

(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2005-116516

(P2005-116516A)

(43) 公開日 平成17年4月28日(2005.4.28)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/24	H05B 33/24	3K007
H05B 33/10	H05B 33/10	
H05B 33/12	H05B 33/12	B
H05B 33/14	H05B 33/12	E
H05B 33/28	H05B 33/14	A
審査請求 有 請求項の数 36 O L (全 23 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2004-261506 (P2004-261506)	(71) 出願人	000002185
(22) 出願日	平成16年9月8日(2004.9.8)		ソニー株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2003-327497 (P2003-327497)		東京都品川区北品川6丁目7番35号
(32) 優先日	平成15年9月19日(2003.9.19)	(74) 代理人	100098785
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 藤島 洋一郎
		(74) 代理人	100109656
			弁理士 三反崎 泰司
		(72) 発明者	柏原 充宏
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	山田 二郎
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		Fターム(参考)	3K007 AB03 AB04 AB11 AB18 BA06 BB06 CB01 CC01 DB03

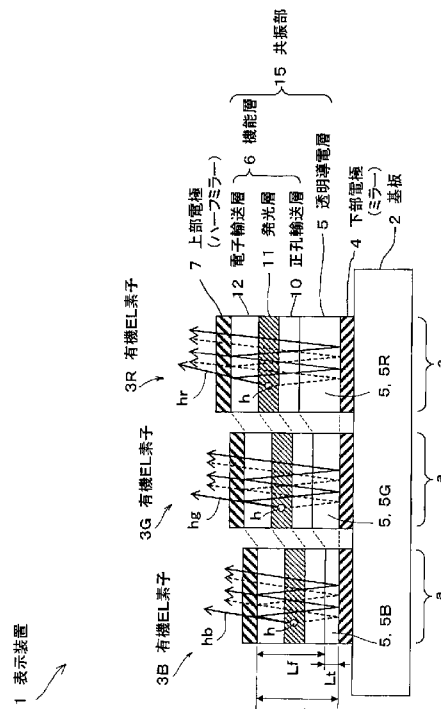
(54) 【発明の名称】 表示装置および表示装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】より簡素化された発光素子構成とすることで設計・製造の簡略化が可能でありながらも、高精細な表示および色再現性に優れた表示が可能な表示装置およびその製造方法を提供する。

【解決手段】光反射材料からなる下部電極4と光半透過性の上部電極7との間に、発光層11を含む機能層6が挟持されると共に、発光層6で発光した光hを下部電極4と上部電極7との間を共振部15として共振させて上部電極7側から取り出す共振器構造の有機EL素子3B、3G、3Rを、基板2上に複数配列してなる表示装置1であり、各有機EL素子3B、3G、3Rは、機能層6が同一層で構成されると共に、共振部15の光学的距離Lが、青、緑、または赤の波長領域を共振させるようにそれぞれ異なる値に設定されている。共振部15の光学的距離Lは、下部電極4と機能層6との間に設けた透明導電層5によって調整されている。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光反射材料からなるミラーと光半透過性のハーフミラーとの間に少なくとも発光層を含む機能層が挟持されると共に、当該発光層で発光した光を当該ミラーとハーフミラーとの間を共振部として共振させて当該ハーフミラー側から取り出す共振器構造を有する発光素子を、基板上に複数配列してなる表示装置において、

前記各発光素子は、前記発光層が同一層で構成されると共に、前記ミラーと前記ハーフミラーとの間の共振部の光学的距離が異なる複数の値に設定されていることを特徴とする表示装置。

## 【請求項 2】

前記複数の発光素子は、前記発光層を含む前記機能層が同一層で構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の表示装置。

10

## 【請求項 3】

前記発光層は、青、緑、および赤の波長領域の光を発光し、  
前記各発光素子は、青、緑、または赤の波長領域の光の取り出しがそれぞれ極大となるように前記光学的距離が設定されていることを特徴とする請求項 1 記載の表示装置。

## 【請求項 4】

前記ミラー及びハーフミラーは、電極として用いられることを特徴とする請求項 1 記載の表示装置。

20

## 【請求項 5】

前記ミラーとハーフミラーの間には透明導電層が設けられ、当該透明導電層によって前記光学的距離が調整されていることを特徴とする請求項 1 記載の表示装置。

## 【請求項 6】

前記発光層で発生した光が前記共振部の両端で反射する際に生じる位相シフトをラジアン、前記共振部の光学的距離を  $L$ 、前記光のうちの取り出したい光のスペクトルのピーク波長を  $\lambda$  とした場合、下記式 (1) を満たす範囲で前記光学的距離  $L$  が構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の表示装置。

## 【数 1】

$$(2L) / \lambda + \Phi / (2\pi) = m \quad (m \text{ は整数}) \cdots (1)$$

30

## 【請求項 7】

前記ミラーとハーフミラーの間には透明導電層が設けられ、  
前記透明導電層の光学的距離を  $L_t$ 、前記発光層を含む機能層の光学的距離を  $L_f$  とした場合、下記式 (2) を満たすように前記各発光素子における透明導電層の光学的距離  $L_t$  が設定されていることを特徴とする請求項 6 記載の表示装置。

40

## 【数 2】

$$L_t = L - L_f \cdots (2)$$

## 【請求項 8】

前記ハーフミラーの上方に、前記共振部で共振して前記ハーフミラー側から取り出される波長領域の光を透過するカラーフィルタが設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の表示装置。

## 【請求項 9】

50

前記発光層は、青、緑、および赤の波長領域の光を発光し、  
前記各発光素子は、青、緑、または赤の波長領域の光の取り出しがそれぞれ極大となるように前記光学的距離が設定されている  
ことを特徴とする請求項 2 記載の表示装置。

【請求項 10】

前記ハーフミラーの上方に、前記共振部で共振して前記ハーフミラー側から取り出される波長領域の光を透過するカラーフィルタが設けられている  
ことを特徴とする請求項 9 記載の表示装置。

【請求項 11】

前記ミラー及びハーフミラーは、電極として用いられると共に、  
前記ミラーとハーフミラーとの間には透明導電層が設けられ、当該透明導電層によって前記光学的距離が調整されている  
ことを特徴とする請求項 9 記載の表示装置。

10

【請求項 12】

前記ハーフミラーの上方に、前記共振部で共振して前記ハーフミラー側から取り出される波長領域の光を透過するカラーフィルタが設けられている  
ことを特徴とする請求項 11 記載の表示装置。

【請求項 13】

前記ミラー及びハーフミラーは、電極として用いられ、  
前記発光層で発生した光が前記共振部の両端で反射する際に生じる位相シフトを  $\Phi$  ラジアン、前記共振部の光学的距離を  $L$ 、前記光のうちの取り出したい光のスペクトルのピーク波長を  $\lambda$  とした場合、下記式 (1) を満たす範囲で前記光学的距離  $L$  が構成されている  
ことを特徴とする請求項 9 記載の表示装置。

20

【数 3】

$$(2L) / \lambda + \Phi / (2\pi) = m \quad (m \text{ は整数}) \cdots (1)$$

【請求項 14】

前記ハーフミラーの上方に、前記共振部で共振して前記ハーフミラー側から取り出される波長領域の光を透過するカラーフィルタが設けられている  
ことを特徴とする請求項 13 記載の表示装置。

30

【請求項 15】

前記ミラーとハーフミラーとの間には透明導電層が設けられ、  
前記透明導電層の光学的距離を  $L_t$ 、前記発光層を含む機能層の光学的距離を  $L_f$  とした場合、下記式 (2) を満たすように前記各発光素子における透明導電層の光学的距離  $L_t$  が設定されている  
ことを特徴とする請求項 13 記載の表示装置。

【数 4】

$$L_t = L - L_f \cdots (2)$$

40

【請求項 16】

前記ハーフミラーの上方に、前記共振部で共振して前記ハーフミラー側から取り出される波長領域の光を透過するカラーフィルタが設けられている  
ことを特徴とする請求項 15 記載の表示装置。

【請求項 17】

前記ハーフミラーの反射率は、0.1% 以上 50% 未満の範囲であることを特徴とする請求項 1 記載の表示装置。

50

## 【請求項 18】

前記ハーフミラーの上方に、前記共振部で共振して前記ハーフミラー側から取り出される波長領域の光を透過するカラーフィルタが設けられていることを特徴とする請求項 17 記載の表示装置。

## 【請求項 19】

前記ミラー及びハーフミラーは、電極として用いられると共に、前記ミラーとハーフミラーの間には透明導電層が設けられ、当該透明導電層によって前記光学的距離が調整されていることを特徴とする請求項 17 記載の表示装置。

## 【請求項 20】

前記ハーフミラーの上方に、前記共振部で共振して前記ハーフミラー側から取り出される波長領域の光を透過するカラーフィルタが設けられていることを特徴とする請求項 19 記載の表示装置。

10

## 【請求項 21】

前記ミラー及びハーフミラーは、電極として用いられ、前記発光層で発光した光が前記共振部の両端で反射する際に生じる位相シフトをラジアン、前記共振部の光学的距離を  $L$ 、前記光のうちの取り出したい光のスペクトルのピーク波長を  $\lambda$  とした場合、下記式 (1) を満たす範囲で前記光学的距離  $L$  が構成されていることを特徴とする請求項 17 記載の表示装置。

## 【数 5】

$$(2L) / \lambda + \Phi / (2\pi) = m \quad (m \text{ は整数}) \cdots (1)$$

20

## 【請求項 22】

前記ハーフミラーの上方に、前記共振部で共振して前記ハーフミラー側から取り出される波長領域の光を透過するカラーフィルタが設けられていることを特徴とする請求項 21 記載の表示装置。

## 【請求項 23】

前記ミラーとハーフミラーの間には透明導電層が設けられ、前記透明導電層の光学的距離を  $L_t$ 、前記発光層を含む機能層の光学的距離を  $L_f$  とした場合、下記式 (2) を満たすように前記各発光素子における透明導電層の光学的距離  $L_t$  が設定されていることを特徴とする請求項 21 記載の表示装置。

30

## 【数 6】

$$L_t = L - L_f \cdots (2)$$

## 【請求項 24】

前記ハーフミラーの上方に、前記共振部で共振して前記ハーフミラー側から取り出される波長領域の光を透過するカラーフィルタが設けられていることを特徴とする請求項 23 記載の表示装置。

40

## 【請求項 25】

前記ハーフミラーの上方に、前記共振部で共振して前記ハーフミラー側から取り出される波長領域の光を透過するカラーフィルタが設けられ、前記ミラー及びハーフミラーは、電極として用いられ、前記ミラーとハーフミラーの間には透明導電層が設けられていると共に、前記発光層で発光した光が前記共振部の両端で反射する際に生じる位相シフトをラジアン、前記共振部の光学的距離を  $L$ 、前記光のうちの取り出したい光のスペクトルのピーク波長を  $\lambda$  とした場合、下記式 (1) を満たす範囲で前記光学的距離  $L$  が構成されていることを特徴とする請求項 17 記載の表示装置。

50

ク波長を  $\lambda$  とした場合、下記式 (1) を満たす範囲で前記光学的距離  $L$  が構成されていると共に、

前記透明導電層の光学的距離を  $L_t$ 、前記発光層を含む機能層の光学的距離を  $L_f$  とした場合、下記式 (2) を満たすように前記各発光素子における透明導電層の光学的距離  $L_t$  が設定されている

ことを特徴とする請求項 17 記載の表示装置。

【数 7】

$$(2L) / \lambda + \Phi / (2\pi) = m \quad (m \text{ は整数}) \cdots (1)$$

10

【数 8】

$$L_t = L - L_f \cdots (2)$$

【請求項 26】

前記式 (1) 中の  $m$  の値が、前記発光素子のうちの青色の光を発光する発光素子に関して  $m = 0$ 、緑色の光を発光する発光素子に関して  $m = 0$ 、赤色の光を発光する発光素子に関して  $m = 0$  をそれぞれ満たすように、前記式 (2) 中の光学的距離  $L_t$ 、 $L_f$  が設定されている

20

ことを特徴とする請求項 25 記載の表示装置。

【請求項 27】

前記式 (1) 中の  $m$  の値が、前記発光素子のうちの青色の光を発光する発光素子に関して  $m = 1$ 、緑色の光を発光する発光素子に関して  $m = 0$ 、赤色の光を発光する発光素子に関して  $m = 0$  をそれぞれ満たすように、前記式 (2) 中の光学的距離  $L_t$ 、 $L_f$  が設定されている

ことを特徴とする請求項 25 記載の表示装置。

【請求項 28】

前記式 (1) 中の  $m$  の値が、前記発光素子のうちの青色の光を発光する発光素子に関して  $m = 1$ 、緑色の光を発光する発光素子に関して  $m = 1$ 、赤色の光を発光する発光素子に関して  $m = 0$  をそれぞれ満たすように、前記式 (2) 中の光学的距離  $L_t$ 、 $L_f$  が設定されている

30

ことを特徴とする請求項 25 記載の表示装置。

【請求項 29】

前記式 (1) 中の  $m$  の値が、前記発光素子のうちの青色の光を発光する発光素子に関して  $m = 1$ 、緑色の光を発光する発光素子に関して  $m = 1$ 、赤色の光を発光する発光素子に関して  $m = 1$  をそれぞれ満たすように、前記式 (2) 中の光学的距離  $L_t$ 、 $L_f$  が設定されている

ことを特徴とする請求項 25 記載の表示装置。

40

【請求項 30】

前記式 (1) 中の  $m$  の値が、前記発光素子のうちの青色の光を発光する発光素子に関して  $m = 2$ 、緑色の光を発光する発光素子に関して  $m = 1$ 、赤色の光を発光する発光素子に関して  $m = 1$  をそれぞれ満たすように、前記式 (2) 中の光学的距離  $L_t$ 、 $L_f$  が設定されている

ことを特徴とする請求項 25 記載の表示装置。

【請求項 31】

前記式 (1) 中の  $m$  の値が、前記発光素子のうちの青色の光を発光する発光素子に関して  $m = 2$ 、緑色の光を発光する発光素子に関して  $m = 2$ 、赤色の光を発光する発光素子に関して  $m = 1$  をそれぞれ満たすように、前記式 (2) 中の光学的距離  $L_t$ 、 $L_f$  が設定さ

50

れている

ことを特徴とする請求項 2 5 記載の表示装置。

【請求項 3 2】

前記式 ( 1 ) 中の  $m$  の値が、前記発光素子のうちの青色の光を発光する発光素子に関して  $m = 2$ 、緑色の光を発光する発光素子に関して  $m = 2$ 、赤色の光を発光する発光素子に関して  $m = 2$  をそれぞれ満たすように、前記式 ( 2 ) 中の光学的距離  $L_t$ 、 $L_f$  が設定されている

ことを特徴とする請求項 2 5 記載の表示装置。

【請求項 3 3】

光反射材料からなるミラーと光半透過性のハーフミラーの間に少なくとも発光層を含む機能層が挟持されると共に、当該発光層で発光した光を当該ミラーとハーフミラーとの間で共振させる共振器構造の共振部として構成された複数の発光素子を基板上に配列形成してなる表示装置の製造方法であって、

基板上の各発光素子形成領域にミラーまたはハーフミラーを形成した後、

光学的距離の異なる透明導電膜をパターン形成する工程と前記発光層を一括形成する工程とをこの順または逆の順に行う

ことを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 3 4】

前記基板上の各発光素子形成領域に、前記発光層を含む機能層を一括形成する工程を行う

ことを特徴とする請求項 3 3 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 3 5】

反射率が 0 . 1 % 以上 5 0 % 未満の範囲となるように前記ハーフミラーを形成する工程を行う

ことを特徴とする請求項 3 3 記載の表示装置の製造方法。

【請求項 3 6】

前記基板上の各発光素子形成領域に、前記発光層を含む機能層を一括形成する工程を行う

ことを特徴とする請求項 3 5 記載の表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

10

20

30

40

50

本発明は、表示装置およびその製造方法に関し、特に是有機EL素子のような発光素子を基板上に配列形成してなり、所望の発光色を選択的に取り出すことができる面発光型の表示装置およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ブラウン管(CRT)に代わる表示装置として、軽量で消費電力の小さいフラット表示装置の研究、開発が盛に行われている。このうち、無機EL素子や有機EL素子などの自発光型の表示素子(いわゆる発光素子)を用いた表示装置は、低消費電力での駆動が可能な表示装置として注目されている。

【0003】

このような発光素子を用いた表示装置をフルカラー化する構成としては、たとえば(1)青、緑、赤に発光する発光素子を配列した構成、(2)白色発光素子にカラーフィルタを組み合わせた構成、(3)白色または青色発光素子に色変換フィルタを組み合わせた構成等が提案されている。

【0004】

このうち、(1)の構成においては、さらに、光取り出し側におけるガラス基板上の透明電極の膜厚を青、緑、赤の発光素子毎に調整することで、各発光素子からの取り出し光の干渉による高効率化を達成する構成が提案されている(下記特許文献1参照)。

【0005】

また、(1)の構成においては、発光層を含む機能層を反射電極と半透過性材料層とで挟持した発光素子の構成を採用し、発光層で生じた光を反射電極と半透過性材料層との間で多重干渉させて半透過性材料層側から取り出す共振器構造とする構成が提案されている。このような構成とすることにより、取り出し光の色純度を向上させ、共振の中心波長付近の取り出し強度を向上させることが可能である。このため、青、緑、赤それぞれの波長にピークを持つ発光素子を並列配置した表示装置において、青、緑、赤のそれぞれの発光素子からの取り出し光波長に合わせて各発光素子における共振器構造の光学的距離を設定することにより、表示装置を構成することでの正面輝度の向上、および、色純度の向上が達成されている。また、カラーフィルタを通して発光を取り出すことでさらに高色純度で、視野角依存性が小さく、パネル表面反射によるコントラスト低下を防いだ高品位な表示装置が達成されている(下記特許文献2参照)。

【0006】

【特許文献1】特開2003-142277号公報

【特許文献2】国際公開特許WO01-039554号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上述した(1)に係る構成では、青、緑、赤に発光する各発光素子を基板上に配列させるため、各色の発光素子における発光層、および発光層を含む機能層をそれぞれに形成しなければならない。例えば、有機EL素子を発光素子として用いる場合、発光層だけではなく、電子注入層、電子輸送層、正孔注入層、正孔輸送層の機能層を、発光層に合わせて、それぞれに設計しなければならない場合もある。したがって、各色の発光素子における機能層の設計および形成が非常に煩雑であった。また、このような発光素子の製造においては、金属マスクを用いた蒸着や塗布、さらにはインクジェットによって発光層を含む機能層がパターン形成される。しかしながら、金属マスクを用いた蒸着や塗布を行う場合には、金属マスクのアライメント精度の限界、またはインクジェットを行う場合にはそのパターンニング精度の限界から、発光素子および発光素子間の微細化や大型化が困難であり、さらに高精細な表示が可能な表示装置の実現を妨げる要因となっている。

【0008】

これに対して、(2)および(3)の構成では、各発光素子において同一の波長領域の光を発光させれば良いため、発光層を含む機能層を各色毎に作り分ける必要はない。この

10

20

30

40

50

ため、各発光素子の設計を含む製造工程は(1)に係る構成と比較して簡便である。ところが、(2)の構成ではカラーフィルタで不要な発光成分を吸収するため、発光効率が低下し、消費電力や素子寿命にとって負荷が大きい。さらに、量産可能なカラーフィルタの透過特性では、発光素子での白色発光を色純度よく青、緑、赤にフィルタリングすることができず、取り出し光は波長分布の広い色再現性に乏しい表示装置しかできない。また(3)の構成では色変換フィルタの変換効率が低いこと、色変換フィルタの製造が困難なこと、色変換フィルタの寿命、色変換後の発光色の色純度等に課題があり実用化が困難である。

#### 【0009】

そこで本発明は、より簡素化された発光素子構成とすることで設計・製造の簡略化が可能でありながらも、高精細な表示および色再現性に優れた表示が可能な表示装置およびその製造方法を提供することを目的としている。

10

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0010】

このような目的を達成するための本発明の表示装置は、光反射材料からなるミラーと光半透過性のハーフミラーとの間に少なくとも発光層を含む機能層が挟持されると共に、当該発光層で発光した光を当該ミラーとハーフミラーとの間を共振部として共振させて当該ハーフミラー側から取り出す共振器構造の発光素子を、基板上に複数配列してなる。そして、特に、各発光素子は、前記発光層が同一層で構成されており、かつミラーとハーフミラーとの間の共振部の光学的距離が異なる複数の値に設定されていることを特徴としている。

20

#### 【0011】

このような構成の表示装置では、同一層で構成された発光層を有する各発光素子から、各発光素子に設定されたミラーとハーフミラーとの間の共振部の光学的距離に対応する波長領域の光が共振によって強められた状態で取り出される。このため、同一構成の発光層を用いながらも、所望の発光波長の取り出し効率が極大となるように各発光素子におけるミラーとハーフミラーの間の光学的距離を設計することで、各発光素子からは異なる発光色の光が十分な強度で取り出されることになる。

#### 【0012】

したがって、青、緑、赤の発光の取り出しが極大となるようにミラーとハーフミラーとの間の光学的距離が調整された各発光素子を配列させることで、フルカラー表示の表示装置となる。

30

#### 【0013】

また、各発光素子の発光層を同一層で構成したことにより、発光層を含む機能層の全体を同一構成とすることもできる。このため、機能層全体を発光素子の発光色毎に作り分ける必要がなくなり、機能層を作り分ける際に必要となる各機能層間の合わせ裕度を発光素子間に設定する必要もなくなり、画素間ピッチを狭められる。

#### 【0014】

そして、発光層を含む機能層全体を同一層で構成した場合、ミラーとハーフミラーとを電極として構成し、これらの間に機能層と共に透明導電膜を挟持させ、この透明導電膜によってミラーとハーフミラーとの間の光学的距離が調整される。尚、透明電極膜は、リソグラフィ処理によって形成したレジストパターンをマスクに用いたエッチングによってパターン形成されるため、金属マスクを用いたパターン形成やインクジェットによるパターン形成が必要となる機能層と比較して、パターンニング精度良好に形成されたものとなる。

40

#### 【0015】

特に、ハーフミラーの反射率を0.1%以上50%未満の範囲としたことにより、共振器構造の効果が適正に抑制されるため、直視型の表示装置において、共振器構造に基づく輝度および色度の視野角依存性が適正に軽減される。具体的には、ハーフミラーの反射率が50%以上であると、共振器構造の共振効果が強すぎる結果、共振部から取り出される

50



光のスペクトルの半値幅が狭くなりすぎるため、表示装置の視野角依存性が大きくなるのに対して、ハーフミラーの反射率が0.1%以上50%未満の範囲であると、共振器構造の共振効果が適度に抑えられる結果、共振部から取り出される光のスペクトルの半値幅が適度に広がるため、表示装置の視野角依存性が小さくなる。すなわち、視野角によらずに安定に表示可能な表示装置を構成する上では、ハーフミラーの反射率が50%以上であるよりも0.1%以上50%未満の範囲ある方が好ましい。また、ハーフミラーの反射率を0.1%以上50%未満の範囲とした場合に、ハーフミラーの上方に、共振部で共振してハーフミラー側から取り出される波長領域の光を透過するカラーフィルタを設けたことにより、直視型の表示装置において輝度および色度の視野角依存性がさらにカラーフィルタによって適正に軽減されるため、表示性能が向上する。

10

## 【0016】

そして、ハーフミラーの反射率を0.1%以上50%未満の範囲とし、さらに、ハーフミラーの上方にカラーフィルタを設け、ミラー及びハーフミラーを電極として構成し、これらの間に機能層と共に透明導電層を挟持させると共に、下記式(1)を満たす範囲で光学的距離Lを構成し(式(1)中、 $\Phi$ は発光層で発光した光が共振部の両端で反射する際に生じる位相シフト(ラジアン)、Lは共振部の光学的距離、 $\lambda$ は光のうちの取り出したい光のスペクトルのピーク波長)、下記式(2)を満たすように光学的距離L<sub>t</sub>を設定した場合に(式(2)中、L<sub>t</sub>は透明導電層の光学的距離、L<sub>f</sub>は発光層を含む機能層の光学的距離)、式(1)中のmの値が、発光素子のうちの青色の光を発光する発光素子、緑色の光を発光する発光素子、ならびに赤色の光を発光する発光素子に関してそれぞれm = 0, 0, 0、m = 1, 0, 0、m = 1, 1, 0、m = 1, 1, 1、m = 2, 1, 1、m = 2, 2, 1またはm = 2, 2, 2のいずれかを満たすように、式(2)中の光学的距離L<sub>t</sub>、L<sub>f</sub>を設定したことにより、共振器構造による発光波長の選択および極大波長の増大を確保しつつ、輝度および色度の視野角依存性が適正に軽減される。

20

## 【数1】

$$(2L) / \lambda + \Phi / (2\pi) = m \quad (m \text{は整数}) \dots (1)$$

## 【数2】

$$L_t = L - L_f \dots (2)$$

30

## 【0017】

また本発明の表示装置の製造方法は、上述した構成の表示装置の製造方法であり、基板上の各発光素子形成領域にミラーまたはハーフミラーを形成した後、光学的距離の異なる透明導電膜をパターン形成する工程と前記発光層を一括形成する工程とをこの順または逆の順に行うことを特徴としている。

## 【0018】

このような製造方法では、各発光素子形成領域のミラーまたはハーフミラー上に、一括形成されることで同一の構成となる発光層と、異なる光学的距離を有する透明導電膜との積層体が設けられた発光素子が形成される。そして、発光層を一括形成した同一層としたことにより、この発光層を含む機能層全体を一括形成することもでき、機能層の設計を含む製造工程数の削減が図られる。

40

## 【0019】

特に、反射率が0.1%以上50%未満の範囲となるようにハーフミラーを形成したことにより、上記したように、共振器構造の効果を適正に抑制することにより、直視型の表示装置に関して共振器構造に基づく輝度および色度の視野角依存性を適正に軽減することが可能となる。

50

## 【発明の効果】

## 【0020】

以上説明したように、本発明の表示装置によれば、各発光素子における発光層を共通化しながらも、各発光素子から所望の発光色の光を十分な強度で取り出すことが可能となる。したがって、発光層の共通化によって発光素子および発光素子間の微細化が実現されることで高精細な表示が可能であり、しかも所望の発光色の光が十分な強度で取り出されることで色再現性に優れたフルカラー表示が可能となる。この場合には、特に、共振器構造の構成（ハーフミラーの反射率、ならびに光学的距離）を適正化することにより、より色再現性に優れ、かつ視野角依存性が小さいフルカラー表示が可能となる。

## 【0021】

また、本発明の表示装置の製造方法によれば、各発光素子における発光層を一括形成しながらも、各発光素子から所望の発光色の光を十分な強度で取り出すことが可能な表示装置が得られる。したがって、発光層の共通化によって発光素子の微細化が実現されることで高精細な表示が可能であり、しかも所望の発光色の光が十分な強度で取り出されることで色再現性に優れた表示が可能な表示装置を、より簡便に製造することが可能になる。この場合には、特に、共振器構造の構成（ハーフミラーの反射率、ならびに光学的距離）を適正化することにより、より色再現性に優れ、かつ視野角依存性が小さい高品位な表示装置を実現可能となる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0022】

次に、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

## 【0023】

## &lt;表示装置の構成&gt;

図1は本発明の表示装置の一構成例を模式的に示す断面図である。この図に示す表示装置1は、基板2上に、青（B）、緑（G）、赤（R）の各色の光が取り出される各有機EL素子3B、3G、3Rを発光素子として配列形成してなる、フルカラーの表示装置である。各有機EL素子3B、3G、3Rは、基板2側から順に、下部電極4、透明導電層5、機能層6および上部電極7を積層した構成となっており、機能層6において生じた発光光hを基板2と反対の上部電極7側から取り出す、いわゆるトップエミッション型として構成されている。以下、各部材の詳細な構成を説明する。

## 【0024】

基板2は、ガラス、シリコン、プラスチック基板、さらには薄膜トランジスタ（TFT）が形成されたTFT基板などからなる。

## 【0025】

そして、基板2上に設けられた下部電極4は、光反射性に優れた導電性材料を用いてミラーとして構成される。通常、下部電極4は、陽極または陰極として用いられるが、本実施形態においては、この下部電極4上に透明導電層5を介して機能層6が設けられるため、透明導電層5が実質的な陽極または陰極となる。このため、本実施形態においては、下部電極4は、反射性に優れた材料で構成されればよい。

## 【0026】

また、下部電極4は、この表示装置1の駆動方式によって適する形状にパターンニングされていることとする。例えば、駆動方式が単純マトリクス型である場合には、この下部電極4は例えばストライプ状に形成される。また、駆動方式が画素a毎にTFTを備えたアクティブマトリクス型である場合には、下部電極4は複数配列された各画素aに対応させてパターン形成され、同様に各画素に設けられたTFTに対して、これらのTFTを覆う層間絶縁膜に形成されたコンタクトホール（図示省略）を介してそれぞれが接続される状態で形成されることとする。

## 【0027】

そして、この下部電極4上に設けられた透明導電層5は透明電極材料で構成され、特に本実施形態においては、上述したように実質的な陽極または陰極として用いられている。

10

20

30

40

50

そして、透明導電層 5 が陽極として用いられる場合には、仕事関数が大きい透明導電性材料が選択され、透明導電層 5 が陰極として用いられる場合には仕事関数の小さい透明導電性材料が選択される。尚、図 1 においては、透明導電層 5 が陽極として用いられる場合を代表して示しており、例えば、酸化インジウム錫 (ITO) を用いて陽極となる透明導電層 5 が設けられていることとする。

**【0028】**

この透明導電層 5 は、各有機 EL 素子 3B, 3G, 3R にそれぞれの膜厚 (光学的距離  $L_t$ ) を有してパターンニングされている。そして、各有機 EL 素子 3B, 3G, 3R に設けられる透明導電層 5 (5B, 5G, 5R) は、それぞれに設定された光学的距離  $L_t$  を有していれば良く、同一材料で構成されている必要はない。尚、各透明導電層 5B, 5G, 5R の光学的距離  $L_t$  の設定については、以降に詳しく説明する。

10

**【0029】**

また、この透明導電層 5 上に積層される機能層 6 は、有機材料で構成された複数層からなり、例えば、陽極側 (図 1 においては透明導電層 5 側) から順に、正孔輸送層 10、発光層 11、電子輸送層 12 を積層してなり、各有機 EL 素子 3B, 3G, 3R 間において同一層として設けられていることが特徴的である。また、この機能層 6 は、各画素 a 毎にパターン形成されていても良いし、ベタ膜状に形成されていても良い。

**【0030】**

ここで、本実施形態の表示装置 1 においてフルカラー表示を得るためには、発光層 11 において生じる発光光  $h$  は、青、緑、および赤の波長領域で発光強度を有していることが必要である。特に、青、緑、赤の取り出したい波長領域の全てに発光強度の極大を持ち、不要な波長領域の発光強度が小さい構成の機能層 6 であることが好ましい。このような機能層 6 を用いることにより、必要な発光領域の光の取り出し効率が高く、色純度が高い表示装置が得られる。このような機能層 6 の構造は公知の構造等から任意に選択することができる。

20

**【0031】**

尚、機能層 6 の膜厚 (光学的距離  $L_f$ ) は、透明導電膜 5 とを合わせた下部電極 4 と上部電極 7 との間が、目的とする波長を共振させる共振部 15 となるように、以降に詳細に説明するように設定されていることが重要となる。

**【0032】**

そして、このような機能層 6 の上部に設けられた上部電極 7 は、ハーフミラーとして構成され、上述した下部電極 4 (透明導電層 5) が陽極である場合には陰極として用いられ、下部電極 4 (透明導電層 5) が陰極である場合には陽極として用いられる。上部電極 7 が陽極として用いられる場合、上部電極 7 を構成する材料としては、ニッケル、銀、金、白金、パラジウム、セレン、ロジウム、ルテニウム、イリジウム、レニウム、タングステン、モリブデン、クロム、タンタル、ニオブやこれらの合金、あるいは酸化錫 ( $SnO_2$ )、酸化インジウム錫 (ITO)、酸化亜鉛、酸化チタン等の仕事関数が大きい導電性材料が選択して用いられる。また、この上部電極 7 が陰極として用いられる場合 (図 1 の場合)、上部電極 7 を構成する材料としては、例えば、Li、Mg、Ca 等の活性な金属と Ag、Al、In 等の金属との合金等の仕事関数が小さい導電性材料が選択して用いられ、これらを積層した構造としても良い。また、機能層 6 との間例えば、Li、Mg、Ca 等の活性な金属とフッ素、臭素等のハロゲンや酸素等の化合物層を薄く挿入した構造としても良い。尚、上部電極 7 は、機能層 6 で生じた発光を取り出す側となるハーフミラーとして用いられるため、その光透過率が膜厚等で調整されていることとする。

30

40

**【0033】**

特に、ハーフミラーとして構成された上部電極 7 の反射率は、0.1% 以上 50% 未満の範囲であることが好ましい。上部電極 7 の反射率が上記した範囲であれば、共振器構造 (共振部 15) の効果が適正に抑制されるため、直視型の表示装置 1 において、共振部 15 に基づく輝度および色度の視野角依存性が適正に軽減されるからである。具体的には、上部電極 7 の反射率が 50% 以上であると、共振部 15 の共振効果が強すぎる結果、その

50

共振部 15 から取り出される光のスペクトルの半値幅が狭くなりすぎるため、表示装置 1 の視野角依存性が大きくなるのに対して、上部電極 7 の反射率が 0.1% 以上 50% 未満の範囲であると、共振部 15 の共振効果が適度に抑えられる結果、その共振部 15 から取り出される光のスペクトルの半値幅が適度に広がるため、表示装置 1 の視野角依存性が小さくなるからである。すなわち、視野角によらずに安定に表示可能な表示装置 1 を構成する上では、上部電極 7 の反射率が 50% 以上であるよりも 0.1% 以上 50% 未満の範囲ある方が好ましい。なお、上部電極 7 の反射率の下限が「0.1% 以上」であることが好ましい理由は、反射率が 0.1% 未満になると、上部電極 7 がもはや反射機能を果たさなくなるからである。

【0034】

また、上部電極 7 は、この表示装置 1 が、単純マトリクス型である場合には、下部電極 4 のストライプと交差するストライプ状に形成され、これらが交差して積層された部分が有機 EL 素子 3B, 3G, 3R となる。また、この表示装置 1 が、アクティブマトリクス型である場合には、上部電極 7 は、基板 1 上の一面を覆う状態で成膜されたベタ膜状で良く、各画素に共通の電極として用いられることとする。

【0035】

そして、この上部電極 7 と上述した下部電極 4 との間には、ここでの図示は省略した電流注入用の駆動電源が接続されていることとする。

【0036】

次に、各有機 EL 素子 3B, 3G, 3R における下部電極 4 と上部電極 7 との間の共振部 15 の光学的距離 L および、透明導電層 5B, 5G, 5R の光学的距離 L<sub>t</sub> について説明する。

【0037】

すなわち、各有機 EL 素子 3B, 3G, 3R において、下部電極 4 と上部電極 7 との間の共振部 15 の光学的距離 L は、それぞれの有機 EL 素子 3B, 3G, 3R に設定した所望の波長領域の光が共振部 15 の両端で共振する値にそれぞれ設定されている。このため、例えば、共振部 15 の両端において発光層 11 で発生した発光光 h が反射する際に生じる位相シフトを ラジアン、共振部 15 の光学的距離を L、発光層 11 で発生した発光光 h のうちの取り出したい光のスペクトルのピーク波長を  $\lambda$  とした場合、下記式 (1) を満たす範囲で共振部 15 の光学的距離 L が構成されていることとする。

【0038】

【数 3】

$$(2L) / \lambda + \Phi / (2\pi) = m \quad (m \text{ は整数}) \dots (1)$$

【0039】

この際、有機 EL 素子 3B については、取り出したい光のスペクトルのピーク波長  $\lambda_B$  として青色の領域内にピーク波長  $\lambda_B = 460 \text{ nm}$  を設定し、共振部 15 の光学的距離 L を算出する。また、有機 EL 素子 3G については、取り出したい光のスペクトルのピーク波長  $\lambda_G$  として緑色の領域内にピーク波長  $\lambda_G = 530 \text{ nm}$  を設定して、共振部 15 の光学的距離 L を算出する。さらに、有機 EL 素子 3R については、取り出したい光のスペクトルのピーク波長  $\lambda_R$  として赤色の領域内にピーク波長  $\lambda_R = 630 \text{ nm}$  を設定して、共振部 15 の光学的距離 L を算出する。

【0040】

尚、各共振部 15 の光学的距離 L は、上記式 (1) を満たす値であれば良いが、その中でも特に、光学的距離 L が正の最小値となるように構成するのが好ましい。尚、「各共振部 15 の光学的距離 L が正の最小値となるように構成されている」場合については、以降に詳しく説明する。

【0041】

10

20

30

40

50

そして、各有機EL素子3B, 3G, 3Rは、発光層11を含む機能層6が同一層で構成されているため、共振部15の光学的距離Lは、各透明導電層5B, 5G, 5Rの光学的距離Ltによって調整されていることとする。したがって、透明導電層5B, 5G, 5Rの光学的距離をLt、発光層11を含む機能層6の光学的距離をLfとした場合、下記式(2)を満たすように各有機EL素子3B, 3G, 3Rの透明導電層5B, 5G, 5Rの光学的距離Lt(膜厚)が設置されていることとする。

【0042】

【数4】

$$L_t = L - L_f \dots (2)$$

10

ただし、LfはLより小さい一定値であることとする。

【0043】

尚、ここでの図示は省略したが、このような構成の表示装置1にカラーフィルタを組み合わせる場合には、各有機EL素子3B, 3G, 3Rから取り出したいスペクトルのピーク波長近傍の光hのみを透過するカラーフィルタを、それぞれの有機EL素子3B, 3G, 3Rの光取り出し面側に設けることとする。

【0044】

ここで、上記した「各共振部15の光学的距離Lが上記式(1)を満たす範囲で正の最小値となるように構成されている」場合とは、その式(1)中のmの値が、青色の波長領域の光hbを発光する有機EL素子3Bに関してm=0、緑色の波長領域の光hgを発光する有機EL素子3Gに関してm=0、赤色の波長領域の光hrを発光する有機EL素子3Rに関してm=0をそれぞれ満たすように、上記式(2)中の光学的距離Lt, Lfが設定されている場合である。ただし、式(1)中のmの値は上記した有機EL素子3Bに関してm=0、有機EL素子3Gに関してm=0、有機EL素子3Rに関してm=0の条件の他に、有機EL素子3Bに関してm=1、有機EL素子3Gに関してm=0、有機EL素子3Rに関してm=0の条件、有機EL素子3Bに関してm=1、有機EL素子3Gに関してm=1、有機EL素子3Rに関してm=0の条件、有機EL素子3Bに関してm=1、有機EL素子3Gに関してm=1、有機EL素子3Rに関してm=1の条件、有機EL素子3Bに関してm=2、有機EL素子3Gに関してm=1、有機EL素子3Rに関してm=1の条件、有機EL素子3Bに関してm=2、有機EL素子3Gに関してm=2、有機EL素子3Rに関してm=1の条件、あるいは有機EL素子3Bに関してm=2、有機EL素子3Gに関してm=2、有機EL素子3Rに関してm=2の条件を満たすように、式(2)中の光学的距離Lt, Lfが設定されていてもよい。この場合には、互いに同一のミラーおよびハーフミラーを用いると、mの値が大きくなるほど共振器構造(共振部15)から取り出される光の半値幅が小さくなるため、その共振部15から取り出される光の色純度が高くなる一方で、輝度が低下したり、視野角依存性が大きくなる。そこで、ハーフミラーの反射率を下げたり、あるいは透過率を上げることにより、共振部15から取り出される光の強度、色純度、ならびに視野角依存性を適正化することが可能である。なお、有機EL素子3Rに関してm=1の条件では、その有機EL素子3Rからm=2の条件に相当する青色の光も併せて取り出されると共に、有機EL素子3Rに関してm=2の条件では、その有機EL素子3Rからm=3の条件に相当する青色の光も取り出されることとなるため、良好な表示性能を確保するためにはカラーフィルタが必要となる。

20

30

40

【0045】

以上説明した構成の表示装置1によれば、同一層で形成された機能層6を有する各有機EL素子3B, 3G, 3Rのそれぞれが、青、緑、赤の各波長を共振させる共振器構造として構成されている。これにより、同一構成の発光層を用いながらも、各有機EL素子3B, 3G, 3Rから青、緑、または赤の各波長の光hb, hg, hrのみを多重干渉によって強めて取り出すことが可能になるため、フルカラー表示が行われる表示装置が構成さ

50

れる。

【0046】

そして、各有機EL素子3B, 3G, 3Rから取り出される光 $h_b, h_g, h_r$ は、それぞれの有機EL素子3B, 3G, 3Rの共振部15で共振されて取り出されるため、青、緑、赤に対応する所望の波長領域の光のみが十分な強度で取り出されることになる。したがって、色再現性に優れたフルカラー表示が可能となる。

【0047】

特に、ハーフミラーとして構成された上部電極7の反射率が0.1%以上50%未満の範囲であるため、共振部15の効果が適正に抑制される結果、直視型の表示装置1において、共振部15に基づく輝度および色度の視野角依存性が適正に軽減される。このため、表示装置1の正面の取り出し光の選択性および光強度を増大させると共に、輝度および色度の視野角依存性を低く保つことが可能である。この場合には、さらに、ハーフミラーとして構成された上部電極7の上方に、共振部15で共振してハーフミラー側から取り出される波長領域の光を透過するカラーフィルタを設けることにより、直視型の表示装置1において、上記した輝度および色度の視野角依存性がさらにカラーフィルタによって適正に軽減されるため、表示性能を向上させることが可能である。

【0048】

しかも、上述したように、各有機EL素子3B, 3G, 3Rにおいては、発光層11を含む機能層6全体が同一層で構成されているため、金属マスクを用いた蒸着法やインクジェット法によって形成される機能層6を、有機EL素子3B, 2G, 3R毎に作り分けたものとする必要がない。このため、機能層6を作り分ける際に必要となる各機能層6間の合わせ裕度を画素a間に設定する必要もなくなり、画素a間ピッチが狭められる。尚、各有機EL素子3B, 3G, 3Rにおける光学的距離Lは、透明導電膜5B, 5G, 5Rの光学的距離 $L_t$ によって調整されるため、透明導電膜5B, 5G, 5Rを作り分ける必要が生じる。しかしながら、透明電極膜5B, 5G, 5Rはリソグラフィ処理によって形成したレジストパターンをマスクに用いたエッチングによってパターン形成されるため、金属マスクを用いたパターン形成やインクジェットによるパターン形成が必要となる機能層6と比較して、パターンング精度が良好である。

【0049】

そして、以上のように画素a間の微細化が実現されることにより、高精細なフルカラー表示が可能となる。

【0050】

また、発光層11が同一層からなるため、特に膜厚の厚い有機材料からなる機能層6が設定されることもない。したがって、一部の有機EL素子のみの駆動電圧が高くなるといった現象が生じることもなく、消費電力が抑えられ、また各色の有機EL素子の駆動条件が異なることを考慮した駆動回路設計を行う必要もない。

【0051】

尚、各共振部15の光学的距離Lが、上記式(1)を満たす範囲で正の最小値となるように構成されている場合には、国際公開特許WO01-039554号公報に開示されているように、取り出される光のスペクトルが、波長の光が多重干渉する範囲で最も広い幅に保たれる。このため、この表示素子は、取り出される光のスペクトルがある程度の幅を保ちながらも、ピーク強度は多重干渉によって高められたものになる。したがって、この表示素子は、視野角がずれた場合であっても波長のシフト量が小さく抑えられ、広い視野角の範囲で色純度の向上が図られたものになる。具体的には、式(1)中のmの値が、有機EL素子3B、有機EL素子3G、ならびに有機EL素子3Rに関してそれぞれ $m = 0, 0, 0$ 、 $m = 1, 0, 0$ 、 $m = 1, 1, 0$ 、 $m = 1, 1, 1$ 、 $m = 2, 1, 1$ 、 $m = 2, 2, 1$ または $m = 2, 2, 2$ のいずれかを満たすように、式(2)中の光学的距離 $L_t, L_f$ を設定することにより、共振器構造(共振部15)による発光波長の選択および極大波長の増大を確保しつつ、共振部15に基づく輝度および色度の視野角依存性を適正に軽減することが可能である。

10

20

30

40

50

## 【0052】

<表示装置の製造方法>

次に、上述した構成の表示装置1の製造方法を説明する。

## 【0053】

まず、基板2上に、下部電極を構成する電極材料膜を成膜し、この電極材料膜上に、それぞれの画素部に形成される有機EL素子毎に設定された光学的距離Ltを有する各透明導電層5B, 5G, 5Rをパターン形成する。これらの各透明導電層5B, 5G, 5Rのパターン形成方法は特に限定されることはないが、各透明導電層5B, 5G, 5Rが同一材料からなる場合には、例えば次のように行う。

## 【0054】

まず、最も光学的距離Ltが小さい透明導電層5Bの膜厚と同一の膜厚で第1透明導電材料膜を形成し、有機EL素子3Bが配置される画素aのみを覆う状態で第1レジストパターンを形成する。次に、第1透明導電材料膜の膜厚と合わせた膜厚が、光学的距離Ltが2番目に小さい透明導電層5Gの膜厚と同一の膜厚となるように第2透明導電材料膜を形成し、有機EL素子3Gが配置される画素aのみを覆う状態で第2レジストパターンを形成する。さらに、第1透明導電材料膜および第2透明導電材料膜の膜厚と合わせた膜厚が、光学的距離Ltが最も大きい透明導電層5Rの膜厚と同一の膜厚となるように第3透明導電材料膜を形成し、有機EL素子3Rが配置される画素を覆う状態で第3レジストパターンを形成する。

## 【0055】

次いで、第3レジストパターンをマスクにして第3透明導電材料膜をエッチングする。続けて、第2レジストパターンが露出したところで、第2レジストパターンおよび第3レジストパターンをマスクにして第2透明導電材料膜をエッチングする。さらに続けて、第1レジストパターンが露出したところで、第1レジストパターン、第2レジストパターン、および第3レジストパターンをマスクにして第1透明導電膜をエッチングする。これにより、第1レジストパターンの下には第1透明導電膜からなる透明導電層5Bがパターン形成され、第2レジストパターンの下には第1透明導電膜および第2透明導電膜からなる透明導電層5Gがパターン形成され、第3レジストパターンの下には第1透明導電膜、第2透明導電膜および第3透明導電膜からなる透明導電層5Rがパターン形成される。

## 【0056】

以上のようにして透明導電層5B, 5G, 5Rをパターン形成した後、さらに第1から第3レジストパターンをマスクに用いて電極材料膜をエッチングして下部電極4をパターン形成する。

## 【0057】

その後、パターン形成された透明導電層5B, 5G, 5Rおよび下部電極4を覆う状態で、基板2上に正孔輸送層10、発光層11および電子輸送層12を順次積層形成し、各画素aに同一層からなる機能層6を一括形成する。これらの各層10~12は、周知の方法にて合成された各有機材料を用いて、真空蒸着やスピコートなどの周知の方法を適用して形成することができる。そして最後に、反射率が0.1%以上50%未満の範囲となるように上部電極7を積層形成することにより、上述した構成の有機EL素子3B, 3G, 3Rを配列形成してなる表示装置1を得ることができる。

## 【0058】

以上説明した製造方法によれば、上述した構成の表示装置1の製造において、発光層11を含む機能層6を各有機EL素子3B, 3G, 3Rで一括形成することにより、機能層の設計を含む製造工程数の削減を図ることができる。したがって、機能層6の共通化によって発光素子の微細化が実現されることで高精細な表示が可能であり、しかも所望の発光色の光が十分な強度で取り出されることで色再現性に優れた表示が可能なる表示装置1を、より簡便に製造することが可能になる。

## 【0059】

特に、反射率が0.1%以上50%未満の範囲となるようにハーフミラーを形成するこ

10

20

30

40

50

とにより、上記したように、共振部 15 の効果を適正に抑制する結果、直視型の表示装置 1 に関して、共振部 15 に基づく輝度および色度の視野角依存性を適正に軽減することが可能であるため、より色再現性に優れ、かつ視野角依存性が小さい高品位な表示装置 1 を実現可能となる。

#### 【0060】

尚、以上説明した実施形態においては、図 1 を用いて発光光 h を基板 2 と反対の上部電極 7 側から取り出す、いわゆるトップエミッション型の表示装置 1 の構成およびその製造方法を説明した。しかしながら、本発明は、図 2 に示すように、基板 2 側から発光光 h を取り出す、いわゆるボトムエミッション型の表示装置 1' にも適用される。この場合、基板 2 上に設けられる下部電極 4' は光反射性の材料を用いてハーフミラーとして構成され、上部電極 7' は光反射性の良好な材料を用いてミラーとして構成されること以外は、上述した実施形態と同様の構成として良く、同様の効果を得ることができる。ただし、表示装置の駆動方式としてアクティブマトリクス型を採用する場合には、図 1 に示したトップエミッション型を用いることで素子の開口率を向上させることが好ましい。

10

#### 【0061】

また、上述した実施形態においては、下部電極 4, 4' 上に透明導電層 5 を設けた構成としたが、透明導電層 5 は機能層 6 と上部電極 7, 7' との間に設けられても良い。この場合、下部電極 4, 4' が実質的な陽極または陰極となり、上部電極 7, 7' に変わって透明電極 5 が実質的な陰極または陽極となる。また、上述した実施形態においては、透明導電層 5 はリソグラフィを用いてパターン形成したが、蒸着マスクや、インクジェット等の方法を用いてパターン形成してもよい。

20

#### 【0062】

さらに、上述した実施形態においては、下部電極と上部電極とをミラーとハーフミラーとしてこの間を共振部とした各有機 EL 素子を用いた例を説明した。しかしながら、本発明の表示装置は、このような構成に限定されることはない。すなわち、下部電極または上部電極をミラーとし、機能層を構成する何れかの層をハーフミラーとし、これらのミラーとハーフミラーとの間に同一層からなる発光層 11 を挟持させ、これらのミラーとハーフミラーとの間に挟持された発光層 11 以外の機能層の膜厚によって共振部の光学的距離を調整した構成であっても良い。また、ミラーやハーフミラーは上部電極または下部電極の外側から発光層 11 を挟持する構成であってもよい。このような場合であっても、発光層 11 を同一層として製造工程の簡便化を図ることが可能である。

30

#### 【0063】

またさらに、上述した実施形態においては、発光素子として有機 EL 素子を用いた表示装置の構成を説明した。しかしながら、本発明は有機 EL 素子を用いた表示装置に限定されることはなく、例えば無機 EL 素子のような共振構造として構成することが可能な発光素子を用いた表示装置に広く適用可能である。

#### 【実施例】

#### 【0064】

次に、本発明の具体的な実施例、および実施例に対する比較例の表示装置の製造手順を説明し、その後これらの評価結果を説明する。

40

#### 【0065】

< 実施例の表示装置の作製 >

#### ( 実施例 1 )

実施例 1 では、図 1 を用いて説明したフルカラー表示を行うトップエミッション型の表示装置 1 を、次のように作製した。

#### 【0066】

まず、ガラス板からなる基板 2 上に、ミラーとなる陽極としてクロム (膜厚約 100 nm) からなる下部電極 4 と、各膜厚の ITO からなる透明導電層 5B, 5G, 5R をパターン形成した。次に、透明導電層 5B, 5G, 5R の表面中央部における 2mm x 2mm の発光領域以外を絶縁膜 (図示省略) でマスクした有機 EL 素子用のセルを作製した。次

50



に、各発光領域となる透明導電層 5 B, 5 G, 5 R の露出部上に開口を有する金属マスクを基板 1 上に近接して配置し、 $10^{-4}$  Pa 以下の真空下での真空蒸着法により、青、緑、赤に渡って発光スペクトルを有する有機 EL 素子の機能層 6 を、透明導電層 5 B, 5 G, 5 R および絶縁膜の上部に形成した。その後、ハーフミラーとなる陰極として、Mg と Ag の共蒸着比 10 : 1 の薄膜を 12 nm の膜厚で成膜し、さらに ITO を 150 nm の膜厚で成膜して、反射率が 0.1 % 以上 50 % 未満の範囲となるように上部電極 7 を形成し、実施例 1 の表示装置 1 を得た。このハーフミラーとしての陰極の反射率は、波長 = 550 nm の光に対して 45 % であった。

#### 【0067】

尚、実施例 1 の表示装置においては、各有機 EL 素子 3 B, 3 G, 3 R から青：波長 = 460 nm、緑：波長 = 530 nm、赤：波長 = 630 nm の光の取り出しが極大になるように、上述した式 (1) を満たす振動部の光学的距離  $L$  のうちの最小値となる光学的距離  $L$  を設定した。つまり、式 (1) 中の  $m$  の値が  $m(\text{青}) = 0$ 、 $m(\text{緑}) = 0$ 、 $m(\text{赤}) = 0$  となるように、上述した式 (2) 中の光学的距離  $L_t$ ,  $L_f$  を設定した。この場合には、機能層 6 の膜厚を 73 nm とし、式 (2) を満たすように各透明導電層 5 B, 5 G, 5 R の光学的距離  $L_t$  を、 $L_t(\text{青}) = 10$  nm、 $L_t(\text{緑}) = 41$  nm、 $L_t(\text{赤}) = 75$  nm に設定した。

#### 【0068】

##### (実施例 2)

$m$  の値が  $m(\text{青}) = 1$ 、 $m(\text{緑}) = 0$ 、 $m(\text{赤}) = 0$  となるように光学的距離  $L_t$ ,  $L_f$  を設定し、すなわち機能層 6 の膜厚を 80 nm とし、陰極の膜厚を 9 nm とし、光学的距離  $L_t$  を  $L_t(\text{青}) = 110$  nm、 $L_t(\text{緑}) = 10$  nm、 $L_t(\text{赤}) = 44$  nm に設定した点を除き、実施例 1 と同様に表示装置 1 を作製した。この場合の陰極の反射率は、波長 = 550 nm の光に対して 30 % であった。

#### 【0069】

##### (実施例 3)

$m$  の値が  $m(\text{青}) = 1$ 、 $m(\text{緑}) = 1$ 、 $m(\text{赤}) = 0$  となるように光学的距離  $L_t$ ,  $L_f$  を設定し、すなわち機能層 6 の膜厚を 105 nm とし、陰極の膜厚を 6 nm とし、光学的距離  $L_t$  を  $L_t(\text{青}) = 85$  nm、 $L_t(\text{緑}) = 135$  nm、 $L_t(\text{赤}) = 10$  nm に設定した点を除き、実施例 1 と同様に表示装置 1 を作製した。この場合の陰極の反射率は、波長 = 550 nm の光に対して 15 % であった。

#### 【0070】

##### (実施例 4)

$m$  の値が  $m(\text{青}) = 1$ 、 $m(\text{緑}) = 1$ 、 $m(\text{赤}) = 1$  となるように光学的距離  $L_t$ ,  $L_f$  を設定し、すなわち機能層 6 の膜厚を 175 nm とし、陰極の膜厚を 6 nm とし、光学的距離  $L_t$  を  $L_t(\text{青}) = 10$  nm、 $L_t(\text{緑}) = 65$  nm、 $L_t(\text{赤}) = 130$  nm に設定した点を除き、実施例 1 と同様に表示装置 1 を作製した。この場合の陰極の反射率は、波長 = 550 nm の光に対して 15 % であった。

#### 【0071】

##### (実施例 5)

$m$  の値が  $m(\text{青}) = 2$ 、 $m(\text{緑}) = 1$ 、 $m(\text{赤}) = 1$  となるように光学的距離  $L_t$ ,  $L_f$  を設定し、すなわち機能層 6 の膜厚を 240 nm とし、陰極の膜厚を 6 nm とし、光学的距離  $L_t$  を  $L_t(\text{青}) = 95$  nm、 $L_t(\text{緑}) = 10$  nm、 $L_t(\text{赤}) = 70$  nm に設定した点を除き、実施例 1 と同様に表示装置 1 を作製した。この場合の陰極の反射率は、波長 = 550 nm の光に対して 15 % であった。

#### 【0072】

##### < 比較例の表示装置の作製 >

##### (比較例 1)

比較例 1 では、実施例 1 と同一の機能層を用いており、光の共振器構造による多重干渉を用いていない有機 EL 素子を配列したボトムエミッション型の表示装置を、次のように

10

20

30

40

50

作製した。

【0073】

先ず、ガラス板からなる基板1上に、陽極となる下部電極として透明導電性材料であるITO(膜厚約180nm)をパターン形成した。次に、ITOからなる下部電極の表面中央部における2mm×2mmの発光領域以外を絶縁膜でマスクした有機EL素子用のセルを作製した。次に、各発光領域となる下部電極の露出部に他に開口を有する金属マスクを基板上に近接して配置し、実施例と同様の機能層を形成した。その後、ミラーとなる陰極としてMgとAgの共蒸着比10:1の薄膜を200nmの膜厚で成膜して上部電極を形成し、比較例1の表示装置を得た。

【0074】

(比較例2)

陰極の膜厚を20nmとした点を除き、実施例1と同様に表示装置を作製した。この場合の陰極の反射率は、波長=550nmの光に対して60%であった。

【0075】

<評価結果>

以上の様にして作製した実施例および比較例の表示装置について、各有機EL素子からの取り出し光のスペクトルを測定した。

【0076】

図3は、実施例1の表示装置の各有機EL素子3B, 3G, 3Rからの取り出し光スペクトルである。この図から、青、緑、赤の波長領域でスペクトルの発光強度が大きく異なり、各有機EL素子3B, 3G, 3Rから取り出したい波長領域の光が多重干渉効果によって選択的に取り出されていることが確認された。

【0077】

そして、図4には、実施例1の表示装置における発光面側に、各有機EL素子3B, 3G, 3Rに対応させて、それぞれの色の波長のみを透過する各色のカラーフィルタを設けた場合のシミュレーション結果を示す。尚、図5には、実施例1の表示装置に適用した各色のカラーフィルタの透過率特性を示す。図4に示すように、カラーフィルタを組み合わせることで、実施例1の表示装置においてスペクトルの不要な波長領域成分が減少され、各有機EL素子3B, 3G, 3Rから取り出される青、緑、赤の光の色純度が向上することが確認された。

【0078】

一方、図6は、比較例1の表示装置における各有機EL素子からの取り出し光スペクトルである。この図から、比較例1の表示装置に設けられた各有機EL素子は、青、緑、赤の全ての波長領域に発光領域を持つ白色発光が得られることが確認された。

【0079】

そして、図7には、比較例1の表示装置における発光面側に、各有機EL素子に対応させて、青、緑、赤の各色の波長のみを透過する各カラーフィルタを設けた場合のシミュレーション結果を示す。尚、各色のカラーフィルタは、先の図5に示したと同様の透過率特性を示すものである。図7に示すように、比較例1の表示装置にカラーフィルタを設けることにより、青、緑、赤に色を調整できるが、図4に示したように実施例1の表示装置にカラーフィルタを設けた場合と比較してスペクトルの強度が小さく、色純度も悪かった。

【0080】

また、図8には、(a)実施例1の表示装置、(b)実施例1の表示装置に図5のカラーフィルタを設けた表示装置、(c)比較例1の表示装置、さらには(d)比較例1の表示装置に図5のカラーフィルタを設けた表示装置のそれぞれの色度値を、(e)NTSC(National Television System Committee)の色度値と共に示す。

【0081】

この色度図から、(a)カラーフィルタを設けていない実施例1の表示装置でも、良好な色再現性を示し、さらに(b)実施例1の表示装置にカラーフィルタを設けることでNTSCに匹敵する色再現性での表示が可能であることが確認された。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 2 】

図 9 には、実施例 1 の表示装置の視野角依存性（正面，45°）の実測結果にカラーフィルタを設けた場合のシミュレーション結果を示し、図 10 には、比較例 2 の表示装置の視野角依存性（正面，45°）の実測結果にカラーフィルタを設けた場合のシミュレーション結果を示す。これらの図から、ハーフミラーとしての陰極の反射率が高い場合には取り出し光の視野角依存性が大きく、すなわち輝度および色度の変化が大きいものに対して、ハーフミラーとしての陰極の反射率が低い場合には取り出し光の視野角依存性が小さく、すなわち輝度および色度の変化が小さいことが確認された。なお、ここでは詳細にデータを示さないが、図 9 および図 10 に示した結果を踏まえて、陰極の反射率を変化させながら視野角依存性をシミュレーションして調べたところ、取り出し光の視野角依存性を適正に小さくするためには、陰極の反射率が 0.1% 以上 50% 未満の範囲であればよいことが確認された。

10

## 【 0 0 8 3 】

最後に、表 1 には、実施例 1 ~ 5 の表示装置および比較例 2 の表示装置のそれぞれにカラーフィルタを設けた場合における輝度および色度の視野角依存性（正面，45°）を示す。表 1 に示した輝度変化比は、45°の輝度と正面の輝度との間の比率（= 45°の輝度 / 正面の輝度）である。

## 【 0 0 8 4 】

## 【表 1】

		正面			45°			輝度変化比
		輝度	色度		輝度	色度		
		cd/m <sup>2</sup>	x	y	cd/m <sup>2</sup>	x	y	
実施例 1	青	260	0.139	0.076	194	0.142	0.067	0.83
	緑	1240	0.267	0.649	1000	0.210	0.636	
	赤	270	0.677	0.321	275	0.664	0.336	
実施例 2	青	342	0.133	0.078	175	0.140	0.060	0.77
	緑	1381	0.237	0.676	1032	0.151	0.628	
	赤	473	0.679	0.318	475	0.657	0.341	
実施例 3	青	323	0.134	0.075	174	0.144	0.048	0.78
	緑	857	0.295	0.659	665	0.157	0.683	
	赤	452	0.675	0.325	435	0.665	0.335	
実施例 4	青	328	0.133	0.079	185	0.143	0.050	0.77
	緑	924	0.265	0.652	655	0.163	0.639	
	赤	288	0.683	0.314	345	0.660	0.339	
実施例 5	青	244	0.130	0.078	122	0.150	0.037	0.77
	緑	919	0.279	0.647	678	0.174	0.648	
	赤	337	0.790	0.318	349	0.658	0.341	
比較例 2	青	146	0.146	0.047	92	0.148	0.046	0.66
	緑	1000	0.197	0.694	644	0.147	0.611	
	赤	266	0.677	0.323	193	0.648	0.352	

20

30

40

## 【 0 0 8 5 】

表 1 から、実施例 1 ~ 5 の表示装置では、比較例 2 の表示装置と比較して輝度変化比が大

50

きくなったため、その比較例 2 の表示装置と比較して視野角依存性が小さいことが確認された。なお、ここでは詳細にデータを示さないが、表 1 に示した結果を踏まえて、上述した式 (1) 中の  $m$  の値 ( $m$  (青),  $m$  (緑),  $m$  (赤)) が変化するように、上述した式 (2) 中の光学的距離  $L_t$ ,  $L_f$  を設定しながら輝度および色度の視野角依存性を同様に調べたところ、実施例 1 ~ 5 に該当する  $m$  (青),  $m$  (緑),  $m$  (赤) = 0, 0, 0、1, 0, 0、1, 1, 0、1, 1, 1、2, 1, 1 の条件の表示装置だけでなく、 $m$  (青),  $m$  (緑),  $n$  (赤) = 2, 2, 1、2, 2, 2 の条件の表示装置においても、比較例 2 の表示装置と比較してやはり視野角依存性が小さいことが確認された。以上の一連の結果により、本発明の表示装置では、良好な色再現性を示すと共に、表示色の視野角依存性が小さいことが確認された。

10

【図面の簡単な説明】

【0086】

【図 1】実施形態の表示装置の構成を示す断面図である。

【図 2】実施形態の表示装置の他の構成を示す断面図である。

【図 3】実施例 1 の表示装置における各有機 EL 素子のスペクトルである。

【図 4】実施例 1 の表示装置にカラーフィルタを設けた場合の各有機 EL 素子のスペクトルである。

【図 5】図 4 のシミュレーションに用いたカラーフィルタの透過率特性を示す図である。

【図 6】比較例 1 の表示装置における有機 EL 素子のスペクトルである。

【図 7】実施例 1 の表示装置にカラーフィルタを設けた場合の各有機 EL 素子のスペクトルである。

20

【図 8】各表示装置および CRT ディスプレイの色度値を示す色度図である。

【図 9】実施例 1 の表示装置にカラーフィルタを設けた場合における各有機 EL 素子のスペクトルの視野角依存性である。

【図 10】比較例 1 の表示装置にカラーフィルタを設けた場合における各有機 EL 素子のスペクトルの視野角依存性である。

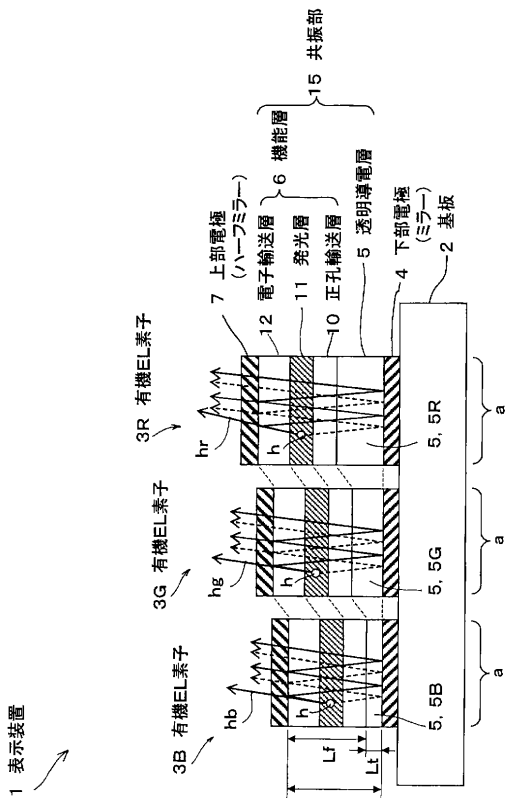
【符号の説明】

【0087】

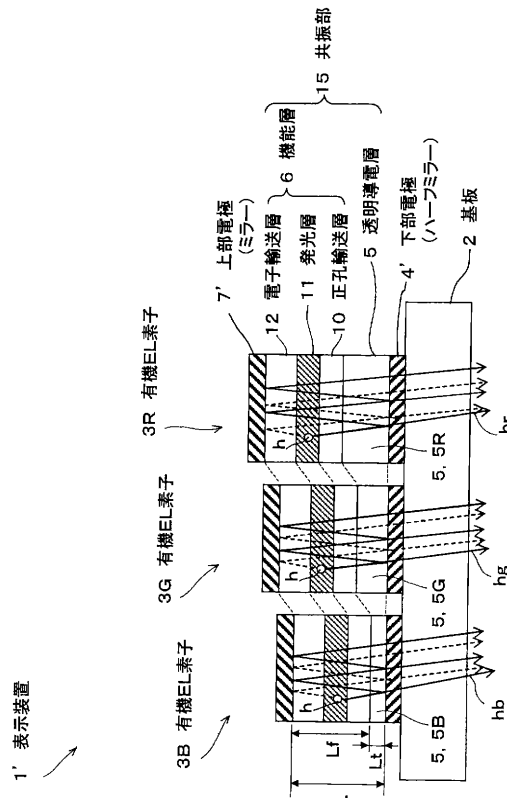
1, 1' ... 表示装置、2 ... 基板、3 B, 3 G, 3 R ... 有機 EL 素子 (発光素子)、4 ... 下部電極 (ミラー)、4' ... 下部電極 (ハーフミラー)、5, 5 B, 5 G, 5 R ... 透明導電層、6 ... 機能層、7 ... 上部電極 (ハーフミラー)、7' ... 上部電極 (ミラー)、11 ... 発光層、15 ... 共振部、L ... 共振部の光学的距離、L f ... 機能層の光学的距離、L t ... 透明導電層の光学的距離

30

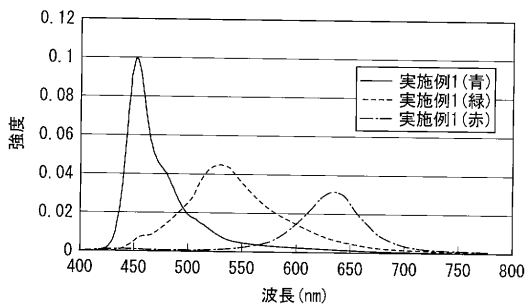
【 図 1 】



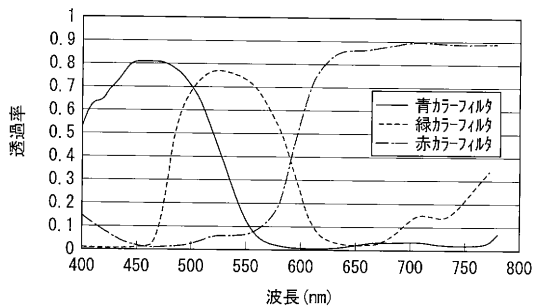
【 図 2 】



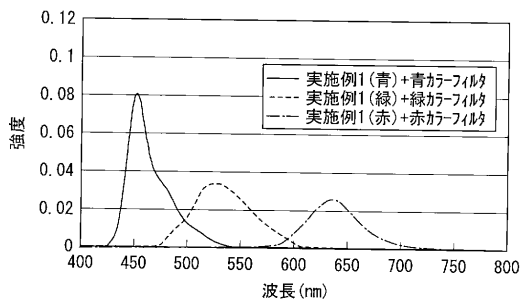
【 図 3 】



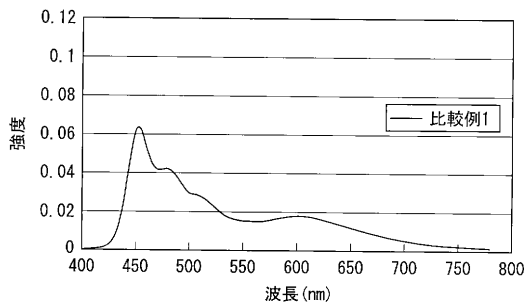
【 図 5 】



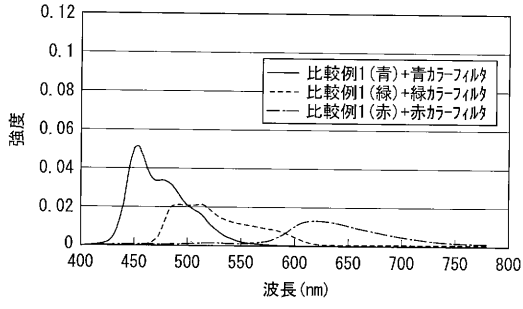
【 図 4 】



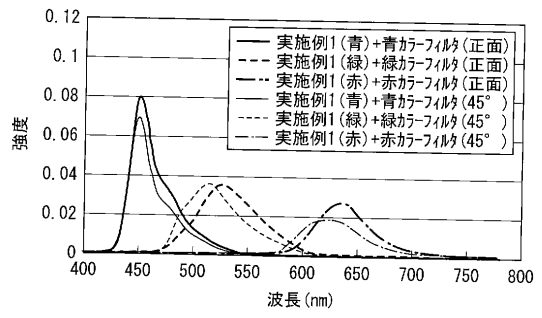
【 図 6 】



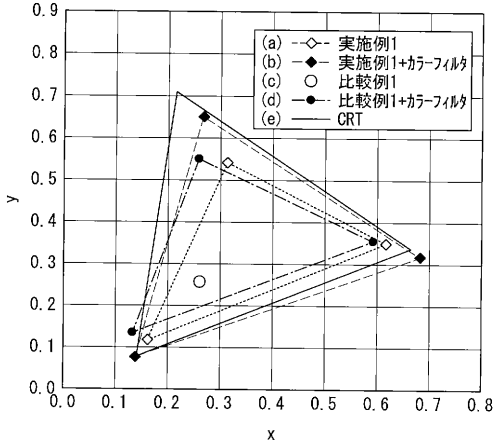
【 図 7 】



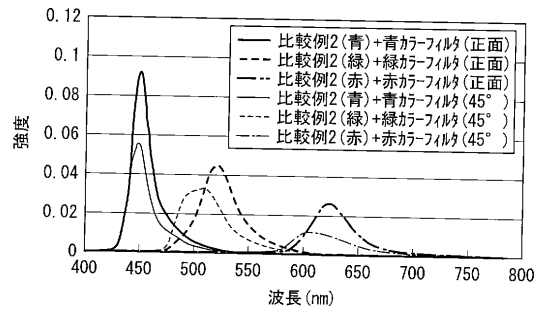
【 図 9 】



【 図 8 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード(参考)

H 0 5 B 33/28

专利名称(译)	显示装置和制造显示装置的方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP2005116516A</a>	公开(公告)日	2005-04-28
申请号	JP2004261506	申请日	2004-09-08
[标]申请(专利权)人(译)	索尼公司		
申请(专利权)人(译)	索尼公司		
[标]发明人	柏原充宏 山田二郎		
发明人	柏原 充宏 山田 二郎		
IPC分类号	H05B33/24 H01L51/50 H05B33/10 H05B33/12 H05B33/14 H05B33/28		
CPC分类号	H01L51/5265		
FI分类号	H05B33/24 H05B33/10 H05B33/12.B H05B33/12.E H05B33/14.A H05B33/28 H01L27/32		
F-TERM分类号	3K007/AB03 3K007/AB04 3K007/AB11 3K007/AB18 3K007/BA06 3K007/BB06 3K007/CB01 3K007/CC01 3K007/DB03 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC06 3K107/CC07 3K107/CC35 3K107/CC37 3K107/CC45 3K107/DD03 3K107/DD10 3K107/DD22 3K107/DD23 3K107/DD24 3K107/DD27 3K107/DD28 3K107/DD29 3K107/EE03 3K107/EE22 3K107/FF06		
优先权	2003327497 2003-09-19 JP		
其他公开文献	JP4403399B2		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

解决的问题：提供一种显示装置，其能够通过采用更加简化的发光元件结构来简化设计和制造，并且能够进行高清显示并且具有出色的色彩再现性的显示装置及其制造方法。提供。包括发光层（11）的功能层（6）夹在由光反射材料制成的下部电极（4）和半透光的上部电极（7）之间，从发光层（6）发出的光（h）传输到下部。在通过布置多个有机EL元件3B，3G，3R而形成的显示装置1中，具有谐振器结构的有机EL元件3B，3G，3R在电极4与作为谐振部分15的上电极7之间谐振并且从基板2上的上电极7侧取出。是的，在每个有机EL元件3B，3G，3R中，功能层6由相同的层构成，并且谐振部分15的光学距离L分别在蓝色，绿色或红色的波长区域内谐振。设置为其他值。共振部分15的光学距离L由设置在下部电极4和功能层6之间的透明导电层5调节。[选型图]图1

