

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5591822号  
(P5591822)

(45) 発行日 平成26年9月17日(2014.9.17)

(24) 登録日 平成26年8月8日(2014.8.8)

(51) Int. Cl.	F I
<b>H01L 51/50</b> (2006.01)	H05B 33/14 B
<b>C09K 11/06</b> (2006.01)	C09K 11/06 690
<b>H05B 33/10</b> (2006.01)	H05B 33/10
<b>C07F 15/00</b> (2006.01)	C09K 11/06 660
	C07F 15/00 E

請求項の数 9 (全 44 頁)

(21) 出願番号	特願2011-540920 (P2011-540920)	(73) 特許権者	390023674
(86) (22) 出願日	平成21年12月11日(2009.12.11)		イー・アイ・デュポン・ドウ・ヌムール・
(65) 公表番号	特表2012-512275 (P2012-512275A)		アンド・カンパニー
(43) 公表日	平成24年5月31日(2012.5.31)		E. I. DU PONT DE NEMO
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/067669		URS AND COMPANY
(87) 国際公開番号	W02010/068865		アメリカ合衆国、デラウェア州、ウィルミ
(87) 国際公開日	平成22年6月17日(2010.6.17)		ントン、マーケット・ストリート 100
審査請求日	平成24年11月12日(2012.11.12)		7
(31) 優先権主張番号	61/122,081	(74) 代理人	110001243
(32) 優先日	平成20年12月12日(2008.12.12)		特許業務法人 谷・阿部特許事務所
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	チャールズ ジェイ. デュボワ
			アメリカ合衆国 19808 デラウェア
			州 ウィルミントン ニコルビー ドライ
			ブ 2400

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光活性組成物、および、この組成物で形成された電子素子

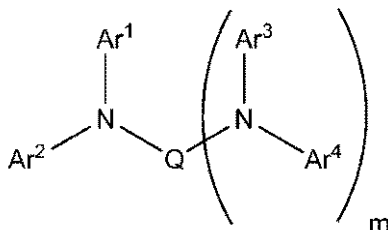
## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

(a) - 5 . 6 e Vより浅いかこれと同等のHOMOエネルギーレベルを有すると共に 95 を超えるTgを有する第1のホスト材料、(b) - 2 . 0 e Vより深いLUMOを有する第2のホスト材料、および(c)エレクトロルミネセントドープメント材料を含み、第1のホスト材料対第2のホスト材料の重量比が99 : 1 ~ 1 . 5 : 1の範囲内であり、

前記第1のホスト材料が式I :

## 【化1】



[式中、

Ar<sup>1</sup> ~ Ar<sup>4</sup>は、同一であるかまたは異なっていると共に、アルキル基、アルコキシ基、シリル基およびこれらの組み合わせからなる群から選択される少なくとも1個の置換基

を有していてもよいアリアルであり；

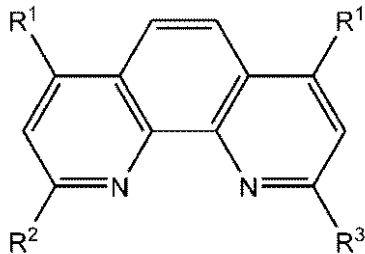
Qは、クリセンであり、

mは1または2である]

を有し、

前記第2のホスト材料が、式II：

【化2】



式II

10

(式中：

R<sup>1</sup>は、同一であるかまたは異なっていると共に、フェニル、ナフチル、ナフチルフェニル、トリフェニルアミノおよびカルバゾリルフェニルからなる群から選択され；

R<sup>2</sup>およびR<sup>3</sup>は、同一であるかまたは異なっていると共に、フェニル、ビフェニル、ナフチル、ナフチルフェニル、フェナントリル、トリフェニルアミノおよびカルバゾリルフェニルからなる群から選択される)

を有するフェナントロリン化合物である、  
光活性組成物。

【請求項2】

前記第1のホストおよび前記第2のホストが、各々、トルエン中に少なくとも0.6重量%の溶解度を有する、請求項1に記載の光活性組成物。

【請求項3】

前記第1および第2のホスト材料が2.0eVを超える三重項エネルギーを有する、請求項1に記載の組成物。

【請求項4】

A<sup>r1</sup>~A<sup>r4</sup>が、フェニル、ビフェニル、ターフェニル、クォーターフェニル、ナフチル、フェナントリル、ナフチルフェニルおよびフェナントリルフェニルからなる群から独立して選択される、請求項1から3のいずれか一項に記載の組成物。

【請求項5】

Qが、アルキル基、アリアル基、アルコキシ基およびシリル基からなる群から選択される少なくとも1つの置換基を有する、請求項1から4のいずれか一項に記載の組成物。

【請求項6】

前記ドープアントがリン光材料である、請求項1から5のいずれか一項に記載の組成物。

【請求項7】

前記ドープアント材料がIrのシクロメタレート化錯体である、請求項6に記載の組成物。

【請求項8】

陽極と、  
正孔輸送層と、  
光活性層と  
電子輸送層と、  
陰極と、

を備え、

前記発光層が、(a)請求項1~5のいずれか一項における第1のホスト材料、(b)

50

請求項 1 から 3 のいずれか一項における第 2 のホスト材料、ならびに、(c) 請求項 1、6 および 7 のいずれか一項におけるエレクトロルミネセントドーパント材料を含む有機発光素子。

【請求項 9】

基板上にパターン化された陽極を有する基板を提供する工程と、

正孔輸送材料を第 1 の液体媒体中に含む液体組成物を堆積させることにより正孔輸送層を形成する工程と、

(a) 請求項 1 ~ 5 のいずれか一項における第 1 のホスト材料、(b) 請求項 1 から 3 のいずれか一項における第 2 のホスト材料、および、(c) 請求項 1、6 および 7 のいずれか一項におけるエレクトロルミネセントドーパント材料、ならびに (d) 第 2 の液体媒体を含む液体組成物を堆積させることにより光活性層を形成する工程であって、第 1 のホスト材料対第 2 のホスト材料の重量比が 99 : 1 ~ 1.5 : 1 の範囲内である工程と、

電子輸送材料の蒸着により電子輸送層を形成する工程と、

全体に陰極を形成する工程と、

を含む有機発光素子を形成する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、2008年12月12日出願の、その全体が参照により援用される米国仮特許出願第 61 / 122, 081 号明細書に基づく米国特許法第 119 条 (e) による優先権を主張する。

【0002】

本開示は、全体として、有機電子素子に有用である光活性組成物に関する。

【背景技術】

【0003】

OLEDディスプレイを形成する有機発光ダイオード(「OLED」)などの有機光活性電子素子において、有機活性層は、OLEDディスプレイにおける2つの電気コンタクト層の間に挟まれている。OLEDにおいて、有機光活性層は、電気コンタクト層に電圧が印加されると、光透過性電気コンタクト層を介して光を放射する。

【0004】

有機エレクトロルミネセント化合物を発光ダイオードにおける活性成分として用いることは周知である。単純な有機分子、共役ポリマーおよび有機金属錯体が用いられている。

【0005】

光活性材料を用いる素子は、多くの場合、1つまたは複数の電荷輸送層を備えており、これは、光活性(例えば発光)層と、コンタクト層(正孔注入コンタクト層)との間に配置されている。素子は、2つ以上のコンタクト層を含有していることが可能である。正孔輸送層は、光活性層と正孔注入コンタクト層との間に配置されることが可能である。正孔注入コンタクト層は陽極とも呼ばれ得る。電子輸送層は、光活性層と電子注入コンタクト層との間に配置されることが可能である。電子注入コンタクト層はまた陰極とも呼ばれ得る。電荷輸送材料はまた、光活性材料との組み合わせにおいてホストとして用いられることが可能である。

【0006】

電子素子のための新規の材料に対する要求が継続的に存在する。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0007】

(a) - 5.6 eVより浅いかこれと同等のHOMOエネルギーレベルを有すると共に95 を超えるTgを有する第1のホスト材料；(b) - 2.0 eVより深いLUMOを有する第2のホスト材料；および、(c) エレクトロルミネセントドーパント材料を含み

10

20

30

40

50

；第1のホスト材料対第2のホスト材料の重量比が99：1～1.5：1の範囲内である光活性組成物が提供されている。

【0008】

陽極、正孔輸送層、光活性層、電子輸送層および陰極を備える有機電子素子もまた提供されており、ここで、光活性層は上記の光活性組成物を含む。

【0009】

パターン化された陽極をその上に有する基板を提供する工程；

正孔輸送材料を第1の液体媒体中に含む液体組成物を堆積させることにより正孔輸送層を形成する工程；

(a) - 5.6 eVより浅いかこれと同等のHOMOエネルギーレベルを有すると共に95 を超えるTgを有する第1のホスト材料；(b) - 2.0 eVより深いLUMOを有する第2のホスト材料；および、(c) エレクトロルミネセントドーパント材料を含む液体組成物を堆積させることにより光活性層を形成する工程であって；第1のホスト材料対第2のホスト材料の重量比が99：1～1.5：1の範囲内である工程、

電子輸送材料の蒸着により電子輸送層を形成する工程；ならびに

全体に陰極を形成する工程

を含む有機発光素子を形成する方法もまた提供されている。

【0010】

前述の概要および以下の詳細な説明は例示および説明のみを目的としており、添付の特許請求の範囲に定義されている本発明を限定はしない。

【0011】

本明細書に提示されているコンセプトの理解を向上させるために、実施形態が添付の図に示されている。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1A】図1Aは、HOMOおよびLUMOエネルギーレベルの図を含む。

【図1B】図1Bは、2種の異なる材料のHOMOおよびLUMOエネルギーレベルの図を含む。

【図2】図2は、例示的な有機素子の図示を含む。

【0013】

当業者は、図中の対象物は簡潔性および明確性のために図示されており、必ずしも縮尺どおりに描画されていないことを理解している。例えば、図中の対象物の寸法は、実施形態の理解の向上を助けるために他の対象に比して強調されている場合がある。

【発明を実施するための形態】

【0014】

多くの態様および実施形態が上記に記載されているが、これらは単に例示的であり、限定的ではない。この明細書を読了した後は、当業者は、本発明の範囲から逸脱することなく他の態様および実施形態も可能であることを理解している。

【0015】

1つまたは複数の実施形態のいずれかの他の特性および有益性は、以下の詳細な説明、および、特許請求の範囲から明らかになるであろう。詳細な説明は、先ず、用語の定義および明確化、続いて、光活性組成物、電子素子、および、最後に実施例に言及している。

【0016】

1. 用語の定義および明確化

以下に記載されている実施形態の詳細に言及する前に、いくつかの用語が定義または明確化されている。

【0017】

「アルキル」という用語は、脂肪族炭化水素に由来する基を意味することが意図されている。いくつかの実施形態において、アルキル基は、1～20個の炭素原子を有する。

【0018】

10

20

30

40

50

「アリール」という用語は、芳香族炭化水素に由来する基を意味することが意図されている。「芳香族化合物」という用語は、非局在化電子を有する少なくとも1個の不飽和環式基を含む有機化合物を意味することが意図されている。この用語は、炭素および水素原子のみを有する芳香族化合物、ならびに、環式基の1つまたは複数の炭素原子が窒素、酸素、硫黄等などの他の原子によって置き換えられている芳香族複素環式化合物の両方を含むことが意図されている。いくつかの実施形態において、アリール基は4～30個の炭素原子を有する。

【0019】

層、材料、構成要素または構造を参照している場合、「電荷輸送」という用語は、このような層、材料、構成要素または構造の厚さ方向へのこのような電荷の移動を、比較的高い効率および小さい電荷の損失で促進するような層、材料、構成要素または構造を意味することが意図されている。正孔輸送材料は正電荷を促進させ；電子輸送材料は陰電荷促進させる。発光材料もまたいくらかの電荷輸送特性を有し得るが、「電荷輸送層、材料、構成要素または構造」という用語が、主たる機能が発光である層、材料、構成要素または構造を包含することは意図されていない。

10

【0020】

「ドーパント」という用語は、このような物質が存在していない層の電子的特徴、または、放射線の放射、受光あるいはフィルタリング波長に比して、層の電子的特徴、または、放射線の放射、受光あるいはフィルタリングの目標波長を変える、ホスト材料を含む層中の材料を意味することが意図されている。

20

【0021】

「縮合アリール」という用語は、2つ以上の縮合芳香族環を有するアリール基を指す。

【0022】

「HOMO」という用語は最高被占軌道を指す。図1Aに図示されているとおり、HOMOエネルギーレベルは真空準位と相対的に計測される。慣例により、HOMOは負の値が与えられており、すなわち、真空準位がゼロに設定されており、束縛電子エネルギーレベルはこれよりも深い。「より浅い」とは、レベルが真空準位に近いことを意味している。これは図1Bに図示されており、ここで、HOMO BはHOMO Aよりも浅い。

【0023】

「ホスト材料」という用語は、ドーパントが添加されてもされなくてもよい通常は層の形態の材料を意味することが意図されている。ホスト材料は、電子的特徴または放射線を放射し、受光しあるいはフィルタリングする能力を有していてもいなくてもよい。

30

【0024】

「層」という用語は、用語「フィルム」と同義に用いられており、所望の領域を覆うコーティングを指す。この用語はサイズによっては限定されない。この領域は、素子全体と同程度の大きさであっても、または、実際のビジュアルディスプレイなどの特定の機能領域と同程度の小ささ、または、単一のサブピクセルと同程度の小ささであることが可能である。層およびフィルムは、蒸着、液相堆積（連続および非連続技術）、および、熱転写を含む従来の堆積技術のいずれかによって形成されることが可能である。連続堆積技術としては、これらに限定されないが、スピンコーティング、グラビアコーティング、カーテンコーティング、ディップコーティング、スロット-ダイコーティング、スプレーコーティング、および、連続ノズルコーティングが挙げられる。非連続堆積技術としては、これらに限定されないが、インクジェット印刷、グラビア印刷、およびスクリーン印刷が挙げられる。

40

【0025】

「LUMO」という用語は最低空軌道を指す。図1Aに図示されているとおり、LUMOエネルギーレベルは真空準位と相対的にeVで計測される。慣例により、LUMOは負の値であり、すなわち、真空準位がゼロに設定されており、束縛電子エネルギーレベルはこれよりも深い。「より深い」レベルは、真空準位からさらに離れている。これは図1Bに示されており、ここで、LUMO BはLUMO Aよりも深い。

50

## 【0026】

「有機電子素子」、または、時々、単に「電子素子」という用語は、1つまたは複数の有機半導体層または材料を含む素子を意味することが意図されている。

## 【0027】

「光活性」という用語は、印加電圧（発光ダイオードまたは化学セルなどにおいて）により活性化された場合に発光して、または、放射エネルギーに応答して発光して、印加バイアス電圧（光検出器などにおいて）を伴って、または、伴わずにシグナルを生成する材料もしくは層を意味することが意図されている。

## 【0028】

「シリル」という用語は基 - SiR<sub>3</sub>を指し、ここで、Rは、各出現で同一であるかまたは異なると共に、アルキル基およびアリール基からなる群から選択される。

10

## 【0029】

「T<sub>g</sub>」という用語は材料のガラス転移温度を指す。

## 【0030】

「三重項エネルギー」という用語は、eVでの材料の最低励起三重項状態を指す。三重項エネルギーは正の数として報告され、通常は一重項状態である基底状態の上の三重項状態のエネルギーを表す。

## 【0031】

他に示されていない限りにおいて、すべての基は未置換であることも置換されていることも可能である。他に示されていない限りにおいて、すべての基は、可能である場合には、直鎖、分岐または環式であることが可能である。いくつかの実施形態において、置換基は、アルキル、アルコキシ、アリールおよびシリルからなる群から選択される。

20

## 【0032】

本明細書において用いられるところ、「含む (comprises)」、「含んでいる (comprising)」、「含む (includes)」、「含んでいる (including)」、「有する (has)」、「有している (having)」という用語、または、これらのいずれかの他の変形は、非排他的な包含をカバーしていることが意図されている。例えば、要素の一覧を含むプロセス、方法、物品、または、装置は、必ずしもこれらの要素のみに限定されることはなく、明示的に列挙されていないか、または、このようなプロセス、方法、物品、または、装置に固有である他の要素が包含されていてもよい。さらに、そうでないと明記されていない限りにおいて、「または」は、包括的なまたはを指し、排他的なまたはを指さない。例えば、条件AまたはBは以下のいずれか一つにより満たされる：Aが真であり（または存在し）およびBが偽である（または不在である）、Aが偽であり（または不在であり）およびBが真である（または存在する）、ならびに、AおよびBの両方が真である（または存在する）。

30

## 【0033】

また、「a」または「an」の使用は、本明細書に記載の要素および構成成分の記載に採用されている。これは、単なる簡便性のために、および、本発明の範囲の一般的な意味を付与するために行われる。この記載は、そうでないことを意味することが明らかでなければ、1つまたは少なくとも1つを含み、および、単数形はまた複数形をも含むと読解されるべきである。

40

## 【0034】

元素周期律表中の列に関連する族数は、CRC Handbook of Chemistry and Physics, 第81版, (2000~2001年)に見られる「新表記」技法を用いている。

## 【0035】

そうでないと定義されていない限りにおいて、本明細書において用いられている技術用語および科学用語のすべては、本発明が属する技術分野における当業者によって一般に理解されている意味と同じ意味を有する。本発明の実施形態の実施または試験において本明細書に記載のものと類似のまたは同等の方法および材料を用いることが可能であるが、好

50

適な方法および材料は以下に記載されている。特定の経路が言及されていない限りにおいては、本明細書に記載されているあらゆる刊行物、特許出願、特許、およびその他の参考文献は、参照によりそれらの全体が援用される。矛盾が生じる場合には、定義を含めて本明細書に従うものとする。加えて、材料、方法および例は、単なる例示であり、限定的であることは意図されていない。

【0036】

本明細書に記載されていない範囲で、特定の材料、加工行為および回路に関する多くの詳細は従来のものであり、有機発光ダイオードディスプレイ、光検出器、光起電力および半導電部材の技術分野における教科書および他の資料に見出され得る。

【0037】

2. 光活性組成物

電子輸送材料は、光活性層においてホスト材料として用いられてきている。Al、Ga、またはZrなどのキノリンリガンドの金属錯体系の電子輸送材料がこれらの用途において用いられてきている。しかしながら、数々の欠点が存在している。これらの錯体は、ホストとして用いられた場合に大気中での安定性に劣っている場合がある。このような金属錯体が採用されて製作された部品をプラズマ洗浄することは困難である。低い三重項エネルギーは $> 2.0 \text{ eV}$ エネルギーのリン光発光の消光をもたらす。バソフェナントロリンおよびアントラセン材料もまた用いられている。しかしながら、特に溶解度といった処理特徴が、ホスト材料としてのいくつかの用途については頻繁に不十分となってしまう。

【0038】

本明細書に記載の光活性組成物は：(a) -  $5.6 \text{ eV}$ より浅いかこれと同等のHOMOエネルギーレベルを有すると共に $95$  を超える $T_g$ を有する第1のホスト材料；(b) -  $2.0 \text{ eV}$ より深いLUMOを有する第2のホスト材料；および、(c) エレクトロルミネセントドーパント材料を含み；第1のホスト材料対第2のホスト材料の重量比が $99 : 1 \sim 1.5 : 1$ の範囲内である。第1のホスト材料は第2のホスト材料とは異なる。

【0039】

いくつかの実施形態において、第1および第2のホスト材料の各々は、トルエン中に少なくとも $0.6$ 重量%の溶解度を有する。いくつかの実施形態において、溶解度は少なくとも $1$ 重量%である。

【0040】

いくつかの実施形態において、第1のホスト材料対第2のホスト材料の重量比は $19 : 1 \sim 2 : 1$ であり；いくつかの実施形態においては、 $9 : 1 \sim 2.3 : 1$ の範囲内である。

【0041】

いくつかの実施形態において、ホスト材料の合計(第1のホスト+第2のホスト)対ドーパントの重量比は $5 : 1 \sim 25 : 1$ であり；いくつかの実施形態においては、 $10 : 1 \sim 20 : 1$ の範囲である。

【0042】

いくつかの実施形態において、光活性組成物は、2種以上のエレクトロルミネセントドーパント材料を含む。いくつかの実施形態において、この組成物は、3種のドーパントを含む。

【0043】

いくつかの実施形態において、光活性組成物は、上記に定義されているとおり、および、上記に記載の比で、基本的に、第1のホスト材料、第2のホスト材料および1種または複数のエレクトロルミネセントドーパント材料から構成される。

【0044】

これらの組成物は、溶液加工可能な、OLED素子用の正孔が支配的な光活性組成物として有用である。「正孔が支配的な」とは、ホストと放射層中のドーパント材料との結合が、放射層の電子輸送層側の再結合ゾーンをもたらすことを意味する。得られる素子は、高い効率および長い寿命を有する。いくつかの実施形態において、これらの材料は、光電

10

20

30

40

50

装置およびTFTを含む、いずれかの印刷されたエレクトロニクス用途に有用である。

【0045】

a. 第1のホスト材料

第1のホスト材料は、 $-5.6\text{ eV}$ よりも浅いHOMOエネルギーレベルを有する。HOMOエネルギーレベルを測定するための方法は周知であると共に、理解されている。いくつかの実施形態において、このレベルは紫外光電子分光(「UPS」)によって測定される。いくつかの実施形態において、HOMOは $-5.0\sim -5.6\text{ eV}$ である。

【0046】

第1のホスト材料は $95$ を超えるTgを有する。高いTgは平滑および頑強なフィルムの形成を可能とする。Tgをルーチンの計測する2つの主な方法がある：示差走査熱量測定法(「DSC」)および熱機械分析(「TMA」)。いくつかの実施形態において、Tgは、DSCによって計測される。いくつかの実施形態において、Tgは $100\sim 150$ である。

10

【0047】

いくつかの実施形態において、第1のホスト材料は $2.0\text{ eV}$ を超える三重項エネルギーレベルを有する。これは、発光の消光を防ぐために、ドーパントがリン光材料である場合に特に有用である。三重項エネルギーは、先験的に算出されるか、または、パルス放射線法または低温ルミネッセンス分光法を用いて計測されることが可能である。

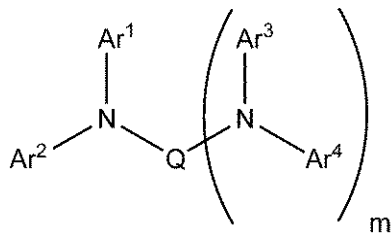
【0048】

いくつかの実施形態において、第1のホスト材料は式Iを有する。

20

【0049】

【化1】



30

【0050】

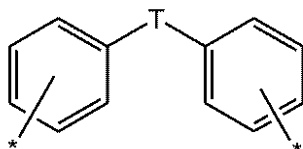
(式中：

$Ar^1\sim Ar^4$ は、同一であるかまたは異なっていると共に、アリーールであり；

Qは、多価アリーール基および

【0051】

【化2】



40

【0052】

からなる群から選択され；

Tは、 $(CR')$ <sub>a</sub>、 $SiR_2$ 、S、 $SO_2$ 、PR、PO、 $PO_2$ 、BRおよびRからなる群から選択され；

Rは、各出現で同一であるかまたは異なると共に、アルキルおよびアリーールからなる群から選択され；

50



R' は、各出現で同一であるかまたは異なると共に、Hおよびアルキルからなる群から選択され；

a は 1 ~ 6 の整数であり；ならびに

m は 0 ~ 6 の整数である）。

【 0 0 5 3 】

式 I のいくつかの実施形態において、隣接する Ar 基は一緒に結合して、カルバゾールなどの環を形成している。式 I において、「隣接する」とは、Ar 基が同一の N に結合していることを意味する。

【 0 0 5 4 】

いくつかの実施形態において、Ar<sup>1</sup> ~ Ar<sup>4</sup> は、フェニル、ビフェニル、ターフェニル、クアテルフェニル、ナフチル、フェナントリル、ナフチルフェニル、およびフェナントリルフェニルからなる群から独立して選択される。5 ~ 10 個のフェニル環を有する、クアテルフェニルより高級の類似体もまた用いられることが可能である。

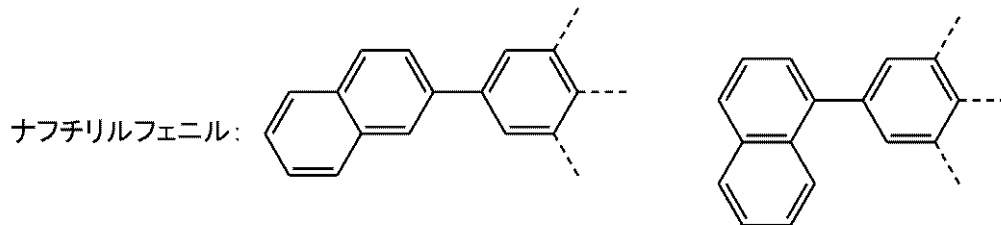
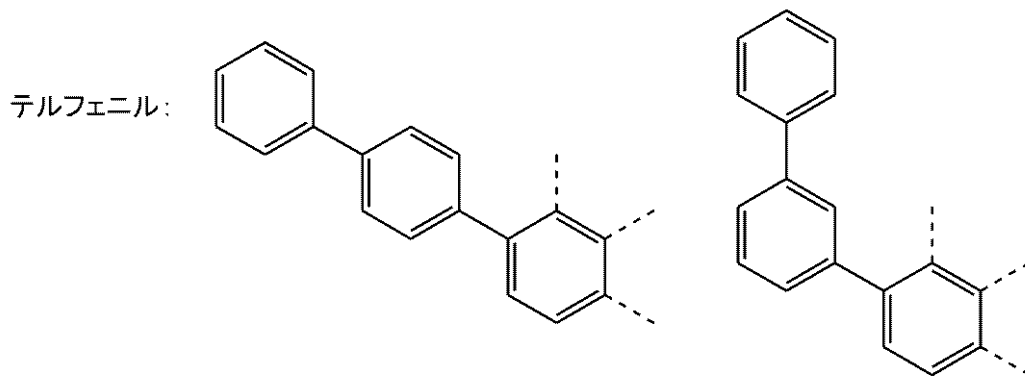
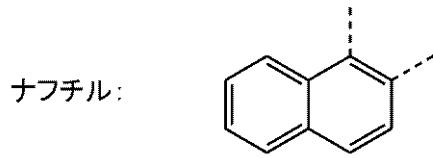
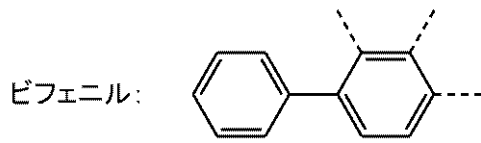
10

【 0 0 5 5 】

上記で言及されている基は以下のとおり定義され、ここで、破線は可能性のある結合点を表す。

【 0 0 5 6 】

【化3】



【0057】

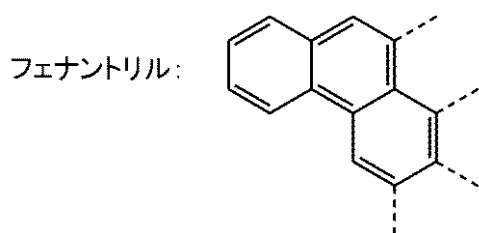
10

20

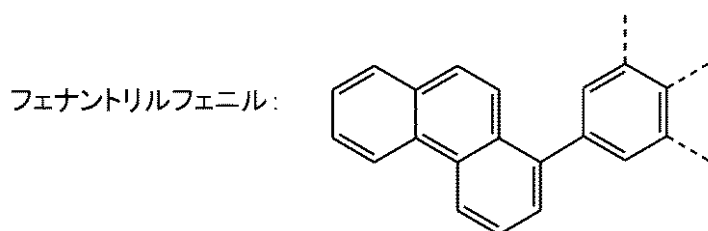
30

40

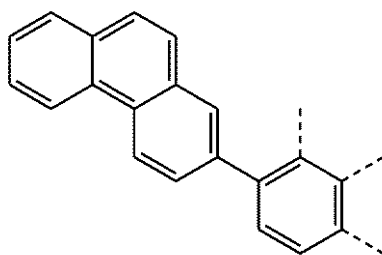
## 【化4】



10



20



30

## 【0058】

いくつかの実施形態において、Ar1~Ar4の少なくとも1つは少なくとも1個の置換基を有する。置換基は、存在することでホスト材料の物理特性または電子特性を変化させることが可能である。いくつかの実施形態において、置換基は、ホスト材料の加工性を向上させる。いくつかの実施形態において、置換基は、溶解度を高め、および/または、ホスト材料のTgを高める。いくつかの実施形態において、これらの置換基は、アルキル基、アルコキシ基、シリル基およびこれらの組み合わせからなる群から選択される。

## 【0059】

いくつかの実施形態において、Qは、少なくとも2個の縮合環を有するアリール基である。いくつかの実施形態において、Qは、3~5個の縮合芳香族環を有する。いくつかの実施形態において、Qは、クリセン、フェナントレン、トリフェニレン、フェナントロリン、ナフタレン、アントラセン、キノリンおよびイソキノリンからなる群から選択される。

40

## 【0060】

mは0~6の値を有していることが可能であるが、いくつかのQ基について、mの値は、その基の化学により制限されることは理解されるであろう。いくつかの実施形態において、mは0または1である。

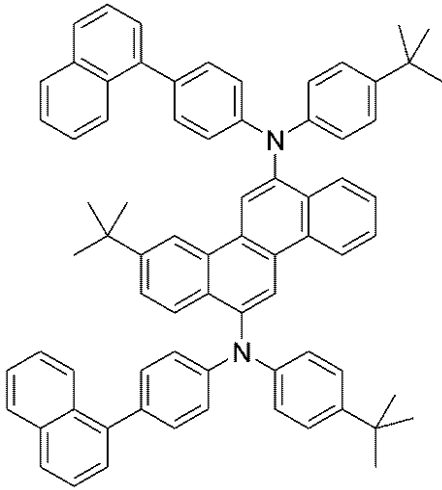
## 【0061】

第1のホスト材料の例としては、これらに限定されないが、以下の化合物A1~A14が挙げられる。

50

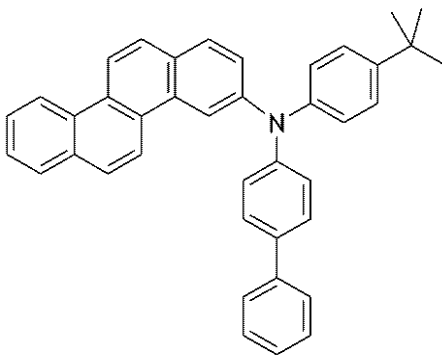
【 0 0 6 2 】

【 化 5 】

A1: HOMO = -5.36 eV; T<sub>g</sub> = 180°C

10

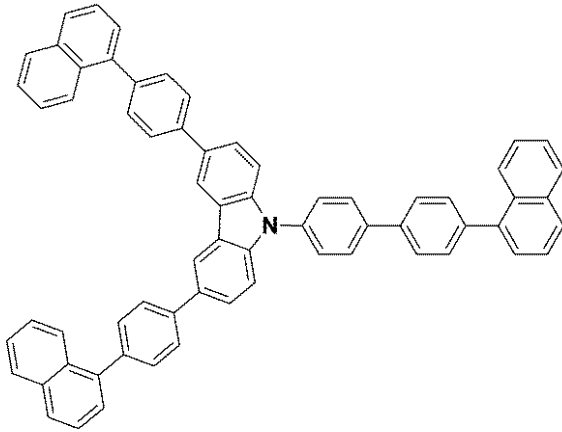
20

A2: HOMO = -5.36; T<sub>g</sub> = 105°C

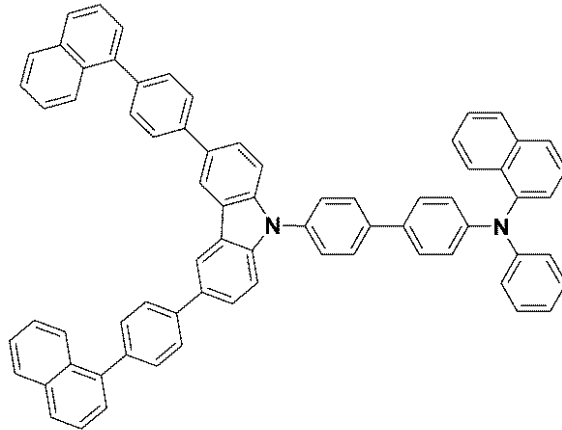
30

【 0 0 6 3 】

【化 6】

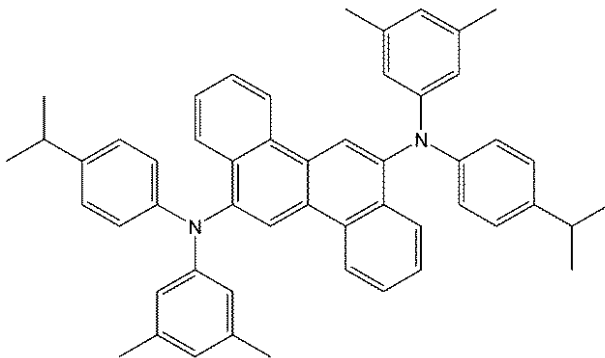
A3: HOMO = -5.66 eV; T<sub>g</sub> = 158°C

10

A4: T<sub>g</sub> = 161°C

20

30

A5: HOMO = -5.39 eV; T<sub>g</sub> = 137°C

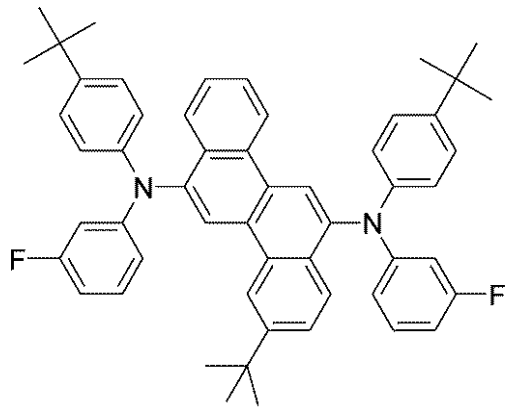
40

【 0 0 6 4 】

50

## 【化7】

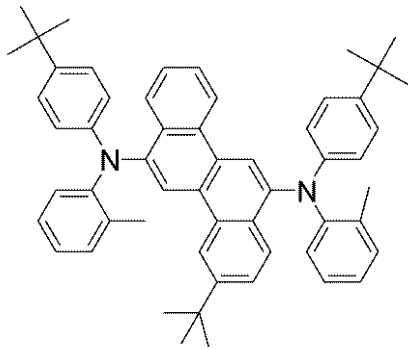
A6: HOMO = -5.57 eV; Tg = 149°C



$C_{54}H_{52}F_2N_2$   
 正確な質量: 766.41  
 分子量: 767.00  
 C, 84.56; H, 6.83; F, 4.95; N, 3.65

10

A7: HOMO = -5.36 eV; Tg = 154°C



$C_{56}H_{58}N_2$   
 正確な質量: 758.46  
 分子量: 759.07  
 C, 88.61; H, 7.70; N, 3.69

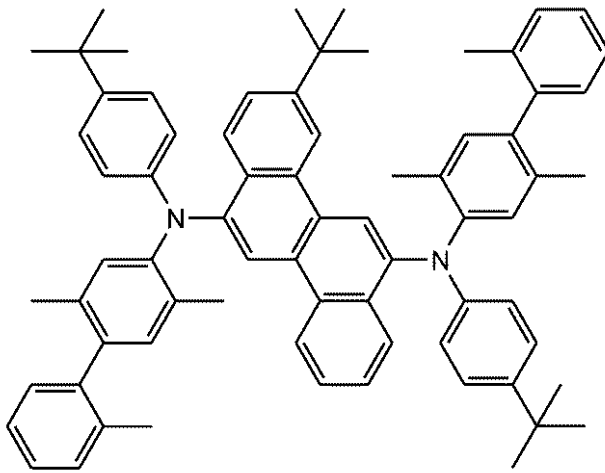
20

30

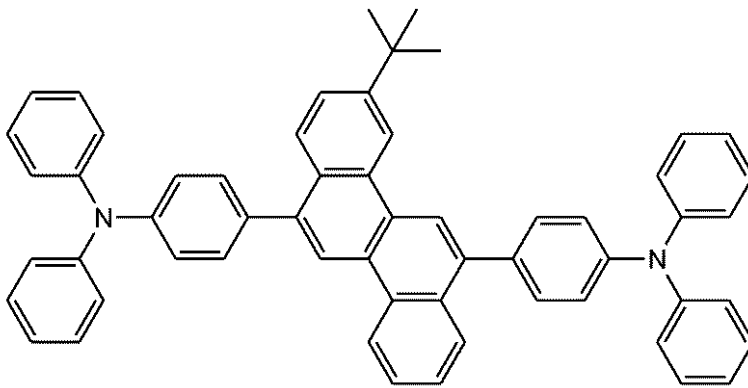
A8: Tg = 160°C

## 【0065】

【化 8】



10

A9: HOMO = -5.51 eV; T<sub>g</sub> = 151°C

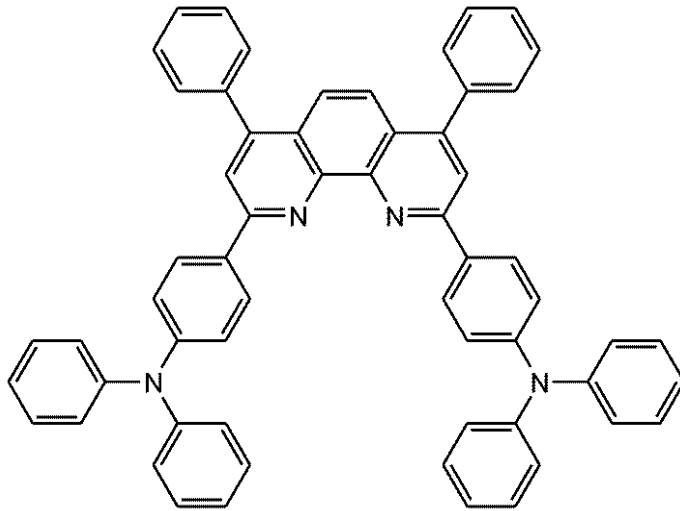
20

A10: HOMO = -5.5eV; T<sub>g</sub> = 156°C

【 0 0 6 6 】

30

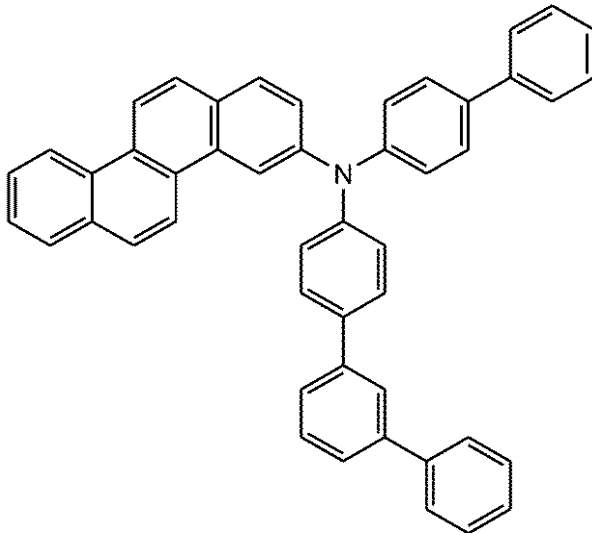
【化9】



10

A11: HOMO =  $-5.46$  eV;  $T_g = 110^\circ\text{C}$ 

20



30

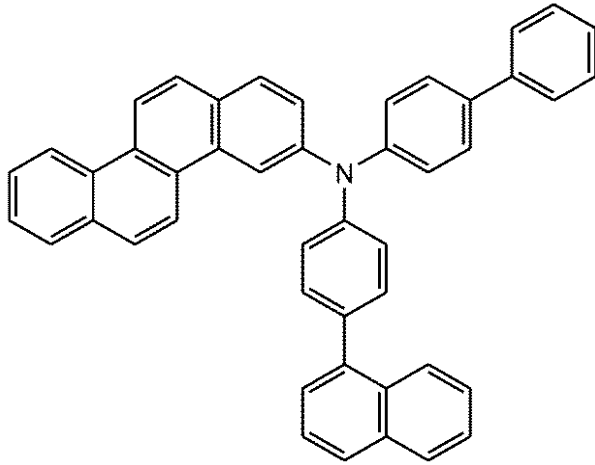
A12:  $T_g = 116^\circ\text{C}$ 

40

【0067】



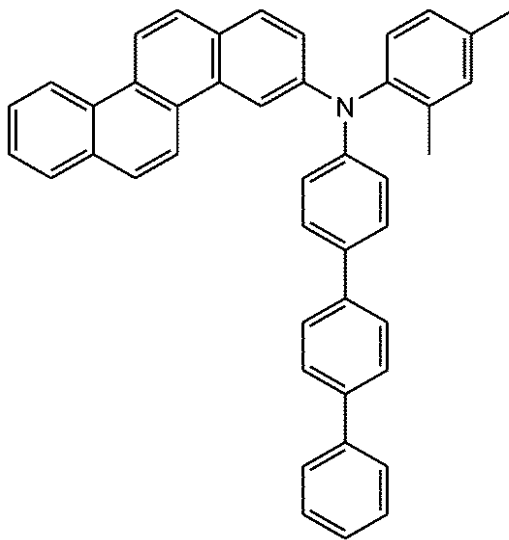
【化 1 0】



10

A13: T<sub>g</sub> = 120°C

20



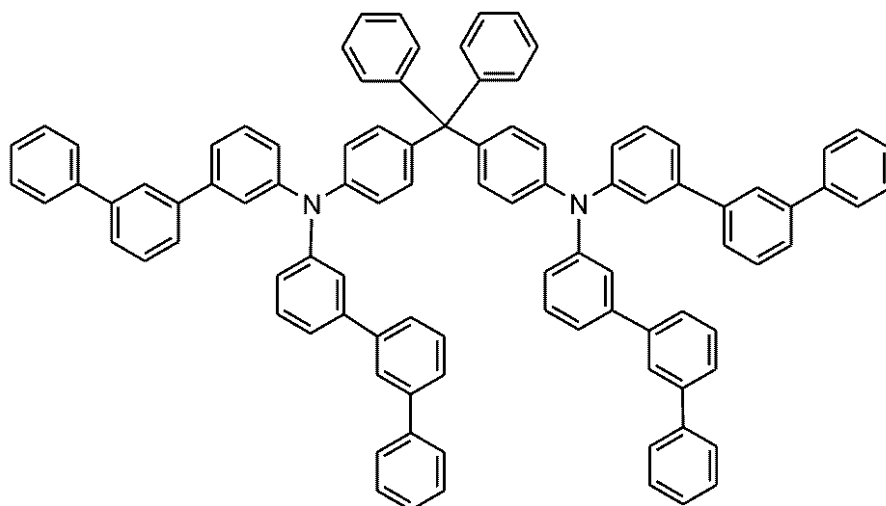
30

A14: HOMO = -5.56 eV; T<sub>g</sub> = 110°C

40

【 0 0 6 8】

## 【化 1 1】



10

## 【 0 0 6 9 】

第 1 のホスト材料は、公知のカップリングおよび置換反応によって調製されることが可能である。例示的な調製法が実施例に記載されている。

20

## 【 0 0 7 0 】

b . 第 2 のホスト材料

第 2 のホスト材料は、 $-2.0 \text{ eV}$  よりも深い LUMO を有するものである。LUMO は、逆光電子分光法（「IPES」）を用いて測定されることが可能である。いくつかの実施形態において、第 2 のホスト材料の LUMO は、ドーパントの LUMO と類似した値を有する。

## 【 0 0 7 1 】

いくつかの実施形態において、第 2 のホスト材料はまた、 $2.0 \text{ eV}$  を超える三重項エネルギーレベルを有する。これは、発光の消光を防ぐために、ドーパントがリン光材料である場合に特に有用である。いくつかの実施形態においては、第 1 のホスト材料および第 2 のホスト材料の両方が  $2.0 \text{ eV}$  を超える三重項エネルギーレベルを有する。

30

## 【 0 0 7 2 】

いくつかの実施形態において、第 2 のホスト材料は電子輸送材料である。いくつかの実施形態において、第 2 のホスト材料はフェナントロリン、キノキサリン、フェニルピリジン、ベンゾジフランおよび金属キノリネート錯体からなる群から選択される。

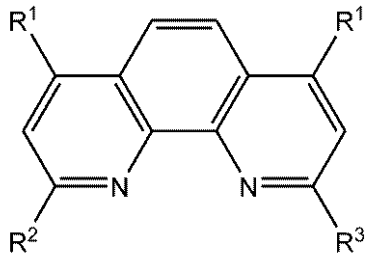
## 【 0 0 7 3 】

いくつかの実施形態において、第 2 のホスト材料は、式 I I を有するフェナントロリン化合物である。

## 【 0 0 7 4 】

40

【化 1 2】



式 II

10

【0075】

式中：

R<sup>1</sup>は、同一であるかまたは異なっていると共に、フェニル、ナフチル、ナフチルフェニル、トリフェニルアミノ、およびカルバゾリルフェニルからなる群から選択され；

R<sup>2</sup>およびR<sup>3</sup>は、同一であるかまたは異なっていると共に、フェニル、ビフェニル、ナフチル、ナフチルフェニル、フェナントリル、トリフェニルアミノ、およびカルバゾリルフェニルからなる群から選択される。

【0076】

式IIのいくつかの実施形態において、R<sup>1</sup>～R<sup>3</sup>は、フェニルおよび置換フェニルからなる群から選択される。

20

【0077】

式IIのいくつかの実施形態においては、両方のR<sup>1</sup>がフェニルであり、R<sup>2</sup>およびR<sup>3</sup>が、2-ナフチル、ナフチルフェニル、フェナントリル、トリフェニルアミノ、およびm-カルバゾリルフェニルからなる群から選択される。

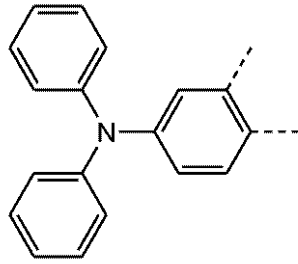
【0078】

既述されていない基は以下のとおり定義され、ここで、破線は可能性のある結合点を表す。

【0079】

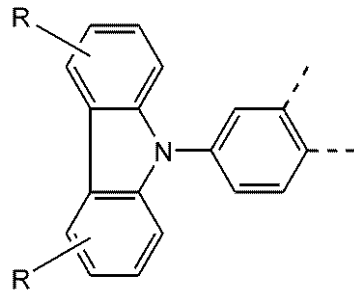
## 【化 1 3】

トリフェニルアミノ:



10

カルバゾリルフェニル:



式中、R = アリール、アルキル

20

## 【 0 0 8 0】

いくつかの実施形態において、フェナントロリン化合物は対称であり、ここでは、両方の  $R^1$  が同一であると共に、 $R^2 = R^3$  である。いくつかの実施形態において、 $R^1 = R^2 = R^3$  である。いくつかの実施形態において、フェナントロリン化合物は非対称であり、ここで、2つの  $R^1$  基は同一であるが、 $R^2 = R^3$  であるか；2つの  $R^1$  基は異なっていると共に、 $R^2 = R^3$  であるか；または、2つの  $R^1$  基は異なっていると共に、 $R^2 \neq R^3$  である。

## 【 0 0 8 1】

いくつかの実施形態において、 $R^1$  基は同一であると共に、フェニル、トリフェニルアミノ、およびカルバゾリルフェニルからなる群から選択される。いくつかの実施形態において、 $R^1$  基は、p - トリフェニルアミノ（ここで、結合点は窒素に対してパラである）および m - カルバゾリルフェニル（ここで、結合点は窒素に対してメタである）から選択される。

30

## 【 0 0 8 2】

いくつかの実施形態において、 $R^2 = R^3$  であると共に、これは、トリフェニルアミノ、ナフチルフェニル、トリフェニルアミノおよび m - カルバゾリルフェニルからなる群から選択される。

## 【 0 0 8 3】

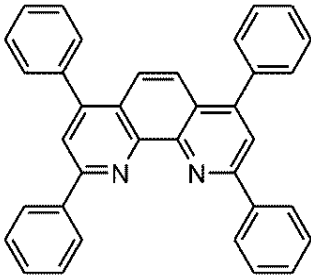
第2のホスト材料の例としては、これらに限定されないが、以下の化合物 B 1 ~ B 7 が挙げられる。

40

## 【 0 0 8 4】

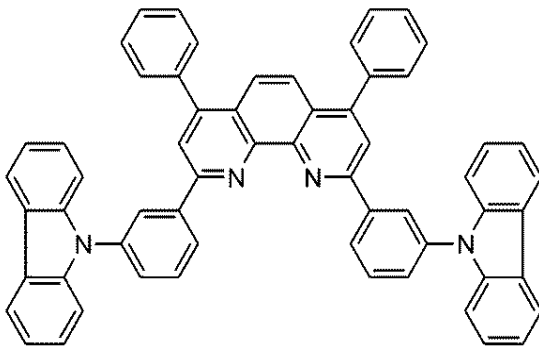
【化 1 4】

B1: LUMO = -2.37eV



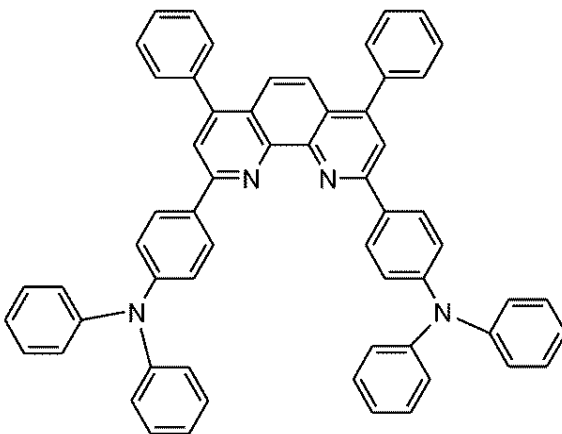
10

B2: LUMO = -2.27eV



20

B3:



30

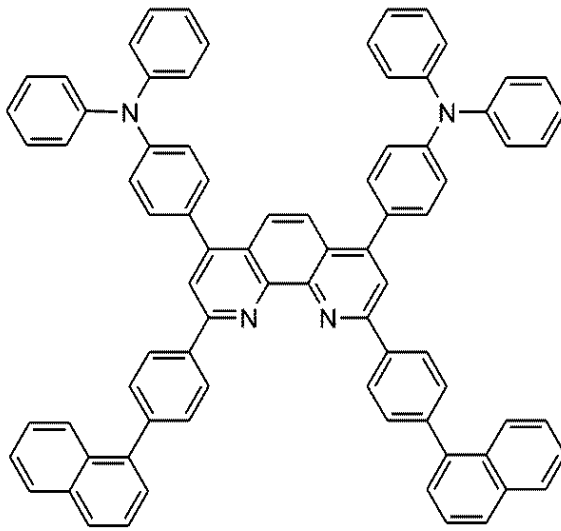
40

B4:

【 0 0 8 5 】

50

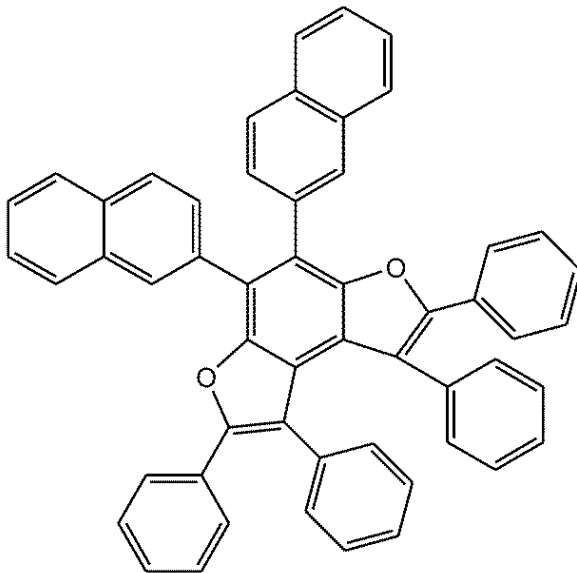
【化 1 5】



10

20

B5:



30

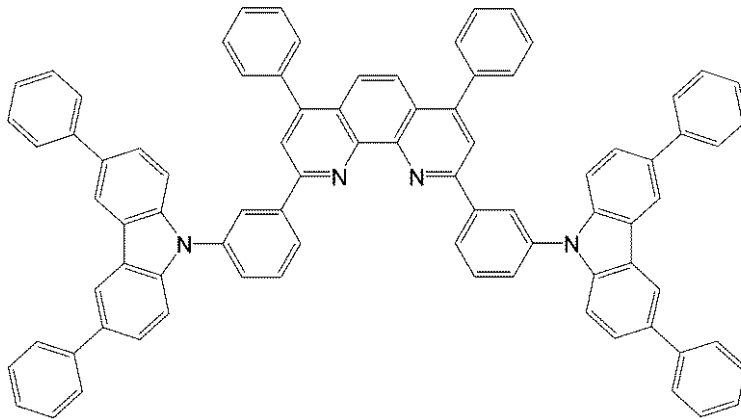
40

B6:

【 0 0 8 6 】

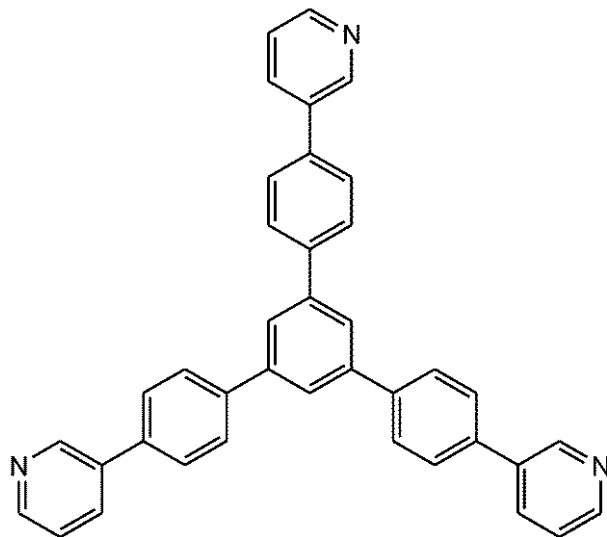
50

## 【化 1 6】



10

## B7:



20

30

## 【 0 0 8 7】

第2のホスト化合物は、公知の合成技術により形成されることが可能である。これは、実施例においてさらに例示されている。いくつかの実施形態において、フェナントロリンホスト化合物は、ジクロロフェナントロリンの所望の置換基のボロン酸類似体でのスズキカップリングにより形成される。

40

## 【 0 0 8 8】

## c. ドーパント材料

エレクトロルミネセントドーパント材料としては、小分子有機蛍光化合物、蛍光材料およびリン光材料金属錯体、ならびに、これらの混合物が挙げられる。蛍光化合物の例としては、これらに限定されないが、ピレン、ペリレン、ルブレン、クマリン、これらの誘導体、およびこれらの混合物が挙げられる。金属錯体の例としては、これらに限定されないが、トリス(8-ヒドロキシキノレート)アルミニウム(A1Q)などの金属キレート化オキシノイド化合物; Petrovら、米国特許第6,670,645号明細書および国際公開第03/063555号パンフレットおよび国際公開第2004/016710号

50

パンフレットに開示のフェニルピリジン、フェニルキノリン、フェニリソキノリンまたはフェニルピリミジンリガンドとのイリジウムの錯体などのシクロメタレート化イリジウムおよび白金エレクトロルミネセント化合物、ならびに、例えば、国際公開第03/008424号パンフレット、国際公開第03/091688号パンフレット、および、国際公開第03/040257号パンフレットに記載の有機金属錯体、ならびに、これらの混合物が挙げられる。

【0089】

いくつかの実施形態において、光活性ドーパントは、イリジウムのシクロメタレート化錯体である。いくつかの実施形態において、錯体は、フェニルピリジン、フェニルキノリンおよびフェニリソキノリンから選択される2個のリガンド、ならびに、 $\eta^2$ -ジエノレートである第3のリガンドを有する。リガンドは、未置換であるか、または、F、D、アルキル、パーフルオロアルキル、アルコキシル、アルキルアミノ、アリールアミノ、CN、シリル、フルオロアルコキシルまたはアリール基で置換されているもよい。

10

【0090】

いくつかの実施形態において、光活性ドーパントは、非高分子スピロビフルオレン化合物およびフルオランテン化合物からなる群から選択される。

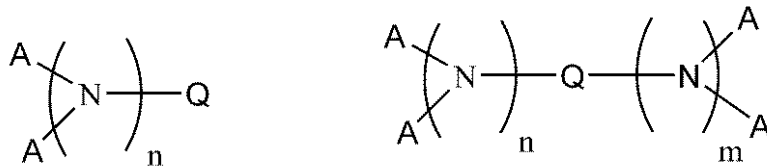
【0091】

いくつかの実施形態において、光活性ドーパントは、アリールアミン基を有する化合物である。いくつかの実施形態において、光活性ドーパントは以下の式から選択される。

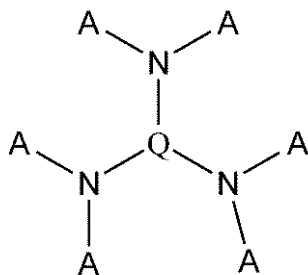
【0092】

【化17】

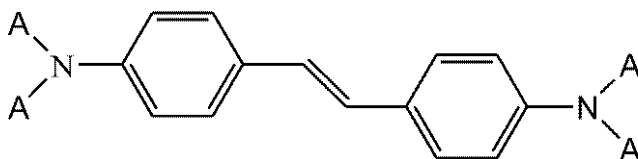
20



30



40



式中：

Aは、各出現で同一であるかまたは異なると共に、3～60個の炭素原子を有する芳香族基であり；

Qは単結合であるか、または、3～60個の炭素原子を有する芳香族基であり；

nおよびmは、独立して1～6の整数である。

50



## 【0093】

上記式のいくつかの実施形態において、各式におけるAおよびQの少なくとも一方は、少なくとも3個の縮合環を有する。いくつかの実施形態において、mおよびnは1に等しい。

## 【0094】

いくつかの実施形態において、Qはスチリルまたはスチリルフェニル基である。

## 【0095】

いくつかの実施形態において、Qは、少なくとも2個の縮合環を有する芳香族基である。いくつかの実施形態において、Qは、ナフタレン、アントラセン、クリセン、ピレン、テトラセン、キサントン、ペリレン、クマリン、ローダミン、キナクリドン、およびルブレンからなる群から選択される。

10

## 【0096】

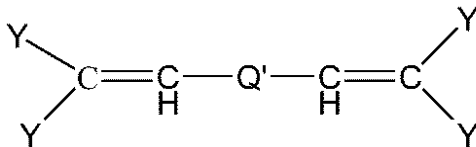
いくつかの実施形態において、Aは、フェニル、トリル、ナフチル、およびアントラセニル基からなる群から選択される。

## 【0097】

いくつかの実施形態において、光活性ドーパントは以下の式を有する。

## 【0098】

## 【化18】



20

式中：

Yは、各出現で同一であるかまたは異なると共に、3～60個の炭素原子を有する芳香族基であり；

Q'は、芳香族基、二価トリフェニルアミン残渣基または単結合である。

## 【0099】

いくつかの実施形態において、光活性ドーパントはアリールアセンである。いくつかの実施形態において、光活性ドーパントは非対称アリールアセンである。

30

## 【0100】

いくつかの実施形態において、光活性ドーパントはクリセン誘導体である。「クリセン」という用語は、1,2-ベンゾフェナントレンを意味することが意図されている。いくつかの実施形態において、光活性ドーパントはアリール置換基を有するクリセンである。いくつかの実施形態において、光活性ドーパントはアリールアミノ置換基を有するクリセンである。いくつかの実施形態において、光活性ドーパントは2個の異なるアリールアミノ置換基を有するクリセンである。いくつかの実施形態において、クリセン誘導体は濃い青色の発光を有する。

## 【0101】

いくつかの実施形態において、異なるドーパントを有する別々の光活性組成物が異なる色を提供するために用いられる。いくつかの実施形態において、ドーパントは、赤色、緑色、および青色の発光を有するために選択される。本明細書において用いられるところ、赤色は、600～700nmの範囲内に最大波長を有する光を指し；緑色は、500～600nmの範囲内に最大波長を有する光を指し；ならびに青色は、400～500nmの範囲内に最大波長を有する光を指す。

40

## 【0102】

青色発光材料の例としては、これらに限定されないが、ジアリールアントラセン、ジアミノクリセン、ジアミノピレン、フェニルピリジンリガンドを有するIrのシクロメタレート化錯体、および、ポリフルオレンポリマーが挙げられる。青色発光材料は、例えば、米国特許第6,875,524号明細書および米国特許出願公開第2007-02927

50

13号明細書および米国特許出願公開第2007-0063638号明細書に開示されている。

【0103】

赤色発光材料の例としては、これらに限定されないが、フェニルキノリンまたはフェニリソキノリンリガンドを有するIrのシクロメタレート化錯体、ペリフランテン、フルオランテンおよびペリレンが挙げられる。赤色発光材料は、例えば、米国特許第6,875,524号明細書および米国特許出願公開第2005-0158577号明細書に開示されている。

【0104】

緑色発光材料の例としては、これらに限定されないが、フェニルピリジンリガンドを有するIrのシクロメタレート化錯体、ジアミノアントラセンおよびポリフェニレンビレンポリマーが挙げられる。緑色発光材料は、例えば、国際公開第2007/021117号パンフレットに開示されている。

10

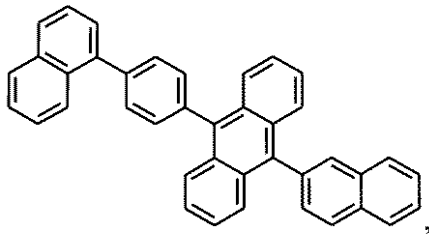
【0105】

ドープアント材料の例としては、これらに限定されないが、以下の化合物C1~C9が挙げられる。

【0106】

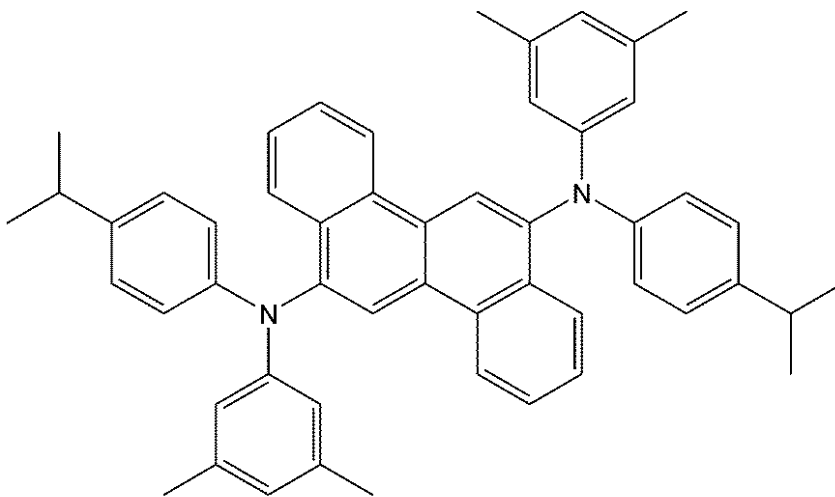
【化19】

C1



20

C2



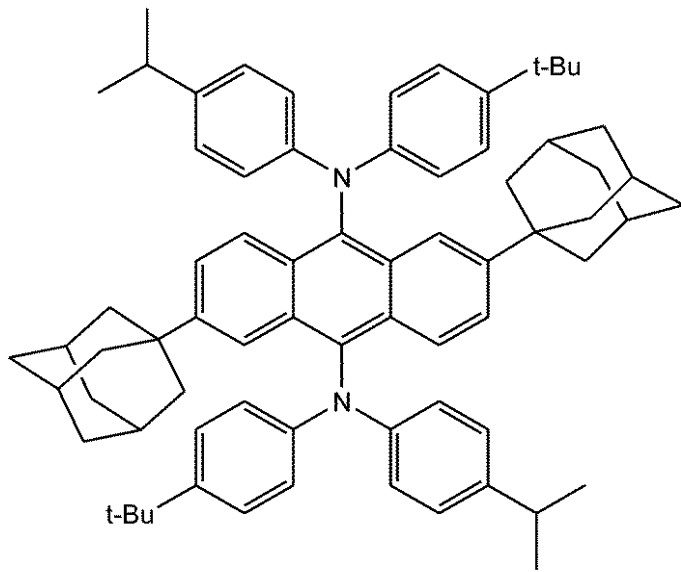
30

40

【0107】

【化 2 0】

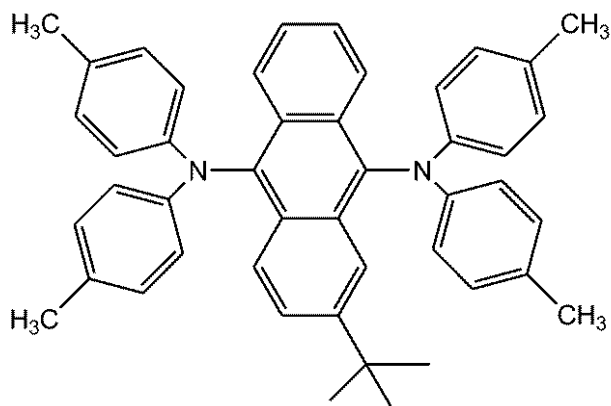
C3



10

20

C4



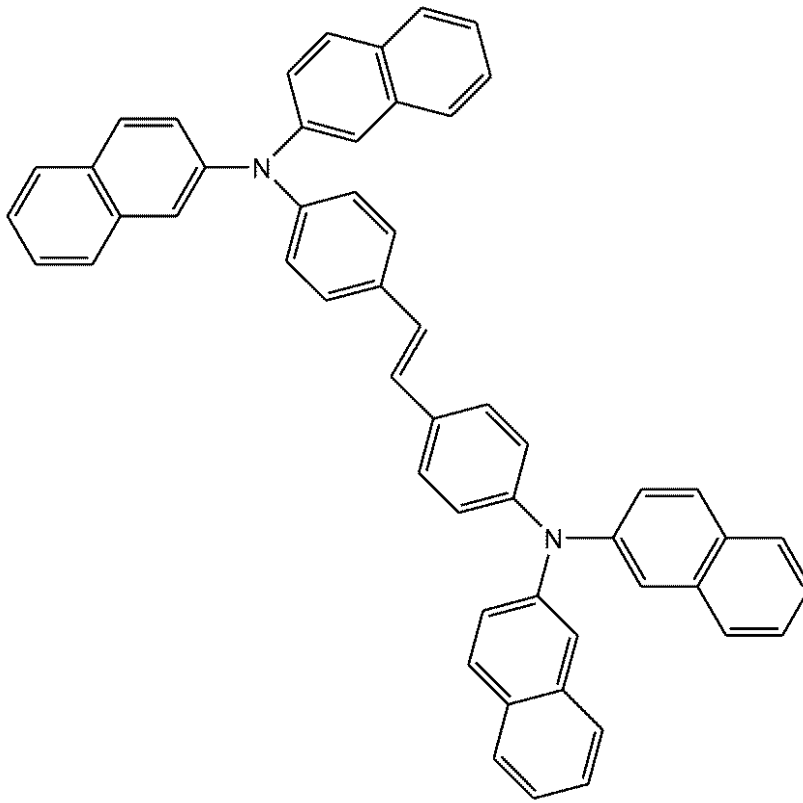
30

40

C5

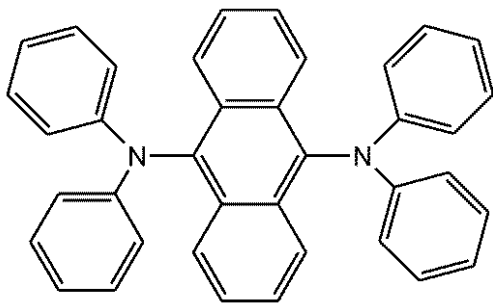
【 0 1 0 8】

【化 2 1】



10

20



C6

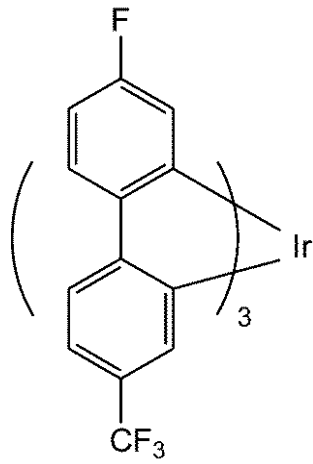
30

40

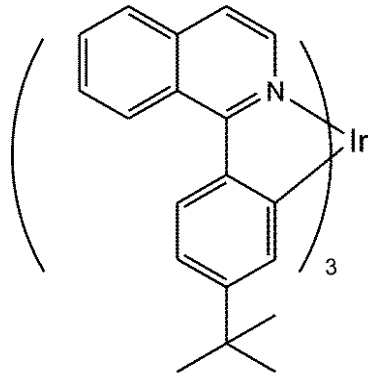
C7

【 0 1 0 9 】

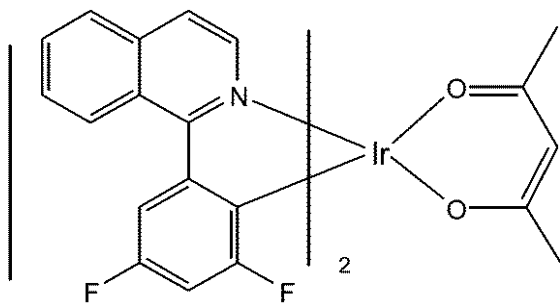
【化 2 2】



C8



C9



【0110】

3. 電子素子

本明細書に記載の光活性組成物を有することにより利点がもたらされ得る有機電子素子としては、これらに限定されないが、(1) 電気エネルギーを放射線に変換する素子(例えば、発光ダイオード、発光ダイオードディスプレイまたはダイオードレーザ)、(2)

エレクトロニクスプロセス中のシグナルを検出する素子（例えば、光検出器、光伝導セル、フォトレジスタ、フォトスイッチ、フォトトランジスタ、光電管、IR検出器、バイオセンサ）、（3）放射線を電気エネルギーに変換する（例えば、光起電力素子または太陽電池）素子、ならびに、（4）1つまたは複数の有機半導体層を有する1個または複数の容量型電子部品を備える素子（例えば、トランジスタまたはダイオード）が挙げられる。

【0111】

いくつかの実施形態において、有機発光素子は：

陽極；

正孔輸送層；

光活性層；

電子輸送層、および

陰極；

を備え、ここで、光活性層は上記の組成物を含む。

【0112】

有機電子素子構造の一例が図1に示されている。素子100は、第1の電気コンタクト層、陽極層110および第2の電気コンタクト層、陰極層160を有すると共に、これらの間に光活性層140を有する。陽極にはバッファ層120が隣接している。バッファ層には正孔輸送材料を含む正孔輸送層130が隣接している。陰極には、電子輸送材料を含む電子輸送層150が隣接していてもよい。任意で、素子は、1つまたは複数の追加の正孔注入層または正孔輸送層（図示せず）を陽極110に隣接して、および/または、1つまたは複数の追加の電子注入層または電子輸送層（図示せず）を陰極160に隣接して用いてもよい。

【0113】

層120～150は、独立して、および、全体として、活性層と称される。

【0114】

一実施形態においては、異なる層は、以下の範囲の厚さを有する：陽極110、500～5000、一実施形態においては1000～2000；バッファ層120、50～2000、一実施形態においては200～1000；正孔輸送層130、50～2000、一実施形態においては200～1000；光活性層140、10～2000、一実施形態においては100～1000；層150、50～2000、一実施形態においては100～1000；陰極160、200～10000、一実施形態においては300～5000。素子における電子-正孔再結合ゾーンの位置、それ故、素子の発光スペクトルは、各層の相対的な厚さによって影響されることが可能である。層厚の所望の比は、用いられる材料の正確な性質に依存することとなる。

【0115】

素子100の用途に応じて、光活性層140は、印加電圧により活性化される発光層（発光ダイオードまたは発光電気化学電池などにおいて）であることが可能であり、または、放射エネルギーに応答すると共に、印加バイアス電圧を伴って、または、伴わずにシグナルを生成する材料の層（光検出器などにおいて）であることが可能である。光検出器の例としては、光伝導セル、フォトレジスタ、フォトスイッチ、フォトトランジスタおよび光電管、ならびに、光起電力電池が挙げられ、これらの用語は、Markus, John, Electronics and Nucleonics Dictionary, 第470ページおよび第476ページ（McGraw-Hill, Inc. 1966年）に記載されているとおりである。

【0116】

a. 光活性層

光活性層は上記の光活性組成物を含む。

【0117】

いくつかの実施形態において、第1のホスト材料は少なくとも1個のジアリールアミノ置換基を有するクリセン誘導体であり、第2のホスト材料はフェナントロリン誘導体であ

10

20

30

40

50

る。いくつかの実施形態において、これらの2種のホスト材料は、リン光放射体と組み合わせられて用いられる。いくつかの実施形態において、リン光放射体はシクロメタレート化Ir錯体である。

【0118】

光活性層は、以下に記載のとおり、液体組成物からの液相堆積により形成されることが可能である。いくつかの実施形態において、光活性層は蒸着によって形成される。

【0119】

いくつかの実施形態において、3種の異なる光活性組成物が液相堆積によって適用されて、赤色、緑色および青色サブピクセルが形成される。いくつかの実施形態において、有色サブピクセルの各々は、本明細書に記載の新規の光活性組成物を用いて形成される。いくつかの実施形態において、第1および第2のホスト材料は、すべての色について同一である。

10

【0120】

b. 他の素子層

素子中の他の層は、このような層において有用であると公知である任意の材料で形成されることが可能である。

【0121】

陽極110は、陽電荷キャリアを注入するために特に効率的である電極である。これは、例えば、金属、混合金属、合金、金属酸化物あるいは混合金属酸化物を含有する材料で形成されることが可能であり、または、導電性ポリマー、または、これらの混合物であることが可能である。好適な金属としては、第11族金属、第4~6族の金属、および、第8~10族遷移金属が挙げられる。陽極が光透過性である場合には、インジウム-錫-酸化物などの第12、13および14族金属の混合金属酸化物が一般に用いられる。陽極110はまた、「Flexible light-emitting diodes made from soluble conducting polymer」, Nature, 第357巻、第477~479ページ(1992年6月11日)に記載されているポリアニリンなどの有機材料を含んでいることが可能である。陽極および陰極の少なくとも一方は、生成された光が観察可能であるように少なくとも部分的に透明であることが望ましい。

20

【0122】

バッファ層120は、バッファ材料を含み、特にこれらに限定されないが、下位層の平坦化、電荷輸送および/または電荷注入特性、酸素または金属イオンなどの不純物の掃去、ならびに、有機電子素子の性能を促進させるか向上させる他の態様を含む、有機電子素子における1つまたは複数の機能を有し得る。バッファ材料は、ポリマー、オリゴマーまたは小分子であり得る。これらは、蒸着されるか、または、溶液、分散体、懸濁液、エマルジョン、コロイド状混合物、あるいは、他の組成物の形態であり得る液体から堆積され得る。

30

【0123】

バッファ層は、ポリアニリン(PANI)またはポリエチレンジオキシチオフェン(PEDOT)などの、度々プロトン酸でドーブされる高分子材料で形成されることが可能である。プロトン酸は、例えば、ポリ(スチレンスルホン酸)、ポリ(2-アクリルアミド-2-メチル-1-プロパンスルホン酸)等であることが可能である。

40

【0124】

バッファ層は、銅フタロシアニンおよびテトラチアフルバレン-テトラシアノキノジメタン系(TTF-TCNQ)などの電荷輸送化合物等を含んでいることが可能である。

【0125】

いくつかの実施形態において、バッファ層は、少なくとも1種の導電性ポリマーおよび少なくとも1種のフッ素化酸ポリマーを含む。このような材料は、例えば、米国特許出願公開第2004-0102577号明細書、米国特許出願公開第2004-0127637号明細書、および、米国特許出願公開第2005/205860号明細書に記載されて

50

いる。

【0126】

層130用の正孔輸送材料の例は、例えば、Y. Wangによる、Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 第4版, 第18巻, 第837~860ページ, 1996年にまとめられている。正孔輸送分子およびポリマーの両方が用いられることが可能である。通例用いられる正孔輸送分子は: N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-[1, 1'-ビフェニル]-4, 4'-ジアミン(TPD)、1, 1'-ビス[(ジ-4-トリルアミノ)フェニル]シクロヘキサン(TAPC)、N, N'-ビス(4-メチルフェニル)-N, N'-ビス(4-エチルフェニル)-[1, 1'-(3, 3'-ジメチル)ビフェニル]-4, 4'-ジアミン(ETPD)、テトラキス-(3-メチルフェニル)-N, N, N', N'-2, 5-フェニレンジアミン(PDA)、a-フェニル-4-N, N-ジフェニルアミノスチレン(TPS)、p-(ジエチルアミノ)-ベンズアルデヒドジフェニルヒドラゾン(DEH)、トリフェニルアミン(TPA)、ビス[4-(N, N-ジエチルアミノ)-2-メチルフェニル](4-メチルフェニル)メタン(MPMP)、1-フェニル-3-[p-(ジエチルアミノ)スチリル]-5-[p-(ジエチルアミノ)フェニル]ピラゾリン(PPRまたはDEASP)、1, 2-トランス-ビス(9H-カルバゾール-9-イル)シクロブタン(DCZB)、N, N, N', N'-テトラキス(4-メチルフェニル)-(1, 1'-ビフェニル)-4, 4'-ジアミン(TTB)、N, N'-ビス(ナフタレン-1-イル)-N, N'-ビス(フェニル)ベンジジン(-NPB)、および、銅フタロシアニンなどのポリフィリン化合物である。通例用いられる正孔輸送ポリマーは、ポリビニルカルバゾール、(フェニルメチル)-ポリシランおよびポリアニリンである。ポリスチレンおよびポリカーボネートなどのポリマーに上述のものなどの正孔輸送分子をドーブすることにより正孔輸送ポリマーを得ることも可能である。いくつかの場合において、トリアリールアミンポリマーが用いられ、特にトリアリールアミン-フルオレンコポリマーが用いられる。いくつかの場合において、ポリマーおよびコポリマーは架橋性である。いくつかの実施形態において、正孔輸送層は、p-ドーパントをさらに含む。いくつかの実施形態において、正孔輸送層はp-ドーパントでドーブされる。p-ドーパントの例としては、これらに限定されないが、テトラフルオロテトラシアノキノジメタン(F4-TCNQ)およびペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸-3, 4, 9, 10-二無水物(PTCDA)が挙げられる。

【0127】

層150に用いられることが可能である電子輸送材料の例としては、これらに限定されないが、トリス(8-ヒドロキシキノレート)アルミニウム(AlQ)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(p-フェニルフェノラト)アルミニウム(BAlq)、テトラキス-(8-ヒドロキシキノレート)ハフニウム(HfQ)およびテトラキス-(8-ヒドロキシキノレート)ジルコニウム(ZrQ)などの金属キノレート誘導体を含む金属キノレート化オキシノイド化合物; ならびに、2-(4-ビフェニル)-5-(4-t-ブチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール(PBD)、3-(4-ビフェニル)-4-フェニル-5-(4-t-ブチルフェニル)-1, 2, 4-トリアゾール(TAZ)、および1, 3, 5-トリ(フェニル-2-ベンズイミダゾール)ベンゼン(TPBI)などのアゾール化合物; 2, 3-ビス(4-フルオロフェニル)キノキサリンなどのキノキサリン誘導体; 4, 7-ジフェニル-1, 10-フェナントロリン(DPA)および2, 9-ジメチル-4, 7-ジフェニル-1, 10-フェナントロリン(DDPA)などのフェナントロリン; ならびにこれらの混合物が挙げられる。いくつかの実施形態において、電子輸送層は、n-ドーパントをさらに含む。n-ドーパントの例としては、これらに限定されないが、Csおよび他のアルカリ金属が挙げられる。

【0128】

陰極160は、電子または陰電荷キャリアを注入するために特に効率的である電極である。陰極は、陽極より低い仕事関数を有する任意の金属または非金属であることが可能で

10

20

30

40

50



ある。陰極用の材料は、第1族のアルカリ金属（例えば、Li、Cs）、第2族（アルカリ土類）金属、希土類元素およびランタノイドを含む第12族金属、ならびに、アクチニドから選択されることが可能である。アルミニウム、インジウム、カルシウム、バリウム、サマリウムおよびマグネシウムなどの材料、ならびに、組み合わせが用いられることが可能である。Li含有有機金属化合物、LiF、およびLi<sub>2</sub>Oもまた、動作電圧を下げるために有機層と陰極層との間に配置されることが可能である。

#### 【0129】

他の層を備える有機電子素子が公知である。例えば、注入される正電荷の量を制御するために、および/または、層のバンドギャップマッチングをもたらすために、または、保護層として機能するために、陽極110とバッファ層120との間に層（図示せず）が存在していることが可能である。銅フタロシアニン、ケイ素酸化窒化物、フルオロカーボン、シラン、または、Ptなどの金属の超薄層などの、技術分野において公知である層を用いることが可能である。あるいは、陽極層110、活性層120、130、140、および150、または陰極層160のいくつかまたはすべてが、電荷キャリア輸送効率を高めるために表面処理されることが可能である。構成層の各々についての材料の選択は、素子のエレクトロルミネセンス効率を高めるための放射層における陽電荷および陰電荷のバランスにより決定されることが好ましい。

#### 【0130】

各機能層は、2つ以上の層から形成されることが可能であることが理解される。

#### 【0131】

##### c. 素子作製

素子層は、任意の堆積技術、または、蒸着、液相堆積および熱転写を含む技術の組み合わせにより形成されることが可能である。ガラス、プラスチックおよび金属などの基板が用いられることが可能である。熱蒸発、化学蒸着等などの従来の蒸着技術が用いられることが可能である。有機層は、好適な溶剤中の溶液または分散体から、特にこれらに限定されないが、スピンコーティング、ディップコーティング、ロールツーロール技術、インクジェット印刷、連続ノズル印刷、スクリーン印刷、グラビア印刷等を含む従来のコーティングまたは印刷技術を用いて適用されることが可能である。

#### 【0132】

いくつかの実施形態において、有機発光素子を形成する方法は：

パターン化された陽極をその上に有する基板を提供する工程；

正孔輸送材料を第1の液体媒体中に含む液体組成物を堆積させることにより正孔輸送層を形成する工程；

(a) - 5.6 eVより浅いかこれと同等のHOMOエネルギーレベルを有すると共に95%を超えるTgを有する第1のホスト材料；(b) - 2.0 eVより深いLUMOを有する第2のホスト材料；および、(c) エレクトロルミネセントドーパント材料；ならびに(d) 第2の液体媒体を含む液体組成物を堆積させることにより光活性層を形成する工程であって、第1のホスト材料対第2のホスト材料の重量比が99:1~1.5:1の範囲内である工程；

電子輸送材料の蒸着により電子輸送層を形成する工程；ならびに

全体に陰極を形成する工程

を含む。

#### 【0133】

「液体組成物」という用語は、材料が溶解されて溶液が形成される液体媒体、材料が分散されて分散体が形成される液体媒体、または、材料が懸濁されて懸濁液もしくはエマルジョンが形成される液体媒体を意味することが意図されている。

#### 【0134】

連続および不連続技術を含む、任意の公知の液相堆積技術または技術の組み合わせが用いられることが可能である。連続液相堆積技術の例としては、これらに限定されないが、スピンコーティング、グラビアコーティング、カーテンコーティング、ディップコーティ

10

20

30

40

50

ング、スロット - ダイコーティング、スプレーコーティング、および連続ノズル印刷が挙げられる。不連続堆積技術の例としては、これらに限定されないが、インクジェット印刷、グラビア印刷およびスクリーン印刷が挙げられる。いくつかの実施形態において、光活性層は、連続ノズルコーティングおよびインクジェット印刷から選択される方法によりパターンで形成される。連続技術としてノズル印刷を考慮することが可能であるが、パターンは、層を形成するための所望の領域上のみノズルを配置することにより形成されることが可能である。例えば、連続する列のパターンを形成することが可能である。

【0135】

堆積されるべき特定の組成物のために好適な液体媒体は、当業者により容易に決定されることが可能である。いくつかの用途については、化合物は非水性溶剤中に溶解されることが好ましい。このような非水性溶剤は、 $C_1 \sim C_{20}$  アルコール、エーテル、および酸エステルなど比較的極性であることが可能であり、または、 $C_1 \sim C_{12}$  アルカンもしくはトルエン、キシレン、トリフルオロトルエン等などの芳香族化合物など比較的極性でないことが可能である。新規化合物を含む本明細書に記載の溶液または分散体のいずれかとしての液体組成物の形成に用いられる他の好適な液体としては、特にこれらに限定されないが、塩素化炭化水素（塩化メチレン、クロロホルム、クロロベンゼンなど）、芳香族炭化水素（トリフルオロトルエンを含む置換または非置換トルエンまたはキシレンなど）、極性溶剤（テトラヒドロフラン（THF）、N-メチルピロリドン（NMP）など）、エステル（酢酸エチルなど）、アルコール（イソプロパノールなど）、ケトン（シクロペンタノンなど）、または、これらの混合物のいずれかが挙げられる。発光材料のための溶剤の混合物の例が、例えば、米国特許出願公開第2008-0067473号明細書に記載されている。

【0136】

いくつかの実施形態において、ホスト材料の合計（第1のホストと第2のホスト）対ドーパントの重量比は5 : 1 ~ 25 : 1の範囲内である。

【0137】

堆積の後、材料は乾燥されて層が形成される。加熱、減圧、およびこれらの組み合わせを含む任意の従来の乾燥技術を用いることが可能である。

【0138】

いくつかの実施形態において、素子は、バッファ層、正孔輸送層および光活性層の液相堆積、ならびに、陽極、電子輸送層、電子注入層および陰極の蒸着により製作される。

【実施例】

【0139】

本明細書に記載のコンセプトを、以下の実施例においてさらに説明するが、これは、特許請求の範囲に記載の本発明の範囲を限定しない。

【0140】

実施例1

この実施例は、第1のホスト材料A1の調製を示す。

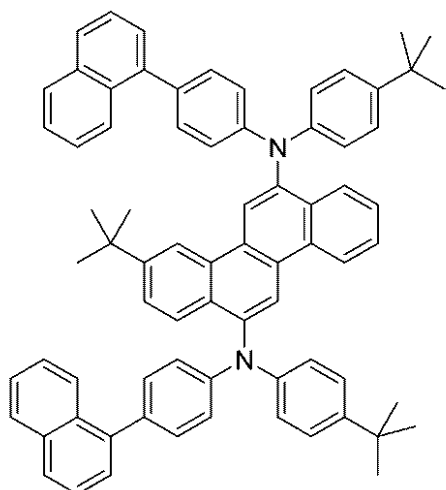
【0141】

10

20

30

## 【化23】



10

## 【0142】

## a. 1-(4-t-ブチルスチリル)ナフタレンの調製

オーブンで乾燥させた500 mL三首丸底フラスコに、磁気攪拌棒、滴下漏斗および窒素導入口コネクタを備え付けた。このフラスコに、塩化(1-ナフチルメチル)トリフェニルホスホニウム(12.07 g、27.5 mmol)および200 mLの無水THFを仕込んだ。水素化ナトリウム(1.1 g、25 mmol)を一度に添加した。混合物は明るいオレンジ色になり、これを室温で一晩攪拌した。4-t-ブチル-ベンズアルデヒド(7.1 g、25 mmol)の無水THF(30 mL)中の溶液をカニユーレで滴下漏斗に追加した。アルデヒド溶液を反応混合物に45分間かけて滴下した。反応を室温で24時間攪拌した(オレンジ色は退色した)。シリカゲルを反応混合物に添加すると共に、揮発物を減圧下で除去した。粗生成物を、ヘキサン中の5~10%ジクロロメタンを用いるシリカゲルでのカラムクロマトグラフィーで精製した。生成物をシス-およびトランス-異性体(6.3 g、89%)の混合物として単離し、分離せずに用いた。<sup>1</sup>H NMR(CD<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>): 1.27(s, 9H), 7.08(d, 1H, J = 16 Hz), 7.33~7.49(m, 7H), 7.68(d, 1H, J = 7.3 Hz), 7.71(d, 1H, J = 8.4 Hz), 7.76~7.81(m, 2H), 8.16(d, 1H, J = 8.3 Hz)。

20

30

## 【0143】

## b. 3-t-ブチルクリセンの調製

1-(4-t-ブチルスチリル)ナフタレン(4.0 g、14.0 mmol)を、窒素導入口および攪拌棒を備えた1リットル光化学容器中の乾燥トルエン(1 l)中に溶解させた。100 mLのエポキシドをシリンジで取り出しておよび反応混合物に添加する前に、乾燥プロピレンオキシドのボトルを氷水中で冷却した。ヨウ素(3.61 g、14.2 mmol)を最後に添加した。コンデンサを光化学容器の頂部に取り付けると共に、ハロゲンランプ(Hanovia、450 W)を点灯させた。ヨウ素の色の消失により反応混合物中のヨウ素の消尽が示されたらランプを消して反応を停止させた。反応は3.5時間で完了した。トルエンおよび過剰量のプロピレンオキシドを減圧下で除去して濃い黄色の固体を得た。粗生成物をヘキサン中の少量の25%ジクロロメタンに溶解させ、中性アルミナの4インチプラグを通すと共に、ヘキサン中の25%ジクロロメタン(約1リットル)で洗浄した。揮発物を除去して、3.6 g(91%)の3-t-ブチルクリセンを黄色の固体として得た。<sup>1</sup>H NMR(CD<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>): 1.41(s, 9H), 7.51(app t, 1H), 7.58(app t, 1H), 7.63(dd(1H, J = 1.8, 8.4 Hz), 7.80~7.92(m, 4H), 8.54(d, 1H, J = 9.1 Hz), 8.63~8.68(m, 3H)。

40

50

## 【0144】

c. 6, 12 - ジブプロモ - 3 - t - ブチルクリセンの調製

3 - t - ブチルクリセン (4.0 g, 14.1 mmol) およびトリメチルホスフェート (110 mL) を 500 mL 丸底フラスコ中で混合した。臭素 (4.95 g, 31 mmol) を添加した後、還流凝縮器をフラスコに取り付けると共に、反応混合物を 105 の油浴中で 1 時間攪拌した。白色の沈殿物がほとんど即時に形成された。反応混合物を少量の水 (100 mL) に注ぎ入れることにより後処理した。混合物を減圧ろ過し、水で十分に洗浄した。得られた黄褐色の固体を減圧下で乾燥させた。粗生成物をメタノール (100 mL) 中で沸騰させ、室温に冷却し、および、再度ろ過して 3.74 g (60%) の白色の固体を得た。<sup>1</sup>H NMR (CD<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>): 1.46 (s, 9H), 7.70 (m, 2H), 7.79 (dd, 1H, J = 1.9, 8.8 Hz), 8.28 (d, 1H, J = 8.7 Hz), 8.36 (dd, 1H, J = 1.5, 8.0), 8.60 (d, 1H, J = 1.8 Hz), 8.64 (dd, 1H, J = 1.5, 8.0 Hz), 8.89 (s, 1H), 8.97 (s, 1H)。

10

## 【0145】

d. ホスト材料 A 1

ドライボックス中で、3 - t - ブチル - 6, 12 - ジブプロモクリセン (0.5 g, 1.13 mmol) および N - (4 - (1 - ナフチル) フェニル) - 4 - t - ブチルアニリン (0.83 g, 2.37 mmol) を肉厚のガラス管中で組み合わせると共に、20 mL の乾燥トルエン中に溶解させた。トリス (t - ブチル) ホスフィン (0.009 g, 0.045 mmol) およびトリス (ジベンジリデンアセトン) ジパラジウム (0) (0.021 g, 0.023 mmol) を 5 mL の乾燥トルエン中に溶解させると共に、10 分間攪拌した。触媒溶液を反応混合物に添加し、5 分間攪拌し、続いて、ナトリウム t - ブトキシド (0.217 g, 2.26 mmol) および 15 mL の乾燥トルエンを添加した。さらなる 10 分間の後、反応フラスコをドライボックスから取り出し、窒素ラインに取り付け、および 80 で一晩攪拌した。次の日、反応混合物を室温に冷却し、1 リットルのクロロホルムおよび 300 mL のジクロロメタンで洗浄しながらシリカゲルの 4 インチプラグおよび 1 インチのセライトを通してろ過した。減圧下での揮発物の除去で黄色の固体を得た。粗生成物を、ヘキサン中の 5 ~ 12% CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>でのカラムクロマトグラフィーで精製した。収率 440 mg (33.6%)。<sup>1</sup>H NMR (dmf - d<sub>7</sub>): 1.29 (s, 9H), 1.30 (s, 9H), 1.43 (s, 9H), 7.23 (m, 4H), 7.31 (m, 4H), 7.41 ~ 7.46 (m, 10H), 7.46 ~ 7.59 (m, 6H), 7.66 (app t, 1H, J = 7.6 Hz), 7.75 (app t, 1H, J = 7.6 Hz), 7.81 (dd, 1H, J = 1.8, 8.5 Hz), 7.93 (dd, 2H, J = 3.3, 8.4 Hz), 8.25 (d, 1H, J = 8.8 Hz), 8.27 (dd, 1H, J = 1.1, 8.9 Hz), 8.83 (d, 1H, J = 1.7 Hz), 8.98 (s, 1H), 8.99 (d, 1H, J = 8.3 Hz), 9.03 (s, 1H)。

20

30

## 【0146】

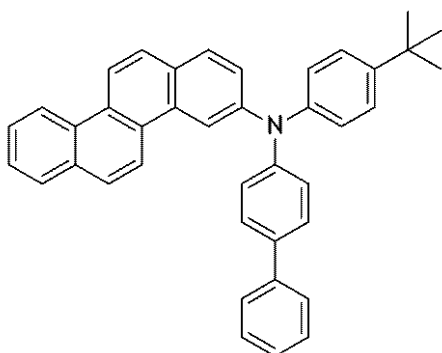
実施例 2

この実施例は、第 1 のホスト材料 A 2 の調製を示す。

40

## 【0147】

## 【化 2 4】



10

## 【 0 1 4 8 】

## a . 3 - プロモクリセンの調製

3 - プロモクリセンを、塩化(1 - ナフチルメチル)トリフェニルホスホニウムおよび4 - プロモベンズアルデヒドから実施例 1 ( a および b ) に記載の手法を用いて調製した。

## 【 0 1 4 9 】

## b . N - ( ビフェニル - 4 - イル ) - N - ( 4 - t - ブチルフェニル ) クリセン - 3 - アミンの調製 ( ホスト A 2 )

ドライボックス中で、3 - プロモクリセン ( 0 . 8 6 9 g , 2 . 8 3 m m o l ) および N - ( 4 - t - ブチルフェニル ) ビフェニル - 4 - アミン ( 0 . 9 g , 2 . 9 7 m m o l ) を肉厚のガラス管中で組み合わせると共に、20 mL の乾燥 o - キシレン中に溶解させた。トリス ( t - ブチル ) ホスフィン ( 0 . 0 1 g ) およびトリス ( ジベンジリデンアセトン ) ジパラジウム ( 0 ) ( 0 . 0 2 3 g ) を 10 mL の乾燥 o - キシレン中に溶解させると共に、10 分間攪拌した。触媒溶液を反応混合物に添加し、5 分間攪拌し、続いて、ナトリウム t - ブトキシド ( 0 . 2 7 g , 2 . 8 3 m m o l ) および 25 mL の乾燥 o - キシレンを添加した。さらなる 10 分間の後、反応フラスコをドライボックスから取り出し、窒素ラインに取り付け、および 75 °C で一晩攪拌した。次の日、反応混合物を室温に冷却し、ジクロロメタンで洗浄してシリカゲルの 1 インチプラグおよび 1 インチのセライトを通してろ過した。減圧下での揮発物の除去で固体を得、これをジエチルエーテルで倍散した。収率 1 . 2 7 g ( 8 5 . 2 % ) 。  $^1\text{H}$  NMR ( 500 MHz , ジクロロメタン - d 2 ) d = 1 . 2 7 ( s , 9 H ) , 7 . 0 9 ( b r d , 2 H , J\_{app} = 7 . 7 \text{ Hz} ) , 7 . 1 6 ( b r d , 2 H , J\_{app} = 7 . 6 \text{ Hz} ) , 7 . 2 3 ( b r t , 1 H , J\_{app} = 7 . 4 \text{ Hz} ) , 7 . 2 9 ( b r d , 2 H , J\_{app} = 8 . 6 \text{ Hz} ) , 7 . 3 2 \sim 7 . 3 7 ( m , 3 H ) , 7 . 4 7 ( b r d , 2 H , J\_{app} = 8 . 6 \text{ Hz} ) , 7 . 5 2 \sim 7 . 5 6 ( m , 3 H ) , 7 . 6 2 ( d d d , 1 H , J\_{app} = 1 . 6 , 7 . 0 , 8 . 4 \text{ Hz} ) , 7 . 8 1 ( b r d d , 2 H , J\_{app} = 6 . 5 , 8 . 6 \text{ Hz} ) , 7 . 8 8 ( b r d , 2 H , J\_{app} = 8 . 4 \text{ Hz} ) , 8 . 3 1 ( b r d , 1 H , J\_{app} = 9 . 0 \text{ Hz} ) , 8 . 3 8 ( b r s , 1 H ) , 8 . 5 3 ( b r d , 1 H , J\_{app} = 9 . 8 \text{ Hz} ) , 8 . 6 9 ( b r d , 1 H , J\_{app} = 8 . 2 \text{ Hz} ) 。

20

30

40

## 【 0 1 5 0 】

## 実施例 3

この実施例は、2 , 9 - ジクロロ - 4 , 7 - ジフェニル - 1 , 1 0 - フェナントロリンの 4 - トリフェニルアミノボロン酸でのスズカップリングを用いた第 2 のホスト材料 B 3 の調製を示す。

## 【 0 1 5 1 】

パート A : 中間体ジクロロバソフェナントロリン化合物、2 , 9 - ジクロロ - 4 , 7 -

50

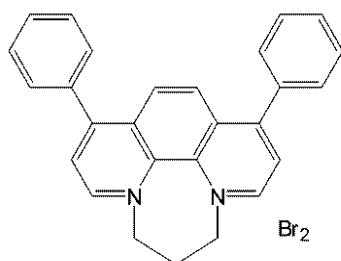
ジフェニル - 1 , 1 0 - フェナントロリンの調製。

【 0 1 5 2 】

a) Yamadaら、Bull Chem Soc Jpn, 63, 2710, 1990年からの手法を用いて、トリメチレン橋架けバソフェナントロリンを以下のとおり調製し：2 gのバソフェナントロリンを20 g 1, 3 - ジブロモプロパン中に取り、空気中で還流させた。約30分後、濃密なオレンジ色のスラリーを冷却した。メタノールを添加して固形分を溶解させ、次いで、アセトン添加して明るいオレンジ色の固体を沈殿させた。これをろ過し、トルエンおよびジクロロメタンで洗浄し、オレンジ色の粉末を2.8 g収率で得た。

【 0 1 5 3 】

【 化 2 5 】



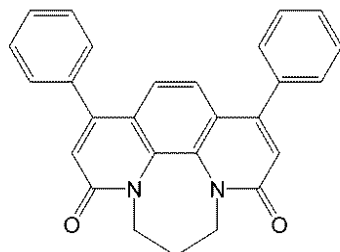
$C_{27}H_{22}Br_2N_2$   
 正確な質量: 532.01  
 分子量: 534.29  
 C, 60.70; H, 4.15; Br, 29.91; N, 5.24

【 0 1 5 4 】

b) 上記からの2.8 gの生成物を12 mLの水中に溶解させ、氷冷した21 gカリウムフェリシアニドおよび10 g水酸化ナトリウムの30 mLの水中の溶液に、約30分間かけて滴下し、次いで、90分間攪拌した。これを再度氷冷し、60 mLの4 M HClで約8のpHに中和した。薄い黄褐色/黄色の固体をろ過し、減圧乾燥させた。ろ過した固体をソックスレーに入れ、クロロホルムで抽出して、茶色の溶液を抽出した。これを蒸発させて茶色がかった油状の固体とし、次いで、少量のメタノールで洗浄して薄い茶色の固体(約1.0 g, 47%)を得た。材料は、混合物からクロロホルムを蒸発させることにより、金色の板状結晶としてクロロホルム/メタノールから再結晶させることが可能である。構造を以下のジケトンとしてNMRにより識別した。

【 0 1 5 5 】

【 化 2 6 】



$C_{27}H_{20}N_2O_2$   
 正確な質量: 404.15  
 分子量: 404.46  
 C, 80.18; H, 4.98; N, 6.93; O, 7.91

【 0 1 5 6 】

c) 上記ステップ ( b ) からのジケトンの分量を組み合わせると共に、合計で5.5 g ( 13.6 mM ) を39 mL  $POCl_3$ 中に懸濁させると共に、5.4 g  $PCl_5$ を添加した。これを脱気し、窒素下で8時間還流した。過剰量の $POCl_3$ を蒸発により除去した。氷

10

20

30

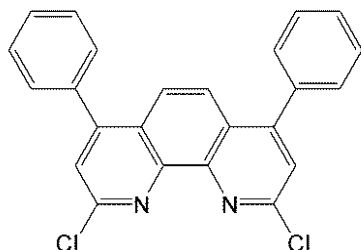
40

50

を添加して残留する塩化物を分解すると共に、混合物をアンモニアで中和した。茶色の沈殿物を回収し、減圧下で乾燥し、一方で、母液は塩化メチレンで抽出した。すべての茶色の材料を組み合わせ、茶色のガムに蒸発させると共に、メタノールを添加した。振盪および攪拌した後、薄い黄色の固体を単離し、これをオフホワイトの針状結晶としてCHCl<sub>3</sub>およびメタノール(1:10)から再結晶させた。NMRによる分析は、以下のジクロロバソフェナントロリン構造を示した。

【0157】

【化27】



C<sub>24</sub>H<sub>14</sub>Cl<sub>2</sub>N<sub>2</sub>  
 正確な質量: 400.05  
 分子量: 401.29  
 C, 71.83; H, 3.52; Cl, 17.67; N, 6.98

10

【0158】

パートB: 第2のホスト材料B3の調製

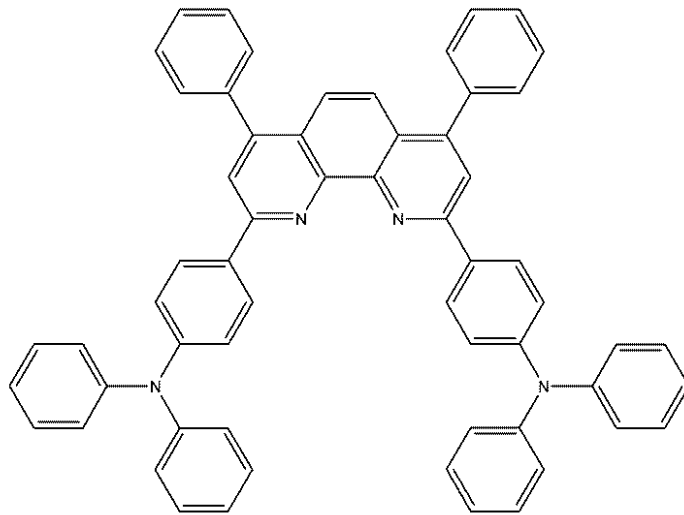
パートAからの2.0gのジクロロバソフェナントロリン(5mM)に、3.0g(11mM)p-ジフェニルアミノフェニルボロン酸を添加した。これに、0.15gPd2DBA3(0.15mM)、0.1gトリシクロヘキシルホスフィン(0.35mM)および3.75gリン酸カリウム(17mM)を添加し、すべてを30mLジオキサンおよび15mL水に溶解させた。これを、100のグローブボックス内で1時間混合すると共に加熱し、次いで、一晩、窒素下で穏やかに温めた(最低レオスタット設定)。約80に達すると、混合物は黄褐色の茶色のスラリーであり、これは、徐々に、高密度の沈殿物を伴って清透な茶色になった。溶液を還流(空気式コンデンサ)したところ、白色の粉末状の沈殿物が形成された。混合物を冷却すると共に、グローブボックスから取り出した。ジオキサンを蒸発により除去すると共に、追加の水を添加した。明るい茶色のゴム状の固体をろ過により単離すると共に、水で洗浄した。固体は、トルエンおよびジクロロメタン中に良好に溶解した。この生成物は化合物B3であった。

20

30

【0159】

## 【化 28】



B3

10

## 【0160】

20

## 実施例 4

第2のホスト材料B1を、実施例3と同様の手法を用いる、2,9-ジクロロ-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリンのフェニルボロン酸でのスズキカップリングを用いて調製した。

## 【0161】

## 実施例 5

この実施例は、第2のホスト材料B2の調製を示し、これは、実施例3と同様の手法を用いる、2,9-ジクロロ-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリンの9-(3-ポロピコリネート-フェニル)カルバゾールでのスズキカップリングを用いて調製した。

30

## 【0162】

## 実施例 6

この実施例は、第2のホスト材料B5の調製を示す。

## 【0163】

## 実施例 7

ドーパント材料C8を、米国特許第6,670,645号明細書に記載のものと同様の手法を用いて調製した。

## 【0164】

## 実施例 8 ~ 16

これらの実施例は、OLED素子の製作および性能を示す。以下の材料を用いた。

40

## 【0165】

インジウム錫酸化物 (ITO) : 180 nm

バッファ層 = バッファ1 (20 nm) (これは、導電性ポリマーおよび高分子フッ素化スルホン酸の水性分散体である)。このような材料は、例えば、米国特許出願公開第2004/0102577号明細書、米国特許出願公開第2004/0127637号明細書および米国特許出願公開第2005/0205860号明細書に記載されている。

## 【0166】

正孔輸送層 = HT-1 (これは、アリアルアミン含有コポリマーである)。このような材料は、例えば、米国特許出願公開第2008/0071049号明細書に記載されている。

50



## 【0167】

光活性層 = 表1中の組成物

電子輸送層 = 金属キノレート誘導体

陰極 = CsF / Al (0.5 / 100 nm)

## 【0168】

OLED素子を、溶液加工および熱蒸発技術の組み合わせにより製作した。Thin Film Devices, Inc製のパターン化されたインジウム錫酸化物 (ITO) でコートされたガラス基板を用いた。これらのITO基板は、 $30 \text{ ohms / square}$ の表面抵抗値および80%光透過率を有するITOがコートされたCorning 1737ガラスをベースとしている。パターン化されたITO基板を洗剤水溶液中で超音波洗浄すると共に、蒸留水ですすぎた。その後、パターン化されたITOをアセトン中で超音波洗浄し、イソプロパノールですすぎ、および、窒素流中で乾燥させた。

10

## 【0169】

素子製作の直前に、清浄化したパターン化されたITO基板をUVオゾンで10分間処理した。冷却した直後、バッファ1の水性分散体をITO表面上にスピコートすると共に、加熱して溶剤を除去した。冷却の後、次いで、基板を正孔輸送材料の溶液でスピコートし、次いで、加熱して溶剤を除去した。放射層溶液を、表1に記載のホストおよびドーパントをトルエン中に溶解させることにより形成した。冷却の後、基板を放射層溶液でスピコートすると共に、加熱して溶剤を除去した。基板をマスクし、真空チャンバ中に入れた。電子輸送層を熱蒸発により堆積させ、続いてCsFの層を堆積させた。次いで、マスクを減圧中で変更し、Alの層を熱蒸発により堆積させた。チャンバをベントし、素子を、ガラス蓋、乾燥剤およびUV硬化性エポキシを用いて封入した。

20

## 【0170】

OLEDサンプルを、(1)電流 - 電圧 (I - V) 曲線、(2)エレクトロルミネセンス輝度対電圧、および(3)エレクトロルミネセンススペクトル対電圧を計測することにより特徴付けた。すべての3種の計測は同時に行うと共に、コンピュータで制御した。一定の電圧での素子の電流効率は、LEDのエレクトロルミネセンス輝度を素子の動作に必要な電流密度で除することにより測定される。単位は $\text{cd / A}$ である。出力効率は、動作電圧で除された電流効率である。単位は $\text{lm / W}$ である。結果が表2に示されている。

30

## 【0171】

【表 1】

表 1. 光活性組成物

実施例	第 1 の ホスト	第 2 の ホスト	ホスト比	ドーパント	ホスト/ ドーパント比
組成物 A	A1	なし	--	C8	92:8
8	A1	B1	9:1	C8	85:15
9	A1	B2	9:1	C8	85:15
10	A1	B5	9:1	C8	85:15
11	A1	B3	9:1	C8	85:15
12	A1	B3	8:2	C8	85:15
13	A1	B3	7:3	C8	85:15
組成物 B	A2	なし	--	C8	85:15
14	A2	B2	8:2	C8	85:15
15	A2	B2	8.8:2	C8	92:8
16	A2	B2	14:9	C3	92:8

ホスト比 = 第 1 のホスト:第 2 のホストの重量比

【 0 1 7 2 】

【表 2】

表 2. 素子結果

実施例	CE cd/A	EQE %	PE lm/W	CIEx	CIEy
組成物 A	7.9	9.6	5.0	0.681	0.317
8	11.8	15.5	8.8	0.682	0.315
9	11.5	15.2	8.8	0.683	0.315
10	8.7	11.0	6.1	0.681	0.316
11	9.4	12.0	6.2	0.683	0.315
12	11.7	15.1	8.1	0.682	0.316
13	12.8	16.5	9.6	0.682	0.315
組成物 B	10.0	12.8	7.6	0.682	0.315
14	12.1	15.7	9.4	0.683	0.315
15	14.1	17.2	10.4	0.681	0.317
16	13.0	3.5	11.5	0.288	0.647

CE = 電流効率; EQE=外部量子効率; PE=出力効率; CIEx および CIEy は、C.I.E.色度スケール(Commission Internationale de L'Eclairage, 1931 年)に準拠した x および y 色座標

【 0 1 7 3 】

概要または実施例において上記されている作業のすべてが必要とされているわけではなく、特定の作業の一部が必要でない場合があり、および、1つまたは複数のさらなる作業が記載されたものに追加して実施されてもよいことに注目すべきである。さらに、作業が列挙されている順番は、これらが実施される順番では必ずしもない。

【0174】

前述の明細書において、特定の実施形態を参照してコンセプトを記載してきた。しかしながら、技術分野における当業者は、以下の特許請求の範囲に記載の本発明の範囲から逸脱することなく、種々の変更および変形をなすことが可能であることを理解している。従って、明細書および図面は、限定的ではなく、例示的であるとみなされるべきであり、すべてのこのような変更は発明の範囲内に包含されることが意図されている。

10

【0175】

有益性、他の利点および問題に対する解法が、特定の実施形態に関して上述されている。しかしながら、有益性、利点、問題に対する解法、および、利益、利点あるいは解法のいずれかを生じさせ得るか、もしくは、より顕著とさせ得るいずれかの特性は、特許請求の範囲のいずれかまたはすべての決定的な、必要な、または、必須の特性としては解釈されるべきではない。

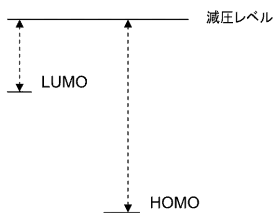
【0176】

明確さのために本明細書において個別の実施形態の文脈に記載されている一定の特性はまた、単一の実施形態において組み合わせで提供され得ることが認められるべきである。反対に、簡潔さのために単一の実施形態の文脈に記載されている種々の特性はまた、個別にまたは任意のサブコンビネーションで提供され得る。さらに、範囲で記載されている値の参照は、その範囲内の値の各々およびすべてを包含する。

20

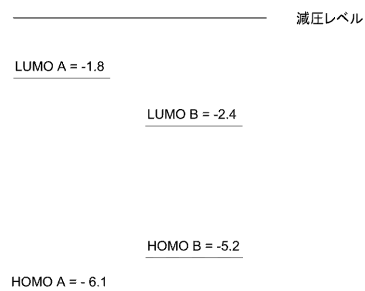
【図1A】

FIG. 1A



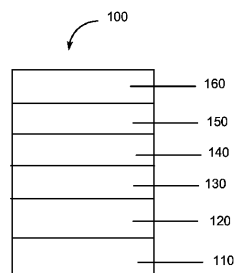
【図1B】

FIG. 1B



【図2】

FIG. 2



## フロントページの続き

- (72)発明者 ガオ ウェイイン  
アメリカ合衆国 19350 ペンシルベニア州 ランデンバーグ チェーンゲート サークル  
223
- (72)発明者 ノーマン ヘロン  
アメリカ合衆国 19711 デラウェア州 ニューアーク アップル ロード 408
- (72)発明者 メン ホン  
アメリカ合衆国 19810 デラウェア州 ウィルミントン シュルーズベリー ドライブ 1  
04
- (72)発明者 ジェフリー エー.メルロー  
アメリカ合衆国 19810 デラウェア州 ウィルミントン クレイトン ドライブ 6
- (72)発明者 フセヴォロド ロストフセフ  
アメリカ合衆国 19081 ペンシルベニア州 スワースモア ケニヨン アベニュー 243
- (72)発明者 ウェイシー ウー  
アメリカ合衆国 19350 ペンシルベニア州 ランデンバーグ トーティシエル レーン 1

審査官 後藤 慎平

- (56)参考文献 特開2005-123168(JP,A)  
特開2003-142269(JP,A)  
特表2007-520061(JP,A)  
特開2008-160098(JP,A)  
特開2007-045780(JP,A)  
特開2006-151866(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 33/00 - 33/28  
H01L 51/50 - 51/56