

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-535813

(P2009-535813A)

(43) 公表日 平成21年10月1日(2009.10.1)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H 0 1 L 51/50	(2006.01)	H 0 5 B 33/22	B	3 K 1 0 7
C 0 9 K 11/06	(2006.01)	H 0 5 B 33/14	B	
		C 0 9 K 11/06	6 9 0	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 70 頁)

(21) 出願番号	特願2009-507713 (P2009-507713)	(71) 出願人	590000846
(86) (22) 出願日	平成19年4月13日 (2007.4.13)		イーストマン コダック カンパニー
(85) 翻訳文提出日	平成20年12月16日 (2008.12.16)		アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ロチェ
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/009164		スター ステート ストリート 343
(87) 国際公開番号	W02007/130259	(74) 代理人	100099759
(87) 国際公開日	平成19年11月15日 (2007.11.15)		弁理士 青木 篤
(31) 優先権主張番号	11/412,602	(74) 代理人	100077517
(32) 優先日	平成18年4月27日 (2006.4.27)		弁理士 石田 敬
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100087413
			弁理士 古賀 哲次
		(74) 代理人	100111903
			弁理士 永坂 友康
		(74) 代理人	100128495
			弁理士 出野 知

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アントラセン誘導体を含むエレクトロルミネッセンス・デバイス

(57) 【要約】

OLEDデバイスは、カソードと、アノードと、その間にあってホスト材料と発光ドーパント材料を含む発光層とを備えていて、そのホスト材料が、2位と9位と10位に芳香族基を有するとともに、酸化電位の測定値が1.28V未満であるアントラセン誘導体を提供するのに十分な電子供与基でさらに置換されているか置換されていないモノアントラセン化合物を含んでいる。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

カソードと、アノードと、その間にあってホスト材料と発光ドーパント材料を含む発光層とを備えていて、そのホスト材料が、2位と9位と10位に芳香族基を有するとともに、酸化電位の測定値が1.28V未満であるアントラセン誘導体を提供するのに十分な電子供与基でさらに置換されているか置換されていないモノアントラセン化合物を含んでいるOLEDデバイス。

【請求項 2】

上記アントラセン誘導体の酸化電位が1.25V未満である、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 3】

上記アントラセン誘導体の酸化電位が1.20V以下である、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 4】

上記アントラセン誘導体の酸化電位が1.10V～1.25Vである、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 5】

上記アントラセン誘導体が、-0.25～-0.50の範囲の p 値を持つ少なくとも1つの置換基を有する、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 6】

上記アントラセン誘導体が、-0.50よりも小さな p 値を持つ置換基をまったく含まない、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 7】

上記アントラセン誘導体が2位に芳香族基を備えていて、その芳香族基がアルコキシ基でさらに置換されている、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 8】

上記アントラセン誘導体が6位に水素またはアルキル基を有する、請求項1に記載のデバイス。

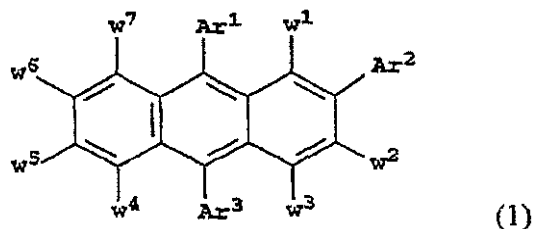
【請求項 9】

上記アントラセン誘導体が、9位にナフチル基またはビフェニル基を、10位にナフチル基またはビフェニル基を有する、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 10】

上記アントラセン誘導体が一般式(1)：

【化 1】



で表わされる(ただし、

Ar¹、Ar²、Ar³は同じであるか異なっていて、それぞれ芳香族基を表わし；

w¹～w⁷は、水素または置換基を表わす)、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 11】

Ar¹、Ar²、Ar³のうちの少なくとも1つが、p 値が-0.25以下の置換基を有する、請求項10に記載のデバイス。

【請求項 12】

上記アントラセン誘導体が一般式(2)：

10

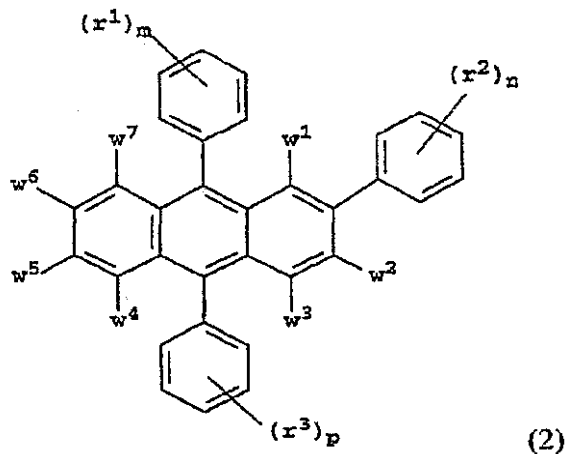
20

30

40

50

【化 2】



10

20

30

40

50

で表わされる（ただし、

r^1 、 r^2 、 r^3 は同じであるか異なっていて、それぞれ置換基を表わすが、隣り合った置換基が合わさって環基を形成することができ、 r^1 、 r^2 、 r^3 のうちの少なくとも1つは、 p 値が $-0.25 \sim -0.50$ の範囲の基を表わし；

m 、 n 、 p は、独立に $0 \sim 5$ だが、 m 、 n 、 p のすべてが 0 であることはなく；

$w^1 \sim w^7$ は、水素または置換基を表わす）、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 1 3】

少なくとも1つの r^3 の p 値が -0.25 以下である、請求項12に記載のデバイス。

【請求項 1 4】

上記発光性ドーパント材料がホウ素原子を含む、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 1 5】

上記発光層と上記カソードの間に位置する別の層を含んでいて、この別の層が、アントラセン核またはテトラセン核を有する電子輸送材料を含んでいる、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 1 6】

上記別の層に含まれる電子輸送材料が、2位と9位と10位が芳香族基で置換されたアントラセン核を含む、請求項15に記載のデバイス。

【請求項 1 7】

上記別の層と上記カソードの間に追加の層が位置していて、この追加の層が、フェナントロリン核を有する材料、または8-キノリノレート核を有する金属錯体を含んでいる、請求項15に記載のデバイス。

【請求項 1 8】

カソードと、アノードと、その間にあってホスト材料と発光ドーパント材料を含む発光層とを備えていて、そのホスト材料が、9位と10位に芳香族基を有するとともに、2位に3つ以上の縮合環を持つ芳香族基を有するアントラセン化合物を含んでいて、このアントラセン化合物が、酸化電位が 1.25V 未満であるアントラセン誘導体を提供するのに十分な電子供与基でさらに置換されているか置換されていないOLEDデバイス。

【請求項 1 9】

上記アントラセン化合物の酸化電位が 1.20V 以下である、請求項18に記載のデバイス。

【請求項 2 0】

上記発光層と上記カソードの間に位置する別の層を含んでいて、この別の層が、アントラセン核を有する電子輸送材料を含んでいる、請求項18に記載のデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、本発明は、少なくとも1種類のアントラセン誘導体を含む層を備えていて、望ましいエレクトロルミネッセンス特性を提供することのできる有機発光ダイオード（OLED）エレクトロルミネッセンス（EL）デバイスに関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

有機エレクトロルミネッセンス（EL）デバイスは20年以上前から知られているが、性能が限られているため、望ましい多くの用途にとっての障害となっていた。最も単純な形態の有機ELデバイスは、正孔を注入するためのアノードと、電子を注入するためのカソードと、これら電極に挟まれていて、電荷の再結合をサポートして光を発生させる有機媒体とで構成されている。このようなデバイスは、一般に有機発光ダイオード、またはOLEDとも呼ばれる。初期の代表的な有機ELデバイスは、1965年3月9日に付与されたGurneeらのアメリカ合衆国特許第3,172,862号；1965年3月9日に付与されたGurneeのアメリカ合衆国特許第3,173,050号；Dresner、「アントラセンにおける二重注入エレクトロルミネッセンス」、RCA Review、第30巻、322ページ、1969年；1973年1月9日に付与されたDresnerのアメリカ合衆国特許第3,710,167号である。これらデバイスの有機層は、通常は多環芳香族炭化水素で構成されているために非常に厚かった（1 μ mよりもはるかに厚い）。その結果、動作電圧が非常に大きくなり、100Vを超えることがしばしばあった。

【 0 0 0 3 】

より最近の有機ELデバイスは、アノードとカソードに挟まれた極めて薄い層（例えば1.0 μ m未満）からなる有機EL素子を含んでいる。この明細書では、“有機EL素子”という用語に、アノードとカソードに挟まれたいろいろな層が含まれる。厚さを薄くして有機層の抵抗値を小さくすることで、デバイスがはるかに低電圧で動作できるようになった。アメリカ合衆国特許第4,356,429号に初めて記載された基本的な2層ELデバイス構造では、EL素子のアノードに隣接する一方の有機層は正孔を輸送するように特別に選択されているため、正孔輸送層と呼ばれ、他方の有機層は電子を輸送するように特別に選択されているため、電子輸送層と呼ばれる。有機EL素子の内部で注入された正孔と電子が再結合することで効率的なエレクトロルミネッセンスが出る。

【 0 0 0 4 】

正孔輸送層と電子輸送層の間に有機発光層（LEL）を含む3層有機ELデバイスも提案されている。それは例えば、C. Tangら（J. Applied Physics、第65巻、3610ページ、1989年）によって開示されているものである。発光層は、一般に、ゲスト材料（ドープメントとしても知られる）をドープされたホスト材料からなる。さらに、アメリカ合衆国特許第4,769,292号には、正孔注入層（HIL）と、正孔輸送層（HTL）と、発光層（LEL）と、電子輸送／注入層（ETL）とを備える4層EL素子が提案されている。これらの構造によってデバイスの効率が向上した。

【 0 0 0 5 】

これら初期の発明以来、デバイスの材料がさらに改善された結果、色、安定性、輝度効率、製造しやすさなどの属性が向上した。それは例えばアメリカ合衆国特許第5,061,569号、第5,409,783号、第5,554,450号、第5,593,788号、第5,683,823号、第5,908,581号、第5,928,802号、第6,020,078号、第6,208,077号に特に開示されている。

【 0 0 0 6 】

白色光を出すELデバイスは非常に有用であることがわかっている。白色ELデバイスは、カラー・フィルタとともに用いてフル・カラー・ディスプレイ装置を製造することができる。白色ELデバイスは、他のマルチカラー・ディスプレイ装置または機能的カラー・ディスプレイ装置でカラー・フィルタとともに用いることもできる。このようなディスプレイ装置で使用する白色ELデバイスは製造が容易であり、ディスプレイの各画素で信頼できる白色光を発生させる。OLEDは白色と呼ばれるが、この用途では白色または灰白色に見える可能性がある。また、OLEDから出る光のCIE座標は、それぞれのカラー・フィルタを通過したスペクトル成分がその光に十分な強度で存在するという条件ほど重要でない。した

10

20

30

40

50

がって白色OLEDデバイスで使用するための大きな輝度強度を提供する新しい材料が必要とされている。

【0007】

アントラセンをベースとしたホストがELデバイスでしばしば利用されている。9,10-ジ-(2-ナフチル)アントラセン・ホストの1つの有用なクラスがアメリカ合衆国特許第5,935,721号に開示されている。発光層でビス-アントラセン化合物を用いることでデバイスの半減期が改善されたことが、アメリカ合衆国特許第6,534,199号とアメリカ合衆国特許公開2002/0136922に開示されている。アントラセン化合物を用いて輝度が改善されたエレクトロルミネッセンス・デバイスは、アメリカ合衆国特許第6,582,837号に開示されている。アントラセンは、アメリカ合衆国特許第6,465,115号に開示されているように、正孔輸送層（HTL）でも使用されてきた。さらに、ELデバイスでアントラセン材料を利用することが開示されている他の文献として、例えばアメリカ合衆国特許第5,972,247号、日本国特開2001/097897、日本国特開2000/273056、アメリカ合衆国特許公開2002/0048687、WO 2003/060956、WO 2002/088274、WO 2003/087023、ヨーロッパ特許第0429821号、WO 2003/007658、日本国特開2000/053677、日本国特開2001/335516がある。

10

【0008】

K. Kimとその共同研究者は、アメリカ合衆国特許公開2004/0023060に、二重スピロアントラセン誘導体を記載している。報告されている材料の中には9,10置換されたアントラセンの2位に二重スピロ基を有する材料があるが、このタイプの材料は、多数の炭素環を持っているため昇華温度が高い可能性がある。

20

【0009】

S. Yoonとその共同研究者は、WO 2003/060956に、9,10置換されたアントラセンの2位または2,6位に1~2個のイミダゾール基が位置するアントラセン材料を記載している。池田秀嗣らは、日本国特開2004/059535に、2位または2,6位にアリール基とヘテロアリール基が位置する同様の9,10置換されたアントラセンを記載している。

【0010】

池田秀嗣とその共同研究者は、日本国特開2005/170911に、2位がフェニル基で置換されたアントラセン材料をさらに報告している。フェニル基は、オルト位がアリール基で置換されている。代表的な化合物は、9位と10位が同じ置換基で置換されている。

【0011】

池田秀嗣らは、日本国特開2001/335516に、発光材料のホストとして置換されたアントラセンを使用することも報告している。9,10位が単純なビフェニル基で置換されたアントラセンを用いると、さらに置換されたビフェニル基を有するより複雑なアントラセンと比べて発光が少なくなる例が記載されている。

30

【0012】

S. Conley、W. Vreeland、L. Cosimbescuは、アメリカ合衆国特許公開2005/211958に、2位に少なくとも1つのアリール環を持ち、6位に水素またはアルキル基を持つとともに、9位の少なくとも1つのナフタレン基と、10位のアリール基とを含む芳香族炭素環を12個まで有するアントラセン化合物を記載している。

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかし以前に報告されているアントラセンは、ホスト材料の望ましい態様をすべて提供することはできない。特に、駆動電圧がより低いこと、輝度がより大きいこと的一方または両方をELデバイスで実現できる新しい材料があると望ましかろう。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明により、カソードと、アノードと、その間にあってホスト材料と発光ドーパント材料を含む発光層とを備えていて、そのホスト材料が、2位と9位と10位に芳香族基を有するとともに、酸化電位の測定値が1.28V未満であるアントラセン誘導体を提供するのに十

50

分な電子供与基でさらに置換されているか置換されていないモノアントラセン化合物を含んでいるOLEDデバイスが提供される。典型的な実施態様では、1つ以上の特性が明らかに改善されている（駆動電圧の対価や、効率の向上など）。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本発明は全体として上記のようにまとめられる。本発明により、カソードと、アノードと、少なくとも1つの発光層（LEL）とを備える多層エレクトロルミネッセンス・デバイスが提供される。発光層は、ホスト材料と発光材料を含んでいる。ホスト材料は、アントラセン誘導体を含んでいる。アントラセン誘導体は、合成経路を簡単なままに維持するため、そして昇華温度が高くなるようにするため、アントラセン核を1つだけ有することが望ましい。モノアントラセン核は、2位と9位と10位が芳香族基で置換されているが、さらに置換されていてもよい。芳香族基は、アントラセン核に直接結合している。有用な芳香族基の例として、ナフチル基（例えば1-ナフチル、2ナフチル）、ビフェニル基（例えば4-ビフェニル、3-ビフェニル）などがある。芳香族基はさらに置換されていてもよい。特に有用な置換基は、電子供与基（例えばアルコキシ基）である。

10

【0016】

アントラセン誘導体は、酸化電位の測定値がSCEを基準として1.28V未満である。酸化電位は、文献でよく知られた手続き、例えばサイクリック・ボルタンメトリー（CV）やオスターヤング矩形波ボルタンメトリー（SWV）で測定することができる。電気化学的測定に関する概説として、J.O. BockrisとA.K.N. Reddy、『現代の電気化学』、プレナム出版、ニューヨーク；A.J. BardとL.R. Faulkner、『電気化学的方法』、ジョン・ワイリー & サンズ社、ニューヨークと、これらの中で引用されている参考文献を参照のこと。酸化電位は、常に基準（例えば飽和カロメル電極（SCE））に対して表示される。

20

【0017】

好ましい一実施態様では、アントラセン誘導体の酸化電位は、SCEを基準として1.25V未満、または1.20V以下であり、さらには1.15V以下のことさえある。この酸化電位は、SCEを基準として1.10V～1.25Vであることが望ましい。

【0018】

別の一実施態様では、アントラセン誘導体は、炭素環だけを含んでいる。その炭素環は、複素環置換基（例えばアルコキシ基）でさらに置換されていてもよい。存在する環の数は6個以上である。好ましい一実施態様では、存在する環の数は12個未満であり、10個未満であることが望ましい。

30

【0019】

いくつかの実施態様では、好ましい酸化電位を実現するため、アントラセン核の芳香族環に電位供与基が含まれていることが望ましい。当業者であれば、特定の基が電子供与基であるか電子受容基であるかを十分に判断できよう。電子供与特性と電子受容特性の最も一般的な指標はハメット値である。水素はハメット値がゼロであるのに対し、電子供与基は負のハメット値を持ち、電子受容基は正のハメット値を持つ。『ランゲの化学ハンドブック』、第12版、マグロウ・ヒル社、1979年、表3-12、3-134～3-138ページ（参考としてこの明細書に組み込まれているものとする）に、一般的に遭遇する多数の基のハメット値が掲載されている。ハメット値は、フェニル環置換に基づいて割り当てられるが、電子供与基と電子受容基を定性的に選択するための実用的なガイドとなる。

40

【0020】

特に有用な置換基として、シグマパラ（ p ）値が-0.10、-0.15、-0.20よりも負、さらには-0.25よりも負の置換基が挙げられる。しかし置換基があまりに電子を与え過ぎる場合には、ホストの電子特性が望ましくない範囲にシフトし、ホストとドープアントの間の効率的なエネルギー移動が妨げられる可能性がある。したがっていくつかの実施態様では、 p 値が-0.50よりも負の置換基は存在していないことが望ましい。

【0021】

有用な置換基の例として、アルキル基（例えばメチル基、エチル基、 t -ブチル基、ネオ

50

ペンチル基)、アルコキシ基(例えばメトキシ基、エトキシ基)などがある。一実施態様では、2位と9位と10位の少なくとも1つの置換基として、アルコキシ基が挙げられる。別の好ましい一実施態様では、2位の芳香族基は、アルコキシ基(例えばメトキシ置換基)でさらに置換されている。

【0022】

好ましい一実施態様では、合成を簡単にするため、アントラセン核は6位に水素またはアルキル基を有する。別の一実施態様では、アントラセン核は、縮合した3つ以上の環を有する置換基(例えばフェナントレン基)を持たない。

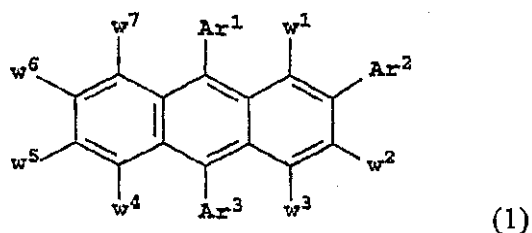
【0023】

本発明の1つの特徴では、アントラセン誘導体は一般式(1)で表わされる。

10

【0024】

【化1】



(1)

20

【0025】

一般式(1)において、Ar¹、Ar²、Ar³は同じであるか異なっており、それぞれ芳香族基(例えばナフチル基、ピフェニル基)を表わす。好ましい一実施態様では、Ar¹、Ar²、Ar³のうちの少なくとも1つは、p値が-0.10以下、-0.15以下、-0.20以下、-0.25以下のいずれかだが、-0.50よりは大きい置換基を有する。望ましい別の一実施態様では、Ar²は、p値が-0.25以下の置換基(例えばアルコキシ基であるメトキシ置換基)を有する芳香族基を表わす。上記の一般式において、w¹~w⁷は、水素または置換基(例えばメチル基、フェニル基)を表わす。好ましい一実施態様では、w⁵は水素またはアルキル基を表わす。

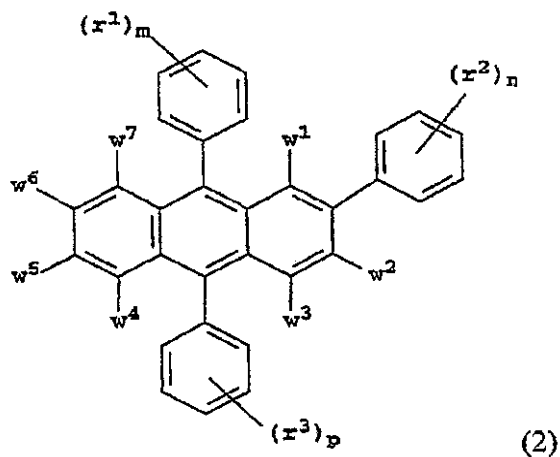
30

【0026】

望ましい別の一実施態様では、アントラセン誘導体は一般式(2)で表わされる。

【0027】

【化2】



(2)

40

【0028】

50

一般式(2)において、それぞれの r^1 、 r^2 、 r^3 は同じであるか異なっており、それぞれ置換基を表わすが、隣り合った置換基が合わさって環基を形成することができる。さらに、 r^1 、 r^2 、 r^3 のうちの少なくとも1つが存在していて、 p 値が-0.25~-0.50の範囲の基(例えばメトキシ基またはエトキシ基)を表わす。

【0029】

この一般式において、 m 、 n 、 p は独立に0~5だが、 m 、 n 、 p がすべて0のことではない。 w^1 ~ w^7 は、水素または置換基(例えばアルキル基、フェニル基)を表わす。

【0030】

本発明の別の特徴では、アントラセン化合物は、2位と9位と10位が芳香族基で置換されており、2位の置換基は、昇華温度を望ましい範囲に維持するため、縮合した3つ以上の環を含んでいてはならない。この特徴では、アントラセン化合物は、酸化電位がSCEを基準にして1.25V未満、それどころか1.20V未満になっているべきである。

10

【0031】

有用なアントラセン材料は、文献に記載されている手続きによって、またはそのような手続きを改変して合成することができる。1つの有用な合成経路としてスキーム1に示したものがある。

【0032】

スキーム1では、Cpd-Aは、 w^1 ~ w^7 が上記のものであり、 Ar^2 が芳香族基であるアントラセン誘導体を表わす。置換基を適切に選択し、Cpd-Aを例えばN-プロモスクシンイミドで処理してモノ臭素化することにより、Cpd-Bを得ることができる。

20

【0033】

次のステップである反応式2には、Cpd-Bをアリアルボロン酸Cpd-Cと反応させる操作が含まれる。Cpd-Cの一般式において、 Ar^1 は芳香族基を表わす。この反応は、パラジウムを触媒としたカップリング反応である。このタイプのカップリング反応の例に関しては、J. Hassan、M. Sevignon、C. Gozzi、E. Schulz、M. Lemaire、Marc、Chem. Rev.、第102巻、1359ページ、2002年、ならびにその中で引用されている参考文献と、A.F. Litthe、C. Dai、G.C. Fu、J. Am. Chem. Soc.、第122巻、4020ページ、2000年を参照のこと。

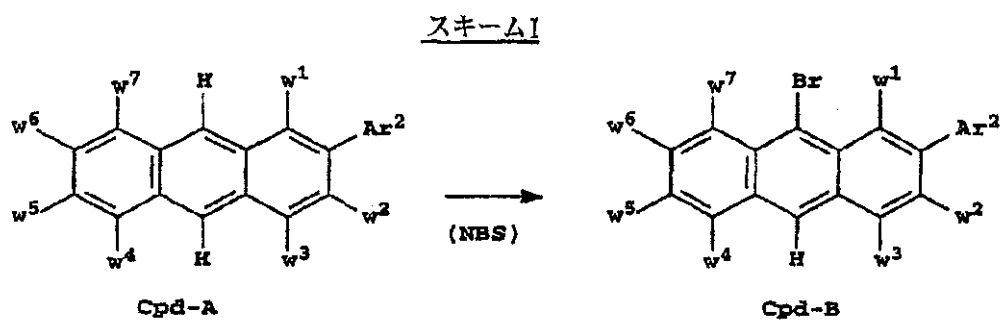
【0034】

反応式2のカップリング反応において形成された生成物Cpd-Dは臭素化することができる(反応式3)。得られる臭素化合物(Cpd-E)をボロン酸誘導体(Cpd-F、ただし Ar^3 は芳香族基である)とさらにカップリング反応させることができる。最終生成物であるCpd-Gは一般式(1)の材料である。

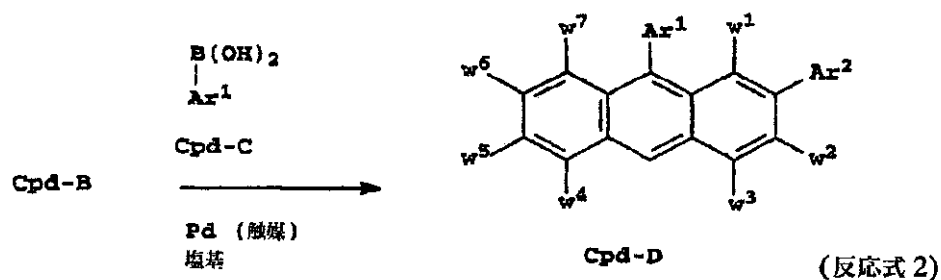
30

【0035】

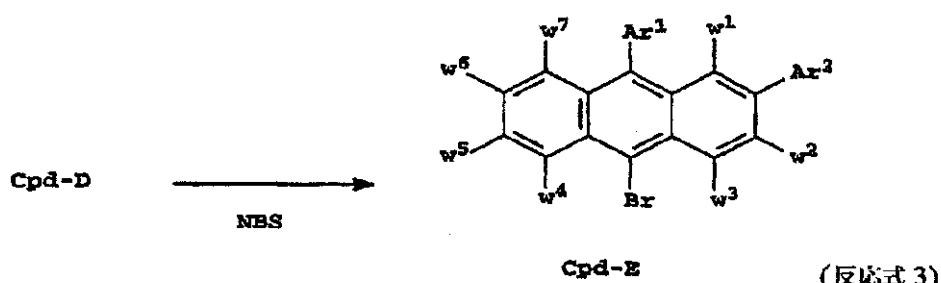
【化 3】



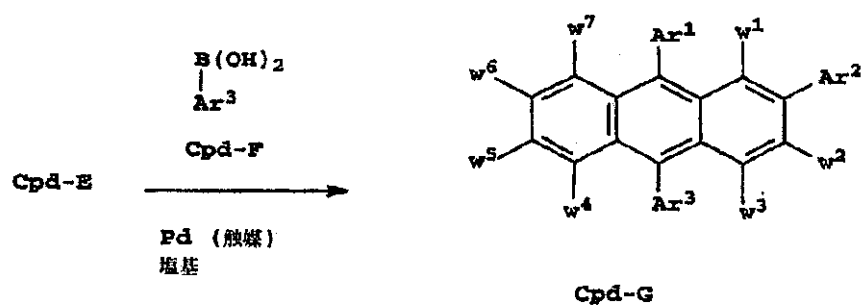
(反応式 1)



(反応式 2)



(反応式 3)



(反応式 4)

【0036】

有用なアントラセン誘導体の例を以下に示す。

【0037】

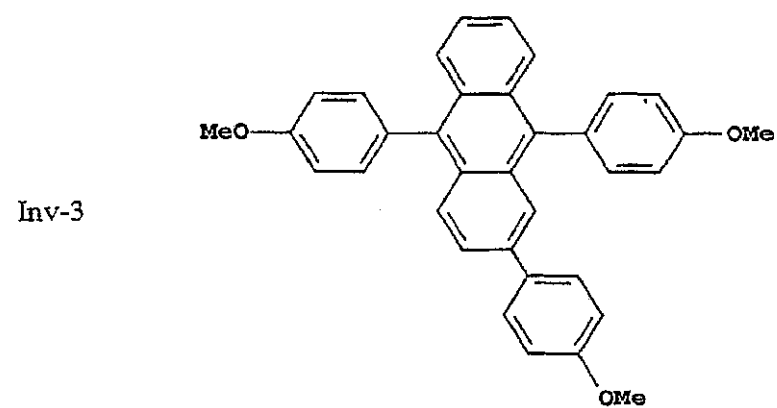
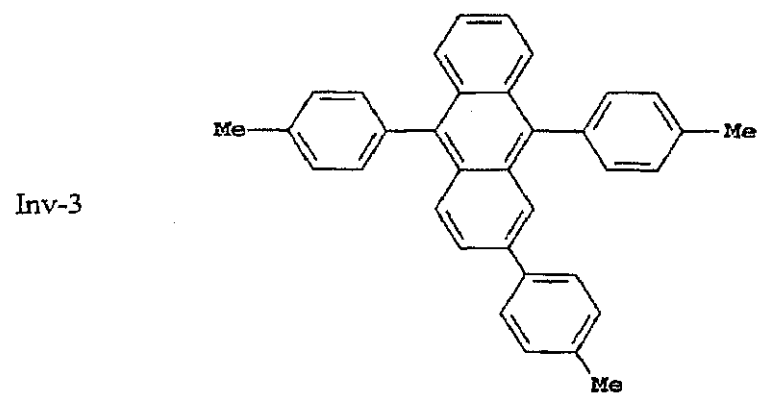
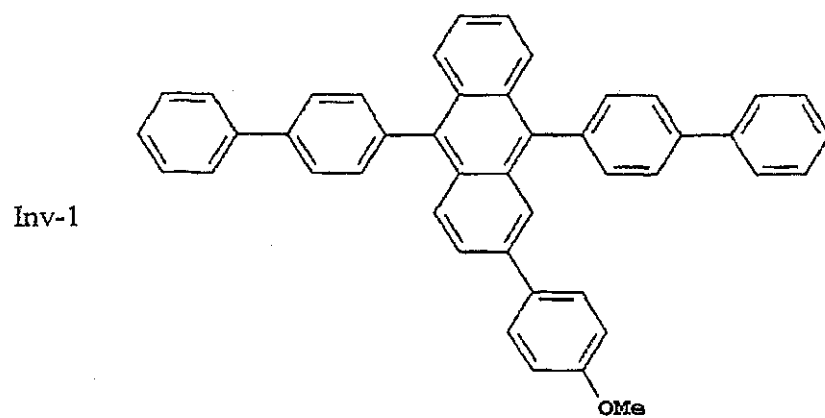
10

20

30

40

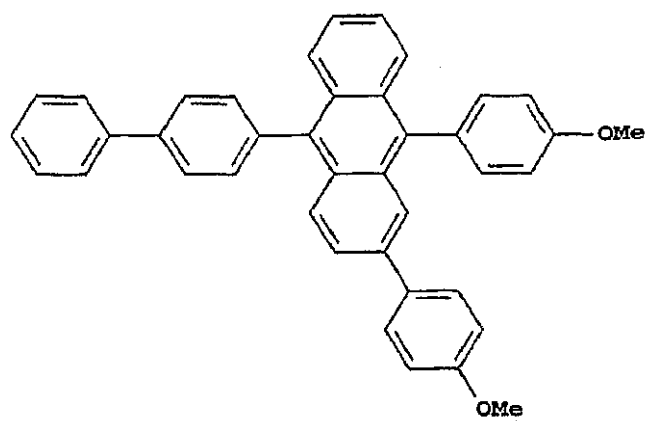
【化 4】



【 0 0 3 8 】

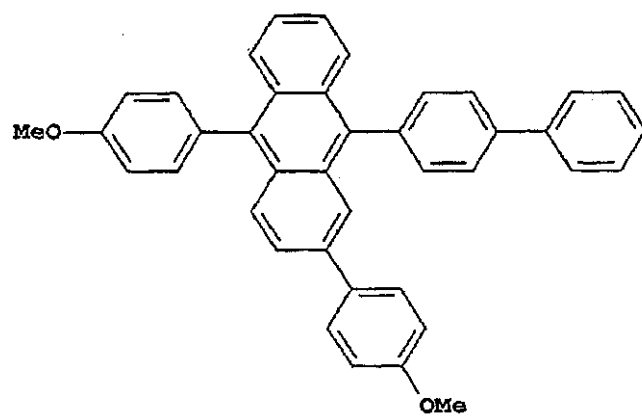
【化 5】

Inv-4



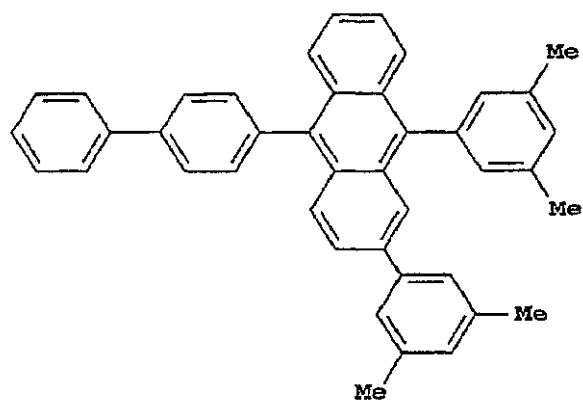
10

Inv-5



20

Inv-6

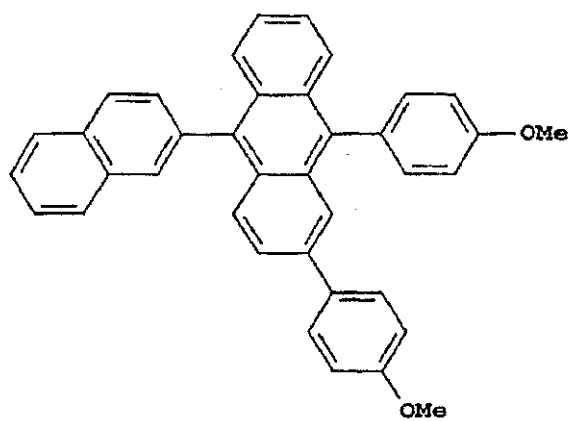


30

【 0 0 3 9 】

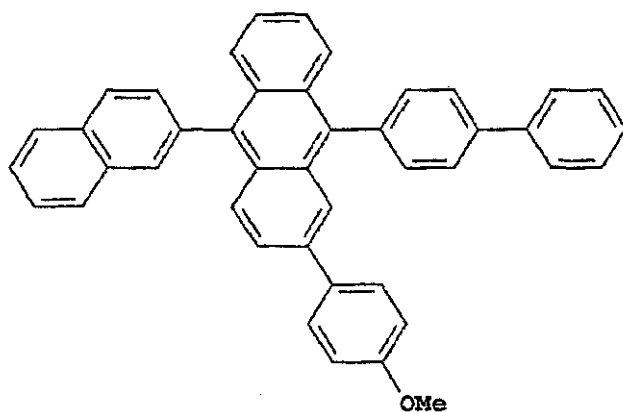
【化 6】

Inv-7



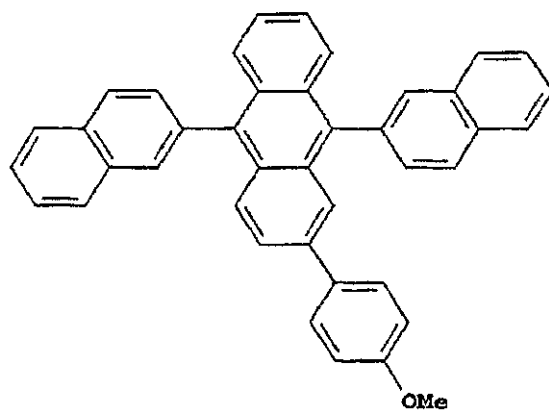
10

Inv-8



20

Inv-9

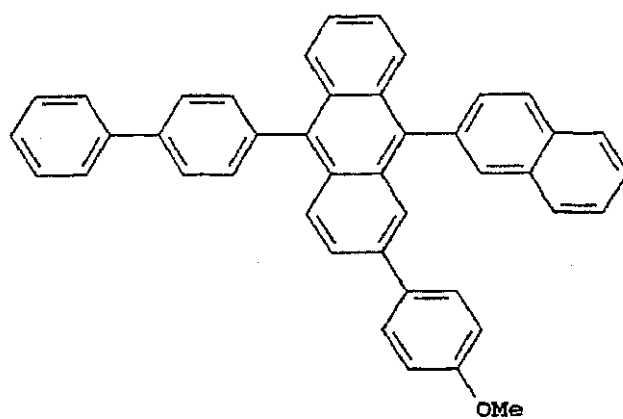


30

【 0 0 4 0 】

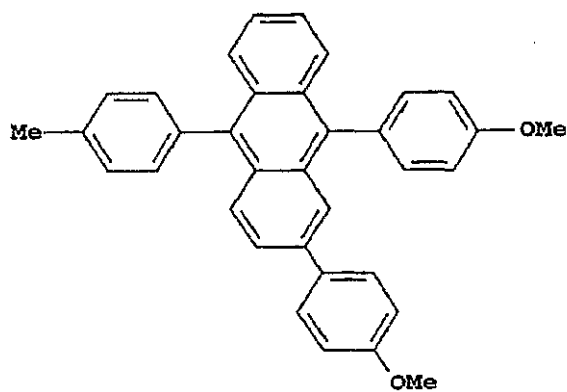
【化 7】

Inv-10



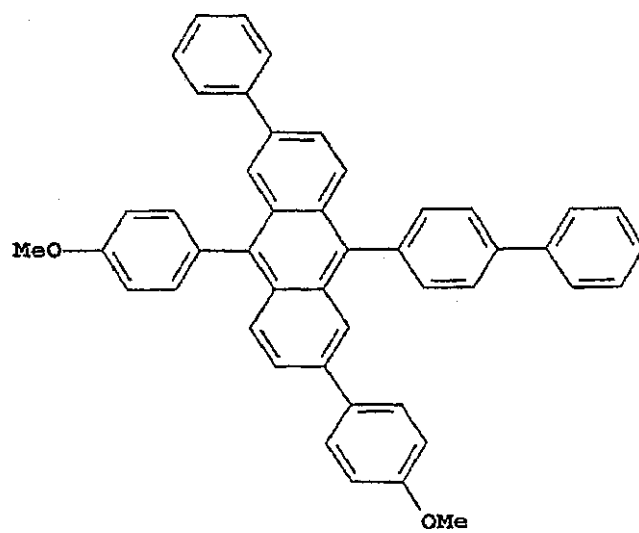
10

Inv-11



20

Inv-12



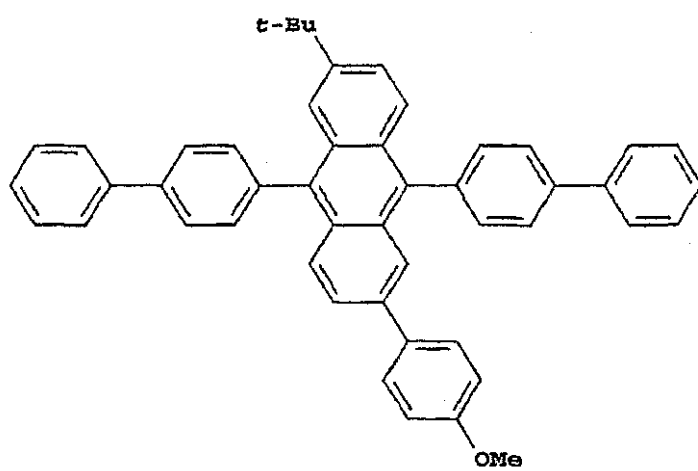
30

40

【 0 0 4 1 】

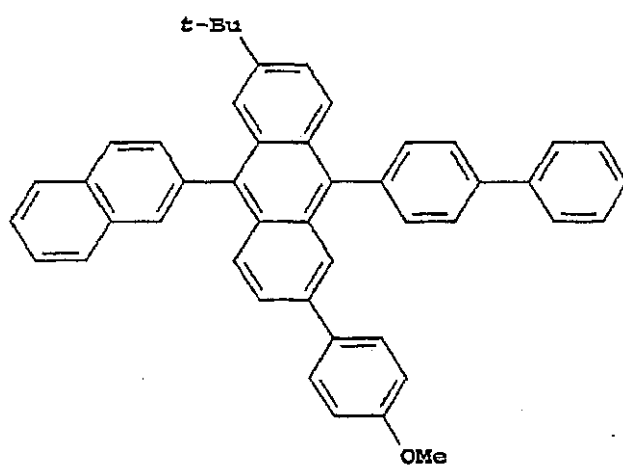
【化 8】

Inv-13



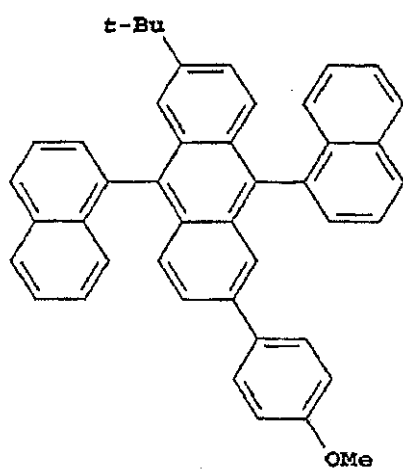
10

Inv-14



20

Inv-15



30

40

【 0 0 4 2 】

Inv-16



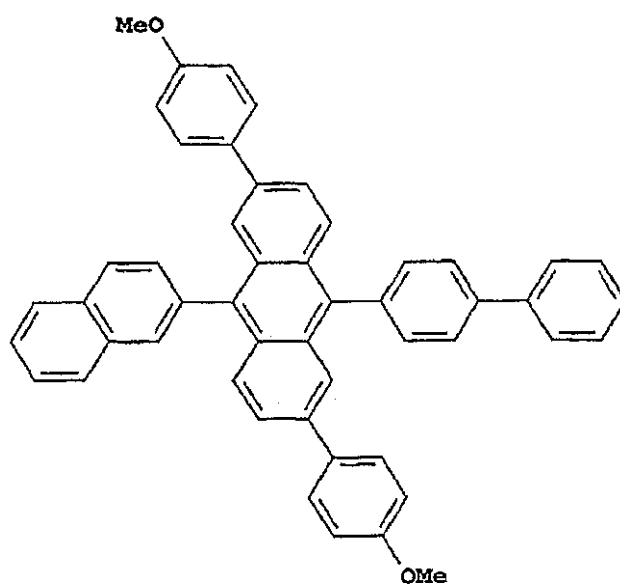
20



【 0 0 4 3 】

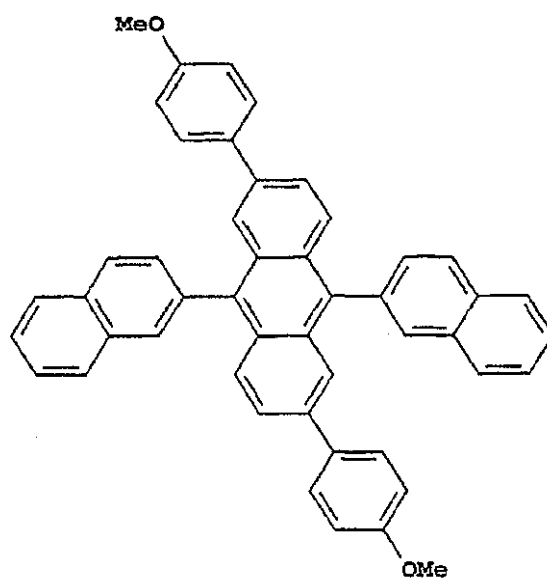
【化 1 0】

Inv-18



10

Inv-19



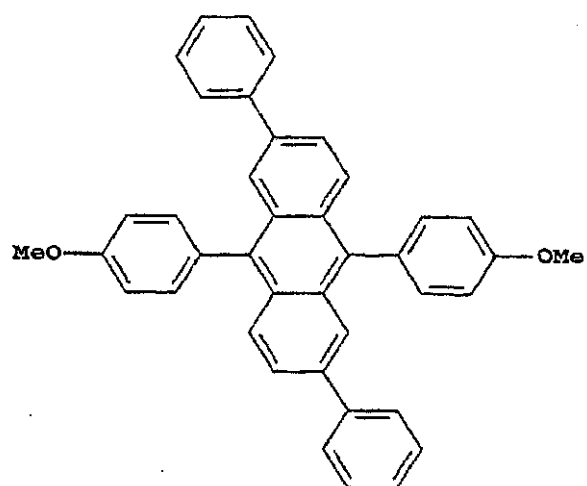
20

30

【 0 0 4 4】

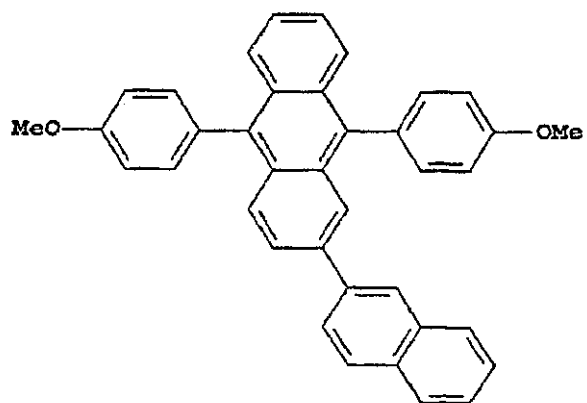
【化 1 1】

Inv-20



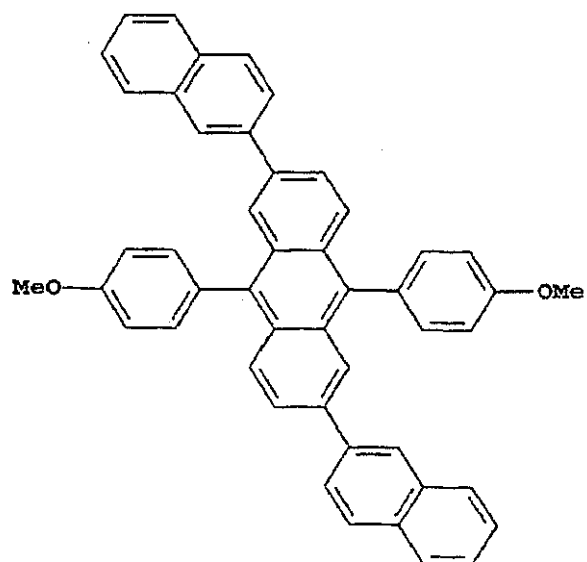
10

Inv-21



20

Inv-22



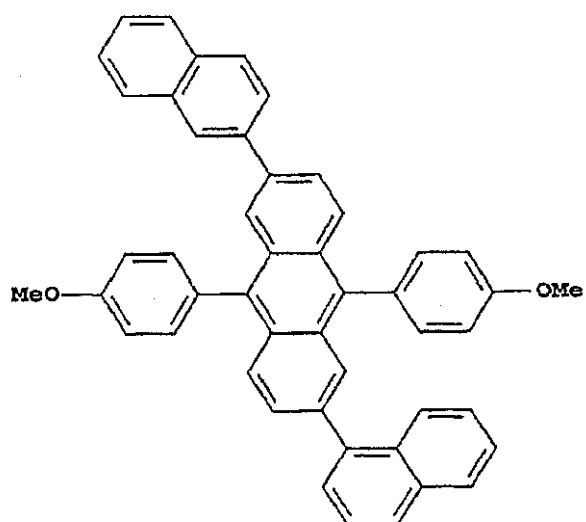
30

40

【 0 0 4 5 】

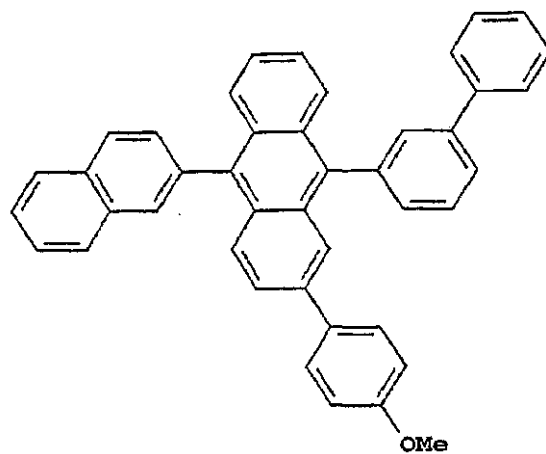
【化 1 2】

Inv-23



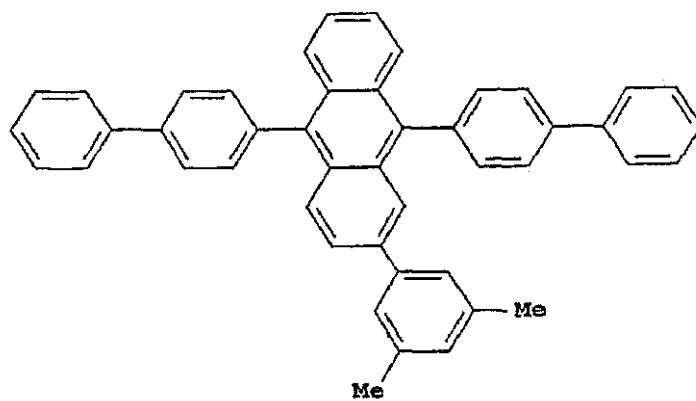
10

Inv-24



20

Inv-25

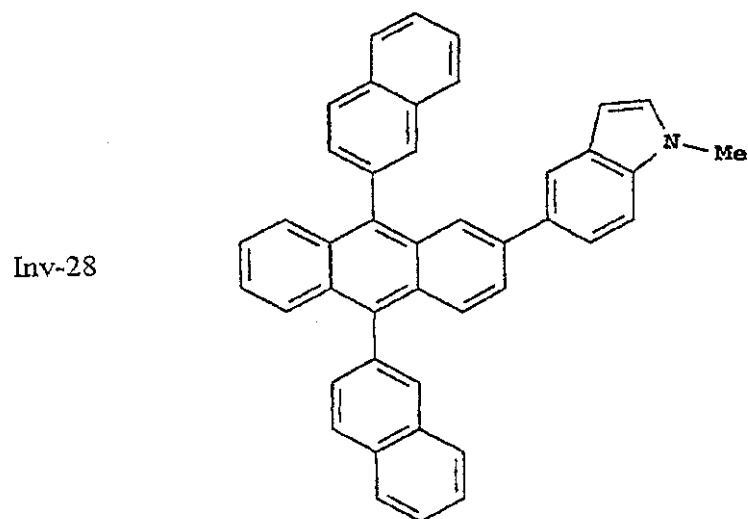
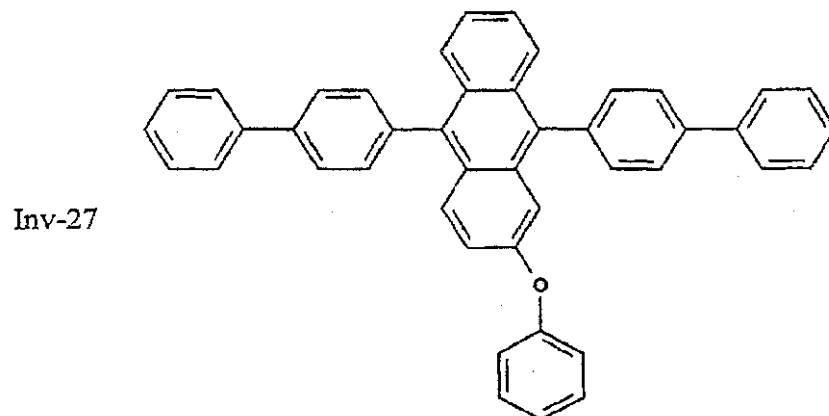
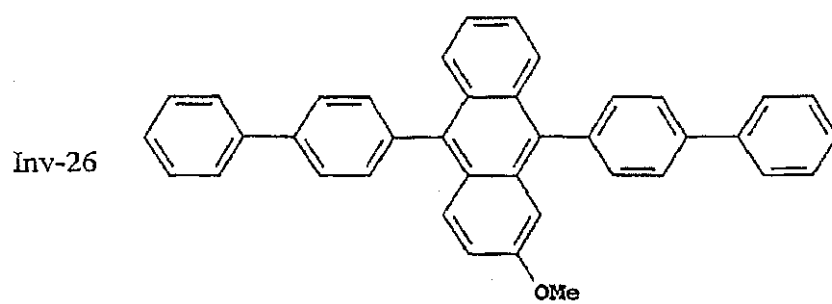


30

【 0 0 4 6 】

40

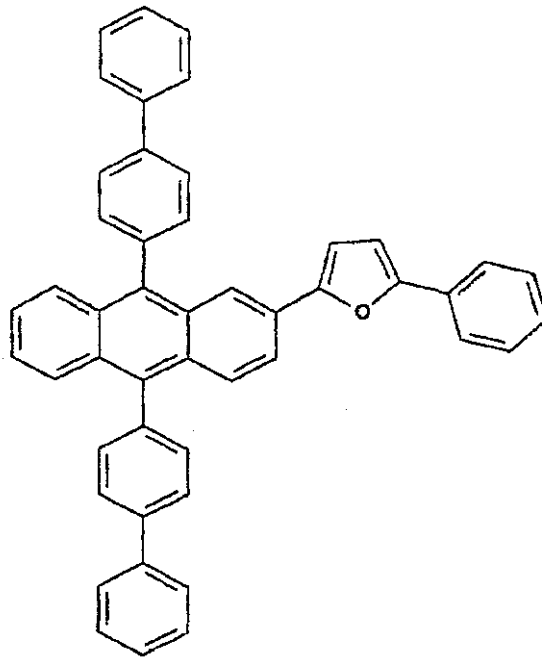
【化 1 3】



【 0 0 4 7 】

【化 1 4】

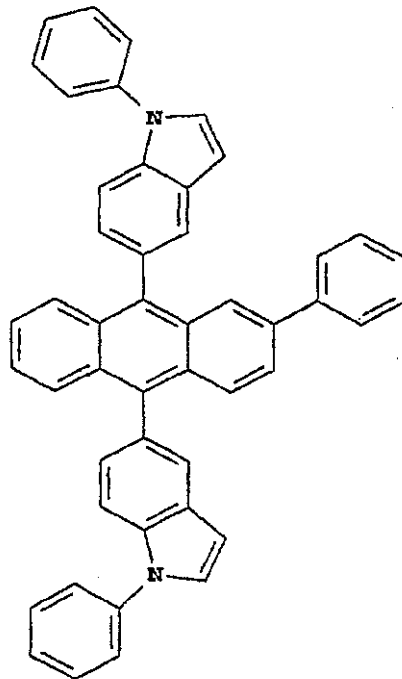
Inv-29



10

20

Inv-30



30

40

【0048】

特に断わらない限り、“置換された”または“置換基”という用語は、水素以外のあらゆる基または原子を意味する。さらに、特に断わらない限り、ある化合物が置換可能な水素を有することが明らかになった場合、または“基”という用語が用いられている場合、この用語には置換されていない形態が含まれるだけでなく、この明細書に記載した任意の1個または複数個の置換基でさらに置換された形態も、デバイスが機能する上で必要な性質をその置換基が失わせない限りは含まれるものとする。置換基は、ハロゲンにすること、または1個の原子（炭素、ケイ素、酸素、窒素、リン、イオウ、セレン、ホウ素）によって分子の残部と結合させることが好ましい。置換基としては、例えば、ハロゲン（クロロ、ブロモ、フルオロなど）；ニトロ；ヒドロキシル；シアノ；カルボキシルや；さらに

50

置換されていてもよい基が可能である。さらに置換されていてもよい基としては、アルキル（直鎖アルキル、分岐鎖アルキル、環式アルキルが含まれ、例えばメチル、トリフルオロメチル、エチル、*t*-ブチル、3-(2,4-ジ-*t*-ペンチルフェノキシ)プロピル、テトラデシルなどがある）；アルケニル（例えばエチレン、2-ブテン）；アルコキシ（例えばメトキシ、エトキシ、プロポキシ、ブトキシ、2-メトキシエトキシ、*s*-ブトキシ、ヘキシルオキシ、2-エチルヘキシルオキシ、テトラデシルオキシ、2-(2,4-ジ-*t*-ペンチルフェノキシ)エトキシ、2-ドデシルオキシエトキシ）；アリール（例えばフェニル、4-*t*-ブチルフェニル、2,4,6-トリメチルフェニル、ナフチル）；アリーロキシ（例えばフェノキシ、2-メチルフェノキシ、*m*-ナフチロキシ、*p*-ナフチロキシ、4-トリロキシ）；カーボンアミド（例えばアセトアミド、ベンズアミド、ブチルアミド、テトラデカンアミド、*m*-(2,4-ジ-*t*-ペンチルフェノキシ)アセトアミド、*m*-(2,4-ジ-*t*-ペンチルフェノキシ)ブチルアミド、*m*-(3-ペンタデシルフェノキシ)-ヘキサアミド、*m*-(4-ヒドロキシ-3-*t*-ブチルフェノキシ)-テトラデカンアミド、2-オキソ-ピロリジン-1-イル、2-オキソ-5-テトラデシルピロリン-1-イル、*N*-メチルテトラデカンアミド、*N*-スクシンイミド、*N*-フタルイミド、2,5-ジオキソ-1-オキサゾリジニル、3-ドデシル-2,5-ジオキソ-1-イミダゾリル、*N*-アセチル-*N*-ドデシルアミノ、エトキシカルボニルアミノ、フェノキシカルボニルアミノ、ベンジルオキシカルボニルアミノ、ヘキサデシルオキシカルボニルアミノ、2,4-ジ-*t*-ブチルフェノキシカルボニルアミノ、フェニルカルボニルアミノ、2,5-(ジ-*t*-ペンチルフェニル)カルボニルアミノ、*p*-ドデシル-フェニルカルボニルアミノ、*p*-トリルカルボニルアミノ、*N*-メチルウレイド、*N,N*-ジメチルウレイド、*N*-メチル-*N*-ドデシルウレイド、*N*-ヘキサデシルウレイド、*N,N*-ジオクタデシルウレイド、*N,N*-ジオクチル-*N'*-エチルウレイド、*N*-フェニルウレイド、*N,N*-ジフェニルウレイド、*N*-フェニル-*N*-*p*-トリルウレイド、*N*-(*m*-ヘキサデシルフェニル)ウレイド、*N,N*-(2,5-ジ-*t*-ペンチルフェニル)-*N'*-エチルウレイド、*t*-ブチルカーボンアミド）；スルホンアミド（例えばメチルスルホンアミド、ベンゼンスルホンアミド、*p*-トリルスルホンアミド、*p*-ドデシルベンゼンスルホンアミド、*N*-メチルテトラデシルスルホンアミド、*N,N*-ジプロピルスルファモイルアミノ、ヘキサデシルスルホンアミド）；スルファモイル（例えば*N*-メチルスルファモイル、*N*-エチルスルファモイル、*N,N*-ジプロピルスルファモイル、*N*-ヘキサデシルスルファモイル、*N,N*-ジメチルスルファモイル、*N*-[3-(ドデシルオキシ)プロピル]スルファモイル、*N*-[4-(2,4-ジ-*t*-ペンチルフェノキシ)ブチル]スルファモイル、*N*-メチル-*N*-テトラデシルスルファモイル、*N*-ドデシルスルファモイル）；カルバモイル（例えば*N*-メチルカルバモイル、*N,N*-ジブチルカルバモイル、*N*-オクタデシルカルバモイル、*N*-[4-(2,4-ジ-*t*-ペンチルフェノキシ)ブチル]カルバモイル、*N*-メチル-*N*-テトラデシルカルバモイル、*N,N*-ジオクチルカルバモイル）；アシル（例えばアセチル、(2,4-ジ-*t*-アミルフェノキシ)アセチル、フェノキシカルボニル、*p*-ドデシルオキシフェノキシカルボニル、メトキシカルボニル、ブトキシカルボニル、テトラデシルオキシカルボニル、エトキシカルボニル、ベンジルオキシカルボニル、3-ペンタデシルオキシカルボニル、ドデシルオキシカルボニル）；スルホニル（例えばメトキシスルホニル、オクチルオキシスルホニル、テトラデシルオキシスルホニル、2-エチルヘキシルオキシスルホニル、フェノキシスルホニル、2,4-ジ-*t*-ペンチルフェノキシスルホニル、メチルスルホニル、オクチルスルホニル、2-エチルヘキシルスルホニル、ドデシルスルホニル、ヘキサデシルスルホニル、フェニルスルホニル、4-ノニルフェニルスルホニル、*p*-トリルスルホニル）；スルホニルオキシ（例えばドデシルスルホニルオキシ、ヘキサデシルスルホニルオキシ）；スルフィニル（例えばメチルスルフィニル、オクチルスルフィニル、2-エチルヘキシルスルフィニル、ドデシルスルフィニル、ヘキサデシルスルフィニル、フェニルスルフィニル、4-ノニルフェニルスルフィニル、*p*-トリルスルフィニル）；チオ（例えばエチルチオ、オクチルチオ、ベンジルチオ、テトラデシルチオ、2-(2,4-ジ-*t*-ペンチルフェノキシ)エチルチオ、フェニルチオ、2-ブトキシ-5-*t*-オクチルフェニルチオ、*p*-トリルチオ）；アシルオキシ（例えばアセチルオキシ、ベンゾイルオキシ、オクタデカノイルオキシ、*p*-ドデシルアミドベンゾイルオキシ、*N*-フェニルカルバモイルオキシ、*N*-エチルカルバモイルオキシ、シクロヘキシルカルボニルオキシ）；ア

ミン（例えばフェニルアニリノ、2-クロロアニリノ、ジエチルアミン、ドデシルアミン）；イミノ（例えば1(N-フェニルイミド)エチル、N-スクシンイミド、3-ベンジルヒダントイニル）；ホスフェート（例えばジメチルホスフェート、エチルブチルホスフェート）；ホスフィット（例えばジエチルホスフィット、ジヘキシルホスフィット）；複素環基、複素環オキシ基、複素環チオ基（どの基も置換されていてよく、炭素原子と少なくとも1個のヘテロ原子（酸素、窒素、イオウ、リン、ホウ素からなるグループの中から選択する）からなる3~7員の複素環を含んでいて、例えば、2-フリル、2-チエニル、2-ベンゾイミダゾリルオキシ、2-ベンゾチアゾリルがある）；第四級アンモニウム（例えばトリエチルアンモニウム）；第四級ホスホニウム（例えばトリフェニルホスホニウム）；シリルオキシ（例えばトリメチルシリルオキシ）がある。

10

【0049】

望むのであれば、置換基それ自体がさらに上記の置換基で1回以上置換されていてもよい。使用する具体的な置換基は、当業者が、特定の用途にとって望ましい性質が実現されるように選択することができ、例えば、電子求引基、電子供与基、立体基などが挙げられる。1つの分子が2つ以上の置換基を持てる場合には、特に断わらない限り、その置換基を互いに結合させて環（例えば縮合環）を形成することができる。一般に、上記の基と、その基に対する置換基は、48個までの炭素原子（一般には1~36個であり、通常は24個未満である）を含むことができるが、選択した具体的な置換基が何であるかにより、それよりも多くすることも可能である。

20

【0050】

本発明の目的のためには、複素環の定義に、配位結合または供与結合を含む環も含まれる。配位結合の定義は、『グラントとハッカーの化学事典』、91ページに見いだすことができる。要するに、配位結合は、電子が豊富な原子（例えばOやN）が一对の電子を電子が欠乏した原子（例えばAlやB）に与えるときに形成される。

【0051】

アントラセン誘導体は、1種類以上の発光材料を含む層のホスト材料である。この層には、アントラセン・ホスト材料に加えて1種類以上の共同ホストが存在していてもよい。

【0052】

一実施態様では、共同ホストが存在しており、それは正孔輸送材料である。例えば共同ホストは、第三級アミンにすること、またはそのような化合物の混合物にすることができる。有用な正孔輸送共同ホスト材料は、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（NPB）と4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-(2-ナフチル)アミノ]ビフェニル（TNB）である。

30

【0053】

別の一実施態様では、電子輸送材料である共同ホストが存在している。8-ヒドロキシキノリンおよびそれと同様の誘導体の金属錯体（金属キレート化オキシノイド化合物としても知られる）が有用な共同ホスト化合物の1つのクラスを構成する。電子輸送共同ホストの有用な一例は、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(III)（Alq）である。

【0054】

共同ホストは、存在しているときには、層の1~50体積%のレベルであることがしばしばあり、この値は層の1~20体積%である頻度が多く、一般に層の5~15体積%である。

40

【0055】

LELは発光材料を含んでおり、発光層の15体積%の量まで存在していることが望ましい。この量は一般に0.1~10体積%であり、典型的には層の0.5~8.0体積%である。

【0056】

ホストとして用いる蛍光発光材料を選択する際の重要な1つの関係は、ホストと蛍光材料の励起一重項エネルギーの比較である。発光材料の励起一重項エネルギーはホスト材料の励起一重項エネルギーよりも低いことが非常に望ましい。励起した一重項状態のエネルギーは、発光する一重項状態と基底状態のエネルギー差として定義される。発光しないホストでは、基底状態としての同じ電子スピンの最低励起状態が発光状態と見なされる。

50

【 0 0 5 7 】

発光層は、発光材料の性質に応じて青から赤の範囲の光を出すことができる。R.W. Hunt、『写真、印刷、テレビにおける色の再現』、第4版、1987年、ファウンテン出版で定義されているように、青色光は一般に電磁スペクトルの可視領域の450～480nmの範囲の波長を持ち、青-緑色光は480～510nm、緑色光は510～550nm、緑-黄色光は550～570nm、黄色光は570～590nm、オレンジ色光は590～630nm、赤色光は630～700nmの波長を持つ。これらの成分の適切な組み合わせによって白色光が発生する。

【 0 0 5 8 】

一般式(1)のアントラセン材料は、青色材料または青-緑色材料のための特に有用なホストになることができる。青色または青-緑色の光を出す多くの材料が従来から知られており、本発明を実施する際に使用することが考えられる。青色発光体の特に有用なクラスとして、ペリレンとその誘導体(例えば1つ以上の置換基(例えばアルキル基またはアリール基)を有するペリレン核)がある。発光体として用いるのが望ましいペリレン誘導体は、2,5,8,11-テトラ-*t*-ブチルペリレンである。

10

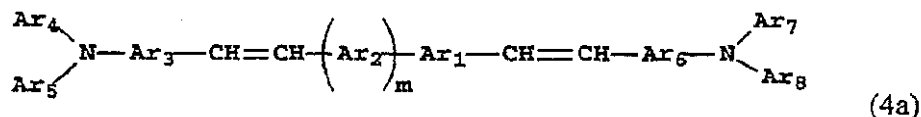
【 0 0 5 9 】

蛍光材料の別の有用な1つのクラスとして、青色または青-緑色の光を出すジスチリルアレンの誘導体(例えばジスチリルベンゼン、ジスチリルビフェニルや、アメリカ合衆国特許第5,121,029号に記載されている化合物)がある。青色または青-緑色の光を出すジスチリルアレンの誘導体のうちで特に有用なのは、ジアリールアミノ基(ジスチリルアミンとしても知られる)で置換されたものである。例として、以下の一般式(4a)がある。ただし、 Ar^1 、それぞれの Ar^2 、 $Ar^3 \sim Ar^8$ は、独立に選択されたアリール基またはヘテロアリール基であり、その中には追加の縮合環が含まれていてもよく、2つのアリール環またはヘテロアリール環が縮合によって合わさることができ、 m は0または1である。一実施態様では、 Ar^1 、それぞれの Ar^2 、 $Ar^3 \sim Ar^8$ は、フェニレン基またはフェニル基を表わす。

20

【 0 0 6 0 】

【 化 1 5 】



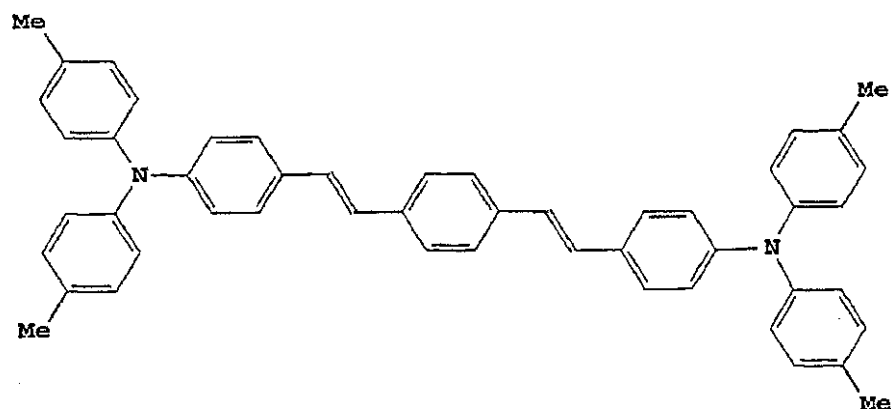
30

【 0 0 6 1 】

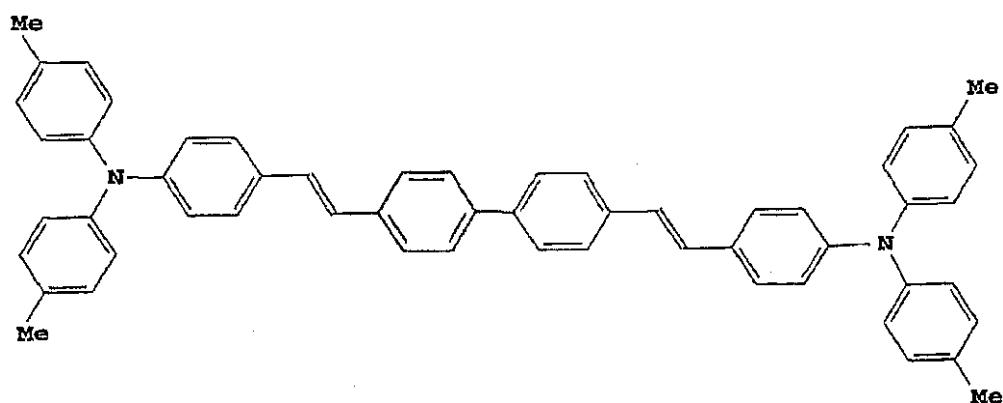
有用なジスチリルアミンの代表例は、以下に示す青色発光体または青緑色発光体である。

【 0 0 6 2 】

【化 1 6】



10



20

【 0 0 6 3】

2004年10月29日にMargaret J. Helberらによって「エレクトロルミネッセンス・デバイスのための有機素子」という名称で出願されて譲受人に譲渡されたアメリカ合衆国特許出願シリアル番号第10/977,839号には、別の有用な青色発光材料と青-緑色発光材料が記載されている。

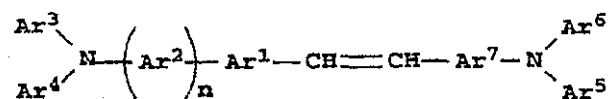
30

【 0 0 6 4】

一実施態様では、発光材料は一般式(4b)で表わされる。

【 0 0 6 5】

【化 1 7】



40

(4b)

【 0 0 6 6】

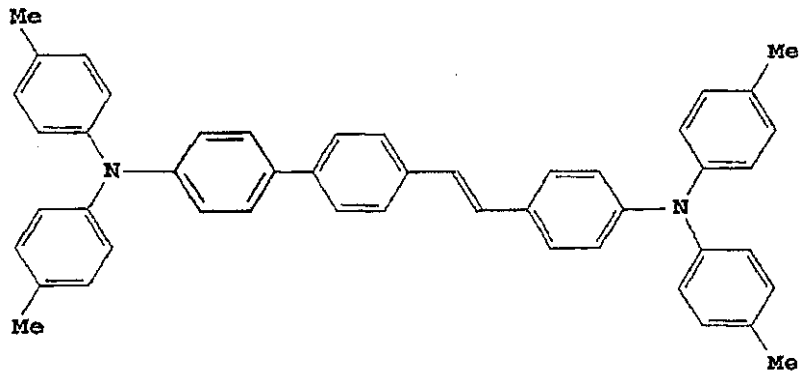
一般式(4b)において、Ar¹~Ar⁶は独立に選択されたアリール基であり、それぞれ、フェニル基、縮合芳香族環(例えばナフチル、アントラニル、フェナントリル)、1つ以上の炭素原子が窒素、酸素、イオウのいずれかで置換されている複素芳香族環、1個の結合をする芳香族環(例えばビフェニル)を表わすことができ、Ar¹~Ar⁶は、置換されていなくても、環上で水素を有する位置がさらに置換されていてもよい。さらに、Ar³とAr⁴は、

50

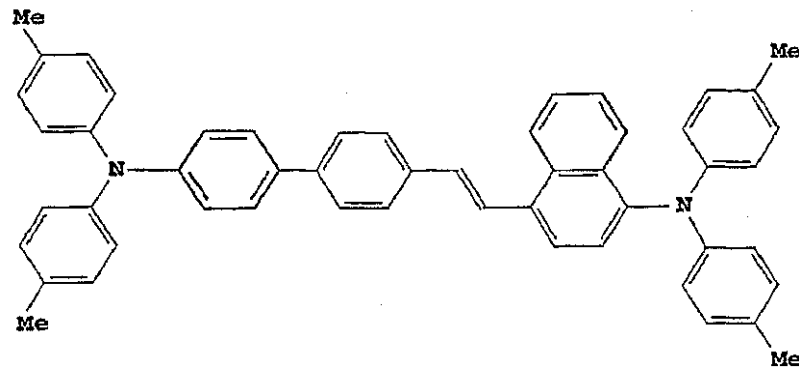
直接に、または別の原子を通じて結合し、炭素環または複素環を形成することができる。 Ar^5 と Ar^6 は、直接に、または別の原子を通じて結合し、炭素環または複素環を形成することができる。 Ar^7 は、フェニレン、縮合芳香族炭素環基、複素環基のいずれかである。 Ar^7 は、置換されていなくても、環上で水素を有する位置がさらに置換されていてもよい。上記一般式において、 n は1、2、3のいずれかである。有用な材料の代表例を以下に示す。

【0067】

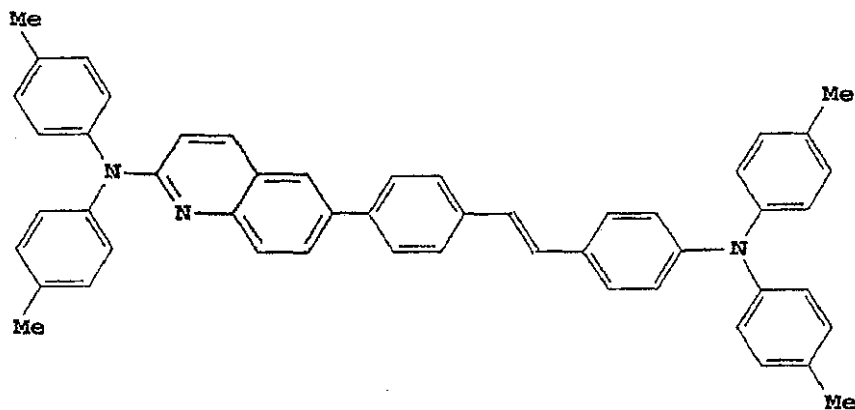
【化18】



10



20



30

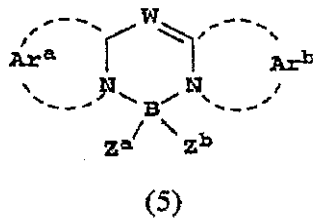
40

【0068】

発光体の別の有用なクラスは、ホウ素原子を含んでいる。ホウ素を含む望ましい発光材料として、アメリカ合衆国特許公開2003/0198829、2003/0201415、2005/0170204に記載されているものがある。適切な発光材料（その中には青色光または青-緑色光を出すものが含まれる）は、構造式（5）で表わされる。

【0069】

【化 1 9】



10

【 0 0 7 0】

一般式(5)において、 Ar^a と Ar^b は、独立に、5員または6員の芳香族環基(例えばピリジン基)を形成するのに必要な原子を表わす。 Z^a と Z^b は、独立に選択された置換基(例えばフルオロ置換基)を表わす。構造式(5)において、 w は、NまたはC-Yを表わす。ただしYは、水素または置換基を表わす。置換基は、例えば、芳香族基(フェニル基など)、トリル基、アルキル基(メチル基など)、シアノ置換基、トリフルオロメチル置換基である。

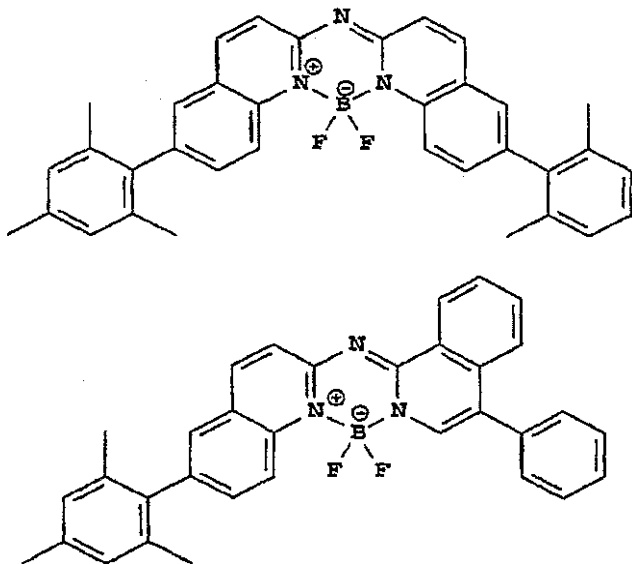
【 0 0 7 1】

有用なホウ素含有蛍光材料の代表例として以下のものがある。

【 0 0 7 2】

20

【化 2 0】

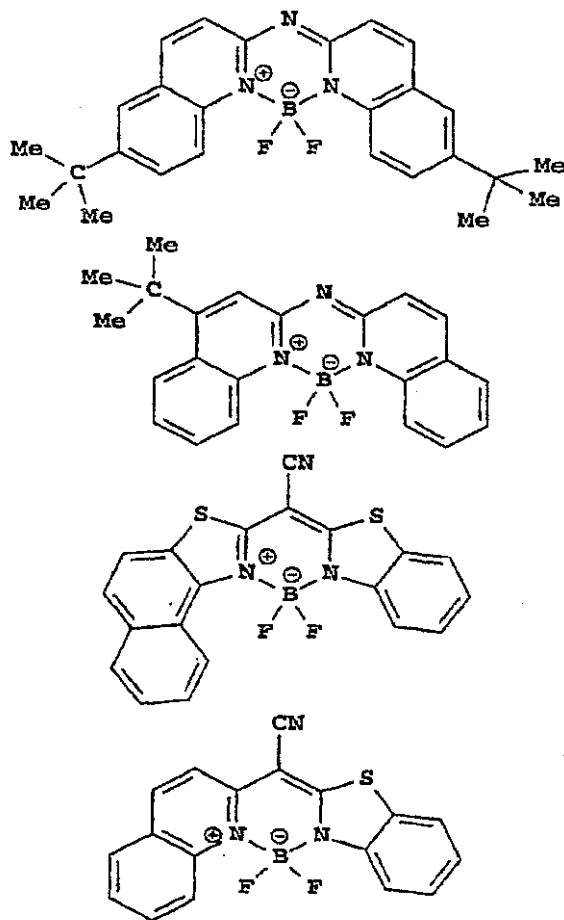


30

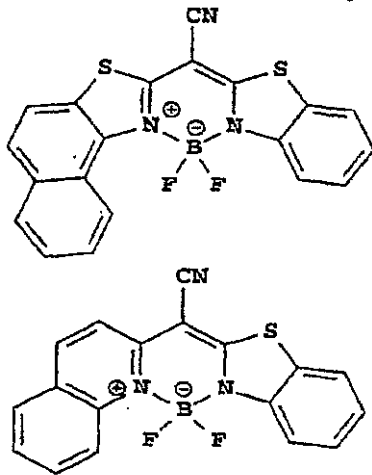
【 0 0 7 3】

40

【化 2 1】



10



20

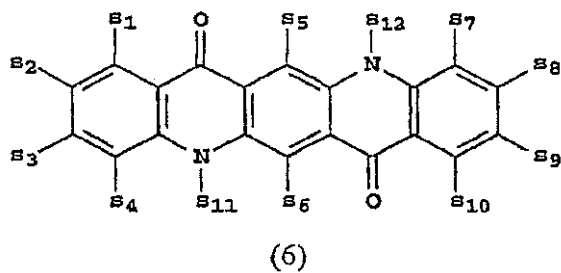
【 0 0 7 4 】

緑色発光材料の特により有用な1つのクラスとしてキナクリドン化合物がある。有用なキナクリドンは、アメリカ合衆国特許公開2004/0001969、アメリカ合衆国特許第6,664,396号、第5,593,788号、日本国特開平09-13026に記載されている。一実施態様では、発光層に含まれる発光材料は、一般式(6)で表わされるキナクリドン化合物である。

30

【 0 0 7 5 】

【化 2 2】



40

【 0 0 7 6 】

一般式(6)において、 $s_1 \sim s_{10}$ は、独立に、水素または独立に選択された置換基(例えばフェニル基、トリル基、ハロゲン(Fなど)、アルキル基(メチル基など))を表わす。隣り合った置換基が合わさって環を形成することができる(例えば縮合ベンゼン環基)

50

。

【 0 0 7 7 】

一般式(6)において、 s_{11} と s_{12} は、独立に、アルキル基または芳香族基を表わす。好ましい実施態様では、 s_{11} と s_{12} は、独立に、フェニル環基(例えばフェニル環またはトリル環)を表わす。

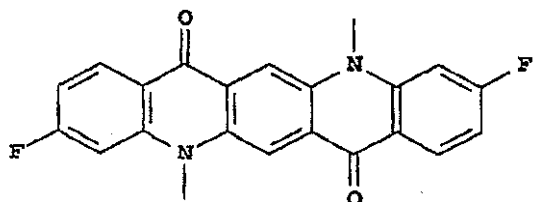
【 0 0 7 8 】

有用なキナクリドン化合物の代表例として以下のものがある。

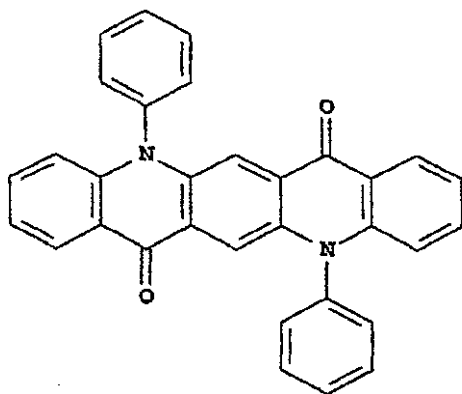
【 0 0 7 9 】

【 化 2 3 】

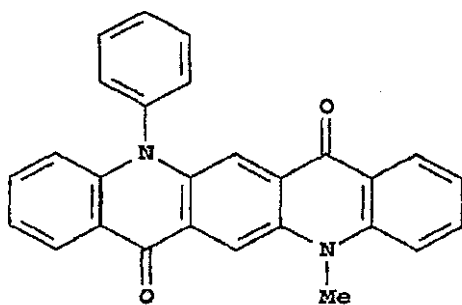
10



20

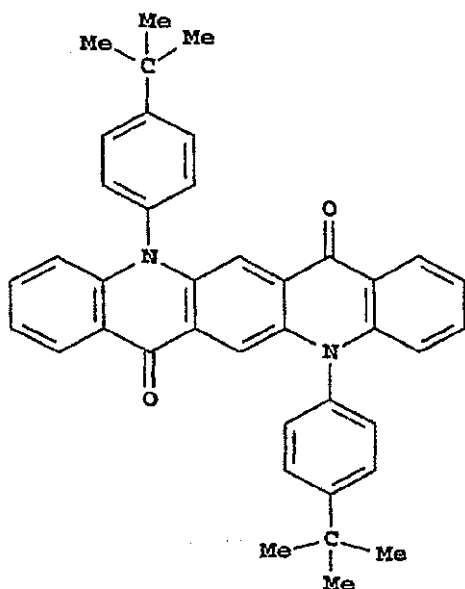


30



【 0 0 8 0 】

【化 2 4】



10

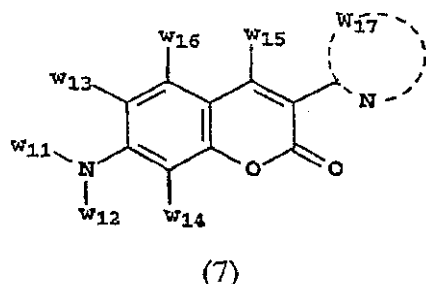
20

【0081】

緑色発光材料の特により有用な別のクラスとしてクマリン化合物がある。有用なクマリンは、例えばTangらのアメリカ合衆国特許第4,769,292号と第6,020,078号に記載されている。本発明の一実施態様では、発光層に含まれる第3の材料は、一般式(7)で表わされるクマリンである。

【0082】

【化 2 5】



30

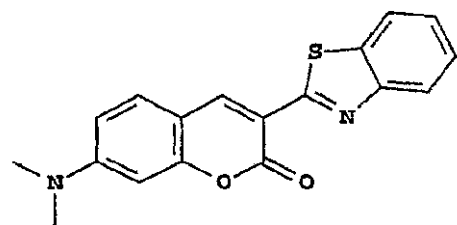
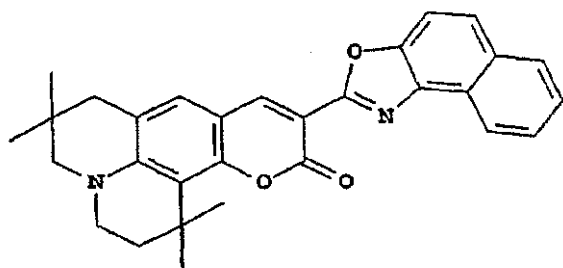
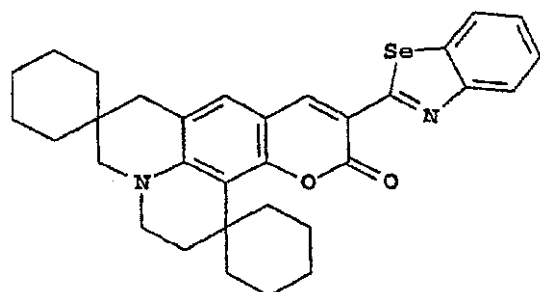
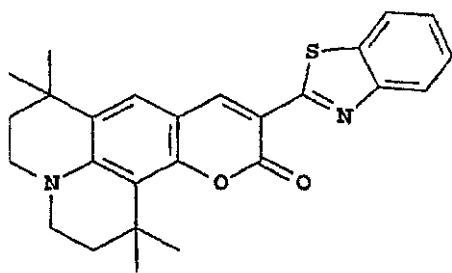
【0083】

一般式(7)において、 w_{11} と w_{12} は、独立に選択された置換基(例えばアルキル基またはアリール基)を表わすが、 w_{11} と w_{12} は、互いに合わさって、または w_{13} および w_{14} とで環を形成することができる。 w_{11} と w_{12} は、独立に選択されたアルキル基を表わすことが望ましいが、 w_{11} と w_{12} は、互いに合わさって、または w_{13} および w_{14} とで飽和環を形成することができる。一般式(7)において、 $w_{13} \sim w_{16}$ は、独立に、水素または独立に選択された置換基(例えばフェニル環基またはメチル基)を表わす。隣り合った環が合わさって環を形成することができる(例えば縮合ベンゼン環)。一般式(7)において、 w_{17} は、複素芳香族環(例えばベンゾチアゾール環基)を完成させるのに必要な原子を表わす。有用なクマリン化合物の代表例を以下に示す。

40

【0084】

【化 2 6】



10

20

30

【0085】

別の有用な発光材料の例として、アントラセン、フルオレン、ペリフランテン、インデノペリレンの誘導体が挙げられる。

【0086】

一実施態様では、一般式(1)のアントラセン化合物を含む1つの層が青色または青-緑色の光を発生させ、追加の層がルブレイン誘導体を含んでいて黄色または赤色の光を発生させる。

40

【0087】

別の一実施態様では、追加の層が存在していて発生する光が白色である場合には、その白色光のスペクトル成分(例えば赤、緑、青)を制御できるフィルタをデバイスの表面に配置してカラー・ディスプレイにとって有用なデバイスとなるようにすることができる。

【0088】

本発明の別の1つの特徴では、有用なデバイスは、発光層とカソードの間に位置する別の層を備えている。この別の層は、少なくとも3つの縮合炭素環(例えばアントラセン核またはテトラセン核)を有する電子輸送材料を含んでいる。望ましい一実施態様では、電子輸送材料はアントラセン核を含んでいる。このアントラセン核は、2位と9位と10位が芳香族基で置換されている。有用な芳香族環の例として、ナフチル基(例えば1-ナフチル基

50

、2-ナフチル基）、ビフェニル基（例えば4-ビフェニル基、3-ビフェニル基）が挙げられる。別の好ましい実施態様では、電子輸送材料はテトラセン核（例えばルブレン、またはルブレンの誘導体）を含んでいる。

【0089】

別の層とカソードの間に追加の層が存在していることが望ましい。この追加の層は、第2の電子輸送層として、または電子注入層として機能する。この実施態様では、追加の層は複素環化合物を含んでいる。複素環化合物は、フェナントロリン核（例えば1,10-フェナントロリンまたはその誘導体）を含んでいることが好ましい。別の実施態様では、複素環化合物は、金属錯体（例えば8-キノリノレート核）を含んでいる。特に望ましい金属としてアルミニウムとガリウムが挙げられる。有用な錯体の例は、トリス(キノリノラト)アルミニウム(III)(Alq)、トリス(キノリノラト)ガリウム(III)、ならびにこれらと同様の材料である。

10

【0090】

デバイスの一般的構造

【0091】

本発明は、小分子材料、オリゴマー材料、ポリマー材料、またはこれらの組み合わせを用いた多くのOLEDデバイス構造で利用することができる。このような構造には、単一のアノードと単一のカソードを備える非常に単純な構造から、より複雑なデバイス（複数のアノードとカソードが直交アレイをなして画素を形成するパッシブ・マトリックス・ディスプレイや、各画素が例えば薄膜トランジスタ（TFT）で独立に制御されるアクティブ・マトリックス・ディスプレイ）までが含まれる。

20

【0092】

本発明をうまく実現することのできる有機層の構造が多数ある。OLEDにとっての必須の条件は、アノードと、カソードと、アノードとカソードの間に位置する有機発光層とが存在していることである。追加の層を使用できるが、それについては後でさらに詳しく説明する。

【0093】

小分子デバイスにとって特に有用な典型的な構造は図に示したものであり、基板101と、アノード103と、正孔注入層105と、正孔輸送層107と、発光層109と、電子輸送層111と、電子注入層112と、カソード113からなる。これらの層について以下に詳しく説明する。基板をカソードに隣接した位置にすることや、基板が実際にアノードまたはカソードを構成することも可能であることに注意されたい。アノードとカソードに挟まれた有機層を、便宜上、有機EL素子と呼ぶ。また、有機層を合計した厚さは、500nm未満であることが望ましい。

30

【0094】

OLEDのアノードとカソードは、導電体160を通じて電圧／電流源150に接続されている。OLEDは、アノードとカソードの間に、アノードがカソードと比べて正の電位となるように電圧を印加することによって動作する。正孔はアノードから有機EL素子に注入され、電子はカソードから有機EL素子に注入される。ACモードではACサイクル中にポテンシャル・バイアスが逆転して電流が流れないわずかな期間があるため、OLEDをACモードで動作させるときにデバイスの安定性向上を実現できることがときにある。AC駆動のOLEDの一例が、アメリカ合衆国特許第5,552,678号に記載されている。

40

【0095】

基板

【0096】

本発明のOLEDデバイスは、支持用基板101の上に形成されて、カソードまたはアノードが基板と接触できるようになっているのが一般的である。基板は、複数の材料層を含む複合構造にすることができる。これは、TFTがOLED層の下に設けられているアクティブ・マトリックス基板で一般的である。それでも基板の少なくとも画素化された発光領域は、ほぼ透明な材料でできている必要がある。基板と接触する電極は、通常、底部電極と呼ばれ

50

る。底部電極はアノードであることが一般的だが、本発明がこの構成に限定されることはない。基板は、どの方向に光を出したいかに応じ、透過性または不透明にすることができる。透光特性は、基板を通してEL光を見る上で望ましい。その場合には、透明なガラスまたはプラスチックが一般に用いられる。EL光を上部電極を通じて見るような用途では、底部支持体の透過特性は、光透過性、光吸収性、光反射性のいずれでもよい。この場合に用いる基板としては、ガラス、プラスチック、半導体材料、シリコン、セラミック、回路板材料などがある。このような構成のデバイスでは、透光性のある上部電極を設ける必要がある。

【0097】

アノード

10

【0098】

望むエレクトロルミネッセンス光(EL)をアノードを通して見る場合には、アノードは、興味の対象となる光に対して透明か、実質的に透明である必要がある。本発明で用いられる透明なアノード用の一般的な材料は、インジウム-スズ酸化物(ITO)、インジウム-亜鉛酸化物(IZO)、スズ酸化物だが、他の金属酸化物(例えばアルミニウムをドーブした亜鉛酸化物、インジウムをドーブした亜鉛酸化物、マグネシウム-インジウム酸化物、ニッケル-タングステン酸化物)も可能である。これら酸化物に加え、金属窒化物(例えば窒化ガリウム)、金属セレン化物(例えばセレン化亜鉛)、金属硫化物(例えば硫化亜鉛)をアノードとして用いることができる。EL光をカソードだけを通して見るような用途ではアノードの透光特性は重要でないため、あらゆる導電性材料(透明なもの、不透明なもの、反射性のもの)を使用することができる。この用途での導電性材料の例としては、金、イリジウム、モリブデン、パラジウム、白金などがある。典型的なアノード用材料は、透光性であろうとそうでなかろうと、仕事関数が4.1eV以上である。望ましいアノード用材料は、一般に、適切な任意の手段(例えば蒸着、スパッタリング、化学蒸着、電気化学的手段)で堆積させる。アノードは、よく知られているフォトリソグラフィ法を利用してパターンニングすることができる。場合によっては、アノードを研磨した後に他の層を付着させて表面の粗さを小さくすることで、短絡を最少にすること、または反射性を大きくすることができる。

20

【0099】

正孔注入層(HIL)

30

【0100】

必ずしも必要ではないが、正孔注入層105をアノード103と正孔輸送層107の間に設けると有用であることがしばしばある。正孔注入材料は、後に続く有機層の膜形成能力を向上させ、正孔を正孔輸送層に容易に注入できるようにする機能を持つ。正孔注入層で使用するのに適した材料としては、アメリカ合衆国特許第4,720,432号に記載されているポルフィリン化合物や、アメリカ合衆国特許第6,208,075号に記載されているプラズマ堆積させたフルオロカーボン・ポリマーや、いくつかの芳香族アミン(例えばm-MTDATA(4,4',4"-トリス[(3-メチルフェニル)フェニルアミノ]トリフェニルアミン))などがある。有機ELデバイスにおいて有用であることが報告されている別の正孔注入材料は、ヨーロッパ特許第0 891 121号と第1 029 909号に記載されている。

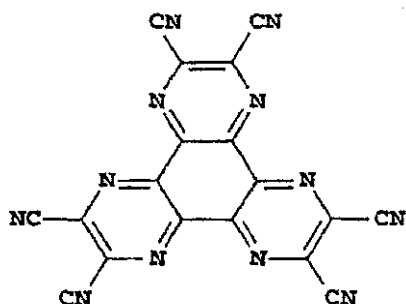
40

【0101】

有用な別の正孔注入材料は、アメリカ合衆国特許第6,720,573号に記載されている。例えば以下の材料が、そのような用途にとって有用である可能性がある。

【0102】

【化 2 7】



10

【 0 1 0 3 】

正孔輸送層 (HTL)

【 0 1 0 4 】

有機ELデバイスの正孔輸送層107は、少なくとも1種類の正孔輸送化合物（例えば芳香族第三級アミン）を含んでいる。芳香族第三級アミンは、炭素原子（そのうちの少なくとも1つは芳香族環のメンバーである）だけに結合する少なくとも1つの3価窒素原子を含んでいる化合物であると理解されている。芳香族第三級アミンの1つの形態は、アリールアミン（例えばモノアリールアミン、ジアリールアミン、トリアリールアミン、ポリマー・アリールアミン）である。モノマー・トリアリールアミンの例は、Klupfelらによってアメリカ合衆国特許第3,180,730号に示されている。1個以上のビニル基で置換された他の適切なトリアリールアミン、および/または少なくとも1つの活性な水素含有基を含む他の適切なトリアリールアミンは、Brantleyらによってアメリカ合衆国特許第3,567,450号と第3,658,520号に開示されている。

20

【 0 1 0 5 】

芳香族第三級アミンのより好ましい1つのクラスは、アメリカ合衆国特許第4,720,432号と第5,061,569号に記載されているように少なくとも2つの芳香族第三級アミン部分を有するものである。そのような化合物として、構造式 (A) で表わされるものがある。

30

【 0 1 0 6 】

【化 2 8】



【 0 1 0 7 】

構造式 (A) において、 Q_1 と Q_2 は、独立に選択された芳香族第三級アミン部分であり、G は、炭素-炭素結合の結合基（例えば、アリーレン基、シクロアルキレン基、アルキレン基など）である。一実施態様では、 Q_1 と Q_2 の少なくとも一方は、多環式縮合環構造（例えばナフタレン）を含んでいる。Gがアリール基である場合には、 Q_1 と Q_2 の少なくとも一方は、フェニレン部分、ピフェニレン部分、ナフタレン部分のいずれかであることが好ましい。

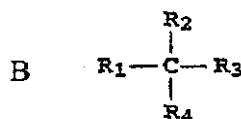
40

【 0 1 0 8 】

構造式 (A) に合致するとともに2つのトリアリールアミン部分を含むトリアリールアミンの有用な1つのクラスは、構造式 (B) で表わされる。

【 0 1 0 9 】

【化 2 9】



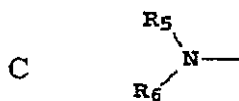
【0 1 1 0】

構造式 (B) において、 R_1 と R_2 は、それぞれ独立に、水素原子、アリール基、アルキル基のいずれかを表わすか、 R_1 と R_2 は、合わさって、シクロアルキル基を完成させる原子を表わし；

R_3 と R_4 は、それぞれ独立にアリール基を表わし、そのアリール基は、構造式 (C) に示したように、ジアリール置換されたアミノ基によって置換されている。

【0 1 1 1】

【化 3 0】



10

20

【0 1 1 2】

構造式 (C) において、 R_5 と R_6 は、独立に選択されたアリール基である。一実施態様では、 R_5 と R_6 のうちの少なくとも一方は、多環式縮合環構造（例えばナフタレン）を含んでいる。

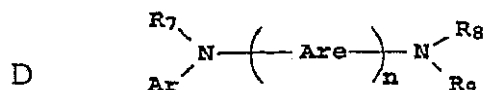
【0 1 1 3】

芳香族第三級アミン基の別のクラスは、テトラアリールジアミンである。望ましいテトラアリールジアミンとして、構造式 (C) に示したように、アリーレン基を通じて結合した2つのジアリールアミノ基が挙げられる。有用なテトラアリールジアミンとして、一般式 (D) で表わされるものがある。

30

【0 1 1 4】

【化 3 1】



40

【0 1 1 5】

構造式 (D) において、それぞれのAreは、独立に選択されたアリーレン基（例えばフェニレン部分、ナフチレンジイル部分、アントラセンジイル部分）であり、 n は1～4の整数である。 Ar 、 R_7 、 R_8 、 R_9 は、独立に選択されたアリール基である。典型的な一実施態様では、 Ar 、 R_7 、 R_8 、 R_9 のうちの少なくとも1つは多環式縮合環構造（例えばナフタレン）である。

【0 1 1 6】

上記の構造式 (A)、(B)、(C)、(D) のさまざまなアルキル部分、アルキレン部分、アリール部分、アリーレン部分は、それぞれ、置換されていてもよい。典型的な置換基としては、アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、ベンゾ、ハロゲ

50

ン（例えばフッ化物）などがある。さまざまなアルキル部分とアルキレン部分は、一般に、1～6個の炭素原子を含んでいる。シクロアルキル部分は、3～10個の炭素原子を含むことができるが、一般には5個、または6個、または7個の炭素原子を含んでいる（例えばシクロペンチル環構造、シクロヘキシル環構造、シクロヘプチル環構造）。アリール部分とアリーレン部分は、通常は、フェニル部分とフェニレン部分である。

【0117】

正孔輸送層は、単一の芳香族第三級アミン化合物で形成すること、またはそのような化合物の混合物で形成することができる。特に、トリアリールアミン（例えば構造式（B）を満たすトリアリールアミン）をテトラアリールジアミン（例えば構造式（D）に示したもの）と組み合わせて使用することができる。トリアリールアミンをテトラアリールジアミンと組み合わせて用いる場合には、テトラアリールジアミンは、トリアリールアミンと電子注入・輸送層に挟まれた層として配置される。有用な芳香族第三級アミンの代表例としては、以下のものがある。

1,1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)シクロヘキサン (TAPC)
 1,1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)-4-フェニルシクロヘキサン
 4,4'-ビス(ジフェニルアミノ)クアドリフェニル
 ビス(4-ジメチルアミノ-2-メチルフェニル)-フェニルメタン
 N,N,N'-トリ(p-トリル)アミン
 4-(ジ-p-トリルアミノ)-4'-[4-(ジ-p-トリルアミノ)-スチリル]スチルベン
 N,N,N',N'-テトラ-p-トリル-4,4'-ジアミノビフェニル
 N,N,N',N'-テトラフェニル-4,4'-ジアミノビフェニル
 N,N,N',N'-テトラ-1-ナフチル-4,4'-ジアミノビフェニル
 N,N,N',N'-テトラ-2-ナフチル-4,4'-ジアミノビフェニル
 N-フェニルカルバゾール
 4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-(2-ナフチル)アミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]p-テルフェニル
 4,4'-ビス[N-(2-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(3-アセナフテニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 1,5-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ナフタレン
 4,4'-ビス[N-(9-アントリル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4''-ビス[N-(1-アントリル)-N-フェニルアミノ]-p-テルフェニル
 4,4'-ビス[N-(2-フェナントリル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(8-フルオランテニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(2-ピレニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(2-ナフタセニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(2-ペリレニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(1-コロネニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 2,6-ビス(ジ-p-トリルアミノ)ナフタレン
 2,6-ビス[ジ-(1-ナフチル)アミノ]ナフタレン
 2,6-ビス[N-(1-ナフチル)-N-(2-ナフチル)アミノ]ナフタレン
 N,N,N',N'-テトラ(2-ナフチル)-4,4''-ジアミノ-p-テルフェニル
 4,4'-ビス{N-フェニル-N-[4-(1-ナフチル)-フェニル]アミノ}ビフェニル
 4,4'-ビス[N-フェニル-N-(2-ピレニル)アミノ]ビフェニル
 2,6-ビス[N,N-ジ(2-ナフチル)アミノ]フルオレン
 1,5-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ナフタレン
 4,4',4''-トリス[(3-メチルフェニル)フェニルアミノ]トリフェニルアミン

【0118】

有用な正孔輸送材料の別のクラスとして、ヨーロッパ特許第1,009,041号に記載されている多環式芳香族化合物がある。3個以上のアミン基を有する芳香族第三級アミンを使用

10

20

30

40

50

できる（その中にオリゴマー材料も含まれる）。さらに、ポリマー正孔輸送材料を使用することができる。それは、例えば、ポリ(N-ビニルカルバゾール) (PVK)、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリアニリン、コポリマー（例えばポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)/ポリ(4-スチレンスルホネート) (PEDOT/PSSとも呼ばれる)）などである。

【0119】

発光層 (LEL)

【0120】

有用な発光層 (LEL) についてはすでに説明した。いくつかの実施態様では、有用なデバイスでは2つ以上の発光層を備えている。追加の発光層は蛍光材料またはリン光材料を含むことができる。発光層は単一の材料で構成できるが、より一般的には、1種類または複数のゲスト発光材料をドープしたホスト材料からなる。光は主として発光材料から発生し、任意の色が可能である。発光層内のホスト材料は、以下に示す電子輸送材料、または上記の正孔輸送材料、または正孔-電子再結合をサポートする別の単一の材料または組み合わせた材料にすることができる。発光材料は、通常は強い蛍光染料とリン光化合物（例えばWO 98/55561、WO 00/18851、WO 00/57676、WO 00/70655に記載されている遷移金属錯体）の中から選択される。発光材料は一般にホスト材料の0.01~10質量%の割合で組み込まれる。

10

【0121】

ホスト材料と発光材料としては、小さな非ポリマー分子またはポリマー材料（例えばポリフルオレン、ポリビニルアレーン（例えばポリ(p-フェニレンビレン、PPV)））が可能である。ポリマーの場合には、小分子発光材料をポリマーからなるホストに分子として分散させること、または発光材料を少量成分と共重合させてホスト・ポリマーに添加することができる。

20

【0122】

発光材料を選択する際の重要な1つの関係は、その分子の最高被占軌道と最低空軌道のエネルギー差として定義されるバンドギャップ電位の比較である。ホストから発光材料に効率的にエネルギーが移動するための必要条件は、発光材料のバンドギャップがホスト材料のバンドギャップよりも小さいことである。リン光発光体の場合には、ホストの三重項エネルギー・レベルが十分に高くホストから発光材料にエネルギーが移動できることも重要である。

30

【0123】

有用であることが知られているホスト材料および発光材料としては、アメリカ合衆国特許第4,768,292号、第5,141,671号、第5,150,006号、第5,151,629号、第5,405,709号、第5,484,922号、第5,593,788号、第5,645,948号、第5,683,823号、第5,755,999号、第5,928,802号、第5,935,720号、第5,935,721号、第6,020,078号に開示されているものなどがある。

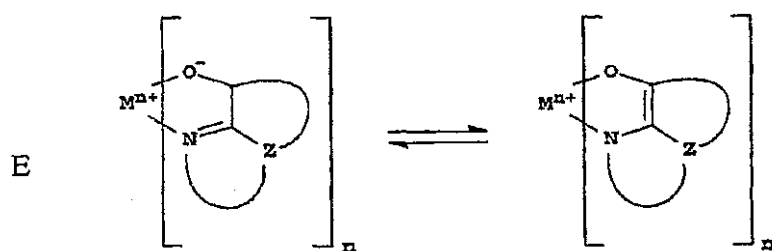
【0124】

8-ヒドロキシキノリンの金属錯体と、それと同様の誘導体（一般式E）は、エレクトロルミネッセンスをサポートすることのできる有用なホスト材料の1つのクラスを形成し、波長が500nmよりも長い光（例えば緑、黄、オレンジ、赤）を出させるのに特に適している。

40

【0125】

【化 3 2】



10

【 0 1 2 6】

一般式 (E) において、Mは金属を表わし；nは1～4の整数であり；Zは、現われるごとに独立に、縮合した少なくとも2つの芳香族環を有する核を完成させる原子を表わす。

【 0 1 2 7】

以上の説明から、金属は、一価、二価、三価、四価の金属が可能であることが明らかである。金属としては、例えばアルカリ金属（リチウム、ナトリウム、カリウムなど）、アルカリ土類金属（マグネシウム、カルシウムなど）、土類金属（アルミニウム、ガリウムなど）、遷移金属（亜鉛、ジルコニウムなど）が可能である。一般に、キレート化金属として有用であることが知られている任意の一価、二価、三価、四価の金属を使用することができる。

20

【 0 1 2 8】

Zは、縮合した少なくとも2つの芳香族環を持っていてそのうちの少なくとも一方はアゾール環またはアジン環である複素環の核を完成させる。必要な場合には、必要なその2つの環に追加の環（例えば脂肪族環と芳香族環の両方）を縮合させることができる。機能の向上なしに分子が大きくなることを避けるため、環の原子数は、通常は18個以下に維持する。

【 0 1 2 9】

有用なキレート化オキシノイド化合物の代表例としては、以下のものがある。

30

CO-1：アルミニウムトリスオキシシン [別名、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(III)] ; Alq] ;

CO-2：マグネシウムビスオキシシン [別名、ビス(8-キノリノラト)マグネシウム(II)] ;

CO-3：ビス[ベンゾ{f}-8-キノリノラト]亜鉛(II) ;

CO-4：ビス(2-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)-μ-オキソ-ビス(2-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III) ;

CO-5：インジウムトリスオキシシン [別名、トリス(8-キノリノラト)インジウム] ;

CO-6：アルミニウムトリス(5-メチルオキシシン) [別名、トリス(5-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)] ;

CO-7：リチウムオキシシン [別名、(8-キノリノラト)リチウム(I)] ;

40

CO-8：ガリウムオキシシン [別名、トリス(8-キノリノラト)ガリウム(III)] ;

CO-9：ジルコニウムオキシシン [別名、テトラ(8-キノリノラト)ジルコニウム(IV)] 。

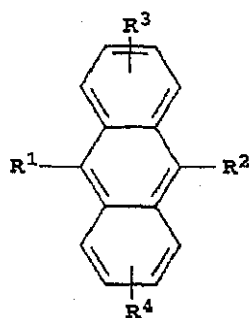
【 0 1 3 0】

アントラセンの誘導体（一般式F）は、エレクトロルミネッセンスをサポートすることができる有用なホスト材料の1つのクラスを形成し、波長が400nmよりも長い光（例えば青、緑、黄、オレンジ、赤）を出させるのに特に適している。アメリカ合衆国特許第6,465,115号とWO 2004/018587に開示されている非対称なアントラセン誘導体も有用なホストである。

【 0 1 3 1】

【化 3 3】

F



10

【 0 1 3 2】

一般式 (F) において、 R^1 と R^2 は、独立に選択されたアリール基 (例えばナフチル、フェニル、ビフェニル、トリフェニル、アントラセン) を表わす。 R^3 と R^4 は、それぞれの環上の1個以上の置換基を表わす。この場合の各置換基は、以下に示すグループの中から個別に選択される。

グループ1: 水素、または炭素原子が1~24個のアルキル;

グループ2: 炭素原子が5~20個のアリールまたは置換されたアリール

20

グループ3: アントラセニル、ピレニル、ペリレニルの縮合芳香族環を完成させるのに必要な4~24個の炭素原子;

グループ4: フリル、チエニル、ピリジル、キノリニル、または他の複素環系の縮合ヘテロ芳香族環を完成させるのに必要な、5~24個の炭素原子からなるヘテロアリールまたは置換されたヘテロアリール;

グループ5: 炭素原子が1~24個のアルコキシルアミノ、アルキルアミノ、アリールアミノ;

グループ6: フッ素またはシアノ。

【 0 1 3 3】

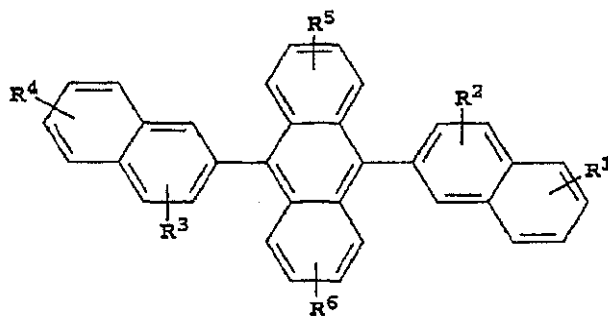
アントラセンの有用な1つのクラスは9,10-ジ-(2-ナフチル)アントラセンの誘導体 (一般式G) である。

30

【 0 1 3 4】

【化 3 4】

G



40

【 0 1 3 5】

一般式 (G) において、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 は、それぞれの環上の1個以上の置換基を表わす。この場合の各置換基は、以下に示すグループの中から個別に選択される。

グループ1: 水素、または炭素原子が1~24個のアルキル;

グループ2: 炭素原子が5~20個のアリールまたは置換されたアリール

50

グループ3：アントラセニル、ピレニル、ペリレニルの縮合芳香族環を完成させるのに必要な4～24個の炭素原子；

グループ4：フリル、チエニル、ピリジル、キノリニル、または他の複素環系の縮合ヘテロ芳香族環を完成させるのに必要な、5～24個の炭素原子からなるヘテロアリールまたは置換されたヘテロアリール；

グループ5：炭素原子が1～24個のアルコキシルアミノ、アルキルアミノ、アリールアミノ；

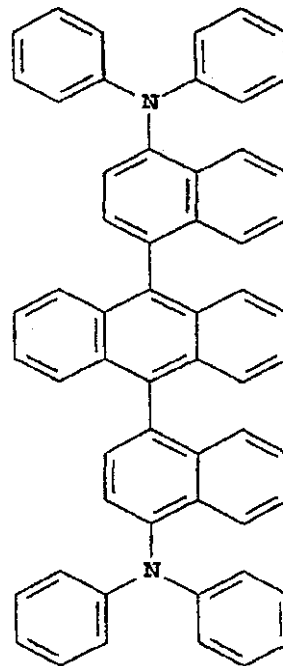
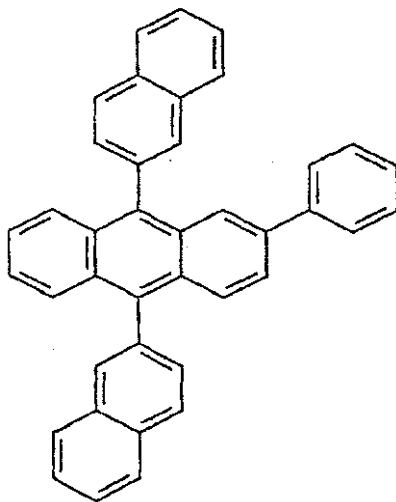
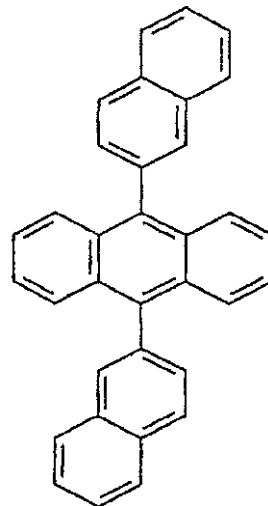
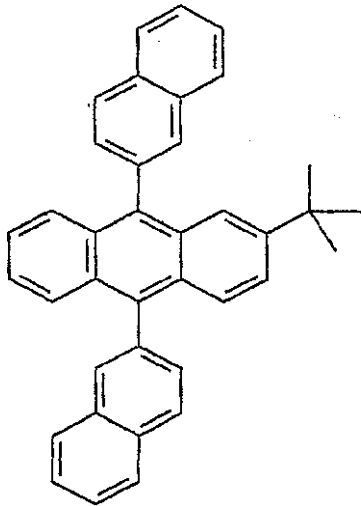
グループ6：フッ素またはシアノ。

【0136】

発光層で用いるアントラセン材料の代表例として、2-(4-メチルフェニル)-9,10-ジ-(2-ナフチル)-アントラセン、9-(2-ナフチル)-10-(1,1'-ビフェニル)-アントラセン、9,10-ビス[4-(2,2-ジフェニルエテニル)フェニル]-アントラセンと、以下に示す化合物がある。

【0137】

【化35】



10

20

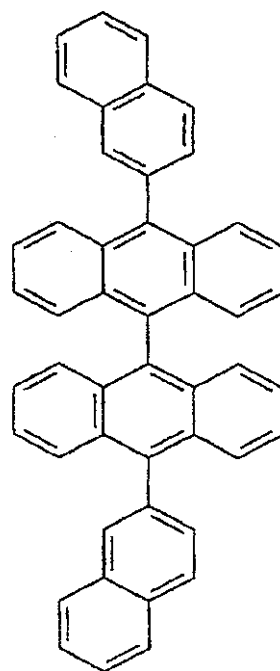
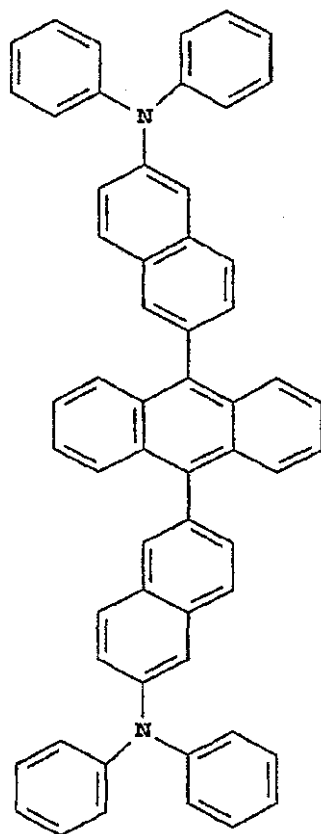
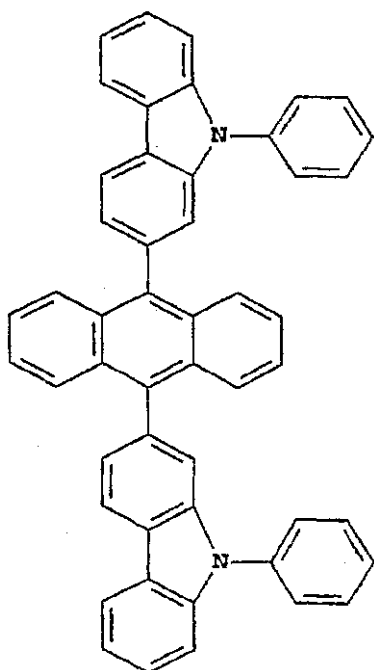
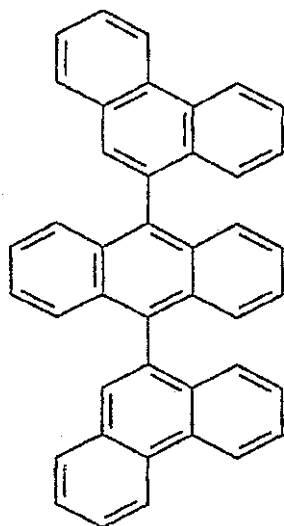
30

40

50

【 0 1 3 8 】

【 化 3 6 】



10

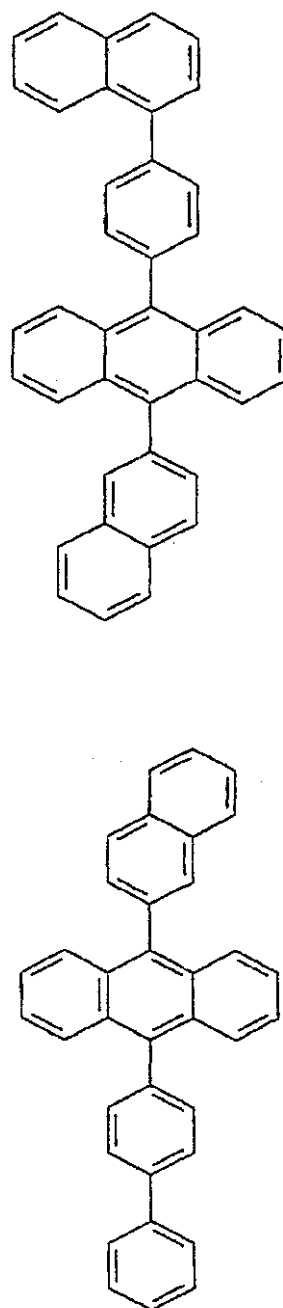
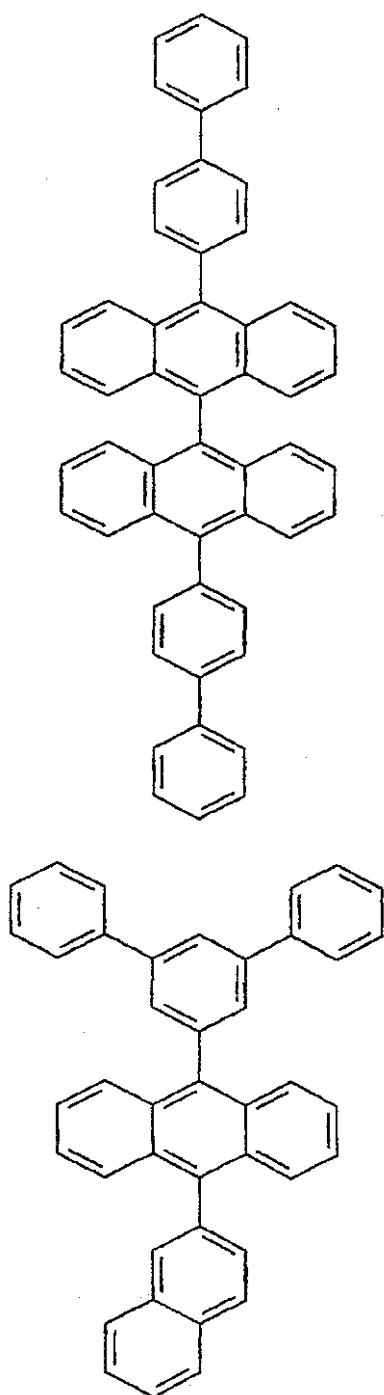
20

30

40

【 0 1 3 9 】

【化 3 7】



10

20

30

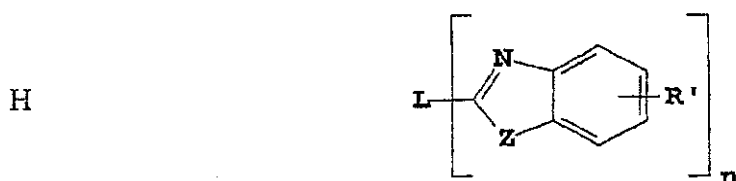
40

【 0 1 4 0 】

ベンズアゾール誘導体（一般式H）はエレクトロルミネッセンスをサポートすることのできる有用なホスト材料の別のクラスを形成し、波長が400nmよりも長い光（例えば青、緑、黄、オレンジ、赤）を出させるのに特に適している。

【 0 1 4 1 】

【化 3 8】



【0142】

10

一般式 (H) において、 n は 3 ~ 8 の整数であり； Z は、O、NR、S のいずれかであり； R と R' は、個別に、水素；炭素原子が 1 ~ 24 個のアルキル（例えばプロピル、*t*-ブチル、ヘプチルなど）；アリール、またはヘテロ原子で置換されたアリールで炭素原子が 5 ~ 20 個のもの（例えばフェニル、ナフチル、フリル、チエニル、ピリジル、キノリニルや、これら以外の複素環系）；ハロ（例えばクロロ、フルオロ）；縮合芳香族環を完成させるのに必要な原子のいずれかである。 L は、アルキル、アリール、置換されたアルキル、置換されたアリールのいずれかからなる結合単位であり、複数のベンズアゾールを互いに共役または非共役に結合させる。有用なベンズアゾールの一例は、2,2',2''-(1,3,5-フェニレン)トリス[1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール]である。

【0143】

20

アメリカ合衆国特許第 5,121,029 号に記載されているように、ジスチリルアリーレン誘導体も有用なホストである。カルバゾール誘導体はリン光発光体のための特に有用なホストである。

【0144】

有用な蛍光発光材料としては、アントラセン、テトラセン、キサントゲン、ペリレン、ルブレン、クマリン、ローダミン、キナクリドンの誘導体や、ジシアノメチレンピラン化合物、チオピラン化合物、ポリメチン化合物、ピリリウム化合物、チアピリリウム化合物、フルオレン誘導体、ペリフランテン誘導体、インデノペリレン誘導体、ビス(アジニル)アミンホウ素化合物、ビス(アジニル)メタン化合物、カルボスチリル化合物などがある。

【0145】

30

有用なリン光材料が報告されているのは、WO 00/57676、WO 00/70655、WO 01/41512、WO 02/15645、アメリカ合衆国特許出願公開 2003/0017361、WO 01/93642、WO 01/39234、アメリカ合衆国特許第 6,458,475 号、WO 02/071813、アメリカ合衆国特許第 6,573,651 号、アメリカ合衆国特許出願公開 2002/0197511、WO 02/074015、アメリカ合衆国特許第 6,451,455 号、アメリカ合衆国特許出願公開 2003/0072964、2003/0068528、アメリカ合衆国特許第 6,413,656 号、第 6,515,298 号、第 6,451,415 号、第 6,097,147 号、アメリカ合衆国特許出願公開 2003/0124381、2003/0059646、2003/0054198、ヨーロッパ特許第 1 239 526 号、第 1 238 981 号、第 1 244 155 号、アメリカ合衆国特許出願公開 2002/0100906、2003/0068526、2003/0068535、日本国特開 2003/073387、2003/073388、アメリカ合衆国特許出願公開 2003/0141809、2003/0040627、日本国特開 2003/059667、2003/073665、アメリカ合衆国特許出願公開 2002/0121638 である。

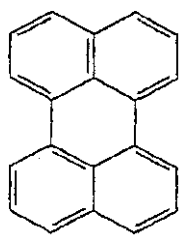
40

【0146】

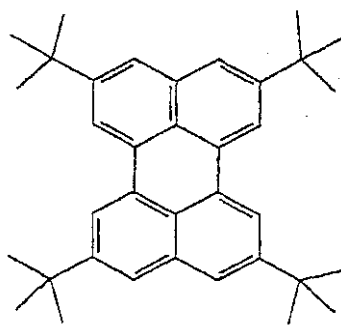
有用な蛍光材料とリン光材料の代表例として以下のものがあるが、これですべてではない。

【0147】

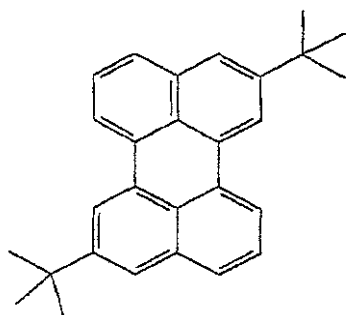
【化 3 9】



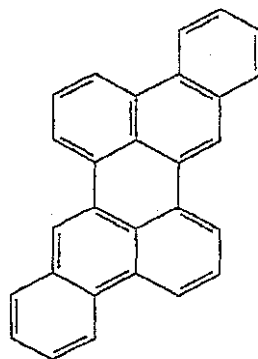
L1



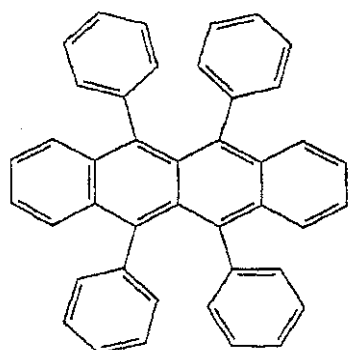
L2



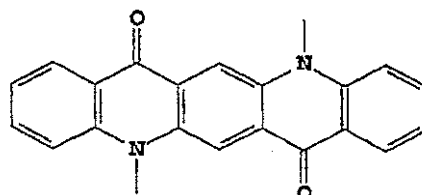
L3



L4



L5



L6

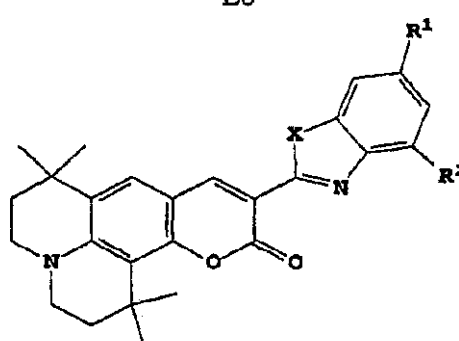
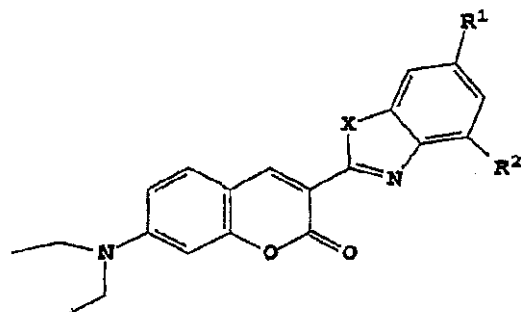
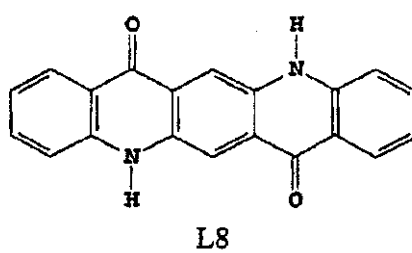
10

20

30

【 0 1 4 8 】

10



	<u>X</u>	<u>R1</u>	<u>R2</u>
L9	O	H	H
L10	O	H	メチル
L11	O	メチル	H
L12	O	メチル	メチル
L13	O	H	ヒブチル
L14	O	ヒブチル	H
L15	O	ヒブチル	ヒブチル
L16	S	H	H
L17	S	H	メチル
L18	S	メチル	H
L19	S	メチル	メチル
L20	S	H	ヒブチル
L21	S	ヒブチル	H
L22	S	ヒブチル	ヒブチル

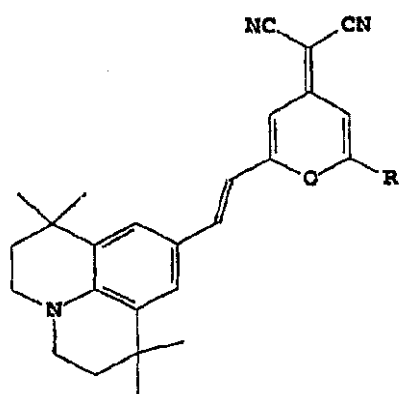
	<u>X</u>	<u>R1</u>	<u>R2</u>
L23	O	H	H
L24	O	H	メチル
L25	O	メチル	H
L26	O	メチル	メチル
L27	O	H	t-ブチル
L28	O	t-ブチル	H
L29	O	t-ブチル	t-ブチル
L30	S	H	H
L31	S	H	メチル
L32	S	メチル	H
L33	S	メチル	メチル
L34	S	H	t-ブチル
L35	S	t-ブチル	H
L36	S	t-ブチル	t-ブチル

20

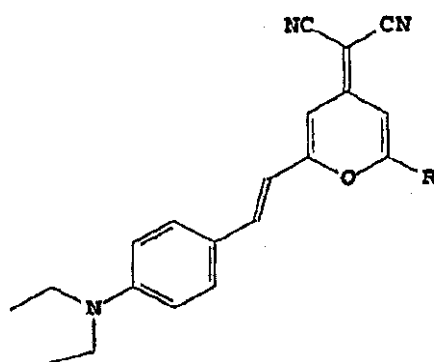
30

【 0 1 4 9 】

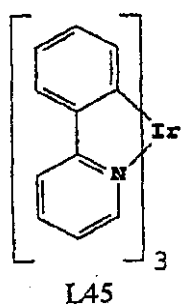
【化 4 1】



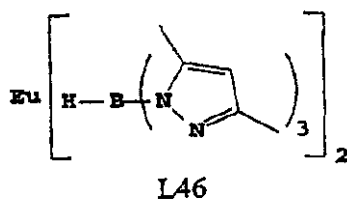
R
 L37 フェニル
 L38 メチル
 L39 *tert*-ブチル
 L40 メシチル



R
 L41 フェニル
 L42 メチル
 L43 *tert*-ブチル
 L44 メシチル



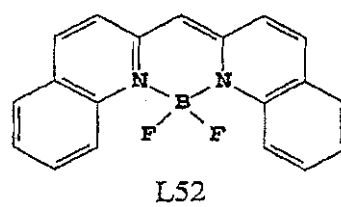
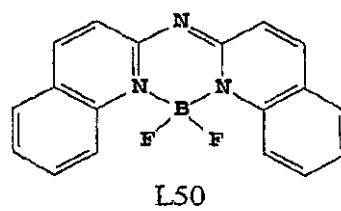
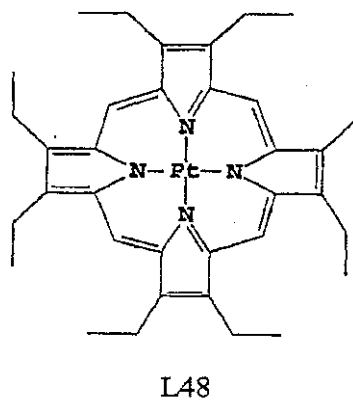
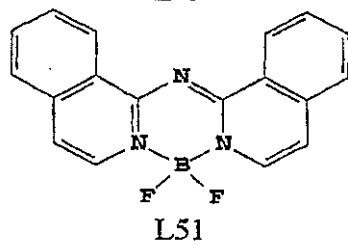
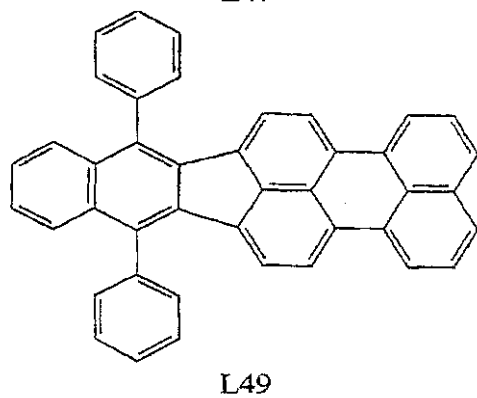
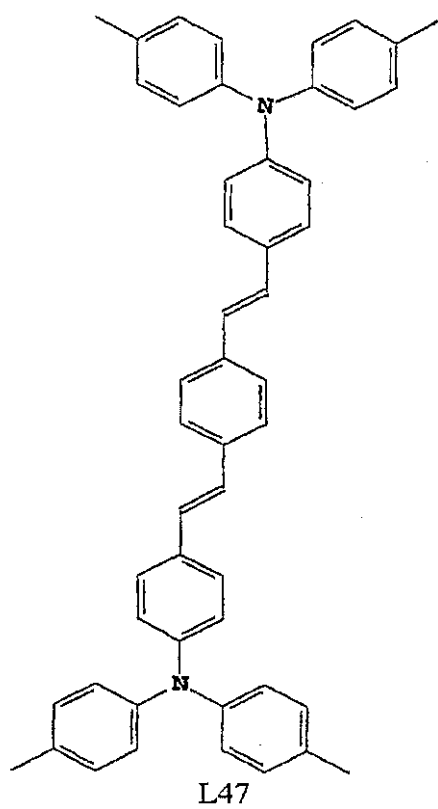
L45



L46

【 0 1 5 0 】

【化 4 2】



10

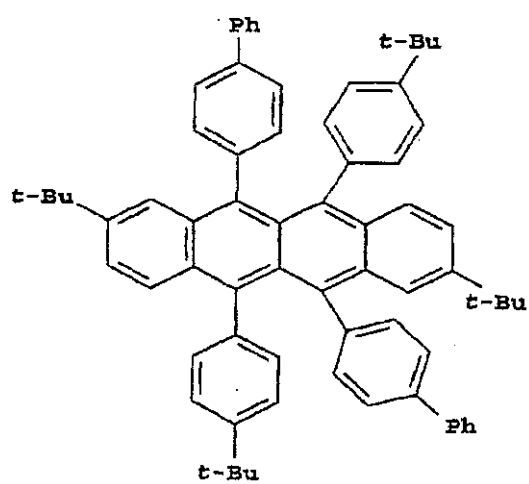
20

30

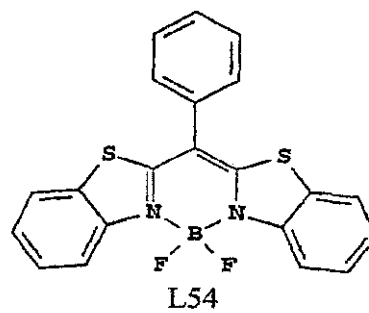
40

【 0 1 5 1 】

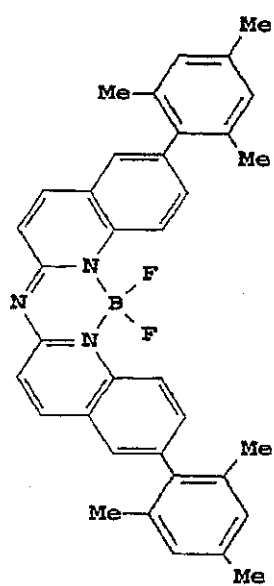
【化 4 3】



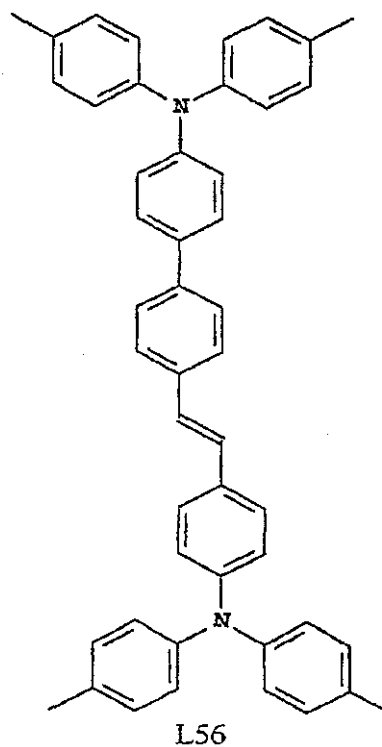
L53



L54



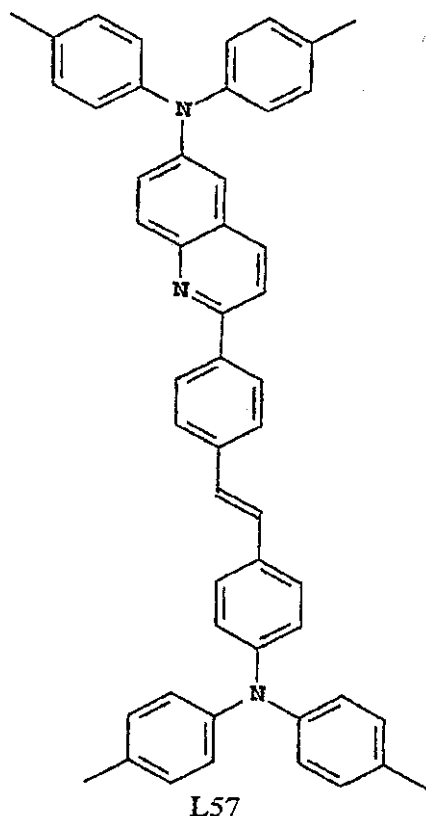
L55



L56

【 0 1 5 2 】

【化 4 4】



10

20

【0153】

電子輸送層 (ETL)

【0154】

30

本発明による有機ELデバイスの電子輸送層を形成するのに好ましい薄膜形成材料として金属キレート化オキシノイド化合物があり、その中にはオキシシンそのもの（一般に8キノリノールまたは8-ヒドロキシキノリンとも呼ばれる）のキレートも含まれる。このような化合物は電子を注入して輸送するのを助け、高性能を示し、容易に薄膜の形態になる。ここで考慮するオキシノイド系化合物の例は、すでに説明した一般式 (E) を満たす化合物である。

【0155】

他の電子輸送材料として、アメリカ合衆国特許第4,356,429号に開示されているさまざまなブタジエン誘導体と、アメリカ合衆国特許第4,539,507号に記載されているさまざまな複素環式蛍光剤がある。一般式 (H) を満たすベンズアゾールも有用な電子輸送材料である。トリアジンも電子輸送材料として有用であることが知られている。さらに別の有用な材料は、ヨーロッパ特許第1,480,280号、第1,478,032号、第1,469,533号に記載されているシラシクロペンタジエン誘導体である。置換された1,10-フェナントロリン化合物が、例えば日本国特開2003-115387、2004-311184、2001-267080、WO 2002/043449に開示されている。有用な電子輸送材料として、ピリジン誘導体が日本国特開2004-200162に記載されている。

40

【0156】

少なくとも3つの縮合環（例えばアントラセン核）を有する有用な1つのETLが以前に報告されている。複素環化合物を含む第2のETLに隣接してこのタイプのETLを用いることが望ましい。第2のETLは、カソードに、またはカソードに隣接する電子注入層に隣接してい

50

る。第2のETLで使用できる有用な複素環化合物の例として、1,10-フェナントロリンとトリス(8-キノリノラト)アルミニウム(III)(Alq)が挙げられる。

【0157】

電子注入層(EIL)

【0158】

電子注入層としては、存在しているのであれば、アメリカ合衆国特許第5,608,287号、第5,776,622号、第5,776,623号、第6,137,223号、第6,140,763号、第6,914,269号に記載されているものが挙げられる。電子注入層は、一般に、仕事関数が4.0eV未満の材料からなる。仕事関数が小さなアルカリ金属またはアルカリ土類金属(例えばLi、Cs、Ca、Mg)を含む薄膜を使用することができる。さらに、仕事関数が小さなこれらの金属をドーブされた有機材料も電子注入層として有用である。その例は、LiまたはCsをドーブされたAlqである。好ましい一実施態様では、電子注入層にLiFが含まれている。実際には、電子注入層は、0.1~3.0nmの範囲の適切な厚さに堆積された薄い層であることがしばしばある。

【0159】

カソード

【0160】

アノードだけを通して発光を見る場合には、本発明で使用するカソードは、ほぼ任意の導電性材料で構成することができる。望ましい材料は優れた膜形成特性を有するため、下にある有機層との接触がよくなり、低電圧で電子の注入が促進され、優れた安定性を得ることができる。有用なカソード材料は、仕事関数が小さな(4.0eV未満)金属または合金を含んでいることがしばしばある。有用な1つのカソード材料は、アメリカ合衆国特許第4,885,221号に記載されているように、銀が1~20%の割合で含まれたMg:Ag合金からなる。適切なカソード材料の別のクラスとして、カソードと、有機層(例えば電子輸送層(ETL))に接する薄い電子注入層(EIL)とを備えた構成の二層があり、EILの上にはより厚い導電性金属層を被せる。その場合、EILは、仕事関数が小さな金属または金属塩を含んでいることが好ましく、そうなっている場合には、より厚い被覆層は仕事関数が小さい必要がない。このような1つのカソードは、アメリカ合衆国特許第5,677,572号に記載されているように、LiFからなる薄い層と、その上に載るより厚いAl層からなる。他の有用なカソード材料のセットとしては、アメリカ合衆国特許第5,059,861号、第5,059,862号、第6,140,763号に開示されているものがあるが、これだけに限定されるわけではない。

【0161】

カソードを通して発光を見る場合、カソードは、透明であるか、ほぼ透明である必要がある。このような用途のためには、金属が薄いか、透明な導電性酸化物を使用するか、このような材料の組み合わせを使用する必要がある。光学的に透明なカソードは、アメリカ合衆国特許第4,885,211号、第5,247,190号、日本国特許第3,234,963号、アメリカ合衆国特許第5,703,436号、第5,608,287号、第5,837,391号、第5,677,572号、第5,776,622号、第5,776,623号、第5,714,838号、第5,969,474号、第5,739,545号、第5,981,306号、第6,137,223号、第6,140,763号、第6,172,459号、ヨーロッパ特許第1 076 368号、アメリカ合衆国特許第6,278,236号、第6,284,393号に、より詳細に記載されている。カソード材料は、一般に、適切な任意の方法(例えば蒸着、スパッタリング、化学蒸着)によって堆積させる。必要な場合には、よく知られた多数の方法でパターンニングすることができる。方法としては、例えば、スルー-マスク蒸着、アメリカ合衆国特許第5,276,380号とヨーロッパ特許第0 732 868号に記載されている一体化シャドウ・マスクング、レーザー・アブレーション、選択的化学蒸着などがある。

【0162】

他の有用な有機層とデバイスの構造

【0163】

層109と111を場合によってはまとめて単一の層にし、発光と電子輸送の両方をサポートする機能を担わせることができる場合がある。発光材料が正孔輸送層に含まれていてよいことも従来技術で知られている。その場合、正孔輸送層がホストとして機能する。多数の

発光材料を1つ以上の層に添加し、例えば青色発光材料と黄色発光材料、またはシアン色発光材料と赤色発光材料、または赤色発光材料と緑色発光材料と青色発光材料を組み合わせることで白色発光OLEDを作ることができる。白色発光デバイスは、例えば、ヨーロッパ特許第1 187 235号、アメリカ合衆国特許出願公開2002/0025419、ヨーロッパ特許第1 182 244号、アメリカ合衆国特許第5,683,823号、第5,503,910号、第5,405,709号、第5,283,182号に記載されている。白色発光デバイスに適切な構成のフィルタを取り付けて着色光を発生させることができる。

【0164】

従来技術で知られている追加の層（例えば電子阻止層、正孔阻止層）を本発明のデバイスで使うことができる。正孔阻止層は、発光層と電子輸送層の間に用いることができる。電子阻止層は、正孔輸送層と発光層の間に用いることができる。これらの層は、例えばアメリカ合衆国特許出願公開2002/0015859に記載されているように、一般に発光効率を向上させるのに用いられる。

10

【0165】

本発明は、例えばアメリカ合衆国特許第5,703,436号と第6,337,492号に記載されているようないわゆる積層デバイス構造で使うことができる。

【0166】

有機層の堆積

【0167】

上記の有機材料は、その有機材料の形態に適した任意の手段で堆積させることが好ましい。小分子の場合には、昇華を通じてうまく堆積するが、他の手段で（例えば溶媒から）堆積させることもできる（そのとき、場合によっては結合剤も用いて膜の形成を改善する）。材料がポリマーである場合には、溶媒堆積が通常は好ましい。昇華によって堆積させる材料は、タンタル材料からなることの多い昇華用“ボート”から蒸発させること（例えばアメリカ合衆国特許第6,237,529号に記載されている）や、まず最初にドナー・シートにコーティングし、次いで基板のより近くで昇華させることができる。混合材料を含む層では、別々の昇華用ボートを用いること、または材料をあらかじめ混合し、単一のボートまたはドナー・シートからコーティングすることができる。パターニングした堆積は、シャドウ・マスク、一体化シャドウ・マスク（アメリカ合衆国特許第5,294,870号）、ドナー・シートからの空間的に限定された染料熱転写（アメリカ合衆国特許第5,688,551号、第5,851,709号、第6,066,357号）、インクジェット法（アメリカ合衆国特許第6,066,357号）を利用して実現することができる。

20

30

【0168】

本発明の材料を堆積させる好ましい1つの方法は、アメリカ合衆国特許出願公開2004/0255857とアメリカ合衆国特許出願シリアル番号第10/945,941号に記載されている。この方法では、異なる蒸発源を用いて本発明のそれぞれの材料を蒸発させる。第2の好ましい方法では、温度制御された材料供給路に沿って材料が計量供給されるフラッシュ気化が利用される。好ましいこのような方法は、譲受人に譲渡された以下の特許出願：アメリカ合衆国特許出願シリアル番号第10/784,585号、第10/805,980号、第10/945,940号、第10/945,941号、第11/050,924号、第11/050,934号に記載されている。この第2の方法を利用し、異なる蒸発源からそれぞれの材料を蒸発させること、または複数の固体材料を混合した後と同じ蒸発源を用いて蒸発させることができる。

40

【0169】

封止

【0170】

たいていのOLEDデバイスは、水分と酸素の一方または両方に敏感であるため、一般に不活性雰囲気（例えば窒素やアルゴン）中で、乾燥剤（例えばアルミナ、ボーキサイト、硫酸カルシウム、粘土、シリカゲル、ゼオライト、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物、硫酸塩、ハロゲン化金属、過塩素酸塩）とともに密封される。封止と乾燥のための方法としては、アメリカ合衆国特許第6,226,890号に記載されている方法などがある。

50

さらに、障壁層（例えば SiO_x ）、テフロン（登録商標）、交互に積層された無機層／ポリマー層が、封止法として知られている。

【0171】

光学的最適化

【0172】

本発明のOLEDデバイスでは、特性の向上を望むのであれば、よく知られたさまざまな光学的效果を利用することが可能である。例示すると、層の厚さを最適化して光の透過を最大にすること、誘電体ミラー構造を設けること、反射性電極の代わりに光吸収性電極にすること、グレア防止または反射防止のコーティングをディスプレイの表面に設けること、偏光媒体をディスプレイの表面に設けること、カラー・フィルタ、中性フィルタ、色変換フィルタをディスプレイの表面に設けることなどがある。フィルタ、偏光装置、グレア防止用または反射防止用コーティングは、特にカバーの上に、またはカバーの一部として設けることもできる。

10

【0173】

本発明の実施態様は、より大きな輝度収率、より低い駆動電圧、より大きな電力効率、より長い動作寿命、製造しやすさなどの利点を提供することができる。本発明において有用なデバイスの実施態様は、広い範囲の色相を提供することができる。その中には、（マルチカラー・ディスプレイにするため直接的な、またはフィルタを通じた）白色光の発生に役立つ色相も含まれる。本発明の実施態様は、エリア照明装置も提供することができる。

20

【実施例】

【0174】

本発明とその利点を以下の特別な実施例によってさらに説明する。“パーセンテージ”または“パーセント”という用語と“%”という記号は、デバイスの本発明による層と他の素子に含まれる全材料のうち特定の第1の化合物または第2の化合物の体積パーセント（または薄膜の厚さモニタで測定した厚さの比）を表わす。第2の化合物が2種類以上存在している場合には、その第2の材料の合計体積は、本発明の層に含まれる全材料のパーセンテージとして表わすこともできる。

【0175】

実施例 1

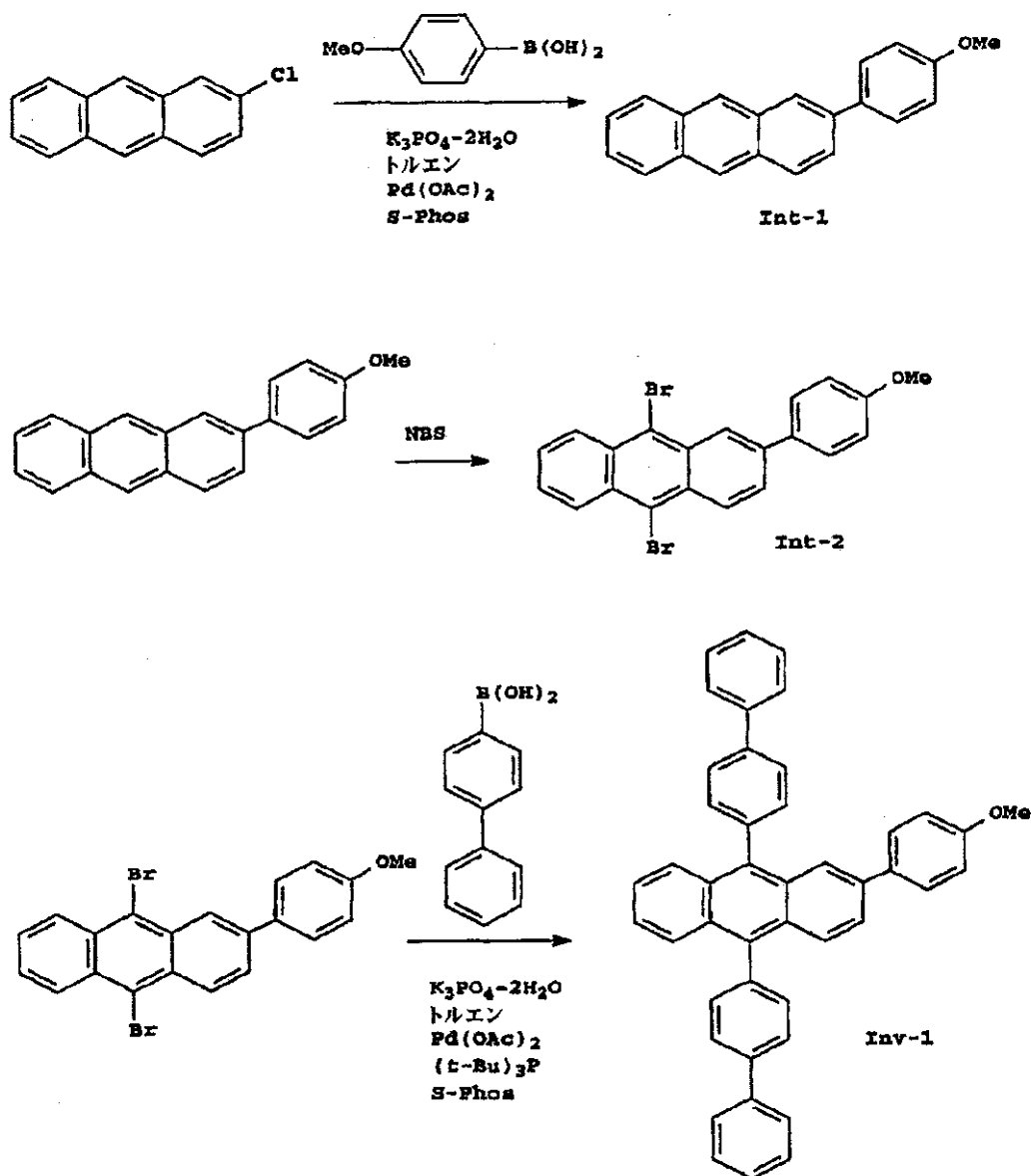
Inv-1の合成（スキームII）

30

【0176】

【化 4 5】

スキーム(II)



10

20

30

40

50

【0177】

2-(p-メトキシフェニル)アントラセン (Inv-1) の調製

【0178】

2-クロロアントラセン (415mg、2ミリモル) と、二酢酸パラジウム (224mg、1ミリモル) と、Sphos (2-(2',6'-ジメトキシビフェニル)ジシクロヘキシルホスフィン、455mg、1.1ミリモル) とを20mlのトルエンの中で混合し、この混合物を35～40℃にて10分間にわたって攪拌することによってカップリング触媒を調製した。この触媒を、2-クロロアントラセン (21.8g、103ミリモル) と、p-メトキシフェニルボロン酸 (18.0g、118ミリモル) と、リン酸カリウム二水和物 (78.0g、340ミリモル) の混合物を含む280mlのトルエンに添加した。攪拌しながら反応温度を20分間かけて22℃から45℃に上昇させた。この温度をさらに3時間かけて55～60℃に上昇させた。追加量の触媒 (上に説明したのと同じようにして調製。0.2モル%) を添加し、得られた混合物を2時間にわたって70℃に加熱した。この反応混合物を100℃まで加熱し、130mlのヘプタンを添加した後、200mlの水を添加した。

。得られた混合物を100 に加熱し、ゆっくりと約10 まで冷却した。粗生成物を濾過によって分離し、水（100mlで3回）で洗浄した後、メタノールで洗浄すると、乾燥後に2-(p-メトキシフェニル)アントラセンが25.9g（収率87%）得られた。

【0179】

9,10-ジブロモ-2-(p-メトキシフェニル)アントラセン（Inv-2）の調製

【0180】

N-ブロモスクシンイミド（2.2当量）と2-(p-メトキシフェニル)アントラセン（1.0g、14ミリモル）を60mlの1,2-ジクロロエタンの中で混合し、室温にて18時間にわたって撹拌した。この反応混合物を濾過し、得られた固形物を1,2-ジクロロエタンで洗浄した後、メタノールで洗浄し、乾燥させた。粗生成物の精製を、100mlのエタノールの中で還流させることによって実施した。室温まで冷却した後に固形物を濾過によって回収し、乾燥させると、9,10-ジブロモ-2-(p-メトキシフェニル)アントラセンが3.12g得られた。高性能液体クロマトグラフィ（HPLC）分析によると純度は97%であった。

10

【0181】

Inv-1の調製

【0182】

9,10-ジブロモ-2-(p-メトキシフェニル)アントラセン（2.2g、5ミリモル）と、4-ピフェニルボロン酸（2.2g、11ミリモル）と、二酢酸パラジウム（18mg、0.7モル%）と、トリ-(t-ブチル)ホスフィン（0.8モル%、トルエン中の1Mの溶液を0.09ml）とを20mlのトルエンの中で撹拌しながら混合した。リン酸カリウム二水和物（17.0g、30ミリモル）を添加し、得られた混合物を周囲温度にて1時間にわたって撹拌し、65 にて1時間にわたって撹拌した。水を添加し、生成物を分離すると、Inv-1が2.66g（収率90%）得られた。HPLC分析によると純度は99%であった。

20

【0183】

実施例 2

電気化学的酸化還元電位

【0184】

電気化学的酸化還元電位を以下の電気化学的な方法で実験的に決定した。モデルCHI660電気化学分析装置（CHインスツルメンツ社、オースチン、テキサス州）を使用して電気化学的を行なった。サイクリック・ボルタンメトリー（CV）とオスターヤング矩形波ボルタンメトリー（SWV）を利用して興味の対象となる化合物の酸化還元特性を明らかにした。ガラス状炭素（GC）からなるディスク電極（ $A=0.071\text{cm}^2$ ）を作用電極として使用した。GC電極は、0.05 μm のアルミナ・スラリーで研磨した後、ミリ-Q脱イオン水の中で超音波洗浄し、次いでアセトンを用いてリンスし、再びミリ-Q脱イオン水の中で超音波洗浄した。電極を最終的にクリーンにして電気化学的処理によって活性化した後、使用した。白金ワイヤーを補助電極として用い、飽和カロメル電極（SCE）を準参照電極として用いて標準的な3電極電気化学的セルを完成させた。フェロセン（Fc）を内標準（1:1アセトニトリル/トルエン、0.1MのTBAFの中でSCEを基準にして $E_{Fc}^0=0.50\text{V}$ ）として使用した。アセトニトリルとトルエンの混合物（50%/50%v/vすなわち1:1）を有機溶媒系として用いた。サポート用電解質であるテトラフルオロホウ酸テトラブチルアンモニウム（TBAF）をイソプロパノールの中で2回再結晶させ、真空下で乾燥させた。使用したどの溶媒も、含水量が極めて少ないグレードであった（水が20ppm未満）。テスト溶液を高純度窒素ガスで約5分間にわたってパージして酸素を除去し、実験中は窒素ブランケットが溶液の上部に被さった状態を維持した。すべての測定を 25 ± 1 という周囲温度で実施した。可逆的電極プロセスまたは準可逆的電極プロセスに関してはアノード・ピーク電位（ $E_{p,a}$ ）とカソード・ピーク電位（ $E_{p,c}$ ）を平均することによって、不可逆のプロセスに関しては（SWVにおける）ピーク電位に基づき、酸化還元電位を決定した。SCEを基準にした E_{ox} の測定値を表1に示してある。

30

40

【0185】

興味の対象である化合物の酸化電位は、分子軌道の計算からも推定できる。典型的な計

50

算は、ガウシャン98（ガウシャン社、ピッツバーグ、ペンシルヴェニア州）コンピュータ・プログラムに含まれているB3LYP法を利用して計算できる。B3LYP法で使用される基本セットは、以下のように定義される。すなわち、MIDI!（MIDI!が定義されているすべての原子に対して用いる）と、6-31G*（6-31G*で定義されているが、MIDI!では定義されていないすべての原子に対して用いる）と、LACV3PまたはLANL2DZという基本セットと擬ポテンシャル（MIDI!または6-31G*で定義されていない原子に対して用いられ、LACV3Pのほうが好ましい）である。残るすべての原子に関しては、公開されている任意の基本セットと擬ポテンシャルを用いることができる。MIDI!、6-31G*、LANL2DZは、ガウシャン98コンピュータ・コードに含まれているものが用いられ、LACV3Pは、Jaguar4.1（シュレーディンガー社、ポートランド、オレゴン州）コンピュータ・コードに含まれているものが用いられる。計算により、ハートリー単位（1ハートリー単位は27.21eV）で表わした最高被占軌道（HOMO）と最低空軌道（LUMO）のエネルギー・レベルが得られる。SCEを基準とした化合物Eoxの推定値は、以下の式から得られる。

$$E_{ox} = -0.643(E_H) - 2.03V$$

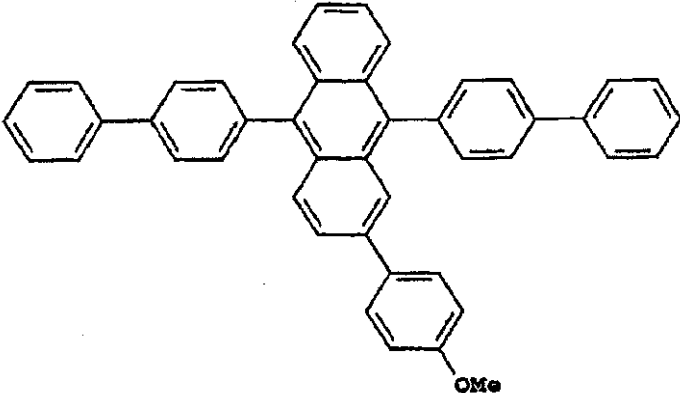
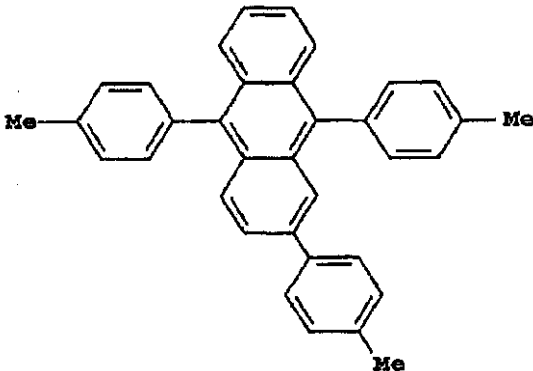
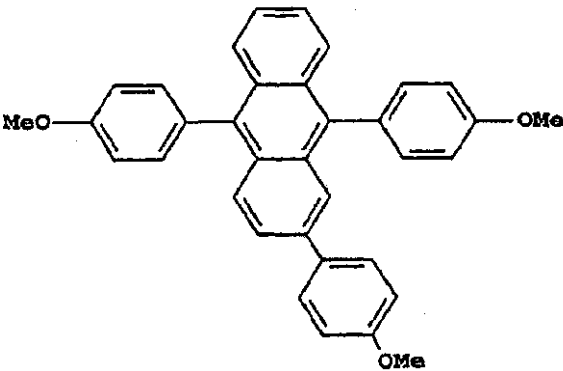
【 0 1 8 6 】

選択した化合物の酸化電位の測定値と計算値を表1に示してある。

【 0 1 8 7 】

【化 4 6】

表 1. 酸化電位の測定値と計算値

化合物	構造	計算値 Eox	測定値 Eox (vs SCE)
Inv-1		1.22	1.24
Inv-2		1.23	1.24
Inv-3		1.13	---

10

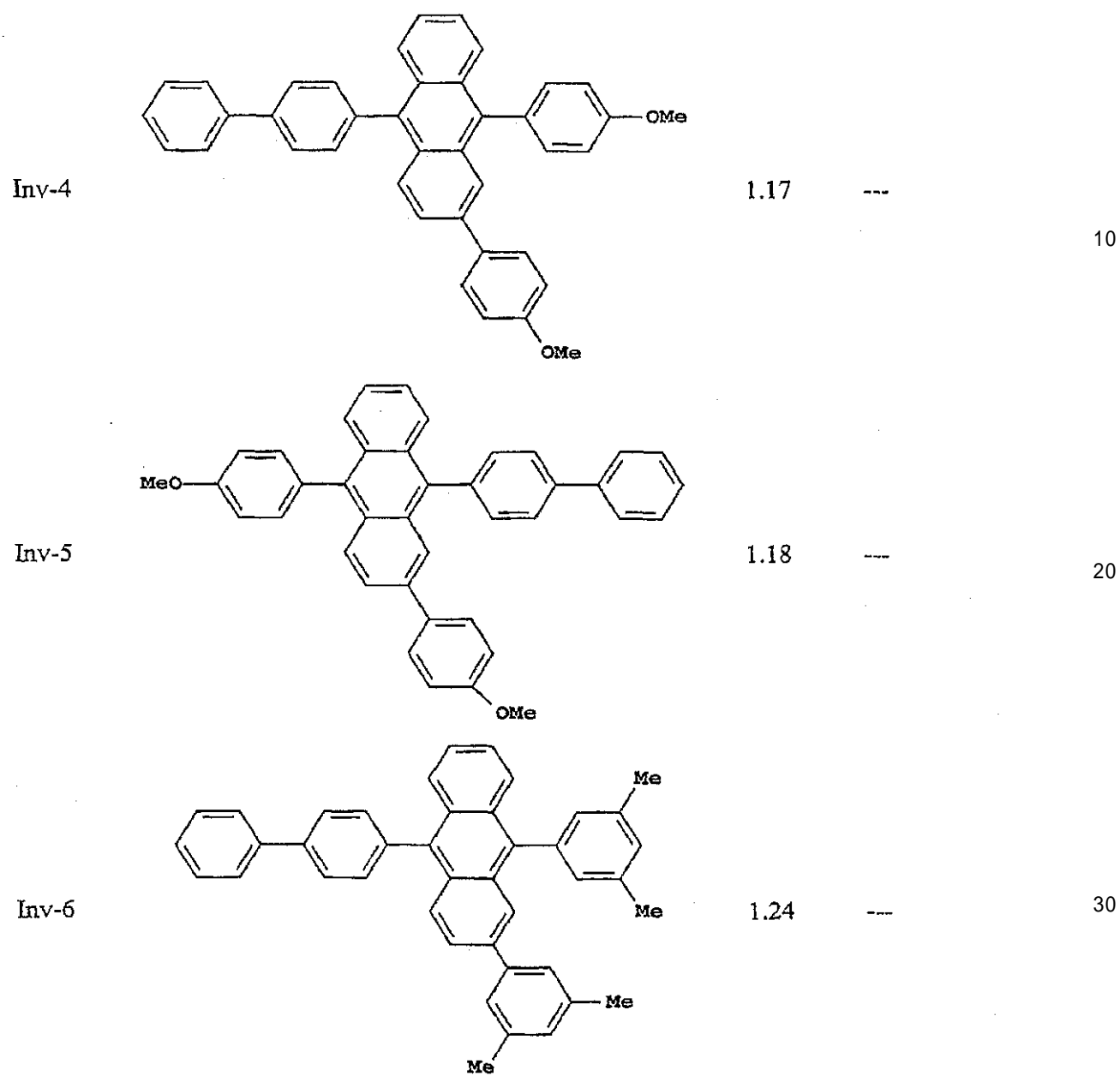
20

30

40

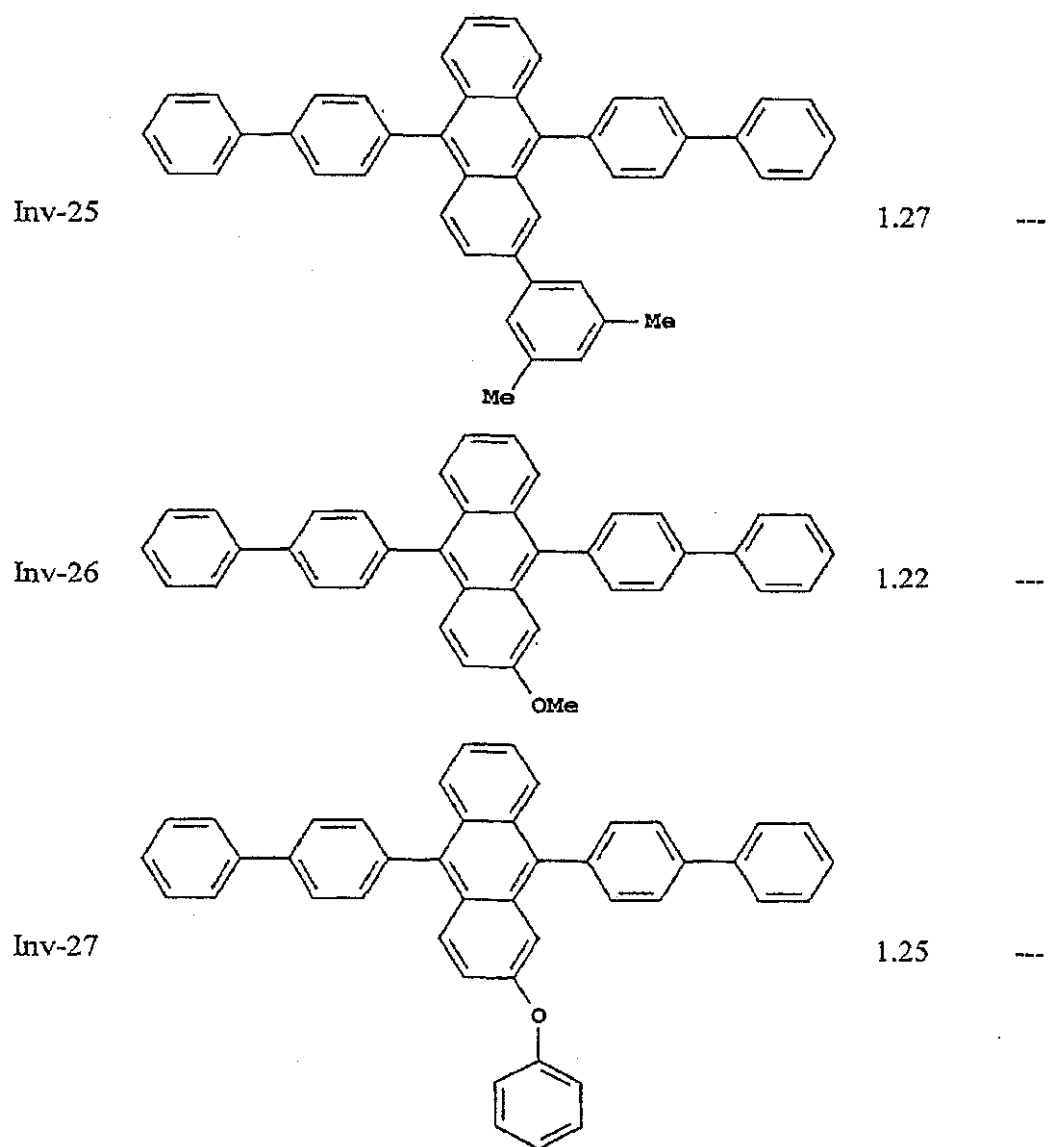
【 0 1 8 8 】

【化 4 7】



【 0 1 8 9 】

【化 4 8】



10

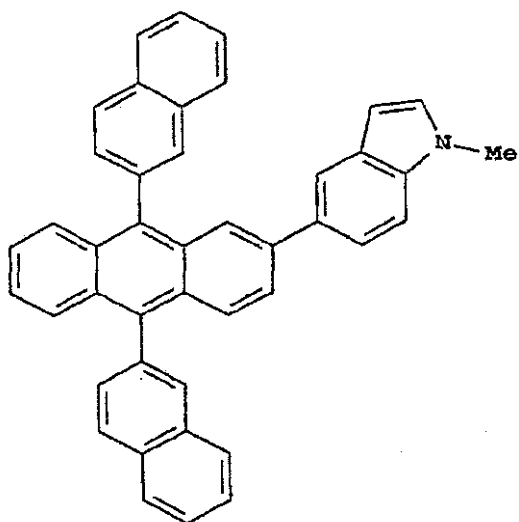
20

30

【 0 1 9 0 】

【化 4 9】

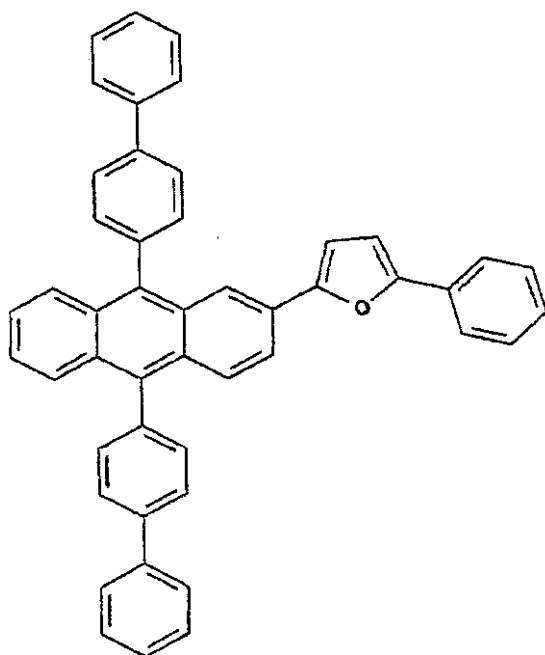
Inv-28



1.17

10

Inv-28



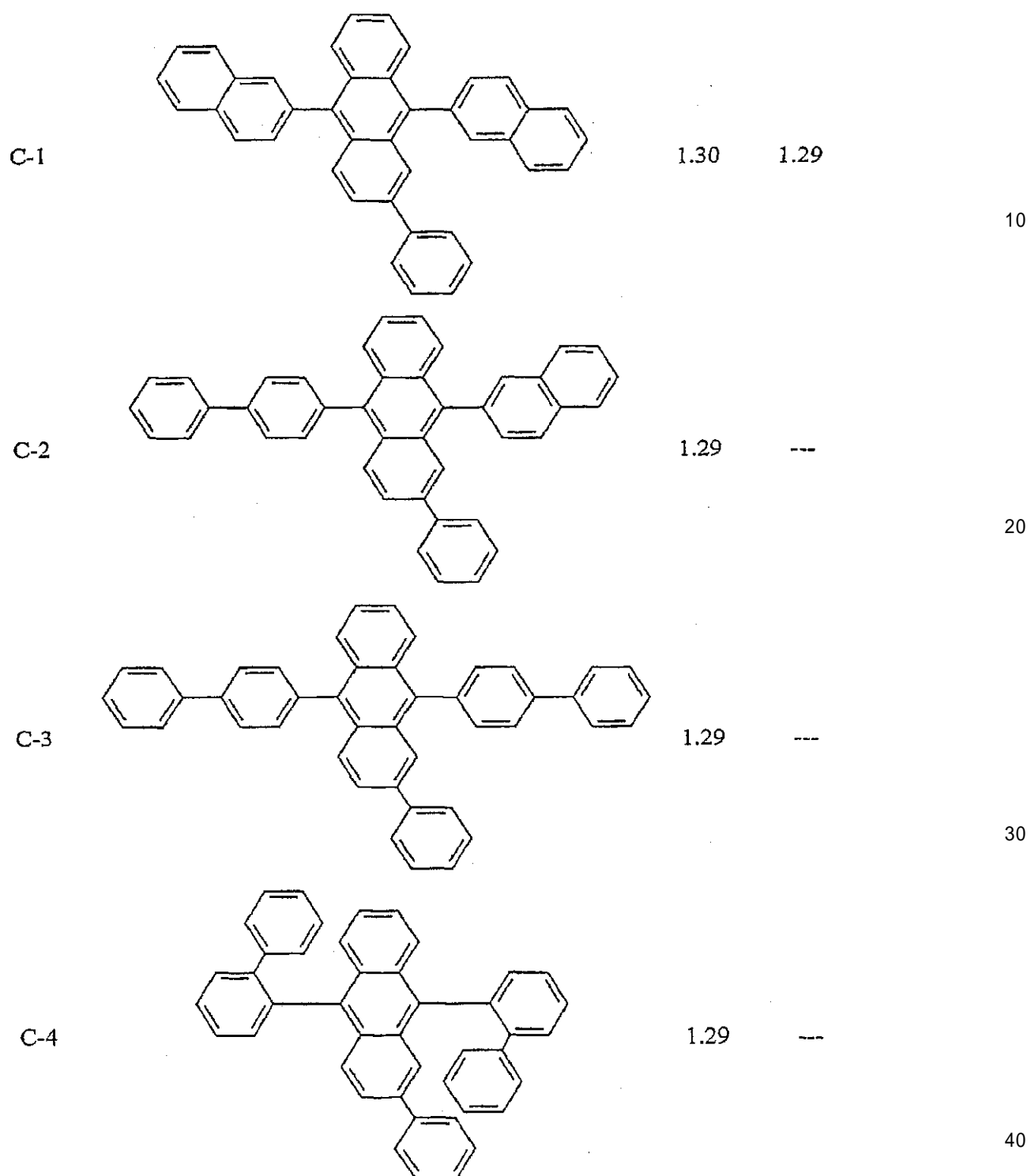
1.22

20

30

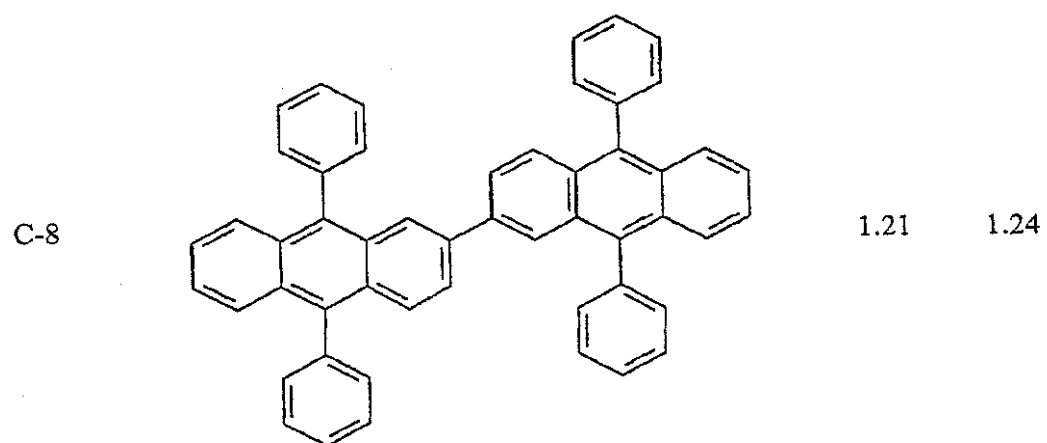
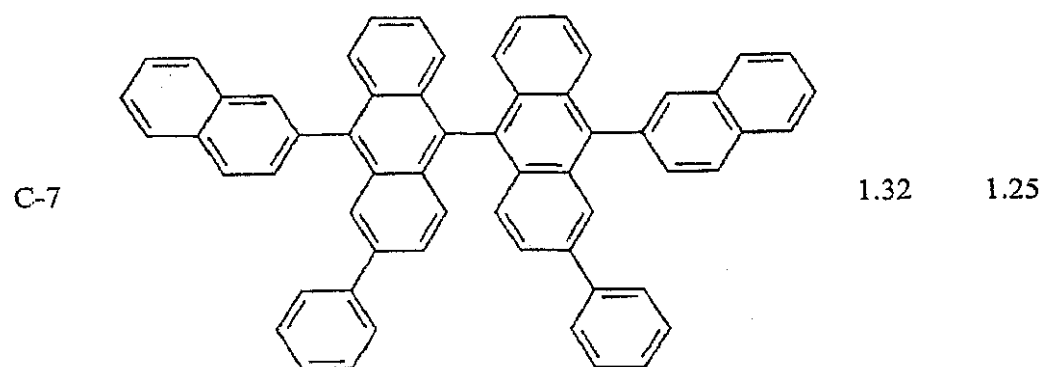
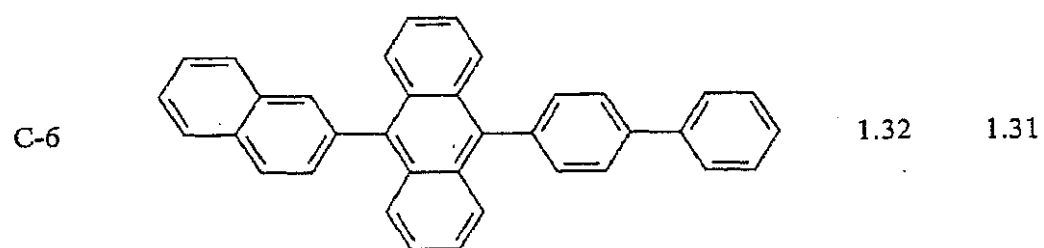
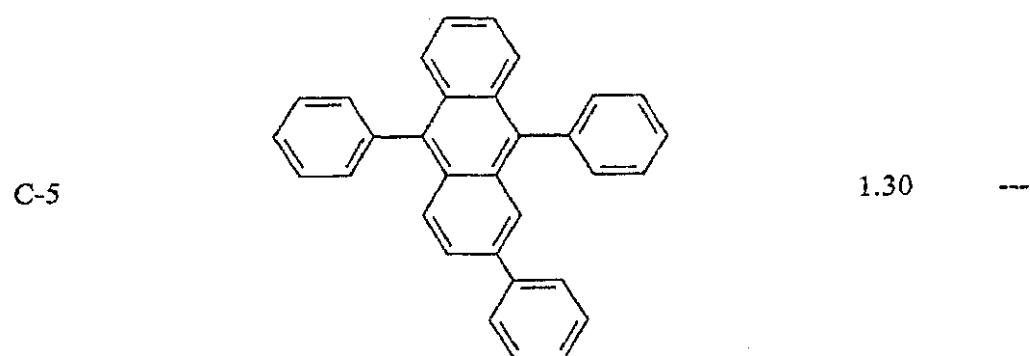
【 0 1 9 1】

【化 5 0】



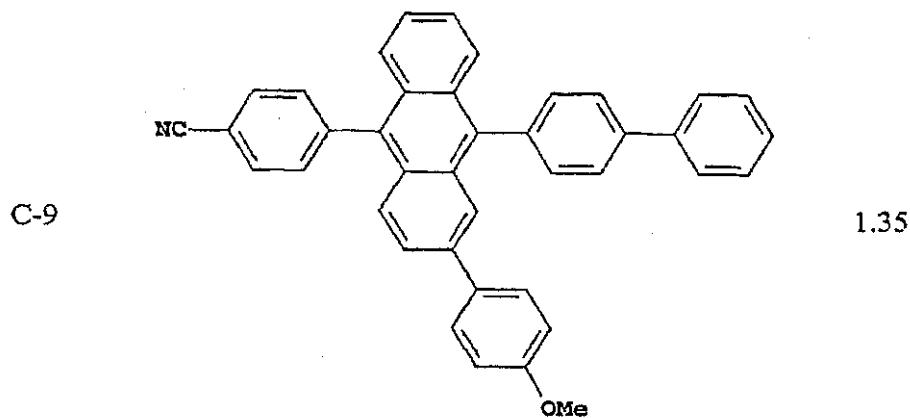
【 0 1 9 2】

【化 5 1】



【 0 1 9 3 】

【化 5 2】



10

【 0 1 9 4 】

実施例 3

デバイス1-1～1-4の製造

【 0 1 9 5 】

一連のELデバイス（1-1～1-4）を以下のようにして構成した。

20

【 0 1 9 6 】

1. アノードとしてインジウム-スズ酸化物（ITO）層を21.5nmの厚さにコーティングしたガラス基板に対し、市販の洗剤の中で超音波処理し、脱イオン水の中でリンスし、トルエン蒸気の中で脱脂し、酸素プラズマに約1分間にわたって曝露するという操作を順番に実施した。

【 0 1 9 7 】

アメリカ合衆国特許第6,208,075号に記載されているようにして CHF_3 をプラズマ支援堆積させることにより、ITOの上に厚さ1nmのフルオロカーボン（ CF_x ）からなる正孔注入層（HIL）を堆積させた。

30

【 0 1 9 8 】

3. 次に、正孔輸送材料である4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（NPB）からなる層を75nmの厚さに堆積させた。

【 0 1 9 9 】

4. 次に、C-1またはInv-1（表2a参照）に対応していて、発光材料D-1を0.75体積%のレベルで含む表2aに示した厚さの発光層（LEL）を堆積させた。

【 0 2 0 0 】

5. トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(III)（Alq）からなる電子輸送層（ETL）をLELの上に真空蒸着した。ETLの厚さは、製造した各デバイスの全体の厚さが同じになるように調節した（表2a）。

40

【 0 2 0 1 】

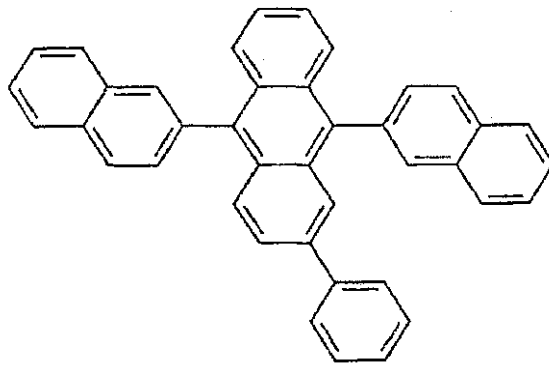
6. フッ化リチウムからなる厚さ0.5nmの電子注入層をETLの上に真空蒸着した後、150nmのアルミニウム層を真空蒸着してカソード層を形成した。

【 0 2 0 2 】

上記の一連の操作によってELデバイスの堆積が完了した。次に、このデバイスを周囲の環境から保護するため、乾燥グローブ・ボックスの中で密封した。

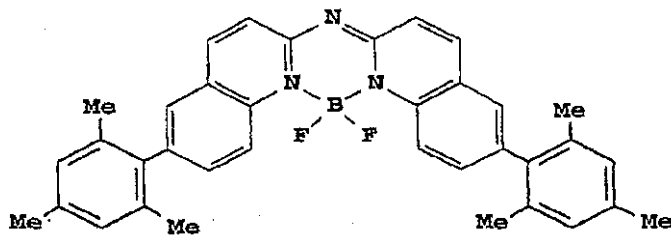
【 0 2 0 3 】

【化 5 3】



(C-1)

10



(D-1)

20

【 0 2 0 4】

【表 1】

表 2a. デバイス 1-1~1-4 の LEL と ETL

例	LELのホスト	LELの厚さ (nm)	発光体のレベル (%)	ETLの材料	ETLの厚さ (nm)
1-1 比較例	C-1	20	0.75	Alq	35
1-2 本発明	Inv-1	20	0.75	Alq	35
1-3 本発明	Inv-1	30	0.75	Alq	25
1-4 本発明	Inv-1	40	0.75	Alq	15

30

【 0 2 0 5】

デバイスの輝度効率と色を $20\text{mA}/\text{cm}^2$ の動作電流でテストした。その結果を、表2bに、輝度収率 (cd/A) と効率 (W/A) の形態で示してある。デバイスの効率は、そのデバイスが1アンペアの入力電流によって発生させる放射束 (単位はワット) である。ただし放射束は、デバイスが単位時間に発生させる光のエネルギーである。光の強度は、通常はデバイスの面に垂直に測定され、角度依存性はランバートの法則によると仮定する。デバイスから発生する光の色は、1931 CIE (国際照明委員会) 座標で示してある。駆動電圧はボルトで示してある。

40

【 0 2 0 6】

【表 2】

表 2b. デバイス 1-1~1-4 の評価結果

デバイス例	CIE _x	CIE _y	輝度収率 (cd/A)	効率 (W/A)	電圧 (V)
1-1 比較例	0.162	0.169	2.45	0.046	7.06
1-2 本発明	0.177	0.207	2.68	0.042	6.12
1-3 本発明	0.159	0.164	2.56	0.049	6.51
1-4 本発明	0.148	0.136	2.27	0.051	7.09

10

【0207】

表2bから、LELでホストとしてアントラセンInv-1を用いた本発明のデバイス1-2は、ホストとしてC-1を用いた比較用デバイス1-1と比べて電圧が有意に低い、発生する光の色は異なっている。デバイス1-3と1-4ではLELとETLの厚さが異なっているため、デバイス1-2から発生する光の色とは異なる。デバイス1-3は、比較用デバイス1-1から出る色と非常に似ているが、輝度収率と効率はより高く、電圧はより低い。デバイス1-4は、デバイス1-1よりも青味がかった光を発生させ、効率はより大きい。

【0208】

20

実施例 4

デバイス2-1~2-4の製造

【0209】

一連のELデバイス(2-1~2-4)をデバイス1-1~1-4と同様に構成した。デバイス2-1はデバイス1-1と同じであり、LELのホスト材料としてC-1を含んでいる。デバイス2-2は、LELに含まれるInv-1の代わりにInv-2にした点を除き、デバイス1-2と同じである。デバイス2-3と2-4では、Inv-2がLELに含まれるホスト材料であり、LELとETLの厚さおよび発光レベルがデバイス2-2と比べて異なっている。組成と、LELとETLの厚さに関しては、表3aを参照のこと。デバイスの輝度効率、色、電圧を20mA/cm²の動作電流でテストした。その結果を表3bに示してある。

30

【0210】

【表 3】

表 3a. デバイス 2-1~2-4 の LEL と ETL

デバイス例	LELのホスト	LELの厚さ (nm)	発光体	発光体のレベル (%)	ETLの材料	ETLの厚さ (nm)
2-1 比較例	C-1	20	D-1	0.75	Alq	35
2-2 本発明	Inv-2	20	D-1	0.75	Alq	35
2-3 本発明	Inv-2	30	D-1	0.50	Alq	25
2-4 本発明	Inv-2	40	D-1	0.40	Alq	15

40

【0211】

【表 4】

表 3b. デバイス 2-1～2-4 の評価結果

デバイス例	CIE _x	CIE _y	輝度収率 (cd/A)	効率 (W/A)	電圧 (V)
2-1 比較例	0.165	0.172	2.40	0.040	6.60
2-2 本発明	0.209	0.273	2.44	0.030	5.80
2-3 本発明	0.179	0.201	1.99	0.032	5.76
2-4 本発明	0.157	0.151	1.54	0.032	6.05

10

【0212】

表3bからわかるように、LELでホストとしてアントラセンInv-2を用いた本発明のデバイスは、ホストとしてC-1を用いた比較用デバイス2-1と比べて駆動電圧が低い。

【0213】

実施例 5

デバイス3-1～3-4の製造

【0214】

デバイス3-1と3-2は以下のようにして構成した。

20

【0215】

1. アノードとしてインジウム-スズ酸化物 (ITO) 層を21.5nmの厚さにコーティングしたガラス基板に対し、市販の洗剤の中で超音波処理し、脱イオン水の中でリンスし、トルエン蒸気の中で脱脂し、酸素プラズマに約1分間にわたって曝露するという操作を順番に実施した。

【0216】

アメリカ合衆国特許第6,208,075号に記載されているようにしてCHF₃をプラズマ支援堆積させることにより、ITOの上に厚さ1nmのフルオロカーボン (CF_x) からなる正孔注入層 (HIL) を堆積させた。

【0217】

30

3. 次に、正孔輸送材料である4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル (NPB) からなる層を75nmの厚さに堆積させた。

【0218】

4. 次に、Inv-1に対応していて、発光材料D-1を0.75体積%のレベルで含む厚さ20nmの発光層 (LEL) を堆積させた。

【0219】

5. C-1からなる厚さ34または33nm (表4a参照) の第1の電子輸送層 (ETL-1) をLELの上に真空蒸着した。

【0220】

40

6. トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(III) (Alq) からなる第2の電子輸送層 (ETL) をETL-1の上に真空蒸着した。ETLの厚さは、製造した各デバイスの全体の厚さが同じになるように調節した (表4a)。

【0221】

7. フッ化リチウムからなる厚さ0.5nmの電子注入層をETLの上に真空蒸着した後、150nmのアルミニウム層を真空蒸着してカソード層を形成した。

【0222】

上記の一連の操作によってELデバイスの堆積が完了した。次に、このデバイスを周囲の環境から保護するため、乾燥グローブ・ボックスの中で密封した。

【0223】

デバイス3-3と3-4は、Inv-1の代わりにInv-2にした点を除き、デバイス3-1と3-2と同様

50

にして構成した（表4a参照）。これらのデバイスの輝度収率、効率、駆動電圧、発生する光の色を調べた。その結果を表4bに示してある。

【 0 2 2 4 】

【 表 5 】

表 4a. デバイス 3-1～3-4 の LEL と ETL

デバイス例	LELのホスト	LELの厚さ (nm)	ETL-1の材料	ETL-1の厚さ (nm)	ETLの材料	ETLの厚さ (nm)
3-1 本発明	Inv-1	20	C-1	34	Alq	1.0
3-2 本発明	Inv-1	20	C-1	33	Alq	2.0
3-3 本発明	Inv-2	20	C-1	34	Alq	1.0
3-4 本発明	Inv-2	20	C-1	33	Alq	2.0

10

【 0 2 2 5 】

【 表 6 】

表 4b. デバイス 3-1～3-4 の評価結果

デバイス例	CIE _x	CIE _y	輝度収率 (cd/A)	効率 (W/A)	電圧 (V)
3-1 本発明	0.143	0.143	3.34	0.080	6.38
3-2 本発明	0.129	0.128	3.96	0.095	5.49
3-3 本発明	0.142	0.114	3.53	0.093	5.73
3-4 本発明	0.142	0.113	4.01	0.106	5.21

20

【 0 2 2 6 】

本発明の化合物を含むLELと、アントラセン誘導体を含む第1の電子輸送層と、Alqからなる第2の電子輸送層とを有するこのようにして製造したデバイスは、輝度が非常に大きい。これらのデバイスは、実施例3と4からの同様のデバイスの輝度収率および効率のほぼ2倍である。さらに、これらのデバイスは駆動電圧が相対的に低く、優れた青色の光を発生させる。

30

【 0 2 2 7 】

この明細書の中で引用した特許とそれ以外の刊行物のあらゆる内容は、参考としてこの明細書に組み込まれているものとする。本発明を好ましくいくつかの実施態様を特に参照して詳細に説明してきたが、本発明の精神と範囲の中でさまざまなバリエーションや変形が可能であることが理解されよう。

【 図面の簡単な説明 】

40

【 0 2 2 8 】

【 図 1 】 本発明によるOLEDデバイスの一実施態様の概略断面図である。

【 符号の説明 】

【 0 2 2 9 】

- 101 基板
- 103 アノード
- 105 正孔注入層（HIL）
- 107 正孔輸送層（HTL）
- 109 発光層（LEL）
- 111 電子輸送層（ETL）

50

- 112 電子注入層 (EIL)
- 113 カソード
- 150 電圧 / 電流源
- 160 導電体

【 図 1 】

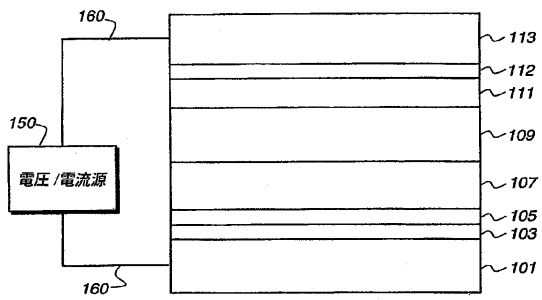


図 1

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2007/009164

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. C09K11/06 H05B33/14 C07C15/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C09K H05B C07C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, CHEM ABS Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	WO 2007/021117 A (GRACEL DISPLAY INC [KR]; HYUN SEUNG-HAK [KR]; LEE JEA-SUNG [KR]; SI SA) 22 February 2007 (2007-02-22) pages 7-9,17, column 7 - page 27; claims; examples; table 2	1-6, 8-13, 15, 17-19
X	WO 2005/100506 A (EASTMAN KODAK CO [US]; CONLEY SCOTT ROBERT [US]; VREELAND WILLIAM BERN) 27 October 2005 (2005-10-27) page 4 - page 25 page 33 - page 41; claims; examples	1-20
X	EP 1 286 568 A (EASTMAN KODAK CO [US]) 26 February 2003 (2003-02-26) the whole document	20
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 14 August 2007		Date of mailing of the international search report 28/08/2007
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Dos11k, Natasa

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2007/009164

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2005/266186 A1 (NGUYEN KELVIN [US] ET AL) 1 December 2005 (2005-12-01) the whole document	1-20
A	US 2005/280008 A1 (RICKS MICHELE L [US] ET AL) 22 December 2005 (2005-12-22) the whole document	1-20
A	US 2005/089715 A1 (COSIMBESCU LELIA [US] ET AL) 28 April 2005 (2005-04-28) the whole document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2007/009164

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007021117 A	22-02-2007	NONE	
WO 2005100506 A	27-10-2005	CN 1934215 A EP 1730249 A1 KR 20060134999 A US 2005211958 A1	21-03-2007 13-12-2006 28-12-2006 29-09-2005
EP 1286568 A	26-02-2003	JP 2003059668 A KR 20030014119 A TW 550968 B US 2003071565 A1	28-02-2003 15-02-2003 01-09-2003 17-04-2003
US 2005266186 A1	01-12-2005	KR 20070028384 A WO 2005119809 A1	12-03-2007 15-12-2005
US 2005280008 A1	22-12-2005	EP 1756246 A1 WO 2006009612 A1	28-02-2007 26-01-2006
US 2005089715 A1	28-04-2005	CN 1871324 A EP 1680480 A1 JP 2007510294 T KR 20060096055 A WO 2005042667 A1	29-11-2006 19-07-2006 19-04-2007 05-09-2006 12-05-2005

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100093665

弁理士 蛸谷 厚志

(72)発明者 オウクザークジク, ズビスロー ロマン

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 5 8 0, ウェブスター, ジョン グレン ブールバード 7 6 9

(72)発明者 コンダコフ, デニス ユリエビチ

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 4 7 6, ケンドール, ノーウェイ ハイツ 1 7 1 2 5

(72)発明者 サシオササム, ムフンサン

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 4 5 0, フェアポート, サンセット トレイル 3 4

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC02 CC03 CC12 DD53 DD64 DD68 DD75 DD78

DD80 FF19