

(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2010-114070

(P2010-114070A)

(43) 公開日 平成22年5月20日(2010.5.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO5B 33/12 (2006.01)</b>	HO5B 33/12 C	3K107
<b>HO1L 51/50 (2006.01)</b>	HO5B 33/14 B	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2009-222632 (P2009-222632)	(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
(22) 出願日	平成21年9月28日(2009.9.28)	(74) 代理人	100096828 弁理士 渡辺 敬介
(31) 優先権主張番号	特願2008-264426 (P2008-264426)	(74) 代理人	100110870 弁理士 山口 芳広
(32) 優先日	平成20年10月10日(2008.10.10)	(72) 発明者	森 俊文 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
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	坪山 明 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

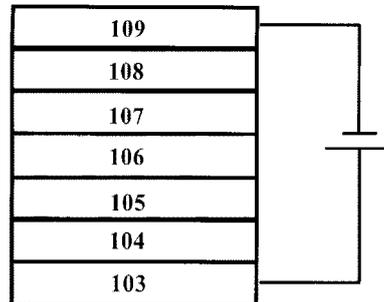
(54) 【発明の名称】 白色有機EL素子

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高効率の白色有機EL素子を提供する。

【解決手段】 発光層を赤緑青のそれぞれの副発光層が積層された構成とし、ホール輸送層に接する緑発光層は遅延蛍光材料を有し、赤発光層は燐光発光材料を有し、緑色の副発光層が有する遅延蛍光材料のHOMOは、前記ホール輸送層が有する材料のHOMOより深く、かつ前記赤色の副発光層が有する燐光発光材料のHOMOよりも浅いことを特徴とする、白色有機EL素子。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板上に陽極とホール輸送層と発光層と陰極を有し、前記発光層は赤色の副発光層と緑色の副発光層と青色の副発光層を有し、白色を発光する白色有機EL素子において、前記ホール輸送層に接して前記緑色の副発光層が配置され、前記緑色の副発光層に接して前記赤色の副発光層が配置され、前記赤色の副発光層に接して前記青色の副発光層が配置され、前記緑色の副発光層は遅延蛍光材料を有し、前記赤色の副発光層は燐光発光材料を有し、前記緑色の副発光層が有する遅延蛍光材料のHOMOは、前記ホール輸送層が有する材料のHOMOより深く、かつ前記赤色の副発光層が有する燐光発光材料のHOMOよりも浅いことを特徴とする、白色有機EL素子。

10

## 【請求項 2】

前記緑色の副発光層のホスト材料のHOMOは、前記ホール輸送層が有する材料のHOMOより深く、かつ前記赤色の副発光層のホスト材料のHOMOより浅いことを特徴とする請求項 1 に記載の白色有機EL素子。

## 【請求項 3】

前記陰極は光取り出し側に配置される透明電極であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の白色有機EL素子。

## 【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の白色有機EL素子を表示部に有し、前記白色有機EL素子の輝度を制御するTFTを有することを特徴とする表示装置。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は緑色の副発光層と赤色の副発光層と青色の副発光層とを積層して有する白色有機EL素子に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

緑色の副発光層と赤色の副発光層と青色の副発光層とを積層して有し、それぞれの発光が混色して白が発光される白色有機EL素子の開発がされている。

30

## 【0003】

特許文献 1 は白色有機EL素子であって、何れの発光も副発光層が有する蛍光発光材料によるものである。

## 【0004】

また、引用文献 2 には遅延蛍光材料を有する有機EL素子が示されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献 1】特開平 6 - 207170 号公報

40

【特許文献 2】特開 2004 - 241374 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

緑色の副発光層と赤色の副発光層と青色の副発光層とを積層して有しそれぞれの発光が混色して白が発光される白色有機EL素子において、駆動電圧の低減が求められる。

## 【0007】

特許文献 2 には遅延蛍光材料を有する有機EL素子が示されているものの、緑色の副発光層と赤色の副発光層と青色の副発光層とを積層して有し、それぞれの発光が混色して白が発光される白色有機EL素子は示されていない。また特許文献 2 において遅延蛍光材料

50

は、520 nmから750 nmの範囲で強い遅延蛍光スペクトル及び燐光スペクトルが観察されたものであり、実際に図に示される発光波長は最大発光波長が550 nmを超えるピークと600 nmを超えるピークとから構成されている。すなわち、この遅延蛍光材料は色純度的にいて緑や青といった原色を発光する発光材料ではない。

【0008】

本発明は緑色の副発光層と赤色の副発光層と青色の副発光層とを積層して有し、それぞれの発光が混色して白が発光され、駆動電圧の低い白色有機EL素子を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

よって本発明は、基板上に陽極とホール輸送層と発光層と陰極を有し、前記発光層は赤色の副発光層と緑色の副発光層と青色の副発光層を有し、白色を発光する白色有機EL素子において、

10

前記ホール輸送層に接して前記緑色の副発光層が配置され、  
前記緑色の副発光層に接して前記赤色の副発光層が配置され、  
前記赤色の副発光層に接して前記青色の副発光層が配置され、  
前記緑色の副発光層は遅延蛍光材料を有し、  
前記赤色の副発光層は燐光発光材料を有し、

前記緑色の副発光層が有する遅延蛍光材料のHOMOは、前記ホール輸送層が有する材料のHOMOより深く、かつ前記赤色の副発光層が有する燐光発光材料のHOMOよりも浅いことを特徴とする、白色有機EL素子を提供する。

20

【発明の効果】

【0010】

効率の高い遅延蛍光材料を有する緑色の副発光層をホール輸送層に隣接させるのでホール輸送層と緑色の副発光層のHOMO同士の障壁を広げずにすむ。また赤色の副発光層は燐光発光材料を有するので高効率の発光が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の白色有機EL素子の一例の断面構成。

【図2】図1で作製した白色有機EL素子のELスペクトル。

【図3】実施例2で作製した白色有機EL素子のELスペクトル。

30

【図4】遅延蛍光の発光メカニズム。

【図5】遅延蛍光と燐光の発光メカニズムを比較した図。

【図6】白色有機EL素子の副発光層部に着目したエネルギー準位の模式図。

【図7】白色有機EL素子とカラーフィルタを具備した有機EL素子。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明に係る白色有機EL素子は、基板上に陽極とホール輸送層と発光層と陰極を有し、前記発光層は赤色の副発光層と緑色の副発光層と青色の副発光層を有し、白色を発光する白色有機EL素子において、

40

前記ホール輸送層に接して前記緑色の副発光層が配置され、  
前記緑色の副発光層に接して前記赤色の副発光層が配置され、  
前記赤色の副発光層に接して前記青色の副発光層が配置され、  
前記緑色の副発光層は遅延蛍光材料を有し、  
前記赤色の副発光層は燐光発光材料を有し、

前記緑色の副発光層が有する遅延蛍光材料のHOMOは、前記ホール輸送層が有する材料のHOMOより深く、かつ前記赤色の副発光層が有する燐光発光材料のHOMOよりも浅いことを特徴とする、白色有機EL素子である。

【0013】

そのため効率の高い遅延蛍光材料を有する緑色の副発光層をホール輸送層に隣接させるのでホール輸送層と緑色の副発光層のHOMO同士の障壁が広がらずに済む。また赤色の

50

副発光層は燐光発光材料を有するので高効率の発光が可能である。

【0014】

後述するが、遅延蛍光材料とホール輸送層が有する材料と燐光発光材料の上記のようなHOMOの関係だけでなく、緑色の副発光層のホスト材料のHOMOは、ホール輸送層が有する材料のHOMOより深く、かつ赤色の副発光層のホスト材料のHOMOより浅いことが好ましい。

【0015】

この場合、遅延蛍光材料のHOMOとLUMOは、エネルギーダイアグラムの緑色の副発光層のホスト材料のHOMOとLUMOの間に位置する。そして、燐光発光材料のHOMOとLUMOについても、赤色の副発光層のホスト材料のHOMOとLUMOの間に位置する。

10

【0016】

青色の副発光層は光取り出し側に配置され、緑色の副発光層は青色の副発光層よりも光取り出し側から遠くに配置されていることが好ましい。この場合、青色の副発光層は他の副発光層と比べて最も陰極側に配置される。陰極を光取り出し側電極、すなわち光透過する電極とすることで青色の副発光層を光取り出し側電極から最も遠くに配置しなくて済む。青色はエネルギーが高いので、緑色や赤色の副発光層を通過して有機EL素子から外へ青色が出ることを出るだけ防ぐ必要があるからである。

【0017】

蛍光発光材料は理論的に内部量子収率が100%を達成できないが、燐光発光材料は理論的に達成可能である。蛍光発光材料は励起一重項状態 $S_1$ から発光し、燐光発光材料は励起三重項状態 $T_1$ から発光する。

20

【0018】

同じ色が発光する場合、エネルギーの低い方が駆動電圧を高くせずに済む。この場合、エネルギーは材料の $S_1$ による。すなわちある2つの材料のうち、どちらの材料が発光に高いエネルギーが必要かを比べる場合、それぞれの $S_1$ を比較して高い方が高いエネルギーを必要とする。同じ色を発光する蛍光発光材料と燐光発光材料とを比べる場合、燐光発光材料の方が高いエネルギーを必要とする。というのも同じ色が発光する場合、蛍光発光材料の $S_1$ と燐光発光材料の $T_1$ が同じエネルギーになる。 $S_1$ は $T_1$ よりも高いので、燐光発光材料の $S_1$ の方が蛍光発光材料の $S_1$ よりも高いことになる。したがって燐光発光材料の方が駆動電圧が高くなる。このことから蛍光発光材料は駆動電圧が低いものの、内部量子収率が低い。そして燐光発光材料は駆動電圧が高いものの、内部量子収率が高い。

30

【0019】

また、 $S_1$ の高さは材料のバンドギャップの広さに関係する。すなわち、 $S_1$ が高いとバンドギャップが広い。バンドギャップが広い材料のHOMOに注目する。有機EL素子において電極からのキャリアが発光層に供給される際に留意すべきは層間の障壁である。ここでいう有機EL素子は、陽極と陰極との間に発光層と他の層とを少なくとも有している。発光層と、この発光層に隣接する他の層との障壁が大きいとキャリアは発光層へ供給されない。

40

【0020】

発光層が緑色の副発光層と赤色の副発光層と青色の副発光層とが積層されている場合、副発光層同士の障壁もキャリアの注入という観点で留意すべきである。

【0021】

バンドギャップが広い場合、その材料のHOMOやLUMOはHOMOについては真空準位から深く(遠く)、LUMOについては浅く(近く)なる。これは、その材料が用いられるべき層にとって一般に用いられる材料と比較した場合のことである。

【0022】

有機EL素子が有する各層のうち、ある層に用いる材料のHOMOあるいはLUMOは材料の種類は多いものの、互いにおおよそ近い値を示す。たとえばホール輸送層として

50

用いる材料のHOMOは材料の種類によらず、おおよそ近い値である。するとホール輸送層に隣接する発光層は、そのホール輸送層との間でHOMO同士の障壁が高くないようにする必要がある。

【0023】

そこで、本発明ではホール輸送層に隣接する副発光層を遅延蛍光材料を有する緑色の副発光層とする工夫を施した。遅延蛍光材料は蛍光材料よりも内部量子収率が高いからである。そして緑を発光する燐光発光材料よりも $S_1$ が低いからである。

【0024】

そして赤色の副発光層には内部量子収率の高い燐光発光材料を用いる。また青色副発光層は副発光層の中で光取り出し側に最も近い位置とすることが好ましい。

10

【0025】

図4に、有機EL素子の発光層に遅延蛍光材料を用いる場合の発光メカニズムを示す。発光層中でホールと電子が再結合することにより、生成した励起子は、スピン多重度に応じて励起三重項状態( $S_1$ )に25%、励起三重項状態( $T_1$ )に75%分配される。遅延蛍光は $T_1$ から $S_1$ へ熱的に励起され、 $S_1$ から $S_0$ の電子遷移により発光するため、発光層内で生成される $S_1$ と $T_1$ の励起子すべてを光として取り出すことができる。したがって、燐光の場合と同様に原理的に内部量子収率の上限を100%にすることが可能となる。

【0026】

ここで説明したように、本発明の遅延蛍光は $T_1$ から $S_1$ への熱励起を利用したものである。従って、本発明における遅延蛍光は、熱励起型遅延蛍光である。

20

【0027】

図5に遅延蛍光と燐光が同じ発光波長をもつ場合のエネルギー準位を模式的に示し、それらと比較する。それぞれの $S_1$ と $S_0$ とのエネルギー差、 $T_1$ と $S_0$ とのエネルギー差に着目すると、燐光よりも遅延蛍光の方が、エネルギー差は小さい。つまり同じ発光波長であれば、燐光の場合と比較して遅延蛍光の方がバンドギャップは小さいことが理解できる。

【0028】

有機EL素子において、バンドギャップが小さい発光材料を用いる場合を考える。有機EL素子では、単層または多層の有機層が陽極と陰極の間に設けられる。陽極からホールを、陰極から電子を注入する時、電極から有機層への注入障壁(エネルギー障壁)が問題となり、駆動電圧は注入障壁に強く依存する。また、複数の有機層で構成される場合でも、有機層-有機層間の注入障壁が同様に問題となる。バンドギャップの小さい発光材料を用いる場合、上記注入障壁を小さくすることが可能になる。その結果、陽極からホールが有機層へ注入されやすくなり、また、陰極から電子が有機層へ注入されやすくなる。従って、有機EL素子の駆動電圧を低下させることが可能になり、それに応じて電力効率( $lm/W$ )を向上させることができる。

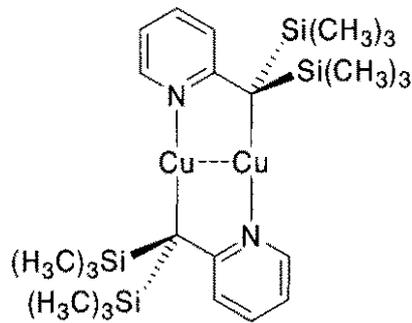
30

【0029】

遅延蛍光材料としては、銅錯体、白金錯体、パラジウム錯体などが挙げられる。遅延蛍光材料の例として化1、化2を示す。

【0030】

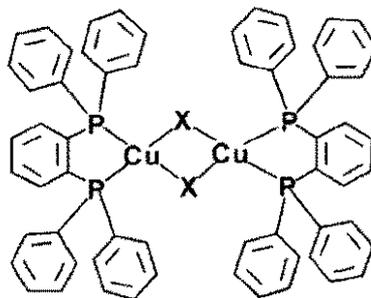
【化 1】

遅延蛍光材料 [Cu(tsmpp)]<sub>2</sub>

10

【 0 0 3 1】

【化 2】

遅延蛍光材料 Cu<sub>2</sub>X<sub>2</sub>dppb<sub>2</sub>

X = I, Br, Cl

20

30

【 0 0 3 2】

本発明に用いられる遅延蛍光材料は、その発光特性から発光過程が遅延蛍光であることを特定できる。本発明に用いられる遅延蛍光材料の発光に関して、以下のような特徴がある。

- (1) 室温 (298 K) の発光寿命が、マイクロ秒レベルである
- (2) 室温 (298 K) の発光波長が、低温 (77 K) の発光波長よりも短い
- (3) 室温 (298 K) の発光寿命が、低温 (77 K) の発光寿命より大幅に短い
- (4) 温度の上昇により、発光強度が向上する

【 0 0 3 3】

40

通常の前光発光及び燐光発光は、室温の前光波長と低温の前光波長を比較すると、同じ波長若しくは低温の前光波長が短波長化するのに対して、遅延前光発光は、低温の前光波長が長波長化する。これは、室温では一重項からの発光が観測されるが、低温では一重項よりも低い三重項のエネルギーレベルから発光する為である。ここでいう前光波長とは、最大前光波長、もしくは、前光開始波長を示す。

【 0 0 3 4】

また、通常の前光発光は、一重項からの発光なのでナノ秒レベルの前光寿命であるのに対して、三重項が発光に關与する燐光発光は、前光寿命がマイクロ秒レベルである。同様に、遅延前光発光も、三重項が発光に關与するので、前光寿命はマイクロ秒レベルになる。本発明に用いられる前光材料の前光寿命は、固体状態または溶液状態で、0.1マイク

50

0秒以上、1ミリ秒未満であることが好ましい。

【0035】

発光寿命に関しては、遅延蛍光発光と燐光発光の発光寿命はマイクロ秒レベルであるが、遅延蛍光の特徴として、室温の発光寿命に対し、低温の発光寿命が大幅に長くなる。例えば、室温での量子収率が0.1の燐光発光化合物を考える。低温で無輻射失活が抑制されると考えた場合、発光寿命は、室温の発光寿命の最大でも10倍である。遅延蛍光発光の場合は、低温と室温で異なる励起状態から発光するため、発光寿命が温度に強く依存する。室温では一重項から発光するが、低温では三重項から発光するため、低温の発光寿命は、室温の発光寿命の10倍以上になり、化合物によっては2桁以上長くなることも観察される。本発明に用いられる発光材料の発光寿命は、固体状態または溶液状態で、低温の発光寿命が室温の発光寿命の10倍以上が好ましく、より好ましくは50倍以上、さらに好ましくは100倍以上である。

10

【0036】

さらに、燐光発光は、温度の上昇と共に無輻射失活速度が大きくなるので、発光強度は低下するのに対して、遅延蛍光発光の場合は、温度の上昇と共に発光強度が向上する。これは、外部の温度エネルギーによって、ボルツマン分布による三重項から一重項への項間交差確率が高まり、三重項の励起子が一重項に項間交差して発光し易くなる為である。以上が遅延蛍光の判別方法である。

【0037】

次に、白色有機EL素子の構成について説明する。白色有機EL素子の構成としては、青(B)・緑(G)・赤(R)の3色の副発光層を積層し、同時に発光させ混色して白色を得る構成がある。

20

【0038】

遅延蛍光材料を少なくとも1つ含むR・G・B、3色の組み合わせとしては次のようなものが挙げられる。発光メカニズム別に遅延蛍光をDF、燐光をP、蛍光をFで表すと、組み合わせは(P, DF, P)、(P, DF, DF)、(P, DF, F)がある。

【0039】

ここで、図1に示す3色の副発光層が積層されて構成される白色有機EL素子について説明する。符号103は陽極、104はホール輸送層、105は緑色副発光層、106は青色副発光層、107は青色副発光層、108は電子輸送層、そして109は陰極である。

30

【0040】

図6に、この白色有機EL素子のエネルギー準位の模式図を示す。R, G, Bの各層は、ホスト材料と発光ドーパントを混合する構成でも発光ドーパントのみで構成されていてもよい。ホスト材料は重量比的に発光層において高い材料で、発光ドーパントは重量比的に低いゲスト材料である。

【0041】

図に示したダイアグラムにおいて下端のHOMOと上段のLUMOのバンドギャップは、ホスト材料あるいは、発光ドーパントに対応するものである。

【0042】

ここでは、説明の簡略化のため、各副発光層のHOMOとLUMOはホスト材料のHOMOとLUMOに対応する、つまりR, G, Bの各発光ドーパントのHOMOとLUMOは不図示であるが、何れの副発光層ともドーパントのHOMOはホスト材料のHOMOよりも浅く、LUMOはホスト材料のLUMOよりも深い。

40

【0043】

前述のように、遅延蛍光材料を用いる場合、このバンドギャップを小さくすることが可能である。図6において、ホール輸送層104 - 緑副発光層105間のホール注入障壁を $E_1$ 、および電子輸送層108 - 青副発光層107間の電子注入障壁を $E_2$ とすると、緑色や青色の副発光層のバンドギャップを小さくすることができるため、遅延蛍光を用いた場合、 $E_1$ 、 $E_2$ を小さくすることができる。

【0044】

50

その結果、白色有機EL素子の駆動電圧を低下させることができ、電力効率を向上させることができる。なお、同一ホスト材料中での遅延蛍光と燐光を考えた場合、バンドギャップの小さい遅延蛍光の方にホールまたは電子が注入しやすくなるため、同様に白色有機EL素子の駆動電圧を低下させることができる。

【0045】

さらに、図6の場合、緑色の副発光層105では電子がブロックされる確率が高まるため、全体的に発光層内でホールと電子の再結合確率が上昇する。その結果、白色有機EL素子の高効率化も可能となる。

【0046】

有機ELフルカラー表示装置の場合、白色有機EL素子にカラーフィルタを具備することで、R、G、B3色のいずれかの色を発光する有機EL素子を提供することが出来る。そのような有機EL素子を複数用意しフルカラーの表示が可能となる。一方で、カラーフィルタそのものが白色有機EL素子からの発光を吸収してしまうため、カラーフィルタ通過後のトータルでの発光効率は低下する。従って、カラーフィルタを用いる場合、より高効率かつ高輝度の白色有機EL素子が必須となる。そのために、駆動電圧が低い低消費電力の白色有機EL素子を提供することが1つの手段として挙げられる。

【0047】

図7に、カラーフィルターを有し、基板側から光を取り出す有機EL素子を模式的に示す。符号111は白色発光素子であり、すなわちRGBそれぞれの副発光層から構成される。符号102はカラーフィルター、103は陽極、109は陰極、101は透明ガラス基板である。

【0048】

以上のことから、白色有機EL素子の発光材料に遅延蛍光材料を用いることが有効である。

【0049】

白色有機EL素子は、不図示の基板上に、図1に示すように陽極、ホール輸送層、複数の副発光層からなる発光層、電子輸送層、陰極が、この順番または逆の順番で積層されることで構成される。

【0050】

低電圧化のためには、さらにホール注入層や電子注入層を設けてもよく、高効率化のためには発光層の隣にキャリアブロッキング層や励起子ブロッキング層を設けても良い。本実施形態においては透明ガラス基板上に、陽極、ホール輸送層、発光層、電子輸送層、陰極が積層し、基板側から光を取り出すボトムエミッション方式の素子構成について説明していく。ここで基板とは、一般的には透明ガラスが用いられるが、光を素子の外へ取り出せる程度透明であれば、特に限定はない。

【0051】

陽極には、一般的に透明導電体であるITO (Indium Tin Oxide) が用いられるが、他に、酸化インジウム・酸化亜鉛系アモルファス材料 (Indium Zinc Oxide: IZO) 等を用いても構わない。陽極の膜厚は、特に限定されない。陽極の形成方法としては、スパッタリング法、真空蒸着法、イオンプレーティング法などがある。ITO上の有機層 (ホール輸送層、発光層、電子輸送層) の形成方法も真空蒸着法やインクジェット法、スピンコート法など、既知の成膜方法を採用して構わない。

【0052】

ホール輸送層としては、他に、陽極からホールを注入する機能、ホールを輸送する機能のいずれかを有しているものであれば、特に限定されない。具体例としては、アリアルミン誘導体、カルバゾール誘導体、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)-ポリスチレンスルホン酸 (PEDOT- PSS) 等の導電性高分子等がある。

【0053】

さらに、1つの副発光層内に発光波長が異なる発光材料を複数種含んでも良い。ここでの複数種とは、遅延蛍光材料または燐光材料または蛍光材料のいずれかである。

10

20

30

40

50

## 【0054】

発光層のホスト材料についても、各色のゲスト材料へ効率的に励起子のエネルギーを供給するものであれば、特に限定されない。

## 【0055】

電子輸送層に関してもホール輸送層と同様に、陰極から電子を注入する機能、電子を輸送する機能のいずれかを有していれば、特に限定されない。例えば、バソフェナンソロジン(B Phen)、4-ビフェニルオキシラトアルミニウム(III)ビス(2-メチル-8-キノリナト)4-フェニルフェノレート)(BAIq<sub>3</sub>)、キノリノール誘導体の金属錯体等が使用可能である。

## 【0056】

電子輸送層の上には陰極が形成される。陰極としては、仕事関数の小さい金属や合金などが用いられる。他には、マグネシウム、リチウム、マグネシウム/アルミニウム合金等を用いても良い。

## 【0057】

本発明に係る有機EL素子を用いて照明装置を提供することが出来る。

## 【0058】

なお、本発明の白色発光とは、CIE 1931表色系における色度が $X = 0.33 \pm 0.15$ 、 $Y = 0.33 \pm 0.15$ にあるものであり、さらに好ましくは、 $X = 0.33 \pm 0.07$ 、 $Y = 0.33 \pm 0.07$ である。

## 【0059】

また、光の取り出し方向は基板と同じ方向から光を取り出すボトムエミッション方式でも、基板と反対方向に光を取り出すトップエミッション方式でも構わない。トップエミッション方式の場合、陰極として透明材料を用いた透明電極であることが望ましく、陽極として、反射性金属を用いた反射電極と透明電極とが積層した構成であることが望ましい。このような構成にすることで、光学干渉を利用して光取り出し効率を向上させることができる。

## 【0060】

また本発明に係る白色有機EL素子は画素として表示装置に用いられてもよい。複数の各画素が、TFT等のスイッチング素子と接続してスイッチング素子により輝度が制御されるようにしてもよい。

## 【実施例】

## 【0061】

<実施例1>

白色有機EL素子の具体的構成を示す。本実施例は透明ガラス基板側から光を取り出す場合の白色有機EL素子である。

## 【0062】

ITO / -NPD(40nm) / CBP+10質量% [Cu(tsm<sub>p</sub>)]<sub>2</sub>(60nm) / CBP+10質量% Ir(piq)<sub>3</sub>(80nm) / CDBP+10質量% FIrpic(30nm) / BCP(40nm) / LiF(0.5nm) / Al(100nm)

## 【0063】

まず、支持体となる厚さ1.1mmの透明ガラス基板の上にITO膜(120nm)をスパッタリング法にて形成し、陽極側透明電極として用いた。これを2-プロパノール(IPA)で超音波洗浄し、煮沸洗浄後乾燥した。その後、UV/O<sub>3</sub>洗浄を行い、ホール輸送層として、-NPD(化3)を真空蒸着した。成膜条件として、真空蒸着機のチャンパー内真空度が $5 \times 10^{-5}$  Paまで減圧した後、蒸着速度を安定にさせて、成膜を行った。-NPDの膜厚は40nmとした。

## 【0064】

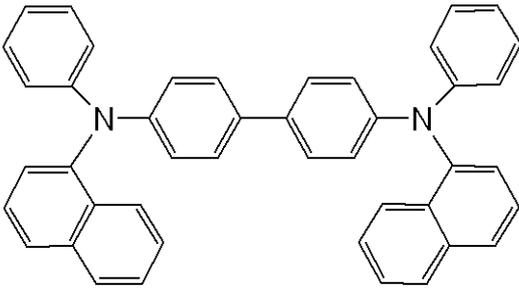
10

20

30

40

## 【化3】

ホール輸送層： $\alpha$ -NPD

10

## 【0065】

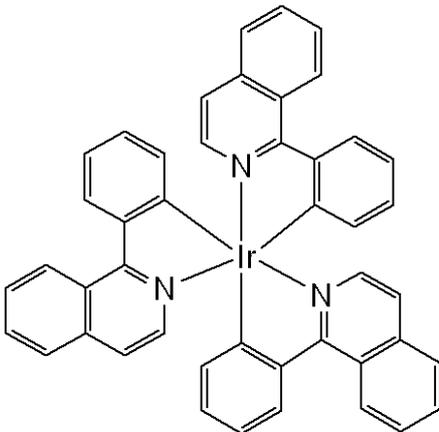
ホール輸送層の上に、副発光層を緑・赤・青の順番で真空蒸着法により3色積層して形成した。各副発光層のドーパントとして、緑は遅延蛍光材料 $[Cu(tsmg)]_2$ (化1)、赤は燐光材料 $Ir(piq)_3$ (化4)、青は燐光材料 $FIrpic$ (化5)を用いた。ホスト材料として、緑色と赤色副発光層にはCBP(化6)、青色副発光層にはCDBP(化7)を用いた。

## 【0066】

## 【化4】

赤色ドーパント：燐光材料 $Ir(piq)_3$  10質量%

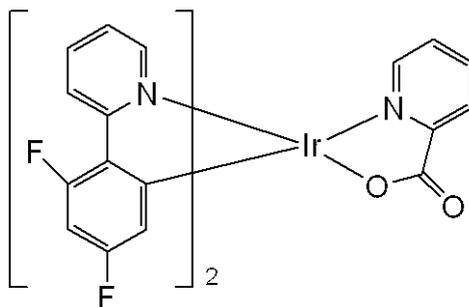
20



30

## 【0067】

## 【化5】

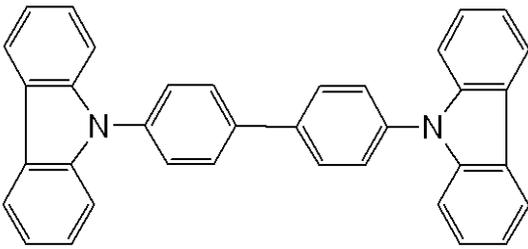
青色ドーパント：燐光材料 $FIrpic$  10質量%

40

## 【0068】

## 【化6】

緑色、赤色ホスト：CBP

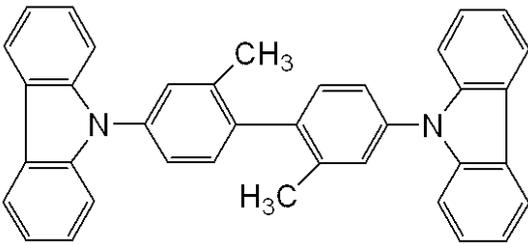


10

## 【0069】

## 【化7】

青色ホスト：CDBP



20

## 【0070】

各副発光層の蒸着速度については、ホスト材料0.9 /秒、ドーパント材料0.1 /秒で共蒸着した(ドーピング比率10質量%)。各副発光層の膜厚は、緑色60nm、赤80nm、青30nmとした。

## 【0071】

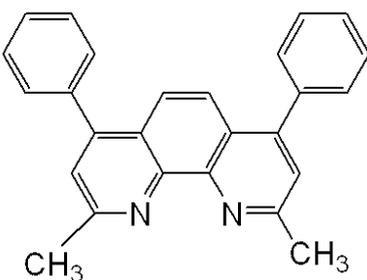
青色副発光層の上には、電子輸送層としてBCP(化8)を真空蒸着により成膜した。膜厚は40nmとした。

## 【0072】

## 【化8】

電子輸送層 BCP

30



40

## 【0073】

電子輸送層の上に、陰極として、フッ化リチウム(LiF)を0.5nm表面に設けたアルミニウム(Al)を真空蒸着法により形成した。膜厚は100nmとした。

## 【0074】

作製した白色有機EL素子のELスペクトルを測定し、評価を行った。図2に実施例1で作製した白色有機EL素子のELスペクトルを示した。正面輝度が1000cd/m<sup>2</sup>において、CIE1931表色系における色度がX=0.34、Y=0.32にあり、良好な白色発光を呈し、さらに2時間通電しても色純度を維持したまま安定に発光することを確認した。

## 【0075】

<実施例2>

50

本実施例は透明ガラス基板と反対方向から光を取り出す場合の白色有機EL素子である。

【0076】

まず、支持体となる透明ガラス基板上に、低温ポリシリコンからなるTFT駆動回路を形成し、その上にアクリル樹脂からなる平坦化膜を形成した。この上に反射電極として銀合金(AgCuNd)をスパッタリング法にて100nmの膜厚に形成してパターンニングし、さらに透明電極としてのIZOをスパッタリング法で30nmの膜厚に形成してパターンニングし、下部電極としての陽極を形成した。さらにアクリル樹脂により素子分離膜を形成し、陽極側透明電極基板を作成した。これをIPAで超音波洗浄し、煮沸洗浄後乾燥した。その後、UV/O<sub>3</sub>洗浄して、実施例1と同様に、ホール輸送層、G、R、Bの副発光層、電子輸送層を順次積層した。

10

【0077】

電子輸送層の上に、電子注入層としてBCPとCs<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の共蒸着膜(重量比9:1)、真空度 $2.0 \times 10^{-4}$ Paの条件下で14nm成膜した。最後に陰極として銀(Ag)を真空度 $2.0 \times 10^{-4}$ Paの条件下で真空蒸着法にて15nm成膜することで白色有機EL素子を作製した。

【0078】

作製した白色有機EL素子のELスペクトルを測定し、評価を行った。図3に白色有機EL素子のELスペクトルを示した。正面輝度が1000cd/m<sup>2</sup>において、CIE1931表色系における色度がX=0.34、Y=0.34にあり、良好な白色発光を呈し、さらに2時間通電しても色純度を維持したまま安定に発光することを確認した。

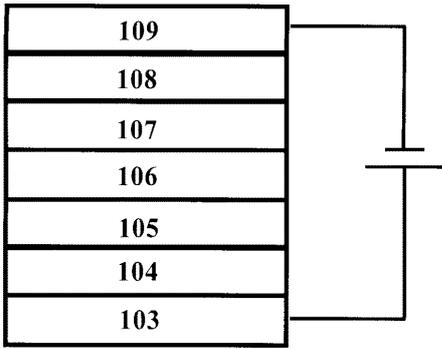
20

【符号の説明】

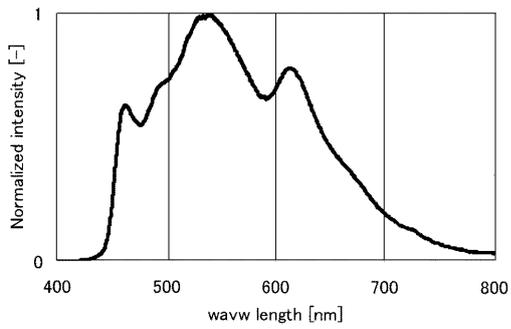
【0079】

101:透明ガラス基板、102:カラーフィルタ、103:陽極、104:ホール輸送層、105:緑色副発光層、106:赤色副発光層、107:青色副発光層、108:電子輸送層、109:陰極、112:画像信号線、113:画像信号線、114:情報信号線、115:トランジスタ、116:接地電位、117:トランジスタ、118:トランジスタ、119:トランジスタ、120:保持キャパシタ

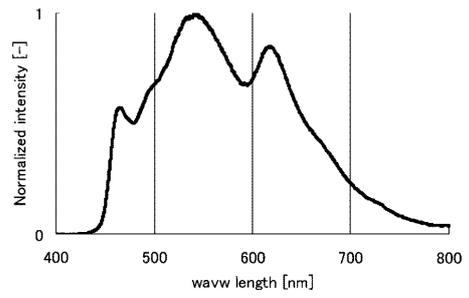
【 図 1 】



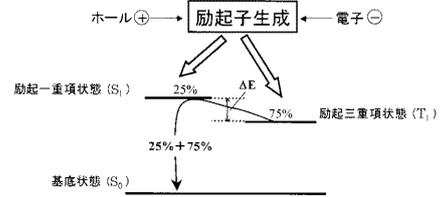
【 図 2 】



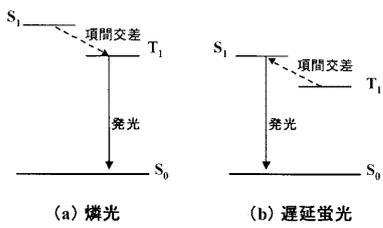
【 図 3 】



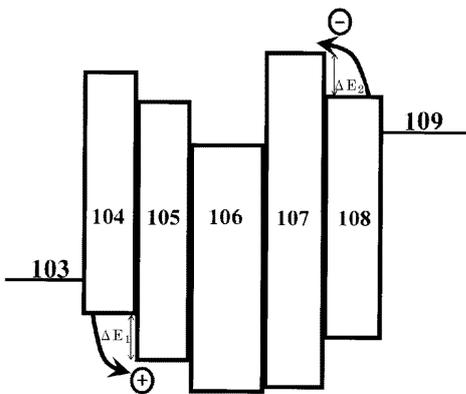
【 図 4 】



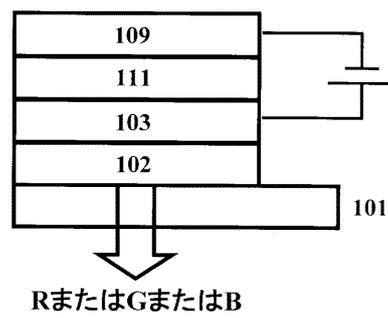
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 幸一

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

(72)発明者 塩原 悟

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 怒 健一

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

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC09 CC12 DD27 DD51 DD53 DD66 DD67 DD69  
EE03 FF19