

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2024-46920
(P2024-46920A)

(43)公開日 令和6年4月5日(2024.4.5)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
H 1 0 K 50/10 (2023.01)	H 0 5 B 33/14 B	3 K 1 0 7
H 1 0 K 59/10 (2023.01)	H 0 1 L 27/32	5 C 0 9 4
H 0 5 B 33/12 (2006.01)	H 0 5 B 33/12 C	
G 0 9 F 9/30 (2006.01)	G 0 9 F 9/30 3 6 5	

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全44頁)

(21)出願番号	特願2022-152292(P2022-152292)	(71)出願人	000001007 キャノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	令和4年9月26日(2022.9.26)	(74)代理人	100110870 弁理士 山口 芳広
		(74)代理人	100096828 弁理士 渡辺 敬介
		(72)発明者	大類 博揮 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内
		(72)発明者	西出 洋祐 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内
		(72)発明者	岩脇 洋伸 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 有機発光素子

(57)【要約】

【課題】駆動耐久特性に優れる有機発光素子を提供する。

【解決手段】第一電極、発光層、第二電極、を有する有機発光素子であって、前記発光層は、ナフタレン環と3環以上の縮合多環とが単結合で結合した第一の化合物と、第一の化合物のナフタレン環と縮合多環がさらに環化した第二の化合物とを少なくとも含む。

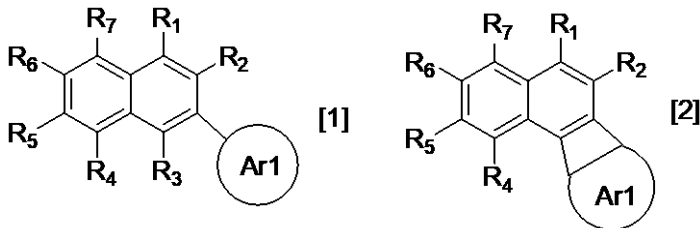
【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第一電極、有機化合物層、第二電極、を有する有機発光素子であって、
前記有機化合物層は、少なくとも、下記一般式〔1〕で表される第一の化合物及び下記一般式〔2〕で表される第二の化合物を含む層を有することを特徴とする有機発光素子。

【化 1】



10

(前記一般式〔1〕及び〔2〕において、R₁乃至R₇はそれぞれ独立に、水素原子、重水素、直鎖、分岐又は環状の置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基から選ばれ、Ar₁は置換又は無置換の3環以上の縮合多環基である。)

【請求項 2】

前記第一の化合物及び前記第二の化合物を含む層が発光層であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

20

【請求項 3】

前記発光層は発光材料を有し、前記発光層に含有される前記第一の化合物と前記第二の化合物の合計が、80重量%以上99重量%以下であることを特徴とする請求項 2 に記載の有機発光素子。

【請求項 4】

前記第一の化合物、前記第二の化合物、前記発光材料のそれぞれのLUMOのエネルギー準位をLUMO₁、LUMO₂、LUMO_Eとした時、下記式〔A〕を満たすことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の有機発光素子。

$$|LUMO_2| > |LUMO_E| > |LUMO_1| \quad [A]$$

【請求項 5】

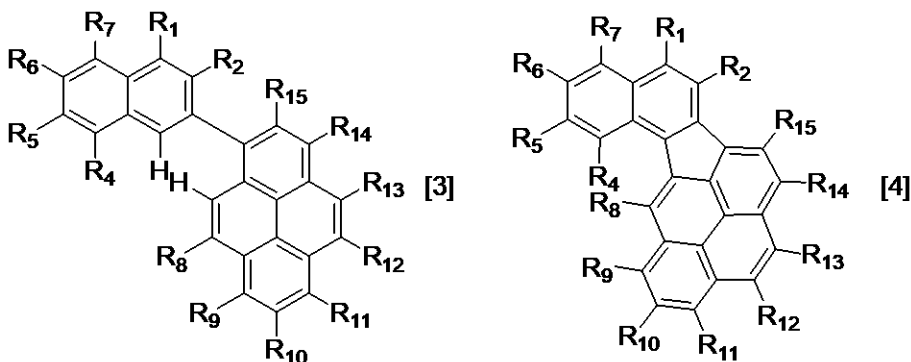
前記第一の化合物と前記第二の化合物との合計を100質量%として、前記第二の化合物の含有量が0よりも多く、0.2質量%未満であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

30

【請求項 6】

前記第一の化合物は下記一般式〔3〕で、前記第二の化合物は下記一般式〔4〕で、それぞれ表される化合物であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

【化 2】



40

(前記一般式〔3〕及び〔4〕において、R₁、R₂、及びR₄乃至R₁₅はそれぞれ独立に、水素原子、直鎖、分岐又は環状のアルキル基、置換又は無置換のアリール基、置換

50

又は無置換の複素環基から選ばれる。))

【請求項 7】

前記第一の化合物及び前記第二の化合物は、 R_5 がピレニル基又は R_6 がフルオレニル基であることを特徴とする請求項 6 に記載の有機発光素子。

【請求項 8】

前記第一の化合物及び前記第二の化合物は、 R_6 がナフチル基、フェニル基、ジベンゾチオフェニル基のいずれかであることを特徴とする請求項 6 に記載の有機発光素子。

【請求項 9】

前記第一の化合物及び前記第二の化合物は、前記 A_{r1} がピレン以外の縮合多環基である請求項 1 に記載の有機発光素子。

10

【請求項 10】

前記第一の化合物及び前記第二の化合物は、前記 A_{r1} がフルオランテン基であることを特徴とする請求項 9 に記載の有機発光素子。

【請求項 11】

前記第一の化合物及び前記第二の化合物は、前記 A_{r1} がアントラセン基であることを特徴とする請求項 9 に記載の有機発光素子。

【請求項 12】

前記発光層を第一の発光層として、前記第一の発光層と積層して配置される第二の発光層をさらに有し、前記第一の発光層と前記第二の発光層とは、発光色が互いに異なることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

20

【請求項 13】

複数の画素を有し、前記複数の画素の少なくとも一つが、請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載の有機発光素子と、前記有機発光素子に接続されたトランジスタと、を有することを特徴とする表示装置。

【請求項 14】

複数のレンズを有する光学部と、前記光学部を通過した光を受光する撮像素子と、前記撮像素子が撮像した画像を表示する表示部と、を有し、

前記表示部は請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有することを特徴とする光電変換装置。

【請求項 15】

30

請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有する表示部と、前記表示部が設けられた筐体と、前記筐体に設けられ、外部と通信する通信部と、を有することを特徴とする電子機器。

【請求項 16】

請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有する光源と、前記光源が発する光を透過する光拡散部又は光学フィルタと、を有することを特徴とする照明装置。

【請求項 17】

請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有する灯具と、前記灯具が設けられた機体と、を有することを特徴とする移動体。

【請求項 18】

40

請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有することを特徴とする電子写真方式の画像形成装置の露光光源。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機発光素子、及び該有機発光素子を用いた機器、装置に関する。

【背景技術】

【0002】

有機発光素子（以下、「有機エレクトロルミネッセンス素子」或いは「有機 EL 素子」と称することがある）は、一対の電極とこれら電極間に配置される有機化合物層とを有す

50

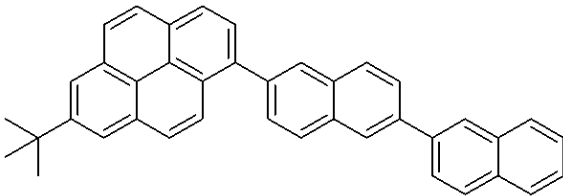
る電子素子である。これら一対の電極から電子及び正孔を注入することにより、有機化合物層中の発光性有機化合物の励起子を生成し、該励起子が基底状態に戻る際に、有機発光素子は光を放出する。

有機発光素子の最近の進歩は著しく、低駆動電圧、多様な発光波長、高速応答性、発光デバイスの薄型化・軽量化が可能であることが挙げられる。

ところで、現在までに有機発光素子に適した化合物の創出が盛んに行われている。高性能の有機発光素子を提供するにあたり、耐久性に優れた化合物の創出が重要であるからである。これまでにナフタレン環に縮合多環基が置換されている化合物が創出されており、特許文献 1 には下記化合物 1-A が記載されている。

【0003】

【化 1】



1-A

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2010-123917 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 には上記化合物 1-A の合成例、及びホスト材料としての有用性が示されている。しかしながら、定電流の連続駆動条件下において耐久特性の向上が望まれる。

本発明は、上記課題を解決するためになされるものであり、その目的は、駆動耐久特性に優れた有機発光素子を提供することである。

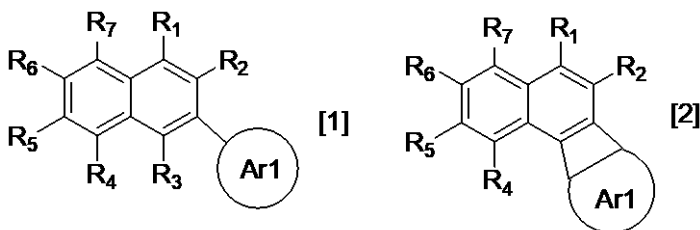
【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、第一電極、有機化合物層、第二電極、を有する有機発光素子であって、前記有機化合物層は、少なくとも、下記一般式 [1] で表される第一の化合物及び下記一般式 [2] で表される第二の化合物を含む層を有することを特徴とする。

【0007】

【化 2】



(前記一般式 [1] 及び [2] において、R₁乃至 R₇はそれぞれ独立に、水素原子、重水素、直鎖、分岐又は環状の置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基から選ばれ、Ar 1 は置換又は無置換の 3 環以上の縮合多環基である。)

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、発光効率及び駆動耐久特性に優れた有機発光素子が提供され、該有機発光素子を用いることで、優れた発光表示装置等、機器、装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本は発明に係る第一及び第二化合物と、比較の化合物の分子軌道計算によるLUMOの電子軌道を示す図である。

【図2】(a)本発明の一実施形態に係る表示装置の画素の一例を表す概略断面図である。(b)本発明の一実施形態に係る有機発光素子を用いた表示装置の一例の概略断面図である。

【図3】本発明の一実施形態に係る表示装置の一例を表す模式図である。

10

【図4】(a)本発明の一実施形態に係る撮像装置の一例を表す模式図である。(b)本発明の一実施形態に係る電子機器の一例を表す模式図である。

【図5】(a)本発明の一実施形態に係る表示装置の一例を表す模式図である。(b)折り曲げ可能な表示装置の一例を表す模式図である。

【図6】(a)本発明の一実施形態に係る照明装置の一例を示す模式図である。(b)本発明の一実施形態に係る車両用灯具を有する移動体の一例を示す模式図である。

【図7】(a)本発明の一実施形態に係るウェアラブルデバイスの一例を示す模式図である。(b)本発明の一実施形態に係るウェアラブルデバイスの他の例を示す模式図である。

【図8】(a)本発明の一実施形態に係る画像形成装置の一例を表す模式図である。(b)本発明の一実施形態に係る画像形成装置の露光光源の一例を表す模式図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明は長寿命の有機発光素子を提供するための発明である。有機発光素子の長寿命化を達成するためには、素子内の有機材料で特に発光層に使用する有機材料の劣化を防ぐ必要がある。一般的には、有機発光素子の長寿命化においては、再結合領域を拡大させて、励起子発生が集中することによる劣化を防止することが有効である。励起子発生が集中すると、励起状態にある分子上に、別の励起状態にある分子からエネルギー移動が起こりさらなる高エネルギー状態へ遷移してしまう。高エネルギー状態においては、分子構造中の一重結合部位の結合エネルギーを超える状況が発生した場合、結合が開裂し分解物が発生することで、輝度劣化が起こってしまう。これを回避するために、励起子発生を分散させることが有効である。

30

【0011】

また、高い電流密度において連続的に通電させる際には、連続的に発生している励起子に対して、電子或いはホールにより発生するカチオンラジカルやアニオンラジカルとの衝突確率が上昇する。これらのラジカル種は励起子に対して活性種になり、消光を引き起こすため、特に高電流密度においては励起子と電荷の衝突確率を低減する必要がある。この衝突確率を減らす方法として本発明においては、ホスト材料と同じ部分構造を有しホスト材料より電子受容性が高く、且つ発光に関与しない材料を含む発光層の構成にすることで発光層への電荷注入を制御し、電荷と励起子との衝突確率を低減させる方法が有効であると考えた。

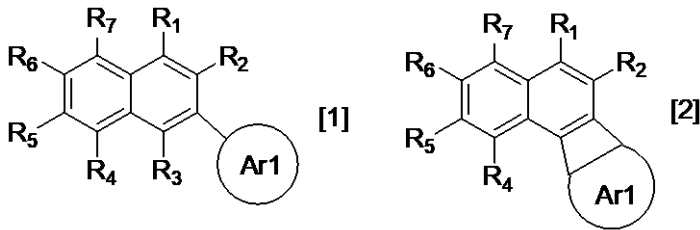
40

【0012】

本発明は、有機化合物層が、下記一般式[1]で表される第一の化合物と、下記一般式[2]で表される第二の化合物と、を含む層を有することに特徴を有する。第一の化合物及び第二の化合物はいずれも有機化合物である。

【0013】

【化 3】



【0014】

上記一般式 [1] 及び [2] において、R₁乃至R₇はそれぞれ独立に、水素原子、重水素、直鎖、分岐又は環状の置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基から選ばれ、Ar₁は置換又は無置換の3環以上の縮合多環基である。以下に、発光層が第一の化合物と第二の化合物と発光材料とを含む好ましい実施形態を例に挙げて、該発光層の特徴を以下に説明する。

【0015】

(1) 第二の化合物のLUMO準位が第一の化合物のLUMO準位よりも低く（真空準位から遠ざかる方向）、且つ発光材料のLUMO準位よりも低い（真空準位から遠ざかる方向）、即ち、第二の化合物は発光層内で電子受容性が最も高い。即ち、第一の化合物、第二の化合物、発光材料のそれぞれのLUMOのエネルギー準位をLUMO₁、LUMO₂、LUMO_Eとした時、下記式 [A] を満たす。

$$|LUMO_2| > |LUMO_E| > |LUMO_1| \quad [A]$$

【0016】

下記表 1 に、本実施形態の一例として、一般式 [1] においてAr₁が1-ピレン、一般式 [2] においてAr₁が1,10-ピレンであり、R₁乃至R₅、及びR₇が水素、R₆が2-ナフタレンで置換された化合物を含む発光層を有する有機発光素子を例に挙げる。比較例Aとして、第二の化合物を含まない構成と、比較例Bとして、第二の化合物が、一般式 [2] に該当せず、ピレンが、ナフタレンの2位、3位と環を形成した構造である化合物である構成と、を示す。

【0017】

表 1 には、第一の化合物、第二の化合物、及び発光材料の各LUMO準位の計算値と、第一の化合物と第二の化合物のLUMOの計算値の差をΔLUMO₁として、第一の化合物と発光材料のLUMOの計算値の差をΔLUMO₂として示した。さらに、LT₉₅は200mA/cm²の電流密度で連続的に通電した際の輝度が5%劣化した際の時間であり、比較例Aの値を基準に相対値で示す。

【0018】

10

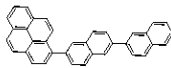
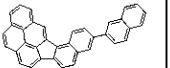
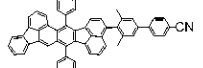
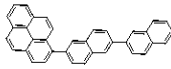
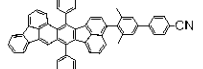
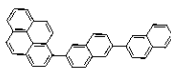
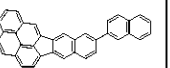
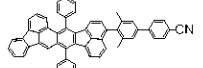
20

30

40

50

【表 1】

		第一の化合物	第二の化合物	発光材料	$\Delta LUMO1$	$\Delta LUMO2$	LT95
本発明 1-1	分子構造				0.54	0.39	1.5
	LUMO [eV]	-1.67	-2.21	-2.06			
	振動子強度	0.78	0.07	0.61			
比較例A	分子構造					0.39	1.0
	LUMO [eV]	-1.67		-2.06			
	振動子強度	0.78		0.61			
比較例B	分子構造				0.32	0.39	0.9
	LUMO [eV]	-1.67	-1.99	-2.06			
	振動子強度	0.78	0.44	0.61			

10

【0019】

表 1 に示すように、本発明 1-1 では、LUMO 準位が第一の化合物及び発光材料よりも低い（真空準位から遠ざかる方向）第二の化合物が存在することで、 $\Delta LUMO2 < \Delta LUMO1$ となり、第二の化合物が発光層内で最も電子受容性の高い化合物となり、耐久寿命が向上していることが分かる。比較例 A では発光材料が電子受容性を担うと同時に励起過程を経て発光しているため、高電流密度領域で励起子と電子との衝突確率が上昇し、消光を引き起こす。一方、本発明 1-1 では、発光層内に発光材料より LUMO 準位が低い（真空準位から遠ざかる方向）第二の化合物を導入することで、発光材料への電荷集中を回避し、励起子と電子との衝突確率を低減させることで励起子分解を抑制することができる。

20

【0020】

また、比較例 B では第二の化合物が発光材料より LUMO 準位が高く（真空準位に近づく方向）、発光材料への電荷集中を回避する役割を果たしていないため、寿命向上の効果は見られず、逆に寿命低下の傾向にある。これは比較例 B の第二の化合物が、本発明として必要となる要件を満たしていないためである。それを次に説明する。

30

【0021】

〔2〕第二の化合物は低い振動子強度を有し、発光に関与しない。

表 1 に示すように本発明 1-1 で示した第二の化合物の振動子強度（計算値）は 0.07 である。振動子強度は基底状態から励起状態への遷移確率を示す値であるが、0.1 未満である場合は遷移確率が極僅かであるため、発光に関与しない。従って、本発明 1-1 の第二の化合物は電荷をトラップする機能のみを有し、励起子からの電荷集中を回避する役割を果たしている。一方、比較例 B で用いた第二の化合物の振動子強度（計算値）は 0.44 であり、ある程度の遷移確率を有するため発光に関与する。よって、比較例 B では発光材料のみならず、第二の化合物も発光し、第二の化合物の安定性が発光材料よりも劣るため、第二の化合物を有さない比較例 A よりもさらに LT95 が低い値となっている。

40

表 1 の比較例 B では $\Delta LUMO1 < \Delta LUMO2$ であるため、発光材料が最も電子受容性が高くなっており、第二の化合物の影響は軽微である。

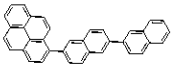
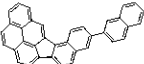
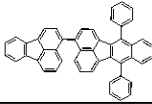
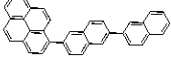
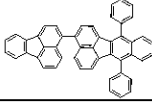
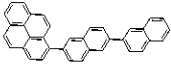
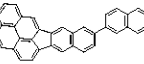
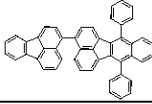
【0022】

表 2 に、発光材料を電子受容性を緩和させた化合物に変えた以外は、表 1 の本発明 1-1，比較例 A，B と同じ構成の有機発光素子について示す。表 2 に示すように、 $\Delta LUMO1 > \Delta LUMO2$ である比較例 D は、一般式〔2〕で表される第二の化合物を用いた本発明 1-2 との差がより顕著に表れる。

50

【 0 0 2 3 】

【 表 2 】

		第一の化合物	第二の化合物	発光材料	$\Delta LUMO1$	$\Delta LUMO2$	LT95
本発明 1-2	分子構造				0.54	0.17	1.8
	LUMO [eV]	-1.67	-2.21	-1.84			
	振動子強度	0.78	0.07	0.34			
比較例C	分子構造					0.17	1.0
	LUMO [eV]	-1.67		-1.84			
	振動子強度	0.78		0.34			
比較例D	分子構造				0.32	0.17	0.8
	LUMO [eV]	-1.67	-1.99	-1.84			
	振動子強度	0.78	0.44	0.34			

【 0 0 2 4 】

本発明 1-2 のみならず、比較例 D でも共に $\Delta LUMO1 > \Delta LUMO2$ であるが、LT95 の差が表 1 の場合よりも大きくなっていることが分かる。 $\Delta LUMO1 > \Delta LUMO2$ であるため、本発明 1-2、比較例 D では共に第二の化合物が最も電子受容性が高い化合物であり、発光材料への電荷集中を回避した組合せになっている。しかしながら、比較例 D では第二の化合物が発光材料と同程度の振動子強度を有するため、第二の化合物自体が発光に関与する。従って、比較例 D では第二の化合物での励起子発生と電子との衝突確率が上昇することで励起子の分解が促進され、寿命の低下を招く。一方、本発明 1-2 の第二の化合物は振動子強度が低いため、遷移確率が低く発光に関与しない。よって第二の化合物において励起子の発生がないため、発光層内での励起子発生は発光材料のみであり、第二の化合物が電荷をトラップするため励起子と電荷との衝突確率を低減することができるため寿命が向上する。

【 0 0 2 5 】

〔 3 〕 第二の化合物は第一の化合物と同じ部分構造を有する。

【 0 0 2 6 】

表 3 に、第二の化合物として、第一の化合物と構造が大きく異なる化合物を用いた以外は表 2 の本発明 1-2 と同じ構成の有機発光素子について、表 2 の本発明 1-2、比較例 C と併せて示す。

【 0 0 2 7 】

10

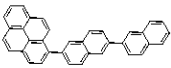
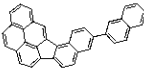
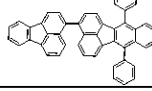
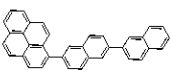
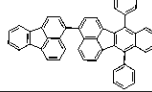
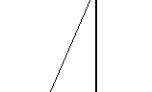
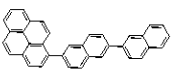
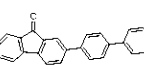
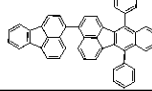
20

30

40

50

【表 3】

		第一の化合物	第二の化合物	発光材料	$\Delta LUMO1$	$\Delta LUMO2$	LT95
本発明 1-2	分子構造				0.54	0.17	1.8
	LUMO [eV]	-1.67	-2.21	-1.84			
	振動子強度	0.78	0.07	0.34			
比較例C	分子構造					0.17	1.0
	LUMO [eV]	-1.67		-1.84			
	振動子強度	0.78		0.34			
比較例E	分子構造				0.59	0.17	0.6
	LUMO [eV]	-1.67	-2.26	-1.84			
	振動子強度	0.78	0.07	0.34			

10

20

【0028】

本発明に係る第一の化合物及び第二の化合物は、主に発光層内で電荷移動の役割を担う化合物である。表3に示すように $\Delta LUMO1 > 0$ であっても、第一の化合物と第二の化合物の構造が大きく異なる場合、比較例Eに示すように寿命向上の効果が得られない。本実施形態においては、第一の化合物をホストとして、第二の化合物をアシストとして用いることが好ましいが、本発明1-2に示すように、これらの二つの材料が共通の部分構造を有することで発光層内に余分な電荷溜まりが発生しない。さらに、 $\Delta LUMO1 > 0$ であることにより第二の化合物への電子トラップと、トラップされた電子が再度、第一の化合物への電子が移動する際のポッピングがスムーズに行われる。

【0029】

30

図1に、表3の本発明1-2及び比較例Eのそれぞれの、第一の化合物及び第二の化合物の分子軌道計算によるLUMOの電子軌道を示す。図1に示すように、第一及び第二の化合物が互いに共通な部分構造を有することで、第一の化合物と第二の化合物のそれぞれのLUMOの電子軌道の分布に類似性があり、このため第一の化合物と第二の化合物のLUMOの波動関数の重なりが大きくなり、化合物間での電荷の移動が容易になる。一方、比較例Eでは第一の化合物と第二の化合物の構造が互いに異なるため、図1に示すように、第一の化合物と第二の化合物のLUMOの電子軌道の分布に相違があるため、LUMOの波動関数が異なり、その結果、重なりが小さくなり、電荷の受け渡しに障壁が生じる。この障壁が電荷溜まりとなり、発光層内で発生している励起子に対して電荷の衝突確率が上昇し励起子の消滅を招くため寿命が低下する。

40

【0030】

以上より、本発明者等は、第一の化合物と同じ部分構造を有し、第一の化合物より電子受容性が高く、且つ発光に関与しない第二の化合物を含む発光層の構成にすることで発光層への電荷注入を制御し、電荷と励起子との衝突確率を低減させることで素子耐久の向上効果が得られることを見出した。

【0031】

尚、上記、計算結果は、分子軌道計算を用いて可視化した。分子軌道計算法の計算手法は、現在広く用いられている密度汎関数法 (Density Functional Theory, DFT) を用いた。汎関数はB3LYP、基底関数は6-31G*を用いた。尚、分子軌道計算法は、現在広く用いられているGaussian09 (Gaussian09)

50

an 09, Revision C. 01, M. J. Frisch, G. W. Trucks, H. B. Schlegel, G. E. Scuseria, M. A. Robb, J. R. Cheeseman, G. Scalmani, V. Barone, B. Mennucci, G. A. Petersson, H. Nakatsuji, M. Caricato, X. Li, H. P. Hratchian, A. F. Izmaylov, J. Bloino, G. Zheng, J. L. Sonnenberg, M. Hada, M. Ehara, K. Toyota, R. Fukuda, J. Hasegawa, M. Ishida, T. Nakajima, Y. Honda, O. Kitao, H. Nakai, T. Vreven, J. A. Montgomery, Jr., J. E. Peralta, F. Ogliaro, M. Bearpark, J. J. Heyd, E. Brothers, K. N. Kudin, V. N. Staroverov, T. Keith, R. Kobayashi, J. Normand, K. Raghavachari, A. Rendell, J. C. Burant, S. S. Iyengar, J. Tomasi, M. Cossi, N. Rega, J. M. Millam, M. Klene, J. E. Knox, J. B. Cross, V. Bakken, C. Adamo, J. Jaramillo, R. Gomperts, R. E. Stratmann, O. Yazyev, A. J. Austin, R. Cammi, C. Pomelli, J. W. Ochterski, R. L. Martin, K. Morokuma, V. G. Zakrzewski, G. A. Voth, P. Salvador, J. J. Dannenberg, S. Dapprich, A. D. Daniels, O. Farkas, J. B. Foresman, J. V. Ortiz, J. Cioslowski, and D. J. Fox, Gaussian, Inc., Wallingford CT, 2010.) により実施した。

10

20

【0032】

本発明に係る第一の化合物を表す前記一般式〔1〕、及び第二の化合物を表す前記一般式〔2〕について詳細に説明する。

一般式〔1〕及び一般式〔2〕において、 R_1 乃至 R_7 はそれぞれ独立に、水素原子、重水素、直鎖、分岐又は環状の置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基から選ばれ、環 Ar_1 は置換又は無置換の3環以上の縮合多環基である。

【0033】

上記アルキル基としては、炭素原子数1乃至10のアルキル基が好ましい。具体的には、メチル基、エチル基、 n -プロピル基、 n -ブチル基、 n -ペンチル基、 n -ヘキシル基、 n -ヘプチル基、 n -オクチル基、 n -デシル基、 iso -プロピル基、 iso -ブチル基、 sec -ブチル基、 $tert$ -ブチル基、 iso -ペンチル基、ネオペンチル基、 $tert$ -オクチル基、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロペンチルメチル基、シクロヘキシルメチル基、シクロヘキシルエチル基、4-フルオロシクロヘキシル基、ノルボルニル基、アダマンチル基等が挙げられる。また、アルキル基は置換基を有してもよく、ハロゲン原子を有してよい。ハロゲン原子を有する場合は当該ハロゲン原子がフッ素原子であることが好ましい。具体的には、フルオロメチル基、ジフルオロメチル基、トリフルオロメチル基、2-フルオロエチル基、2, 2, 2-トリフルオロエチル基、パーフルオロエチル基、3-フルオロプロピル基、パーフルオロプロピル基、4-フルオロブチル基、パーフルオロブチル基、5-フルオロペンチル基、6-フルオロヘキシル基等があげられる。

30

40

【0034】

上記アリール基としては、炭素原子数6乃至24のアリール基が好ましい。具体的には、フェニル基、ナフチル基、インデニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、フルオレニル基、アントリル基、フェナントリル基、ピレニル基、テトラセニル基、ペンタセニル基、トリフェニレニル基、ペリレニル基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0035】

50

上記複素環基としては、炭素原子数 3 乃至 21 の複素環基が好ましい。複素原子としては、酸素、窒素、硫黄等が挙げられる。具体的には、チエニル基、ピロリル基、ピリジル基、ピラジル基、ピリミジル基、ピリダジニル基、キノリニル基、イソキノリニル基、オキサゾリル基、オキサジアゾリル基、フェナントリジニル基、アクリジニル基、ナフチリジニル基、キノキサリニル基、キナゾリニル基、シンノリニル基、フタラジニル基、フェナントロリル基、フェナジニル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチオフェニル基、カルバゾリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチオフェニル基、インドリル基、シクロアジニル基、ベンゾイミダゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾチアジアゾリル等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0036】

上記 3 環以上の縮合多環基は、同じ縮合多環が一般式 [1] においては一価で、一般式 [2] においては二価の置換基としてナフタレン骨格に結合する。よって、一般式 [1] 及び [2] における 3 環以上の縮合多環基を、一価及び二価を合わせて、縮合多環名 + 基として記す。好ましい縮合多環基は、アントラセン基、フェナントレン基、ピレン基、フルオランテン基、ベンゾフェナントレン基、テトラセン基、ペンタセン基、ペリレン基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0037】

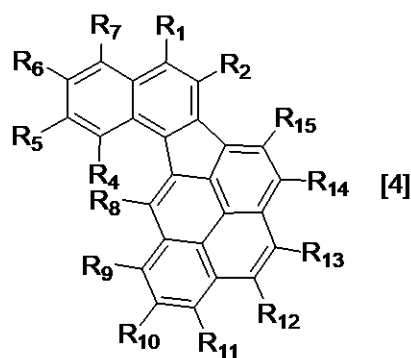
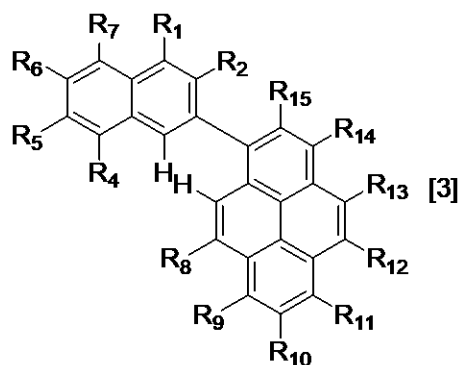
上記一般式 [1]、[2] において、上記置換基、即ちアルキル基、アリール基、複素環基、縮合多環基がさらに有する置換基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基等の炭素原子数 1 乃至 6 のアルキル基、ベンジル基等のアラルキル基、フェニル基、ビフェニル基等の炭素原子数 6 乃至 12 のアリール基、ピリジル基、ピロリル基、ベンゾイミダゾリル基、ベンゾチアゾリル基等の炭素原子数 3 乃至 9 の複素環基、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジベンジルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基などのアミノ基、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、フェノキシ基などのアルコキシ基、シアノ基、フッ素原子等のハロゲン原子、重水素等が挙げられる。上記複素環基の複素原子は、酸素、窒素、硫黄が挙げられる。

【0038】

本発明に係る第一の化合物は下記一般式 [3] で、第二の化合物は下記一般式 [4] で、それぞれ表される化合物であることが好ましい。また、 R_5 がピレニル基であること、又は、 R_6 がフルオレニル基、ナフチル基、フェニル基、ジベンゾチオフェニル基のいずれかであることが好ましい。

【0039】

【化 4】



【0040】

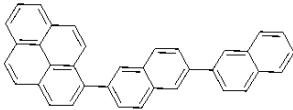
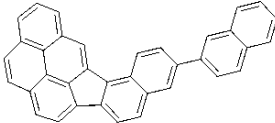
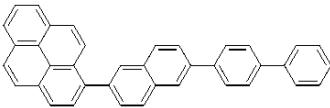
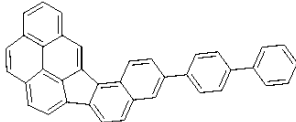
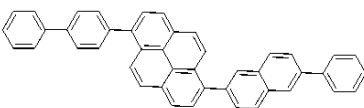
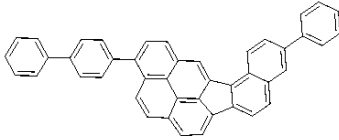
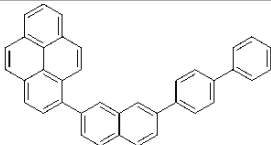
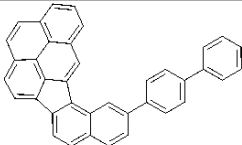
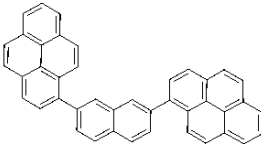
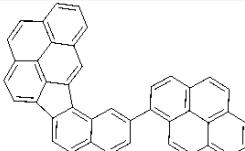
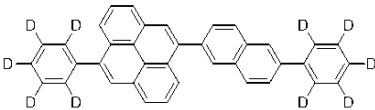
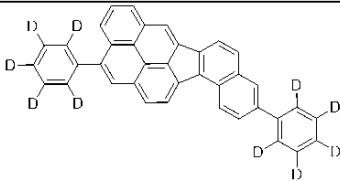
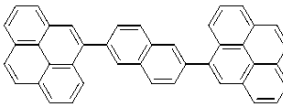
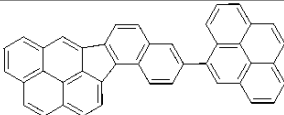
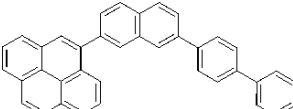
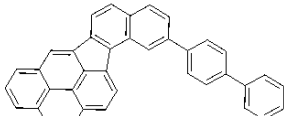
上記一般式 [3] 及び [4] において、 R_1 、 R_2 、及び R_4 乃至 R_{15} はそれぞれ独立に、水素原子、直鎖、分岐又は環状のアルキル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基から選ばれる。尚、アルキル基、アリール基、複素環基の好ましい例は、上記一般式 [1]、[2] のアルキル基、アリール基、複素環基として挙げた例と同様である。

【 0 0 4 1 】

本発明に係る第一の化合物と第二の化合物の具体例を以下に示す。しかし、本発明はこれらに限定されるものではない。

【 0 0 4 2 】

【表 4】

	第一の化合物	第二の化合物
例示A 1	 A 1-1	 A 1-2
例示A 2	 A 2-1	 A 2-2
例示A 3	 A 3-1	 A 3-2
例示A 4	 A 4-1	 A 4-2
例示A 5	 A 5-1	 A 5-2
例示A 6	 A 6-1	 A 6-2
例示A 7	 A 7-1	 A 7-2
例示A 8	 A 8-1	 A 8-2

【 0 0 4 3 】

10

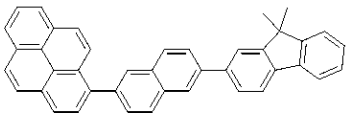
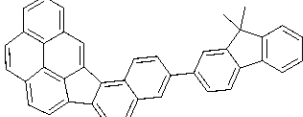
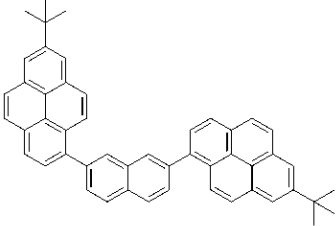
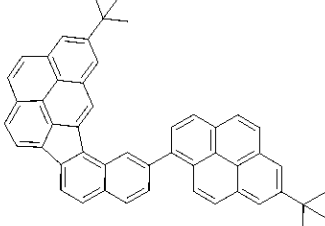
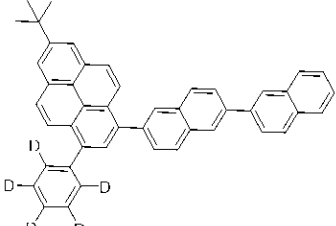
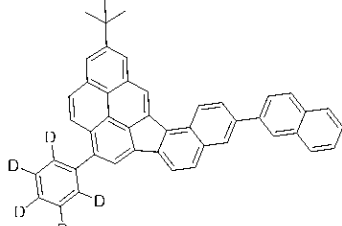
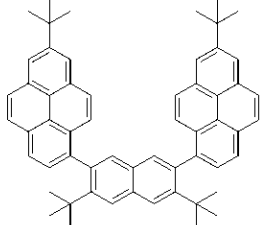
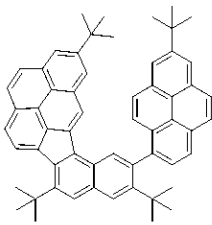
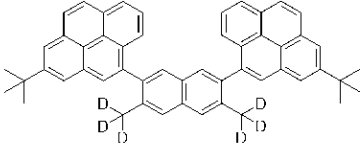
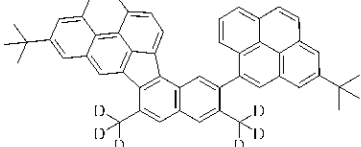
20

30

40

50

【表 5】

	第一の化合物	第二の化合物
例示 B 1	 B 1-1	 B 1-2
例示 B 2	 B 2-1	 B 2-2
例示 B 3	 B 3-1	 B 3-2
例示 B 4	 B 4-1	 B 4-2
例示 B 5	 B 5-1	 B 5-2

【 0 0 4 4 】

10

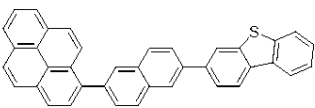
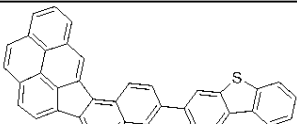
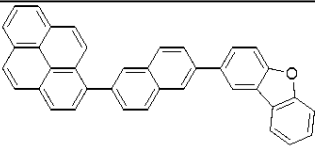
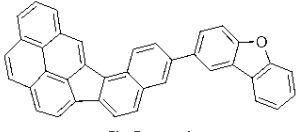
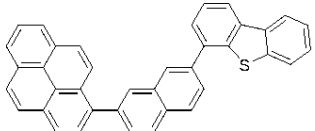
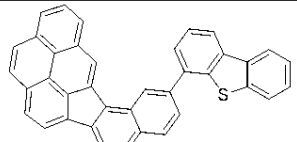
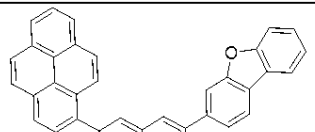
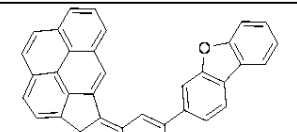
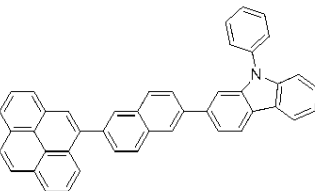
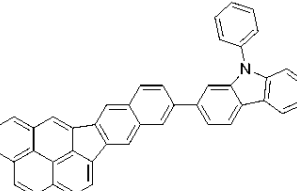
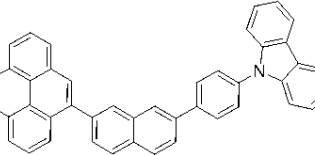
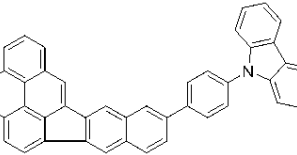
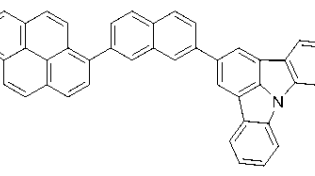
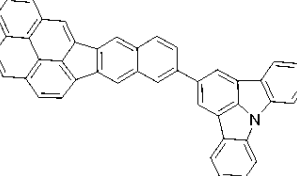
20

30

40

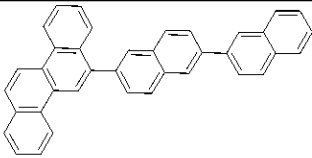
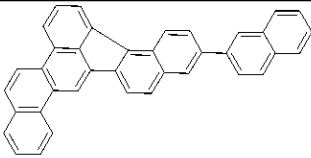
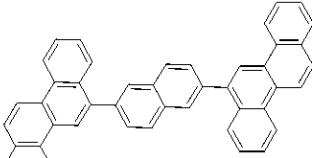
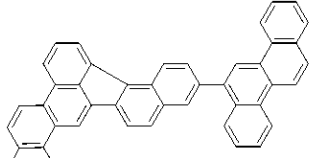
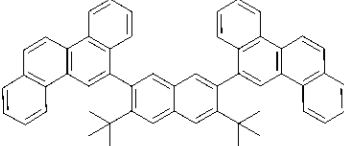
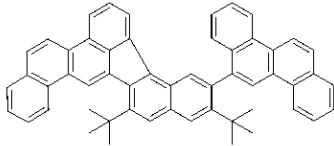
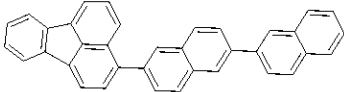
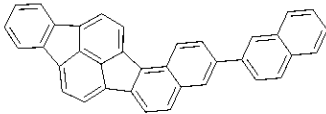
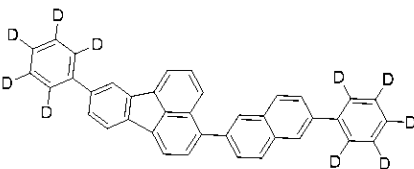
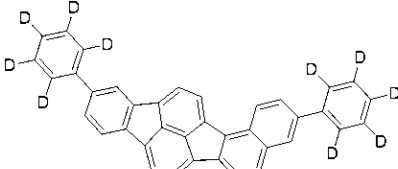
50

【表 6】

	第一の化合物	第二の化合物
例示C 1	 C 1-1	 C 1-2
例示C 2	 C 2-1	 C 2-1
例示C 3	 C 3-1	 C 3-2
例示C 4	 C 4-1	 C 4-2
例示C 5	 C 5-1	 C 5-2
例示C 6	 C 6-1	 C 6-2
例示C 7	 C 7-1	 C 7-2

【 0 0 4 5 】

【表 7】

	第一の化合物	第二の化合物
例示D 1	 D 1-1	 D 1-2
例示D 2	 D 2-1	 D 2-2
例示D 3	 D 3-1	 D 3-2
例示E 1	 E 1-1	 E 1-2
例示E 2	 E 2-1	 E 2-2

【 0 0 4 6 】

10

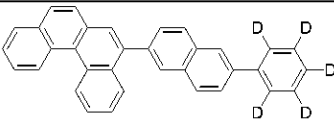
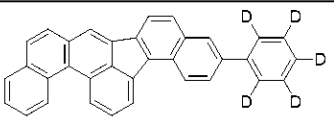
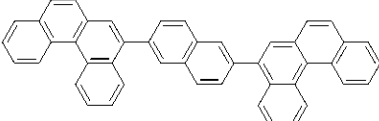
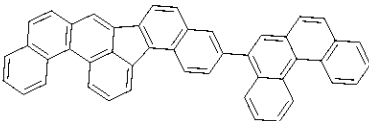
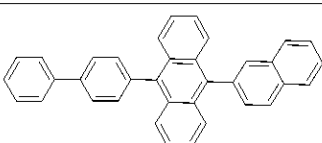
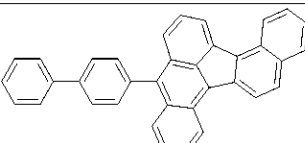
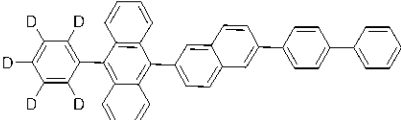
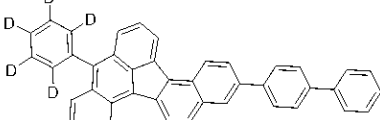
20

30

40

50

【表 8】

	第一の化合物	第二の化合物
例示 F 1	 F 1-1	 F 1-2
例示 F 2	 F 2-1	 F 2-2
例示 G 1	 G 1-1	 G 1-2
例示 G 2	 G 2-1	 G 2-2

【0047】

上記例示化合物のうち、A群に属する例示化合物は、一般式〔1〕及び一般式〔2〕のAr1がピレン基であり、且つsp³（sp³混成軌道）炭素を有さない化合物であり、正孔及び電子に対する安定性に優れる有機化合物である。

上記例示化合物のうち、B群に属する例示化合物は、一般式〔1〕及び一般式〔2〕のAr1がピレン基であり、且つ、置換基としてアルキル基を有する化合物であり、昇華性に優れる。また、係る例示化合物を発光層に含む有機発光素子の低電圧化も可能である。

上記例示化合物のうち、C群に属する例示化合物は、一般式〔1〕及び一般式〔2〕のAr1がピレン基であり、且つ、ヘテロ原子を縮合環に有する化合物であり、電荷輸送性に優れる。

【0048】

上記例示化合物のうち、D群に属する例示化合物は、一般式〔1〕及び一般式〔2〕のAr1がクリセン基であり、耐熱性に優れる。

上記例示化合物のうち、E群に属する例示化合物は、一般式〔1〕及び一般式〔2〕のAr1がフルオランテン基であり、電子受容性に優れる。

上記例示化合物のうち、F群に属する例示化合物は、一般式〔1〕及び一般式〔2〕のAr1がベンゾフェナントレン基であり、耐熱性に優れる。

上記例示化合物のうち、G群に属する例示化合物は、一般式〔1〕及び一般式〔2〕のAr1がアントラセン基であり、電荷輸送性に優れる。

【0049】

本実施形態に係る有機発光素子は、一対の電極である陽極と陰極と、これら電極間に配置される有機化合物層と、を少なくとも有する。本実施形態の有機発光素子において、有機化合物層は発光層を有していれば単層であってもよいし複数層からなる積層体であってもよい。ここで複層とは発光層と別の発光層とが積層している状態を意味する。積層は、電極から電極の方向へ有機化合物層が重なっていることを示す。

【0050】

ここで有機化合物層が複数層からなる積層体である場合、有機化合物層は、発光層の他

に、正孔注入層、正孔輸送層、電子阻止層、正孔阻止層、電子輸送層、電子注入層等を有してもよい。また発光層は、単層であってもよいし、複数層からなる積層体であってもよい。有機化合物層が複数層である場合、陽極側から、正孔注入層、正孔輸送層、電子阻止層、発光層、正孔阻止層、電子輸送層、電子注入層であってよい。

【0051】

電子阻止層は、発光層よりもLUMO準位が高いことが好ましい。発光層から陽極側へ電子が移動するのを抑制するためである。尚、HOMO、LUMOは、それぞれ最高被占軌道、最低空軌道であり、それぞれのエネルギー準位をHOMO準位、LUMO準位と記す。尚、HOMO準位、LUMO準位はそれぞれ、HOMO、LUMOと記す場合もある。HOMO準位、LUMO準位が高いとは、より真空準位に近い状態を示す。HOMO準位が高いは、HOMO準位が浅いとも呼ばれる。LUMO準位についても同様である。

10

【0052】

本実施形態に係る有機発光素子の有機化合物層は、少なくとも一層に一般式〔1〕で表される第一の化合物及び一般式〔2〕で表される第二の化合物が含まれている。具体的には、第一及び第二の化合物は、上述した発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子阻止層、正孔阻止層、電子輸送層、電子注入層等のいずれかに含まれている。第一及び第二の化合物は、好ましくは、発光層に含まれる。

【0053】

本実施形態の有機発光素子において、第一及び第二の化合物が発光層に含まれる場合、第三の化合物として、発光材料を含む。具体的には、第一の化合物がホスト、第二の化合物がアシスト、第三の化合物がゲストである。第一及び第二の化合物と発光材料を含む発光層に加えて、第二の発光層を有していても良く、該第二の発光層は、陽極側に配置することが好ましい。

20

【0054】

ここでホストとは、発光層を構成する化合物の中で質量比が最も大きい化合物である。またゲストとは、発光層を構成する化合物の中で質量比がホストよりも小さい化合物であって、主たる発光を担う化合物である。ゲストは、ドーパントと呼ばれることもある。またアシストとは、発光層を構成する化合物の中で質量比がホストよりも小さく、ゲストの発光を補助する化合物である。尚、アシストは、第2のホストとも呼ばれている。第一の化合物をホストとし、第二の化合物をアシストとして用いる場合、第一の化合物と第二の化合物との合計を100質量%として、第二の化合物の含有量が0より多く、0.2質量%未満、好ましくは0.1質量%未満が好ましい。

30

また、発光層中における、第一の化合物と第二の化合物の含有量は、第一の化合物と第二の化合物との合計が、発光層中に80重量%以上99重量%以下であることが好ましい。

【0055】

本発明者等は種々の検討を行い、一般式〔1〕で表される第一の化合物と一般式〔2〕で表される第二の化合物とを併用して有機発光素子の有機化合物層に用いた場合、耐久性が高い素子が得られることを見出した。有機化合物層は、発光層を有しており、この発光層は複数の発光色を有する発光材料を含んでよい。また、複数の発光色を組み合わせることで、発光素子として、白色発光させることも可能である。

40

【0056】

本実施形態に係る有機発光素子の構成は上記した構成に限定されるものではない。例えば、電極と有機化合物層界面に絶縁性層を設ける、接着層或いは干渉層を設ける、電子輸送層もしくは正孔輸送層がイオン化ポテンシャルの異なる二層から構成される多様な層構成をとることができる。

【0057】

有機発光素子の光取り出し構成は、基板と逆側の電極から光を取り出すトップエミッション方式でも、基板側から光を取り出すボトムエミッション方式でもよく、両面取り出しの構成でも使用することができる。基板側から光を取り出す場合には、基板、及び該基板

50

側の電極は、光透過性であることが好ましい。基板と逆側から光を取り出す場合には、基板と逆側の電極は光透過性であることが好ましい。

【0058】

本実施形態に係る有機発光素子は、一般式〔1〕で表される第一の化合物と一般式〔2〕で表される第二の化合物以外にも、必要に応じて従来公知の化合物を共に用いることができる。従来化合物とは具体的には、低分子系及び高分子系の正孔注入性化合物或いは正孔輸送性化合物、ホストとなる化合物、発光材料、電子注入性化合物或いは電子輸送性化合物等である。以下にこれらの化合物例を挙げる。

【0059】

正孔注入輸送性材料としては、陽極からの正孔の注入を容易にして、且つ注入された正孔を発光層へ輸送できるように正孔移動度が高い材料が好ましい。また有機発光素子中において結晶化等の膜質の劣化を抑制するために、ガラス転移点温度が高い材料が好ましい。

10

正孔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、アリールカルバゾール誘導体、フェニレンジアミン誘導体、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、ポリ（ビニルカルバゾール）、ポリ（チオフェン）、その他導電性高分子が挙げられる。さらに上記の正孔注入輸送性材料は、電子阻止層にも好適に使用される。

以下に、正孔注入輸送性材料として用いられる化合物の具体例を示すが、もちろんこれらに限定されるものではない。

20

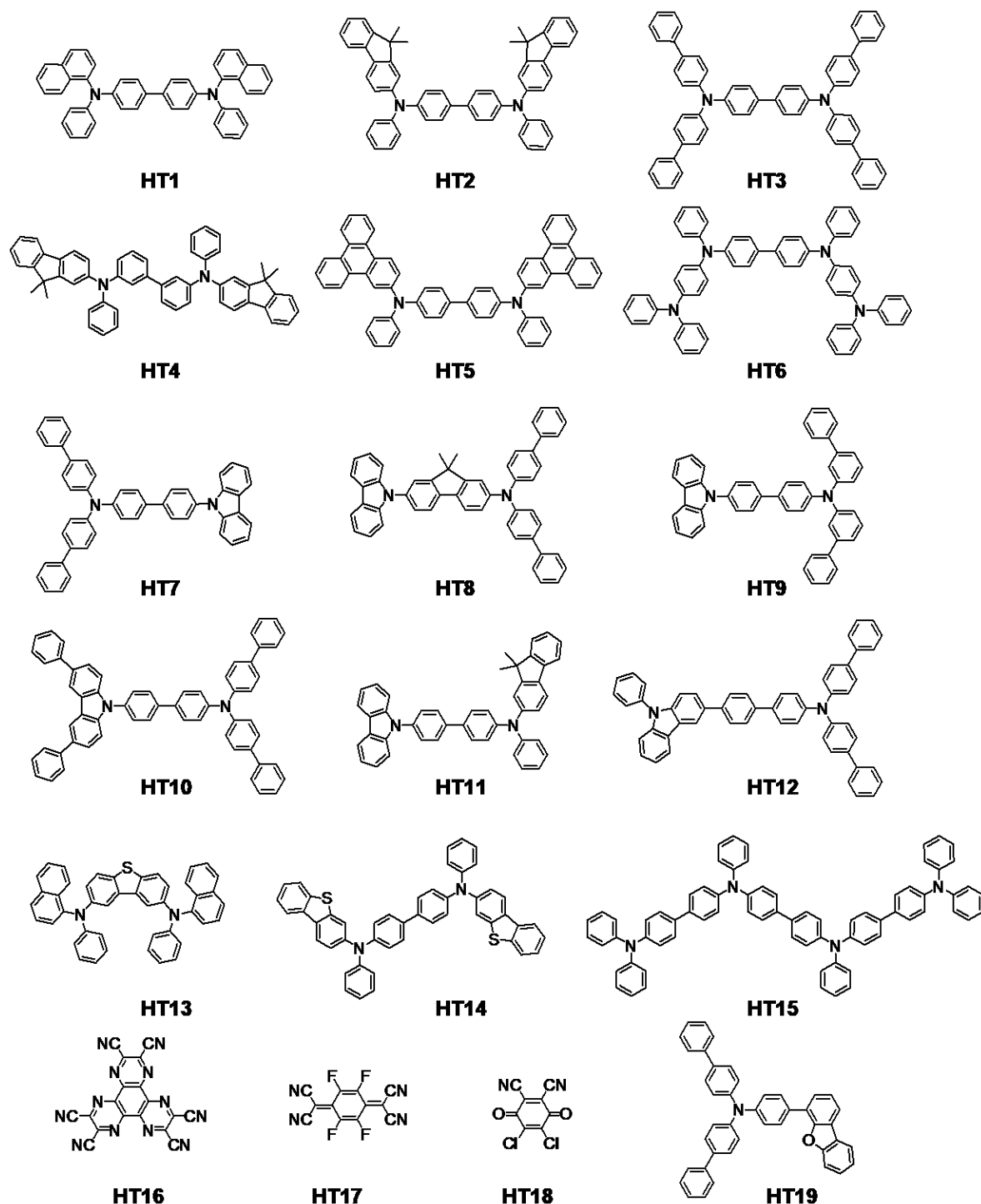
【0060】

30

40

50

【化 5】



10

20

30

40

50

【0061】

上記に挙げた中でも、HT16乃至HT18は、陽極に接する層に用いることで駆動電圧を低減することができる。HT16は広く有機発光素子に用いられている。HT16に隣接する有機化合物層に、HT2、HT3、HT10、HT12を用いてよい。また、一つの有機化合物層に複数の材料を用いてもよい。例えば、HT2とHT4、HT3とHT10、HT8とHT9、の組み合わせを用いてよい。

【0062】

主に発光機能に関わる発光材料としては、縮環化合物（例えばフルオレン誘導体、ナフタレン誘導体、ピレン誘導体、ペリレン誘導体、テトラセン誘導体、アントラセン化合物、ルブレン等）、キナクリドン誘導体、クマリン誘導体、スチルベン誘導体、トリス（8-キノリノラート）アルミニウム等の有機アルミニウム錯体、イリジウム錯体、白金錯体

、レニウム錯体、銅錯体、ユーロピウム錯体、ルテニウム錯体、及びポリ（フェニレンビニレン）誘導体、ポリ（フルオレン）誘導体、ポリ（フェニレン）誘導体等の高分子誘導体が挙げられる。ここで、誘導体とは構造中にその骨格を見出すことができる化合物である。例えば、下記のBD3はフルオレン誘導体とすることができる。また、BD6、BD7、GD4、RD1はフルオランテン誘導体とすることができる。GD1、GD2、GD3はアントラセン誘導体とすることができる。GD4は、アントラセン誘導体であると共にピレン誘導体である。中でも、フルオランテン誘導体、アントラセン誘導体、ピレン誘導体が好ましい。発光材料を複数種類用いる場合は、発光材料が、いずれもフルオランテン誘導体、アントラセン誘導体又はピレン誘導体であることが好ましい。

以下に、発光材料として用いられる化合物の具体例を示すが、もちろんこれらに限定されるものではない。

10

【0063】

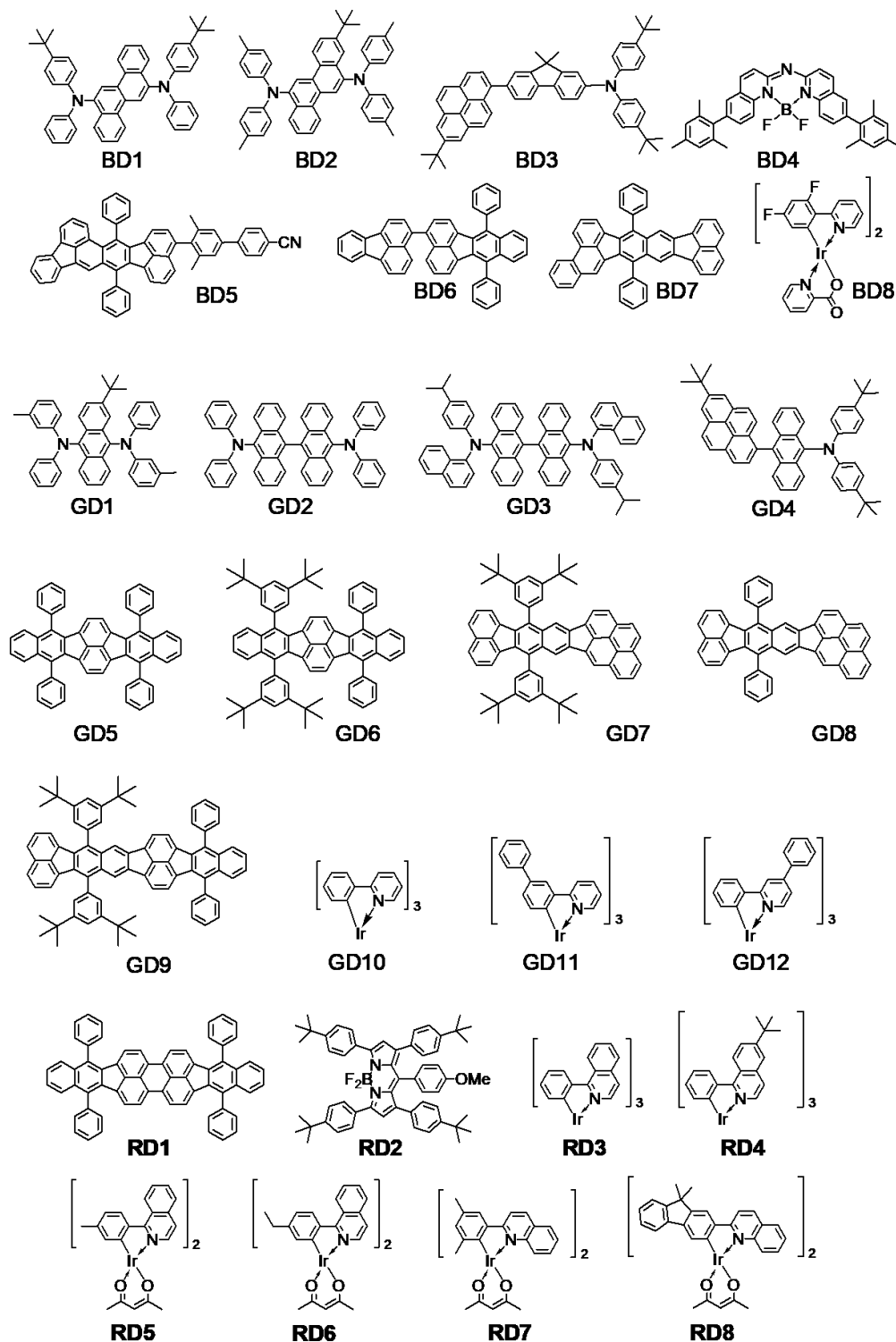
20

30

40

50

【化 6】



10

20

30

40

【0064】

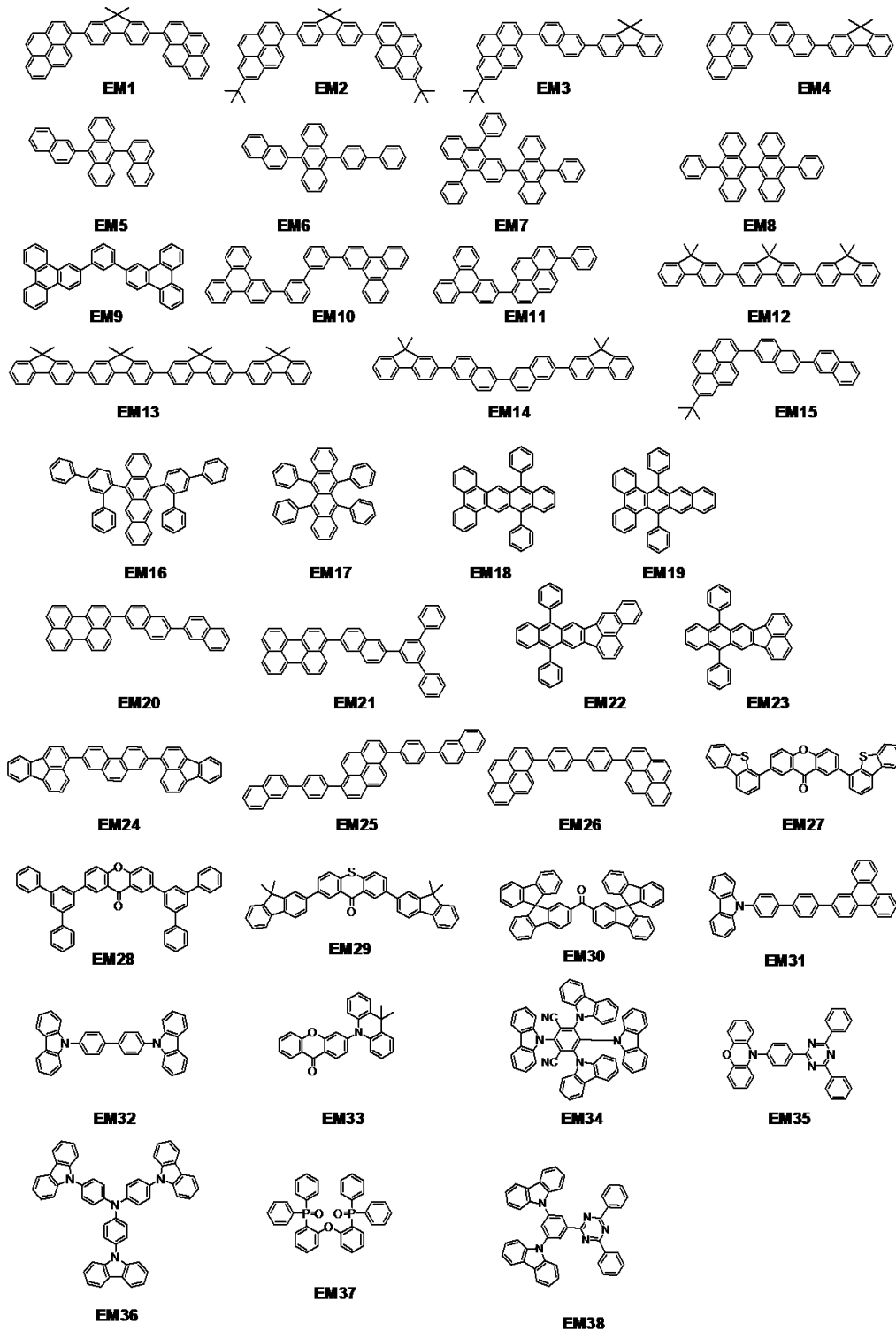
発光層に含まれるホスト、アシストとしては、カルバゾール誘導体、ジベンゾフラン誘導体、ジベンゾチオフェン誘導体、トリス（8-キノリノラート）アルミニウム等の有機アルミニウム錯体、有機ベリリウム錯体等が挙げられる。また、これらの化合物は、正孔阻止層にも好適に使用される。

以下、発光層のホストとして用いられる化合物の具体例を示すが、これらに限定されるものではない。

【0065】

50

【化 7】



10

20

30

40

【0066】

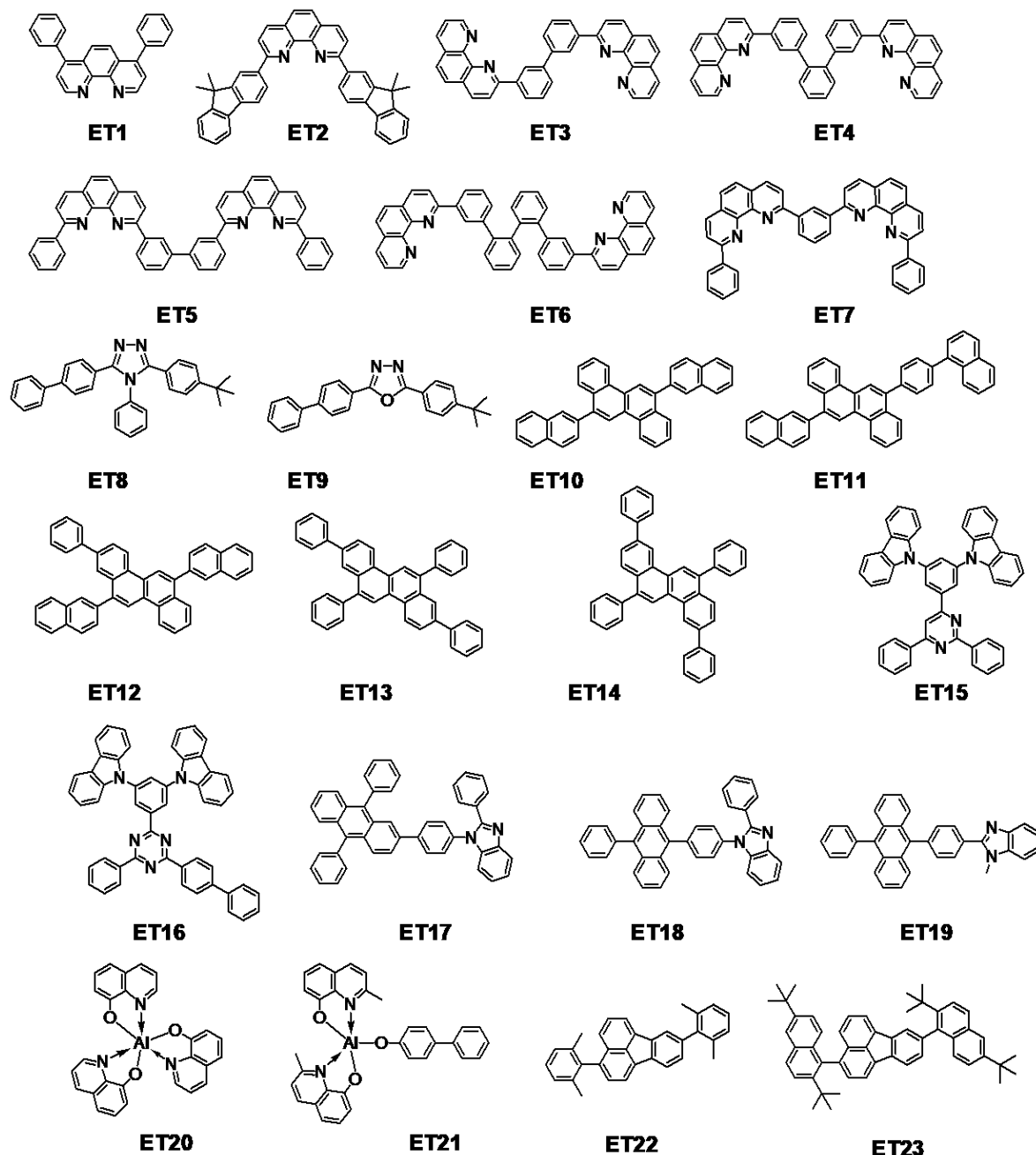
電子輸送性材料としては、陰極から注入された電子を発光層へ輸送することができるものから任意に選ぶことができ、正孔輸送性材料の正孔移動度とのバランス等を考慮して選択される。電子輸送性能を有する材料としては、オキサジアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、ピラジン誘導体、トリアゾール誘導体、トリアジン誘導体、キノリン誘導体、キノキサリン誘導体、フェナントロリン誘導体、有機アルミニウム錯体、縮環化合物（例えばフルオレン誘導体、ナフタレン誘導体、クリセン誘導体、アントラセン誘導体等）が挙げられる。さらに上記の電子輸送性材料は、正孔阻止層にも好適に使用される。以下に、電子輸送性材料として用いられる化合物の具体例を示すが、もちろんこれらに限定される

50

ものではない。

【0067】

【化8】



10

20

30

【0068】

電子注入性材料としては、陰極からの電子注入が容易に可能なものから任意に選ぶことができ、正孔注入性とのバランス等を考慮して選択される。有機化合物としてn型ドーパント及び還元性ドーパントも含まれる。例えば、フッ化リチウム等のアルカリ金属を含む化合物、リチウムキノリノール等のリチウム錯体、ベンゾイミダゾリデン誘導体、イミダゾリデン誘導体、フルバレン誘導体、アクリジン誘導体が挙げられる。

40

【0069】

<有機発光素子の構成>

有機発光素子は、基板の上に、絶縁層、第一電極、有機化合物層、第二電極を形成して設けられる。第二電極の上には、保護層、カラーフィルタ、マイクロレンズ等を設けてよい。カラーフィルタを設ける場合は、保護層との間に平坦化層を設けてよい。平坦化層はアクリル樹脂等で構成することができる。カラーフィルタとマイクロレンズとの間におい

50

て、平坦化層を設ける場合も同様である。

【0070】

〔基板〕

基板は、石英、ガラス、シリコンウエハ、樹脂、金属等が挙げられる。また、基板上には、トランジスタなどのスイッチング素子や配線を備え、その上に絶縁層を備えてもよい。絶縁層としては、第一電極との間に配線が形成可能なように、コンタクトホールを形成可能で、且つ接続しない配線との絶縁を確保できれば、材料は問わない。例えば、ポリイミド等の樹脂、酸化シリコン、窒化シリコンなどを用いることができる。

【0071】

〔電極〕

電極は、一对の電極を用いることができる。一对の電極は、陽極と陰極であってよい。有機発光素子が発光する方向に電界を印加する場合に、電位が高い電極が陽極であり、他方が陰極である。また、発光層に正孔を供給する電極が陽極であり、電子を供給する電極が陰極であるということもできる。

【0072】

陽極の構成材料としては仕事関数になるべく大きいものが良い。例えば、金、白金、銀、銅、ニッケル、パラジウム、コバルト、セレン、バナジウム、タングステン、等の金属単体やこれらを含む混合物、或いはこれらを組み合わせた合金、酸化錫、酸化亜鉛、酸化インジウム、酸化錫インジウム（ITO）、酸化亜鉛インジウム等の金属酸化物が使用できる。またポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン等の導電性ポリマーも使用できる。

これらの電極物質は一種類を単独で使用してもよいし、二種類以上を併用して使用してもよい。また、陽極は一層で構成されていてもよく、複数の層で構成されていてもよい。

【0073】

反射電極として用いる場合には、例えばクロム、アルミニウム、銀、チタン、タングステン、モリブデン、又はこれらの合金、積層したものなどを用いることができる。上記の材料にて、電極としての役割を有さない、反射膜として機能することも可能である。また、透明電極として用いる場合には、酸化インジウム錫（ITO）、酸化インジウム亜鉛などの酸化物透明導電層などを用いることができるが、これらに限定されるものではない。電極の形成には、フォトリソグラフィ技術を用いることができる。

【0074】

陰極の構成材料としては仕事関数の小さなものがよい。例えばリチウム等のアルカリ金属、カルシウム等のアルカリ土類金属、アルミニウム、チタニウム、マンガン、銀、鉛、クロム等の金属単体又はこれらを含む混合物が挙げられる。或いはこれら金属単体を組み合わせた合金も使用することができる。例えばマグネシウム－銀、アルミニウム－リチウム、アルミニウム－マグネシウム、銀－銅、亜鉛－銀等が使用できる。酸化錫インジウム（ITO）等の金属酸化物の利用も可能である。これらの電極物質は一種類を単独で使用してもよいし、二種類以上を併用して使用してもよい。また陰極は一層構成でもよく、多層構成でもよい。中でも銀を用いることが好ましく、銀の凝集を低減するため、銀合金とすることがさらに好ましい。銀の凝集が低減できれば、合金の比率は問わない。例えば、銀：他の金属が、1：1、3：1等であってよい。

【0075】

陰極は、ITOなどの酸化物導電層を使用してトップエミッション素子としてもよいし、アルミニウム（Al）などの反射電極を使用してボトムエミッション素子としてもよいし、特に限定されない。陰極の形成方法としては、特に限定されないが、直流及び交流スパッタリング法などを用いると、膜のカバレッジがよく、抵抗を下げやすいためより好ましい。

【0076】

〔有機化合物層〕

有機化合物層は、少なくとも発光層を有し、該発光層以外に、陽極側に正孔注入層、正

10

20

30

40

50

孔輸送層、電子ブロッキング層を、陰極側に正孔ブロッキング層、電子輸送層、電子注入層等を必要に応じて適宜選択して有していても良い。有機化合物層は、主に有機化合物で構成されるが、無機原子、無機化合物を含んでいてもよい。例えば、銅、リチウム、マグネシウム、アルミニウム、イリジウム、白金、モリブデン、亜鉛等を有してよい。

【0077】

本発明の一実施形態に係る有機発光素子を構成する有機化合物層は、真空蒸着法、イオン化蒸着法、スパッタリング、プラズマ等のドライプロセスを用いることができる。またドライプロセスに代えて、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）により層を形成するウェットプロセスを用いることもできる。

10

ここで真空蒸着法や溶液塗布法等によって層を形成すると、結晶化等が起こりにくく経時安定性に優れる。また塗布法で成膜する場合は、適当なバインダー樹脂と組み合わせて膜を形成することもできる。

【0078】

上記バインダー樹脂としては、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、ABS樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、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、これらバインダー樹脂は、ホモポリマー又は共重合体として一種類を単独で使用してもよいし、二種類以上を混合して使用してもよい。さらに必要に応じて、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よい。

20

【0079】

〔保護層〕

第二電極の上に、保護層を設けてもよい。例えば、第二電極上に吸湿剤を設けたガラスを接着することで、有機化合物層に対する水等の浸入を低減し、表示不良の発生を低減することができる。また、別の実施形態としては、第二電極上に窒化ケイ素等のパッシベーション膜を設け、有機化合物層に対する水等の浸入を低減してもよい。例えば、第二電極を形成後に真空を破らずに別のチャンバーに搬送し、CVD法で厚さ2 μm の窒化ケイ素膜を形成することで、保護層としてもよい。CVD法の成膜の後で原子堆積法（ALD法）を用いた保護層を設けてもよい。ALD法による膜の材料は限定されないが、窒化ケイ素、酸化ケイ素、酸化アルミニウム等であってよい。ALD法で形成した膜の上に、さらにCVD法で窒化ケイ素を形成してよい。ALD法による膜は、CVD法で形成した膜よりも小さい膜厚であってよい。具体的には、50%以下、さらには、10%以下であってよい。

30

【0080】

〔カラーフィルタ〕

保護層の上にカラーフィルタを設けてもよい。例えば、有機発光素子のサイズを考慮したカラーフィルタを別の基板上に設け、それと有機発光素子を設けた基板とを貼り合わせてもよいし、上記で示した保護層上にフォトリソグラフィ技術を用いて、カラーフィルタをパターンニングしてもよい。カラーフィルタは、高分子で構成されてよい。

40

【0081】

〔平坦化層〕

カラーフィルタと保護層との間に平坦化層を有してもよい。平坦化層は、下の層の凹凸を低減する目的で設けられる。目的を制限せずに、材質樹脂層と呼ばれる場合もある。平坦化層は有機化合物で構成されてよく、低分子であっても、高分子であってもよいが、高分子であることが好ましい。

平坦化層は、カラーフィルタの上下に設けられてもよく、その構成材料は同じであっても異なってもよい。具体的には、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、ABS樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、尿素樹脂等が挙げられる。

50

【0082】

〔マイクロレンズ〕

有機発光素子、又は有機発光素子を有する発光装置は、その光出射側にマイクロレンズ等の光学部材を有してよい。マイクロレンズは、アクリル樹脂、エポキシ樹脂等で構成される。マイクロレンズは、有機発光素子又は発光装置から取り出す光量の増加、取り出す光の方向の制御を目的としてよい。マイクロレンズは、半球の形状を有してよい。半球の形状を有する場合、当該半球に接する接線のうち、絶縁層と平行になる接線があり、その接線と半球との接点がマイクロレンズの頂点である。マイクロレンズの頂点は、任意の断面図においても同様に決定することができる。つまり、断面図におけるマイクロレンズの半円に接する接線のうち、絶縁層と平行になる接線があり、その接線と半円との接点がマイクロレンズの頂点である。

10

【0083】

また、マイクロレンズの中点を定義することもできる。マイクロレンズの断面において、円弧の形状が終了する点から別の円弧の形状が終了する点までの線分を仮想し、当該線分の中点がマイクロレンズの中点と呼ぶことができる。頂点、中点を判別する断面は、絶縁層に垂直な断面であってよい。

【0084】

〔対向基板〕

平坦化層の上には、対向基板を有してよい。対向基板は、前述の基板と対応する位置に設けられるため、対向基板と呼ばれる。対向基板の構成材料は、前述の基板と同じであってよい。対向基板は、前述の基板を第一基板とした場合、第二基板であってよい。

20

【0085】

〔画素回路〕

有機発光素子を有する発光装置は、有機発光素子に接続されている画素回路を有してよい。画素回路は、複数の有機発光素子をそれぞれ独立に発光制御するアクティブマトリクス型であってよい。アクティブマトリクス型の回路は電圧プログラミングであっても、電流プログラミングであってもよい。駆動回路は、画素毎に画素回路を有する。画素回路は、有機発光素子、該有機発光素子の発光輝度を制御するトランジスタ、発光タイミングを制御するトランジスタ、発光輝度を制御するトランジスタのゲート電圧を保持する容量、発光素子を介さずにGNDに接続するためのトランジスタを有してもよい。

30

【0086】

発光装置は、表示領域と、表示領域の周囲に配されている周辺領域とを有する。表示領域には画素回路を有し、周辺領域には表示制御回路を有する。画素回路を構成するトランジスタの移動度は、表示制御回路を構成するトランジスタの移動度よりも小さくてもよい。画素回路を構成するトランジスタの電流電圧特性の傾きは、表示制御回路を構成するトランジスタの電流電圧特性の傾きよりも小さくてもよい。電流電圧特性の傾きは、いわゆる $V_g - I_g$ 特性により測定できる。画素回路を構成するトランジスタは、有機発光素子に接続されているトランジスタである。

【0087】

〔画素〕

有機発光素子を有する発光装置は、複数の画素を有してもよい。画素は互いに他と異なる色を発光する副画素を有する。副画素は、例えば、それぞれRGBの発光色を有してもよい。

40

画素は、画素開口とも呼ばれる領域が発光する。この領域は第一領域と同じである。画素開口は $15\mu\text{m}$ 以下であってよく、 $5\mu\text{m}$ 以上であってよい。より具体的には、 $11\mu\text{m}$ 、 $9.5\mu\text{m}$ 、 $7.4\mu\text{m}$ 、 $6.4\mu\text{m}$ 等であってよい。副画素間は、 $10\mu\text{m}$ 以下であってよく、具体的には、 $8\mu\text{m}$ 、 $7.4\mu\text{m}$ 、 $6.4\mu\text{m}$ であってよい。

画素は、平面図において、公知の配置形態をとりうる。例えば、ストライプ配置、デルタ配置、ペンタイル配置、ベイヤー配置であってもよい。副画素の平面図における形状は、公知のいずれの形状をとってもよい。例えば、長方形、ひし形等の四角形、六角形、等

50

である。もちろん、正確な図形ではなく、長方形に近い形をしていれば、長方形に含まれる。副画素の形状と、画素配列と、を組み合わせる用いることができる。

【0088】

＜有機発光素子の用途＞

本実施形態に係る有機発光素子は、表示装置や照明装置の構成部材として用いることができる。他にも、電子写真方式の画像形成装置の露光光源や液晶表示装置のバックライト、白色光源にカラーフィルタを有する発光装置等の用途がある。

【0089】

表示装置は、エリアCCD、リニアCCD、メモリーカード等からの画像情報を入力する画像入力部を有し、入力された情報を処理する情報処理部を有し、入力された画像を表示部に表示する画像情報処理装置でもよい。表示装置は、複数の画素を有し、複数の画素の少なくとも一つが、本実施形態の有機発光素子と、該有機発光素子に接続されたトランジスタと、を有してよい。

また、撮像装置やインクジェットプリンタが有する表示部は、タッチパネル機能を有していてもよい。このタッチパネル機能の駆動方式は、赤外線方式でも、静電容量方式でも、抵抗膜方式であっても、電磁誘導方式であってもよく、特に限定されない。また表示装置はマルチファンクションプリンタの表示部に用いられてもよい。

【0090】

次に、図面を参照しながら本実施形態に係る表示装置について説明する。

図2(a)は、本実施形態に係る表示装置の構成要素である画素の一例である。画素は、副画素10を有している。副画素はその発光により、10R、10G、10Bに分けられている。発光色は、発光層から発光される波長で区別されても、副画素から出射する光がカラーフィルタ等により、選択的に透過又は色変換が行われてもよい。それぞれの副画素10は、層間絶縁層1の上に第一電極2である反射電極、第一電極2の端を覆う絶縁層3、第一電極2と絶縁層3とを覆う有機化合物層4、第二電極5である透明電極、保護層6、カラーフィルタ7を有している。8は有機発光素子である。

【0091】

層間絶縁層1は、その下層又は内部にトランジスタ、容量素子が配されていてもよい。トランジスタと第一電極2は不図示のコンタクトホール等を介して電氣的に接続されていてもよい。

絶縁層3は、バンク、画素分離膜とも呼ばれる。第一電極2の端を覆っており、第一電極2を囲って配されている。絶縁層3の配されていない部分が、有機化合物層4と接し、発光領域となる。

第二電極5は、透明電極であっても、反射電極であっても、半透過電極であってもよい。

保護層6は、有機化合物層4に水分が浸透することを低減する。保護層6は、一層のように図示されているが、複数層であってもよい。層ごとに無機化合物層、有機化合物層があってもよい。

【0092】

カラーフィルタ7は、その色により7R、7G、7Bに分けられる。カラーフィルタ7は、不図示の平坦化層上に形成されていてもよい。また、カラーフィルタ7上に不図示の樹脂保護層を有していてもよい。また、カラーフィルタ7は、保護層6上に形成されていてもよい。又はガラス基板等の対向基板上に設けられた後に、貼り合わせられていてもよい。

【0093】

図2(b)は、有機発光素子と該有機発光素子に接続されるトランジスタとを有する表示装置の例を示す断面模式図である。有機発光素子26とトランジスタの一例としてTFT(薄膜トランジスタ)18を有する。ガラス、シリコン等の基板11とその上部に絶縁層12が設けられている。絶縁層12の上には、TFT18等の能動素子が配されており、能動素子のゲート電極13、ゲート絶縁膜14、半導体層15が配置されている。TFT

TFT18は、他にもドレイン電極16とソース電極17とで構成されている。TFT18の上部には絶縁膜19が設けられている。絶縁膜19に設けられたコンタクトホール20を介して有機発光素子26を構成する陽極21とソース電極17とが接続されている。

【0094】

尚、有機発光素子26に含まれる電極（陽極21、陰極23）とTFT18に含まれる電極（ソース電極17、ドレイン電極16）との電気接続の方式は、図2（b）に示される態様に限られるものではない。つまり陽極21又は陰極23のうちいずれか一方とTFT18のソース電極17又はドレイン電極16のいずれか一方とが電気接続されていればよい。

【0095】

図2（b）の表示装置では有機化合物層22を1つの層の如く図示をしているが、有機化合物層22は、複数層であってもよい。陰極23の上には有機発光素子26の劣化を低減するための第一の保護層24や第二の保護層25が設けられている。

また図2（b）の表示装置に使用されるトランジスタは、単結晶シリコンウエハを用いたトランジスタに限らず、基板の絶縁性表面上に活性層を有する薄膜トランジスタでもよい。活性層として、単結晶シリコン、アモルファスシリコン、微結晶シリコンなどの非単結晶シリコン、インジウム亜鉛酸化物、インジウムガリウム亜鉛酸化物等の非単結晶酸化物半導体が挙げられる。

【0096】

図2（b）の表示装置に含まれるトランジスタは、Si基板等の基板内に形成されていてもよい。ここで基板内に形成されるとは、Si基板等の基板自体を加工してトランジスタを作製することを意味する。つまり、基板内にトランジスタを有することは、基板とトランジスタとが一体に形成されていると見ることもできる。

【0097】

本実施形態に係る有機発光素子26はスイッチング素子の一例であるTFTにより発光輝度が制御され、有機発光素子26を複数面内に設けることでそれぞれの発光輝度により画像を表示することができる。尚、本実施形態に係るスイッチング素子は、TFTに限らず、低温ポリシリコンで形成されているトランジスタ、Si基板等の基板上に形成されたアクティブマトリクスドライバであってもよい。基板上とは、その基板内ということもできる。基板内にトランジスタを設けるか、TFTを用いるかは、表示部の大きさによって選択され、例えば0.5インチ程度の大きさであれば、Si基板上に有機発光素子を設けることが好ましい。

【0098】

図3は、本実施形態に係る表示装置の一例を表す模式図である。表示装置1000は、上部カバー1001と下部カバー1009との間に、タッチパネル1003、表示パネル1005、フレーム1006、回路基板1007、バッテリー1008を有している。タッチパネル1003及び表示パネルには、フレキシブルプリント回路FPC1002、1004が接続されている。回路基板1007には、トランジスタがプリントされている。バッテリー1008は、表示装置が携帯機器でなければ、設けなくてもよいし、携帯機器であっても、別の位置に設けてもよい。

【0099】

本実施形態に係る表示装置は、赤色、緑色、青色を有するカラーフィルタを有していてもよい。カラーフィルタは、当該赤色、緑色、青色がデルタ配列で配置されていてもよい。

本実施形態に係る表示装置は、携帯端末の表示部に用いられてもよい。その際には、表示機能と操作機能との双方を有してもよい。携帯端末としては、スマートフォン等の携帯電話、タブレット、ヘッドマウントディスプレイ等が挙げられる。

本実施形態に係る表示装置は、複数のレンズを有する光学部と、当該光学部を通過した光を受光する撮像素子とを有する撮像装置の表示部に用いられてもよい。撮像装置は、撮像素子が取得した情報を表示する表示部を有してよい。また、表示部は、撮像装置の外部

10

20

30

40

50

に露出した表示部であっても、ファインダ内に配置された表示部であってもよい。撮像装置は、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラであってもよい。

【0100】

図4(a)は、本実施形態に係る撮像装置の一例を表す模式図である。撮像装置1100は、ビューファインダ1101、背面ディスプレイ1102、操作部1103、筐体1104を有してもよい。ビューファインダ1101は、本実施形態に係る表示装置を有する。その場合、表示装置は、撮像する画像のみならず、環境情報、撮像指示等を表示してもよい。環境情報には、外光の強度、外光の向き、被写体の動く速度、被写体が遮蔽物に遮蔽される可能性等であってもよい。

【0101】

撮像に好適なタイミングはわずかな時間なので、少しでも早く情報を表示した方がよい。従って、本実施形態の有機発光素子を用いた表示装置を用いる。有機発光素子は応答速度が速いからである。有機発光素子を用いた表示装置は、表示速度が求められる、これらの装置、液晶表示装置よりも好適に用いることができる。

【0102】

撮像装置1100は、不図示の光学部を有する。光学部は複数のレンズを有し、筐体1104内に收容されている撮像素子に結像する。複数のレンズは、その相対位置を調整することで、焦点を調整することができる。この操作を自動で行うこともできる。撮像装置は光電変換装置と呼ばれてもよい。光電変換装置は逐次撮像するのではなく、前画像からの差分を検出する方法、常に記録されている画像から切り出す方法等を撮像の方法として含むことができる。

【0103】

図4(b)は、本実施形態に係る電子機器の一例を表す模式図である。電子機器1200は、表示部1201と、操作部1202と、筐体1203を有する。筐体1203には、回路、当該回路を有するプリント基板、バッテリー、通信部、を有していてもよい。操作部1202は、ボタンであってもよいし、タッチパネル方式の反応部であってもよい。操作部1202は、指紋を認識してロックの解除等を行う、生体認識部であってもよい。通信部を有する電子機器は通信機器ということもできる。電子機器1200は、レンズと、撮像素子とを備えることでカメラ機能をさらに有していてもよい。カメラ機能により撮像された画像が表示部1201に映される。電子機器1200としては、スマートフォン、ノートパソコン等が挙げられる。

【0104】

図5は、本実施形態に係る表示装置の一例を表す模式図である。図5(a)は、テレビモニタやPCモニタ等の表示装置である。表示装置1300は、額縁1301を有し表示部1302を有する。表示部1302には、本実施形態に係る有機発光素子が用いられている。額縁1301と、表示部1302を支える土台1303を有している。土台1303は、図5(a)の形態に限られない。額縁1301の下辺が土台を兼ねてもよい。また、額縁1301及び表示部1302は、曲がっていてもよい。その曲率半径は、5000mm以上6000mm以下であってもよい。

【0105】

図5(b)は本実施形態に係る表示装置の他の例を表す模式図である。図5(b)の表示装置1310は、折り曲げ可能に構成されており、いわゆるフォルダブルな表示装置である。表示装置1310は、第一表示部1311、第二表示部1312、筐体1313、屈曲点1314を有する。第一表示部1311と第二表示部1312とは、本実施形態に係る有機発光素子を有している。第一表示部1311と第二表示部1312とは、つながりのない1枚の表示装置であってもよい。第一表示部1311と第二表示部1312とは、屈曲点で分けることができる。第一表示部1311、第二表示部1312は、それぞれ異なる画像を表示してもよいし、第一及び第二表示部とで一つの画像を表示してもよい。

【0106】

図6(a)は、本実施形態に係る照明装置の一例を表す模式図である。照明装置140

10

20

30

40

50

0は、筐体1401と、光源1402と、回路基板1403と、光源1402が発する光を透過する光学フィルタ1404と光拡散部1405と、を有していてもよい。光源1402は、本実施形態に係る有機発光素子を有している。光学フィルタ1404は光源の演色性を向上させるフィルタであってもよい。光拡散部1405は、ライトアップ等、光源の光を効果的に拡散し、広い範囲に光を届けることができる。光学フィルタ1404、光拡散部1405は、照明の光出射側に設けられていてもよい。必要に応じて、最外部にカバーを設けてもよい。

【0107】

照明装置は例えば室内を照明する装置である。照明装置は白色、昼白色、その他青から赤のいずれの色を発光するものであってよい。それらを調光する調光回路を有していてもよい。照明装置は本実施形態の有機発光素子を有し、さらに該有機発光素子に接続される電源回路を有していてもよい。電源回路は、交流電圧を直流電圧に変換する回路である。また、白とは色温度が4200Kで昼白色とは色温度が5000Kである。照明装置はカラーフィルタを有していてもよい。

また、本実施形態に係る照明装置は、放熱部を有していてもよい。放熱部は装置内の熱を装置外へ放出するものであり、比熱の高い金属、液体シリコン等が挙げられる。

【0108】

図6(b)は、本実施形態に係る移動体の一例である自動車の模式図である。当該自動車は灯具の一例であるテールランプを有する。自動車1500は、テールランプ1501を有し、ブレーキ操作等を行った際に、テールランプを点灯する形態であってもよい。

テールランプ1501は、本実施形態に係る有機発光素子を有している。テールランプ1501は、有機発光素子を保護する保護部材を有してよい。保護部材はある程度高い強度を有し、透明であれば材料は問わないが、ポリカーボネート等で構成されることが好ましい。ポリカーボネートにフランジカルボン酸誘導体、アクリロニトリル誘導体等を混ぜてよい。

【0109】

自動車1500は、車体1503、それに取り付けられている窓1502を有してよい。窓1502は、自動車の前後を確認するための窓でなければ、透明なディスプレイであってもよい。当該透明なディスプレイは、本実施形態に係る有機発光素子を有している。この場合、有機発光素子が有する電極等の構成材料は透明な部材で構成される。

【0110】

本実施形態に係る移動体は、船舶、航空機、ドローン等であってもよい。移動体は、機体と当該機体に設けられた灯具を有していてもよい。灯具は、機体の位置を知らせるための発光をしてもよい。灯具は本実施形態に係る有機発光素子を有する。

【0111】

図7を参照して、上述の各実施形態の表示装置の適用例について説明する。表示装置は、例えばスマートグラス、HMD、スマートコンタクトのようなウェアラブルデバイスとして装着可能なシステムに適用できる。このような適用例に使用される撮像表示装置は、可視光を光電変換可能な撮像装置と、可視光を発光可能な表示装置とを有する。

【0112】

図7(a)は、本発明の一実施形態に係るウェアラブルデバイスの一例を示す模式図である。図7(a)を用いて、1つの適用例に係る眼鏡1600(スマートグラス)を説明する。眼鏡1600のレンズ1601の表面側に、CMOSセンサやSPADのような撮像装置1602が設けられている。また、レンズ1601の裏面側には、上述した各実施形態の表示装置が設けられている。

眼鏡1600は、制御装置1603をさらに備える。制御装置1603は、撮像装置1602と表示装置に電力を供給する電源として機能する。また、制御装置1603は、撮像装置1602と表示装置の動作を制御する。レンズ1601には、撮像装置1602に光を集光するための光学系が形成されている。

【0113】

図 7 (b) は、本発明の一実施形態に係るウェアラブルデバイスの他の例を示す模式図である。図 7 (b) を用いて、1つの適用例に係る眼鏡 1610 (スマートグラス) を説明する。眼鏡 1610 は、制御装置 1612 を有しており、制御装置 1612 に、図 7 (a) の撮像装置 1602 に相当する撮像装置と、表示装置が搭載される。レンズ 1611 には、制御装置 1612 内の撮像装置と、表示装置からの発光を投影するための光学系が形成されており、レンズ 1611 には画像が投影される。制御装置 1612 は、撮像装置及び表示装置に電力を供給する電源として機能すると共に、撮像装置及び表示装置の動作を制御する。

【0114】

制御装置 1612 は、装着者の視線を検知する視線検知部を有していてもよい。視線の検知は赤外線を用いてもよい。赤外発光部は、表示画像を注視しているユーザーの眼球に対して、赤外光を発する。発せられた赤外光の眼球からの反射光を、受光素子を有する撮像部が検出することで眼球の撮像画像が得られる。平面視における赤外発光部から表示部への光を低減する低減手段を有することで、画像品位の低下を低減する。赤外光の撮像により得られた眼球の撮像画像から表示画像に対するユーザーの視線を検出する。眼球の撮像画像を用いた視線検出には任意の公知の手法が適用できる。一例として、角膜での照射光の反射によるブルキニエ像に基づく視線検出方法を用いることができる。より具体的には、瞳孔角膜反射法に基づく視線検出処理が行われる。瞳孔角膜反射法を用いて、眼球の撮像画像に含まれる瞳孔の像とブルキニエ像とに基づいて、眼球の向き (回転角度) を表す視線ベクトルが算出されることにより、ユーザーの視線が検出される。

【0115】

本発明の一実施形態に係る表示装置は、受光素子を有する撮像装置を有し、撮像装置からのユーザーの視線情報に基づいて表示装置の表示画像を制御してもよい。具体的には、表示装置は、視線情報に基づいて、ユーザーが注視する第一の視界領域と、第一の視界領域以外の第二の視界領域とを決定する。第一の視界領域、第二の視界領域は、表示装置の制御装置が決定してもよいし、外部の制御装置が決定したものを受信してもよい。表示装置の表示領域において、第一の視界領域の表示解像度を第二の視界領域の表示解像度よりも高く制御してもよい。つまり、第二の視界領域の解像度を第一の視界領域よりも低くしてもよい。

【0116】

また、表示領域は、第一の表示領域、第一の表示領域とは異なる第二の表示領域とを有し、視線情報に基づいて、第一の表示領域及び第二の表示領域から優先度が高い領域が決定される。第一の視界領域、第二の視界領域は、表示装置の制御装置が決定してもよいし、外部の制御装置が決定したものを受信してもよい。優先度の高い領域の解像度を、優先度が高い領域以外の領域の解像度よりも高く制御してもよい。つまり優先度が相対的に低い領域の解像度を低くしてもよい。

【0117】

尚、第一の視界領域や優先度が高い領域の決定には、AIを用いてもよい。AIは、眼球の画像と当該画像の眼球が実際に視ていた方向とを教師データとして、眼球の画像から視線の角度、視線の先の目的物までの距離を推定するよう構成されたモデルであってもよい。AIプログラムは、表示装置が有していても、撮像装置が有していても、外部装置が有していてもよい。外部装置が有する場合は、通信を介して、表示装置に伝えられる。

視認検知に基づいて表示制御する場合、外部を撮像する撮像装置を更に有するスマートグラスに好ましく適用できる。スマートグラスは、撮像した外部情報をリアルタイムで表示することができる。

【0118】

図 8 (a) は、本発明の一実施形態に係る画像形成装置の一例を示す模式図である。画像形成装置 40 は電子写真方式の画像形成装置であり、感光体 27、露光光源 28、帯電部 30、現像部 31、転写器 32、搬送ローラー 33、定着器 35 を有する。露光光源 28 から光 29 が照射され、感光体 27 の表面に静電潜像が形成される。この露光光源 28

が本実施形態に係る有機発光素子を有する。現像部 31 はトナー等を有する。帯電部 30 は感光体 27 を帯電させる。転写器 32 は現像された画像を記録媒体 34 に転写する。搬送ローラー 33 は記録媒体 34 を搬送する。記録媒体 34 は例えば紙である。定着器 35 は記録媒体 34 に形成された画像を定着させる。

【0119】

図 8 (b) 及び図 8 (c) は、露光光源 28 を示す図であり、発光部 36 が長尺状の基板に複数配置されている様子を示す模式図である。矢印 37 は、感光体の軸に平行な方向であり、有機発光素子を有する発光部 36 が配列されている列方向を表す。この列方向は、感光体 27 が回転する軸の方向と同じである。この方向は感光体 27 の長軸方向と呼ぶこともできる。図 8 (b) は発光部 36 を感光体 27 の長軸方向に沿って配置した形態である。図 8 (c) は、図 8 (b) とは異なる形態であり、第一の列と第二の列のそれぞれにおいて発光部 36 が列方向に交互に配置されている形態である。第一の列と第二の列は行方向に異なる位置に配置されている。第一の列は、複数の発光部 36 が間隔をあけて配置されている。第二の列は、第一の列の発光部 36 同士の間隔に対応する位置に発光部 36 を有する。即ち、行方向にも、複数の発光部 36 が間隔をあけて配置されている。図 8 (c) の配置は、例えば格子状に配置されている状態、千鳥格子に配置されている状態、或いは市松模様と言い換えることもできる。

10

【0120】

以上説明した通り、本実施形態に係る有機発光素子を用いた装置を用いることにより、良好な画質で、長時間表示にも安定な表示が可能になる。

20

【0121】

〔含まれる構成〕

本実施形態の開示は、以下の構成を含む。

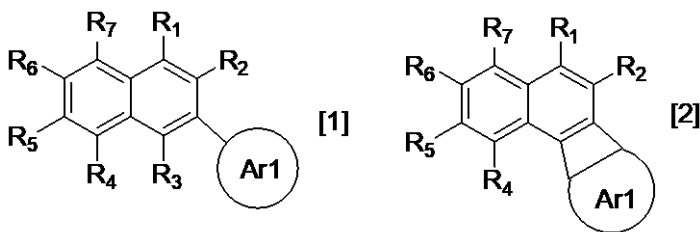
(構成 1)

第一電極、有機化合物層、第二電極、を有する有機発光素子であって、

前記有機化合物層は、少なくとも、下記一般式 [1] で表される第一の化合物及び下記一般式 [2] で表される第二の化合物を含む層を有することを特徴とする有機発光素子。

【0122】

〔化 9〕



30

(前記一般式 [1] 及び [2] において、R₁乃至 R₇はそれぞれ独立に、水素原子、重水素、直鎖、分岐又は環状の置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基から選ばれ、Ar1は置換又は無置換の3環以上の縮合多環基である。)

40

【0123】

(構成 2)

前記第一の化合物及び前記第二の化合物を含む層が発光層であることを特徴とする構成 1 に記載の有機発光素子。

(構成 3)

前記発光層は発光材料を有し、前記発光層に含有される前記第一の化合物と前記第二の化合物の合計が、80重量%以上99重量%以下であることを特徴とする構成 2 に記載の有機発光素子。

(構成 4)

前記第一の化合物、前記第二の化合物、前記発光材料のそれぞれの LUMO のエネルギー

50

一準位を $LUMO_1$ 、 $LUMO_2$ 、 $LUMO_E$ とした時、下記式 [A] を満たすことを特徴とする構成 2 又は 3 に記載の有機発光素子。

$$|LUMO_2| > |LUMO_E| > |LUMO_1| \quad [A]$$

【0124】

(構成 5)

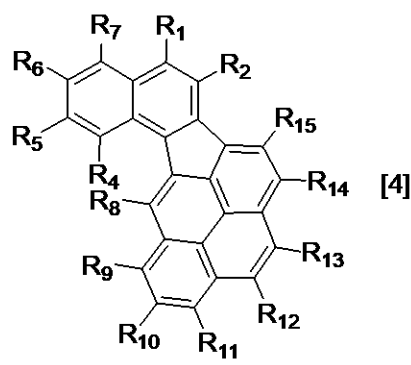
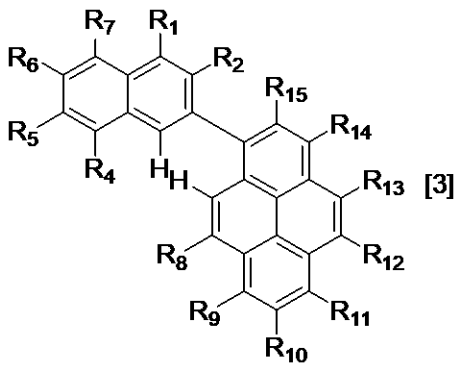
前記第一の化合物と前記第二の化合物との合計を 100 質量%として、前記第二の化合物の含有量が 0 よりも多く、0.2 質量%未満であることを特徴とする構成 1 乃至 4 のいずれかに記載の有機発光素子。

【0125】

(構成 6)

前記第一の化合物は下記一般式 [3] で、前記第二の化合物は下記一般式 [4] で、それぞれ表される化合物であることを特徴とする構成 1 乃至 5 のいずれかに記載の有機発光素子。

【化 10】



(前記一般式 [3] 及び [4] において、 R_1 、 R_2 、及び R_4 乃至 R_{15} はそれぞれ独立に、水素原子、直鎖、分岐又は環状のアルキル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基から選ばれる。)

(構成 7)

前記第一の化合物及び前記第二の化合物は、 R_5 がピレニル基又は R_6 がフルオレニル基であることを特徴とする構成 6 に記載の有機発光素子。

(構成 8)

前記第一の化合物及び前記第二の化合物は、 R_6 がナフチル基、フェニル基、ジベンゾチオフェニル基のいずれかであることを特徴とする構成 6 に記載の有機発光素子。

【0126】

(構成 9)

前記第一の化合物及び第二の化合物は、前記 Ar_1 がピレン以外の縮合多環基であることを特徴とする構成 1 乃至 5 のいずれかに記載の有機発光素子。

(構成 10)

前記第一の化合物及び前記第二の化合物は、前記 Ar_1 がフルオランテン基であることを特徴とする構成 9 に記載の有機発光素子。

(構成 11)

前記第一の化合物及び前記第二の化合物は、前記 Ar_1 がアントラセン基であることを特徴とする構成 9 に記載の有機発光素子。

【0127】

(構成 12)

前記発光層を第一の発光層として、前記第一の発光層と積層して配置される第二の発光層をさらに有し、前記第一の発光層と前記第二の発光層とは、発光色が互いに異なることを特徴とする構成 1 乃至 11 のいずれかに記載の有機発光素子。

【0128】

10

20

30

40

50

(構成 1 3)

複数の画素を有し、前記複数の画素の少なくとも一つが、構成 1 乃至 1 2 のいずれかに記載の有機発光素子と、前記有機発光素子に接続されたトランジスタと、を有することを特徴とする表示装置。

(構成 1 4)

複数のレンズを有する光学部と、前記光学部を通過した光を受光する撮像素子と、前記撮像素子が撮像した画像を表示する表示部と、を有し、

前記表示部は構成 1 乃至 1 2 のいずれかに記載の有機発光素子を有することを特徴とする光電変換装置。

(構成 1 5)

構成 1 乃至 1 2 のいずれかに記載の有機発光素子を有する表示部と、前記表示部が設けられた筐体と、前記筐体に設けられ、外部と通信する通信部と、を有することを特徴とする電子機器。

(構成 1 6)

構成 1 乃至 1 2 のいずれかに記載の有機発光素子を有する光源と、前記光源が発する光を透過する光拡散部又は光学フィルタと、を有することを特徴とする照明装置。

(構成 1 7)

構成 1 乃至 1 2 のいずれかに記載の有機発光素子を有する灯具と、前記灯具が設けられた機体と、を有することを特徴とする移動体。

(構成 1 8)

構成 1 乃至 1 2 のいずれかに記載の有機発光素子を有することを特徴とする電子写真方式の画像形成装置の露光光源。

【実施例】

【0 1 2 9】

以下、実施例により本発明を説明する。但し、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0 1 3 0】

＜組成物の調整＞

一般式 [1] で表される化合物 A-1 を 9.988 g、一般式 [2] で表される化合物 A-2 を 0.012 g それぞれマイクロ天秤にて秤量し、秤量した各化合物を乳鉢上で充分に混合させ、得られた混合物を高速液体クロマトグラフィー (HPLC) により分析を行った結果、一般式 [2] で表される化合物 A-2 が 0.12 質量% 含有されている組成物 1-1 が得られていることを確認した。

【0 1 3 1】

上記と同様にして、表 9 に示すように、A-1 に対する A-2 の混合比率を変えることで、組成物 1-2 乃至 1-5 を得た。更に、上記と同様にして、表 9 に示す一般式 [1] で表される各ホストに対して、一般式 [2] で表されるアシストの混合比率を変えることで、一般式 [2] のアシストが異なる比率で含有される各組成物を得た。

【0 1 3 2】

10

20

30

40

50

【表 9】

組成物	第一の化合物 (ホスト)	第二の化合物 (ゲスト)	第二の化合物の含有量 (質量%)
1-0	A1-1	A1-2	0.00
1-1			0.12
1-2			0.06
1-3			0.01
1-4			0.18
1-5			0.24
2-0	A3-1	A3-2	0.00
2-1			0.14
2-2			0.22
3-0	A5-1	A5-2	0.00
3-1			0.11
3-2			0.25
4-0	A7-1	A7-2	0.00
4-1			0.09
4-2			0.21
5-0	B1-1	B1-2	0.00
5-1			0.15
5-2			0.25
6-0	B3-1	B3-2	0.00
6-1			0.13
6-2			0.22
7-0	C1-1	C1-2	0.00
7-1			0.14
7-2			0.24
8-0	D2-1	D2-2	0.00
8-1			0.12
9-0	E1-1	E1-2	0.00
9-1			0.06
10-0	F1-1	F1-2	0.00
10-1			0.18
11-0	G1-1	G1-2	0.00
11-1			0.15

【0133】

(実施例1、比較例1)

ガラス基板上にITOを成膜し、所望のパターニング加工を施すことによりITO電極（陽極）を形成した。この時、ITO電極の膜厚を100nmとした。このようにITO電極が形成された基板をITO基板として、次に、 $1.33\times10^{-4}\text{Pa}$ （ $1\times10^{-6}\text{Torr}$ ）の真空チャンバー内における抵抗加熱による真空蒸着を行って、下記表10に示す有機化合物層及び電極層を連続成膜し、有機発光素子を作製した。尚、この時、対向する電極（金属電極層、陰極）の電極面積が 3mm^2 となるようにした。発光層中の組成物1-1は、表9に記載の組成比で有する組成物である。

【0134】

【表 1 0】

	材料			膜厚 (nm)
陰極	Al			100
電子注入層 (EIL)	LiF			1
電子輸送層 (ETL)	ET2			10
正孔ブロッキング層 (HBL)	ET12			20
発光層 (EML)	ホスト + アシスト	組成物1-1	質量比 組成物1-1:B D6 =98:2	30
	ゲスト	BD6		
電子ブロッキング層 (EBL)	HT7			15
正孔輸送層 (HTL)	HT3			30
正孔注入層 (HIL)	HT16			5

【0 1 3 5】

得られた有機発光素子について、特性を測定・評価したところ、最大電流効率が6．6
cd／Aの青色発光を得られた。測定は、具体的には電流電圧特性をヒューレッドパッカ
ード社製・微小電流計4 1 4 0 Bで測定し、発光輝度は、トプコン社製BM 7で測定した
。

【0 1 3 6】

組成物1－1を、表9に示す、組成比の異なる組成物1－0，1－2～1－5に変更す
る以外は、上記と同様にして、有機発光素子を作製した。得られた有機発光素子について
、上記と同様に電流効率を測定した。また、電流密度を2 0 0 mA／cm²に保ち連続駆
動し、輝度半減時間を測定して、素子耐久を評価した。評価基準は以下の通りである。結
果を表1 1に示す。

【0 1 3 7】

- AAA：輝度半減時間が1 0 0 0時間以上
- AA：輝度半減時間が5 0 0時間以上1 0 0 0時間未満
- A：輝度半減時間が2 0 0時間以上5 0 0時間未満
- B：輝度半減時間が5 0時間以上2 0 0時間未満
- C：輝度半減時間が5 0時間未満

【0 1 3 8】

10

20

30

40

50

【表 1 1】

	組成物	第二の化合物 (アシスト材料)		電流効率 (cd/A)	素子耐久結果 (LT50) @200mA/cm ²
		構造式	含有率 (%)		
実施例1	1-1	A1-2	0.12	6.6	AA
	1-2		0.06	6.8	A
	1-3		0.01	6.8	B
	1-4		0.18	6.5	AA
	1-5		0.24	5.9	AA
比較例1	1-0		0.00	6.8	C

10

【0 1 3 9】

表 1 1 に示すように第二の化合物の含有率が 0 . 2 質量 % 以下の場合、第二の化合物が 0 質量 % の素子と比較して、電流効率を同等に保ちながら、素子寿命が向上していることが分かる。一方、第二の化合物の 0 . 2 質量 % を超えた場合は更に耐久寿命が向上するが電流効率の低下を伴う。

【0 1 4 0】

(実施例 2 乃至 1 0、比較例 2 乃至 1 0)

20

実施例 1 において、第一の化合物と第二の化合物の組成物、及び発光材料を表 1 2 に示される組成物と発光材料に適宜変更する以外は、実施例 1 と同様の方法により有機発光素子を作製した。得られた素子について実施例 1 と同様に素子の特性を測定・評価した。測定の結果を表 1 2 に示す。表 1 2 中、第二の化合物の含有量は、組成物（第一の化合物と第二の化合物）中における第二の化合物の含有量であり、発光材料の含有量は発光層中における発光材料の含有量である。

【0 1 4 1】

30

40

50

【表 1 2】

	組成物	第二の化合物 (アシスト)		発光材料 (ドープメント)		電流 効率 (cd/A)	素子耐久結果 (LT50) @200mA/cm ²
		構造式	含有率 (質量%)	構造式	含有率 (質量%)		
実施例2	1-1	A1-2	0.12	BD5	1.0	6.8	AA
	1-5		0.24			6.0	AA
比較例2	1-0		0.00			7.0	B
実施例3	2-1	A3-2	0.14	BD7	1.5	6.4	AA
	2-2		0.22			5.5	AA
比較例3	2-0		0.00			6.5	C
実施例4	3-1	A5-2	0.11	BD5	0.8	6.7	AAA
	3-2		0.25			6.0	AAA
比較例4	3-0		0.00			6.9	B
実施例5	6-1	B3-2	0.13	BD6	2.5	6.5	AA
	6-2		0.22			5.2	AA
比較例5	6-0		0.00			6.7	C
実施例6	7-1	C1-2	0.14	BD5	1.2	6.5	AA
比較例6	7-0		0.00			6.7	C
実施例7	8-1	D2-2	0.12	BD7	0.8	6.0	A
比較例7	8-0		0.00			6.2	C
実施例8	9-1	E1-2	0.06	GD5	1.0	6.8	AA
比較例8	9-0		0.00			7.0	B
実施例9	10-1	F1-2	0.18	BD6	2.0	6.3	A
比較例9	10-0		0.00			6.5	C
実施例10	11-1	G1-2	0.15	BD4	1.5	6.2	AA
比較例10	11-0		0.00			6.4	B

【0 1 4 2】

（実施例 1 1 乃至 1 6、比較例 1 1 乃至 1 6）

ガラス基板上に、スパッタリング法でTiを40nm成膜し、フォトリソグラフィ技術を用いてパターンニングし、陽極を形成した。尚、この時、対向する電極（金属電極層、陰極）の電極面積が3mm²となるようにした。続いて、真空蒸着装置に洗浄済みの電極までを形成した基板と材料を取り付け、1.33×10⁻⁴Pa（1×10⁻⁶Torr）まで排気した後、UV／オゾン洗浄を施した。その後、下記表13に示される層構成で各層の成膜を行い、最後に、窒素雰囲気下において封止を行い、実施例11の有機発光素子を作製した。

【0 1 4 3】

【表 1 3】

	材料			膜厚 (nm)
陰極	Mg	質量比 Mg:Ag =50:50		10
	Ag			
電子注入層 (EIL)	LiF			1
電子輸送層 (ETL)	ET2			30
正孔ブッキング層 (HBL)	ET12			75
第一発光層 (1nd EML)	第一ホスト + アシスト	組成物 5-1	質量比 組成物5-1:BD7 =99.4:0.7	10
	第一ゲスト (青トランプ)	BD7		
第二発光層 (2st EML)	第二ホスト	B1-1	質量比 B1-1:RD1:GD4 =97.2:0.3:2.5	10
	第二ゲスト (赤トランプ)	RD1		
	第三ゲスト (緑トランプ)	GD4		
電子ブッキング層 (EBL)	HT8			10
正孔輸送層 (HTL)	HT2			20
正孔注入層 (HIL)	HT16			5

【0 1 4 4】

得られた素子は、良好な白色発光を示した。また、有機化合物層の構成を、表 1 4 に示すように変更する以外は、上記と同様にして、有機発光素子を作製した。得られた有機発光素子について、上記と同様に電流効率を測定した。また、電流密度を 2 0 0 m A / c m² に保ち連続駆動し、輝度半減時間を測定して、素子耐久を評価した。評価基準は以下の通りである。結果を表 1 4 に示す。

【0 1 4 5】

- A A A : 輝度半減時間が 2 0 0 0 時間以上
- A A : 輝度半減時間が 1 5 0 0 時間以上 2 0 0 0 時間未満
- A : 輝度半減時間が 1 0 0 0 時間以上 1 5 0 0 時間未満
- B : 輝度半減時間が 5 0 0 時間以上 1 0 0 0 時間未満
- C : 輝度半減時間が 5 0 0 時間未満

【0 1 4 6】

10

20

30

40

50

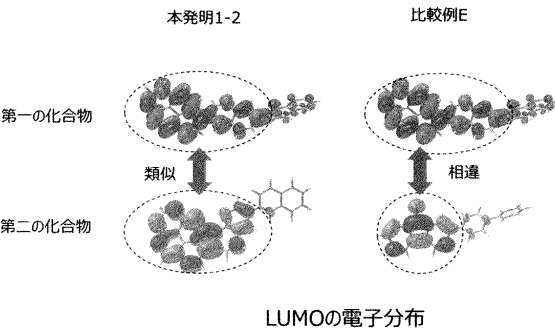
【表 1 4】

	第二発光層			第一発光層		素子耐久 結果 (LT50) @200mA/cm ²
	第二ホスト	第二ゲスト	第三ゲスト	第一ホスト + アシスト	第一ゲスト	
実施例11	B1-1	RD1	GD4	組成物5-1	BD7	AAA
比較例11				組成物5-0		B
実施例12	A5-1	RD1	GD6	組成物3-1	BD5	AAA
比較例12				組成物3-0		B
実施例13	B3-1	RD1	GD5	組成物6-1	BD7	AA
比較例13				組成物6-0		B
実施例14	EM1	RD1	GD5	組成物4-1	BD6	A
比較例14				組成物4-0		C
実施例15	EM26	RD1	GD8	組成物7-1	BD7	AA
比較例15				組成物7-0		B
実施例16	EM6	RD1	GD9	組成物11-1	BD5	AA
比較例16				組成物11-0		B

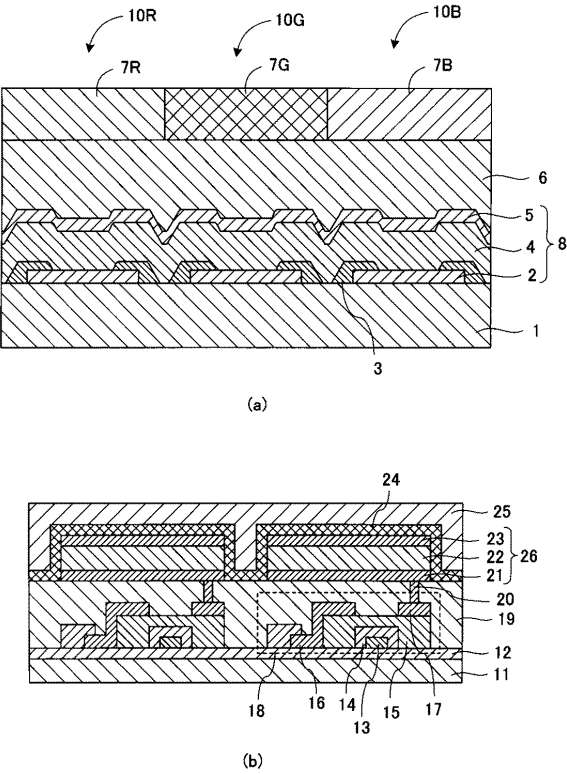
【0 1 4 7】

以上の評価から、発光層において、一般式〔1〕で表される第一の化合物に一般式〔2〕で表される第二の化合物が低濃度で共存することで、第二の化合物が電荷をトラップするアシスト効果を示し、励起子と電荷との衝突確率を低減し、素子の駆動寿命向上効果が得られることがわかった。

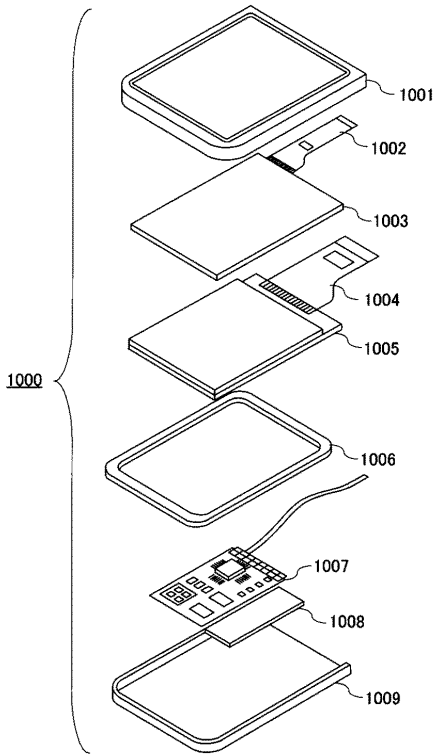
【図面】
【図 1】



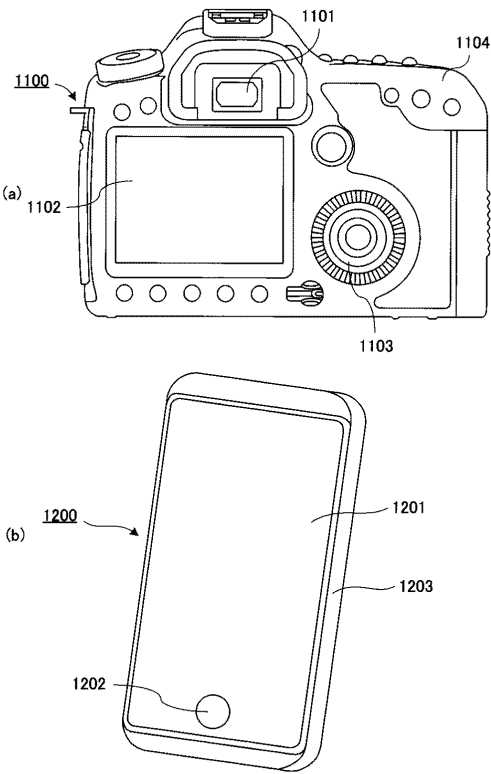
【図 2】



【図 3】



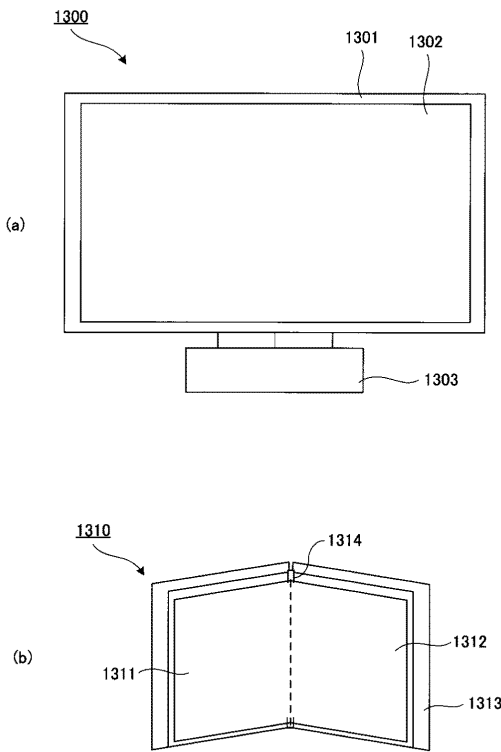
【図 4】



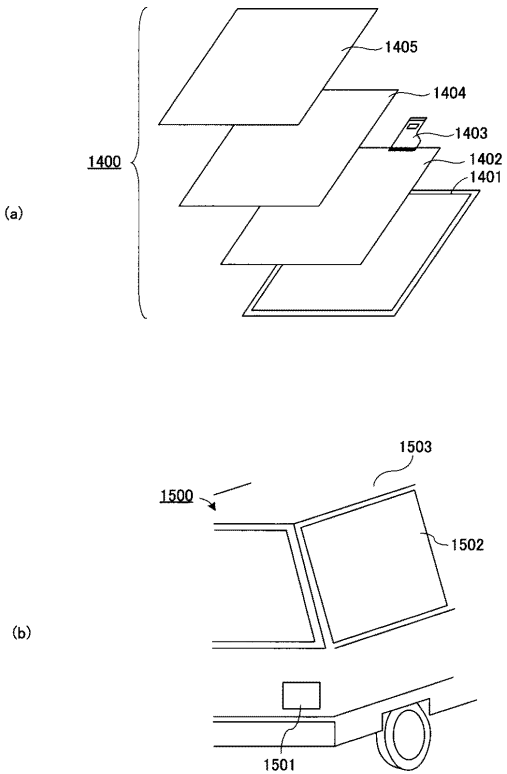
10

20

【図 5】



【図 6】

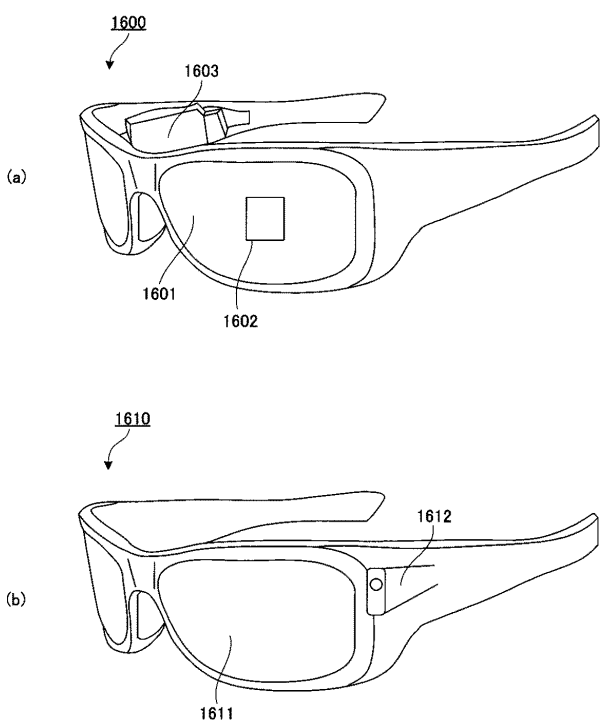


30

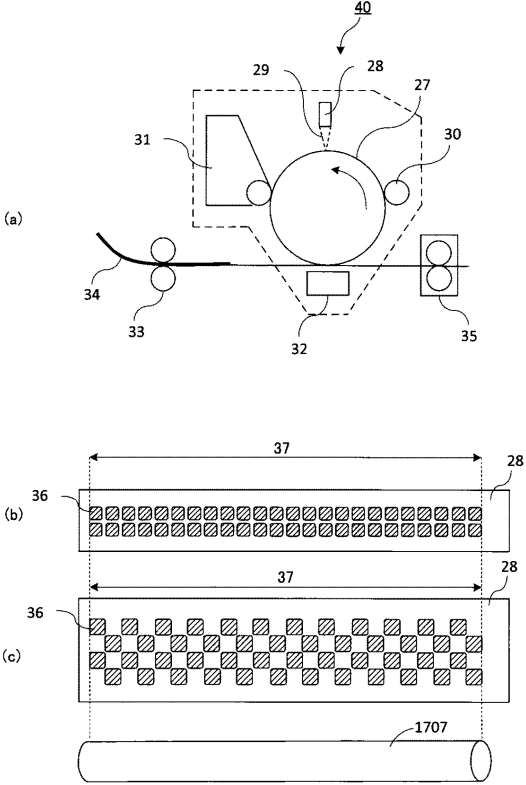
40

50

【 図 7 】



【 図 8 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

キヤノン株式会社内
(72)発明者 堀内 貴行
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 宮下 広和
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 山田 直樹
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 BB02 BB04 BB08 CC21 DD51 DD53 DD68 EE03
EE22 EE28 EE29 FF14 FF19
5C094 AA31 BA03 BA27 FB01 HA04 HA08 HA10