示パネル、それを備えた表示装置および有機 EL 表示パネルの製造方法に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルテレビ等の表示装置に用いられる表示パネルとして、基板上に有機EL (ElectroLuminescence) 素子を行列方向に複数配列し有機材料の電界発光現象を利用した有機EL表示パネルが実用化されている。

【0003】

この有機EL表示パネルの構成として、基板の上にTFT (Thin Film Transistor) 駆動回路が設けられ、そのTFT駆動回路の上に絶縁層が設けられ、さらに複数の有機EL素子が配列されてなるものが一般的に知られている。有機EL素子は、一対の電極 (陽極および陰極) 間に、少なくとも発光層が挟まれた構成を有している。そして、有機EL素子は、多くの場合、陽極と発光層の間に正孔注入層や正孔輸送層等が挟まれており、陰極と発光層の間に電子注入層や電子輸送層等が挟まれている。正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層は、それぞれ、電荷の注入、電荷の輸送などの固有の機能を果たす。本文中では、これらの層を総称して「機能層」と称する。このような有機EL素子は、電流駆動型の発光素子であって、駆動時には、陽極と陰極との間に電圧が印加され、発光層に注入される正孔と電子が再結合するのに伴って発光する。

10

【0004】

有機EL表示パネルにおいては、このような有機EL素子が、赤色、緑色、青色の各色のサブ画素を形成し、隣り合う赤色、緑色、青色のサブ画素の組み合わせで一画素が形成されている。このような有機EL表示パネルでは、消費電力低減や長寿命化などの観点から、赤色、緑色、青色の各色の有機EL素子の発光効率および寿命特性を向上させることが重要である。この赤色、緑色、青色の各色の有機EL素子の中では青色有機EL素子の寿命が最も短い傾向があり、青色有機EL素子の長寿命化が表示装置の長寿命化に向けた課題となっていた。

20

【0005】

そこで、特許文献1、2、3では、発光層を含む発光ユニット (従来の有機EL素子を構成する要素のうち、陰極と陽極を除いた構成要素) を複数スタックした有機EL素子構造 (マルチフォトン構造、タンデム構造、スタック構造と呼ばれる場合があるが、本文中はタンデム構造と表現する) を採用することにより、有機EL素子の長寿命化を実現している。タンデム構造は、複数の発光ユニットが電荷発生層を介して積層された構成となっている (各ユニットを接続する部分は、電荷発生層、中間層、中間導電層、コネクタ等と呼ばれる場合があるが、本文中は電荷発生層と表現する)。この電荷発生層は、上下の発光ユニットに電荷を供給するため、タンデム構造では複数の発光ユニットから発光を得ることができる。その結果、タンデム構造を有する有機EL素子からの発光は、複数の発光ユニットからの発光の足し合わせとなるため、所望の輝度を得るために必要な電流が小さくなり、電流駆動型である有機EL素子の寿命を伸ばすことができる。

30

【0006】

タンデム構造を有機EL表示パネルに適応するためには、赤色、緑色、青色の各サブ画素にどのような発光色の発光ユニットをどのように積層するのが重要になってくる。

【0007】

40

有機発光材料からなる発光層および機能層を製膜する手法としては、抵抗加熱方式などの真空蒸着法と、塗布法や印刷法などの湿式法とがある。真空蒸着法で各サブ画素に異なる発光層や機能層を製膜する場合、サブ画素領域のみ開口した精密なシャドウマスクを用いるのが一般的である。この場合、シャドウマスクの開口以外のマスク全体に発光層や機能層を構成する材料が付着してしまうため、材料損失が大きく製造コストアップの要因となる。また、精密なシャドウマスクの開口をサブ画素に高精度に位置合わせすることも生産効率を低下させる要因となり、特に大型の有機EL表示パネルを生産する場合にシャドウマスクとサブ画素との位置合わせは非常に困難となる。

【0008】

そこで、有機EL表示パネルの大型化や製造コストの観点から低分子系または、高分子

50

系の有機材料を溶媒に溶解または分散させ、湿式法により有機発光材料からなる発光層及び機能層を製膜する研究が盛んに行われている。しかしながら、湿式法を用いて形成された有機ＥＬ素子は、真空蒸着法を用いて形成された有機ＥＬ素子よりも寿命が短いという問題がある。

【０００９】

特許文献４では、湿式法と真空蒸着法とを組み合わせることにより、有機ＥＬ表示パネルにおいて、青色サブ画素のみ青色の発光ユニットを積層したタンデム構造が開示されている。その結果、青色有機ＥＬ素子の長寿命化と生産性の向上および製造コストの削減を実現している。具体的には、湿式法により赤色発光層を含む第１赤色発光ユニット、緑色発光層を含む第１緑色発光ユニット、及び第１青色発光層を含む第１青色発光ユニットを形成した後、青色サブ画素領域にのみ、真空蒸着法により電荷発生層を形成する。その後、赤色サブ画素に形成されている第１赤色発光ユニットと緑色サブ画素に形成されている第１緑色発光ユニットおよび青色サブ画素に形成されている電荷発生層を覆うように、真空蒸着法により第２青色発光層を含む第２青色発光ユニットを形成する。この場合、第１赤色発光ユニットと第２青色発光ユニットの間に電荷発生層が無く、第２青色発光ユニットは電子輸送機能のみを発揮するため、第２青色発光ユニットからの発光は得られない。緑色サブ画素についても同様である。この構成により、同文献には、青色有機ＥＬ素子の長寿命化、製造設備のコストの削減、生産性向上を実現することができると記載されている。

10

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【００１０】

【特許文献１】特許３８８４５６５号

【特許文献２】特許４５７００１４号

【特許文献３】特許３９３３５９１号

【特許文献４】特開２０１３－７３７５９号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１１】

しかしながら、青色サブ画素のみに電荷発生層を形成するには精密なシャドウマスクを用いる必要があり、更なる生産性の向上が望まれる。さらに、赤色、緑色サブ画素において、発光機能を有する第２青色発光ユニットが電子輸送機能のみを発揮しており、赤色および緑色有機ＥＬ素子における駆動電圧の増大も懸念される。

30

【００１２】

本発明は、前記の事情に鑑みてなされたものであり、青色有機ＥＬ素子の寿命を改善し、製造コスト、生産性に優れた有機ＥＬ表示パネル、それを用いた表示装置および有機ＥＬ表示パネルの製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１３】

本発明の一態様に係る有機ＥＬ表示パネルは、基板と、前記基板の上方に配され、赤色と緑色と青色と白色の各サブ画素領域を規定する複数の隔壁と、前記赤色と前記緑色と前記青色と前記白色の各サブ画素領域内において前記基板の上方に配された、光反射面を有する複数の光反射性電極と、前記赤色のサブ画素領域内において前記光反射性電極の上方に配され、赤色波長域に発光ピークを有する材料からなり前記光反射性電極の前記光反射面に面する発光面を有する第１赤色発光層を含む第１赤色発光ユニットと、前記緑色のサブ画素領域内において前記光反射性電極の上方に配され、緑色波長域に発光ピークを有する材料からなり前記光反射性電極の前記光反射面に面する発光面を有する緑色発光層を含む第１緑色発光ユニットと、前記青色のサブ画素領域内において前記光反射性電極の上方に配され、青色波長域に発光ピークを有する材料からなり前記光反射性電極の前記光反射面に面する発光面を有する第１青色発光層を含む第１青色発光ユニットと、前記白色のサ

40

50

ブ画素領域内において前記光反射性電極の上方に配され、赤色波長域に発光ピークを有する材料からなり前記光反射性電極の前記光反射面に面する発光面を有する第2赤色発光層を含む第2赤色発光ユニットと、前記赤色と前記緑色と前記青色と前記白色の各サブ画素領域内において前記第1赤色発光ユニットと前記第1緑色発光ユニットと前記第1青色発光ユニットと前記第2赤色発光ユニットの上方に配された電荷発生層と、前記赤色と前記緑色と前記青色と前記白色の各サブ画素領域内において前記電荷発生層の上方に配され、青色波長域に発光ピークを有する材料からなり前記光反射性電極の前記光反射面に面する発光面を有する第2青色発光層を含む第2青色発光ユニットと、前記赤色と前記緑色と前記青色と前記白色の各サブ画素領域内において前記第2青色発光ユニットの上方に配された光透過性電極と、前記赤色のサブ画素領域内の前記光透過性電極の上方に配された赤色フィルタと、前記緑色のサブ画素領域内の前記光透過性電極の上方に配された緑色フィルタと、前記青色のサブ画素領域内の前記光透過性電極の上方に配された青色フィルタとを含むカラーフィルタ層と、を備え、前記赤色サブ画素領域内において、前記第1赤色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、20nm以上50nm以下であり、前記緑色サブ画素領域内において、前記緑色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、20nm以上50nm以下であり、前記青色サブ画素領域内において、前記第1青色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、20nm以上60nm以下であり、前記白色サブ画素領域内において、前記第2赤色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、20nm以上50nm以下であり、前記赤色サブ画素領域内において、前記第2青色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、210nm以上230nm以下であり、前記緑色サブ画素領域内において、前記第2青色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、240nm以上295nm以下であり、前記青色サブ画素領域内において、前記第2青色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、195nm以上205nm以下であり、前記白色サブ画素領域内において、前記第2青色発光層の前記発光面と前記光反射性電極の前記光反射面との間の光学長が、210nm以上230nm以下である。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0014】

本発明の一態様に係る有機EL表示パネルにおいては、赤色サブ画素領域、緑色サブ画素領域、青色サブ画素領域及び白色サブ画素領域の各々に電荷発生層が存在する。そのため、精密なシャドウマスクを用いなくても電荷発生層を形成することができる。従って、製造コスト、生産性を更に向上することができる。

【0015】

また、青色サブ画素領域内の各光学長が上記範囲内にあるので、青色サブ画素領域内の第1青色発光層と第2青色発光層の両方から出射された青色光を効率良く外部に取り出すことができる。従って、所望の輝度を得るために必要な電流が小さくなるため、電流駆動型である有機EL素子の寿命を延ばすことができる。

【0016】

また、赤色サブ画素領域内の各光学長が上記範囲内にあるので、赤色サブ画素領域内の第1赤色発光層から出射された赤色光の光取り出し効率を向上させつつ、第2青色発光層から出射された青色光の光取り出し効率を抑制することができる。赤色サブ画素領域内では不要な青色光の光取り出し効率が抑制されるので、赤色の色純度の低下を抑制することができる。

【0017】

また、緑色サブ画素領域内の各光学長が上記範囲内にあるので、緑色サブ画素領域内の緑色発光層から出射された緑色光の光取り出し効率を向上させつつ、第2青色発光層から出射された青色光の光取り出し効率を抑制することができる。緑色サブ画素領域内では不要な青色光の光取り出し効率が抑制されるので、緑色の色純度の低下を抑制することができる。

【 0 0 1 8 】

また、白色サブ画素領域内の各光学長が上記範囲内にあるので、白色サブ画素領域内の第 2 赤色発光層から出射される赤色光と第 2 青色発光層から出射される青色光の混合光の光取り出し効率を向上させつつ、混合光の色度を白色に近づけることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る有機 E L 表示パネルの 1 画素を拡大した断面図

【図 2】本発明の第 1 実施形態の各有機 E L 素子の出射光の光路を示す図

【図 3】(a) から (c) は、第 1 の光学長に対する有機 E L 素子の光取出し効率と有機 E L 素子の発光色の色度の変化を示す図

10

【図 4】(a) から (d) は、第 2 の光学長に対する有機 E L 素子の光取出し効率と有機 E L 素子の発光色の色度の変化を示す図

【図 5】赤色サブ画素に関して、さらに詳細なシミュレーションの結果を示す図

【図 6】青色サブ画素に関して、さらに詳細なシミュレーションの結果を示す図

【図 7】白色サブ画素領域内の有機 E L 素子の発光スペクトルを示す図

【図 8】(a) から (e) は、本発明の第 1 実施形態に係る有機 E L 表示パネルの製造方法を説明するための図

【図 9】本発明の第 2 実施形態に係る有機 E L 表示パネルの 1 画素を拡大した断面図

【図 1 0】本発明の第 2 実施形態の各有機 E L 素子の出射光の光路を示す図

【図 1 1】第 2 の光学長に対する有機 E L 素子の光取出し効率と有機 E L 素子の発光色の色度の変化を示す図

20

【図 1 2】(a) から (d) は、第 1 の光学長に対する有機 E L 素子の光取出し効率と有機 E L 素子の発光色の色度の変化を示す図

【図 1 3】(a) は第 1 の光学長が 2 1 0 n m の場合の発光スペクトルを示す図であり、(b) は第 1 の光学長が 2 9 0 n m の場合の発光スペクトルを示す図

【図 1 4】赤色サブ画素に関して、さらに詳細なシミュレーションの結果を示す図

【図 1 5】青色サブ画素に関して、さらに詳細なシミュレーションの結果を示す図

【図 1 6】白色サブ画素領域内の有機 E L 素子の発光スペクトルを示す図

【図 1 7】表示装置の外観図

【図 1 8】表示装置の内部構成を示すブロック図

30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 0 】

以下、具体例を示し、構成および作用・効果を説明する。

【 0 0 2 1 】

なお、以下の説明で用いる実施形態は、本発明の一態様に係る構成および作用・効果を分かりやすく説明するために用いる例示であって、本発明は、その本質的部分以外に何ら以下の形態に限定を受けるものではない。

【 0 0 2 2 】

実施形態

[1 . 有機 E L 表示パネルの構成 (トップエミッション)]

40

本発明の第 1 実施形態に係る有機 E L 表示パネルの構成について、図 1 を用いて説明する。図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る有機 E L 表示パネルの 1 画素を拡大した断面図である。本実施形態においては、有機 E L 表示パネル 1 0 0 は、図 1 における紙面上側を表示面とする、いわゆるトップエミッション型である。

【 0 0 2 3 】

有機 E L 表示パネル 1 0 0 は、第 1 基板 1、隔壁 2、絶縁層 3、光反射性電極 4、第 1 正孔注入層 5、第 1 正孔輸送層 6、第 1 赤色発光層 7 R、緑色発光層 7 G、第 1 青色発光層 7 B、第 2 赤色発光層 7 W、第 1 電子輸送層 8、電荷発生層 9、第 2 正孔輸送層 1 0、第 2 青色発光層 1 1、第 2 電子輸送層 1 2、光透過性電極 1 3、保護層 1 4、カラーフィルタ層 1 5、及び第 2 基板 1 6 を備える。

50

【 0 0 2 4 】

第 1 基板 1 は、例えば、電気絶縁性の基材と、基材上に配された T F T 層とを含む T F T 基板である。T F T 層は、複数の T F T 駆動回路と、各 T F T 駆動回路に外部から電力を供給するための複数の配線とを含む。

【 0 0 2 5 】

絶縁層 3 は、第 1 基板 1 上に配されている。絶縁層 3 の上面は、平坦化されている。

【 0 0 2 6 】

隔壁 2 は、絶縁層 3 上に互いに離間して複数配されている。隔壁 2 は、赤色サブ画素領域 2 R、緑色サブ画素領域 2 G、青色サブ画素領域 2 B、及び白色サブ画素領域 2 W の各々を規定している。

10

【 0 0 2 7 】

光反射性電極 4 は、絶縁層 3 上に互いに離間して複数配されている。絶縁層 3 は、複数のコンタクトホールを有する（不図示）。各コンタクトホールには配線が埋設されている（不図示）。各光反射性電極 4 は、各コンタクトホールに埋設された配線を通じて第 1 基板 1 内の T F T 駆動回路の何れかに電氣的に接続されている。本実施形態では、光反射性電極 4 は、第 1 正孔注入層 5 に正孔を供給する陽極として機能する。

【 0 0 2 8 】

赤色サブ画素領域 2 R の内部には、光反射性電極 4 上に、第 1 正孔注入層 5、第 1 正孔輸送層 6、第 1 赤色発光層 7 R が順次配されている。緑色サブ画素領域 2 G の内部には、光反射性電極 4 上に、第 1 正孔注入層 5、第 1 正孔輸送層 6、緑色発光層 7 G が順次配されている。青色サブ画素領域 2 B の内部には、光反射性電極 4 上に、第 1 正孔注入層 5、第 1 正孔輸送層 6、第 1 青色発光層 7 B が順次配されている。白色サブ画素領域 2 W の内部には、光反射性電極 4 上に、第 1 正孔注入層 5、第 1 正孔輸送層 6、第 2 赤色発光層 7 W が順次配されている。以後、第 1 赤色発光層 7 R、緑色発光層 7 G、第 1 青色発光層 7 B、及び第 2 赤色発光層 7 W を区別しない場合には「第 1 発光層 7」と略称する。

20

【 0 0 2 9 】

第 1 正孔注入層 5 は、光反射性電極 4 から第 1 正孔輸送層 6 や第 1 発光層 7 への正孔の注入を促進する機能を有する。各サブ画素領域内の第 1 正孔注入層 5 は、互いに隔壁 2 により分離されていても良いし、互いに隔壁 2 を越えて連なっている場合、各第 1 正孔注入層 5 の膜厚は、同一でも良いし異なっても良く、各第 1 正孔注入層 5 の材料は、同一でも良いし異なっても良い。隔壁 2 を越えて連なる場合、各第 1 正孔注入層 5 は、隔壁 2 を形成する前に形成されることにより隔壁 2 の下面側で連なることとしても良いし、隔壁 2 を形成した後に形成されることにより隔壁 2 の上面側で連なることとしても良い。

30

【 0 0 3 0 】

第 1 正孔輸送層 6 は、第 1 正孔注入層 5 から第 1 発光層 7 への正孔の注入を促進させ、かつ、第 1 発光層 7 からの電子や励起子エネルギーの抜けをブロックする機能を有する。各サブ画素領域内の第 1 正孔輸送層 6 は、互いに隔壁 2 により分離されていても良いし、互いに隔壁 2 を越えて連なっている場合、各第 1 正孔輸送層 6 の膜厚は、同一でも良いし異なっても良く、各第 1 正孔輸送層 6 の材料は、同一でも良いし異なっても良い。隔壁 2 を越えて連なる場合、各第 1 正孔輸送層 6 は、隔壁 2 を形成する前に形成されることにより隔壁 2 の下面側で連なることとしても良いし、隔壁 2 を形成した後に形成されることにより隔壁 2 の上面側で連なることとしても良い。第 1 正孔注入層 5 と第 1 正孔輸送層 6 はどちらか 1 層のみで形成されても良いし、更に別の層が追加されてもよい。

40

【 0 0 3 1 】

第 1 発光層 7 は、正孔と電子との再結合により光を出射する機能を有する。第 1 赤色発光層 7 R、緑色発光層 7 G、第 1 青色発光層 7 B、及び第 2 赤色発光層 7 W は、互いに隔壁 2 により分離されている。第 1 赤色発光層 7 R は、赤色波長域に発光ピークを有する材料からなる。緑色発光層 7 G は、緑色波長域に発光ピークを有する材料からなる。第 1 青

50

色発光層 7 B は、青色波長域に発光ピークを有する材料からなる。第 2 赤色発光層 7 W は、赤色波長域に発光ピークを有する材料からなる。第 1 赤色発光層 7 R、緑色発光層 7 G、第 1 青色発光層 7 B 及び第 2 赤色発光層 2 W の各々の膜厚は、同一でも良いし異なっても良い。

【0032】

第 1 電子輸送層 8 は、各サブ画素領域 2 R、2 G、2 B、2 W 内において各第 1 発光層 7 上に配された部分を含む。各部分は、互いに隔壁 2 を越えて連なっている。第 1 電子輸送層 8 は、電荷発生層 9 から供給された電子を第 1 発光層 7 へ輸送する機能を有する。第 1 電子輸送層 8 は複数の層から形成されても良い。

【0033】

電荷発生層 9 は、各サブ画素領域 2 R、2 G、2 B、2 W 内において第 1 電子輸送層 8 上に配された部分を含む。各部分は、互いに隔壁 2 を越えて連なっている。電荷発生層 9 は、第 1 電子輸送層 8 に電子を供給し、第 2 正孔輸送層に正孔を供給する機能を有する。電荷発生層 9 は複数の層から形成されても良い。

【0034】

各サブ画素領域 2 R、2 G、2 B、2 W の内部には、電荷発生層 9 上に、第 2 正孔輸送層 10、第 2 青色発光層 11、第 2 電子輸送層 12 が、順次配されている。第 2 正孔輸送層 10 は、電荷発生層 9 から供給された正孔を第 2 青色発光層 11 に輸送し、かつ、第 2 青色発光層 11 からの電子や励起子エネルギーの抜けをブロックする機能を有する。第 2 青色発光層 11 は、正孔と電子との再結合により光を出射する機能を有する。また、第 2 青色発光層 11 は、青色波長域に発光ピークを有する材料からなる。第 2 電子輸送層 12 は、光透過性電極 13 から供給された電子を第 2 青色発光層 11 へ輸送する機能を有する。第 2 正孔輸送層および第 2 電子輸送層は複数の層から形成されても良い。

【0035】

光透過性電極 13 は、各サブ画素領域 2 R、2 G、2 B、2 W 内において第 2 電子輸送層 12 上に配された部分を含む。各部分は、互いに隔壁 2 を越えて連なっている。本実施形態では、光透過性電極 13 は、第 2 電子輸送層 12 に電子を供給する陰極として機能する。光透過性電極 13 は、複数の層から形成されても良い。

【0036】

保護層 14 は、光透過性電極 13 上に配されている。保護層 14 は、光反射性電極 4 から光透過性電極 13 までの各層を水分や酸素から保護する機能を有する。

【0037】

カラーフィルタ層 15 は、保護層 14 上に配されている。カラーフィルタ層 15 は、赤色フィルタ 15 R、緑色フィルタ 15 G、及び青色フィルタ 15 B を含む。赤色フィルタ 15 R は、赤色サブ画素領域 2 R の上方に位置している。緑色フィルタ 15 G は、緑色サブ画素領域 2 G の上方に位置している。青色フィルタ 15 B は、青色サブ画素領域 2 B の上方に位置している。白色サブ画素領域 2 W の上方において、別のサブ画素領域に各フィルタが存在する領域 15 W には、フィルタが存在しない。カラーフィルタ層 15 は、出射光の色度を修正する機能を有する。

【0038】

第 2 基板 16 は、カラーフィルタ層 15 上に配されている。

【0039】

赤色サブ画素領域 2 R の内部の第 1 正孔注入層 5、第 1 正孔輸送層 6、第 1 赤色発光層 7 R、及び第 1 電子輸送層 8 により、第 1 赤色発光ユニット 17 R が構成される。緑色サブ画素領域 2 G の内部の第 1 正孔注入層 5、第 1 正孔輸送層 6、緑色発光層 7 G、及び第 1 電子輸送層 8 により、第 1 緑色発光ユニット 17 G が構成される。青色サブ画素領域 2 B の内部の第 1 正孔注入層 5、第 1 正孔輸送層 6、第 1 青色発光層 7 B、及び第 1 電子輸送層 8 により、第 1 青色発光ユニット 17 B が構成される。白色サブ画素領域 2 W の内部の第 1 正孔注入層 5、第 1 正孔輸送層 6、第 2 赤色発光層 7 W、及び第 1 電子輸送層 8 により、第 2 赤色発光ユニット 17 W が構成される。

【 0 0 4 0 】

各サブ画素領域 2 R、2 G、2 B、2 W の内部の第 2 正孔輸送層 1 0、第 2 青色発光層 1 1、及び第 2 電子輸送層 1 2 により、第 2 青色発光ユニット 1 8 B が構成される。

【 0 0 4 1 】

以上の通り、赤色サブ画素領域 2 R では、第 1 赤色発光ユニット 1 7 R と第 2 青色発光ユニット 1 8 B とが電荷発生層 9 を介して積層されている。緑色サブ画素領域 2 G では、第 1 緑色発光ユニット 1 7 G と第 2 青色発光ユニット 1 8 B とが電荷発生層 9 を介して積層されている。青色サブ画素領域 2 B では、第 1 青色発光ユニット 1 7 B と第 2 青色発光ユニット 1 8 B とが電荷発生層 9 を介して積層されている。白色サブ画素領域 2 W では、第 2 赤色発光ユニット 1 7 W と第 2 青色発光ユニット 1 8 B とが電荷発生層 9 を介して積層されている。従って、各サブ画素領域 2 R、2 G、2 B、2 W の内部にタンデム型の有機 E L 素子が設けられていると言える。

10

【 0 0 4 2 】

[2 . 光学設計 (トップエミッション)]

本実施形態においては、電荷発生層 9 と第 2 青色発光層 1 1 が、各サブ画素領域 2 R、2 G、2 B、2 W に配されている。そのため、青色サブ画素領域 2 B 及び白色サブ画素領域 2 W 内の有機 E L 素子だけでなく、赤色サブ画素領域 2 R 及び緑色サブ画素領域 2 G 内の有機 E L 素子も青色光を発生する。ところが、例えば、赤色サブ画素領域 2 R 内の有機 E L 素子においては、青色光は不要な光であり、青色光がそのまま外部に出射されると赤色サブ画素の出射光の色度が悪化することになる。そのため、有機 E L 素子の光が出射される側に、外部に出射される光の色度が赤色になるように赤色フィルタを設けることが望まれる。

20

【 0 0 4 3 】

しかしながら、光取り出し効率 (内部で発光する量に対する出力される発光の割合) を高めるためには、赤色サブ画素領域 2 R 内の有機 E L 素子の出射光のうち、赤色フィルタに吸収される光の量を減らす必要がある。従来から有機 E L 素子を構成する各層の膜厚や屈折率を適切に設計して有機 E L 素子の微小共振構造を適切に調整することで、有機 E L 素子の光取り出し効率を向上させる技術が知られている。通常、赤色、緑色、青色のうちのどれか 1 色もしくは白色発光を目的とした 2 色以上の発光に対して光取出し効率を向上させる場合が多い。

30

【 0 0 4 4 】

本実施形態の有機 E L 素子の構造では、各サブ画素領域 2 R、2 G、2 B、2 W の何れの第 2 青色発光層 1 1 も青色光を発生する。そのため、青色サブ画素領域 2 B では、第 1 青色発光層 7 B により発生された青色光と、第 2 青色発光層 1 1 により発生された青色光の両方の光取り出し効率を高めることが望ましい。これに対して、緑色サブ画素領域 2 G では、緑色発光層 7 G により発生された緑色光の光取り出し効率を高め、一方、第 2 青色発光層 1 1 により発生された青色光の光取り出し効率を下げることを望ましい。赤色サブ画素領域 2 R では、第 1 赤色発光層 7 R により発生された赤色光の光取出し効率を高め、一方、第 2 青色発光層 1 1 により発生された青色光の光取出し効率を下げることを望ましい。白色サブ画素領域 2 W では、第 2 赤色発光層 7 W により発生された赤色光と第 2 青色発光層 1 1 により発生された青色光との混合光の光取り出し効率を高め、混合光の色度を白色に近づけることが望ましい。すなわち、サブ画素毎に要求される出射光の色度が異なるため、サブ画素領域 2 R、2 G、2 B、2 W 内の有機 E L 素子ごとに適した光の取出し効率を制御する設計が必要となる。特に赤色及び緑色サブ画素領域 2 R、2 G 内の有機 E L 素子においては、光の取出し効率を向上させる設計と光の取出し効率を低下させる設計を同時に実現する設計が必要となる。

40

【 0 0 4 5 】

図 2 に、各サブ画素領域内に設けられた有機 E L 素子の出射光の光路を示す。

【 0 0 4 6 】

光路 C 1 a は、第 1 発光層 7 から光反射性電極 4 側に進行せずに光透過性電極 1 3 側に

50

進行する光の光路である。光路 C 1 b は、第 1 発光層 7 から光反射性電極 4 側に進行し、光反射性電極 4 で反射されてから光透過性電極 1 3 側に進行する光の光路である。光路 C 2 a は、第 2 青色発光層 1 1 から光反射性電極 4 側に進行せずに光透過性電極 1 3 側に進行する光の光路である。光路 C 2 b は、第 2 青色発光層 1 1 から光反射性電極 4 側に進行し、光反射性電極 4 で反射されてから光透過性電極 1 3 側に進行する光の光路である。

【0047】

上述の通り、第 1 正孔輸送層 6 は、第 1 発光層 7 からの電子の抜けをブロックする機能を有する。そのため、第 1 発光層 7 内の電子は第 1 発光層 7 と第 1 正孔輸送層 6 との界面（第 1 発光層 7 の下面）付近に蓄積されやすい。これは、電子と正孔の再結合が第 1 発光層 7 の下面付近で生じやすく、ひいては、発光強度が第 1 発光層 7 の下面付近で大きくなることを意味する。従って、本実施形態では、第 1 発光層 7 の下面を、第 1 発光層 7 の発光面 7 a とする。また、第 2 青色発光層 1 1 も同様に、第 2 青色発光層 1 1 の下面を、第 2 青色発光層 1 1 の発光面 1 1 a とする。有機 EL 素子の微小共振構造を設計する場合、第 1 発光層 7 の発光面 7 a と光反射性電極 4 の光反射面 4 a との間の光学長 L 1 R、L 1 G、L 1 B、L 1 W（以下、「第 1 の光学長」と称する）と、第 2 青色発光層 1 1 の発光面 1 1 a と光反射性電極 4 の光反射面 4 a との間の光学長 L 2 R、L 2 G、L 2 B、L 2 W（以下、「第 2 の光学長」と称する）とを検討すればよい。

【0048】

なお、本実施形態では、第 1 発光層 7 の下面が第 1 発光層の発光面となるが、これに限らない。例えば、第 1 電子輸送層 8 が、第 1 発光層 7 に電子を注入する機能の他に、第 1 発光層 7 からの正孔の抜けをブロックする機能を有していれば、第 1 発光層 7 の上面が第 1 発光層 7 の発光面となる可能性がある。第 2 青色発光層 1 1 についても同様である。

【0049】

[3 . 第 1 の光学長（トップエミッション）]

図 3 は光学シミュレーションの結果であり、第 1 の光学長に対する有機 EL 素子の光取出し効率と有機 EL 素子の出射光の色度の変化を示す図である。同図（a）は赤色及び白色サブ画素、（b）は緑色サブ画素、（c）は青色サブ画素を示す。ここで、y 値は、CIE 色度座標における値である。本来、光学長とは各層の膜厚と各層の屈折率との積により得られる物理量であるが、本実施形態においては各層の膜厚を光学長として示している。光取出し効率はカラーフィルタ層で光が吸収される前の値を示し、第 1 発光層からの発光に対する値を示している。各層の膜厚は基準として以下のように設定した。

【0050】

光反射性電極：200nm（銀合金）
第 1 正孔注入層：20nm（導電性ポリマー材料）
第 1 正孔輸送層：10nm（アミン化合物）
第 1 発光層：50nm（ポリフルオレン誘導体）
第 1 電子輸送層：35nm（フェナンスロリン誘導体）
電荷発生層：10nm（HAT-CN6）
第 2 正孔輸送層：30nm（アミン化合物）
第 2 青色発光層：25nm（アントラセン化合物）
第 2 電子輸送層：35nm（フェナンスロリン誘導体）
光透過性電極：35nm（ITO）
各材料の屈折率は、分光エリブソメトリーにて評価した。

【0051】

本実施形態においては、第 1 の光学長は、第 1 正孔注入層と第 1 正孔輸送層の膜厚の和で表される。図 3 では、第 1 正孔注入層の膜厚を変化させた場合（破線）と第 1 正孔輸送層の膜厚を変化させた場合（実線）を示している。どちらの材料も有機材料であるため、ほぼ同じ屈折率を有している。そのため、どちらの膜厚を変化させても同じ挙動を示すことが分かる。すなわち、光反射性電極の光反射面と第 1 発光層の発光面との間に存在する層であれば、どの層の膜厚を調整しても良く、正孔注入層や正孔輸送層などをさらに追加

しても良い。

【 0 0 5 2 】

図 3 (a) に示す赤色及び白色のサブ画素領域内の有機 E L 素子では、第 1 の光学長が 3 0 n m 付近で光取り出し効率がピークとなる。第 1 の光学長が 5 0 n m 以下であれば、光取り出し効率がピーク値の 9 0 % 以上を確保できる。一方、第 1 正孔注入層および第 1 正孔輸送層に正孔を注入もしくは輸送する機能を発現させるには、第 1 の光学長が 2 0 n m 以上であることが望ましい。従って、赤色及び白色のサブ画素領域内の有機 E L 素子では、第 1 の光学長は、2 0 n m 以上 5 0 n m 以下であることが望ましい。

【 0 0 5 3 】

図 3 (b) に示す緑色サブ画素領域内の有機 E L 素子では、第 1 の光学長が 1 0 n m 付近で光取り出し効率がピークとなる。第 1 の光学長が 5 0 n m 以下であれば、光取り出し効率がピーク値の 9 0 % 以上を確保できる。一方、赤色サブ画素領域と同様の理由により、第 1 の光学長は 2 0 n m 以上であることが望ましい。従って、緑色サブ画素領域内の有機 E L 素子では、第 1 の光学長は、2 0 n m 以上 5 0 n m 以下であることが望ましい。

【 0 0 5 4 】

図 3 (c) に示す青色サブ画素領域内の有機 E L 素子では、第 1 の光学長が 4 0 n m 付近で光取り出し効率がピークとなる。第 1 の光学長が 6 0 n m 以下であれば、光取り出し効率がピーク値の 9 0 % 以上を確保できる。一方、赤色サブ画素領域と同様の理由により、第 1 の光学長は 2 0 n m 以上であることが望ましい。従って、青色サブ画素領域内の有機 E L 素子では、第 1 の光学長は、2 0 n m 以上 6 0 n m 以下であることが望ましい。

【 0 0 5 5 】

[4 . 第 2 の光学長 (トップエミッション)]

図 4 は光学シミュレーションの結果であり、第 2 の光学長に対する有機 E L 素子の光取り出し効率と有機 E L 素子の発光色の色度の変化を示す図である。同図 (a) は赤色サブ画素、(b) は緑色サブ画素、(c) は青色サブ画素、(d) は白色サブ画素を示す。光取り出し効率は、カラーフィルタ層で光が吸収される前の値を示し、第 1 発光層からの発光と第 2 青色発光層からの発光の和に対する値を示している。各層の膜厚は基準として以下のように設定した。

【 0 0 5 6 】

光反射性電極 : 2 0 0 n m (銀合金)
 第 1 正孔注入層 : 2 0 n m (導電性ポリマー材料)
 第 1 正孔輸送層 : 1 0 n m (アミン化合物)
 第 1 発光層 : 5 0 n m (ポリフルオレン誘導体)
 第 1 電子輸送層 : 3 5 n m (フェナンスロリン誘導体)
 電荷発生層 : 1 0 n m (H A T - C N 6)
 第 2 正孔輸送層 : 3 0 n m (アミン化合物)
 第 2 青色発光層 : 2 5 n m (アントラセン化合物)
 第 2 電子輸送層 : 3 5 n m (フェナンスロリン誘導体)
 光透過性電極 : 3 5 n m (I T O)
 各材料の屈折率は、分光エリブソメトリーにて評価した。

【 0 0 5 7 】

本実施形態においては、第 2 の光学長は、第 1 正孔注入層、第 1 正孔輸送層、第 1 発光層、第 1 電子輸送層、電荷発生層、第 2 正孔輸送層の膜厚の和で表される。図 4 では、第 2 正孔輸送層の膜厚を変化させた場合を示している。

【 0 0 5 8 】

図 4 (a) に示す赤色サブ画素領域内の有機 E L 素子では、第 2 の光学長が 1 9 5 n m 付近で光取り出し効率がピークとなる。第 2 の光学長が 1 6 0 n m 以上 2 3 0 n m 以下であれば、光取り出し効率がピーク値の 9 0 % 以上を確保できる。なお、1 6 0 n m 付近は図 4 (a) には現れていない。一方、第 2 の光学長が 2 1 0 n m 以上 2 6 5 n m 以下であれば、y 値が赤色サブ画素として適切な範囲 (y 値が 0 . 3 0 以上) を確保することがで

きる。従って、赤色サブ画素領域内の有機EL素子では、第2の光学長は、210nm以上230nm以下であることが望ましい。これにより、出射光の色度を適切な範囲に確保しつつ光取り出し効率を高めることができる。

【0059】

図5に、赤色サブ画素に関して、さらに詳細なシミュレーションの結果を示す。図5上段のグラフは光取り出し効率の変化を示し、図5下段のグラフは色度の変化を示す。カラーフィルタ層を用いて色度補正を実施した場合（実線）、第2の光学長が220nm付近で光取り出し効率がピークとなる。第2の光学長が210nm以上230nm以下であれば、カラーフィルタで色度補正を実施した場合に高い光取り出し効率を確保することができる。また、図4(a)及び図5の結果から、第2の光学長を195nmとした場合、色度補正を実施しなければ光取り出し効率がピークとなるが、色度補正を実施すれば光取り出し効率がピークではなくなることが分かる。これは、第2の光学長を195nm付近とした場合、不要な青色光の占める割合が比較的大きいからであると推察される。

10

【0060】

また、赤色サブ画素領域内の有機EL素子は、第1赤色発光層と第2青色発光層を含む。第2の光学長を最適化する場合、第1赤色発光層と第2青色発光層をそれぞれ独立して検討することも考えられる。現実のデバイスでは第1赤色発光層が発光せず第2青色発光層だけが発光する状況はあり得ないが、シミュレーションではそのような状況を再現することができる。従って、第2青色発光層だけが発光する状況をシミュレーションで再現し、出射光の光取り出し効率が極小となる第2の光学長を求めることができる。しかしながら、第1赤色発光層と第2青色発光層をそれぞれ独立して最適化しても、必ずしも出射光の光取り出し効率と色度を両立できるとは限らないことが判明した。図5上段のグラフ中の破線は、第1赤色発光層が発光せず第2青色発光層のみが発光する場合の光取り出し効率を示す。これによると、例えば、第2の光学長が170nm以上180nm以下の範囲で光取り出し効率が低くなる。つまり、第2青色発光層を独立して最適化すると、第2の光学長が170nm以上180nm以下の範囲が選択される可能性が高い。しかしながら、上述の通り、赤色サブ画素領域内の有機EL素子の第2の光学長の望ましい範囲は、170nm以上180nm以下の範囲ではなく、210nm以上230nm以下である。従って、第2の光学長を最適化する場合、第1赤色発光層と第2青色発光層をそれぞれ独立して検討するのではなく、第1赤色発光層と第2青色発光層の両方を同時に検討することが重要である。本実施形態では、第1赤色発光層と第2青色発光層の両方を同時に検討しているので、出射光の光取り出し効率と色度を両立できる第2の光学長の範囲を得ることができる。

20

30

【0061】

図4(b)に示す緑色サブ画素領域内の有機EL素子では、第2の光学長が270nm付近で光取り出し効率がピークとなる。第2の光学長が240nm以上300nm以下であれば、光取り出し効率がピーク値の90%以上を確保できる。一方、第2の光学長が210nm以上295nm以下であれば、y値が緑色サブ画素として適切な範囲(y値が0.50以上)を確保することができる。なお、210nm付近は図4(b)には現れていない。緑色サブ画素領域内の有機EL素子では、第2の光学長は、240nm以上295nm以下であることが望ましい。これにより、出射光の色度を適切な範囲に確保しつつ光取り出し効率を高めることができる。

40

【0062】

図4(c)に示す青色サブ画素領域内の有機EL素子では、第2の光学長が210nm付近で光取り出し効率がピークとなる。第2の光学長が195nm以上235nm以下であれば、光取り出し効率がピーク値の90%以上を確保できる。一方、第2の光学長が130nm以上205nm以下であれば、y値が青色サブ画素として適切な範囲(y値が0.2以下、さらに望ましくは0.18以下)を確保することができる。なお、130nm付近は図4(c)には現れていない。青色サブ画素領域内の有機EL素子では、第2の光学長は、195nm以上205nm以下であることが望ましい。これにより、出射光の色

50

度を適切な範囲に確保しつつ光取り出し効率を高めることができる。

【 0 0 6 3 】

図 6 に、青色サブ画素に関して、さらに詳細なシミュレーションの結果を示す。図 6 上段のグラフは光取り出し効率の変化を示し、図 6 下段のグラフは色度の変化を示す。上述の通り、第 2 の光学長を最適化する場合、第 1 青色発光層と第 2 青色発光層をそれぞれ独立して検討することが考えられる。図 6 上段のグラフ中の実線は、第 1 青色発光層と第 2 青色発光層の両方が発光する場合の光取り出し効率を示す。同グラフ中の点線は、第 1 青色発光層のみが発光し第 2 青色発光層が発光しない場合の光取り出し効率を示す。同グラフ中の破線は、第 1 青色発光層が発光せず第 2 青色発光層のみが発光する場合の光取り出し効率を示す。何れも、カラーフィルタ層を用いて色度補正を実施しているものとする。これによると、第 1 青色発光層と第 2 青色発光層の両方が発光する場合、第 2 の光学長が 195 nm 以上 205 nm 以下の範囲に光取り出し効率のピークが存在する。第 2 青色発光層のみが発光する場合、第 2 の光学長が 180 nm 以上 195 nm 以下の範囲に光取り出し効率のピークが存在する。第 1 青色発光層のみが発光する場合、第 2 の光学長が 215 nm 以上 235 nm 以下の範囲内に光取り出し効率のピークが存在する。即ち、第 1 青色発光層と第 2 青色発光層の両方が発光する場合に光取り出し効率がピークを示す第 2 の光学長は、第 1 青色発光層のみが発光する場合や第 2 青色発光層のみが発光する場合に光取り出し効率がピークを示す第 2 の光学長と異なる。従って、第 1 青色発光層と第 2 青色発光層をそれぞれ独立に最適化しても、必ずしも出射光の光取り出し効率と色度を両立できるとは限らない。本実施形態では、第 1 青色発光層と第 2 青色発光層の両方を同時に検討しているため、出射光の光取り出し効率と色度を両立できる第 2 の光学長の範囲を得ることができる。

10

20

【 0 0 6 4 】

図 4 (d) に示す白色サブ画素領域内の有機 E L 素子では、第 2 の光学長が 195 nm 付近で光取り出し効率がピークとなる。第 2 の光学長が 160 nm 以上 230 nm 以下であれば、光取り出し効率がピーク値の 90 % 以上を確保できる。なお、160 nm 付近は図 4 (d) には現れていない。一方、第 2 の光学長が 210 nm 以上 230 nm 以下であれば、赤色光と青色光の混合光の色度が白色に近い範囲を確保することができる。なお、本実施形態では、白色に近い色度の範囲を、x 値が 0.25 以上 0.45 以下、y 値が 0.25 以上 0.45 以下、かつ、x 値と y 値の差の絶対値が 0 以上 0.05 以下とする。以上より、白色サブ画素領域内の有機 E L 素子では、第 2 の光学長は、210 nm 以上 230 nm 以下であることが望ましい。これにより、赤色光と青色光の混合光の光取り出し効率を高めつつ、混合光の色度を白色に近づけることができる。

30

40

【 0 0 6 5 】

図 7 は、第 2 の光学長が 230 nm の場合の白色サブ画素領域内の有機 E L 素子の発光スペクトルを示す。これによると、混合光の色度が白色に近いとは言えるものの、緑色波長域の発光強度が弱い結果となることが分かる。有機 E L ディスプレイにおいて、純粋な白色光が必要な場合は、白色サブ画素領域内の有機 E L 素子を発光させ、補助的に緑色サブ画素領域内の有機 E L 素子を発光させることとしてもよい。これにより、純粋な白色光を得ることができる。なお、純粋な白色光は、赤色サブ画素領域、緑色サブ画素領域、及び青色サブ画素領域の各有機 E L 素子を発光させることでも得ることができる。しかし、赤色サブ画素領域、緑色サブ画素領域及び青色サブ画素領域内の各有機 E L 素子の出射光は、それぞれ赤色フィルタ、緑色フィルタ及び青色フィルタを通じて外部に取り出される。赤色フィルタ、緑色フィルタ及び青色フィルタは、それぞれ光の一部を吸収するものであるため、多少の光取り出し効率の低下につながる。一方、白色サブ画素領域内の有機 E L 素子の出射光は、フィルタを通過せずに外部に取り出される。従って、白色サブ画素領域及び緑色サブ画素領域の各有機 E L 素子を発光させる場合は、赤色サブ画素領域、緑色サブ画素領域、及び青色サブ画素領域の各有機 E L 素子を発光させる場合に比べて、光取り出し効率を高めることができる。

【 0 0 6 6 】

50

[5 . 光学設計のまとめ (トップエミッション)]

赤色サブ画素領域 2 R 内において、第 1 の光学長が 2 0 n m 以上 5 0 n m 以下であることが望ましく、第 2 の光学長が 2 1 0 n m 以上 2 3 0 n m 以下であることが望ましい。例えば、第 1 の光学長を 3 0 n m とし、第 2 の光学長を 2 2 0 n m とする場合、各層の膜厚を以下の通りにしてもよい。

【 0 0 6 7 】

第 1 正孔注入層 : 2 0 n m
 第 1 正孔輸送層 : 1 0 n m
 第 1 赤色発光層 : 8 0 n m
 第 1 電子輸送層 : 4 0 n m
 電荷発生層 : 3 5 n m
 第 2 正孔輸送層 : 3 5 n m

10

緑色サブ画素領域 2 G 内において、第 1 の光学長が 2 0 n m 以上 5 0 n m 以下であることが望ましく、第 2 の光学長が 2 4 0 n m 以上 2 9 5 n m 以下であることが望ましい。例えば、第 1 の光学長を 5 0 n m とし、第 2 の光学長を 2 4 0 n m とする場合、各層の膜厚を以下の通りにしてもよい。

【 0 0 6 8 】

第 1 正孔注入層 : 3 5 n m
 第 1 正孔輸送層 : 1 5 n m
 緑色発光層 : 8 0 n m
 第 1 電子輸送層 : 4 0 n m
 電荷発生層 : 3 5 n m
 第 2 正孔輸送層 : 3 5 n m

20

青色サブ画素領域 2 B 内において、第 1 の光学長が 2 0 n m 以上 6 0 n m 以下であることが望ましく、第 2 の光学長が 1 9 5 n m 以上 2 0 5 n m 以下であることが望ましい。例えば、第 1 の光学長を 4 0 n m とし、第 2 の光学長を 2 0 0 n m とする場合、各層の膜厚を以下の通りにしてもよい。

【 0 0 6 9 】

第 1 正孔注入層 : 3 0 n m
 第 1 正孔輸送層 : 1 0 n m
 第 2 青色発光層 : 5 0 n m
 第 1 電子輸送層 : 4 0 n m
 電荷発生層 : 3 5 n m
 第 2 正孔輸送層 : 3 5 n m

30

白色サブ画素領域 2 W 内において、第 1 の光学長が 2 0 n m 以上 5 0 n m 以下であることが望ましく、第 2 の光学長が 2 1 0 n m 以上 2 3 0 n m 以下であることが望ましい。例えば、第 1 の光学長を 3 0 n m とし、第 2 の光学長を 2 3 0 n m とする場合、各層の膜厚を以下の通りにしてもよい。

【 0 0 7 0 】

第 1 正孔注入層 : 2 0 n m
 第 1 正孔輸送層 : 1 0 n m
 第 2 赤色発光層 : 9 0 n m
 第 1 電子輸送層 : 4 0 n m
 電荷発生層 : 3 5 n m
 第 2 正孔輸送層 : 3 5 n m

40

本実施形態では、赤色サブ画素領域 2 R 内の各光学長が上記範囲内にあるので、赤色サブ画素領域 2 R 内の第 1 赤色発光層 7 R から出射された赤色光の光取り出し効率を向上させつつ、第 2 青色発光層 1 1 から出射された青色光の光取り出し効率を抑制することができる。また、緑色サブ画素領域 2 G 内の各光学長が上記範囲内にあるので、緑色サブ画素領域 2 G 内の緑色発光層 7 G から出射された緑色光の光取り出し効率を向上させつつ、第

50

2 青色発光層 1 1 から出射された青色光の光取り出し効率を抑制することができる。また、青色サブ画素領域 2 B 内の各光学長が上記範囲内にあるので、青色サブ画素領域 2 B 内の第 1 青色発光層 7 B と第 2 青色発光層 1 1 の両方から出射された青色光を効率良く外部に取り出すことができる。従って、所望の輝度を得るために必要な電流が小さくなるため、電流駆動型である有機 EL 素子の寿命を延ばすことができる。また、白色サブ画素領域 2 W 内の各光学長が上記範囲内にあるので、白色サブ画素領域 2 W 内の第 2 赤色発光層 7 W から出射される赤色光と第 2 青色発光層 1 1 から出射される青色光の混合光の光取り出し効率を向上させつつ、混合光の色度を白色に近づけることができる。

【0071】

本実施形態では、さらに、赤色サブ画素領域 2 R、緑色サブ画素領域 2 G、青色サブ画素領域 2 B 及び白色サブ画素領域 2 W 内の各々に電荷発生層 9 が存在する。そのため、精密なシャドウマスクを用いなくても電荷発生層 9 を形成することができる。従って、製造コスト、生産性を更に向上することができる。

10

【0072】

また、上述の通り、赤色サブ画素領域 2 R、緑色サブ画素領域 2 G、及び青色サブ画素領域 2 B の各第 2 の光学長の望ましい範囲が互いに異なる。第 1 赤色発光層 7 R、緑色発光層 7 G、及び第 1 青色発光層 7 B の膜厚を異ならせることにより、赤色サブ画素領域 2 R、緑色サブ画素領域 2 G、及び青色サブ画素領域 2 B の各第 2 の光学長を調整することとしてもよい。例えば、第 1 赤色発光層 7 R、緑色発光層 7 G、及び第 1 青色発光層 7 B をインクジェット法などの湿式法で形成すれば、これらの膜厚を容易に異ならせることができる。

20

【0073】

また、光反射性電極 4 と第 1 発光層 7 との間にある 1 または複数の層（本実施形態では、第 1 正孔注入層 5 と第 1 正孔輸送層 6）を第 1 機能層と称する場合、第 1 機能層の膜厚を異ならせることにより、赤色サブ画素領域 2 R、緑色サブ画素領域 2 G、及び青色サブ画素領域 2 B の各第 2 の光学長を調整することとしてもよい。例えば、第 1 機能層に含まれる少なくとも 1 層をインクジェット法などの湿式法で形成すれば、第 1 機能層の膜厚を各サブ画素領域で容易に異ならせることができる。

【0074】

本実施形態では、赤色サブ画素領域 2 R 内の第 2 光学長の望ましい範囲が、白色サブ画素領域 2 W 内の第 2 光学長の望ましい範囲と重なる。従って、赤色サブ画素領域 2 R 内の第 2 光路長を白色サブ画素領域 2 W 内の第 2 光路長と同一としてもよいし、異ならせてもよい。同一とする場合は、赤色サブ画素領域 2 R 内の各層と白色サブ画素領域 2 W 内の各層を同一のレシピにより成膜することができるので、製造を簡便化することができる。一方、異ならせる場合は、例えば、赤色サブ画素領域 2 R では青色光の外部への取り出しの抑制を図りながら、白色サブ画素領域 2 W では赤色光と青色光の強度バランスを整えて出射光の色度を白色に近づけることができる。

30

【0075】

また、第 1 発光層 7 と光透過性電極 1 3 との間にある各層（本実施形態では、第 1 電子輸送層 8、電荷発生層 9、第 2 正孔輸送層 10、第 2 青色発光層 11、第 2 電子輸送層 12）の膜厚を、赤色サブ画素領域 2 R、緑色サブ画素領域 2 G、青色サブ画素領域 2 B 及び白色サブ画素領域 2 W で同一としてもよい。例えば、各層を抵抗加熱方式などの真空蒸着法で形成すれば、各層の膜厚が各サブ画素領域で同一となる。

40

【0076】

[6 . 各層の具体的な材料（トップエミッション）]

以下、各層の具体的な材料を列挙する。

【0077】

< 第 1 基板 >

第 1 基板 1 の電気絶縁性の基材の材料としては、例えば、ガラスやプラスチックが用いられる。ガラス材料としては、具体的には、例えば、無アルカリガラス、ソーダガラス、

50

無蛍光ガラス、燐酸系ガラス、硼酸系ガラス、石英等のガラスなどが挙げられる。プラスチック材料としては、具体的に例えば、アクリル系樹脂、スチレン系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリエチレン、ポリエステル、ポリイミド、シリコン系樹脂などが挙げられる。

【0078】

<絶縁層>

絶縁層3は、樹脂材料や無機材料からなる。樹脂材料としては、例えば、ポジ型の感光性材料が挙げられる。また、このような感光性材料として、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂、シロキサン系樹脂、フェノール系樹脂が挙げられる。無機材料としては、例えば、SiN（窒化シリコン）、SiON（酸窒化シリコン）等の材料が挙げられる。絶縁層3は、樹脂材料のみから形成されても良いし、樹脂材料と無機材料から形成されても良い。

10

【0079】

<光反射性電極>

光反射性電極4は、光反射性を具備する導電材料からなる。光反射性を具備する導電材料としては、例えば、Al（アルミニウム）、アルミニウム合金、Ag（銀）、APC（銀、パラジウム、銅の合金）、ARA（銀、ルビジウム、金の合金）、MoCr（モリブデンとクロムの合金）、NiCr（ニッケルとクロムの合金）、Mo（モリブデン）、MoW（モリブデンとタングステンの合金）等が挙げられる。光反射性電極4は、光透過性を具備する導電材料と光反射性を具備する導電材料の積層体としても良い。光透過性の導電材料としては、例えば、酸化インジウムスズ（ITO）や酸化インジウム亜鉛（IZO）を挙げることができる。

20

【0080】

<隔壁>

隔壁2は、例えば、電気絶縁性の樹脂材料からなる。隔壁2の材料としては、例えば、ポジ型の感光性材料が挙げられる。また、このような感光性材料として、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂、シロキサン系樹脂、フェノール系樹脂が挙げられる。

【0081】

<第1正孔注入層>

第1正孔注入層5の材料としては、公知の材料を利用することができる。例えば、銀（Ag）、モリブデン（Mo）、クロム（Cr）、バナジウム（V）、タングステン（W）、ニッケル（Ni）、イリジウム（Ir）などの酸化物、あるいは、PEDOT（ポリチオフェンとポリスチレンスルホン酸との混合物）などの導電性ポリマー材料、あるいは、トリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリーラルカン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリーラルアミン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、スチルベン誘導体、ポリフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物、スチリルアミン化合物などの低分子有機化合物やポリフルオレンやその誘導体、あるいはポリアリーラルアミンやその誘導体などの高分子化合物が挙げられる。なお、正孔注入性を更に向上させる点から、上記低分子有機化合物に後記する電子受容性物質をドーピングしてもよい。

30

40

【0082】

<第1正孔輸送層>

第1正孔輸送層6は、第1正孔注入層5から第1発光層7への正孔の注入を促進させ、第1発光層7から電子や励起子エネルギーが抜けるのをブロックする目的で設けられている。第1正孔輸送層6の材料としては、公知の材料を利用することができる。例えば、第1正孔注入層5に記載の材料が挙げられる。

【0083】

<第1発光層>

第1発光層7の材料としては、公知の材料を利用することができる。例えば、オキシノイド化合物、ペリレン化合物、クマリン化合物、アザクマリン化合物、オキサゾール化合

50

物、オキサジアゾール化合物、ペリノン化合物、ピロロピロール化合物、ナフタレン化合物、アントラセン化合物、フルオレン化合物、フルオランテン化合物、テトラセン化合物、ピレン化合物、コロネン化合物、キノロン化合物及びアザキノロン化合物、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、ローダミン化合物、クリセン化合物、フェナントレン化合物、シクロペンタジエン化合物、スチルベン化合物、ジフェニルキノン化合物、スチリル化合物、ブタジエン化合物、ジシアノメチレンピラン化合物、ジシアノメチレンチオピラン化合物、フルオレセイン化合物、ピリリウム化合物、チアピリリウム化合物、セレナピリリウム化合物、テルロピリリウム化合物、芳香族アルダジエン化合物、オリゴフェニレン化合物、チオキサンテン化合物、アントラセン化合物、シアニン化合物、アクリジン化合物、8 - ヒドロキシキノリン化合物の金属錯体、2 - ビピリジン化合物の金属錯体、シッフ塩とIII族金属との錯体、オキシニル錯体、希土類錯体等の蛍光物質や、トリス(2-フェニルピリジン)イリジウムなどの燐光を発光する金属錯体等の公知の燐光物質などの低分子有機化合物やポリフルオレンやその誘導体、あるいはポリアリーールアミンやその誘導体などの高分子化合物が挙げられる。低分子化合物と低分子化合物の混合体、高分子化合物と低分子化合物の混合体など、いくつかの材料を組み合わせ第1発光層を形成しても良い。

10

【0084】

< 第1電子輸送層 >

第1電子輸送層8の材料としては、公知の材料を利用することができる。例えば、有機材料、アルカリ金属またはアルカリ土類金属、アルカリ金属またはアルカリ土類金属の酸化物、フッ化物等が挙げられる。有機材料としては、例えば、オキサジアゾール誘導体(OXD)、トリアゾール誘導体(TAZ)、フェナンスロリン誘導体(BCP、Bphen)、ペリノン誘導体、キノリン錯体誘導体、シロール誘導体、ジメシチルボロン誘導体、トリアリールボロン誘導体等を挙げることができる。アルカリ金属またはアルカリ土類金属としては、例えば、リチウム(Li)、ナトリウム(Na)、セシウム(Cs)、バリウム(Ba)、カルシウム(Ca)が挙げられる。アルカリ金属またはアルカリ土類金属の酸化物、フッ化物等としては、例えば、フッ化リチウム(LiF)、フッ化ナトリウム(NaF)、酸化リチウム(LiOx)、酸化バリウム(BaOx)、炭酸セシウム(Cs₂CO₃)等を挙げることができる。なお、電子注入性を更に向上させる点から、上記有機材料にアルカリ金属またはアルカリ土類金属やアルカリ金属またはアルカリ土類金属の酸化物、フッ化物等をドーピングしてもよい。なお、有機層とアルカリ金属またはアルカリ土類金属の積層や有機層とアルカリ金属またはアルカリ土類金属の酸化物、フッ化物等の積層など、複数の層から第1電子輸送層を形成しても良い。

20

30

【0085】

< 電荷発生層 >

電荷発生層9の材料および構成としては、公知の材料および構成を利用することができる。例えば、電子受容性物質、電子供与性物質、電子受容性物質と電子供与性物質の積層体または混合体、有機材料と電子受容性物質との混合体、有機材料と電子供与性物質との混合体、有機材料と電子受容性物質との混合体と有機材料と電子供与性物質との混合体の積層体、電子受容性物質と金属もしくは透明電極との積層体または混合体、電子供与性物質と金属もしくは透明電極との積層体または混合体、電子受容性物質と電子供与性物質の積層体または混合体と金属もしくは透明電極との積層体、有機材料と電子受容性物質との混合体と金属もしくは透明電極との積層体、有機材料と電子供与性物質との混合体と金属もしくは透明電極との積層体、金属と透明電極との積層体などが挙げられる。

40

【0086】

電子受容性物質としては、例えば、塩化第2鉄、臭化第2鉄、ヨウ化第2鉄、ヨウ化ガリウム、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、タングステン酸化物等の無機化合物やDDQ(ジシアノ-ジクロロキノン)、TNF(トリニトロフルオレノン)、TCNQ(テトラシアノキノジメタン)、F₄TCNQ(テトラフルオロ-テトラシアノキノジメタン)、ヘキサアザトリフェニレン誘導体(例えばHAT-CN6)等の有機化合物が挙げら

50

れる。電子供与性物質としては、例えば、リチウム (Li)、ナトリウム (Na)、セシウム (Cs)、バリウム (Ba)、カルシウム (Ca) 等のアルカリ金属、アルカリ土類金属が挙げられる。有機材料としては、例えば、第 1 正孔注入層 5 に記載の材料や第 1 電子輸送層 8 に記載の材料が挙げられる。金属としては、例えば、Ag、Au、Al 等の金属薄膜が挙げられる。透明電極としては、例えば、ITO (Indium Tin Oxide)、IZO (Indium Zinc Oxide)、ZnO (酸化亜鉛) などが挙げられる。

【0087】

第 1 電子輸送層 8 や第 2 正孔輸送層 10 が、電子受容性物質や電子供与性物質を含む場合や、電荷発生層 9 が金属もしくは透明電極の場合、第 1 電子輸送層 8 や第 2 正孔輸送層 10 を電荷発生層の一部として使用することもできる。

10

【0088】

本願においては、第 1 電子輸送層 8 に電子を供給し、第 2 正孔輸送層 10 に正孔を供給できれば、電荷発生層 9 の構成は限定を受けるものではない。

【0089】

本実施形態においては、電子供与性物質であるヘキサアザトリフェニレン・ヘキサニトリル (HAT-CN6) を用いている。

【0090】

< 第 2 正孔輸送層 >

第 2 正孔輸送層 10 の材料としては、公知の材料を利用することができる。例えば、第 1 正孔注入層に記載の材料が挙げられる。

20

【0091】

第 2 正孔輸送層 10 は、1 層のみで形成されても良いし、更に層を追加して形成しても良い。なお、正孔注入性を更に向上させる点から、第 2 正孔輸送層 10 に電子受容性物質をドーピングしてもよい。

【0092】

< 第 2 青色発光層 >

第 2 青色発光層 11 の材料としては、公知の材料を利用することができる。例えば、第 1 発光層 7 に記載の材料が挙げられる。低分子化合物と低分子化合物の混合体など、いくつかの材料を組み合わせ第 2 青色発光層 11 を形成しても良い。

30

【0093】

< 第 2 電子輸送層 >

第 2 電子輸送層 12 の材料としては、公知の材料を利用することができる。例えば、第 1 電子輸送層 8 に記載の材料が挙げられる。なお、電子注入性を更に向上させる点から、有機層にアルカリ金属またはアルカリ土類金属やアルカリ金属またはアルカリ土類金属の酸化物、フッ化物等をドーピングしてもよい。なお、有機層とアルカリ金属またはアルカリ土類金属の積層や有機層とアルカリ金属またはアルカリ土類金属の酸化物、フッ化物等の積層など、複数の層から第 2 電子輸送層を形成しても良い。

【0094】

< 光透過性電極 >

光透過性電極 13 は、光透過性を具備する導電材料からなる。光透過性の導電材料としては、例えば、酸化インジウムスズ (ITO) や酸化インジウム亜鉛 (IZO) を挙げることができる。

40

【0095】

< 保護層 >

保護層 14 は、無機材料や樹脂材料からなる。無機材料としては、例えば SiN (窒化シリコン)、SiON (酸窒化シリコン) 等が挙げられる。樹脂材料としては、例えば、樹脂接着剤が挙げられる。保護層 14 は、無機層と樹脂層とが積層された積層体であってもよい。

【0096】

50

< カラーフィルタ層 >

カラーフィルタ層 15 の材料としては、公知の材料を利用することができる。

【 0 0 9 7 】

< 第 2 基板 >

第 2 基板 16 の材料としては、例えば、ガラスやプラスチックが用いられる。ガラス材料としては、具体的には例えば、無アルカリガラス、ソーダガラス、無蛍光ガラス、磷酸系ガラス、硼酸系ガラス、石英等のガラスなどが挙げられる。プラスチックとしては、具体的に例えば、アクリル系樹脂、スチレン系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリエチレン、ポリエステル、ポリイミド、シリコン系樹脂などが挙げられる。プラスチックを用いる場合、第 2 基板 16 に、水分や酸素の侵入を抑制するための保護層を含めることとしても良い。

10

【 0 0 9 8 】

[7 . 有機 E L 表示パネルの製造方法 (トップエミッション)]

本実施形態に係る有機 E L 表示パネルの製造方法について図 8 を用いて説明する。

【 0 0 9 9 】

図 8 (a) に示すように、第 1 基板 1 上に絶縁層 3 を形成する。絶縁層 3 上に互いに離間した複数の光反射性電極 4 を形成する。光反射性電極 4 は、例えば、スパッタ法を用いて光反射性を具備する導電材料からなる導電膜を絶縁層 3 上に形成し、エッチング法を用いて導電膜をパターンングすることにより形成することができる。

【 0 1 0 0 】

20

図 8 (b) に示すように、第 1 基板 1 上に複数の隔壁 2 を形成する。隔壁 2 は、例えば、絶縁層 3 上に感光性材料からなる感光性膜を形成し、フォトリソを介して感光性膜を露光し、露光された感光性膜を現像することにより形成することができる。隔壁 2 は、第 1 正孔注入層 5、第 1 正孔輸送層 6、第 1 発光層 7 を湿式法で形成する場合に、塗布されたインクがあふれ出ないようにするための構造物として機能する。

【 0 1 0 1 】

図 8 (c) に示すように、第 1 正孔注入層 5、第 1 正孔輸送層 6、第 1 赤色発光層 7 R、緑色発光層 7 G、第 1 青色発光層 7 B、及び第 2 赤色発光層 7 W を形成する。これらは、例えば、インクジェット法などの湿式法を用いることにより形成することができる。

【 0 1 0 2 】

30

図 8 (d) に示すように、第 1 電子輸送層 8、電荷発生層 9、第 2 正孔輸送層 10、第 2 青色発光層 11、第 2 電子輸送層 12 を形成する。これらは、例えば、抵抗加熱方式などの真空蒸着法を用いることにより形成することができる。

【 0 1 0 3 】

図 8 (e) に示すように、光透過性電極 13 を形成する。これは、例えば、抵抗加熱方式などの真空蒸着法、スパッタ法、反応性スパッタ法、イオンプレーティング法、気相成長法等の乾式法を用いることにより形成することができる。次に、保護層 14 を形成し、保護層 14 上にカラーフィルタ層 15 が形成された第 2 基板 16 を被せる。

【 0 1 0 4 】

[8 . 有機 E L 表示パネルの構成 (ボトムエミッション)]

40

本発明の第 2 実施形態に係る有機 E L 表示パネルの構成について、図 9 を用いて説明する。図 9 は、本発明の第 2 実施形態に係る有機 E L 表示パネルの 1 画素を拡大した断面図である。本実施形態においては、有機 E L 表示パネル 200 は、図 9 における紙面下側を表示面とする、いわゆるボトムエミッション型である。

【 0 1 0 5 】

有機 E L 表示パネル 200 は、第 2 基板 16、カラーフィルタ層 15、隔壁 2、絶縁層 3、光透過性電極 213、第 1 正孔注入層 5、第 1 正孔輸送層 6、第 1 赤色発光層 7 R、緑色発光層 7 G、第 1 青色発光層 7 B、第 2 赤色発光層 7 W、第 1 電子輸送層 8、電荷発生層 9、第 2 正孔輸送層 10、第 2 青色発光層 11、第 2 電子輸送層 12、光反射性電極 204、保護層 14、第 2 基板 1 を備える。各層の機能、材料及び製造方法は第 1 実施形

50

態と同様なので説明を省略する。

【 0 1 0 6 】

[9 . 光学設計 (ボトムエミッション)]

図 1 0 に、各サブ画素領域内に設けられた有機 E L 素子の出射光の光路を示す。

【 0 1 0 7 】

光路 C 1 a は、第 1 発光層 7 から光反射性電極 2 0 4 側に進行せずに光透過性電極 2 1 3 側に進行する光の光路である。光路 C 1 b は、第 1 発光層 7 から光反射性電極 2 0 4 側に進行し、光反射性電極 2 0 4 で反射されてから光透過性電極 2 1 3 側に進行する光の光路である。光路 C 2 a は、第 2 青色発光層 1 1 から光反射性電極 2 0 4 側に進行せずに光透過性電極 2 1 3 側に進行する光の光路である。光路 C 2 b は、第 2 青色発光層 1 1 から光反射性電極 2 0 4 側に進行し、光反射性電極 2 0 4 で反射されてから光透過性電極 2 1 3 側に進行する光の光路である。

10

【 0 1 0 8 】

本実施形態では、有機 E L 素子の微小共振構造を設計する場合、第 1 発光層 7 の発光面 7 a と光反射性電極 2 0 4 の光反射面 2 0 4 a との間の光学長 L 1 R、L 1 G、L 1 B、L 1 W (以下、「第 1 の光学長」と称する) と、第 2 青色発光層 1 1 の発光面 1 1 a と光反射性電極 2 0 4 の光反射面 2 0 4 a との間の光学長 L 2 R、L 2 G、L 2 B、L 2 W (以下、「第 2 の光学長」と称する) とを検討すればよい。

【 0 1 0 9 】

[1 0 . 第 2 の光学長 (ボトムエミッション)]

本実施形態では、第 1 正孔注入層 5、第 1 正孔輸送層 6、第 1 赤色発光層 7 R、緑色発光層 7 G、第 1 青色発光層 7 B 及び第 2 赤色発光層 7 W を湿式法で形成するものとして説明する。また、第 1 電子輸送層 8、電荷発生層 9、第 2 正孔輸送層 1 0、第 2 青色発光層 1 1、及び第 2 電子輸送層 1 2 を真空蒸着法で形成するものとして説明する。また、真空蒸着法では、シャドウマスクを用いないものとする。この場合、第 2 の光学長は、各サブ画素領域 2 R、2 G、2 B、2 W で同一となる。

20

【 0 1 1 0 】

図 1 1 は光学シミュレーションの結果であり、第 2 の光学長に対する有機 E L 素子の光取出し効率と有機 E L 素子の発光色の色度の変化を示す図である。光取出し効率はカラーフィルタ層で光が吸収される前の値を示し、第 2 青色発光層からの発光に対する値を示している。各層の膜厚は基準として以下のように設定した。

30

【 0 1 1 1 】

光透過性電極 : 5 0 n m (I T O)

第 1 正孔注入層 : 2 5 n m (導電性ポリマー材料)

第 1 正孔輸送層 : 2 0 n m (アミン化合物)

第 1 発光層 : 7 0 n m (ポリフルオレン誘導体)

第 1 電子輸送層 : 3 5 n m (フェナンスロリン誘導体)

電荷発生層 : 1 0 n m (H A T - C N 6)

第 2 正孔輸送層 : 2 5 n m (アミン化合物)

第 2 青色発光層 : 2 5 n m (アントラセン化合物)

第 2 電子輸送層 : 3 5 n m (フェナンスロリン誘導体)

光反射性電極 : 1 2 0 n m (アルミニウム)

各材料の屈折率は、分光エリブソメトリーにて評価した。

40

【 0 1 1 2 】

本実施形態においては、第 2 の光学長は、第 2 電子輸送層と第 2 青色発光層の膜厚の和で表される。図 1 1 では、第 2 電子輸送層の膜厚を変化させた場合 (破線) と第 2 青色発光層の膜厚を変化させた場合 (実線) を示している。どちらの材料も有機材料であるため、ほぼ同じ屈折率を有している。そのため、どちらの膜厚を変化させても同じ挙動を示すことが分かる。すなわち、光反射性電極の反射面と第 2 青色発光層の発光面との間に存在する層であれば、どの層の膜厚を調整しても良く、第 2 電子注入層などを追加しても良い

50

。

【 0 1 1 3 】

図 1 1 に示す各サブ画素領域内の有機 E L 素子では、第 2 の光学長が 7 0 n m 付近で光取り出し効率がピークとなる。第 2 の光学長が 6 0 n m 以上 8 0 n m 以下であれば、光取り出し効率がピーク値の 9 0 % 以上を確保できる。一方、出射光の色度は、第 2 の光学長が長くなるにつれ、悪化（大きい値になる）していくことが分かる。青色光として光を取り出すには、y 値は 0 . 2 0 以下が望ましい。第 2 の光学長が 7 5 n m 以下であれば、y 値を 0 . 2 0 以下に確保することができる。従って、第 2 の光学長は、6 0 n m 以上 7 5 n m 以下であることが望ましい。これにより、出射光の色度を青色として取り出しつつ光取り出し効率を高めることができる。

10

【 0 1 1 4 】

[1 1 . 第 1 の光学長（ボトムエミッション）]

図 1 2 は光学シミュレーションの結果であり、第 1 の光学長に対する有機 E L 素子の光取り出し効率と有機 E L 素子の発光色の色度の変化を示す図である。同図（a）は赤色サブ画素、（b）は緑色サブ画素、（c）は青色サブ画素、（d）は白色サブ画素を示す。光取り出し効率は、カラーフィルタ層で光が吸収される前の値を示し、第 1 発光層からの発光と第 2 青色発光層からの発光の和に対する値を示している。各層の膜厚は基準として以下のように設定した。

【 0 1 1 5 】

光透過性電極：5 0 n m（ITO）
 第 1 正孔注入層：2 5 n m（導電性ポリマー材料）
 第 1 正孔輸送層：2 0 n m（アミン化合物）
 第 1 発光層：7 0 n m（ポリフルオレン誘導体）
 第 1 電子輸送層：3 5 n m（フェナンスロリン誘導体）
 電荷発生層：1 0 n m（H A T - C N 6）
 第 2 正孔輸送層：2 5 n m（アミン化合物）
 第 2 青色発光層：2 5 n m（アントラセン化合物）
 第 2 電子輸送層：3 5 n m（フェナンスロリン誘導体）
 光反射性電極：1 2 0 n m（アルミニウム）
 各材料の屈折率は、分光エリブソメトリーにて評価した。

20

30

【 0 1 1 6 】

本実施形態においては、第 1 の光学長は、第 2 電子輸送層、第 2 青色発光層、第 2 正孔輸送層、電荷発生層、第 1 電子輸送層、第 1 発光層の膜厚の和で表される。ここで、第 1 発光層以外は、シャドウマスクを用いない乾式法により形成されるため、各サブ画素領域で膜厚を異ならせることができない。第 1 発光層は、湿式法により形成されるため、各サブ画素領域で異なる膜厚を実現できる。図 1 2（a）、（b）、（c）、（d）は、第 1 発光層の膜厚を変化させた場合の光取り出し効率と色度の変化の光学シミュレーションデータ（実線）と、実際に有機 E L 素子を作製して特性を評価した実測データ（点）を示している。どれも、光学シミュレーションと実測データが良い一致を示し、光学シミュレーションによる予測が正しいことを示している。

40

【 0 1 1 7 】

図 1 2（a）に示す赤色サブ画素領域内の有機 E L 素子では、第 1 の光学長が 2 9 0 n m 付近で光取り出し効率がピークとなる。第 1 の光学長が 2 5 5 n m 以上 3 1 5 n m 以下であれば、光取り出し効率がピーク値の 9 0 % 以上を確保できる。一方、第 1 の光学長を 3 0 0 n m 以上にすると、第 1 赤色発光層が 1 7 0 n m 以上となり、有機 E L 素子の駆動電圧が非常に高くなってしまふ。従って、赤色サブ画素領域内の有機 E L 素子では、第 1 の光学長は、2 5 5 n m 以上 3 0 0 n m 以下であることが望ましい。なお、図 1 3（a）に第 1 の光学長が 2 1 0 n m の場合の発光スペクトルを示し、図 1 3（b）に第 1 の光学長が 2 9 0 n m の場合の発光スペクトルを示す。第 1 の光学長が 2 1 0 n m の場合、非常に青色発光が強く、第 1 の光学長が 2 9 0 n m の場合、赤色発光が強くなり、青色発光が

50

抑制されていることが分かる。従って、第1の光学長を上記範囲内に収めることにより、不要な青色発光を抑制するとともに赤色発光を強く取り出すことができ、その結果、出射光の色度を適切な範囲に確保しつつ光取り出し効率を高めることができる。

【0118】

図14に、赤色サブ画素に関して、さらに詳細なシミュレーションの結果を示す。図14上段のグラフは光取り出し効率の変化を示し、図14下段のグラフは色度の変化を示す。カラーフィルタ層を用いて色度補正を実施した場合（実線）、第1の光学長が270nm付近で光取り出し効率がピークとなる。第1の光学長が255nm以上300nm以下であれば、カラーフィルタで色度補正を実施した場合に高い光取り出し効率を確保することができる。

10

【0119】

また、第1実施形態でも説明した通り、第1の光学長を最適化する場合、第1赤色発光層と第2青色発光層をそれぞれ独立して検討することが考えられる。図14上段のグラフ中の実線は、第1赤色発光層と第2青色発光層の両方が発光する場合の光取り出し効率を示す。同グラフ中の破線は、第1赤色発光層のみが発光し第2青色発光層が発光しない場合の光取り出し効率を示す。何れも、カラーフィルタ層を用いて色度補正を実施している。これによると、第1赤色発光層と第2青色発光層の両方が発光する場合、第2の光学長が255nm以上300nm以下の範囲に光取り出し効率のピークが存在する。第1赤色発光層のみが発光する場合、第1の光学長が300nm以上320nm以下の範囲に光取り出し効率のピークが存在する。即ち、第1赤色発光層と第2青色発光層の両方が発光する場合に光取り出し効率がピークを示す第1の光学長は、第1赤色発光層のみが発光する場合に光取り出し効率がピークを示す第1の光学長と異なる。従って、第1赤色発光層と第2青色発光層をそれぞれ独立に最適化しても、必ずしも出射光の光取り出し効率と色度を両立できるとは限らない。本実施形態では、第1赤色発光層と第2青色発光層の両方を同時に検討しているので、出射光の光取り出し効率と色度を両立できる第1の光学長の範囲を得ることができる。

20

【0120】

図12(b)に示す緑色サブ画素領域内の有機EL素子では、第1の光学長が270nm付近で光取り出し効率がピークとなる。第1の光学長が250nm以上300nm以下であれば、光取り出し効率がピーク値の90%以上を確保できる。また、この範囲であれば、y値が緑色サブ画素として適切な範囲（y値が概ね0.50以上）を確保することができる。従って、第1の光学長は、250nm以上300nm以下であることが望ましい。これにより、出射光の色度を適切な範囲に確保しつつ光取り出し効率を高めることができる。

30

【0121】

図12(c)に示す青色サブ画素領域内の有機EL素子では、第1の光学長が230nm付近で光取り出し効率がピークとなる。第1の光学長が210nm以上250nm以下であれば、光取り出し効率がピーク値の90%以上を確保できる。一方、第1の光学長が220nm以下であれば、y値が青色サブ画素として適切な範囲（y値が0.2以下、さらに望ましくは0.18以下）を確保することができる。従って、青色サブ画素領域内の有機EL素子では、第1の光学長は、210nm以上220nm以下であることが望ましい。これにより、出射光の色度を適切な範囲に確保しつつ光取り出し効率を高めることができる。

40

【0122】

図15に、青色サブ画素に関して、さらに詳細なシミュレーションの結果を示す。図15上段のグラフは光取り出し効率の変化を示し、図15下段のグラフは色度の変化を示す。上述の通り、第1の光学長を最適化する場合、第1青色発光層と第2青色発光層をそれぞれ独立して検討することが考えられる。図15上段のグラフ中の実線は、第1青色発光層と第2青色発光層の両方が発光する場合の光取り出し効率を示す。同グラフ中の点線は、第1青色発光層のみが発光し第2青色発光層が発光しない場合の光取り出し効率を示す

50

。同グラフ中の破線は、第 1 青色発光層が発光せず第 2 青色発光層のみが発光する場合の光取り出し効率を示す。何れも、カラーフィルタ層を用いて色度補正を実施しているものとする。これによると、第 1 青色発光層と第 2 青色発光層の両方が発光する場合、第 1 の光学長が 210 nm 以上 220 nm 以下の範囲に光取り出し効率のピークが存在する。第 1 青色発光層のみが発光する場合、第 1 の光学長が 195 nm 以上 210 nm 以下の範囲に光取り出し効率のピークが存在する。第 2 青色発光層のみが発光する場合、第 1 の光学長が 220 nm 以上 240 nm 以下の範囲内に光取り出し効率のピークが存在する。即ち、第 1 青色発光層と第 2 青色発光層の両方が発光する場合に光取り出し効率がピークを示す第 1 の光学長は、第 1 青色発光層のみが発光する場合や第 2 青色発光層のみが発光する場合に光取り出し効率がピークを示す第 1 の光学長と異なる。従って、第 1 青色発光層と第 2 青色発光層をそれぞれ独立に最適化しても、必ずしも出射光の光取り出し効率と色度を両立できるとは限らない。本実施形態では、第 1 青色発光層と第 2 青色発光層の両方を同時に検討しているので、出射光の光取り出し効率と色度を両立できる第 2 の光学長の範囲を得ることができる。

【0123】

図 12 (d) に示す白色サブ画素領域内の有機 EL 素子では、第 1 の光学長が 290 nm 付近で光取り出し効率がピークとなる。第 1 の光学長が 255 nm 以上 315 nm 以下であれば、光取り出し効率がピーク値の 90% 以上を確保できる。一方、第 1 の光学長が 245 nm 以上 270 nm 以下であれば、赤色光と青色光の混合光の色度が白色に近い範囲を確保することができる。本実施形態では、第 1 実施形態と同様に、x 値が 0.25 以上 0.45 以下、y 値が 0.25 以上 0.45 以下、かつ x 値と y 値の差の絶対値が 0 以上 0.05 以下であれば、白色に近い色度であるものとする。従って、白色サブ画素領域内の有機 EL 素子では、第 2 の光学長は、255 nm 以上 270 nm 以下であることが望ましい。これにより、赤色光と青色光の混合光の光取り出し効率を高めつつ、混合光の色度を白色に近づけることができる。図 16 に第 1 の光学長が 270 nm の場合の白色サブ画素領域内の有機 EL 素子の発光スペクトルを示す。

【0124】

[12. 光学設計のまとめ (ボトムエミッション)]

赤色サブ画素領域 2R において、第 1 の光学長が 255 nm 以上 300 nm 以下であることが望ましく、第 2 の光学長が 60 nm 以上 75 nm 以下であることが望ましい。例えば、第 1 の光学長を 290 nm とし、第 2 の光学長を 60 nm とする場合、各層の膜厚を以下の通りにしてもよい。

【0125】

第 1 赤色発光層：160 nm

第 1 電子輸送層：35 nm

電荷発生層：10 nm

第 2 正孔輸送層：25 nm

第 2 青色発光層：25 nm

第 2 電子輸送層：35 nm

緑色サブ画素領域 2G において、第 1 の光学長が 250 nm 以上 300 nm 以下であることが望ましく、第 2 の光学長が 60 nm 以上 75 nm 以下であることが望ましい。例えば、第 1 の光学長を 290 nm とし、第 2 の光学長を 60 nm とする場合、各層の膜厚を以下の通りにしてもよい。

【0126】

緑色発光層：160 nm

第 1 電子輸送層：35 nm

電荷発生層：10 nm

第 2 正孔輸送層：25 nm

第 2 青色発光層：25 nm

第 2 電子輸送層：35 nm

青色サブ画素領域 2 B 内において、第 1 の光学長が 210 nm 以上 220 nm 以下であることが望ましく、第 2 の光学長が 60 nm 以上 75 nm 以下であることが望ましい。例えば、第 1 の光学長を 215 nm とし、第 2 の光学長を 60 nm とする場合、各層の膜厚を以下の通りにしてもよい。

【0127】

第 1 青色発光層：85 nm

第 1 電子輸送層：35 nm

電荷発生層：10 nm

第 2 正孔輸送層：25 nm

第 2 青色発光層：25 nm

第 2 電子輸送層：35 nm

10

白色サブ画素領域 2 W 内において、第 1 の光学長が 255 nm 以上 270 nm 以下であることが望ましく、第 2 の光学長が 60 nm 以上 75 nm 以下であることが望ましい。例えば、第 1 の光学長を 270 nm とし、第 2 の光学長を 60 nm とする場合、各層の膜厚を以下の通りにしてもよい。

【0128】

第 1 赤色発光層：140 nm

第 1 電子輸送層：35 nm

電荷発生層：10 nm

第 2 正孔輸送層：25 nm

第 2 青色発光層：25 nm

第 2 電子輸送層：35 nm

20

本実施形態では、第 1 実施形態と同様に、赤色サブ画素領域 2 R 及び緑色サブ画素領域では不要な青色光の光取り出し効率を抑制することができ、青色サブ画素領域 2 B では青色光を効率良く外部に取り出すことができ、白色サブ画素領域 2 W では混合光を効率良く外部に取り出すとともに混合光の色度を白色に近づけることができる。

【0129】

本実施形態では、さらに、第 1 実施形態と同様、赤色サブ画素領域 2 R、緑色サブ画素領域 2 G、青色サブ画素領域 2 B、及び白色サブ画素領域 2 W 内の各々に電荷発生層 9 が存在する。そのため、精密なシャドウマスクを用いなくても電荷発生層 9 を形成することができる。従って、製造コスト、生産性を更に向上することができる。

30

【0130】

[13. 表示装置]

第 1 及び第 2 実施形態に示した有機 EL 表示パネルは、例えば、図 17 に示すような表示装置 1000 に利用可能である。図 18 に示すように、表示装置 1000 は、有機 EL 表示パネル 100 及び駆動制御回路 1017 を備える。有機 EL 表示パネル 100 は、例えば、第 1 実施形態に示した有機 EL 表示パネルである。駆動制御回路 1017 は、駆動回路 1018、1019、1020、1021 及び制御回路 1022 を備える。制御回路 1022 は、外部から映像信号を受け、映像信号に基づいて有機 EL 表示パネル 100 内の各 TFT 駆動回路に適した電圧信号に変換する。駆動回路 1018、1019、1020、1021 は、制御回路 1022 から受けた電圧信号を有機 EL 表示パネル 100 内の各 TFT 駆動回路に送信する。

40

【産業上の利用可能性】

【0131】

本発明の有機 EL 表示パネルは、例えば、家庭用もしくは公共施設、あるいは業務用の各種表示装置、テレビジョン装置、携帯型電子機器用の表示装置等として利用可能である。

【符号の説明】

【0132】

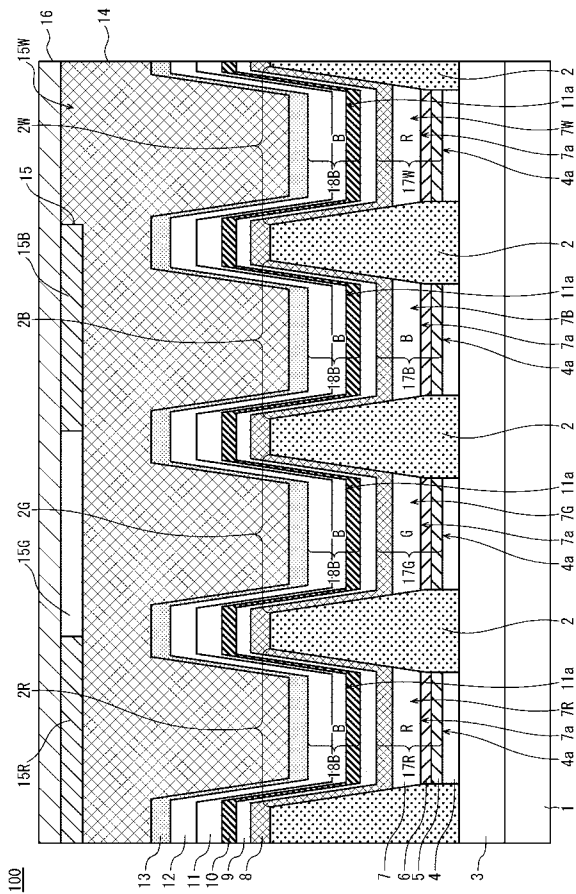
1

第 1 基板

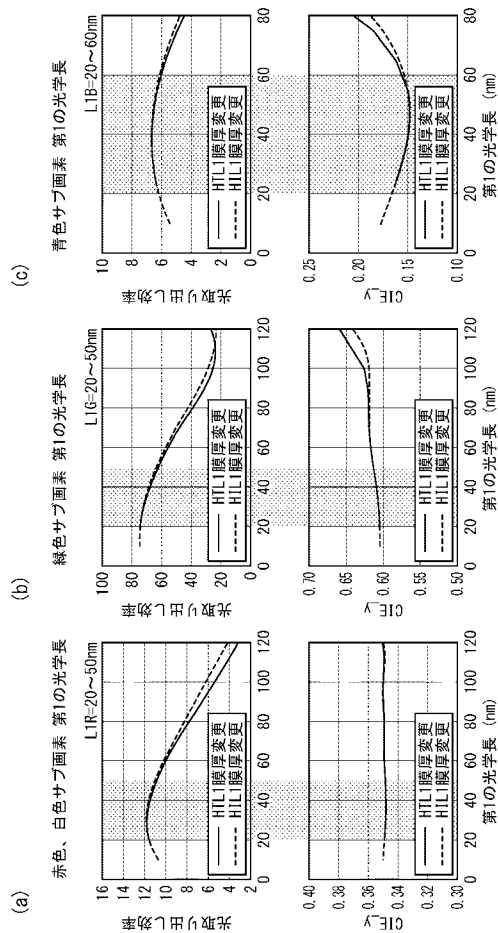
50

2	隔壁	
3	絶縁層	
4、204	光反射性電極	
5	第1正孔注入層	
6	第1正孔輸送層	
7	第1発光層	
7 R	第1赤色発光層	
7 G	緑色発光層	
7 B	第1青色発光層	
7 W	第2赤色発光層	10
8	第1電子輸送層	
9	電荷発生層	
10	第2正孔輸送層	
11	第2青色発光層	
12	第2電子輸送層	
13、213	光透過性電極	
14	保護層	
15	カラーフィルタ層	
15 R	赤色フィルタ	
15 G	緑色フィルタ	20
15 B	青色フィルタ	
16	第2基板	
17 R	第1赤色発光ユニット	
17 G	第1緑色発光ユニット	
17 B	第1青色発光ユニット	
17 W	第2赤色発光ユニット	
18 B	第2青色発光ユニット	

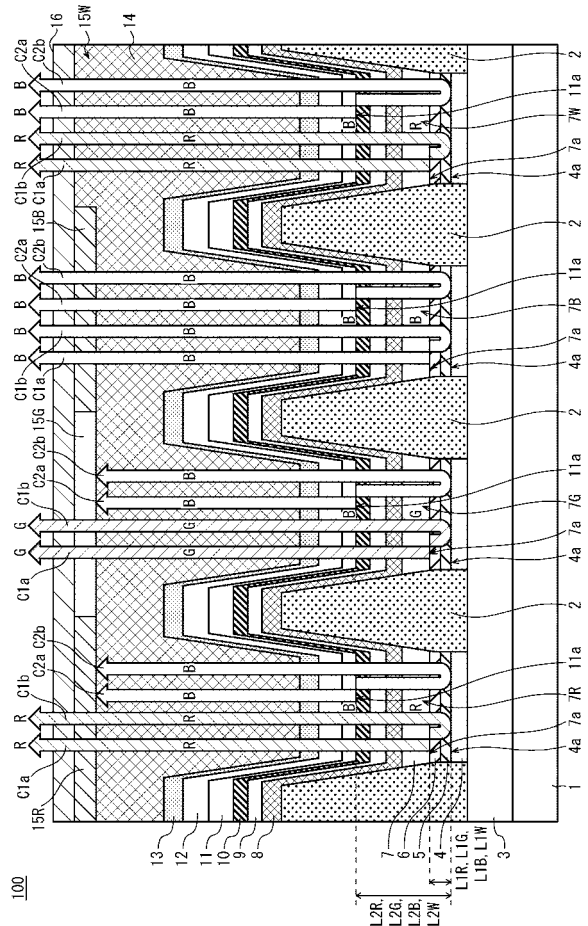
【 図 1 】



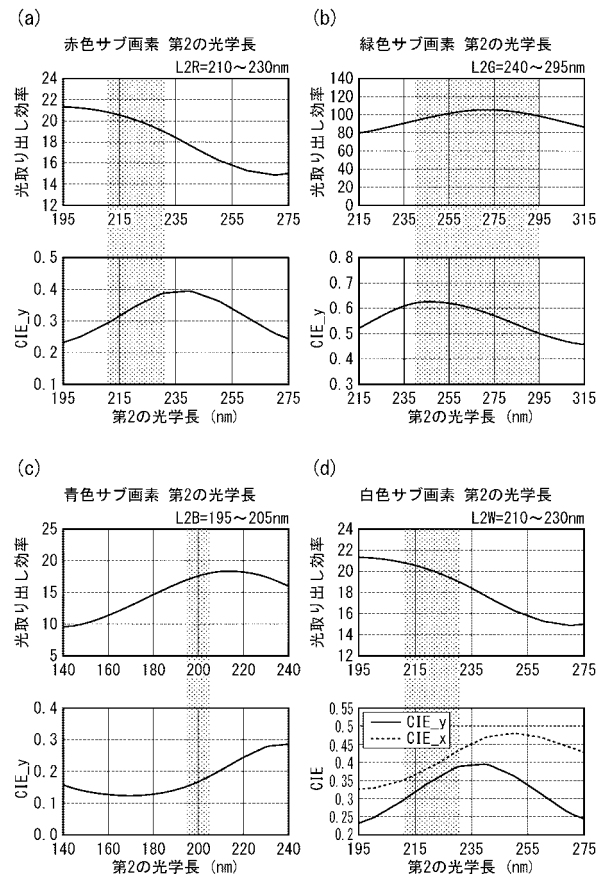
【 図 3 】



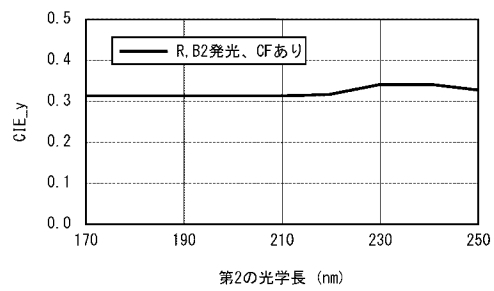
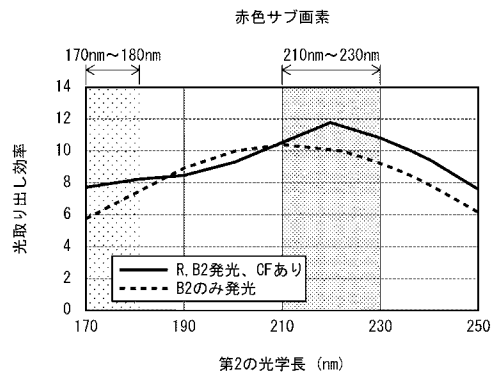
【 図 2 】



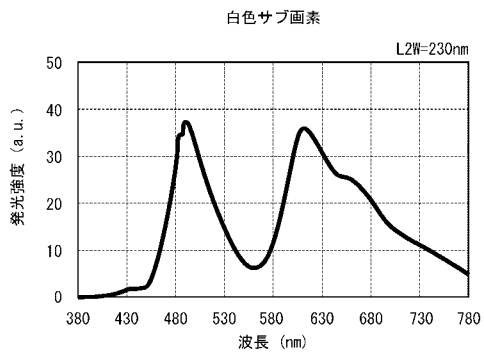
【 図 4 】



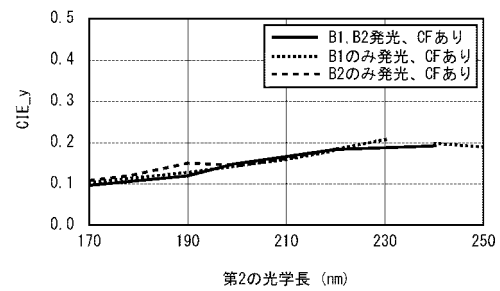
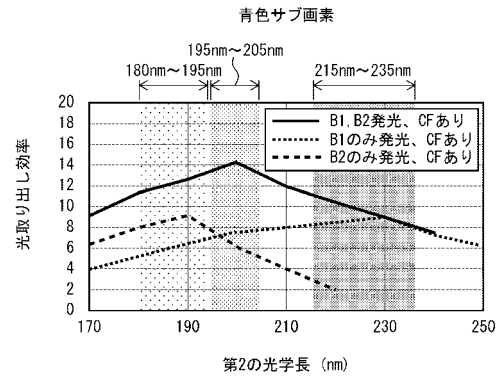
【図 5】



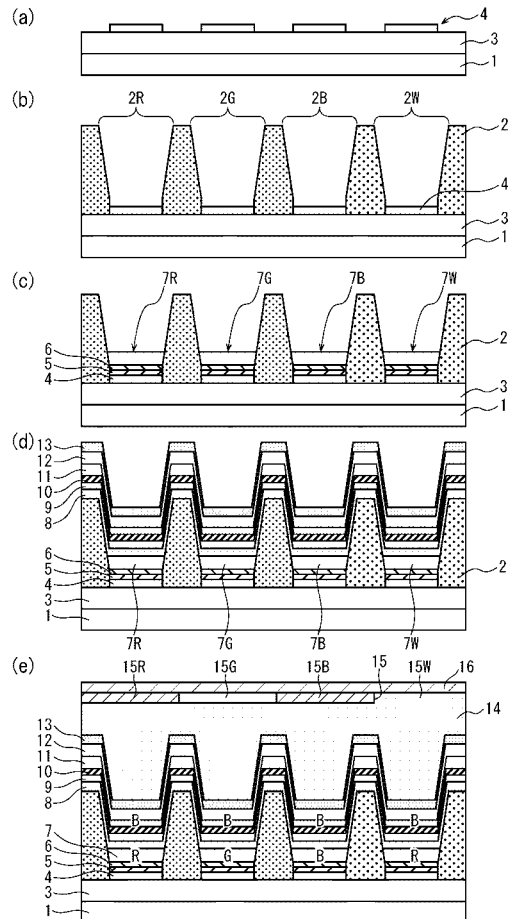
【図 7】



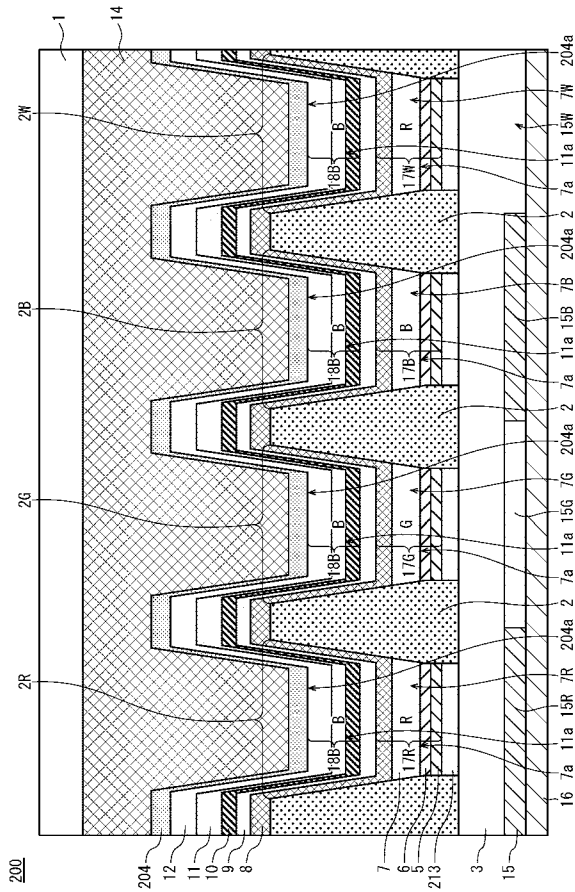
【図 6】



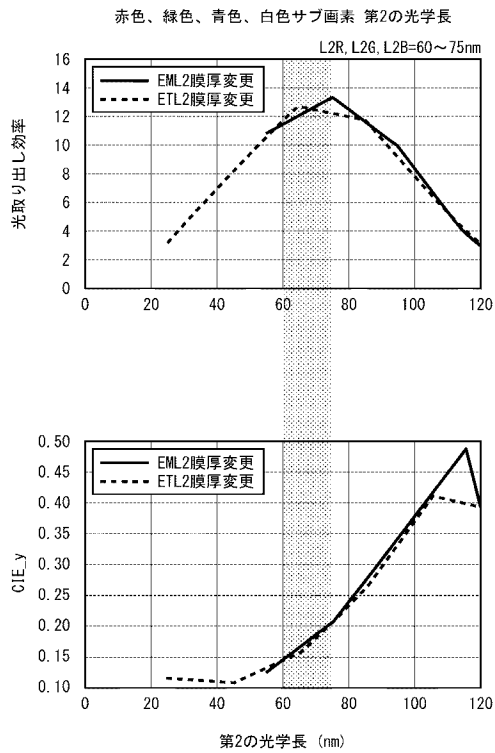
【図 8】



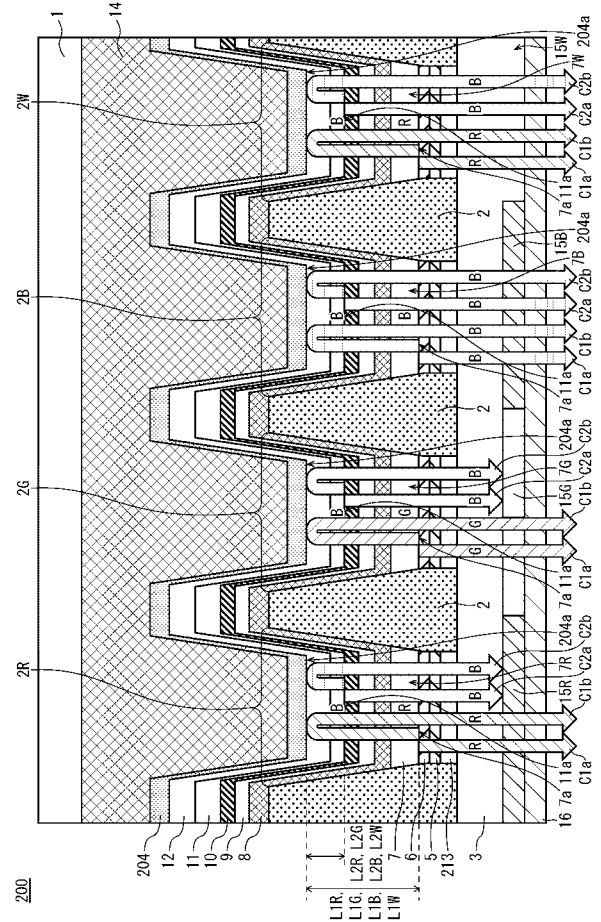
【 図 9 】



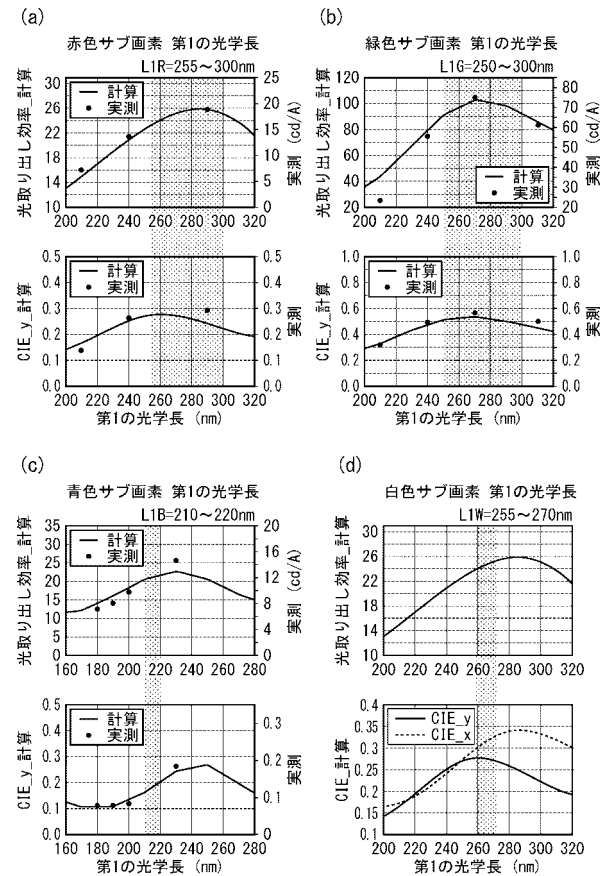
【 ㊦ 1 1 】



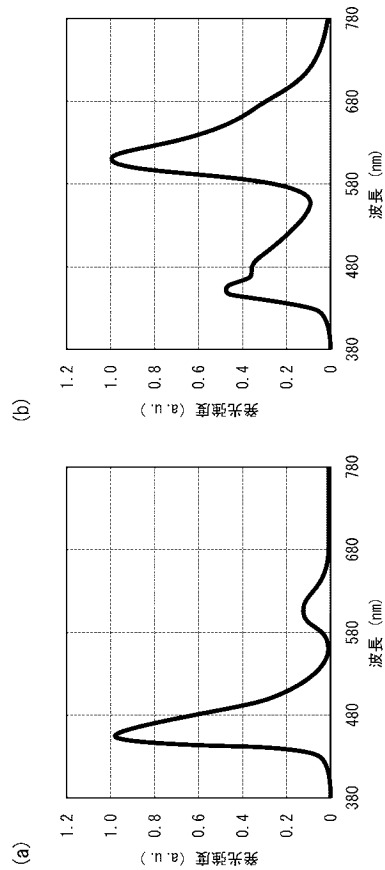
【 図 1 0 】



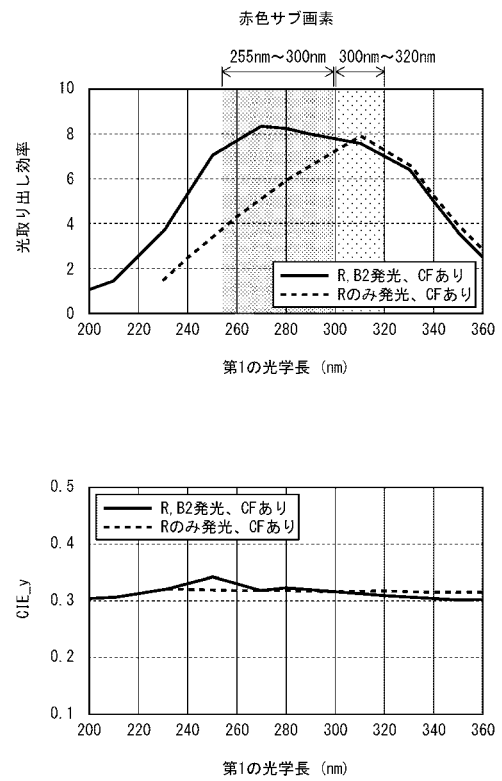
【 図 1 2 】



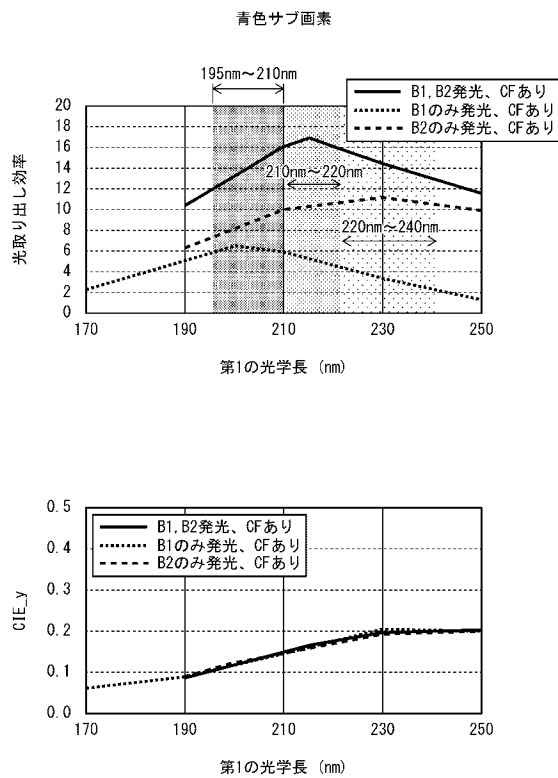
【図 13】



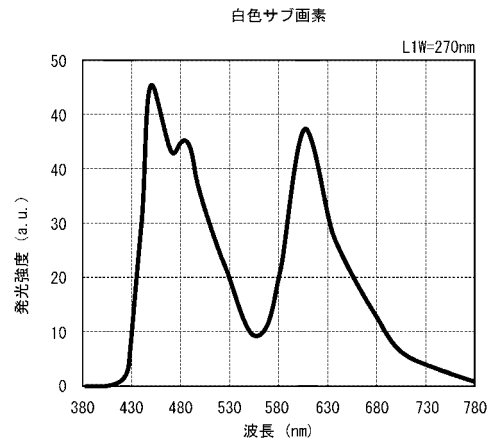
【図 14】



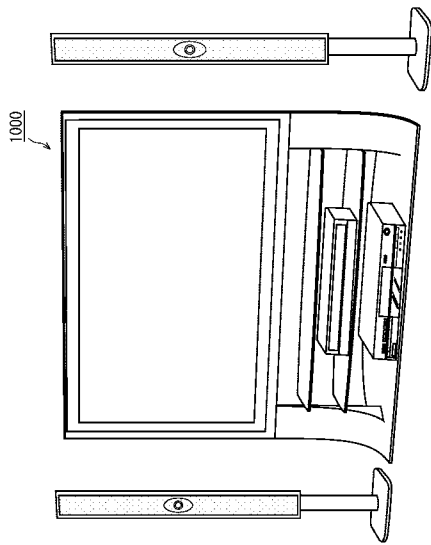
【図 15】



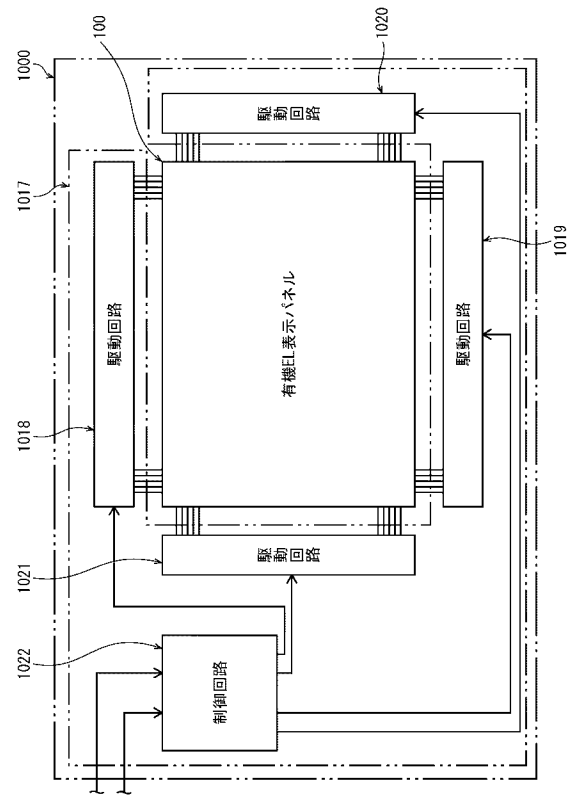
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/000924

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H05B33/12(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i, H01L27/32(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/10(2006.01)i, H05B33/22(2006.01)i, H05B33/24(2006.01)i, H05B33/26(2006.01)i</i> According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H05B33/12, G09F9/30, H01L27/32, H01L51/50, H05B33/10, H05B33/22, H05B33/24, H05B33/26 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-245747 A (Hitachi Displays, Ltd.), 22 October 2009 (22.10.2009), paragraphs [0056] to [0060]; fig. 1 & US 2009/0242911 A1 & CN 101552283 A	1-14
A	JP 2013-73759 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 22 April 2013 (22.04.2013), paragraphs [0069] to [0078]; fig. 1 (Family: none)	1-14
A	JP 2012-227118 A (Rohm Co., Ltd.), 15 November 2012 (15.11.2012), paragraph [0009]; fig. 1 & US 2012/0248971 A1	1-14
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 23 April 2015 (23.04.15)		Date of mailing of the international search report 12 May 2015 (12.05.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/000924

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2013/0140533 A1 (AU Optronics Corp.), 06 June 2013 (06.06.2013), paragraphs [0030], [0031]; fig. 4 & TW 201324891 A & CN 103050630 A	1-14

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 0 0 9 2 4	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H05B33/12(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i, H01L27/32(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/10(2006.01)i, H05B33/22(2006.01)i, H05B33/24(2006.01)i, H05B33/26(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H05B33/12, G09F9/30, H01L27/32, H01L51/50, H05B33/10, H05B33/22, H05B33/24, H05B33/26			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
A	J P 2 0 0 9 - 2 4 5 7 4 7 A (株式会社 日立ディスプレイズ) 2009. 10. 22、段落【0056】 - 【0060】、図1 & US 2009/0242911 A1 & CN 101552283 A	1-14	
A	J P 2 0 1 3 - 7 3 7 5 9 A (凸版印刷株式会社) 2013. 04. 22、段落【0069】 - 【0078】、図1 (ファミリーなし)	1-14	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 23. 04. 2015		国際調査報告の発送日 12. 05. 2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 中山 佳美 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 0 0 9 2 4
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	J P 2 0 1 2 - 2 2 7 1 1 8 A (ローム株式会社) 2 0 1 2 . 1 1 . 1 5、段落【0009】、図1 & US 2012/0248971 A1	1-14
A	US 2 0 1 3 / 0 1 4 0 5 3 3 A1 (AU Optronics Corp.) 2 0 1 3 . 6 . 6、段落【0030】、【0031】、図4 & TW 201324891 A & CN 103050630 A	1-14

フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H 0 1 L 51/50 (2006.01)		H 0 5 B 33/24		
H 0 5 B 33/10 (2006.01)		H 0 5 B 33/14		A
G 0 2 B 5/20 (2006.01)		H 0 5 B 33/10		
		H 0 5 B 33/12		E
		G 0 2 B 5/20	1 0 1	

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72) 発明者 ホアン ミン ヒエップ

福岡県福岡市博多区美野島四丁目 1 番 6 2 号 パナソニックシステムネットワークス株式会社内

F ターム(参考) 2H148 BB05 BD02 BD23 BE42 BF06 BG06 BH11 BH28
 3K107 AA01 BB01 CC05 CC07 CC09 CC21 CC45 DD10 DD23 DD27
 DD52 DD59 DD60 DD89 EE03 EE22 FF06 FF13 FF15 GG04
 GG05 GG06 HH05

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	有机EL显示面板，具有该有机EL显示面板的显示装置，以及有机EL显示面板的制造方法		
公开(公告)号	JPWO2015141143A1	公开(公告)日	2017-04-06
申请号	JP2016508489	申请日	2015-02-24
[标]申请(专利权)人(译)	日本有机雷特显示器股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	株式会社JOLED		
[标]发明人	松末哲征 米田和弘 ホアンミンヒエツプ		
发明人	松末 哲征 米田 和弘 ホアン ミン ヒエツプ		
IPC分类号	H05B33/12 H05B33/22 H05B33/26 H05B33/28 H05B33/24 H01L51/50 H05B33/10 G02B5/20		
CPC分类号	H01L51/5044 H01L27/3213 H01L27/322 H01L27/3246 H01L51/5218 H01L51/5234 H01L51/5265 H01L51/56 H01L2251/5315		
FI分类号	H05B33/12.C H05B33/12.B H05B33/22.Z H05B33/26.Z H05B33/28 H05B33/24 H05B33/14.A H05B33/10 H05B33/12.E G02B5/20.101		
F-TERM分类号	2H148/BB05 2H148/BD02 2H148/BD23 2H148/BE42 2H148/BF06 2H148/BG06 2H148/BH11 2H148/BH28 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC05 3K107/CC07 3K107/CC09 3K107/CC21 3K107/CC45 3K107/DD10 3K107/DD23 3K107/DD27 3K107/DD52 3K107/DD59 3K107/DD60 3K107/DD89 3K107/EE03 3K107/EE22 3K107/FF06 3K107/FF13 3K107/FF15 3K107/GG04 3K107/GG05 3K107/GG06 3K107/HH05		
优先权	2014059041 2014-03-20 JP		
其他公开文献	JP6222719B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

有机EL显示面板包括光反射电极，第一红色发光层，绿色发光层，第一蓝色发光层，第二红色发光层，电荷产生层，第二蓝色发光层和透光电极。。在红色和白色子像素区域中，第一光学长度为20nm以上且50nm以下，并且第二光学长度为210nm以上且230nm以下。在绿色子像素区域中，第一光学长度为20nm以上且50nm以下，第二光学长度为240nm以上且295nm以下。在蓝色子像素区域中，第一光学长度为20nm以上且60nm以下，第二光学长度为195nm以上且205nm以下。

