

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-15787

(P2010-15787A)

(43) 公開日 平成22年1月21日(2010.1.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/24 (2006.01)	H05B 33/24	3K107
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14 A	
H05B 33/12 (2006.01)	H05B 33/12 B	
	H05B 33/12 C	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-173896 (P2008-173896)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成20年7月2日 (2008.7.2)		キヤノン株式会社
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
		(74) 代理人	100096828
			弁理士 渡辺 敬介
		(74) 代理人	100110870
			弁理士 山口 芳広
		(72) 発明者	水野 信貴
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
			ヤノン株式会社内
		(72) 発明者	佐藤 信彦
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
			ヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機EL表示装置

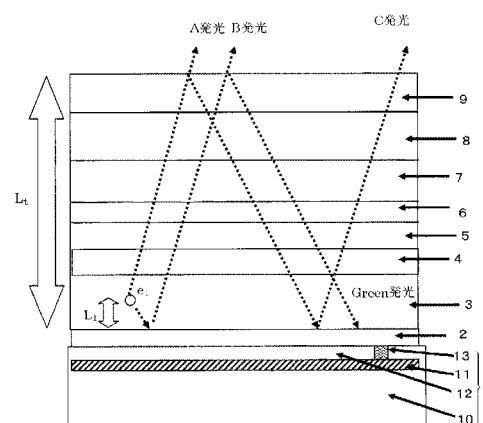
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】発光効率が高く、かつ消費電力を小さくする有機EL表示装置を提供する。

【解決手段】基板1と、基板1に設けられる下部電極(下部反射電極2)と、該下部電極の上方に設けられ層の数がnである電極層4、6、8と、該下部電極と該下部電極の直上にある電極層との間及び該電極層間に設けられ所定の光を発する発光層を含み層の数がnである有機化合物層3、5、7と、から構成され、該発光層から発せられ該下部電極へ進行する光について下記式(1)で示される干渉条件式を満たし、該下部電極から最上層9の反射面へ進行する光について下記式(2)で示される干渉条件式を満たすことを特徴とする、有機EL表示装置。

$$2\frac{L_1}{\lambda_1} + \frac{\delta}{2\pi} = m_1 \quad \text{式(1)}$$

$$2\frac{L_2}{\lambda_2} + \frac{\delta + \phi}{2\pi} = m_2 \quad \text{式(2)}$$



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、
 該基板上に設けられる下部電極と、
 該下部電極の上方に設けられ層の数が n である電極層と、
 該下部電極と該下部電極の直上にある電極層との間及び該電極層間に設けられ所定の光を
 発する発光層を含み層の数が n である有機化合物層と、から構成され、
 該発光層から発せられ該下部電極へ進行する光について下記式 (1) で示される干渉条件
 式を満たし、
 該下部電極から最上層の反射面へ進行する光について下記式 (2) で示される干渉条件
 式を満たすことを特徴とする、有機 EL 表示装置。

10

【数 1】

$$2\frac{L_i}{\lambda_i} + \frac{\delta}{2\pi} = m_{i1} \quad \text{式 (1)}$$

$$2\frac{L_t}{\lambda_i} + \frac{\delta + \phi}{2\pi} = m_{i2} \quad \text{式 (2)}$$

(式 (1) において、 L_i は、下部電極側から i 番目の発光層 (第 i 発光層) の発光領域
 と下部電極表面との間の光学的距離を表す。 λ_i は第 i 発光層から取り出される光のピー
 ク波長を表す。 δ は、下部電極における位相シフト量を表す。 m_{i1} は自然数を表す。式 (2)
 において、 L_t は、下部電極の反射面と最上層との間の光学的距離を表す。 ϕ は、最
 上層の反射面で光が反射する際に生じる位相シフト量を表す。 m_{i2} は、自然数を表す。)

20

【請求項 2】

基板と、
 該基板上に設けられる下部反射電極と、
 該下部反射電極上に設けられ所定の色を発する第 1 発光層を含む第 1 有機化合物層と、
 該第 1 有機化合物層上に設けられる第 1 電極層と、
 該第 1 電極層上に設けられ所定の色を発する第 2 発光層を含む第 2 有機化合物層と、
 該第 2 有機化合物層上に設けられる第 2 電極層と、
 該第 2 電極層上に設けられ所定の色を発する第 3 発光層を含む第 3 有機化合物層と、
 該第 3 有機化合物層上に設けられる第 3 電極層と、から構成され、
 該第 1 発光層、該第 2 発光層又は該第 3 発光層から発せられ該下部反射電極へ進行する
 光について下記式 (1) で示される干渉条件式を満たし、
 該下部反射電極から最上層の反射面へ進行する光について下記式 (2) で示される干渉
 条件式を満たすことを特徴とする、有機 EL 表示装置。

30

【数 2】

$$2\frac{L_i}{\lambda_i} + \frac{\delta}{2\pi} = m_{i1} \quad \text{式 (1)}$$

$$2\frac{L_t}{\lambda_i} + \frac{\delta + \phi}{2\pi} = m_{i2} \quad \text{式 (2)}$$

40

【請求項 3】

基板と、
 該基板上に設けられる下部反射電極と、
 該下部反射電極上に設けられ所定の色を発する第 1 発光層を含む第 1 有機化合物層と、
 該第 1 有機化合物層上に設けられる第 1 電極層と、

50

該第 1 電極層上に設けられ所定の色を発する第 2 発光層を含む第 2 有機化合物層と、
 該第 2 有機化合物層上に設けられる第 2 電極層と、から構成され、
 該第 1 発光層又は該第 2 発光層から発せられ該下部反射電極へ進行する光について下記
 式 (1) で示される干渉条件式を満たし、
 該下部反射電極から最上層の反射面へ進行する光について下記式 (2) で示される干渉
 条件式を満たすことを特徴とする、有機 E L 表示装置。

【数 3】

$$2\frac{L_i}{\lambda_i} + \frac{\delta}{2\pi} = m_{i1} \quad \text{式 (1)}$$

10

$$2\frac{L_t}{\lambda_i} + \frac{\delta + \phi}{2\pi} = m_{i2} \quad \text{式 (2)}$$

【請求項 4】

前記最上層から取り出される光のピーク波長が発光層の P L スペクトルの半値幅内にあ
 ることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の有機 E L 表示装置。

【請求項 5】

前記最上層に該当しない電極層が透明電極層であることを特徴とする、請求項 1 ~ 4 に
 いずれか一項に記載の有機 E L 表示装置。

20

【請求項 6】

前記最上層が光学調整層であり、該光学調整層の上部が光取り出し側の反射面となるこ
 とを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の有機 E L 表示装置。

【請求項 7】

基板と、

該基板上に設けられる下部電極と、

該下部電極の上方に設けられ層の数が n である電極層と、

該下部電極と該下部電極の直上にある電極層との間及び該電極層間に設けられ所定の光
 を発する発光層を含み層の数が n である有機化合物層と、から構成され、

該発光層から発せられ該電極層のうち最も上にある第 1 電極層へ進行する光について下
 記式 (1 ') で示される干渉条件式を満たし、

30

該第 1 電極層から、基板の反射面へ進行する光について下記式 (2 ') で示される干渉
 条件式を満たすことを特徴とする、有機 E L 表示装置。

【数 4】

$$2\frac{L_i}{\lambda_i} + \frac{\delta}{2\pi} = m_{i1} \quad \text{式 (1')}$$

$$2\frac{L_t}{\lambda_i} + \frac{\delta + \phi}{2\pi} = m_{i2} \quad \text{式 (2')}$$

40

(式 (1 ') において、 L_i は、第 1 電極層から i 番目の発光層 (第 i 発光層) の発光領
 域と第 1 電極層の表面との間の光学的距離を表す。 λ_i は第 i 発光層から取り出される光
 のピーク波長を表す。 δ は、第 1 電極層における位相シフト量を表す。 m_{i1} は自然数を表
 す。式 (2 ') において、 L_t は、第 1 電極層の反射面と、基板と下部電極との界面と、
 の間の光学的距離を表す。 ϕ は、基板と下部電極との界面で光が反射する際に生じる位相
 シフト量を表す。 m_{i2} は、自然数を表す。)

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、有機ＥＬ表示装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

有機ＥＬ表示装置に求められる特性として、例えば、素子寿命と高効率化とが上げられる。素子寿命に関しては、特許文献１にて開示されている多色発光表示装置のように、発光素子を積層することで実質的な発光面積を増やすことにより素子寿命を向上させる方法が考えられる。一方、高効率化に関しては、特許文献２にて開示されている有機ＥＬ素子内の光の干渉を利用することで効率を上げる方法が考えられる。

【０００３】

【特許文献１】米国特許５７０７７４５号明細書

10

【特許文献２】米国特許６５４１１３０号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

しかし特許文献１のように複数の発光素子を積層する場合、単に積層するだけでは発光効率が上がらないという課題があった。発光効率が上がらない理由として、複数の発光層を積層した場合、光の干渉に関わる光路長が重複しているため、ある特定の色の光を発する発光素子にとって最適な膜厚構成が、他の色の発光素子にとっては効率が上がりにくい構成になることが考えられる。

【０００５】

20

本発明は、上述した従来技術の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、発光効率が高く、かつ消費電力を小さくする有機ＥＬ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】

本発明の有機ＥＬ表示装置は、基板と、

該基板上に設けられる下部電極と、

該下部電極の上方に設けられ層の数がｎである電極層と、

該下部電極と該下部電極の直上にある電極層との間及び該電極層間に設けられ所定の光を発する発光層を含み層の数がｎである有機化合物層と、から構成され、

該発光層から発せられ該下部電極へ進行する光について下記式（１）で示される干渉条件式を満たし、

30

該下部電極から最上層の反射面へ進行する光について下記式（２）で示される干渉条件式を満たすことを特徴とする。

【０００７】

【数１】

$$2\frac{L_i}{\lambda_i} + \frac{\delta}{2\pi} = m_{i1} \quad \text{式(1)}$$

$$2\frac{L_t}{\lambda_t} + \frac{\delta + \phi}{2\pi} = m_{i2} \quad \text{式(2)}$$

40

（式（１）において、 L_i は、下部電極側から*i*番目の発光層（第*i*発光層）の発光領域と下部電極表面との間の光学的距離を表す。 λ_i は第*i*発光層から取り出される光のピーク波長を表す。 δ は、下部電極における位相シフト量を表す。 m_{i1} は自然数を表す。式（２）において、 L_t は、下部電極の反射面と最上層との間の光学的距離を表す。 ϕ は、最上層の反射面で光が反射する際に生じる位相シフト量を表す。 m_{i2} は、自然数を表す。）

【発明の効果】

【０００８】

本発明によれば、積層された発光素子の全てにおいて最適な干渉光路長を形成すること

50

が可能となる。このため発光効率が高く、かつ消費電力を小さくする有機ＥＬ表示装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【０００９】

以下、本発明について詳細に説明する。

【００１０】

本発明の有機ＥＬ表示装置は、基板と、下部電極と、電極層と、有機化合物層と、から構成されるものである。本発明の有機ＥＬ表示装置は、トップエミッション型であってもよいし、ボトムエミッション型であってもよい。

【００１１】

まずトップエミッション型の有機ＥＬ表に装置について説明する。トップエミッション型の有機ＥＬ表示装置において、下部電極は基板上に設けられる部材である。本発明の有機ＥＬ表示装置において、電極層は、下部電極の上方に設けられる部材である。またこの電極層は、層の数が n である。本発明の有機ＥＬ表示装置において、有機化合物層は、下部電極と下部電極の直上にある電極層（第１電極層）との間及び電極層間に設けられる部材である。また有機化合物層は所定の光を発する発光層を含む層であって、層の数が n である。

【００１２】

ただし、有機ＥＬ表示装置に印加する電圧を考慮すると、 n は、通常、２～１２である。

【００１３】

トップエミッション型の有機ＥＬ表示装置において、各々の有機化合物層に含まれる発光層から発せられ下部電極へ進行する光については、下記式（１）で示される干渉条件式を満たす。

【００１４】

【数２】

$$2\frac{L_i}{\lambda_i} + \frac{\delta}{2\pi} = m_{i1} \quad \text{式（１）}$$

【００１５】

式（１）において、 L_i は、下部電極側から i 番目の発光層（以下、第 i 発光層という。）の発光領域と下部電極表面との間の光学的距離を表す。

【００１６】

式（１）において、 λ_i は第 i 発光層から取り出される光のピーク波長を表す。

【００１７】

式（１）において、 δ は、下部電極における位相シフト量を表す。

【００１８】

式（１）において、 m_{i1} は自然数を表す。

【００１９】

またトップエミッション型の有機ＥＬ表示装置において、下部電極から最上層の反射面へ進行する光については、下記式（２）で示される干渉条件式を満たす。

【００２０】

【数３】

$$2\frac{L_t}{\lambda_t} + \frac{\delta + \phi}{2\pi} = m_{i2} \quad \text{式（２）}$$

【００２１】

式（２）において、 λ_t 及び δ は、式（１）と同様である。

【００２２】

式（２）において、 L_t は、下部電極の反射面と最上層との間の光学的距離を表す。

【 0 0 2 3 】

式 (2) において、 ϕ は、最上層の反射面で光が反射する際に生じる位相シフト量を表す。ここでいう最上層とは、例えば、第 n 番目の電極層 (第 n 電極層) が挙げられるが、これに限定されるものではない。第 n 電極層の代わりに、この第 n 電極層上に設けられる光学調整層を最上層としてもよい。尚、光学調整層の詳細については後述する。

【 0 0 2 4 】

式 (2) において、 m_{i2} は、自然数を表す。

【 0 0 2 5 】

次に、ボトムエミッション型の有機 E L 表示装置について説明する。ボトムエミッション型の有機 E L 表示装置は、その基本構成はトップエミッション型と同様である。即ち、ボトムエミッション型の有機 E L 表示装置は、基板と、下部電極と、電極層と、有機化合物層と、から構成されるものである。また、ボトムエミッション型の有機 E L 表示装置において、下部電極は基板上に設けられる部材である。一方、電極層は、下部電極の上方に設けられる部材であって、層の数は n である。ただし、説明の便宜上、電極層のうち最も上にある層を第 1 電極層といい、以下、下方へ進むごとに第 2 電極層、第 3 電極層、 $\cdots$ といい、下部電極の直上にある層を第 n 電極層というものとする。他方、有機化合物層は、下部電極と下部電極の直上にある第 n 電極層との間及び電極層間に設けられる部材である。また有機化合物層は所定の光を発する発光層を含む層であって、層の数が n である。

10

【 0 0 2 6 】

ボトムエミッション型の有機 E L 表示装置において、各々の有機化合物層に含まれる発光層から発せられ第 1 電極層へ進行する光については、下記式 (1') で示される干渉条件式を満たす。

20

【 0 0 2 7 】

【 数 4 】

$$2\frac{L_i}{\lambda_i} + \frac{\delta}{2\pi} = m_{i1} \quad \text{式 (1')}$$

【 0 0 2 8 】

式 (1') において、 L_i は、第 1 電極層から i 番目の発光層 (第 i 発光層) の発光領域と第 1 電極層の表面との間の光学的距離を表す。

30

【 0 0 2 9 】

式 (1') において、 λ_i は第 i 発光層から取り出される光のピーク波長を表す。

【 0 0 3 0 】

式 (1') において、 δ は、第 1 電極層における位相シフト量を表す。

【 0 0 3 1 】

式 (1') において、 m_{i1} は自然数を表す。

【 0 0 3 2 】

またボトムエミッション型の有機 E L 表示装置において、第 1 電極層から基板と下部電極との界面へ進行する光については、下記式 (2') で示される干渉条件式を満たす。

40

【 0 0 3 3 】

【 数 5 】

$$2\frac{L_t}{\lambda_t} + \frac{\delta + \phi}{2\pi} = m_{i2} \quad \text{式 (2')}$$

【 0 0 3 4 】

式 (2') において、 λ_t 及び δ は、式 (1') と同様である。

【 0 0 3 5 】

式 (2') において、 L_t は、第 1 電極層の反射面と、基板と下部電極との界面の間の光学的距離を表す。尚、ボトムエミッション型の有機 E L 表示装置において、基板と下部

50

電極との界面は、ボトムエミッション型の有機ＥＬ表示装置における最上層の反射面と同じ役割を果たす。

【００３６】

式（２'）において、 ϕ は、基板と下部電極との界面で光が反射する際に生じる位相シフト量を表す。

【００３７】

式（２'）において、 m_{i2} は、自然数を表す。

【００３８】

本発明の有機ＥＬ表示装置において、 n は、好ましくは、２又は３である。

【００３９】

即ち、 n が２の場合、有機ＥＬ表示装置は、基板と、下部反射電極と、第１有機化合物層と、第１電極層と、第２有機化合物層と、第２電極層と、から構成される。ここで下部反射電極は、基板上に設けられる部材である。第１有機化合物層は、下部反射電極上に設けられる部材であり、所定の色を発する第１発光層を含むものである。第１電極層は、第１有機化合物層上に設けられる部材である。第２有機化合物層とは、第１電極層上に設けられる部材であり、所定の色を発する第２発光層を含むものである。第２電極層とは、第２有機化合物層上に設けられる部材である。

【００４０】

そして第１発光層又は第２発光層から発せられ下部反射電極へ進行する光については上記式（１）で示される干渉条件式を満たす。一方、下部反射電極から最上層の反射面へ進行する光については上記式（２）で示される干渉条件式を満たす。尚、 n が２の場合、最上層とは、第２電極層を指す場合があるが、これに限定されるものではない。この第２電極層上に光学調整層を設けてこれを最上層としてもよい。

【００４１】

n が３の場合、有機ＥＬ表示装置は、基板と、下部反射電極と、第１有機化合物層と、第１電極層と、第２有機化合物層と、第２電極層と、第３有機化合物層と、第３電極層と、から構成される。ここで下部反射電極は、基板上に設けられる部材である。第１有機化合物層は、下部反射電極上に設けられる部材であり、所定の色を発する第１発光層を含むものである。第１電極層は、第１有機化合物層上に設けられる部材である。第２有機化合物層とは、第１電極層上に設けられる部材であり、所定の色を発する第２発光層を含むものである。第２電極層とは、第２有機化合物層上に設けられる部材である。第３有機化合物層とは、第２電極層上に設けられる部材であり、所定の色を発する第３発光層を含むものである。第３電極層とは、第３有機化合物層上に設けられる部材である。

【００４２】

そして第１発光層、第２発光層又は第３発光層から発せられ下部反射電極へ進行する光については上記式（１）で示される干渉条件式を満たす。一方、下部反射電極から最上層の反射面へ進行する光については上記式（２）で示される干渉条件式を満たす。尚、 n が３の場合、最上層とは、第３電極層を指す場合があるが、これに限定されるものではない。この第３電極層上に光学調整層を設けてこれを最上層としてもよい。尚、電極層は単一の電極膜で構成される層であってもよいし、複数の電極膜を積層して構成される多層電極膜であってもよい。以下、同様である。

【００４３】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【００４４】

[実施形態１]

まず実施形態１（第１の実施形態）について説明する。図１は、本発明の有機ＥＬ表示装置における第１の実施形態を示す断面模式図である。

【００４５】

図１の有機ＥＬ表示装置は、基板１上に、下部反射電極２、第１有機化合物層３、第１

10

20

30

40

50

電極層 4、第 2 有機化合物層 5、第 2 電極層 6、第 3 有機化合物層 7、第 3 電極層 8 及び光学調整層 9 がこの順に積層されている。

【0046】

図 1 の有機 EL 表示装置において、基板 1 は、支持体 10 と、支持体 10 上に設けられる TFT 駆動回路 11 と、TFT 駆動回路 11 上に設けられる平坦化膜 12 及びコンタクトホール 13 と、からなる部材である。ここで、平坦化膜 12 は、TFT 駆動回路 11 を設けたことによって発生する凹凸を埋めて基板 1 の表面を平坦化させるために設けられるものである。また、コンタクトホール 13 は、TFT 駆動回路 11 と下部反射電極 2 とを電気接続するために設けられるものである。

【0047】

また図 1 の有機 EL 表示装置において、第 1 有機化合物層 3、第 2 有機化合物層 5、第 3 有機化合物層 7 のそれぞれにおいて、具体的な層構成としては、下記に列挙される (i) ~ (v) の型が挙げられるが、本発明はこれに限定されるものものではない。

【0048】

- (i) 単層型 (発光層)
- (ii) 2 層型 (発光層 / 正孔注入層)
- (iii) 3 層型 (電子輸送層 / 発光層 / 正孔輸送層)
- (iv) 4 層型 (電子注入層 / 発光層 / 正孔輸送層 / 正孔注入層)
- (v) 5 層型 (電子注入層 / 電子輸送層 / 発光層 / 正孔輸送層 / 正孔注入層)

【0049】

また、上記 (i) ~ (v) にて列挙されている層 (発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層) を構成する材料として、公知の材料を使用することができる。さらに、上記 (i) ~ (v) にて列挙されている層の形成方法は、蒸着法、塗布法等の公知の方法を採用することができる。一方、有機化合物層に電流を通電することにより、陽極から注入されたホールと陰極から注入された電子とが、有機化合物層に含まれる発光層で再結合する。これにより、発光層に含まれる発光材料の発光色に応じて青、緑、赤それぞれの光を放出することになる。

【0050】

下部反射電極 2 は、その構成材料が光反射性の材料であることが好ましい。下部反射電極 2 の構成部材として、好ましくは、Cr、Al、Ag、Au、Pt 等の金属材料である。上記の金属材料の中でも反射率が高い金属材料は、光学調整層 9 へ光を取り出す効率が向上するので好ましい。

【0051】

また、下部反射電極 2 は、金属材料からなる層と、ITO 膜等の透明導電膜とをこの順で積層した積層体であってもよい。この場合、金属材料からなる層は光を反射する機能を担うものであり、透明導電膜が電極としての機能を担うものである。

【0052】

この下部反射電極 2 を形成する方法として、スパッタ法等の公知の方法を採用することができる。

【0053】

第 1 電極層 4、第 2 電極層 6 及び第 3 電極層 8 は、各有機化合物層を個別に分離すると共に、各有機化合物層を個別に駆動する機能を有する電極層である。ここで、第 1 電極層 4、第 2 電極層 6 及び第 3 電極層 8 は、光の干渉の妨げにならないように、層自体の光の透過率が高い透明電極層であることが望ましい。

【0054】

第 1 電極層 4、第 2 電極層 6 及び第 3 電極層 8 の構成材料として、具体的には、ITO、IZO 等の透明導電膜、Ag、Al 等の金属材料を実質的に透明と考えられる程度の薄い膜厚で電極層としたもの、又は上記の材料を複数の層に積層したものが挙げられる。

【0055】

また各電極層の形成手法として、蒸着法やスパッタ法といった公知の成膜手法を採用す

10

20

30

40

50

ることができる。

【0056】

本実施形態では第3電極層8上に光学調整層9を設けている。後述するように有機EL表示装置の構成部材である有機EL素子は、素子自体の層膜厚が光の波長とほぼ同じ大きさであるため、光の干渉効果を強く受ける。そこで光学調整層9を設けると、光学調整層9の上部界面において、空気との屈折率段差により光の反射が起こる。また光学調整層9は、光の干渉効果を最適化するように光路長の調整を行うことを目的とする部材である。

【0057】

光学調整層9の構成材料は、有機化合物層に悪影響を与えない限り限定されることはないが、好ましくは、SiO₂、SiN等が挙げられる。

10

【0058】

次に、本発明の原理について、この実施形態1を例にとって説明する。尚、以下の説明において、第1有機化合物層3は、緑色発光（Green発光）をし、第2有機化合物層5は、青色発光（Blue発光）をし、第3有機化合物層7は赤色発光（Red発光）をするものとする。

【0059】

第1有機化合物層3に含まれる発光層からEL発光が生じた場合、その光は、第1有機化合物層3を構成する各層の屈折率及び吸収係数の違いにより、反射、屈折、透過、吸収等を繰り返して外部に取り出されることになる。また外部に取り出される光量は様々な経路を通ってきた光が互いに干渉し、強め合うことで増大する。

20

【0060】

具体的には、第1有機化合物層3の発光領域からは、以下の（A）～（C）に挙げる発光が考えられる。

【0061】

（A）第1電極層4を透過し直接取り出し方向（光学調整層9の方向）へ向かう光（以下、A発光という。）

（B）一旦下部反射電極2の反射面で反射した後取り出し方向へ向かう光（以下、B発光という。）

（C）取り出し方向へ向かった光のうち光学調整層9の上部界面で反射して下部反射電極2の方向へ戻されて、光学調整層9と下部反射電極2との間を多重反射した後外部へ取り出される光（以下、C発光という。）

30

【0062】

尚、実際には、下部反射電極2と光学調整層9との間にある各層間においてもある一定の割合で光は反射されるが、ここでは影響が大きいと考えられる上記のA発光、B発光及びC発光に限定して以下に言及する。

【0063】

第1有機化合物層3からの発光を具体例に挙げながら以下説明する。

【0064】

ここで第1有機化合物層3において、A発光とB発光とが干渉し強めあうためには、下記式（3）で示される関係（干渉条件式）を満たす必要がある。

40

【0065】

【数6】

$$2\frac{L_1}{\lambda_1} + \frac{\delta}{2\pi} = m_{11} \quad \text{式(3)}$$

【0066】

式（3）において、L₁は、第1発光層の発光領域e₁と下部反射電極2の表面との間の光路長を表す。尚、光路長とは各層の屈折率に膜厚をかけたものであり、光学的距離と同じ意味である。また光路長を求めるのに必要な要素となる屈折率は、分光エリブソメトリ等の光学測定器を用いて測定することができる。

50

【 0 0 6 7 】

式 (3) において、 λ_1 は第 1 発光層から取り出される光のスペクトル (第 1 有機化合物層 3 からの多重干渉スペクトル) のピーク波長を表す。

【 0 0 6 8 】

式 (3) において、 δ は、下部反射電極における位相シフト量を表す。

【 0 0 6 9 】

式 (3) において、 m_{i1} は自然数を表す。

【 0 0 7 0 】

上記式 (3) を満足すれば A 発光の取り出し時の位相と B 発光の取り出し時の位相とが揃うため、A 発光と B 発光とが干渉し強めあうことになる。尚、多重干渉スペクトルのピーク波長とは多重干渉の結果取り出される光のピーク波長であり、強めたい光の波長をいうものである。従って、第 1 発光層自体の発光スペクトル (P L スペクトル) のピーク波長と異なってもよい。ただし、最上層 (光学調整層 9) へ効率的に光を取り出すためには、最上層から取り出される光のピーク波長が第 1 発光層の P L スペクトルの半値幅内にあることが望ましい。

10

【 0 0 7 1 】

一方、第 1 有機化合物層 3 において、A 発光と C 発光とが干渉し強めあうためには、下記式 (4) で示される関係 (干渉条件式) を満たす必要がある。

【 0 0 7 2 】

【 数 7 】

20

$$2\frac{L_t}{\lambda_1} + \frac{\delta + \phi}{2\pi} = m_{12} \quad \text{式 (4)}$$

【 0 0 7 3 】

式 (4) において、 λ_1 及び δ は、上記式 (3) と同様である。

【 0 0 7 4 】

式 (4) において、 L_t は、取り出し側の反射界面である光学調整層 9 の上面から下部反射電極 2 の表面までの全層光路長を表す。

【 0 0 7 5 】

式 (4) において、 ϕ は、最上層の反射面で光が反射する際に生じる位相シフト量を表す。

30

【 0 0 7 6 】

式 (4) において、 m_{12} は、自然数を表す。

【 0 0 7 7 】

上記式 (4) を満足すれば A 発光の取り出し時の位相と C 発光の取り出し時の位相とが揃うため、A 発光と C 発光とが干渉し強めあうことになる。

【 0 0 7 8 】

このように有機 E L 表示装置の発光効率を向上させるためには、B 発光及び C 発光の位相を、それぞれ A 発光の位相に揃える必要がある。位相をそろえることによりそれぞれの発光が干渉し強めあうことができる。

40

【 0 0 7 9 】

図 2 は、図 1 の有機 E L 表示装置において、各有機化合物層の光路長を示す図である。

【 0 0 8 0 】

図 2 において、 L_1 は、図 1 の L_1 と同様である。図 2 において、 L_2 は、第 2 発光層の発光領域 e_2 と下部反射電極 2 の表面との間の光路長を表す。図 2 において、 L_3 は、第 3 発光層の発光領域 e_3 と下部反射電極 2 の表面との間の光路長を表す。ここで図 2 に示される光路長 L_1 、 L_2 、 L_3 及び L_t は、光の干渉を考える上で重要な要素となる。また先程は、第 1 有機化合物層 3 について説明したが、第 2 有機化合物層 5 や第 3 有機化合物層 7 においても、B 発光及び C 発光の位相を、それぞれ A 発光の位相に揃える必要がある。位相をそろえることによりそれぞれの発光が干渉し強めあうことができる。

50

【 0 0 8 1 】

ここで、光路長 L_1 、 L_2 及び L_3 は、各有機化合物層に含まれる発光層から取り出される光のスペクトル（各有機化合物層の多重干渉スペクトル）のピーク波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 に応じて、適宜調整が可能である。具体的には、 L_1 、 L_2 及び L_3 は、 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 に応じて、有機化合物層や電極層の膜厚を適宜調整することにより、式（１）で示される干渉条件式を満足させることが可能である。ただし、全層光路長 L_t は、有機 EL 表示装置を構成する全ての有機化合物層に影響を与えるため、式（２）で示される干渉条件式を満足させるための膜厚設計には熟慮が必要である。

【 0 0 8 2 】

本実施形態において、第 1 有機化合物層 3 について、下記式（５ a）に示される干渉条件式を満たす必要がある。第 2 有機化合物層 5 について、下記式（５ b）に示される干渉条件式を満たす必要がある。第 3 有機化合物層 7 について、下記式（５ c）に示される干渉条件式を満たす必要がある。

【 0 0 8 3 】

【 数 8 】

$$2\frac{L_t}{\lambda_1} + \frac{\delta + \phi}{2\pi} = m_{12} \quad \text{式（５ a）}$$

$$2\frac{L_t}{\lambda_2} + \frac{\delta + \phi}{2\pi} = m_{22} \quad \text{式（５ b）} \quad 2\frac{L_t}{\lambda_3} + \frac{\delta + \phi}{2\pi} = m_{32} \quad \text{式（５ c）}$$

【 0 0 8 4 】

本実施形態では、第 1 有機化合物層 3 に含まれる第 1 発光層の発光色が緑であり、第 2 有機化合物層 5 に含まれる第 2 発光層の発光色が青であり、第 3 有機化合物層 7 に含まれる第 3 発光層の発光色が赤である。

【 0 0 8 5 】

また下部反射電極 2 は金属材料からなるため、反射時の位相シフト量 δ はほぼ π ラジアンであり、屈折率段差での反射による位相シフト量 ϕ は 0 と考えてよい。

【 0 0 8 6 】

以上を考慮して、取り出し光のピーク波長及び L_t を下記表 1 に示すように設定する。

【 0 0 8 7 】

【 表 1 】

	λ_i [nm]	m_{i2}	L_t [nm]
第1有機化合物層 (i=1)	527	6	1449
第2有機化合物層 (i=2)	446	7	1450
第3有機化合物層 (i=3)	644	5	1449

【 0 0 8 8 】

表 1 より、各有機化合物層のそれぞれにおいて取り出し光のピーク波長が異なるにも関わらず、全ての有機化合物層において、式（５ a）～式（５ c）で示される干渉条件式をほぼ満足している。

【 0 0 8 9 】

また、下側の干渉条件式（１）に関しては下記表 2 のように設定する。

【 0 0 9 0 】

【表 2】

	λ_i [nm]	m_{i1}	L_i [nm]
第1有機化合物層 ($i=1$)	527	1	132
第2有機化合物層 ($i=2$)	446	2	335
第3有機化合物層 ($i=3$)	644	3	805

10

【0091】

表1及び表2に記載の光路長に設定することで、有機EL表示装置を構成する3種の有機化合物層の全てにおいて、式(1)及び式(2)の干渉条件式を満足する。従って、有機EL表示装置の発光効率は向上され、有機EL表示装置の低消費電力化に貢献することができる。

【0092】

[比較形態1]

上記実施形態1との比較を目的として、下記表3に示されるように光路長に設定する。

【0093】

20

【表 3】

	λ_i [nm]	m_{i2}	L_t [nm]
第1有機化合物層 ($i=1$)	527	5.17	1227
第2有機化合物層 ($i=2$)	446	6	1227
第3有機化合物層 ($i=3$)	644	4.31	1227

30

【0094】

この比較形態1は、実施形態1と比較して、3種の有機化合物層を有している点と、下側の干渉条件(表2)は実施形態1と同じである。ただし、全層の光路長 L_t を、青色発光(B l u e 発光)をする第2有機化合物層に合わせてある点で実施形態1とは異なる。つまり、比較形態1は、第2有機化合物層における光の干渉を合わせることを考えて設計したものであり、上記表3は、 m_{22} のみ自然数となるように設定してある。この比較形態1について発光効率及び消費電力を実施形態1と比較した。その結果を下記表4に示す。

【0095】

【表 4】

40

	実施形態1	比較形態1
発光効率(赤)	1.00	0.67
発光効率(緑)	1.00	1.06
発光効率(青)	1.00	1.01
消費電力	1.00	1.10

【0096】

表4より、比較形態1は、青色発光(B l u e 発光)及び緑色発光(G r e e n)の発

50

光効率の実施形態 1 と同等であるが、赤色発光 (Red 発光) の干渉が効きにくい構成である。このため赤色発光の発光効率が実施例 1 と比較して 0.67 倍しか出ない。一方、表 4 より、実施形態 1 では、3 種の有機化合物層の全てにおいて発光効率が大きくなるように光路長を調整してあるため、比較形態 1 よりも消費電力が小さいことが示されている。

【0097】

[実施形態 2]

次に、実施形態 2 (第 2 の実施形態) について説明する。図 3 は、本発明の有機 EL 表示装置における第 2 の実施形態を示す断面模式図である。

【0098】

図 3 の有機 EL 表示装置は、基板 1 上に、下部反射電極 2、第 1 有機化合物層 3、第 1 電極層 4、第 2 有機化合物層 5、第 2 電極層 6 がこの順に積層されている。尚、図 3 の有機 EL 表示装置を構成する部材について、上述した実施形態 1 と同じ事項に関しては説明を省略する。一方、図 3 の有機 EL 表示装置は、基板 1 上に設けられる下部反射電極 2、第 1 有機化合物層 3、第 1 電極層 4、第 2 有機化合物層 5 及び第 2 電極層 6 を、画素と呼ばれる一定の領域に区画するための画素分離膜 14 が、基板 1 上に設けられている。

【0099】

図 3 の有機 EL 表示装置の構成部材である 2 種の有機化合物層 (第 1 有機化合物層 3、第 2 有機化合物層 5) に含まれる発光層は、それぞれ発光色が異なる。例えば、画素 P1 においては、第 1 有機化合物層 3 に含まれる第 1 発光層は青色発光をし、第 2 有機化合物層 5 に含まれる第 2 発光層は赤色発光をする。一方、画素分離膜 14 を跨いで画素 P1 に隣接する画素 P2 においては、第 1 有機化合物層 3 に含まれる第 1 発光層は青色発光をし、第 2 有機化合物層 5 に含まれる第 2 発光層は緑色発光をする。

【0100】

図 3 の有機 EL 表示装置において、第 1 電極層 4 は、光の干渉の妨げにならないように透明電極であることが望ましい。ここで、第 1 電極層 4 は、一層で構成され、第 1 有機化合物層 3 や第 2 有機化合物層 5 の共通電極として機能してもよいし、導電層 / 絶縁層 / 導電層のような構成にして第 1 有機化合物層 3 と第 2 有機化合物層 5 とを独立して駆動できるような構成にしてもよい。

【0101】

図 3 の有機 EL 表示装置において、最上層は第 2 電極層 6 である。このため、第 2 電極層 6 は金属材料を 10 nm ~ 20 nm 程度の膜厚で成膜した半透過電極とするのが好ましい。第 2 電極層 6 を構成する金属材料として、Al、Ag、Mg 等公知の金属単体又はこれら金属単体を複数種組み合わせ合わせた合金が挙げられる。また半透過膜である第 2 電極層 6 の上面は、光取り出し側の反射面として機能する。

【0102】

図 4 は、図 3 の有機 EL 表示装置において取り出され得る光、及び各有機化合物層の光路長を示す図である。図 4 において、 L_1 は、第 1 発光層の発光領域 e_1 と下部反射電極 2 の表面との間の光路長を表す。図 4 において、 L_2 は、第 2 発光層の発光領域 e_2 と下部反射電極 2 の表面との間の光路長を表す。図 4 において、 L_t は、取り出し側の反射界面である第 2 電極層 6 の下面から下部反射電極 2 の表面までの全層光路長を表す。

【0103】

本実施形態の有機 EL 表示装置において取り出され得る光は、実施形態 1 で述べた A 発光、B 発光及び C 発光と同じである。

【0104】

ここで第 1 有機化合物層 3 において、A 発光と B 発光とが干渉し強めあうための条件は、下記式 (6a) で示される関係を満たす必要がある。また第 2 有機化合物層 5 において、A 発光と B 発光とが干渉し強めあうための条件は、下記式 (6b) で示される関係を満たす必要がある。

【0105】

【数 9】

$$2\frac{L_1}{\lambda_1} + \frac{\delta}{2\pi} = m_{11} \quad \text{式 (6 a)}$$

$$2\frac{L_2}{\lambda_2} + \frac{\delta}{2\pi} = m_{21} \quad \text{式 (6 b)}$$

【0 1 0 6】

式 (6 a) において、 δ は、下部反射電極 2 における位相シフト量を表す。

10

【0 1 0 7】

式 (6 a) において、 λ_1 は、第 1 有機化合物層 3 に含まれる第 1 発光層から取り出される光のピーク波長を表す。

【0 1 0 8】

式 (6 a) において、 m_1 は自然数である。

【0 1 0 9】

式 (6 b) において、 λ_2 は、第 2 有機化合物層 5 に含まれる第 2 発光層から取り出される光のピーク波長を表す。

【0 1 1 0】

式 (6 b) において、 m_1 、 m_2 は自然数である。

20

【0 1 1 1】

上記式 (6 a) と (6 b) とをそれぞれ満足すれば、第 1 有機化合物層 3 と第 2 有機化合物層 5 とのそれぞれにおいて、A 発光の取り出し時の位相と B 発光の取り出し時の位相とが揃うため、A 発光と B 発光とが干渉し強めあうことになる。

【0 1 1 2】

一方、第 1 有機化合物層 3 において、A 発光と C 発光とが干渉し強めあうための条件は、下記式 (7 a) で示される関係を満たす必要がある。また第 2 有機化合物層 5 において、A 発光と C 発光とが干渉し強めあうための条件は、下記式 (7 b) で示される関係を満たす必要がある。

【0 1 1 3】

30

【数 10】

$$2\frac{L_t}{\lambda_1} + \frac{\delta + \phi}{2\pi} = m_{12} \quad \text{式 (7 a)}$$

$$2\frac{L_t}{\lambda_2} + \frac{\delta + \phi}{2\pi} = m_{22} \quad \text{式 (7 b)}$$

【0 1 1 4】

本実施形態では、第 1 有機化合物層 3 に含まれる第 1 発光層の発光色が緑であり、第 2 有機化合物層 5 に含まれる第 2 発光層の発光色が青であり、第 3 有機化合物層 7 に含まれる第 3 発光層の発光色が赤である。

40

【0 1 1 5】

また下部反射電極 2 は金属材料からなるため、反射時の位相シフト量 δ はほぼ π ラジアンであり、屈折率段差での反射による位相シフト量 ϕ は 0 と考えてよい。

【0 1 1 6】

以上を考慮して、取り出し光のピーク波長及び L_t を下記表 5 に示すように設定する。

【0 1 1 7】

【表 5】

	λ_i [nm]	m_{i1}	L_i [nm]
第1有機化合物層 ($i=1$)	460	2	345
第2有機化合物層 ($i=2$)	613	2	460

10

【0118】

表5より、各有機化合物層のそれぞれにおいて取り出し光のピーク波長が異なるにも関わらず、全ての有機化合物層において、式(7a)及び式(7c)で示される干渉条件式をほぼ満足している。

【0119】

また、下側の干渉条件式(1)に関しては下記表6のように設定する。

【0120】

【表 6】

	λ_i [nm]	m_{i2}	L_t [nm]
第1有機化合物層 ($i=1$)	460	5	920
第2有機化合物層 ($i=2$)	613	4	920

20

【0121】

表5及び表6に記載の光路長に設定することで、有機EL表示装置を構成する3種の有機化合物層の全てにおいて、干渉強め合いの条件式を満足する。従って、有機EL表示装置の発光効率は向上され、有機EL表示装置の低消費電力化に貢献することができる。

30

【0122】

[比較形態2]

上記実施形態2との比較を目的として、下記表7に示されるように光路長に設定する。

【0123】

【表 7】

	λ_i [nm]	m_{i2}	L_t [nm]
第1有機化合物層 ($i=1$)	460	4	690
第2有機化合物層 ($i=2$)	613	3.25	690

40

【0124】

この比較形態2は、実施形態2と比較して、2種の有機化合物層を有している点と、下側の干渉条件(表6)は実施形態2と同じである。ただし、全層の光路長 L_t を、青色発光(BluE発光)をする第1有機化合物層に合わせてある点で実施形態1とは異なる。つまり、比較形態2は、第1有機化合物層における光の干渉を合わせることを考えて設計したものであり、上記表7は、 m_{12} のみ自然数となるように設定してある。この比較形態2について発光効率及び消費電力を実施形態2と比較した。その結果を下記表8に示

50

す。

【 0 1 2 5 】

【 表 8 】

	実施形態1	比較形態1
発光効率(青)	1.00	1.01
発光効率(赤)	1.00	0.19

10

【 0 1 2 6 】

表 8 より、比較形態 2 は、青色発光 (B l u e 発光) の発光効率は実施形態 2 と同等であるが、赤色発光 (R e d 発光) の干渉が効きにくい構成である。このため赤色発光の発光効率が実施例 1 と比較して 0 . 1 9 倍しか出ない。一方、表 8 より、実施形態 2 では、2 種の有機化合物層の全てにおいて、当該有機化合物に含まれる発光層から発する光の干渉がきくように光路長を調整してある。このため、いずれの有機化合物層においても比較形態 2 よりも発光効率がよいことが示されている。

【 0 1 2 7 】

以上説明したように、本発明によれば、複数の有機化合物層を積層した構成の有機 E L 表示装置において、積層した全ての有機化合物層において高い発光効率を得られる。このため、消費電力を低減した有機 E L 表示装置を提供することができる。ところで従来のように有機化合物層を積層することなく並列に配置した場合では、有機化合物層同士は独立に設けられるため個々の有機化合物層の干渉に関して個別最適化すればよい。しかしながら、複数の有機化合物層を積層した場合、光の干渉に係する光路長が重複しているため、本発明のような全体最適化の概念が必要であるといえる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 2 8 】

【 図 1 】 本発明の有機 E L 表示装置における第 1 の実施形態を示す断面模式図である。

【 図 2 】 図 1 の有機 E L 表示装置において、各有機化合物層の光路長を示す図である。

【 図 3 】 本発明の有機 E L 表示装置における第 2 の実施形態を示す断面模式図である。

30

【 図 4 】 図 3 の有機 E L 表示装置において取り出され得る光、及び各有機化合物層の光路長を示す図である。

【 符号の説明 】

【 0 1 2 9 】

- 1 基板
- 2 下部反射電極
- 3 第 1 有機化合物層
- 4 第 1 電極層
- 5 第 2 有機化合物層
- 6 第 2 電極層
- 7 第 3 有機化合物層
- 8 第 3 電極層
- 9 光学調整層
- 10 支持体
- 11 T F T 駆動回路
- 12 平坦化膜
- 13 コンタクトホール
- 14 画素分離膜

40

フロントページの続き

(72)発明者 永山 耕平

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社内

F ターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC05 CC14 DD03 DD10 EE11 FF06

【要約の続き】

【選択図】図 1

专利名称(译)	有机EL表示装置		
公开(公告)号	JP2010015787A	公开(公告)日	2010-01-21
申请号	JP2008173896	申请日	2008-07-02
[标]申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
申请(专利权)人(译)	佳能公司		
[标]发明人	水野信貴 佐藤信彦 永山耕平		
发明人	水野 信貴 佐藤 信彦 永山 耕平		
IPC分类号	H05B33/24 H01L51/50 H05B33/12		
FI分类号	H05B33/24 H05B33/14.A H05B33/12.B H05B33/12.C H01L27/32		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC05 3K107/CC14 3K107/DD03 3K107/DD10 3K107/EE11 3K107/FF06		
代理人(译)	渡边圭佑 山口 芳広		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了一种具有高发光效率和低功耗的有机EL显示装置。基板1，设置在基板1上的下部电极（下部反射电极2），设置在下部电极上方且具有n层的电极层4、6、8以及下部电极。并且，有机化合物层3、5、7设置在下部电极的正上方的电极层之间和电极层之间，并且包括发出预定光的发光层，层数为n，5、7。从发光层发出并传播到下电极的光满足下式（1）表示的干涉条件表达式，并且从下电极传播到最上层9的反射表面的光由下式（2）表示。一种有机EL显示装置，其特征在于，满足干涉条件式。[选型图]图1

