

(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2008-135373

(P2008-135373A)

(43) 公開日 平成20年6月12日 (2008.6.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H05B 33/24 (2006.01)</b>	H05B 33/24	3K107
<b>H05B 33/26 (2006.01)</b>	H05B 33/26 Z	5C094
<b>H01L 51/50 (2006.01)</b>	H05B 33/14 A	5G435
<b>H05B 33/10 (2006.01)</b>	H05B 33/10	
<b>H05B 33/04 (2006.01)</b>	H05B 33/04	
審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 22 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2007-253601 (P2007-253601)  
(22) 出願日 平成19年9月28日 (2007.9.28)  
(31) 優先権主張番号 特願2006-288220 (P2006-288220)  
(32) 優先日 平成18年10月24日 (2006.10.24)  
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000001007  
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 中村 尚人  
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  
Fターム (参考) 3K107 AA01 BB01 CC05 CC45 DD03  
DD10 DD22 DD23 DD24 DD27  
DD28 DD29 EE32 EE46 FF15  
GG11

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機発光装置及びその製造方法

## (57) 【要約】

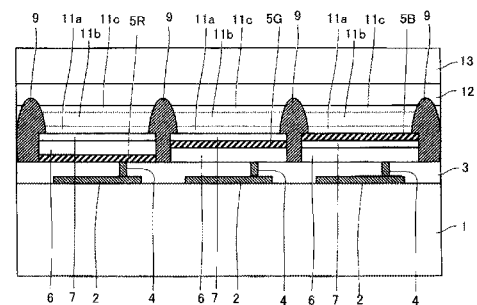
【課題】複雑な製造プロセスを用いることなく、また有機化合物層の上に形成する層の段切れを抑制しつつ、各発光色の素子の光取り出し効率を向上させる。

【解決手段】基板と、基板の上に形成されている複数の有機発光素子とを有し、複数の有機発光素子は、第1発光色を発する第1有機発光素子と、第1発光色とは異なる第2発光色を発する第2有機発光素子とを有し、各有機発光素子は、基板の上に順に、反射層と透明導電層とを有する第1電極と、発光層を含む有機化合物層と、光取り出し電極である第2電極とを有する有機発光装置において、

第1有機発光素子における反射層は、基板と透明導電層との間に形成され、第2有機発光素子における前記反射層は、透明導電層と有機化合物層との間に形成され、

前記第1有機発光素子における前記透明導電層の厚みは、前記第2有機発光素子における前記透明導電層の厚みと同一である。

【選択図】 図9



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

基板と、前記基板の上に形成されている複数の有機発光素子と、を有し、

前記複数の有機発光素子は、第 1 発光色を発する第 1 有機発光素子と、第 1 発光色とは異なる第 2 発光色を発する第 2 有機発光素子と、を有し、

各有機発光素子は、前記基板の上に順に、反射層と透明導電層とを有する第 1 電極と、発光層を含む有機化合物層と、光取り出し電極である第 2 電極と、を有する有機発光装置において、

前記第 1 有機発光素子における前記反射層は、前記基板と前記透明導電層との間に形成されており、

前記第 2 有機発光素子における前記反射層は、前記透明導電層と前記有機化合物層との間に形成されており、

前記第 1 有機発光素子における前記透明導電層の厚みは、前記第 2 有機発光素子における前記透明導電層の厚みと同一であることを特徴とする有機発光装置。

**【請求項 2】**

前記複数の有機発光素子は、前記第 1 発光色及び前記第 2 発光色とは異なる第 3 発光色を発する第 3 有機発光素子を有し、

各有機発光素子における前記第 1 電極は、第 2 透明導電層を前記透明導電層の光取り出し側に有し、

前記第 1 有機発光素子における前記反射層は、前記基板と前記透明導電層との間に形成されており、

前記第 2 有機発光素子における前記反射層は、前記透明導電層と前記第 2 透明導電層との間に形成されており、

前記第 3 有機発光素子における前記反射層は、前記第 2 透明導電層と前記有機化合物層との間に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光装置。

**【請求項 3】**

各有機発光素子における前記第 2 透明導電層の厚みは、同一であることを特徴とする請求項 2 に記載の有機発光装置。

**【請求項 4】**

各有機発光素子における前記第 1 電極は、第 3 透明導電層を前記透明導電層の光取り出し側に有し、

前記第 1 有機発光素子における前記反射層は、前記基板と前記透明導電層との間に形成されており、

前記第 2 有機発光素子における前記反射層は、前記透明導電層と前記第 3 透明導電層との間に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光装置。

**【請求項 5】**

前記複数の有機発光素子は、前記第 1 発光色及び前記第 2 発光色とは異なる第 3 発光色を発する第 3 有機発光素子を有し、

各有機発光素子における前記第 1 電極は、第 3 透明導電層を前記透明導電層の光取り出し側に有し、

前記第 1 有機発光素子における前記反射層は、前記基板と前記透明導電層との間に形成されており、

前記第 2 有機発光素子における前記反射層は、前記透明導電層と前記第 2 透明導電層との間に形成されており、

前記第 3 有機発光素子における前記反射層は、前記第 2 透明導電層と前記第 3 透明導電層との間に形成されていることを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の有機発光装置。

**【請求項 6】**

各有機発光素子における前記第 3 透明導電層の厚みは、同一であることを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の有機発光装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 7】

各有機発光素子における前記発光層と前記反射層との間の光学距離が、各有機発光素子における前記発光層の発光スペクトルの中心波長を強めるように設定されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の有機発光装置。

## 【請求項 8】

各有機発光素子における前記第 2 電極は、半透明反射層を有し、

各有機発光素子における前記反射層と前記半透明反射層との間の光学距離が、各有機発光素子における前記発光層の発光スペクトルの中心波長を強めるように設定されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載の有機発光装置。

## 【請求項 9】

前記有機化合物層は、電荷の注入及び輸送をする有機機能層を有し、

前記有機機能層は、前記第 1 有機発光素子と前記第 2 有機発光素子に素子間を跨いで形成されている共通の層であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか 1 項に記載の有機発光装置。

## 【請求項 10】

前記第 2 電極の光取り出し側に封止層が成膜されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 項に記載の有機発光装置。

## 【請求項 11】

請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項に記載の有機発光装置を備えたことを特徴とする表示装置。

## 【請求項 12】

基板と、前記基板の上に形成されている複数の有機発光素子と、を有し、

前記複数の有機発光素子は、第 1 発光色を発する第 1 有機発光素子と、第 1 発光色とは異なる第 2 発光色を発する第 2 有機発光素子と、を有し、

各有機発光素子は、前記基板の上に順に、反射層と透明導電層とを有する第 1 電極と、発光層を含む有機化合物層と、光取り出し電極である第 2 電極と、を有する有機発光装置の製造方法において、

基板の上に反射層と透明導電層とを有する第 1 電極を形成する工程と、

前記第 1 電極の上に発光層を含む有機化合物層を形成する工程と、

前記有機化合物層の上に光取り出し電極である第 2 電極を形成する工程と、を有し、

前記第 1 電極を形成する工程は順に、

前記第 1 有機発光素子領域に反射層を形成する工程と、

前記第 1 及び第 2 有機発光素子領域に素子間を跨いで前記透明導電層を形成する工程と

、  
前記素子間に形成された前記透明導電層を除去する工程と、

を有することを特徴とする有機発光装置の製造方法。

## 【請求項 13】

基板と、前記基板の上に形成されている複数の有機発光素子と、を有し、

前記複数の有機発光素子は、第 1 発光色を発する第 1 有機発光素子と、第 1 発光色とは異なる第 2 発光色を発する第 2 有機発光素子と、第 1 及び第 2 発光色とは異なる第 3 発光色を発する第 3 有機発光素子を有し、

各有機発光素子は、前記基板の上に順に、反射層と透明導電層とを有する第 1 電極と、発光層を含む有機化合物層と、光取り出し電極である第 2 電極と、を有する有機発光装置の製造方法において、

基板の上に反射層と透明導電層とを有する第 1 電極を形成する工程と、

前記第 1 電極の上に発光層を含む有機化合物層を形成する工程と、

前記有機化合物層の上に光取り出し電極である第 2 電極を形成する工程と、を有し、

前記第 1 電極を形成する工程は順に、

前記第 1 有機発光素子領域に反射層を形成する工程と、

前記第 1 乃至第 3 有機発光素子領域に素子間を跨いで第 1 透明導電層を形成する工程と

10

20

30

40

50

、  
前記第 2 有機発光素子領域に反射層を形成する工程と、  
前記第 1 乃至第 3 有機発光素子領域に素子間を跨いで第 2 透明導電層を形成する工程と

、  
前記第 3 有機発光素子領域に反射層を形成する工程と、  
前記素子間に形成された前記第 1 及び第 2 透明導電層を除去する工程と、  
を有することを特徴とする有機発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、一対の電極間に形成された発光層を含む有機化合物層に通電することにより光を放出する有機発光素子を有する有機発光装置およびその製造方法に関する。特に、複数色を発光することが可能な有機発光素子を有する有機発光装置およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ディスプレイや光源として用いられる自発光素子として、EL素子やLEDが知られている。なかでも、有機化合物材料を発光層として用いた有機発光素子（以下「有機EL素子」あるいは「素子」という場合がある。）は、10V程度以下の電圧で直流駆動した場合に、数百乃至千 $\text{cd/m}^2$ 以上の輝度を得ることができるため注目されている。

20

【0003】

さらに、赤色、緑色、青色にそれぞれ対応する発光スペクトルを有する有機化合物材料を適切に選択することにより、3原色を発光可能な有機発光素子を作製することができる。また、このような有機発光素子を基板上に複数個配列したフルカラーディスプレイも、比較的容易に作製することができる。

【0004】

図12を参照して、従来の有機発光素子の構造を説明する。図12は、従来の有機発光素子の概略構造を示す模式図である。

【0005】

従来の有機発光素子は、図12に示す様に、ガラス基板51上に形成された透明陽極層52の上に、有機材料からなる正孔輸送層53、有機材料からなるEL層（発光層）54、電子輸送層55がこの順に積層され、更にその上に金属陰極層56が設けられている。また、必要に応じて、透明陽極層52と正孔輸送層53との間に正孔注入層が設けられる場合があり、さらに、金属陰極層56と電子輸送層55との間に電子注入層が設けられる場合もある。

30

【0006】

なお、図12に示す有機発光素子において、ガラス基板51上に形成された透明陽極層52は光を透過する。また、金属陰極層56は、アルミニウム、マグネシウム、インジウム、銀、または各々の合金等からなり、光を反射する。そして、EL層54からの発光は、透明陽極層52を透過してガラス基板51側に放出される。このように、基板側から光が放出される素子構造は、ボトムエミッション型（以下BE型と記す）と称されている。一方、発光が、基板とは反対側に放出される有機EL素子は、トップエミッション型（以下TE型と記す）と称されている。トップエミッション型の有機発光素子では、一般的に、ガラス基板上に形成される電極は光反射性を有し、有機層を挟んで対向して形成される電極は光透過性を有している。

40

【0007】

図12に示す様な構造の有機発光素子において、ガラス基板51側に直接放出される光と、金属陰極層56で反射される光との間に生じる干渉効果が、電子輸送層55の膜厚に応じて変化することで輝度が変化するという輝度膜厚依存性がある事が知られている。そこで、BE型素子において、EL層54と、反射層である金属陰極層56との間の光路差

50

を最適に調整するために、電子輸送層 55 の厚さを規定した技術が開示されている（特許文献 1 参照）。

【0008】

また、上記特許文献 1 と同様の構成からなる BE 型の有機発光素子において、電子輸送層の膜厚のみならず、ITO 等の高屈折性透明電極と有機多層部との合計光学膜厚を最適化することにより色純度を高める技術が開示されている（特許文献 2 参照）。具体的には、透明電極と有機多層部との合計光学膜厚が、屈折率 1.6 乃至 1.8 の有機多層部より発生する発光の中心波長における強度を増強するように設定される。なお、は 440 乃至 490 nm、500 乃至 550 nm 及び 600 乃至 650 nm の中から選択される。この特許文献 2 に記載された技術では、高屈折性透明電極（ITO 等）の厚さを変化させることにより、所定の発光波長に対する光学膜厚の最適化が行われる。

10

【0009】

また、複数色の発光層を有する多色有機 EL ディスプレイに用いられる技術が開示されている（特許文献 3 参照）。多色有機 EL ディスプレイとした場合に、発光スペクトルの異なる赤色、緑色、青色等の発光層を有する有機 EL 素子が基板上に多数配置されているので、透明電極（ITO 等）の厚さを各色毎に変化させるのは、作製プロセスが複雑となる。そこで、特許文献 3 に記載された技術では、多色有機 EL ディスプレイにおいて、発光層を除く有機化合物材料層において、同一機能を有するいずれかの機能層（例えば、正孔輸送層や電子輸送層）を、発光色に対応させてそれぞれ異なる膜厚としている。このため、透明電極は、有機 EL 素子のすべてについて一定膜厚とすることができ、エッチング等により透明電極の膜厚を色毎に調整する必要がないとされている。なお、上記特許文献 1 乃至 3 に記載された技術は、BE 型の例である。

20

【0010】

さらに、基板上に形成された下部電極が反射電極であるとともに、有機層を介して配置された上部電極が透明電極である TE 型の場合に適用される技術が開示されている（特許文献 4）。この特許文献 4 に記載された技術では、発光層（正確には発光面）と反射性下部電極との間の光学距離が、赤色、緑色、青色毎に最適化されている。

【0011】

すなわち、特許文献 4 に記載された技術では、フィルタを用いて白色発光層の発光を赤色、緑色、青色に分けることにより多色有機 EL ディスプレイを得る構成となっている。そして、白色発光層と、下部反射電極との距離が各色に応じて光学的に最適化されるように、透明電極や透明光学層の厚さを変化させている。

30

【0012】

また、特許文献 5 から特許文献 7 に記載された技術は、上部電極が半透過性であり、下部反射電極との間で微小共振器構造を形成する素子構造に関するものである。これらの技術では、積層とエッチングを行って透明電極である ITO の厚さを発光色に応じて変化させることにより、発光層と下部反射電極との距離、及び上下電極間の距離を光学的に最適化している。

【0013】

なお、特許文献 1 に開示されているように、発光層における発光強度は、発光層の正孔注入側の界面に最も強く分布している。したがって、上記した従来の技術では、いずれの場合も、発光層の正孔注入側界面（通常の場合、発光層と正孔輸送層との界面）を発光面として光学的な設計を行っている。

40

【0014】

また、光学距離は、光が進行する媒質の屈折率  $n$  と光が進行する距離  $d$  との積  $nd$  で定義される。なお、有機 EL 素子では、発光が有機層や透明電極といった膜中を進行するため、光学膜厚という用語も用いられるが、光路差、光学膜厚、光学長、光学距離等の用語は、いずれも同様の意味で用いられる。

【0015】

【特許文献 1】特開平 4 - 328295 号公報

50

【特許文献 2】特開平 7 - 2 4 0 2 7 7 号公報  
【特許文献 3】特開 2 0 0 0 - 3 2 3 2 7 7 号公報  
【特許文献 4】特開 2 0 0 4 - 2 5 3 3 8 9 号公報  
【特許文献 5】特開 2 0 0 5 - 1 9 7 0 1 1 号公報  
【特許文献 6】特開 2 0 0 5 - 9 3 3 9 9 号公報  
【特許文献 7】特開 2 0 0 5 - 9 3 4 0 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

しかしながら、上述した従来の技術には、解決すべき種々の課題があった。

10

【0017】

特許文献 1、2 に記載された技術では、同一の基板上に赤色、緑色、青色等の発光色を呈する有機発光素子が多数形成された有機発光装置とした場合に、各有機発光素子に対してどのように当該技術を適用すれば良いかが十分開示されていない。

【0018】

また、特許文献 3 に記載された技術では、特許文献 2 に記載された技術を複数の発光色を呈する有機発光素子が多数形成された有機発光装置に対して適用するために、発光層を除く有機化合物層の厚さにより光学長を最適化するとしている。その理由は、透明電極（ITO）の厚さを色毎に変えることが困難であるためである。しかしながら、電子輸送層や正孔輸送層等のように有機発光素子を構成する各有機化合物層の厚さには、電子や正孔の注入性及び輸送性、抵抗等の電気的な性質から決まる最適な厚さがある。したがって、光学的な最適化を行うことを目的として、有機発光素子を構成する各有機化合物層の厚さを決定した場合には種々の不都合が生じる。すなわち、光学的な最適化のために決定した膜厚が電気的な特性から決定した膜厚と偶然一致すれば良いが、そうでない場合には電気的な特性を犠牲にしなければならない。このような設定を行った場合には、特定の発光色の有機発光素子の駆動電圧が高くなってしまう場合があった。

20

【0019】

また、特許文献 4 に記載された技術では、標準的なフォトグラフィ法を用いて透明電極や透明光学層のパターニングを行うことができ、また、積層を行うことにより膜厚を変化させることも可能であるとの記載がある。しかしながら、具体的にどのような方法で積層を行うのかについては、何ら開示されていない。

30

【0020】

また、特許文献 5 から特許文献 7 に記載された技術では、特許文献 3 に記載された技術において困難とされていた、透明電極（ITO や IZO）の厚さを色毎に変える技術が開示されている。しかしながら、透明電極の厚さを色毎に変えるためには、結晶化 ITO をエッチングストップ層として IZO 層をエッチングする、あるいは各色に対応する位置にそれぞれレジストを形成してからエッチングするというように、複雑な工程が必要である。特に、ITO は透明性を有するため、目視でエッチングエンドを確認することは難しい。

【0021】

光が透過する透明電極（ITO）の厚さに、屈折率を乗じた距離が光学距離となるので、光学設計上、その厚さを正確に形成する必要があるが、従来技術ではその点が困難であった。

40

【0022】

また、特許文献 3 乃至特許文献 7 に記載された技術では、基板上に形成された透明電極、透明光学層、及び正孔輸送層などの厚さを発光色に応じて変化させている。このため、上部電極を形成するプロセスステップで、基板から有機化合物層上面までの高さが色毎に異なってしまうこととなる。

【0023】

また、特許文献 4 ないし特許文献 7 に記載された TE 型有機 EL 素子の場合、有機層の

50

上面全体にわたって、上部電極として光透過性の電極が形成される（金属薄膜、あるいは、通常、スパッタ法を用いたITOからなる透明電極）。特に、特許文献5ないし特許文献7に記載された技術では、微小共振器構造を形成するため、上部電極は一部反射性を有するとともに一部透過性を有する半透過性の電極として、金属薄膜からなる電極が形成される。そして、特許文献5では、抵抗値を更に低くする必要から、上部電極の上にITOからなる透明導電層が形成される。これら光透過性の上部電極は、発光を効率的に外部に放出するために高い光透過性が必要であるとともに、十分な導電性を有することが必要である。

#### 【0024】

しかしながら、特許文献4及び特許文献7に記載された技術では、上部電極である光透過性電極層の形成対象となる有機層において、基板から当該有機層上面までの高さが色毎に異なるため、段差（膜厚差）が生じている。したがって、段差が生じている部分で上部電極が切れないようにすること（カバレッジ性）を考慮すると、上部電極をITO等の透明電極で形成する場合には、厚さを厚く形成する必要があった（例えば、100nm程度以上）。上部電極が金属薄膜の場合は、光の透過性を考えるとその厚さは10nmまでと限られ、低抵抗化することは難しいため、特許文献6、7では、基板上に形成した補助電極と導通させることで、抵抗を下げている。この場合も、段差があると、金属薄膜が切れやすく（段切れを起こしやすく）、好ましくなかった。さらに、特許文献4に記載された技術のように、透明電極層や有機層の上に封止膜を形成する場合にも、該封止膜を形成する面に凹凸が存在すると、防湿性能を確保するために封止膜を厚くする必要が生じる。しかしながら、厚い封止膜は、光の透過性を下げる点と、製造プロセスでより時間がかかる点で、望ましくなかった。

#### 【0025】

本発明は、上述した事情に鑑み提案されたもので、各発光色の有機発光素子の段差を少なくしつつ、各発光色の有機発光素子における光取り出し効率を高めることのできる有機発光装置を提供する。また、本発明はこのような有機発光装置をより簡単なプロセスで作製することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0026】

本発明に係る有機発光装置は、  
基板と、前記基板の上に形成されている複数の有機発光素子と、を有し、  
前記複数の有機発光素子は、第1発光色を発する第1有機発光素子と、第1発光色とは異なる第2発光色を発する第2有機発光素子と、を有し、  
各有機発光素子は、前記基板の上に順に、反射層と透明導電層とを有する第1電極と、発光層を含む有機化合物層と、光取り出し電極である第2電極と、を有する有機発光装置であって、  
前記第1有機発光素子における前記反射層は、前記基板と前記透明導電層との間に形成されており、  
前記第2有機発光素子における前記反射層は、前記透明導電層と前記有機化合物層との間に形成されており、  
前記第1有機発光素子における前記透明導電層の厚みは、前記第2有機発光素子における前記透明導電層の厚みと同一であることを特徴とする。

#### 【0027】

また、本発明に係る有機発光装置の製造方法は、  
基板と、前記基板の上に形成されている複数の有機発光素子と、を有し、前記複数の有機発光素子は、第1発光色を発する第1有機発光素子と、第1発光色とは異なる第2発光色を発する第2有機発光素子と、を有し、各有機発光素子は、前記基板の上に順に、反射層と透明導電層とを有する第1電極と、発光層を含む有機化合物層と、光取り出し電極である第2電極と、を有する有機発光装置の製造方法であって、

基板の上に反射層と透明導電層とを有する第1電極を形成する工程と、前記第1電極の

上に発光層を含む有機化合物層を形成する工程と、前記有機化合物層の上に光取り出し電極である第2電極を形成する工程と、を有し、前記第1電極を形成する工程は順に、前記第1有機発光素子領域に反射層を形成する工程と、前記第1及び第2有機発光素子領域に素子間を跨いで前記透明導電層を形成する工程と、前記素子間に形成された前記透明導電層を除去する工程と、を有することを特徴とする。

【0028】

また、本発明に係る有機発光装置の製造方法は、

基板と、前記基板の上に形成されている複数の有機発光素子と、を有し、前記複数の有機発光素子は、第1発光色を発する第1有機発光素子と、第1発光色とは異なる第2発光色を発する第2有機発光素子と、第1及び第2発光色とは異なる第3発光色を発する第3有機発光素子を有し、各有機発光素子は、前記基板の上に順に、反射層と透明導電層とを有する第1電極と、発光層を含む有機化合物層と、光取り出し電極である第2電極と、を有する有機発光装置の製造方法であって、

10

基板の上に反射層と透明導電層とを有する第1電極を形成する工程と、前記第1電極の上に発光層を含む有機化合物層を形成する工程と、前記有機化合物層の上に光取り出し電極である第2電極を形成する工程と、を有し、前記第1電極を形成する工程は順に、前記第1有機発光素子領域に反射層を形成する工程と、前記第1乃至第3有機発光素子領域に素子間を跨いで第1透明導電層を形成する工程と、前記第2有機発光素子領域に反射層を形成する工程と、前記第1乃至第3有機発光素子領域に素子間を跨いで第2透明導電層を形成する工程と、前記第3有機発光素子領域に反射層を形成する工程と、前記素子間に形成された前記第1及び第2透明導電層を除去する工程と、を有することを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0029】

本発明の有機発光装置では、第1電極が反射層と透明導電層とを有しており、発光色によって、反射層と透明導電層の積層順を変えている。このようにすることによって、透明導電層を光取り出し効率を高めるための光学距離を調節する層として用いる有機発光素子と、用いない有機発光素子とに使い分けることができる。

【0030】

この場合、透明導電層の形成は、発光色の異なる複数の有機発光素子に共通して形成することができる。というのも、透明導電層を光学距離の調節に用いない素子では、透明導電層は、基板と前記反射層との間に形成され、厚みを厳密にコントロールする必要がないため、光学距離の調節に用いる素子の透明導電層の厚みと同じ厚みにすることができるからである。

30

【0031】

このため、ITO等の無機酸化物材料を含んで第1電極を形成する場合にも、エッチング等でパターニング、厚みを調整するという複雑なプロセスを必要とせず、反射電極側（反射層を含む第1電極側）で発光色に応じて光学的に最適な設計を行うことができる。

【0032】

また、発光層から見て、反射層を含む第1電極側で、光学距離を調整するために、本来発光色毎に厚みを変える必要のない層（例えば、電荷注入層、電荷輸送層等）の厚みを積極的に変化させる必要がないので、素子の駆動電圧が上昇することがない。

40

【0033】

さらに、第1電極の合計の厚さを、複数の発光色について共通化することができる。このため、第2電極あるいは封止層を形成する際に、有機層の表面における段差を減少させることができるので、段切れが生じるおそれを減少させることができる。

【0034】

このように、本発明の有機発光装置によれば、複雑な製造プロセスを用いることなく、また有機化合物層の上に形成する層の段切れを抑制しつつ、各発光色の素子の光取り出し効率を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

50



## 【 0 0 3 5 】

本発明に係る有機発光装置は、基板と、基板の上に形成されている複数の有機発光素子とを有しており、複数の有機発光素子は、第1発光色を発する第1有機発光素子と、第1発光色とは異なる第2発光色を発する第2有機発光素子とを有している。各有機発光素子は、基板の上に順に、反射層と透明導電層とを有する第1電極と、発光層を含む有機化合物層と、光取り出し電極である第2電極と、を有している。反射層は、60%～100%程度の高い反射率の層のことであり、金属層が好ましく用いられる。透明導電層は、光を透過する導電性の層のことであり、ITO、IZO、ITZO等の金属酸化物が好ましく用いられる。つまり、本発明では、電極とは有機化合物に直接接している層のみならず、積層された複数の導電層全体を指すものである。また、光取り出し電極とは、その電極を介して発光が外部に取り出される電極のことであり、本発明では第2電極が光取り出し電極となっている。光取り出し電極は、ITO、IZO、ITZO等の金属酸化物からなる透明導電層であってもよいし、光を透過するほどに薄い金属の薄膜であってもよい。また、それらを積層したものであってもよい。

10

## 【 0 0 3 6 】

そして、本発明に係る有機発光装置は、第1有機発光素子における反射層は、基板と透明導電層との間に形成されており、第2有機発光素子における反射層は、透明導電層と有機化合物層との間に形成されている。このようにすることにより、第1有機発光素子では、透明導電層を光取り出し効率を高めるための光学距離を設定する層として用い、第2有機発光素子では、前記光学距離を設定する層として用いないようにする。第1有機発光素子と第2有機発光素子はそれぞれ発光色が異なるため、光取り出し効率を高めるための光学距離は異なるが、透明導電層を利用するものと利用しないものとで光学距離をそれぞれ異ならせることができる。

20

## 【 0 0 3 7 】

光学距離の調整は、発光層内の発光位置と反射層の反射位置との間の光学距離を調節する場合と、反射層の反射位置と第2電極よりも光取り出し側に形成される反射界面との間の光学距離を調節する場合、つまり共振器構造が形成される場合とがある。後者の場合の反射界面は、第2電極の発光側の界面、第2電極の光取り出し側の界面、あるいは第2電極の上に積層される層の上下いずれかの界面のことであり、これらの界面のうち共振を利用して光取り出し効率を高めることができる程度に反射率が高い界面（反射率が10%程度以上の界面）を利用することが好ましい。

30

## 【 0 0 3 8 】

また、本発明の有機発光装置は、上記のように発光色の異なる素子においてそれぞれ光取り出し効率を高めるための光学距離を設定するが、第1電極は発光色によらず反射層と透明導電層のいずれも有するため、各素子の全体の厚みの差をより小さくできる。しかも透明導電層の厚みは発光色によらず同一である。そのため、第2電極あるいは封止層など有機化合物層の上に形成され、かつ複数の素子間を跨いで共通に形成される層が、厚みの差によって生じる段差によって段切れを生じることを抑制することができる。なお、段切れとは、層が完全に分断されること、あるいは完全に分断されなくとも、層が有する本来の機能を損ねるほど薄くなってしまうことを意味するものである。

40

## 【 0 0 3 9 】

また、本発明の有機発光装置は、以上に説明するように第1及び第2発光色の2発光色の有機発光装置であるが、複数色であればよく3発光色以上の有機発光装置に適用することができる。例えば3発光色の有機発光装置の場合、即ち第1及び第2発光色の他に第3発光色を発する第3有機発光素子を有する場合には、第1電極がさらに第2透明導電層を有することによって、本発明の課題を解決することが可能である。つまり、3色の有機発光素子のそれぞれについて光取り出し効率を高めるための光学距離を異ならせることができる。この場合の装置の構成は、第2透明導電層が上述する透明導電層（第1透明導電層）の光取り出し側に形成されている構成である。そして、第1有機発光素子における反射層は、基板と透明導電層との間に、第2有機発光素子における反射層は、透明導電層と第

50

2 透明導電層との間に、第 3 有機発光素子における反射層は、第 2 透明導電層と有機化合物層との間に、それぞれ形成されている。

【0040】

本発明に係る有機発光装置の製造方法は、以下の工程を有する。つまり、基板の上に反射層と透明導電層とを有する第 1 電極を形成する工程と、第 1 電極の上に発光層を含む有機化合物層を形成する工程と、有機化合物層の上に光取り出し電極である第 2 電極を形成する工程と、を有する。そして、第 1 電極を形成する工程は順に、第 1 有機発光素子領域に反射層を形成する工程と、第 1 及び第 2 有機発光素子領域に素子間を跨いで透明導電層を形成する工程と、素子間に形成された透明導電層を除去する工程と、を有する。透明導電層の形成は、発光色によらず、複数の素子間を跨いで共通に形成することができるため、より簡単なプロセスで本発明の有機発光装置を作製することが可能になる。また、成膜された透明導電層をエッチングで厚みを調節することを必要とせず、所定の厚みで形成した透明導電層を光学距離の調節に利用することができる。

10

【0041】

3 発光色の有機発光装置の場合においても、第 1 電極を形成する工程以外は同一の工程を取ることができる。第 1 電極を形成する工程については順に、以下の工程を有する。つまり、第 1 有機発光素子領域に反射層を形成する工程、第 1 乃至第 3 有機発光素子領域に素子間を跨いで第 1 透明導電層を形成する工程、第 2 有機発光素子領域に反射層を形成する工程、第 1 乃至第 3 有機発光素子領域に素子間を跨いで第 2 透明導電層を形成する工程、第 3 有機発光素子領域に反射層を形成する工程、素子間に形成された第 1 及び第 2 透明導電層を除去する工程、である。このように 3 発光色の有機発光装置の製造においても、透明導電層の形成は、発光色によらず、複数の素子間を跨いで共通に形成することができるため、より簡単なプロセスで本発明の有機発光装置を作製することが可能になる。また、成膜された透明導電層をエッチングで厚みを調節することを必要とせず、所定の厚みで形成した透明導電層を光学距離の調節に利用することができる。

20

【0042】

以下、図面を参照して、本発明の有機発光装置の実施形態についてより詳細に説明する。

【0043】

< 第 1 の実施形態 >

図 1 乃至図 9 は、本発明の第 1 の実施形態に係る有機発光装置について、その作製プロセスを順を追って示す断面模式図である。

30

【0044】

本発明の第 1 の実施形態に係る有機発光装置は、赤色、緑色及び青色の 3 発光色（3 原色）をそれぞれ発光可能な有機発光素子を基板上に形成したものである。なお、赤色、緑色及び青色の 3 発光色に加えて、例えば白色等のようにさらに他の色の発光が可能な有機発光素子を備えた有機発光装置についても同様の作製プロセスにより製造することができる。また、各有機発光素子は、発光層からの発光が基板と反対方向に射出されるトップエミッション型素子となっている。

【0045】

本発明の第 1 の実施形態に係る有機発光装置は、図 1 乃至図 9 に示す作製プロセスにより作製することができる。以下、本発明の第 1 の実施形態に係る有機発光装置の作製プロセスを順を追って説明する。

40

【0046】

まず、図 1 に示すように、ガラス等からなる基板 1 上に、複数の有機発光素子を駆動するための TFT 2 を形成する。この基板 1 上には、さらに、TFT 2 の凹凸を平坦化するための平坦化膜 3 を形成する。この平坦化膜 3 は、例えばアクリル樹脂、あるいはポリイミド樹脂などの有機材料により形成される。また、平坦化膜 3 には、TFT 2 の出力端と有機発光素子の第 1 電極（下部電極）とを電氣的に接続するためのコンタクトホール 4 が多数形成される。なお、図 1 に示す例では、コンタクトホール 4 が導電材で埋められた状

50

態となっている。

【0047】

続いて、図2に示すように、マスク蒸着法を用いて、赤色発光素子を形成しようとする位置（赤色発光素子領域）に赤色発光素子用の反射層5Rを形成する。具体的には、Crの抵抗加熱蒸着を行い、赤色発光素子用の反射層5Rを10nmの厚さで形成した。

【0048】

続いて、スパッタ法を用いて、ITOからなる第1透明導電層6を15nmの厚さで形成する。なお、第1透明導電層6は、基板1上に形成される複数の素子にわたって共通に形成すればよく、パターニングを行う必要はない。

【0049】

続いて、図3に示すように、マスク蒸着法を用いて、第1透明導電層6上の緑色発光素子を形成しようとする位置（緑色発光素子領域）にパターニングを行い、Crを10nmの厚さで蒸着して、緑色発光素子用の反射層5Gを形成する。

【0050】

続いて、スパッタ法を用いて、ITOからなる第2透明導電層7を10nmの厚さで形成する。この第2透明導電層7も、基板1上に形成される複数の素子にわたって共通に形成すればよく、パターニングを行う必要はない。

【0051】

続いて、図4に示すように、マスク蒸着法を用いて、第2透明導電層7上の青色発光素子を形成しようとする位置（青色発光素子領域）にパターニングを行い、Crを10nmの厚さで蒸着して、青色発光素子用の反射層5Bを形成する。

【0052】

続いて、図5に示すように、各発光色の有機発光素子の部分（本実施形態では第1電極上）にレジストを形成した後、不要な部分、つまり素子間に形成されたITOとCrをエッチングにより除去する。なお、本工程におけるITOのエッチングは、不要部分を除去するためのもので、厚さを調整する必要はない。すなわち、本工程におけるITOのエッチングは、光学長を調整するために精度が要求されるエッチングとは異なり、予め定めた厚さでエッチングを止める等の作業が必要ではなく、容易に作業を行うことができる。

【0053】

第1の実施形態において、10nm厚のCrで形成された各発光色の反射層5R、5G、5Bから見て、光取り出し側に積層された透明導電層は、各発光色の光学距離を調節するための層（距離調整層）として機能する。

【0054】

即ち、赤色発光素子用の反射層5Rに対応する、距離調整層の厚さは、25nmであり、第1透明導電層6と第2透明導電層7の和に等しい。

【0055】

緑色発光素子用の反射層5Gに対応する距離調整層の厚さは、10nmであり、第2透明導電層7の厚さに等しい。

【0056】

青反射層5Bに対応する距離調整層の厚さは、0nmである。

【0057】

本実施形態においては、赤に対応する第1電極8Rは、Cr10nmからなる反射層5Rと、その上に積層された25nmの透明導電層（透明導電層6と第2透明導電層7の和）からなり、合計厚さは35nmである。

【0058】

緑に対応する第1電極8Gは、15nmの透明導電層6と、その上に積層されたCr10nmからなる反射層5Gと、さらにその上に積層された10nmの第2透明導電層7からなり、合計35nmの厚さからなる。

【0059】

青に対応する第1電極8Bは、15nmの透明導電層6と、その上に積層された10nm

10

20

30

40

50

mの透明導電層7と、さらにその上に積層された7Cr10nmからなる反射層5Gからなり、合計35nmの厚さからなる。

【0060】

なお、第1電極の透明導電層6及び第2透明導電層7は、無機材料からなることが好ましく、例えば、無機酸化物導電材料を用いることができる。

【0061】

上述した工程により、各色に対応する有機発光素子の第1電極が形成される。上述したように、第1電極の厚さは、発光色が異なる複数の有機発光素子に共通していることが好ましい。

【0062】

本実施形態では、各色に対応する第一電極8R、8G、8Bの厚さは35nmとなり、基板1からの高さは、誤差を除いて均一となる。

【0063】

第1電極8R、8G、8Bは、それぞれ対応するTF T2の出力端と、コンタクトホール4を介して電氣的に接続されている。

【0064】

なお、本実施形態では、有機発光素子の第1電極（下部電極）側を正、第2電極（上部電極）側を負として、駆動を行う。このため、1つの有機発光素子を駆動するために複数のTF T2を用いる場合であっても、最終の出力端となるTF T2はPチャンネルタイプとなる。

【0065】

続いて、図6に示すように、第1電極8R、8G、8B上に、ポリイミドからなる素子分離膜9を形成する。この素子分離膜9は、第1電極8R、8G、8B側に開口を有するようパターンニングし、厚さ220nmとした。

【0066】

この素子分離膜9は、各色の分離部において異なる色の発光層が混じることにより混色が発生してしまうことを防止し、また各色の分離部において第1電極8R、8G、8Bと上部電極12（図9参照）間でショートやリークの発生を低減する等の作用を奏する。

【0067】

さらに、マスク蒸着法を用いて第1電極8R、8G、8B上へ有機化合物層を形成する際に、該マスク10の非開口部を素子分離膜9上に載置することにより、既に蒸着した膜をマスクで傷つけることがない（図7参照）。第1の実施形態においては、後述するように、各色有機化合物層上面の基板1からの高さ（各色第一電極厚さと各色有機化合物層厚さとの和）がほぼ共通となっているため、素子分離膜9の厚さを従来よりも薄くすることができる。そして、素子分離膜9の厚さを従来よりも薄くしたとしても、素子分離膜9が有する機能を十分に発揮することができ、有機層を形成した後において、素子分離膜9を含めた面の段差を従来よりも小さくすることができる。

【0068】

続いて、図7に示すように、各色の有機発光素子の発光層を形成する部分において、素子分離膜9上に開口を有すマスク10を載置し、蒸着法を用いて、有機化合物層11を形成する。

【0069】

尚、図7では、各色発光層をマスクを用いた蒸着で形成するプロセスを模式的に示すため、R、G、Bに対応する位置すべてに開口があるように、マスク10を図示した。しかし、実際のマスクは、R、G、Bいずれかの色に対応する位置にのみ、開口が形成されたものであることは、言うまでもない。

【0070】

この有機化合物層11は、電荷の注入及び輸送を制御する有機機能層を有し、該有機機能層は、発光色が異なる複数の有機発光素子に共通して形成されていることが好ましい。具体的には、有機化合物層11は、少なくとも赤色、緑色及び青色の各色発光層を含み、

10

20

30

40

50

必要に応じて、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層等、ホール及び電子の電荷の注入・輸送を行うための層が付加される。これらの層のうち、少なくとも赤色、緑色及び青色の発光層は、別々に形成する必要がある。しかし、電荷（正孔及び電子）の注入層や輸送層は、各色に共通して用いられる材料であれば、色ごとに分離する必要はなく、異なる発光色の複数の素子にわたって共通に形成してもよい。また、各色の発光層を形成するためのマスク蒸着において、各色の有機発光素子は、通常、同一のサイズおよびピッチで形成される。したがって、各色有機発光素子を作製する際に、1つのマスクを用いて、開口部を移動させて位置合わせを行いながら蒸着プロセスを繰り返し行ってもよい。また、赤色、緑色及び青色の有機発光素子の形成位置にそれぞれ対応した開口を有すマスクを用意して各色毎に位置合わせを行うことで、マスクの移動を行わない蒸着プロセスを採用してもよい。

10

#### 【0071】

上述した工程を経て、有機化合物層が形成された有機発光素子が作製される。すなわち、図8に示すように、第1の実施形態では、有機化合物層として、正孔輸送層11a、発光層11b、電子輸送層11cを形成した。以下、有機化合物層の形成に用いる材料について説明する。

#### 【0072】

正孔輸送層11aの材料としてTPDを用い、電子輸送層11cの材料としてAlqを用いた。

#### 【0073】

緑色の発光層11bの材料としてAlqを用いた。また、赤色の発光層11bの材料として、Alqに対してDCMを体積比0.8%でドーブした材料（DCMは4-(di cyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran）を用いた。また、青色の発光層11bの材料として、PC-7ビス（2-メチル-8-キノリノラート）（パラ-フェニルフェノラート）アルミニウム（III）を用いた。

20

#### 【0074】

正孔輸送層11aと、電子輸送層11cは、各色に対して共通に形成した。正孔輸送層11aの厚さは95nm、発光層11bの厚さは各色共通で50nm、電子輸送層11cの厚さは20nmとした。なお、正孔輸送層11a、発光層11b、電子輸送層11cの材料は、上述した材料に限定されるものではなく、各有機化合物層の形成材料として知られている他の材料を用いてもよい。

30

#### 【0075】

第1電極8R、8G、8Bの反射層は、各色の発光の中心波長を  $\lambda$  としたときに、発光層の発光位置（発光界面）から、反射層の反射面までの光学距離Lが

$$L = \lambda / 4 \left( (2m - 1) - \lambda / 2 \right) \cdots (A)$$

（mは整数、 $\lambda$ は反射層での位相シフト（rad））

となるように形成されていることが好ましい。

#### 【0076】

上述したように、発光位置は、発光層の正孔輸送層11aとの界面とほぼ一致すると考えた場合、有機化合物層部分の光学距離は、正孔輸送層11aの厚さに対して、正孔輸送層11aの屈折率を乗じたものとなる。そして、正孔輸送層11aの光学距離に、反射面までの透明層（ITO）の厚さ分の光学距離を加えたものが、各色の有機発光素子における発光界面から反射面までの光学距離となる。

40

#### 【0077】

有機化合物層の屈折率を約1.8とし、ITOの屈折率を約2.0とすると、赤色（R）、緑色（G）、及び青色（B）の有機発光素子における発光面から反射面までの光学距離は、以下のとおりとなる（但しm=1とした）。

#### 【0078】

$$R; (95 \times 1.8) + (25 \times 2.0) = 220 \text{ nm} \cdots (1)$$

50

$$G ; (95 \times 1.8) + (10 \times 2.0) = 190 \text{ nm} \cdots (2)$$

$$B ; (95 \times 1.8) + (0 \times 2.0) = 170 \text{ nm} \cdots (3)$$

【0079】

(1) ~ (3) の値は、(A) 式の  $L = nd$  に相当する値であるから、その値が、各色ピーク波長の  $1/4$  倍に、 $2m - 1 - \pi/2$  (但し、 $\pi$  は反射面での位相シフト (rad)) を乗じた値であれば、反射側で各色は干渉効果によって強め合いが生じる。そのため、光取り出し効率を向上させることができる。

【0080】

各色発光のピーク波長は、赤色が 620 nm 程度、緑色が 530 nm 程度、青色が 480 nm 程度である。Cr 面で反射する際の位相シフトは、 $-2.6 \text{ rad}$  であったため、(A) 式から求められる  $L$  は、 $m = 1$  (一番薄い条件) の時、

赤色が 220 nm 程度、

緑色が 187 nm 程度、

青色が 170 nm 程度となり、上記 (1) 乃至 (3) の値にほぼ等しくなる。

【0081】

このように、第 1 電極を第 1 の実施形態の構成とすることにより、発光位置から反射面までの光学距離をほぼ最適化することができる。

【0082】

図 8 を用いて説明した作製工程に続いて、図 9 に示すように、光取り出し電極として機能する第 2 電極 12 として、スパッタ法を用いて、有機化合物層 11 の上面に ITO を 60 nm の厚さで形成する。この第 2 電極 12 は、各色の有機発光素子にわたって共通に形成した。また、この第 2 電極 12 は、電子注入側の電極であるため陰極となる。なお、有機化合物層 (電子輸送層 11c) と ITO からなる第 2 電極 12 との界面に、電子注入層 (不図示) を設けることにより電子注入性を向上させてもよい。

【0083】

続いて、有機発光素子を外気から遮断するため、第 2 電極 12 の上に、 $\text{SiN}_4$  からなる封止膜 13 を  $1 \mu\text{m}$  の厚さに積層し、発光色の異なる 3 種類の有機発光素子を有する有機発光装置を完成する。さらに、この有機発光装置を複数組み合わせ、本発明に係る表示装置を作製することができる。表示装置として、テレビ受像機、コンピュータのモニター、携帯電話機の表示部、携帯端末 (PDA) の表示部、携帯音楽プレーヤーの表示部、撮像装置の表示部等に好ましく用いることができる。なお、外気の遮断性をより向上させるために、表示装置上に、ガラスを接着することにより気密容器を形成してもよい。さらに、このような気密容器の構造とした場合には、容器内に水や酸素を吸収するためのゲッタを配置してもよい。

【0084】

発光層の厚さは、一般的に 10 nm 乃至 100 nm 程度とされる。発光層が厚いと駆動電圧が上昇し、薄いと膜性が良好でなくなり発光効率が低下する。したがって、赤色、緑色及び青色の各色において、発光層の厚さを 30 nm 乃至 70 nm 程度とすることが好ましい。

【0085】

第 1 の実施形態の有機発光装置では、上述したように、赤色、緑色及び青色の発光層は、マスク蒸着法を用いて塗り分けて形成するため、同じ厚さとするメリットは特にない。しかし、電気的な特性の面から考えると、発光層の厚さを変える必然性もないため、第 1 の実施形態では、上述したように、赤色、緑色及び青色の発光層で共通の 50 nm とした。このように、赤色、緑色及び青色の各有機発光素子において、第 1 電極 8 の厚みが共通であるため、基板 1 から、第 2 電極 12 を形成する前の有機化合物層 (電子輸送層 11c) 上面までの高さが約 200 nm となり、各色でほぼ共通となる。したがって、220 nm の厚さを有する素子分離膜 9 を含めても、第 2 電極 12 を形成する面の段差を従来よりも小さくすることができる。このため、従来よりも薄い 60 nm の ITO であっても、特に段切れ等による導通不良が発生することがない、高品質の有機発光装置とすることがで

10

20

30

40

50

きる。

【0086】

< 第2の実施形態 >

図10は、本発明の第2の実施形態に係る有機発光素装置の作製プロセスの途中における概略構造を示す模式図である。なお、第2の実施形態に関する図10は、第1の実施形態に関する図5に対応している。

【0087】

第2の実施形態に係る有機発光装置は、図10に示す様に、第1の実施形態に係る有機発光装置（図5参照）と比較して、各色の有機発光素子の第1電極8R、8G、8Bの最上面（光取り出し側）にITO膜（第3透明導電層14）を積層した点異なる。

10

【0088】

つまり、第1の実施形態における青色発光素子用の反射層5B上に、さらにITOを10nm蒸着した第3透明導電層14を形成し、本実施形態の青色第1電極8Bとする。

【0089】

また、この第3透明導電層14は、3色の発光素子に共通に形成する。

【0090】

このため、赤色発光素子、及び緑色発光素子においても、第1の実施形態における第2透明導電層の上面に、さらに10nmの第3透明導電層14が形成されて、それぞれ本実施形態の赤色第1電極8R、緑色第1電極8Gとなる。

20

【0091】

また、各色の反射層5R、5G、5Bとして、本実施形態では、アルミニウム（Al）を10nm蒸着した。

【0092】

その他の構成は、第1の実施形態に係る有機発光装置とほぼ同様となっている。

【0093】

このように、第2の実施形態では、各色の反射層と発光界面との間に、ITO膜を10nm積層することになる。したがって、第1の実施形態と比較して、光学距離ndは、 $2.0 \times 10 = 20$ nmだけ増加することになる。このため、第2の実施形態では、正孔輸送層11aの厚さを10nm薄くして各色共通で85nmとすることにより、各色の有機発光素子において第1の実施形態とほぼ同様な光学距離として、干渉効果による光取り出し効率を向上させることができる。

30

【0094】

第2の実施形態では、各色の有機発光素子において、輸送層（正孔輸送層11a）と接するのがITO膜となるが、ITOは仕事関数が大きく正孔の注入性がよい。したがって、第2の実施形態では、反射率はよいが正孔の注入性はあまり良くない金属、例えば、AlやAg等を、反射層の材料として用いることができた。

【0095】

< 第3の実施形態 >

図11は、本発明の第3の実施形態に係る有機発光装置の概略構造を示す模式図である。なお、第3の実施形態に関する図11は、第1の実施形態に関する図9に対応している。

40

【0096】

本発明の第3の実施形態に係る有機発光装置は、図11に示すように、第1の実施形態に係る有機発光装置（図9参照）と比較して、各色の有機発光素子の第2電極12の最下面（光取り出し側とは反対側）に半透明反射層15を設けた点異なっている。

【0097】

該半透明反射層15は、導電性材料からなり、本実施形態の第2電極を構成する。

【0098】

その他の構成は、第1の実施形態に係る有機発光装置とほぼ同様となっている。

【0099】

50

光取り出し効率を向上させるために、光取り出し電極として機能する第2電極12は、本実施形態では、発光の一部を反射するとともに他の一部を透過する半透明反射層15を有する。そして、該半透明反射層の反射面（有機化合物層側の界面）と第1電極の反射層の反射面との間で共振器構造を構成する。

#### 【0100】

そこで、第3の実施形態に係る有機発光装置では、図11に示すように、有機化合物層の上に10nmのAgを蒸着し、発光の一部を透過するとともに一部を反射する性質を有する半透明反射層15を形成した。

#### 【0101】

続いて、電気抵抗を低減するため、半透明反射層15の上に上部透明導電層16を形成した。この上部透明導電層16は、スパッタ法を用いて形成された50nmのITO膜からなる。第3の実施形態では、半透明反射層15と上部透明導電層16により第2電極12が構成される。

#### 【0102】

半透明反射層15は、第1電極の反射層5R、5G、5Bとの間で、微小共振器を構成する。微小共振器の作用は、公知のように、干渉効果により所望の波長の光取出効率を向上させることである。このため、共振ミラー（半透明反射層15と第1電極の反射層5R、5G、5B）間の光学距離L2とし、発光のピーク波長をとしたときに、

$$L2 = \lambda / 2 (m - a/2 - b/2) \cdots (B)$$

（mは整数、aは第1電極反射層での反射時の位相シフト（rad）、bは第2電極半透明反射層での反射時の位相シフト（rad）である。）となるよう設定する必要がある。

#### 【0103】

第3の実施形態において、第1電極側の作製条件は、第1の実施形態と同様である。したがって、赤色、緑色及び青色の各発光面から、第1電極の反射面までの光学長Laは、上述したように、式(A)から、各色発光のピーク波長として、

$L a = \lambda / 4 ( (2m - 1) - a/2 )$  の関係を満たすように作製されている（但し、 $m = 1$ ）。

#### 【0104】

ここで、発光層11bの発光面から第2電極12を構成する半透明反射層15までの光学距離を考える。第3の実施形態では、発光層11bの発光面から半透明反射層15の反射面（半透明反射層15の基板側界面）までの光学距離Lbを、各色ピーク波長として、

$$L b = \lambda / 4 ( (2m - 1) - b/2 ) \cdots (C)$$

の関係を満たす（但し、 $m = 1$ ）ように、各色発光層11bの厚さを設定する。半透明反射層のAgでの反射時の位相シフトは、 $-2.0 \text{ rad}$ であった。

#### 【0105】

従って、赤色の発光層11bの厚さを95nmとし、緑色の発光層11bの厚さを75nmとし、青色の発光層11bの厚さを70nmとした。また、電子輸送層11cの厚さは、各色共通で20nmとした。

#### 【0106】

有機化合物層の屈折率を約1.8ととすると、赤色（R）、緑色（G）、及び青色（B）の有機発光素子における発光面から半透明反射層15の反射面までの光学距離は、以下のとおりとなる。なお、発光面は、発光層11bと正孔輸送層11cとの界面とする。

#### 【0107】

$$R \text{ (上側)} ; (95 + 20) \times 1.8 = 207 \text{ nm} \cdots (4)$$

$$G \text{ (上側)} ; (75 + 20) \times 1.8 = 171 \text{ nm} \cdots (5)$$

$$B \text{ (上側)} ; (70 + 20) \times 1.8 = 162 \text{ nm} \cdots (6)$$

#### 【0108】

各色発光のピーク波長は、赤色が620nm程度、緑色が530nm程度、青色が4

10

20

30

40

50



80 nm 程度である。

【0109】

したがって、(C)式のLbの値は、

赤色が205 nm程度、

緑色が175 nm程度、

青色が160 nm程度となり、上記(4)乃至(6)の値にほぼ等しくなる。

【0110】

この結果、共振ミラー間の光学距離は、赤色、緑色及び青色のそれぞれに対して、式(B)の共振器構造の条件を満たし、光取り出し効率を向上させることができる。

【0111】

このように、第3の実施形態によれば、共振器構造を用いた場合にも、光学距離の最適化を容易に行うことができる。また、第3の実施形態に係る有機発光装置では、第1電極側の光学距離を各色で最適化しながら、第1電極の厚みを各色で共通とすることができるため、半透明反射層15を形成する有機化合物層上面の高さの段差を従来より小さくすることができる。このため、10 nmの厚みしか有しない半透明反射層15について、鏡面性を確保しながら均一に形成することができた。

【0112】

<第4の実施形態>

本発明の第4の実施形態に係る有機発光装置の概略構造は、第3の実施形態を示す断面模式図11と、ほぼ同様であるが、正孔輸送層11aの厚さは40 nmで、電子輸送層11cは15 nmで形成した。

【0113】

次に、本発明の第4の実施形態に係る有機発光装置はの発光層11bとして、

赤色発光層、緑色発光層、青色発光層を、どの画素にも共通に順次蒸着、積層して形成する。

【0114】

本実施形態の場合、各色発光層が隣接発光層にはみだし、混色するおそれがないため、発光層蒸着時のマスクは不要か、あるいはラフな精度のマスクで良い利点がある。

【0115】

上記赤色発光層の具体的な構成材料としては、例えば、2,6-ビス[(4'-メトキシジフェニルアミノ)スチリル]-1,5-ジシアノナフタレン(BSN)が約30重量%混合された4,4'-ビス(2,2-ジフェニルビニル)ピフェニル(DPVB i)などが挙げられる。蒸着厚さは10 nmとした。

【0116】

緑色発光層の具体的な構成材料としては、例えば、クマリン6が約5重量%混合されたDPVB iなどが挙げられる。蒸着厚さは10 nmとした。

【0117】

青色発光層の具体的な構成材料としては、例えば、4,4'-ビス[2,{4-(N,N-ジフェニルアミノ)フェニル}ビニル]ピフェニル(DPAVB i)が約2.5重量%混合されたDPVB iなどが挙げられる。蒸着厚さは30 nmとした。

【0118】

従って、発光層全体の厚さとしては、50 nmとなる。

【0119】

上記のような発光層の構成において、緑色発光層は、赤色発光層において再結合されなかった正孔と電子とを再結合させることにより、緑色の光を発生させるものである。

【0120】

さらに、青色発光層は、赤色発光層、緑色発光層において再結合されなかった正孔と電子とを再結合させることにより、青色の光を発生させるものである。

【0121】

その結果、発光層全体からは、赤、緑、青が混じった、白色の発光が得られる。

10

20

30

40

50

## 【0122】

本実施形態では、第3の実施形態と同様に、共振器構造が形成されている。

## 【0123】

第3実施形態で示したように、共振器構造を形成する上下電極間の光学距離  $L_2$  が、

$$L_2 = \frac{1}{2} (m - a/2 - b/2) \cdots (B)$$

なる関係を満たすとき、波長  $\lambda$  が強めあい、上部の半透明反射層（半透過電極）から取り出される。

## 【0124】

ここで、発光層以外の有機化合物層の厚さは、前述したように、正孔輸送層 11a が 40 nm、電子輸送層 11c が 15 nm であり、第1電極の反射面と、発光層との間の透明導電層の厚さは、R, G, B でそれぞれ 25 nm、10 nm、0 nm である。

10

## 【0125】

従って、R, G, B それぞれに対応する、上下の反射面の間の有機化合物層、透明導電層を合わせた厚さに、屈折率を乗じ、光学距離を求める。

## 【0126】

$$L_r = 25 \times 2.0 + (40 + 50 + 15) \times 1.8 = 239 \text{ (nm)}$$

$$L_g = 15 \times 2.0 + (40 + 50 + 15) \times 1.8 = 219 \text{ (nm)}$$

$$L_b = 0 \times 2.0 + (40 + 50 + 15) \times 1.8 = 189 \text{ (nm)}$$

## 【0127】

取り出そうとする光の中心波長を、赤色が 620 nm 程度、緑色が 530 nm 程度、青色が 480 nm 程度とすると、

20

(B) 式で求められる、共振により強め合うための反射面の間の距離は、 $a = -2.6 \text{ rad}$ 、 $b = -2.0 \text{ rad}$ 、 $m = 0$  として、

$$L_{2r} = 236 \text{ (nm)}$$

$$L_{2g} = 202 \text{ (nm)}$$

$$L_{2b} = 183 \text{ (nm)}$$

## 【0128】

この理論値に、上記  $L_r$ 、 $L_g$ 、 $L_b$  は、ほぼ等しかったため、本実施形態では、各色毎に塗り分ける必要がなく、全画素に共通に形成しながら、共振器構造により、R、G、B の色を取り出し、多色の有機発光装置を作製することができた。

30

## 【0129】

このように、第4の実施形態における共振器構造を用いた場合にも、光学距離の最適化を容易に行うことができる。また、半透明反射層 15 を形成する有機化合物層上面の高さの段差を従来より小さくすることができる。このため、10 nm の厚みしか有しない半透明反射層 15 について、鏡面性を確保しながら均一に形成することができた。

## 【0130】

尚、本実施形態において、光を取り出す上部半反射性電極の外側の R, G, B の画素に対応する位置に、色純度を更に高める目的で、カラーフィルターを用いても良い。

## 【0131】

尚、上述した各実施形態では、各有機発光素子を駆動するための TFT が素子毎に形成されている、いわゆるアクティブマトリクス型の有機発光装置について説明したが、本発明は、ストライプ状の電極の交差部に素子を形成するパッシブ型の装置であってもよい。また、述した各実施形態では、第1電極が陽極であり、第2電極が陰極である構成を示したが、本発明は、第1電極が陰極であり、第2電極が陽極である構成であってもよい。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0132】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る有機発光装置の作製プロセスを順を追って示す断面模式図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る有機発光装置の作製プロセスを順を追って示す断面模式図である。

50

【図 3】本発明の第 1 の実施形態に係る有機発光装置の作製プロセスを順を追って示す断面模式図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施形態に係る有機発光装置の作製プロセスを順を追って示す断面模式図である。

【図 5】本発明の第 1 の実施形態に係る有機発光装置の作製プロセスを順を追って示す断面模式図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施形態に係る有機発光装置の作製プロセスを順を追って示す断面模式図である。

【図 7】本発明の第 1 の実施形態に係る有機発光装置の作製プロセスを順を追って示す断面模式図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施形態に係る有機発光装置の作製プロセスを順を追って示す断面模式図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施形態に係る有機発光装置の作製プロセスを順を追って示す断面模式図である。

【図 10】本発明の第 2 の実施形態に係る有機発光装置の作製プロセスの途中における概略構造を示す断面模式図である。

【図 11】本発明の第 3 の実施形態に係る有機発光装置の概略構造を示す断面模式図である。

【図 12】従来の有機発光素子の概略構造を示す断面模式図である。

【符号の説明】

【0133】

1 基板

5 R 赤色発光素子用の反射層

5 G 緑色発光素子用の反射層

5 B 青色発光素子用の反射層

6 第 1 透明導電層

7 第 2 透明導電層

8 R 赤色の第 1 電極

8 G 緑色の第 1 電極

8 B 青色の第 1 電極

11 有機化合物層

11a 正孔輸送層

11b 発光層

11c 電子輸送層

12 第 2 電極

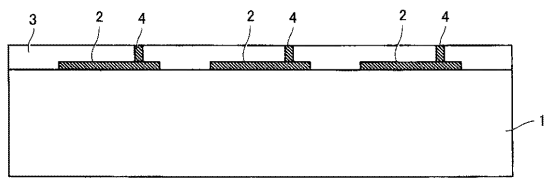
15 半透明反射層

10

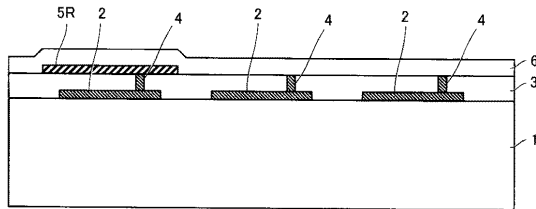
20

30

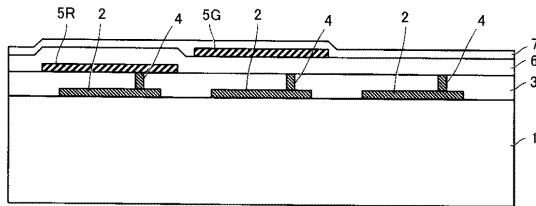
【図 1】



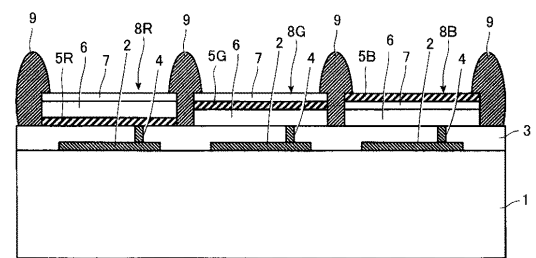
【図 2】



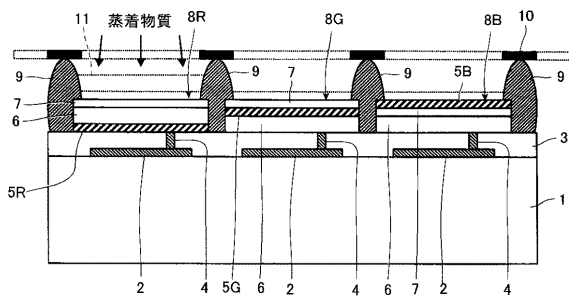
【図 3】



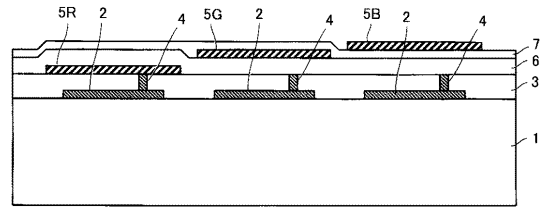
【図 6】



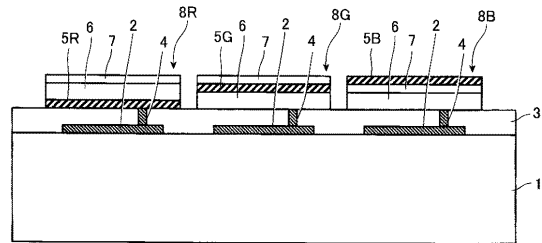
【図 7】



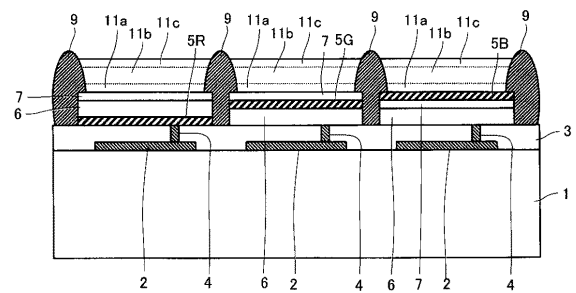
【図 4】



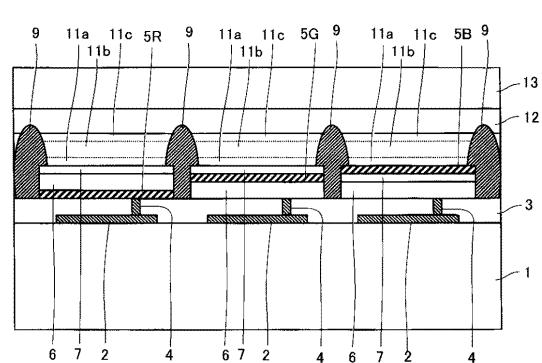
【図 5】



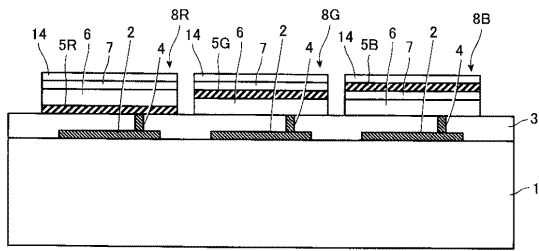
【図 8】



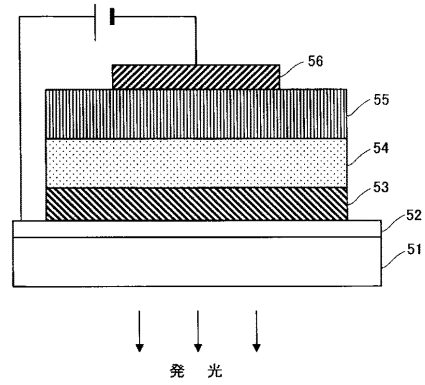
【図 9】



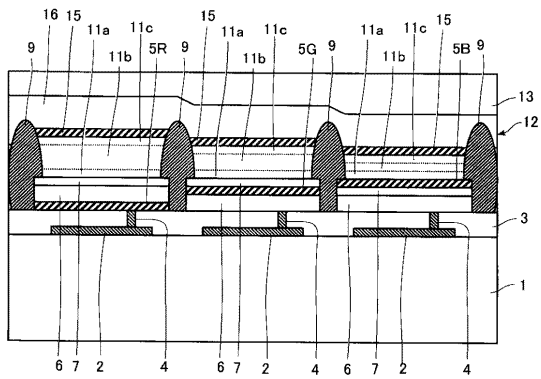
【図 10】



【図 12】



【図 11】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
<b>G 0 9 F 9/30 (2006.01)</b>	G 0 9 F 9/30 3 6 5 Z	
<b>H 0 1 L 27/32 (2006.01)</b>	G 0 9 F 9/30 3 3 8	
<b>G 0 9 F 9/00 (2006.01)</b>	G 0 9 F 9/00 3 3 8	

Fターム(参考) 5C094 AA07 AA10 AA42 AA43 AA45 BA03 BA27 DA13 DA20 EA04  
EA05 EA06 GB10  
5G435 AA03 AA17 BB05 CC09 FF03 KK05