

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5178088号  
(P5178088)

(45) 発行日 平成25年4月10日 (2013. 4. 10)

(24) 登録日 平成25年1月18日 (2013. 1. 18)

(51) Int. Cl.

F I

H O 5 B 33/24 (2006. 01)

H O 5 B 33/24

G O 9 F 9/30 (2006. 01)

G O 9 F 9/30 3 6 5 Z

H O 1 L 27/32 (2006. 01)

H O 5 B 33/14 A

H O 1 L 51/50 (2006. 01)

H O 5 B 33/26 Z

H O 5 B 33/26 (2006. 01)

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2007-213393 (P2007-213393)  
 (22) 出願日 平成19年8月20日 (2007. 8. 20)  
 (65) 公開番号 特開2008-91323 (P2008-91323A)  
 (43) 公開日 平成20年4月17日 (2008. 4. 17)  
 審査請求日 平成22年8月18日 (2010. 8. 18)  
 (31) 優先権主張番号 特願2006-242243 (P2006-242243)  
 (32) 優先日 平成18年9月7日 (2006. 9. 7)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 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 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 福田 浩一  
 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

審査官 井 亀 諭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

赤色を発する有機 E L 素子と、緑色を発する有機 E L 素子と、青色を発する有機 E L 素子と、を備えており、

前記有機 E L 素子は、陽極と、陰極と、発光層を含む有機化合物層と、を有し、前記陽極及び前記陰極のうち光取り出し側の電極に金属膜からなる半透過電極を含み、前記陽極と前記陰極の間で前記発光層が発した光を共振させる共振器構造を有する有機発光装置において、

前記青色を発する有機 E L 素子の半透過電極である金属膜の膜厚が、他の色を発する有機 E L 素子の半透過電極である金属膜の膜厚よりも薄く、かつ視野角 45 度以内での正面との色度ずれが、

&lt; 式 1 &gt;

$$u'v' < 0.025$$

(但し、 $u'v'$  は  $u'v'$  色度図での正面視の色度座標と斜面視の色度座標との距離のことである。)

を満たすように設定されていることを特徴とする有機発光装置。

【請求項 2】

前記緑色を発する有機 E L 素子の半透過電極である金属膜が、他の色を発する有機 E L 素子の半透過電極である金属膜の膜厚よりも厚い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】

前記緑色を発する有機 E L 素子の半透過電極である金属膜、前記赤色を発する有機 E L 素子の半透過電極である金属膜、前記青色を発する有機 E L 素子の半透過電極である金属膜の順に膜厚が薄くなることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の有機発光装置。

## 【請求項 4】

前記青色を発する有機 E L 素子の半透過電極である金属膜の膜厚のみが、他の色を発する有機 E L 素子の半透過電極である金属膜の膜厚と異なることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の有機発光装置。

## 【請求項 5】

前記赤色を発する有機 E L 素子と前記緑色を発する有機 E L 素子それぞれの半透過電極である金属膜の膜厚は、視野角 45 度以内での正面との色度ずれが、

< 式 1 >

$$u'v' < 0.025$$

(但し、 $u'v'$  は  $u'v'$  色度図での正面視の色度座標と斜面視の色度座標との距離のことである。)

を満たす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 4 のいずれか 1 項に記載の有機発光装置。

## 【請求項 6】

前記有機 E L 素子の光取り出し側の電極は、半透過電極である金属膜と透明電極との積層構造であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の有機発光装置。

## 【請求項 7】

前記半透過電極である金属膜は合金からな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。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、発光色が異なる有機 E L 素子を複数備える有機発光装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

有機 E L 素子（有機発光素子、有機エレクトロルミネッセンス素子）が現在盛んに研究開発されている。有機 E L 素子の課題として色純度の確保と発光効率の向上がある。この課題の解決策の 1 つとして、光取り出し側の電極を半透過にすることで、両電極間で発光層から射出される光を共振させる共振器構造が知られている。

## 【0003】

例えば、特許文献 1 は、光反射材料からなる第 1 電極と、透明電極からなる第 2 電極との間に発光層を挟持し、第 2 電極及び発光層の少なくとも一方が発光層で発光した光を共振させる共振部を有する表示素子を開示している。この素子は、下記<式 2>を満たす範囲で、共振部の光学的距離  $L$  が正の最小値となるように構成されている。

## 【0004】

< 式 2 >

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

$L$  : 共振部の光学的距離

$\lambda$  : 発光層で発生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

$\phi$  : 発光層で発生した光のうちの取り出したい光のスペクトルのピーク波長

## 【0005】

また、特許文献 2 は発光中心から各反射層までの光学的距離を規定することを開示している。

## 【0006】

【特許文献 1】国際公開第 WO 01 / 039554 パンフレット

10

20

30

40

50

【特許文献2】特開2004-127795号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

半透過層（半透過電極）を複数の有機EL素子に同一膜厚で形成すると、材料の波長分散性により各有機EL素子で半透過層の透過率、反射率が異なるため、各有機EL素子で共振の強さが異なる。そのため、共振の強さが相対的に弱い有機EL素子では十分に発光効率を高めることができない課題がある。また、有機発光装置として視野角による色度ずれは大きな問題点であるが、共振が強いほど視野角ずれは大きくなる。

【0008】

そこで本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、有機EL素子の視野角による色度ずれを抑えつつ共振を強め、全体的な発光効率の向上を達成することができる有機発光装置を提供することを目的とする。

【0009】

また本発明は、製造バラツキの少ない有機発光装置を提供することも目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記背景技術の課題を解決するための手段として、請求項1に記載した発明に係る有機発光装置は、

赤色を発する有機EL素子と、緑色を発する有機EL素子と、青色を発する有機EL素子と、を備えており、

前記有機EL素子は、陽極と、陰極と、発光層を含む有機化合物層と、を有し、前記陽極及び前記陰極のうち光取り出し側の電極に金属膜からなる半透過電極を含み、前記陽極と前記陰極の間で前記発光層が発した光を共振させる共振器構造を有する有機発光装置において、

前記青色を発する有機EL素子の半透過電極である金属膜の膜厚が、他の色を発する有機EL素子の半透過電極である金属膜の膜厚よりも薄く、かつ視野角45度以内での正面との色度ずれが、

<式1>

$$u'v' < 0.025$$

（但し、 $u'v'$ は $u'v'$ 色度図での正面視の色度座標と斜面視の色度座標との距離のことである。）

を満たすように設定されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、有機EL素子に最適な共振器構造を設けることができるため、視野角による色度ずれを抑えつつ共振を強め、全体的な発光効率の向上を達成することができる。

【0012】

特に、全部又は一部の有機EL素子の半透過層の材料が異なる構成とすると、前記有機EL素子の両電極間の厚さを厚くすることができ、膜厚バラツキによるロバスト性が高まる。そのため、製造バラツキの少ない有機発光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】

【0013】

共振器構造を有する有機EL素子において、両電極の間で発光層が発した光を特定の波長で共振させる場合、前記共振の強さは半透過層（半透過電極）の反射率、透過率に依存することが知られている。

【0014】

例えば、Applied Physics Letters 88, 073517 (2006) :

10

20

30

40

50

“High-efficiency microcavity top-emitting organic light-emitting diodes using silver anode”、では放射強度を示す式として下記の<数1>がある。

【0015】

【数1】

$$I(\lambda) \propto \frac{|1 + \sqrt{R_1} \exp[j(4\pi n_0 z / \lambda + \phi_1)]|^2}{|1 - \sqrt{R_1 R_2} \exp[j(4\pi n_0 d / \lambda + \phi_1 + \phi_2)]|^2} T_2(\lambda)$$

【0016】

ここでは反射面を有する第1電極（陽極）、半透過層を有する第2電極（陰極）の有機EL素子を考慮しており、 $R_2$ 、 $T_2$ は半透過層の反射率、透過率である。 $R_1$ は第1電極の反射率である。 $\phi_1$ 、 $\phi_2$ は各電極での位相シフトである。 $z$ は発光位置と第1電極との間の距離であり、 $d$ は共振波長である。<数1>から分かる通り、半透過層の反射率、透過率の値によって放射強度、つまり、共振の強さが異なる。

10

【0017】

そのため、共振器構造を有する有機EL素子を複数備えた有機発光装置を考えた場合、各有機EL素子で共振の強さを調整することが最適である。本発明では、半透過層の材料及び膜厚、又は半透過層の材料若しくは膜厚を発光色に応じて最適化することで高効率な有機発光装置を得る。

【0018】

20

ここで、有機EL素子の発光効率と半透過層の膜厚との間には図3のような上に凸な関係が見受けられる。すなわち、半透過層の膜厚を厚くすると、反射率が上がるため発光効率が上がる。しかしながら、半透過層の膜厚を厚くしすぎると、前記半透過層上での吸収が大きくなるために発光効率は下がる。

【0019】

発光効率の最大値を与える最適膜厚は半透過層の材料および発光波長によって異なるが、各色発光素子の相対比較では、発光波長が大きい有機EL素子ほどこの最適膜厚は厚くなる。

【0020】

但し、本発明者が検討した範囲内では、半透過層の光学定数をバルクの値としたときに、有機EL素子の共振の強さは<数1>に従うわけではなかった。半透過層の光学定数がバルクの値と異なる等の理由が考えられるが、本発明に支障をきたすわけではない。

30

【0021】

<実施形態1>

図1は、本発明に係る有機発光装置の一構成例を示した概略部分拡大断面図である。

【0022】

図示した有機発光装置10は、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の発光色を示す有機EL素子9R、9G、9Bからなる有機発光装置であり、全ての有機EL素子が共振器構造を有している。

【0023】

40

各有機EL素子9R、9G、9Bは、基板1上に、陽極（アノード）として反射面を有する第1電極2、有機化合物層6としてホール輸送層3及び発光層4及び電子輸送層5を設けている。さらに陰極（カソード）としての積層構造である半透過層7及び透明導電層（透明電極）11、保護層8を設けた構成である。有機EL素子に電流を通電することで、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を、RGBそれぞれの発光層4において再結合させ、RGBそれぞれの光を陰極側から取り出すことが可能なトップエミッション型の構成とされている。

【0024】

第1電極2は、正孔の注入を効率よく行うため、仕事関数が大きい材料が用いられる。具体的には、ITO又はIZOなどの透明性の導電性金属酸化物層2bからなり、その下

50

に反射率の高いメタル層 2 a、例えば、クロム、銀、白金、アルミ、又はこれらを含む合金などを形成することが好ましい。メタル層 2 a が形成される場合、このメタル層 2 a と導電性金属酸化物層 2 b との境界面が共振器構造の下部反射面に相当する。

#### 【0025】

半透過層 7 は、仕事関数の低い金属薄膜などが適している。具体例には、アルミニウム、カルシウム、マグネシウム、銀、金等の金属、又はこれら金属とリチウム金属等の合金、又はマグネシウムと銀の合金等が挙げられる。更にはそれらの合金がある。合金の場合、物理的劣化及び化学的劣化に対する耐性が高いため、半透過層の材料として好適である。

#### 【0026】

本実施形態では、第 1 電極のメタル層 2 a 及び第 2 電極の半透過層 7 は共に銀膜で形成されている。半透過層 7 の銀膜は、その膜厚を 7 R で 30 nm、7 G で 25 nm、7 B で 15 nm とされている。つまり、発光波長の大きい有機 EL 素子ほど、半透過層の膜厚が厚い。各色有機 EL 素子で発光効率 [cd/A] が最大になるように各有機 EL 素子で半透過層 7 の膜厚を変えている。

#### 【0027】

一対の電極 2 と 7 で挟持された有機化合物層を成すホール輸送層 3、発光層 4、電子輸送層 5、(電子注入層(図示省略))としては、低分子材料で構成されても、高分子材料で構成されても、両者を用いて構成されてもよく、特に限定されるものではない。必要に応じてこれまで知られている材料を使用することができる。

#### 【0028】

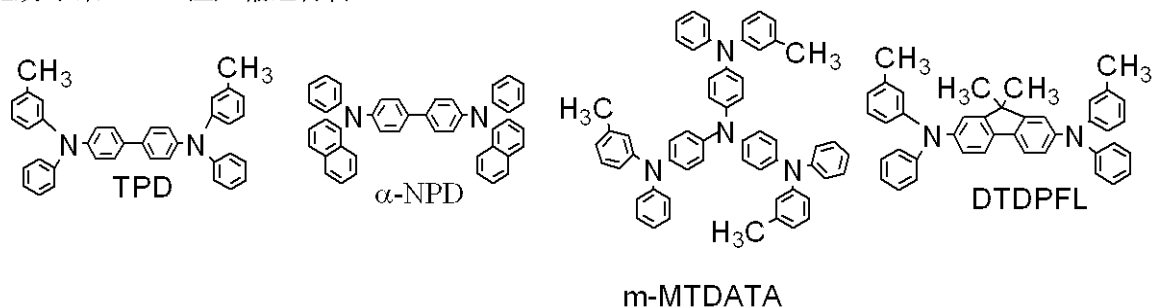
ホール輸送性材料としては、陽極からのホールの注入を容易にし、また注入されたホールを発光層 4 に輸送するに優れたモビリティを有することが好ましい。また、必要に応じて陽極 2 とホール輸送層 3 でホール注入層(図示省略)を挟持しても良い。ホール注入輸送性能を有する低分子及び高分子系材料としては、トリアリールアミン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、トリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ピラゾリン誘導体、ピラズロン誘導体、オキサゾール誘導体；

フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、フタロシアニン誘導体、ポルフィリン誘導体、及びポリ(ビニルカルバゾール)、ポリ(シリレン)、ポリ(チオフェン)、その他導電性高分子が挙げられる。もちろんこれらに限定されるものではない。

#### 【0029】

##### 【化 1】

低分子系ホール注入輸送材料



#### 【0030】

10

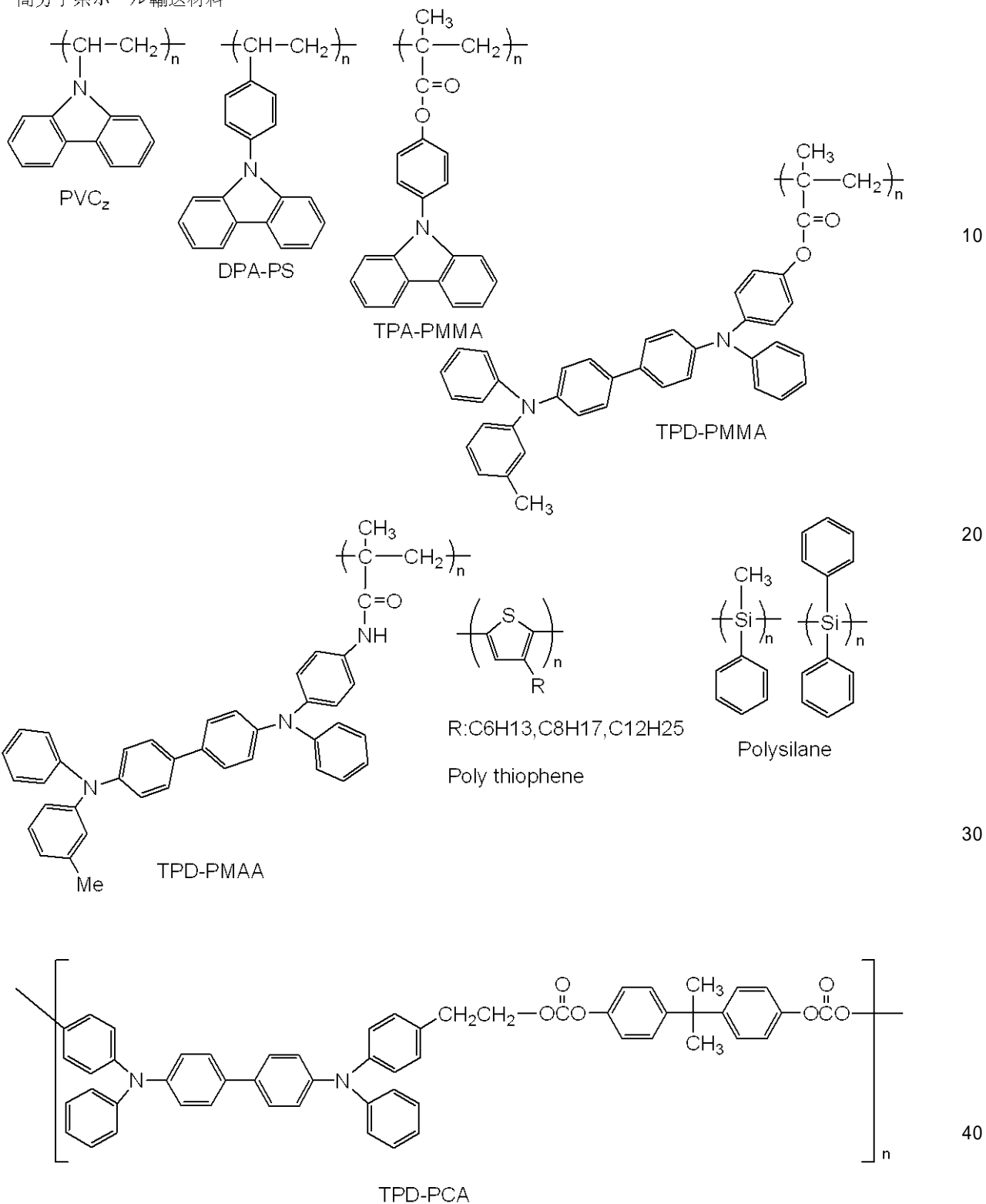
20

30

40

## 【化 2】

高分子系ホール輸送材料

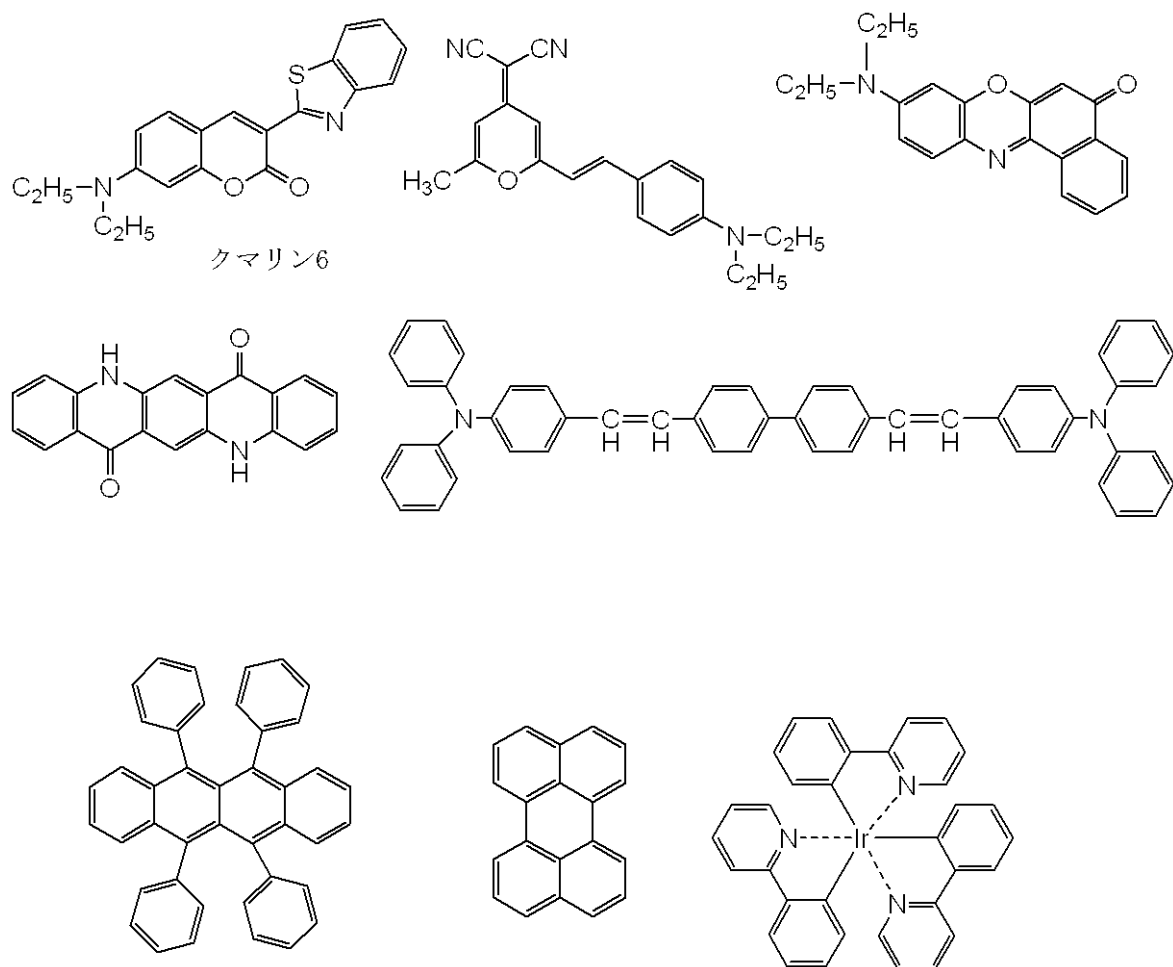


## 【 0 0 3 1 】

発光材料としては、発光効率の高い蛍光色素や燐光材料が用いられる。以下に具体例の一部を示す。

## 【 0 0 3 2 】

## 【化 3】

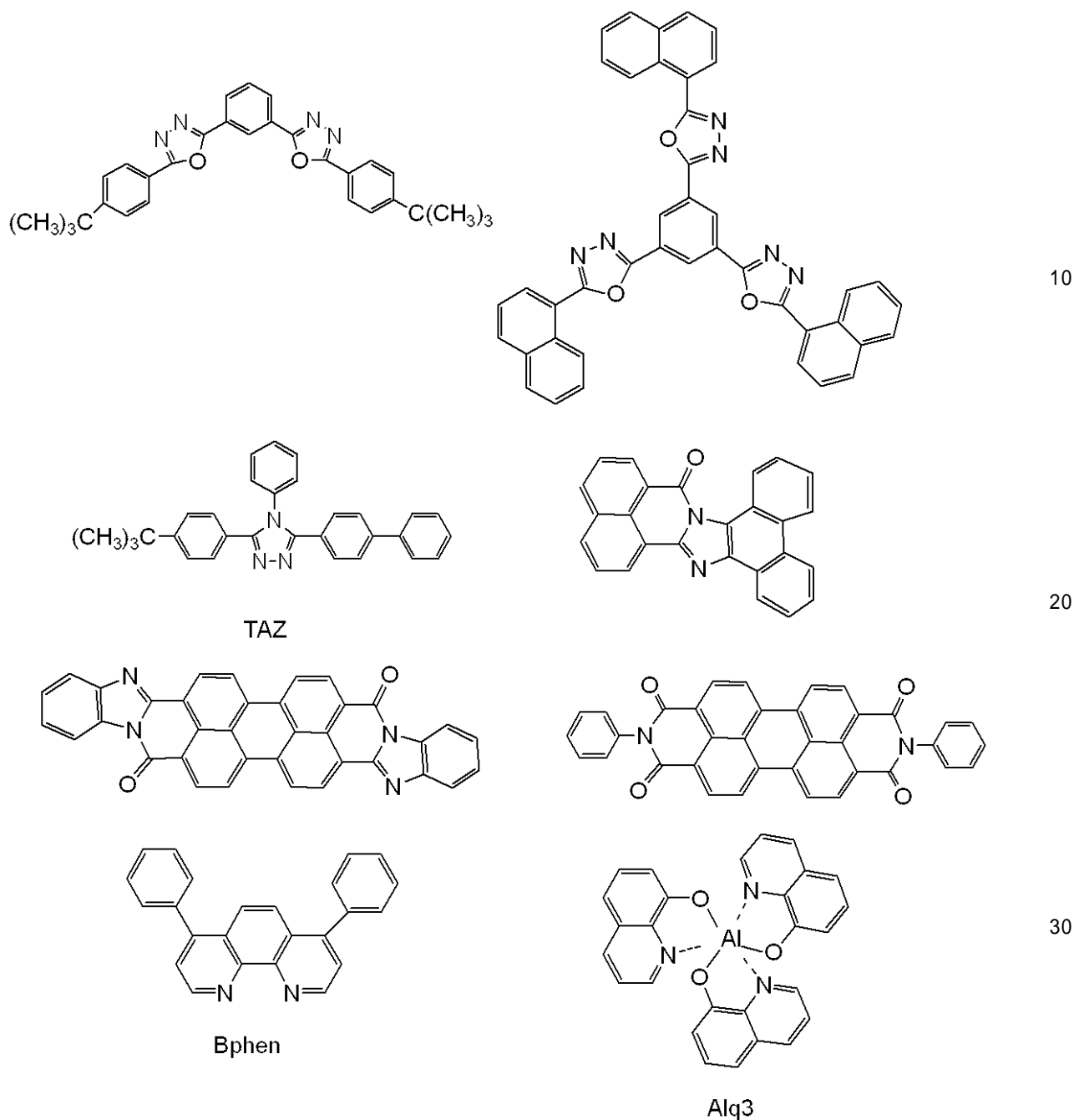


## 【 0 0 3 3 】

電子輸送性材料としては、注入された電子を発光層 4 に輸送する機能を有するものから任意に選ぶことができ、ホール輸送材料のキャリア移動度とのバランス等を考慮し選択される。電子注入輸送性能を有する材料としては、オキサジアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、チアゾール誘導体、チアジアゾール誘導体、ピラジン誘導体、トリアゾール誘導体、トリアジン誘導体、ペリレン誘導体、キノリン誘導体、キノキサリン誘導体；フルオレノン誘導体、アントロン誘導体、フェナントロリン誘導体、有機金属錯体等が挙げられるが、もちろんこれらに限定されるものではない。以下に、具体例の一部を示す。

## 【 0 0 3 4 】

## 【化 4】



## 【 0 0 3 5 】

電子注入材料としては、前述した電子輸送性材料に、アルカリ金属やアルカリ土類金属、もしくはその化合物を 0.1 ~ 数十% 含有させることにより、電子注入性を付与することができる。なお、電子注入層は、必要不可欠な層ではないが、この後に半透過層 7 を形成する際のダメージを考慮すると、良好な電子注入性を確保するために 10 ~ 100 nm 程度の膜厚で挿入した方が好ましい。

## 【 0 0 3 6 】

本発明の有機化合物層 6 は、一般には真空蒸着法、イオン化蒸着法、スパッタリング、プラズマあるいは、適当な溶媒に溶解させて公知の塗布法（例えば、スピンコーティング、ディッピング、キャスト法、LB 法、インクジェット法等）により薄膜を形成する。特に塗布法で成膜する場合は、適当な結着樹脂と組み合わせて膜を形成することもできる。上記結着樹脂としては、広範囲な結着樹脂より選択でき、例えば、ポリビニルカルバゾール樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエステル樹脂、ポリアリレート樹脂、ポリスチレン樹脂、ABS 樹脂、ポリブタジエン樹脂、ポリウレタン樹脂、アクリル樹脂；



メタクリル樹脂、ブチラール樹脂、ポリビニルアセタール樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミド樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂、ジアリルフタレート樹脂、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂；

ポリスルホン樹脂、尿素樹脂等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。また、これらは単独又は共重合体ポリマーとして１種又は２種以上混合しても良い。更に必要に応じて、公知の可塑剤、酸化防止剤、紫外線吸収剤等の添加剤を併用しても良い。

#### 【００３７】

保護層８は、酸素や水分等との接触を防止する目的で設けられる。保護層８としては、窒化シリコン、窒化酸化シリコン等の金属窒化物膜や、酸化タンタル等の金属酸化物膜、ダイヤモンド薄膜が挙げられる。また、フッ素樹脂、ポリパラキシレン、ポリエチレン、シリコン樹脂、ポリスチレン樹脂等の高分子膜、さらには、光硬化性樹脂等が挙げられる。また、ガラス、気体不透過性フィルム、金属などをカバーし、適当な封止樹脂により素子自体をパッケージングすることもできる。また、防湿性を高める為に、保護層８内に吸湿材を含有させても良い。

#### 【００３８】

##### < 比較例１ >

比較例１の有機発光装置は、半透過層の膜厚を全ての有機ＥＬ素子で同一とした構成であり、半透過層は膜厚１５ｎｍの銀膜とする。半透過層を除く有機ＥＬ素子の構成は実施形態１と同一とする。図２は比較例１の有機化合物層からの反射率、透過率である。但し、銀の光学定数にはバルクの値を用いた。

#### 【００３９】

全ての有機ＥＬ素子で半透過層の膜厚を一定にすると、波長によって反射率、透過率が異なることから、共振の強さが各有機ＥＬ素子で異なる。そのため、全ての有機ＥＬ素子で最適な共振構造にはなっていない。

#### 【００４０】

一方、実施形態１では、各有機ＥＬ素子で半透過層の膜厚を変えることで、全ての有機ＥＬ素子で十分な共振強め合いを得ることができる。

#### 【００４１】

実施形態１及び比較例１の各有機ＥＬ素子の効率[cd/A]、CIE色度座標を<表１>に示す。但し効率は規格化してある。

#### 【００４２】

【表１】

	R		G		B	
	効率[cd/A]	色度座標	効率[cd/A]	色度座標	効率[cd/A]	色度座標
比較例１	1.00	(0.654,0.344)	1.00	(0.265,0.654)	1.00	(0.12,0.10)
実施形態１	1.57	(0.661,0.338)	1.39	(0.242,0.705)	1.00	(0.12,0.10)

#### 【００４３】

実施形態１のＲとＧの有機ＥＬ素子は、深い純度の色でありながら発光効率が比較例１以上になっている。当然のことながら有機発光装置を構成した際の消費電力は実施形態１の方が低くなる。また、有機ＥＬ素子の寿命は電流密度に依存するため、長寿命化、低消費電力化を達成できる。

#### 【００４４】

##### < 実施形態２ >

実施形態１では各色有機発光素子が最大効率となるように半透過層７の膜厚を決めた。しかしながら、表示装置として有機発光装置を考えた場合、発光効率だけでなく視野角特性も非常に重要である。一般的に、共振器構造を用いた有機ＥＬ素子の場合、共振が強いほど視野角特性が低下する。具体的には、半透過層を厚くする程、視野角による色度ずれが大きくなる。そこで、本実施形態では発光効率だけでなく、視野角特性も考慮した有機

発光装置を提供する。

【 0 0 4 5 】

良好な視野角特性を得るため、有機発光装置上の全有機 E L 素子で視野角 4 5 度以内での正面との色度ずれが  $u'v' < 0.025$  (式 1) を満たすようにする。但し、 $u'v'$  は  $u'v'$  色度図での正面視の色度座標と斜面視の色度座標との距離のことである。

【 0 0 4 6 】

実施形態 1 においては G と B の有機 E L 素子は上記視野角特性を満たすものの、R の有機 E L 素子では上記視野角特性を満たさなかった。そこで、本実施形態では R の有機 E L 素子の半透過層 7 の膜厚を 20 nm とし、それ以外の構成は実施形態 1 と同様とする。これにより本実施形態における有機発光装置上の全有機 E L 素子は上記視野角特性を満たす。

【 0 0 4 7 】

また、本実施形態及び比較例 1 の各有機 E L 素子の効率 [cd/A]、CIE 色度座標を < 表 2 > に示す。但し効率は規格化してある。

【 0 0 4 8 】

【 表 2 】

	R		G		B	
	効率[cd/A]	色度座標	効率[cd/A]	色度座標	効率[cd/A]	色度座標
比較例 1	1.00	(0.654,0.344)	1.00	(0.265,0.654)	1.00	(0.12,0.10)
実施形態 2	1.57	(0.661,0.338)	1.39	(0.242,0.705)	1.00	(0.12,0.10)

【 0 0 4 9 】

実施形態 2 の R と G の有機 E L 素子は、深い純度の色でありながら発光効率が比較例 1 以上になっている。当然のことながら有機発光装置を構成した際の消費電力は実施形態 2の方が低くなる。また、有機 E L 素子の寿命は電流密度に依存するため、長寿命化、低消費電力化を達成できる。更には本実施形態では視野角特性が良好な有機発光装置になる。

【 0 0 5 0 】

< 実施形態 3 ( 参考形態 ) >

本実施形態の有機発光装置は、最も発光効率の低い B 有機 E L 素子の半透過層 7 B の材料のみが異なり、他の構成は実施形態 1 と同様である。

【 0 0 5 1 】

具体的には、半透過層 7 R、7 G は共に膜厚 10 nm の銀膜で形成され、半透過層 7 B は膜厚 10 nm のアルミニウム膜で形成されている。

【 0 0 5 2 】

< 比較例 2 >

比較例 2 の有機発光装置は、全ての有機 E L 素子の半透過層を同一膜厚の銀膜で形成した構成である。

【 0 0 5 3 】

実施形態 3 と比較例 2 とで有機化合物層 6 の膜厚の違いによる特性比較を行う。

【 0 0 5 4 】

共振器構造を有する有機 E L 素子の場合、半透過層には可視光での反射率の高い金属として銀又は銀を主体とした合金を用いることが多い。しかしながら、共振器構造を有する全ての有機 E L 素子において、< 式 2 > で  $m = 1$  に相当する干渉条件を用いた場合、波長の短い発光色を示す有機 E L 素子ほど、共振長が短くなる。よって R、G、B の有機 E L 素子からなる有機発光装置の場合、有機化合物層の膜厚は  $R > G > B$  となる。この膜厚が薄いと、実際に有機 E L 素子を製造した際の膜厚バラツキの影響を大きく受ける。膜厚バラツキによる具体的な問題点は、有機 E L 素子の色純度の低下、有機発光装置のホワイトバランスが崩れるといったものが考えられる。よって、有機発光装置の製造のロバスト性

の観点からは、全ての有機 E L 素子で一定以上の厚さであることが好ましい。

【 0 0 5 5 】

実施形態 3 は、半透過層 7 B の材料としてアルミニウムを用いたため、位相変化を考慮すると、半透過層の材料として銀を用いた場合に較べて有機化合物層の膜厚が厚くなる。

【 0 0 5 6 】

実施形態 3 及び比較例 2 での各層の膜厚を < 表 3 > に示す。

【 0 0 5 7 】

【表 3】

比較例2	R	G	B
半透過 カソード	Ag	Ag	Ag
	10		
有機層	90	85	45
平坦化膜 (IZO)	20		
アノード銀合金	100		

実施形態3	R	G	B
半透過 カソード	Ag	Ag	Al
	10		10
有機層	90	85	82
平坦化膜 (IZO)	20		
アノード銀合金	100		

10

【 0 0 5 8 】

< 表 3 > から分かる通り、半透過層 7 B としてアルミニウムを用いると、比較例 2 に較べて B 有機 E L 素子の有機化合物層の膜厚を厚くすることができ、膜厚バラツキによるロバスト性が高まる。また、半透過層 7 R、7 G として、可視光において高反射率を有する銀を用いたので、高い共振効果を得ることができ、高い発光効率を有する有機発光装置となる。

20

【 0 0 5 9 】

< 実施形態 4 >

本実施形態の有機発光装置は、最も発光効率の低い B 有機 E L 素子の半透過層 7 B のみ膜厚が異なり、他の構成は実施形態 1 と同様である。

【 0 0 6 0 】

具体的には、半透過層 7 R、7 G は共に膜厚 2 5 n m の銀膜で形成され、半透過層 7 B は膜厚 1 5 n m の銀膜で形成されている。

【 0 0 6 1 】

< 比較例 3 >

比較例 3 の有機発光装置は、全ての有機 E L 素子の半透過層を同一膜厚の銀膜で形成した構成である。

30

【 0 0 6 2 】

具体的には、R、G、B の有機 E L 素子の半透過層の膜厚が 1 5 n m、あるいは 2 5 n m の銀膜で形成されている。

【 0 0 6 3 】

R G B 3 色の発光の場合、色によって発光効率がそれぞれ異なる。そこで最も発光効率の低い有機 E L 素子のみ半透過層の膜厚を調整することで、プロセスの簡便性と高効率化を同時に達成できる。実施形態 4 では一般的に発光効率の低い B 有機 E L 素子のみ半透過層の膜厚を 1 5 n m とし、R、G の有機 E L 素子の半透過層の膜厚を 2 5 n m としている。本発明者が調べた限りでは、半透過層 7 R、7 G の膜厚が 2 5 n m のときに効率が良いのに対して、半透過層 7 B の膜厚は 1 5 n m のときに効率が良かった。従来であれば、全ての有機 E L 素子で半透過層を同一膜厚で形成するが、実施形態 4 のように B 有機 E L 素子のみ半透過層の膜厚を変えることで、全ての有機 E L 素子で高効率な有機発光装置となる。

40

【 0 0 6 4 】

< 表 4 > は R、G、B の有機 E L 素子の半透過層の膜厚が 1 5 n m、2 5 n m 時の各有機 E L 素子の効率比較である。

【 0 0 6 5 】

【表 4】

効率比較	R	G	B
Ag 15	1.00	1.00	1.00
Ag 25	1.27	1.39	0.71

## 【0066】

以上、実施形態により本発明を説明し、比較例を挙げながら本発明の効果を示した。但し、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。

## 【0067】

有機発光装置の場合、要求される特性は発光効率だけでなく、色純度、視野角特性、ホワイトバランス、製造時のロバスト性等多岐にわたる。これら多くの特性値を最適化するように、各有機EL素子で共振の強さを調整することが本発明の本質である。

10

## 【0068】

例えば、NTSC方式で100%の色再現範囲を確保するために、NTSC色純度から離れている有機EL素子ほど、共振を強めることも本発明での好適な実施形態の1つである。

## 【0069】

TFT側が陽極となる構成で説明してきたが、TFT側を陰極としても本発明を実施することは可能である。更に、透明基板上に半透過電極、有機化合物層、反射電極を積層したボトムエミッション型においても本発明を実施することは可能であり、特に限定されるものではない。全ての実施形態で保護層を入れているが、保護層が無くても本発明は有効である。

20

## 【0070】

また、カソード・アノードともに半透過電極で形成し、その両面から発光を取り出す構成でも有効である。更に、複数の有機EL素子が積層されたマルチフォトン構成や多段階積層構成としても本発明は実施可能である。ホール注入層(HIL)を省略して説明してきたが、HIL層を設けても当然、本発明は有効である。

## 【0071】

光取り出し側の電極構成については、半透過層のみ、半透過層と透明導電層との積層、あるいは、異なる材料からなる金属薄膜の積層による半透過電極構成等、多くの電極構成があるが本発明は、電極構成によらずに有効である。また、半透過層は、有機発光装置として考えた時の視野角特性から、30nm以下の膜厚が好ましい。陽極の下面から陰極の上面までの厚さについては、内部量子効率の確保、ショートやリークの抑制という観点から、70nm以上が好ましい。

30

## 【0072】

しかも、アクティブマトリクス駆動又はパッシブマトリクス駆動のいずれでも良い。

## 【0073】

全ての有機EL素子が共振器構造を有する構成で説明してきたが、一部の有機EL素子のみに共振器構造が設けられた構成でも良い。

## 【実施例】

40

## 【0074】

以下、実施例により本発明を具体的に説明していく。

## 【0075】

## &lt; 実施例 1 &gt;

RGB3色の発光色を示す有機EL素子を備えた有機発光装置を以下に示す方法で作製する。

## 【0076】

TFT駆動回路が形成された基板1上にコンタクトホールが設けられた平坦化膜(図示省略)を形成する。この上に反射金属2aとして、膜厚100nmの銀合金をスパッタリング法にて形成してパターンニングし、次に、透明導電膜2bとして、膜厚20nmのIZ

50

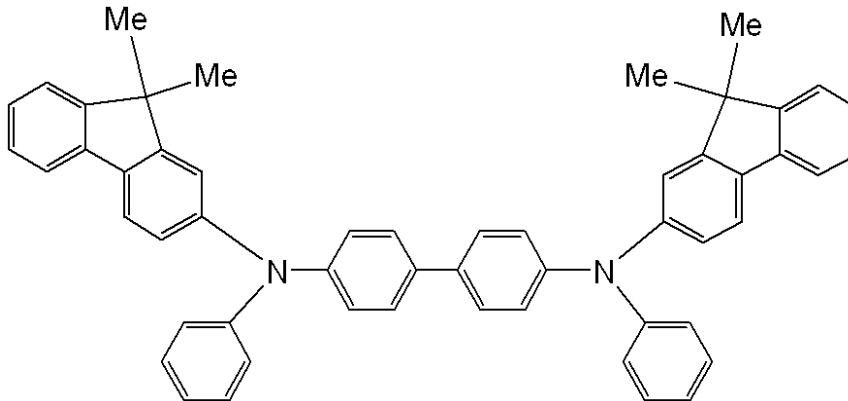
Oをスパッタリング法にて形成してパターンニングし、陽極2を形成する。更に、アクリル樹脂により素子分離膜（図示省略）を形成し陽極付き基盤を作成する。これをイソプロピルアルコール（IPA）で超音波洗浄し、次いで、煮沸洗浄後乾燥する。そして、UV/オゾン洗浄してから有機化合物を真空蒸着により形成する。

【0077】

ホール輸送層3として、下記<化5>を全ての有機EL素子にシャドーマスクを用いて順次形成する。各有機EL素子におけるホール輸送層の膜厚は、3Rが30nm、3Gが25nm、3Bが10nmとする。この際の真空度は $1 \times 10^{-4}$ Pa、蒸着レートは0.2nm/secである。

【0078】

【化5】



【0079】

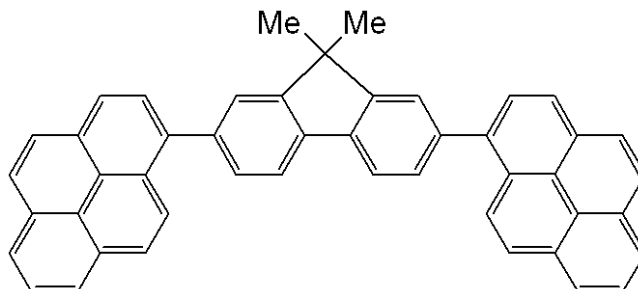
発光層4として、シャドーマスクを用いて、RGBそれぞれの発光層を形成する。

【0080】

R発光層としては、ホストとしてAlq3と、発光性化合物DCM [4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran]とを共蒸着（重量比99：1）して膜厚45nmの発光層4Rを設ける。G発光層としては、ホストとしてAlq3と、発光性化合物クマリン6とを共蒸着（重量比99：1）して膜厚25nmの発光層4Gを設ける。B発光層としては、ホストとして下記<化6>と<化7>とを共蒸着（重量比80：20）して膜厚15nmの発光層4Bを設ける。蒸着時の真空度は $1 \times 10^{-4}$ Pa、成膜速度は0.2nm/secの条件である。

【0081】

【化6】



【0082】

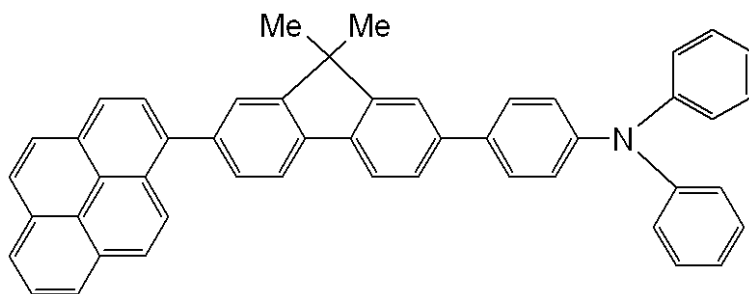
10

20

30

40

## 【化 7】



## 【0083】

10

電子輸送層5として、バソフェナントロリン(Bphen)を真空蒸着法にて10nmの膜厚に形成する。蒸着時の真空度は $1 \times 10^{-4}$ Pa、成膜速度は0.2nm/secの条件である。

## 【0084】

電子注入層(図示省略)として、BphenとCs<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>とを共蒸着(重量比90:10)して10nmの膜厚に形成する。蒸着時の真空度は $3 \times 10^{-4}$ Pa、成膜速度は0.2nm/secの条件である。

## 【0085】

陰極の半透過層7として、銀(Ag)をシャドーマスクを用いて順次形成する。各有機EL素子における半透過層の膜厚は、7Rが30nm、7Gが25nm、7Bが15nmとする。蒸着時の真空度は $1 \times 10^{-4}$ Pa、成膜速度は0.2nm/secの条件である。

20

## 【0086】

そして、真空を破ること無しにスパッタ装置に移動し、陰極における透明導電層11としてIZOの透明導電層を60nmの膜厚に形成する。更に保護層8として、窒化酸化シリコンを700nmの膜厚に形成する。

## 【0087】

保護層8まで形成した基板をスパッタ装置より取り出し、保護層8の上へ厚さ500μmのアクリル樹脂(図示省略)を、更に前記樹脂層の上へ厚さ700μmのガラス板(図示省略)をそれぞれ貼り合わせ、有機発光装置を得る。

30

## 【0088】

本実施例は、半透過層7の膜厚を有機EL素子毎に変えることで、各有機EL素子において最適な共振器構造とすることができる。その結果、発光効率の向上、ならびに、素子の長寿命化を達成することができる。

## 【0089】

## &lt;実施例2&gt;

本実施例では、R有機EL素子における半透過層7Rの膜厚およびホール輸送層3Rの膜厚をそれぞれ20nm、25nmとした以外は、実施例1と同様であるため詳細は省略する。

## 【0090】

40

## &lt;実施例3(参考例)&gt;

本実施例では、半透過層7の材料、膜厚を変更し、ホール輸送層及び発光層の膜厚を有機EL素子毎に個別に最適化する以外は、実施例1と同様にして有機発光装置を作製する。

## 【0091】

ホール輸送層3として、実施例1と同一の材料を用いて全ての有機EL素子にシャドーマスクを用いて順次形成する。各有機EL素子におけるホール輸送層の膜厚は、3Rが25nm、3Gが20nm、3Bが20nmとする。

## 【0092】

発光層4として、実施例1と同一の材料を用いて全ての有機EL素子にシャドーマスク

50

を用いて順次形成する。各有機 E L 素子における発光層の膜厚は、4 R が 45 nm、4 G が 25 nm、4 B が 20 nm とする。

【0093】

半透過層 7 R、7 G として銀 (Ag) を、半透過層 7 B としてアルミニウムをシャドーマスクを用いて順次形成する。各有機 E L 素子における半透過層の膜厚は全ての有機 E L 素子で 10 nm とする。

【0094】

本実施例は、B 有機 E L 素子のみ半透過層の材料としてアルミニウムを用い、有機化合物層 6 B の膜厚を厚くした。有機化合物層 6 B を従来構成よりも厚くできる理由は、銀とアルミニウムにおける位相シフトの違いによる。半透過層の材料として銀を用いた場合に比べて、ホール輸送層、発光層を厚くすることで、内部量子効率を高め、寿命を伸ばす効果がある。

【0095】

< 実施例 4 >

本実施例では、B 有機 E L 素子の半透過層の膜厚を変更し、B 有機 E L 素子においてホール輸送層 3 B 及び発光層 4 B の膜厚を最適化する以外は、実施例 1 と同様にして有機発光装置を作製する。

【0096】

ホール輸送層 3 として、実施例 1 と同一の材料を用いて全ての有機 E L 素子にシャドーマスクを用いて順次形成する。各有機 E L 素子におけるホール輸送層の膜厚は、3 R が 30 nm、3 G が 20 nm、3 B が 20 nm とする。

【0097】

発光層 4 として、実施例 1 と同一の材料を用いて全ての有機 E L 素子にシャドーマスクを用いて順次形成する。各有機 E L 素子における発光層の膜厚は、4 R が 45 nm、4 G が 25 nm、4 B が 20 nm とする。

【0098】

半透過層 7 R、7 G として膜厚 25 nm の銀膜を、半透過層 7 B として膜厚 15 nm の銀膜をシャドーマスクを用いて順次形成する。

【0099】

本実施例は発光効率の低い B 有機 E L 素子の発光効率を上げるため、他の有機 E L 素子よりも薄くすることで、各有機 E L 素子での発光効率を均一にし、かつ、高効率な有機発光装置となる。

【図面の簡単な説明】

【0100】

【図 1】本発明に係る有機発光装置を示す概略部分拡大断面図である。

【図 2】透過率、反射率の波長分散性を示すグラフである。

【図 3】有機 E L 素子の発光効率と半透過層の膜厚との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

【0101】

- 1 基板
- 2 第 1 電極
- 3 ホール輸送層
- 4 R、4 G、4 B 発光層
- 5 電子輸送層
- 6 電子注入層
- 7 R、7 G、7 B 半透過層
- 8 保護層
- 9 R、9 G、9 B 有機 E L 素子
- 10 有機発光装置

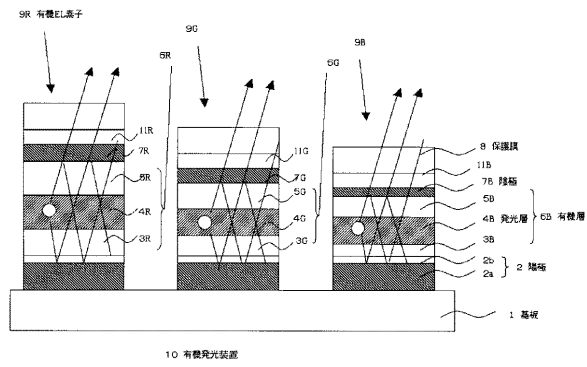
10

20

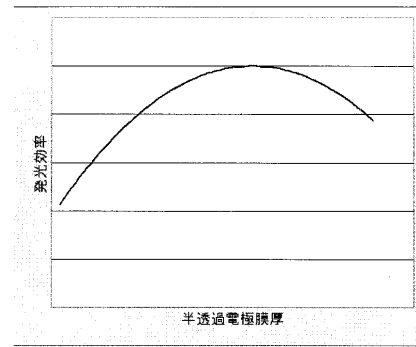
30

40

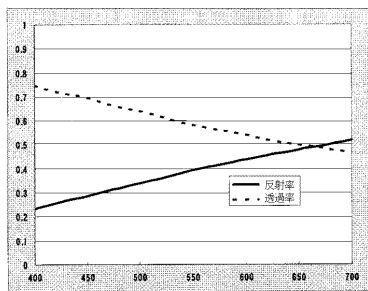
【図 1】



【図 3】



【図 2】





---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 1 9 7 0 1 0 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 0 5 / 1 0 7 3 2 7 ( W O , A 1 )  
特開 2 0 0 5 - 3 4 7 0 7 3 ( J P , A )  
特表 2 0 0 8 - 5 2 3 5 5 1 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
H 0 5 B 3 3 / 2 4  
G 0 9 F 9 / 3 0  
H 0 1 L 2 7 / 3 2  
H 0 1 L 5 1 / 5 0  
H 0 5 B 3 3 / 2 6