

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5189077号  
(P5189077)

(45) 発行日 平成25年4月24日(2013.4.24)

(24) 登録日 平成25年2月1日(2013.2.1)

(51) Int. Cl.		F I	
<i>H01L 51/50</i>	<i>(2006.01)</i>	H05B 33/14	B
<i>C09K 11/06</i>	<i>(2006.01)</i>	C09K 11/06	690
<i>C07D 209/48</i>	<i>(2006.01)</i>	C07D 209/48	Z
		H05B 33/22	B

請求項の数 50 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2009-505487 (P2009-505487)	(73) 特許権者	592048844
(86) (22) 出願日	平成19年4月12日(2007.4.12)		ユニバーシティ オブ サザン カリフォルニア
(65) 公表番号	特表2009-533873 (P2009-533873A)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90089 ロサンゼルス ユニヴァーシティー パーク
(43) 公表日	平成21年9月17日(2009.9.17)	(74) 代理人	100064908
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/009064		弁理士 志賀 正武
(87) 国際公開番号	W02007/120788	(74) 代理人	100089037
(87) 国際公開日	平成19年10月25日(2007.10.25)		弁理士 渡邊 隆
審査請求日	平成22年3月16日(2010.3.16)	(74) 代理人	100108453
(31) 優先権主張番号	60/792, 120		弁理士 村山 靖彦
(32) 優先日	平成18年4月13日(2006.4.13)	(74) 代理人	100110364
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フタルイミド化合物を用いた有機電子デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

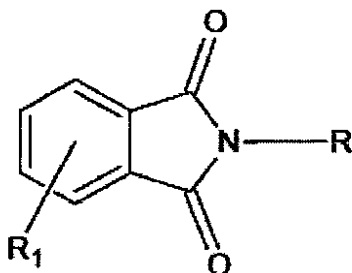
アノード；

カソード；及び

前記アノードと前記カソードとの間に配置された有機層を含む有機電子デバイスであって、

前記有機層が下記式：

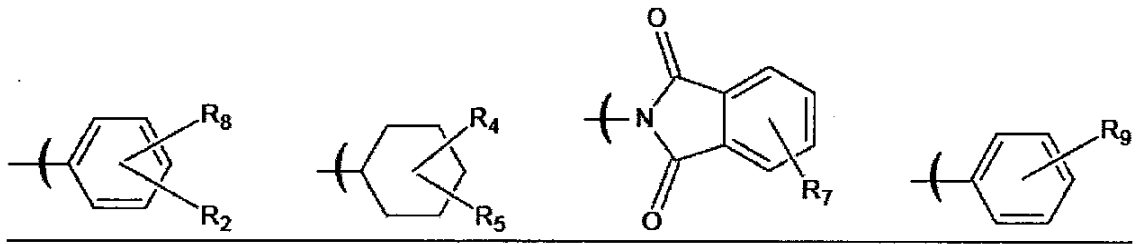
【化1】



を有するフタルイミド化合物を含み、

上記式中、R<sub>1</sub>は、上記の環のいずれかの位置に配置された1つ又は複数の独立して選択された置換基を表し、各置換基は、水素、15以下の炭素原子を含むアルキル基、又は

アリール基を表し、且つ  
 上記式中、R は下記式：  
 【化 2】



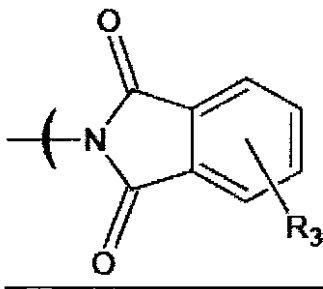
10

のうちの一つで表され、

式中、R<sub>2</sub>、R<sub>4</sub>、R<sub>7</sub>、及びR<sub>9</sub>は、上記の環のいずれかの位置に配置された1つ又は複数の独立して選択された置換基を表し、各置換基は、水素、15以下の炭素原子を含むアルキル基、又はアリール基を表し、

式中、R<sub>5</sub>及びR<sub>8</sub>はそれぞれ、上記の環のいずれかの位置に配置された置換基を表し、且つ、R<sub>5</sub>及びR<sub>8</sub>は下記式：

【化 3】



20

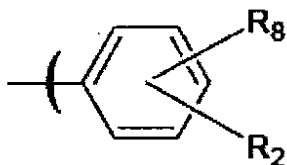
で表され、式中、R<sub>3</sub>は、上記の環のいずれかの位置に配置された1つ又は複数の独立して選択された置換基を表し、各置換基は、水素、15以下の炭素原子を含むアルキル基、又はアリール基を表す、有機電子デバイス。

30

【請求項 2】

R が下記式：

【化 4】



40

で表される、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 3】

各 R<sub>3</sub> が、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、及び tert-ブチルからなる群から選択される、請求項 2 に記載のデバイス。

【請求項 4】

各 R<sub>2</sub> が、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、及び tert-ブチルからなる群から選択される、請求項 2 に記載のデバイス。

【請求項 5】

50

各  $R_3$  が、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、tert-ブチル、フェニル、ナフチル、ピフェニル、及びフェナントリルからなる群から選択される、請求項 2 に記載のデバイス。

【請求項 6】

各  $R_2$  が、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、tert-ブチル、フェニル、ナフチル、ピフェニル、及びフェナントリルからなる群から選択される、請求項 2 に記載のデバイス。

【請求項 7】

前記の 2 つのフタルイミド基が前記フェニル環上のパラ位にある、請求項 2 に記載のデバイス。

10

【請求項 8】

各  $R_1$  が、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、及び tert-ブチルからなる群から選択される、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 9】

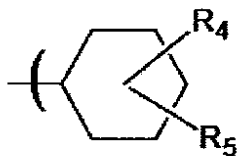
各  $R_1$  が、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、tert-ブチル、フェニル、ナフチル、ピフェニル、及びフェナントリルからなる群から選択される、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 10】

R が下記式：

【化 5】

20



で表される、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 11】

前記の 2 つのフタルイミド基が前記シクロヘキサン環上のオルト位にある、請求項 10 に記載のデバイス。

30

【請求項 12】

各  $R_4$  が、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、及び tert-ブチルからなる群から独立して選択される、請求項 10 に記載のデバイス。

【請求項 13】

各  $R_6$  が、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、及び tert-ブチルからなる群から独立して選択される、請求項 10 に記載のデバイス。

【請求項 14】

各  $R_4$  が、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、tert-ブチル、フェニル、ナフチル、ピフェニル、及びフェナントリルからなる群から選択される、請求項 10 に記載のデバイス。

40

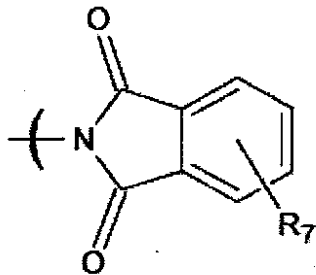
【請求項 15】

各  $R_6$  が、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、tert-ブチル、フェニル、ナフチル、ピフェニル、及びフェナントリルからなる群から独立して選択される、請求項 10 に記載のデバイス。

【請求項 16】

R が下記式：

## 【化 6】



10

で表される、請求項 1 に記載のデバイス。

## 【請求項 17】

各  $R_7$  が、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、及び tert-ブチルからなる群から独立して選択される、請求項 16 に記載のデバイス。

## 【請求項 18】

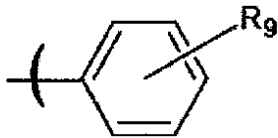
各  $R_7$  が、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、tert-ブチル、フェニル、ナフチル、ピフェニル、及びフェナントリルからなる群から独立して選択される、請求項 16 に記載のデバイス。

## 【請求項 19】

R が下記式：

20

## 【化 7】



で表される、請求項 1 に記載のデバイス。

## 【請求項 20】

各  $R_9$  が水素である、請求項 19 に記載のデバイス。

30

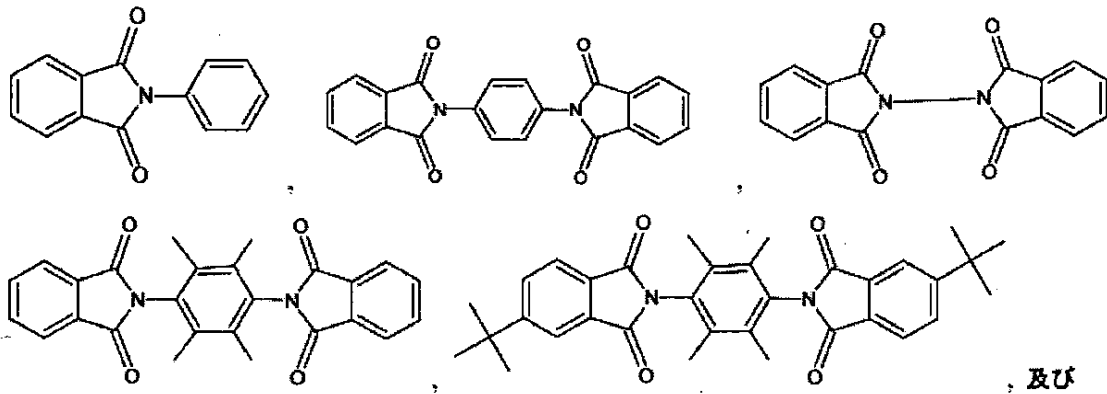
## 【請求項 21】

前記フタルイミド化合物がビスフタルイミドである、請求項 1 に記載のデバイス。

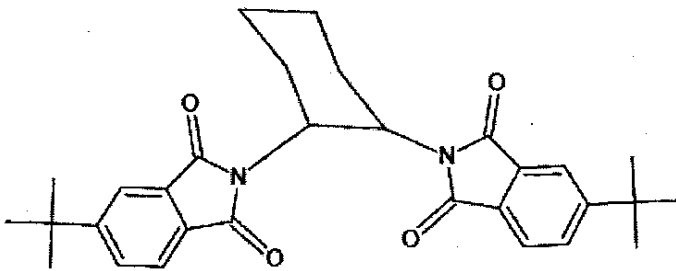
## 【請求項 22】

前記フタルイミド化合物が下記：

【化 8】



10



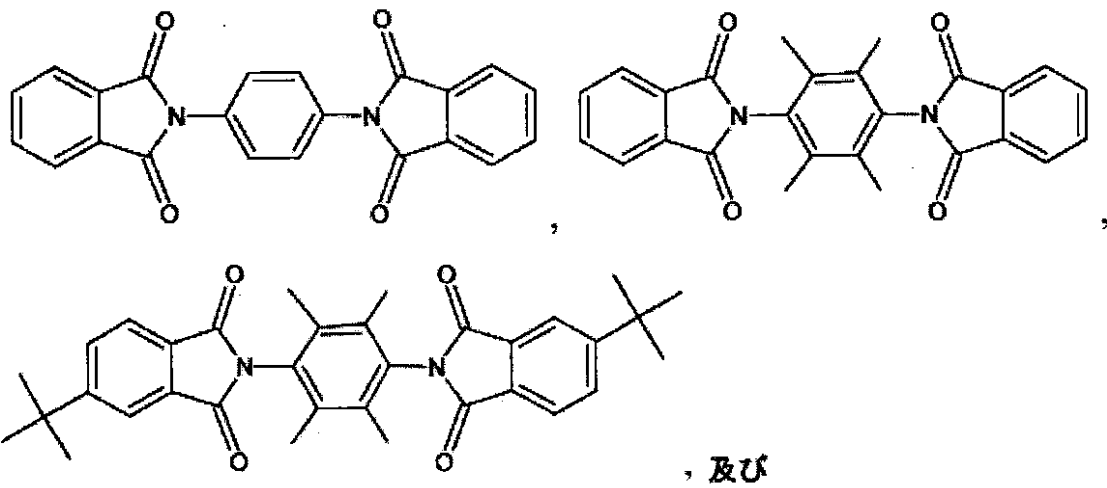
20

からなる群から選択される、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 2 3】

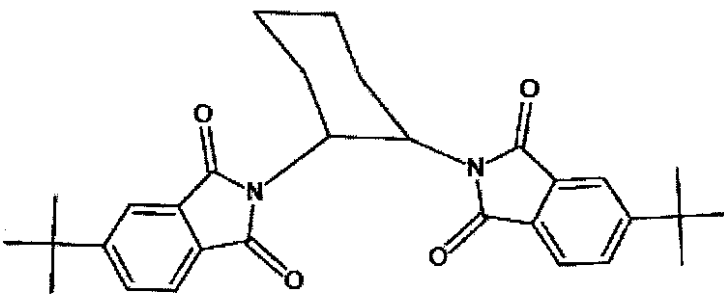
前記フタルイミド化合物が下記：

【化 9】



30

40



からなる群から選択される、請求項 1 に記載のデバイス。

50

## 【請求項 24】

前記デバイスが有機発光デバイスである、請求項 1 記載のデバイス。

## 【請求項 25】

前記有機層が発光層である、請求項 24 に記載のデバイス。

## 【請求項 26】

前記フタルイミド化合物がホスト材料である、請求項 25 に記載のデバイス。

## 【請求項 27】

前記有機層が正孔阻止層である、請求項 24 に記載のデバイス。

## 【請求項 28】

前記有機層が電子輸送層である、請求項 24 に記載のデバイス。

10

## 【請求項 29】

前記デバイスが太陽電池である、請求項 1 に記載のデバイス。

## 【請求項 30】

前記有機層が励起子阻止層である、請求項 29 に記載のデバイス。

## 【請求項 31】

アノード；

カソード；及び

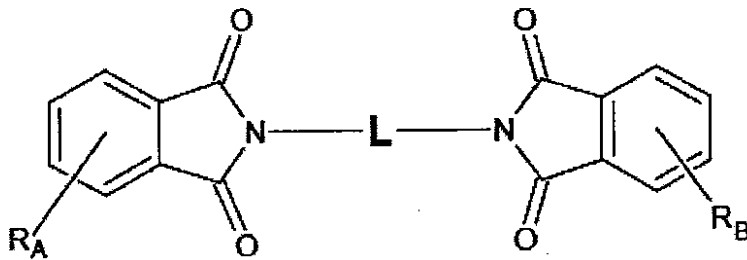
前記アノードと前記カソードとの間に配置された有機層を含む有機電子デバイスであって

、

前記有機層が下記式：

20

## 【化 10】



30

を有するフタルイミド化合物を含み、

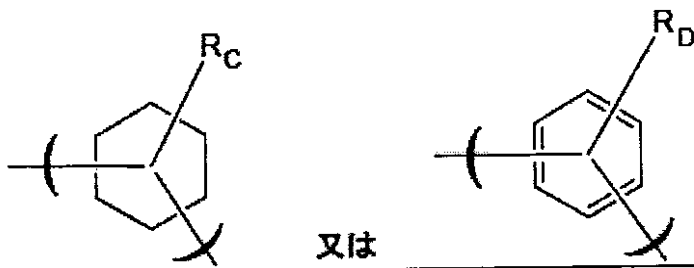
上記式中、 $R_A$  は、上記の環のいずれかの位置に配置された 1 つ又は複数の独立して選択された置換基を表し、各置換基は、水素、15 以下の炭素原子を含むアルキル基、又はアリール基を表し、

$R_B$  は、上記の環のいずれかの位置に配置された 1 つ又は複数の独立して選択された置換基を表し、各置換基は、水素、15 以下の炭素原子を含むアルキル基、又はアリール基を表し、

$L$  は、6 員環、又は前記 2 つのフタルイミド基の間の直接結合であり、且つ  $L$  が 6 員環である場合は  $L$  は下記式：

## 【化 11】

40



50

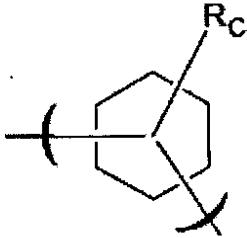
で表され、

式中、 $R_C$  及び  $R_D$  は、上記の環のいずれかの位置に配置された 1 つ又は複数の独立して選択された置換基を表し、各置換基は、水素、15 以下の炭素原子を含むアルキル基、又はアリール基を表し、且つ前記 2 つのフタルイミド基は、上記シクロヘキサン環及び上記フェニル環上のオルト位、メタ位、又はパラ位にある、有機電子デバイス。

【請求項 3 2】

L が、下記式：

【化 1 2】



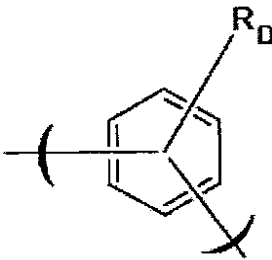
10

で表されるシクロヘキサン環である、請求項 3 1 に記載のデバイス。

【請求項 3 3】

L が、下記式：

【化 1 3】



20

で表されるフェニル環である、請求項 3 1 に記載のデバイス。

【請求項 3 4】

各  $R_A$  が、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、及び tert-ブチルからなる群から独立して選択される、請求項 3 1 に記載のデバイス。

【請求項 3 5】

各  $R_B$  が、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、及び tert-ブチルからなる群から独立して選択される、請求項 3 1 に記載のデバイス。

【請求項 3 6】

各  $R_A$  が tert-ブチルであり、各  $R_B$  が tert-ブチルである、請求項 3 1 に記載のデバイス。

【請求項 3 7】

各  $R_A$  が、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、tert-ブチル、フェニル、ナフチル、ピフェニル、及びフェナントリルからなる群から独立して選択される、請求項 3 1 に記載のデバイス。

【請求項 3 8】

各  $R_B$  が、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、tert-ブチル、フェニル、ナフチル、ピフェニル、及びフェナントリルからなる群から独立して選択される、請求項 3 1 に記載のデバイス。

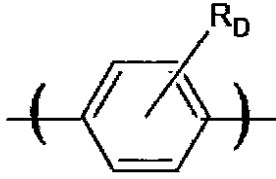
【請求項 3 9】

L が下記式：

30

40

【化 1 4】



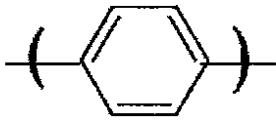
(式中、前記の 2 つのフタルイミド基はパラ位にある。)  
で表される、請求項 3 3 に記載のデバイス。

10

【請求項 4 0】

L が下記式：

【化 1 5】



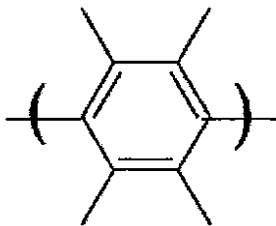
で表される、請求項 3 9 に記載のデバイス。

20

【請求項 4 1】

L が下記式：

【化 1 6】



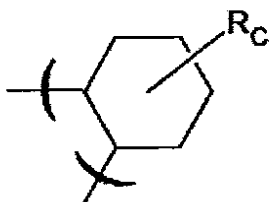
30

で表される、請求項 3 9 に記載のデバイス。

【請求項 4 2】

L が下記式：

【化 1 7】



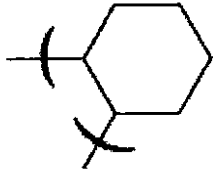
40

(式中、前記の 2 つのフタルイミド基はオルト位にある。)  
で表される、請求項 3 2 に記載のデバイス。

【請求項 4 3】

L が下記式：

## 【化 1 8】



で表される、請求項 4 2 に記載のデバイス。

## 【請求項 4 4】

前記デバイスが有機発光デバイスである、請求項 3 1 に記載のデバイス。

10

## 【請求項 4 5】

前記有機層が発光層である、請求項 4 4 に記載のデバイス。

## 【請求項 4 6】

前記フタリミド化合物がホスト材料である、請求項 4 5 に記載のデバイス。

## 【請求項 4 7】

前記有機層が正孔阻止層である、請求項 4 4 に記載のデバイス。

## 【請求項 4 8】

前記有機層が電子輸送層である、請求項 4 4 に記載のデバイス。

## 【請求項 4 9】

前記デバイスが太陽電池である、請求項 3 1 に記載のデバイス。

20

## 【請求項 5 0】

前記有機層が励起子阻止層である、請求項 4 9 に記載のデバイス。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本出願は、2006年4月13日に提出された米国仮出願番号第60/792,120号の利益を主張し、その全体を参照により本願に援用する。

## 【0002】

本発明は、米国エネルギー省から受けた契約第DE-FG02-03ER83813のもとでの米国政府からの援助で行った。米国政府は本発明に所定の権利を有しうる。

30

## 【0003】

特許請求の範囲に記載した発明は、共同の大学・企業研究契約に関わる1つ以上の以下の団体：プリンストン大学、サザン・カリフォルニア大学、及びユニバーサルディスプレイコーポレーションにより、1つ以上の団体によって、1つ以上の団体のために、及び/又は1つ以上の団体と関係して行われた。上記契約は、特許請求の範囲に記載の発明がなされた日及びそれ以前に発効しており、特許請求の範囲に記載された発明は、前記契約の範囲内で行われた活動の結果としてなされた。

## 【0004】

## 【技術分野】

本発明は、有機電子デバイスに関する。

40

## 【背景技術】

## 【0005】

有機材料を用いるオプトエレクトロニクスデバイスは、多くの理由によりますます望ましいものとなってきている。そのようなデバイスを作るために用いられる多くの材料はかなり安価であり、そのため有機オプトエレクトロニクスデバイスは、無機デバイスに対して、コスト上の優位性についての潜在力をもっている。加えて、有機材料固有の特性、例えばそれらの柔軟性は、それらを柔軟な基材上への作製などの具体的用途に非常に適したものにしうる。有機オプトエレクトロニクスデバイスの例には、有機発光デバイス(OLED)、有機光トランジスタ、有機光電池、及び有機光検出器が含まれる。OLEDについては、有機材料は、従来の材料に対して性能的優位性をもちうる。例えば、有機発光層

50

が発光する波長は、一般に、適切なドーパントで容易に調節されうる。

【0006】

本明細書で用いるように、「有機」の用語は、有機オプトエレクトロニクスデバイスを作製するために用いることができる、重合物質並びに低分子有機物質を包含する。「低分子(small molecule)」とは、重合体ではない任意の有機物質をいい、「低分子」は、実際は非常に大きくてもよい。低分子はいくつかの状況では繰り返し単位を含んでもよい。例えば、置換基として長鎖アルキル基を用いることは、分子を「低分子」の群から排除しない。低分子は、例えば重合体主鎖上のペンダント基として、あるいは主鎖の一部として、重合体中に組み込まれてもよい。低分子は、コア残基上に作り上げられた一連の化学的殻からなる dendrimer のコア残基として働くこともできる。Dendrimer のコア残基は、  
10  
蛍光性又はリン光性低分子発光体であることができる。Dendrimer は「低分子」であってよく、OLED の分野で現在用いられている全ての dendrimer は低分子であると考えられる。一般に、低分子は、単一の分子量をもつ明確な化学式をもつが、重合体は分子ごとに変わりうる化学式と分子量とを有する。本明細書で用いるとおり、「有機」は、ヒドロカルビル (*hydrocarbyl*) 配位子及びヘテロ原子で置換されたヒドロカルビル配位子の金属錯体を含む。

【0007】

OLED は、デバイスを横切って電圧を印加した場合に光を発する薄い有機膜 (有機フィルム) を用いる。OLED は、フラットパネルディスプレイ、照明、及びバックライトなどの用途で用いるためのますます興味ある技術となってきた。いくつかの OLED  
20  
の材料と構成が、米国特許第 5,844,363 号明細書、同 6,303,238 号明細書、及び同 5,707,745 号明細書に記載されており、これらの明細書はその全体を参照により本願に援用する。

【0008】

OLED デバイスは一般に (常にではないが) 少なくとも 1 つの電極を通して光を発するように意図され、1 つ以上の透明電極が、有機オプトエレクトロニクスデバイスにおいて有用でありうる。例えば、インジウムスズオキシド (ITO) などの透明電極材料は、ボトム電極として用いることができる。米国特許第 5,703,436 号明細書及び同 5,707,745 号明細書 (これらはその全体を参照により援用する) に開示されているような透明なトップ電極も使用できる。ボトム電極を通してのみ光を発することが意図されたデバイスについては、トップ電極は透明である必要はなく、高い電気伝導度をもつ厚く且つ反射性の金属層  
30  
からなっているてもよい。同様に、トップ電極を通してのみ光を発することが意図されたデバイスについては、ボトム電極は不透明及び/又は反射性であってよい。電極が透明である必要がない場合は、より厚い層の使用はより良い伝導度をもたらすことができ、反射性電極を用いることは透明電極に向けて光を反射し返すことによって他方の電極を通して放射される光の量を多くすることができる。完全に透明なデバイスも製作でき、この場合は両方の電極が透明である。側方発光 OLED も製作することができ、そのようなデバイスでは 1 つ又は両方の電極が不透明又は反射性でありうる。

【0009】

本明細書で用いるように「トップ」は、基材から最も遠くを意味する一方で、「ボトム」は基材に最も近いことを意味する。例えば、2 つの電極を有するデバイスについては、  
40  
ボトム電極は基材に最も近い電極であり、通常、作製する最初の電極である。ボトム電極は 2 つの表面である、基材に最も近いボトム面と、基材から最も遠いトップ面とをもつ。第一の層が第二の層の「上に配置される」と記載した場合は、第一の層は基材から、より遠くに配置される。第一の層が第二の層と「物理的に接触している」と特定されていない限り、第一の層と第二の層との間に別な層があってもよい。例えば、カソードとアノードとの間に様々な有機層があったとしても、カソードはアノードの「上に配置される」と記載されうる。

【0010】

本明細書で用いるように、「溶液処理 (加工) 可能」とは、溶液又は懸濁液形態のいずれかで、液体媒体中に溶解、分散、又は輸送でき、及び/又は液体媒体から堆積されうる  
50

ことを意味する。

【 0 0 1 1 】

本明細書で用いるように、かつ当業者によって一般に理解されているように、第一の「最高被占軌道」(HOMO)又は「最低空軌道」(LUMO)エネルギー準位は、第一のエネルギー準位が真空のエネルギー準位により近い場合は、第二のHOMO又はLUMOのエネルギー準位よりも大きいか又は高い。イオン化ポテンシャル(IP)は、真空準位に対する負のエネルギーとして測定されるので、より高いHOMOエネルギー準位は、より小さな絶対値をもつIP(より小さな負のIP)に相当する。同様に、より高いLUMOエネルギー準位は、より小さな絶対値をもつ電子親和力(EA)(より小さな負のEA)に相当する。従来のエネルギー準位ダイアグラム上では、上端(トップ)を真空準位として、物質のLUMOエネルギー準位は、同じ物質のHOMOエネルギー準位よりも上である。「より高い」HOMO又はLUMOエネルギー準位は、「より低い」HOMO又はLUMOエネルギー準位よりも、そのようなダイアグラムの上端(トップ)近くに現れる。

10

【特許文献1】米国特許第5,844,363号明細書

【特許文献2】米国特許第6,303,238号明細書

【特許文献3】米国特許第5,707,745号明細書

【特許文献4】米国特許第5,703,436号明細書

【特許文献5】米国特許第4,769,292号明細書

【特許文献6】米国特許出願公開第2002-0182441号公報

20

【特許文献7】米国特許第6,602,540号明細書

【特許文献8】国際公開WO02/074015号パンフレット

【特許文献9】米国特許出願公開第2003-0230980号公報

【特許文献10】米国特許第6,548,956号明細書

【特許文献11】米国特許第6,576,134号明細書

【特許文献12】米国特許第6,097,147号明細書

【特許文献13】米国特許第6,091,195号明細書

【特許文献14】米国特許第6,013,982号明細書

【特許文献15】米国特許第6,087,196号明細書

【特許文献16】米国特許第6,377,102号明細書

30

【特許文献17】米国特許第6,294,398号明細書

【特許文献18】米国特許第6,468,819号明細書

【非特許文献1】Baldoら、「Highly Efficient Phosphorescent Emission from Organic Electroluminescent Devices」, Nature, vol.395, 151~154頁, 1998

【非特許文献2】Baldoら、「Very high-efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphorescence」, Appl. Phys. Lett., vol.75, No.3, 4~6頁 (1999)

【非特許文献3】Adachiら、「Nearly 100% Internal Phosphorescent Efficiency In An Organic Light Emitting Device」, J. Appl. Phys., 90, 5048頁 (2001)

【発明の開示】

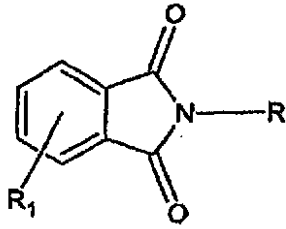
40

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 2 】

一つの側面では、本発明は、アノード、カソード、及びそのアノードとカソードとの間に配置された有機層を含む有機電子デバイスを提供し、その有機層は下記式：

## 【化1】



(式中、 $R_1$ は、上記の環のいずれかの位置に配置された1つ又は複数の独立して選択された置換基を表し、各置換基は、水素、15以下の炭素原子を含むアルキル基、又はアリール基を表し、

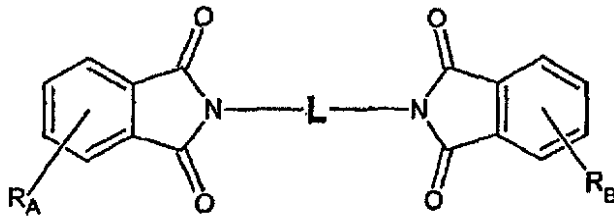
$R$ はフェニル基又はフタルイミド含有基である。)

を有するフタルイミド化合物を含む。

## 【0013】

別の側面では、本発明は、アノード、カソード、及びそのアノードとカソードとの間に配置された有機層を含む有機電子デバイスを提供し、その有機層は下記式：

## 【化2】



(式中、 $R_A$ は、上記の環のいずれかの位置に配置された1つ又は複数の独立して選択された置換基を表し、各置換基は、水素、15以下の炭素原子を含むアルキル基、又はアリール基を表し、

$R_B$ は、上記の環のいずれかの位置に配置された1つ又は複数の独立して選択された置換基を表し、各置換基は、水素、15以下の炭素原子を含むアルキル基、又はアリール基を表し、

$L$ は、6員環、又は上記2つのフタルイミド基の間の直接結合である。)

を有するフタルイミド化合物を含む。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0014】

## 〔詳細な説明〕

一般に、OLEDは、アノードとカソードとの間に配置され且つこれらに電氣的に接続された少なくとも1つの有機層を含む。電流が流れると、有機層(複数であってもよい)に、アノードは正孔を注入し、カソードは電子を注入する。注入された正孔と電子はそれぞれ、反対に帯電した電極に向かって移動する。電子と正孔が同じ分子に局在するとき、「励起子」(励起エネルギー状態を有する局在化した電子-正孔対である)が形成される。励起子が光放出機構により緩和するとき光が放射される。いくつかの場合には、励起子はエキシマーまたはエキシプレックスに局在化されうる。無放射機構、例えば熱緩和も起こり得るが、一般には望ましくないと考えられている。

## 【0015】

初期のOLEDでは、例えば、米国特許第4,769,292号(その全体を参照により援用する)に開示されているように、一重項状態から発光する(「蛍光」)発光分子を用いた。蛍光発光は一般に、10ナノ秒未満の時間フレームで起こる。

## 【0016】

より最近、三重項状態から発光する(「リン光」)発光材料を有するOLEDが実証された。Baldoら、「Highly Efficient Phosphorescent Emission from Organic Electrolum

10

20

30

40

50

inescent Devices」, Nature, vol.395, 151~154頁, 1998(「Baldo-I」)、および、Baldoら、「Very high-efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphorescence」, Appl. Phys. Lett., vol.75, No.1, 4~6頁(1999)(「Baldo-I」)(これらはその全体を参照により援用する)。リン光は「禁制」遷移とよばれることがあり、なぜなら、この遷移がスピン状態の変化を必要とし、量子力学はこのような遷移は好ましくないことを示しているからである。結果として、リン光は一般に、少なくとも10ナノ秒を超える時間フレームで起こり、典型的には100ナノ秒を超える。リン光の自然な放射寿命が長すぎると、三重項が無放射機構により減衰して全く光が放出されないということがあり得る。有機リン光は、しばしば、非共有電子対を有するヘテロ原子を含む分子においてもまた、非常に低温で観察される。2,2'-ビピリジンはこのような分子である。無放射的減衰機構は、通常、温度に左右されるので、液体窒素の温度でリン光を示す有機材料は、通常、室温ではリン光を示さない。しかし、Baldoにより実証されたように、室温で実際にリン光を発するリン光化合物を選択することによって、この問題を解決できる。代表的な発光層には、米国特許第6,303,238号、米国特許第6,310,360号；米国特許出願公開公開第2002-0034656号公報；同2002-0182441号公報；2003-0072964号公報；及び国際公開WO02/074015号パンフレットに開示されているようなドーブされているか又はドーブされていないリン光有機金属材料が含まれる。

10

## 【0017】

一般に、OLED内の励起子は、約3:1の比で、すなわち、約75%の三重項と約25%の一重項として生成されると考えられている。Adachiら、「Nearly 100% Internal Phosphorescent Efficiency In An Organic Light Emitting Device」, J. Appl. Phys., 90, 5048頁(2001)(これはその全体を参照により援用する)を参照されたい。多くの場合、一重項励起子は「項間交差」を通じて三重項励起状態に容易にエネルギーを移動できるが、三重項励起子はそれらのエネルギーを一重項励起状態に容易には移動できない。結果として、リン光OLEDで100%の内部量子効率が理論的には可能である。蛍光デバイスにおいては、三重項励起子のエネルギーは、通常、デバイスを昇温させる無放射減衰過程に費やされるので、結果的に内部量子効率はずっと小さくなる。三重項励起状態から発光するリン光材料を用いるOLEDが、例えば、米国特許第6,303,238号(これはその全体を参照により援用する)に開示されている。

20

## 【0018】

リン光発光に先立って、三重項励起状態から非三重項状態への遷移が起こり、そこから発光減衰が起こりうる。例えば、ランタニド元素に配位した有機分子は、しばしば、ランタニド金属に局在化した励起状態からリン光を発する。しかし、このような材料は三重項励起状態から直接リン光を発するのではなく、代わりに、ランタニド金属イオンに集中した原子励起状態から発光する。ユーロピウムジケトネート錯体はこれらのタイプの化学種の1つの群を例示する。

30

## 【0019】

三重項からのリン光は、有機分子を大きな原子番号の原子のごく近くに好ましくは結合を通じて留めることによって、蛍光を超えて強めることができる。この現象は、重原子効果とよばれ、スピン-軌道カップリングとして知られている機構によって生じる。このようなリン光遷移は、トリス(2-フェニルピリジン)イリジウム(III)などの有機金属分子の励起金属配位子電荷移動(excited metal-to-ligand charge transfer、MLCT)状態から観察されうる。

40

## 【0020】

本明細書で用いるとおり、「三重項エネルギー」という用語は、所定の材料のリン光スペクトル中に認められる最も高いエネルギー的特徴部分に対応するエネルギーをいう。最も高いエネルギー的特徴部分は、必ずしも、リン光スペクトルにおける最大強度を有するピークではなく、例えば、そのようなピークの高エネルギー側の明瞭な肩の極大値であり得る。

## 【0021】

50

図1は有機発光デバイス100を示している。この図は、必ずしも一定の縮尺で描かれていない。デバイス100は、基板110、アノード115、正孔注入層120、正孔輸送層125、電子阻止層130、発光層135、正孔阻止層140、電子輸送層145、電子注入層150、保護層155、およびカソード160を含みうる。カソード160は、第一導電層162および第二導電層164を有する複合カソードである。デバイス100は、記載した層を順次、堆積させることによって製造できる。

#### 【0022】

基板110は所望の構造特性を備えた任意の適切な基板であってよい。基板110は柔軟であっても堅くてもよい。基板110は、透明、半透明、または不透明であり得る。プラスチックおよびガラスは好ましい堅い基板材料の例である。プラスチックおよび金属箔は好ましい柔軟基板材料の例である。基板110は回路の作製を容易にするために、半導体材料であってもよい。例えば、基板110は、続いて基板上に堆積されるOLEDを制御できる回路がその上に作製されているシリコンウェハであってもよい。他の基板を使用してもよい。基板110の材料および厚さは、所望の構造特性および光学特性が得られるように選択される。

#### 【0023】

アノード115は、有機層に正孔を輸送するために十分な導電性である任意の適切なアノードであってよい。アノード115の材料は、好ましくは、約4 eVより大きい仕事関数を有する(「高仕事関数材料」)。好ましいアノード材料には、導電性金属酸化物、例えば、インジウムスズ酸化物(ITO)およびインジウム亜鉛酸化物(IZO)、アルミニウム亜鉛酸化物(AlZnO)、ならびに金属が含まれる。アノード115(および基板110)は、ボトム発光デバイスを作るために十分に透明であり得る。好ましい透明基板とアノードの組合せは、ガラスまたはプラスチック(基板)上に堆積された市販のITO(アノード)である。柔軟かつ透明な基板-アノードの組合せは、米国特許第5,844,363号および米国特許第6,602,540号B2(これらはその全体を参照により援用する)に開示されている。アノード115は不透明および/または反射性であり得る。反射性アノード115は、デバイスのトップからの発光量を増加させるために、いくつかのトップ発光デバイスでは好ましいものでありうる。アノード115の材料および厚さは、所望の導電性および光学特性が得られるように選択される。アノード115が透明である場合、特定の材料に対して、所望の導電性をもたせるのに十分なだけ厚いが、それでも所望の透明度をもたせるのに十分なだけ薄い厚さの範囲があり得る。他のアノード材料および構造を用いてもよい。

#### 【0024】

正孔輸送層125には、正孔を輸送できる材料が含まれうる。正孔輸送層130は真性(ドーピングされていない)であってもドーピングされていてもよい。ドーピングは導電性を高めるために使用される。-NPDおよびTPDは真性正孔輸送層の例である。p型ドーピング正孔輸送層の例は、Forrestらの米国特許出願公開第2003-0230980号(これはその全体を参照により援用する)に開示されている、50:1(m-MTDATA:F<sub>4</sub>-TCNQ)のモル比でF<sub>4</sub>-TCNQでドーピングされたm-MTDATAである。他の正孔輸送層を用いてもよい。

#### 【0025】

発光層135は、電流がアノード115とカソード160との間に流れたときに発光できる有機材料を含みうる。好ましくは、発光層135はリン光発光材料を含むが、蛍光発光材料も使用される。リン光材料が、このような材料に付随するより高いルミネセンス効率のために好ましい。発光層135はまた、電子および/または正孔を輸送できるホスト材料(これは励起子が光放出機構により発光材料から緩和するように、電子、正孔、および/または励起子を捕捉しうる発光材料によりドーピングされている)を含んでいてもよい。発光層135は、輸送および発光特性を併せもつ単一材料を含んでいてもよい。発光材料がドーパントであるか主成分であるかにかかわらず、発光層135は、発光材料の発光を調整するドーパントなどの他の材料を含みうる。発光層135は、組み合わせられて所望の光スペクトルを発光できる複数の発光材料を含んでいてもよい。リン光発光材料の例には、Ir(ppy)<sub>3</sub>が含まれる。蛍光発光材料の例には、DCMおよびDMQAが含まれる。ホスト材料の例には、Alq<sub>3</sub>、

10

20

30

40

50

CBPおよびmCPが含まれる。発光材料及びホスト材料の例は、Thompsonらの米国特許第6,303,238号（これはその全体を参照により援用する）に開示されている。発光材料は多くのやり方で発光層135に含めることができる。例えば、発光性の低分子がポリマーに組み込まれてもよい。これは、いくつかのやり方によって、例えば、低分子を、別個の独立した分子種としてポリマーにドーブすることによって；あるいは、低分子をポリマー骨格に組み込み、コポリマーを形成することによって；あるいは、低分子をペンダント基としてポリマーに結合させることによって、実施できる。他の発光層の材料および構造を用いてもよい。例えば、低分子の発光材料は、デンドリマーのコアとして存在してもよい。

#### 【0026】

多くの有用な発光材料は、金属中心に結合した1つまたは複数の配位子を含む。配位子は、それが有機金属発光材料の光活性特性に直接寄与する場合、「光活性」とよぶことができる。「光活性」配位子は、金属と共同で、光子が放出されるときに、電子がそこから移動するエネルギー準位及びそこへ移動するエネルギー準位を提供しうる。他の配位子は「補助」ということができる。補助配位子は、例えば光活性配位子のエネルギー準位をシフトさせることによって分子の光活性特性を改変し得るが、補助配位子は光の放出に直接関与するエネルギー準位を直接提供はしない。1つの分子において光活性である配位子は別の分子においては補助でありうる。光活性および補助のこれらの定義は本発明を限定しない説を意図している。

#### 【0027】

電子輸送層145は電子を輸送できる材料を含みうる。電子輸送層145は、真性（ドーブされていない）であっても、またはドーブされていてもよい。ドーピングは導電性を高めるために使用されうる。Alq<sub>3</sub>は真性電子輸送層の例である。n型ドーブ電子輸送層の例は、Forrestらの米国特許出願公開第2003-0230980号（これはその全体を参照により援用する）に開示されている、1:1のモル比でLiによりドーブされたBPhenである。他の電子輸送層を用いてもよい。

#### 【0028】

電子輸送層の電荷担体成分は、電子輸送層のLUMO（最低非占有分子軌道）エネルギー準位へ、電子がカソードから効率的に注入されうるように選択できる。「電荷担体成分」は、実際に電子を輸送するLUMOエネルギー準位を担う材料である。この成分はベース材料であっても、あるいはそれはドーパントであってもよい。有機材料のLUMOエネルギー準位は一般にその材料の電子親和力により特徴付けることができ、カソードの相対的電子注入効率是一般にカソード材料の仕事関数によって特徴付けることができる。これは、電子輸送層および隣接するカソードの好ましい特性は、ETL（電子輸送層）の電荷担体成分の電子親和力とカソード材料の仕事関数とによって特定できることを意味する。特に、高い電子注入効率を達成するために、カソード材料の仕事関数は、電子輸送層の電荷担体成分の電子親和力より、好ましくは約0.75 eVを超えては大きくなく、より好ましくは約0.5 eVを超えては大きくない。同様の考慮は、電子が注入される如何なる層にも適用される。

#### 【0029】

カソード160は、カソード160が電子を伝導し、かつデバイス100の有機層に電子を注入できるような、当技術分野で知られている如何なる適切な材料または材料の組合せであってもよい。カソード160は透明または不透明であってもよく、また反射性であってもよい。金属および金属酸化物は適切なカソード材料の例である。カソード160は単層であっても、あるいは複合構造を有していてもよい。図1は、薄い金属層162と、より厚い導電性金属酸化物層164とを有する複合カソード160を示している。複合カソードにおいて、より厚い層164のための好ましい材料には、ITO、IZO、および当技術分野において知られているその他の材料が含まれる。米国特許第5,703,436号、米国特許第5,707,745号、米国特許第6,548,956号B2、および米国特許第6,576,134号B2（これらは全体を参照により援用する）は、スパッタリングにより堆積させた透明で導電性のITO層が上に重なったMg:Agなどの薄い金属層を有する複合カソードを含む、カソードの例を開示している。下にある有機層と

10

20

30

40

50

接触しているカソード160の部分は、それが単層カソード160、複合カソードの薄い金属層162、または何らかのその他の部分であるかどうかにかかわらず、約4 eVより小さい仕事関数を有する材料（「低仕事関数材料」）から作られていることが好ましい。その他のカソード材料および構造を用いてもよい。

#### 【0030】

阻止層（blocking layer）は、発光層から出て行く電荷担体（電子もしくは正孔）および/または励起子の数を減らすために使用できる。電子阻止層130は、電子が発光層135を離れて正孔輸送層125に向かうことを妨害するために、発光層135と正孔輸送層125との間に配置できる。同様に、正孔阻止層140は、正孔が発光層135を離れて電子輸送層145に向かうことを妨害するために、発光層135と電子輸送層145との間に配置できる。阻止層はまた、励起子が発光層から拡散して出て行くのを妨害するためにも使用できる。阻止層の理論と使用は、Forrestらの米国特許第6,097,147号および米国特許出願公開第2003-0230980号（これらは全体を参照により援用する）に、より詳細に記載されている。

10

#### 【0031】

本明細書で用いており、かつ、当業者により理解されているように、「阻止層」という用語は、この層が、デバイスを通っての電荷担体および/または励起子の輸送を著しく抑制するバリアを提供することを意味するが、この層が電荷担体および/または励起子を必ずしも完全に妨害することは示唆してはいない。デバイス中にこのような阻止層が存在することにより、阻止層のない類似のデバイスと比べて、実質的により高い効率をもたらさう。また、阻止層は、OLEDの所望の領域に発光を限定するためにも使用できる。

20

#### 【0032】

一般に、注入層は、一つの層、例えば電極または有機層から、隣接する有機層への電荷担体の注入を向上させる材料から構成される。注入層は電荷輸送機能も果たさう。デバイス100において、正孔注入層120は、アノード115から正孔輸送層125への正孔の注入を向上させる如何なる層であってもよい。CuPcは、ITOアノード115、および他のアノードからの正孔注入層として使用されうる材料の例である。デバイス100において、電子注入層150は、電子輸送層145への電子の注入を向上させる如何なる層であってもよい。LiF/Alは、隣接する層から電子輸送層への電子注入層として用いる材料の例である。他の材料または材料の組合せを注入層に用いてもよい。特定のデバイス構成に応じて、注入層はデバイス100において示されているものとは異なる位置に配置されてもよい。注入層のより多くの例は、Luらの米国特許出願第09/931,948号（これはその全体を参照により援用する）に記載されている。正孔注入層は、スピンコートされたポリマー（例えばPEDOT:PSS）などの、溶液によって堆積された材料を含んでいるか、あるいは、それは蒸着された低分子材料（例えば、CuPcまたはMTDATA）でもありうる。

30

#### 【0033】

正孔注入層（HIL）は、アノードから正孔注入材料への効率的な正孔の注入をもたらすように、アノード表面を平坦化し、または濡らさう。正孔注入層はまた、HILの一方の側に隣接するアノード層とHILの反対側の正孔輸送層とに都合よく適合するHOMO（最高被占分子軌道）エネルギー準位（本明細書に記載されている相対的イオン化ポテンシャル（IP）エネルギーにより定義される）を有する電荷担体成分を有することもできる。「電荷担体成分」は、実際に正孔を輸送するHOMOエネルギー準位を担う材料である。この成分はHILのベース材料であるか、あるいは、それはドーパントであってもよい。ドーパされたHILを用いることにより、ドーパントをその電気的特性で選択でき、ホストをモルホロジー的特性（例えば、濡れ性、柔軟性、靱性など）によって選択できる。HIL材料の好ましい特性は、正孔がアノードからHIL材料に効率的に注入されることができるといことである。特に、HILの電荷担体成分は、好ましくは、アノード材料のIPより約0.7 eVを超えない範囲で大きいIPを有する。より好ましくは、電荷担体成分は、アノード材料より約0.5 eVを超えない範囲で大きいIPを有する。同様の考慮は、正孔が注入される如何なる層にも適用される。HIL材料は、HIL材料が従来の正孔輸送材料の正孔伝導度よりも実質的に小さい正孔伝導度を有さうという点で

40

50

、OLE Dの正孔輸送層に通常使用される従来の正孔輸送材料からさらに区別される。本発明のH I Lの厚さは、アノード層の表面を平坦化し又は濡らすことを助けるために十分に厚くてよい。例えば、10 nmほどの薄いH I Lの厚さでも、非常に滑らかなアノード表面に対しては許容可能でありうる。しかし、アノード表面は非常に粗い傾向があるので、いくつかの場合には最大で50 nmまでのH I Lの厚さが望ましい。

#### 【0034】

保護層は次の製造工程の間、下にある層を保護するために使用されうる。例えば、金属または金属酸化物の上部電極（トップ電極）を作製するために用いられる工程は有機層を損傷し得るので、保護層はこのような損傷を減らすか、または無くすために使用されうる。デバイス100において、保護層155は、カソード160の作製中、下にある有機層への損傷を減らすことができる。保護層は、保護層がデバイス100の駆動電圧を著しく増大させないように、それが輸送する担体のタイプ（デバイス100では電子）に対する大きな担体移動度を有することが好ましい。CuPc、BCP、および様々な金属フタロシアンンは、保護層に使用されうる材料の例である。その他の材料または材料の組合せを用いてもよい。好ましくは、保護層155の厚さは、有機保護層155が堆積された後に実施される製造工程によって下にある層への損傷がほとんどまたは全くないように十分に厚いが、デバイス100の駆動電圧を著しく増加させる程には厚くない。保護層155はその導電性を増すためにドーブされてもよい。例えば、CuPcまたはBCPの保護層155はLiによってドーブされうる。保護層のより詳細な説明は、Luらの米国特許出願第09/931,948号（これはその全体を参照により援用する）に見ることができる。

#### 【0035】

図2は倒置型(inverted)OLE D 200を示している。このデバイスは、基板210、カソード215、発光層220、正孔輸送層225、およびアノード230を含む。デバイス200は記載した層を順に堆積させることによって製造できる。最も一般的なOLE Dの構成はアノードの上方に配置されたカソードを有し、デバイス200はアノード230の下方に配置されたカソード215を有するので、デバイス200を「倒置型」OLE Dとよぶことができる。デバイス100に関して記載したものと同様の材料を、デバイス200の対応する層に使用できる。図2は、デバイス100の構造からどのようにいくつかの層を省けるかの1つの例を提供している。

#### 【0036】

図1および2に例示されている簡単な層状構造は非限定的な例として与えられており、本発明の実施形態は多様な他の構造と関連して使用できることが理解される。記載されている具体的な材料および構造は事実上例示であり、その他の材料および構造も使用できる。設計、性能、およびコスト要因に基づいて、実用的なOLE Dは様々なやり方で上記の記載された様々な層を組み合わせることによって実現でき、あるいは、いくつかの層は完全に省かれうる。具体的に記載されていない他の層を含むこともできる。具体的に記載したものの以外の材料を用いてもよい。本明細書に記載されている例の多くは単一の材料を含むものとして様々な層を記載しているが、材料の組合せ（例えばホストおよびドーパントの混合物、またはより一般的には混合物）を用いてもよいことが理解される。また、層は様々な副層(sublayer)を有してよい。本明細書において様々な層に与えられている名称は、厳格に限定することを意図するものではない。例えば、デバイス200において、正孔輸送層225は正孔を輸送し且つ発光層220に正孔を注入するので、正孔輸送層として、あるいは正孔注入層として記載されうる。一実施形態において、OLE Dは、カソードとアノードとの間に配置された「有機層」を有するものとして説明できる。この有機層は単一の層を含むか、または、例えば図1および2に関連して記載された様々な有機材料の複数の層をさらに含むことができる。

#### 【0037】

具体的に記載されていない構造および材料、例えばFriendらの米国特許第5,247,190号（これはその全体を参照により援用する）に開示されているようなポリマー材料で構成されるOLE D(PLE D)、も使用することができる。さらなる例として、単一の有機層

を有するOLEDを使用できる。OLEDは、例えば、Forrestらの米国特許第5,707,745号（これはその全体を参照により援用する）に記載されているように、積ねられてもよい。OLEDの構造は、図1および2に示されている簡単な層状構造から逸脱していてもよい。例えば、基板は、光取出し（out-coupling）を向上させるために、Forrestらの米国特許第6,091,195号（これはその全体を参照により援用する）に記載されているメサ構造、および/またはBulovicらの米国特許第5,834,893号（これはその全体を参照により援用する）に記載されているピット構造などの、角度の付いた反射表面を含みうる。

#### 【0038】

特に断らないかぎり、様々な実施形態の層のいずれも、何らかの適切な方法によって堆積されうる。有機層については、好ましい方法には、熱蒸着（thermal evaporation）、  
10  
インクジェット（例えば、米国特許第6,013,982号および米国特許第6,087,196号（これらはその全体を参照により援用する）に記載されている）、有機気相成長（organic vapor phase deposition、OVPD）（例えば、Forrestらの米国特許第6,337,102号（その全体を参照により援用する）に記載されている）、ならびに有機気相ジェットプリンティング（organic vapor jet printing、OVJP）による堆積（例えば、米国特許出願第10/233,470号（これはその全体を参照により援用する）に記載されている）が含まれる。他の適切な堆積方法には、スピニングおよびその他の溶液に基づく方法が含まれる。溶液に基づく方法は、好ましくは、窒素または不活性雰囲気中で実施される。その他の層については、好ましい方法には熱蒸着が含まれる。好ましいパターンニング方法には、マスクを通しての堆積、圧接（cold welding）（例えば、米国特許第6,294,398号および米国特許第6,468  
20  
,819号（これらはその全体を参照により援用する）に記載されている）、ならびにインクジェットおよびOVJPなどの堆積方法のいくつかに関連するパターンニングが含まれる。その他の方法も用いることができる。堆積される材料は、それらを特定の堆積方法に適合させるために改変されてもよい。例えば、分岐した又は分岐のないアルキルおよびアリアル基などの置換基が、溶液加工性を高めるために、低分子に用いることができる。非対称構造を有する材料は対称構造を有するものよりも良好な溶液加工性を有しうるが、これは非対称材料は、より小さな再結晶化傾向を有しうるからである。 dendritic置換基は、低分子が溶液加工を受ける能力を高めるために用いることができる。

#### 【0039】

本明細書に開示した分子は、本発明の範囲から外れることなく多くの様々なやり方で置換できる。例えば、3つの二座配位子を有する化合物に置換基を追加して、その置換基を付加した後で1つ以上の二座配位子と一緒に連結して、例えば、四座又は六座配位子を形成することができる。その他のそのような連結を形成することができる。この種の連結は、当分野で「キレート効果」として一般的に理解されているものによって、連結のない類似の化合物と比較して安定性を高めることができると考えられる。

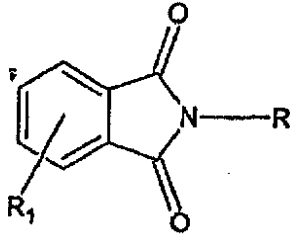
#### 【0040】

本発明の実施形態により製造されたデバイスは多様な消費者製品に組み込むことができ、これらの製品には、フラットパネルディスプレイ、コンピュータのモニタ、テレビ、広  
40  
告板、室内もしくは屋外の照明灯および/または信号灯、ヘッドアップディスプレイ、完全に透明な（fully transparent）ディスプレイ、フレキシブルディスプレイ、レーザープリンタ、電話機、携帯電話、携帯情報端末（personal digital assistant、PDA）、ラップトップコンピュータ、デジタルカメラ、カムコーダ、ビューファインダー、マイクロディスプレイ、乗り物、大面積壁面（large area wall）、映画館またはスタジアムのスクリーン、あるいは標識が含まれる。パッシブマトリクスおよびアクティブマトリクスを含めて、様々な制御機構を用いて、本発明にしたがって製造されたデバイスを制御できる。デバイスの多くは、18 から30、より好ましくは室温（20～25）などの、人にとって快適な温度範囲において使用することが意図されている。

#### 【0041】

一つの側面において、本発明は下記式：

## 【化3】



(式中、 $R_1$ は、上記の環のいずれかの位置に配置された1つ又は複数の独立して選択された置換基を表し、各置換基は、水素、15以下の炭素原子を含むアルキル基、又はアリール基を表し、

$R$ はフェニル基又はフタルイミド含有基である。)

を有するフタルイミド化合物を用いた有機電子デバイスを提供する。

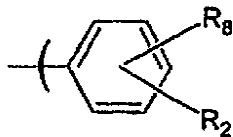
## 【0042】

「アリール基」の語は、少なくとも1つの芳香族環を含む構造をいい、それには単環基並びに多環式システムが含まれる。多環式環は2つ以上の環を有し、その中の2つの原子が、2つの隣接している複数環によって共通しており(すなわち、これらの環は「縮合」している)、その環のうちの少なくとも1つは芳香族である。本発明において置換基として用いるために好適なアリール基には、フェニル、及びオリゴアリール類(例えば、ナフチル、ピフェニル、及びフェナントリル)が含まれる。

## 【0043】

いくつかの場合には、 $R$ は下記式：

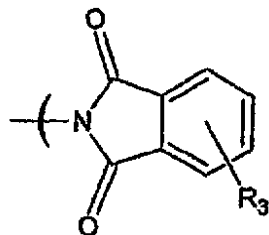
## 【化4】



[式中、 $R_2$ は、上記の環のいずれかの位置に配置された1つ又は複数の独立して選択された置換基を表し、各置換基は、水素、15以下の炭素原子を含むアルキル基、又はアリール基を表し、

$R_8$ は、上記の環のいずれかの位置に配置された置換基を表し、 $R_8$ は下記式：

## 【化5】



(式中、 $R_3$ は、上記の環のいずれかの位置に配置された1つ又は複数の独立して選択された置換基を表し、各置換基は、水素、15以下の炭素原子を含むアルキル基、又はアリール基である。)

で表されるフタルイミドである。]

で表されるフタルイミド含有基である。この2つのフタルイミド基は、中心のフェニル環上のオルト位、メタ位、又はパラ位にあることができる。

## 【0044】

いくつかの場合、この2つのフタルイミド基は、中心のフェニル環上のパラ位にある。ある場合には、各 $R_3$ は、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、tert-ブチル、フェニル、ナフチル、ピフェニル、及びフェナントリルからな

10

20

30

40

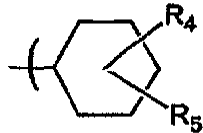
50

る群から選択される。いくつかの場合には、各  $R_2$  は、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、tert-ブチル、フェニル、ナフチル、ピフェニル、及びフェナントリルからなる群から選択される。いくつかの場合には、各  $R_1$  は、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、tert-ブチル、フェニル、ナフチル、ピフェニル、及びフェナントリルからなる群から選択される。

## 【0045】

いくつかの例では、Rは下記式：

## 【化6】

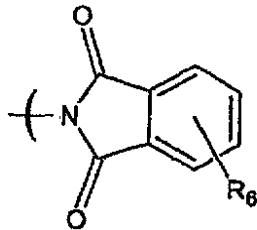


10

[式中、 $R_4$  は、上記の環のいずれかの位置に配置された1つ又は複数の独立の選択された置換基を表し、各置換基は、水素、15以下の炭素原子を含むアルキル基、又はアリアル基であり、

$R_5$  は、上記の環のいずれかの位置に配置された置換基を表し、 $R_5$  は下記式：

## 【化7】



20

(式中、 $R_6$  は、上記の環のいずれかの位置に配置された1つ又は複数の独立して選択された置換基を表し、各置換基は、水素、15以下の炭素原子を含むアルキル基、又はアリアル基である。)で表される。]

で表されるフタルイミド含有基である。この2つのフタルイミド基は、上記のシクロヘキサン環上のオルト位、メタ位、又はパラ位であることができる。

30

## 【0046】

いくつかの場合には、2つのフタルイミド基は、上記のシクロヘキサン環上のオルト位である。いくつかの場合には、各  $R_4$  は、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、tert-ブチル、フェニル、ナフチル、ピフェニル、及びフェナントリルからなる群から選択される。いくつかの場合には、各  $R_6$  は、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、tert-ブチル、フェニル、ナフチル、ピフェニル、及びフェナントリルからなる群から独立して選択される。

## 【0047】

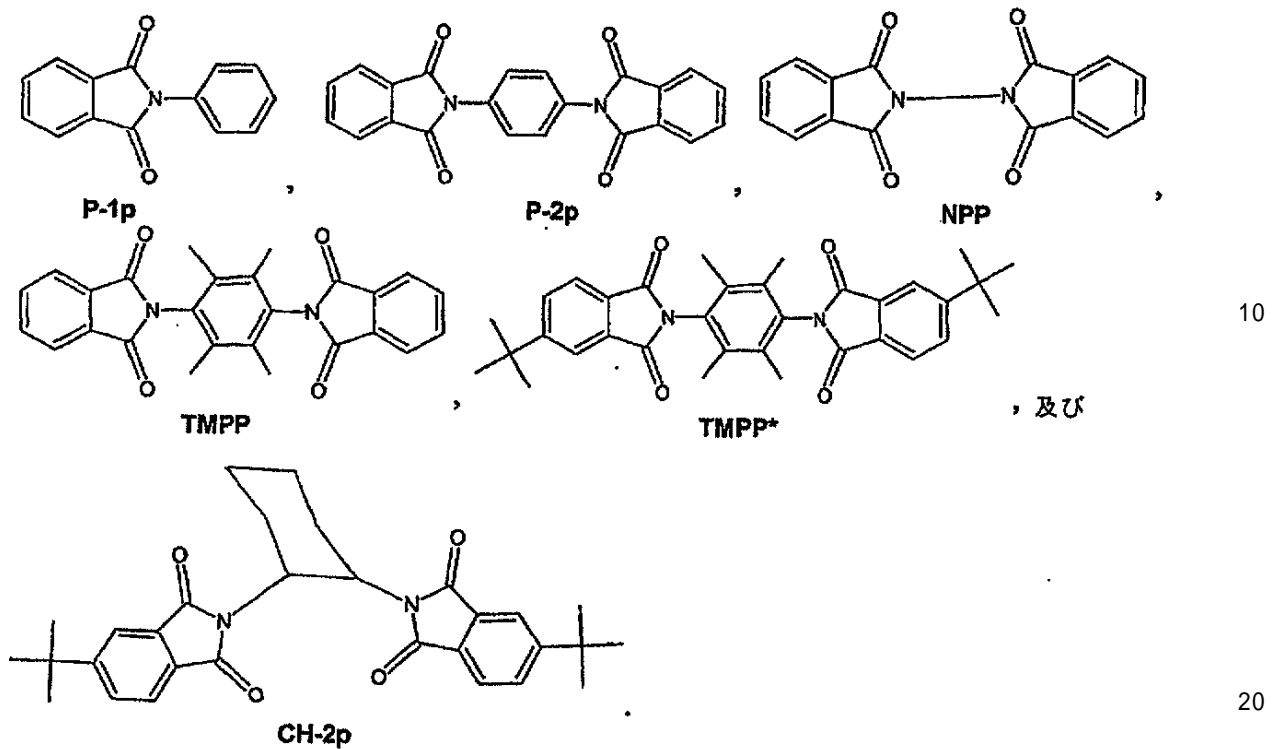
いくつかの場合にはRはフェニル環であり、そのフェニル環は、15以下の炭素原子を含むアルキル基又はアリアル基によって置換されているか又は置換されていない。いくつかの場合には、置換基は、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、tert-ブチル、フェニル、ナフチル、ピフェニル、及びフェナントリルからなる群から選択されることができる。いくつかの場合には、フェニル環は置換基をもたない。

40

## 【0048】

本発明に用いるのに適したフタルイミド化合物の例には以下のもの：

## 【化 8】

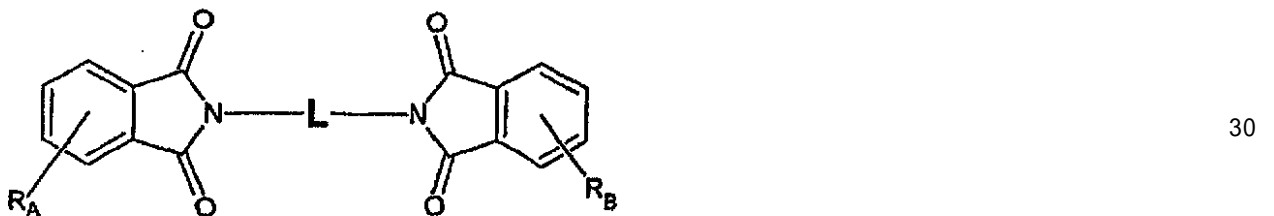


が含まれる。

## 【 0 0 4 9 】

別の側面では、本発明は、下記式：

## 【化 9】



(式中、 $R_A$  は、上記の環のいずれかの位置に配置された 1 つ又は複数の独立して選択された置換基を表し、各置換基は、水素、15 以下の炭素原子を含むアルキル基、又はアリール基を表し、

$R_B$  は、上記の環のいずれかの位置に配置された 1 つ又は複数の独立して選択された置換基を表し、各置換基は、水素、15 以下の炭素原子を含むアルキル基、又はアリール基を表し、

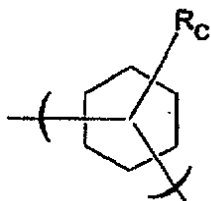
L は、6 員環、又は前記 2 つのフタリイミド基の間の直接結合である。) 40

を有するフタリイミド化合物を用いた有機電子デバイスを提供する。

## 【 0 0 5 0 】

いくつかの場合には、L は、下記式：

## 【化 10】



(式中、 $R_C$  は、上記の環のいずれかの位置に配置された1つ又は複数の独立して選択された置換基を表し、各置換基は、水素、15以下の炭素原子を含むアルキル基、又はアリール基を表し、

前記2つのフタルイミド基は、上記シクロヘキサン環上のオルト位、メタ位、又はパラ位にある。)

で表されるシクロヘキサン環である。

【0051】

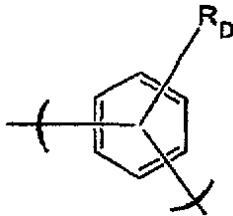
いくつかの場合には、シクロヘキサン環上の2つのフタルイミド基はオルト位にある。いくつかの場合には、シクロヘキサン上の各 $R_C$ は水素である。いくつかの場合には、各 $R_A$ は、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、tert-ブチル、フェニル、ナフチル、ピフェニル、及びフェナントリルからなる群から独立して選択される。いくつかの場合には、各 $R_B$ は、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、tert-ブチル、フェニル、ナフチル、ピフェニル、及びフェナントリルからなる群から独立して選択される。いくつかの場合には、各 $R_A$ はtert-ブチルであり、各 $R_B$ はtert-ブチルである。

10

【0052】

いくつかの場合には、Lは、下記式：

【化11】



20

(式中、 $R_D$  は、上記の環のいずれかの位置に配置された1つ又は複数の独立して選択された置換基を表し、各置換基は、水素、15以下の炭素原子を含むアルキル基、又はアリール基を表し、

前記2つのフタルイミド基は、上記フェニル環上のオルト位、メタ位、又はパラ位にある。)

で表されるフェニル環である。

【0053】

いくつかの場合には、上記フェニル環上の2つのフタルイミド基はパラ位にある。いくつかの場合には、フェニル環上の各 $R_D$ は水素である。いくつかの場合には、フェニル環上の各 $R_D$ はメチルである。いくつかの場合には、各 $R_A$ は、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、tert-ブチル、フェニル、ナフチル、ピフェニル、及びフェナントリルからなる群から独立して選択される。いくつかの場合には、各 $R_B$ は、水素、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、tert-ブチル、フェニル、ナフチル、ピフェニル、及びフェナントリルからなる群から独立して選択される。いくつかの場合には、各 $R_A$ はtert-ブチルであり、各 $R_B$ はtert-ブチル

30

40

【0054】

本明細書中に開示したフタルイミド化合物は、大きなHOMO-LUMOギャップ、高い三重項エネルギー、大きな還元電位、並びに/又は熱及び化学的安定性をもつ電子輸送体である。そのため、これらのフタルイミド化合物は、様々な有機電子デバイス、例えば、OLED及び太陽電池に用いるのに適している。OLEDにおいては、このフタルイミド化合物は、OLEDの様々な層のいずれにおいて用いてもよい。例えば、これらのフタルイミド化合物は、発光層中に用いること(例えば、ホスト材料として)ができる。別の例では、これらのフタルイミド化合物は、正孔阻止層に(例えば、正孔阻止物質として)用いることができる。別な例では、これらのフタルイミド化合物は、電子阻止層に用いる

50

ことができる。これらのフタルイミド化合物は太陽電池に用いることもできる。例えば、この化合物は、太陽電池の励起子阻止層に用いることができる。

【実施例】

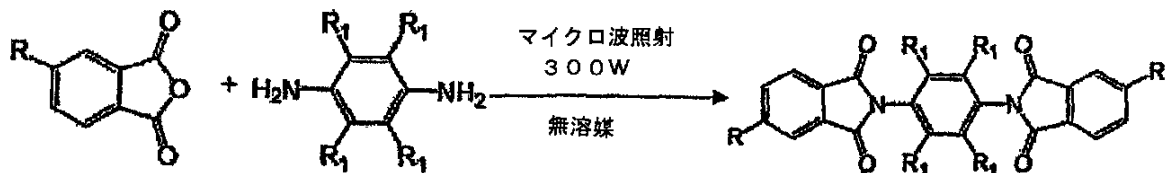
【0055】

〔化合物の合成例〕

下の反応スキームに示したように、標的化合物(6~9)の合成は、市販されている無水フタル酸(1); 4-tert-ブチル無水フタル酸(2); フェニル-1,2-ジアミン(3); 2,3,5,6-テトラメチル-フェニル-1,2-ジアミン(4); 及び、シクロヘキサン-1,4-ジアミン(5)から、一段階で行った。全ての反応は、無溶剤環境中で、マイクロ波反応器(microwave reactor)中で行った。フタルイミド化合物(6)及び(7)は、無水物(1)と、アミン(3)又はアミン(4)のいずれかとを、2つの別の反応でマイクロ波照射することによって合成した。tert-ブチル置換酸無水物(2)を、アミン(4)又はアミン(5)のいずれかと、別々にマイクロ波条件下で反応させることにより、同様の方法で合成した。

【0056】

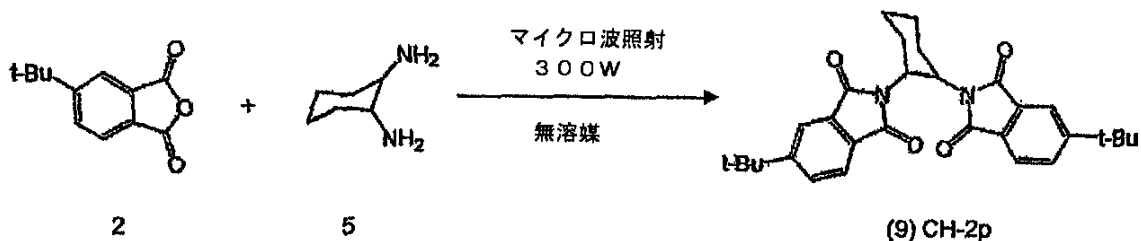
【化12】



1: R = H  
2: R = t-Bu

3: R<sub>1</sub> = H  
4: R<sub>1</sub> = CH<sub>3</sub>

P-2p (6): R = H, R<sub>1</sub> = H  
TMPP (7): R = H, R<sub>1</sub> = CH<sub>3</sub>  
TMPP\* (8): R = t-Bu, R<sub>1</sub> = CH<sub>3</sub>



【0057】

〔一般手順〕

反応原料である酸無水物とアミンは、合成前に2通りの異なる方法で混合した。これらの反応原料は、乾式混合し、乳鉢と乳棒で微細粉末に粉砕するか、あるいはジクロロメタンと混合し、10分間攪拌して、次に減圧下で濃縮した。

【0058】

〔フェニル-1,4-ビス-フタルイミド(化合物P-2p)〕

フェニル-1,2-ジアミン(3)(1当量)と無水フタル酸(1)(3当量)の混合物に、250で40分間、マイクロ波(300W)照射を行った。暗色の不溶性物質を次に265で昇華させて、フタルイミド化合物(P-2p)の灰白色結晶を80%収率で得た。分析データ: <sup>1</sup>H NMR (250MHz, CDCl<sub>3</sub>): 8.01 (dd, 4H), 7.80 (dd, 4H)。元素分析結果: C=71.55; H=3.20; N=7.61(計算値はC<sub>22</sub>H<sub>12</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>に対して、C=71.74; H=3.28; N=7.61)。

【0059】

〔2,3,5,6-テトラメチル-フェニル-1,4-(ビス-フタルイミド)(化合物TMPP)〕

2,3,5,6-テトラメチル-フェニル-1,2-ジアミン(4)(1当量)と無水フタル酸(1)

10

20

30

40

50

(3当量)の固溶体を300Wのマイクロ波反応器内に入れ、250℃に40分間加熱した。その暗褐色の物質を285℃で昇華させて、フタルイミド化合物TMPPの明黄色結晶を80%収率で得た。分析データ：Mp (DSC) 462℃。<sup>1</sup>H NMR (250 MHz, CDCl<sub>3</sub>): 8.01 (dd, 4H), 7.80 (dd, 4H), 1.57 (s, 12H)。元素分析結果：C=73.70; H=4.66; N=6.60 (計算値はC<sub>26</sub>H<sub>20</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>に対して、C=73.57; H=4.75; N=6.60)。

【0060】

[2,3,5,6-テトラメチル-フェニル-1,4-ビス-(4-tert-ブチルフタルイミド) (化合物TMPP\*)]

2,3,5,6-テトラメチル-フェニル-1,2-ジアミン(4)(1当量)と4-t-ブチル無水フタル酸(2)(3当量)の混合物を、マイクロ波反応器(300W)内に入れ、40分間、120℃で照射を行った。黄色の粗生成物を、ジクロロメタン中でシリカゲルの短いカラムに通した。この溶出液の濃縮に続いて、粗生成物のフラッシュクロマトグラフィー精製によって、フタルイミド化合物TMPP\*を白色固体として85%収率で得た。分析データ：Mp (DSC) 413℃、Tg (DSC) 88℃、Tc (DSC) 189℃。<sup>1</sup>H NMR (360MHz, CDCl<sub>3</sub>): 8.01 (d, J=0.003Hz, 2H), 7.90 (dd, J=0.043Hz, 4H), 2.09 (s, 12H), 1.43 (s, 18H)。元素分析結果：C=76.31; H=6.75; N=5.31 (計算値はC<sub>34</sub>H<sub>36</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>に対して、C=76.09; H=6.76; N=5.22)。

【0061】

[1,2-ビス-(4-tert-ブチルフタルイミド)-シクロヘキサン (化合物CH-2p)]

シクロヘキサン-1,4-ジアミン(5)(1当量)を4-tert-ブチル無水フタル酸(2)(3当量)と共にジクロロメタン(20ml)中で混合した。この反応混合物を次に10分間攪拌し、減圧下で濃縮し、250℃で30分間マイクロ波(300W)反応を受けさせた。暗黄色の粗生成物を次にシリカゲルフィルターに通し、濃縮し、ジクロロメタン中でフラッシュクロマトグラフィー(シリカゲル)を行い、フタルイミド化合物(CH-2p)の純粋な黄色結晶を60%収率で得た。分析データ；Mp (DSC) 388℃、Tg (DSC) 88℃、<sup>1</sup>H NMR (360MHz, CDCl<sub>3</sub>): 7.70 (br m, 6H), 5.07 (m, J=0.008 Hz, 2H), 2.37 (br m, 2H), 1.88 (br m, 4H), 1.57 (br m, 2H), 1.31 (s, 18H)。元素分析結果：C=74.11; H=6.99; N=5.78 (計算値はC<sub>30</sub>H<sub>34</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>に対して、C=74.05; H=7.04; N=5.76)。

【0062】

様々な上記のフタルイミド化合物の溶液光物理データを下の表1に示す。これらのデータは、これらのフタルイミド化合物が高い三重項エネルギーをもち、ミリ秒範囲の寿命をもっていることを示している。

【0063】

【表1】

化合物	$\lambda_{max}(298K)$ (nm)	$\Phi_s$	$E_s$ (nm/eV)	$\tau_s$ (ns)	$\lambda_{max}(77K)$ (nm)	$E_T$ (nm/eV)	$\tau_T$ (ms)
NPP	-	-	313/3.96	-	410, 420, 442	410/3.02	667
TMPP	-	-	313/3.96	-	426, 448	426/2.91	360
TMPP*	447	-	318/3.90	-	316, 445, 380, 456	430/2.9	450
P-2p	-	-	313/3.96	-	355, 432, 448	432/2.87	349
P-1p	495	-	322/3.85	-	360, 449	449/2.76	224
CH-2p	400	5.2E-05	318/3.90	<5	381, 452	452/2.74	590

【0064】

[デバイス例]

フタルイミド化合物TMPP及びTMPP\*を、OLEDを作製するために用いた。全てのOLEDは、ITOコーティングしたガラス基板上に作製し、回路パターンは基板上に1mm間隔の2mm幅ストライプとしてフォトリソグラフィーインプリンティングした

。ITOコーティングの表面抵抗率は約  $20 \text{ } \Omega \cdot \text{cm}^{-1}$  と測定された。このITOコーティングされた基板を次にアセトンで濯ぎ、石けん水溶液中で超音波をかけ、トリクロロエチレン、アセトン、及びエタノール中でそれぞれ5分ずつ煮沸した。その後、その基板をUVオゾンクリーニングチャンパー中で10分間処理した。

#### 【0065】

OLEDは、クライオポンプ、2つの結晶モニター、及び2つの電源を備えた高真空チャンパー (Kurt J. Lesker) 内で作製した。有機膜は、 $3 \sim 4 \mu\text{Torr}$  の間の圧力下で、タンタルボードからITO基板上に熱蒸着させた。全ての有機材料の堆積速度は、常に  $2 \sim 4 \text{ } \text{Å} / \text{s}$  に保った。カソードの堆積の前に、チャンパーを窒素で排気し、2mmのストライプからなるシャドウマスクを基板上に置いた。圧力が  $3.0 \mu\text{Torr}$  に達したら、 $10 \text{ } \text{Å}$  のフッ化リチウム (LiF) を  $0.2 \text{ } \text{Å} / \text{s}$  の速度で堆積させ、次に  $1200 \text{ } \text{Å}$  のアルミニウムの層を  $4 \sim 5 \text{ } \text{Å} / \text{s}$  の速度で堆積させた。

10

#### 【0066】

3セットのデバイス (A、B、及びC) をITO基板上に作製し、それらは以下の一般的な構造： $400 \text{ } \text{Å}$  のNPD層 (正孔輸送層として)； $250 \text{ } \text{Å}$  のホスト：ドーパント層 (発光層として)； $150 \text{ } \text{Å}$  の正孔阻止材料の層 (正孔阻止層として)； $150 \text{ } \text{Å}$  のAlq<sub>3</sub>の層 (電子輸送層として)；及び、LiF ( $10 \text{ } \text{Å}$ ) / Al ( $1200 \text{ } \text{Å}$ ) (カソードとして)、を有する。

#### 【0067】

デバイスセットAでは、fac-トリス(2-フェニルピリジナート-N,C<sup>2</sup>)イリジウム(III) (Irppy) を発光層中のドーパントとして用いた。デバイスA1 (対照) では、CBPを発光層のホストとして用い、BCPを正孔阻止材料として用いた。デバイスA2では、CBPを発光層のホスト材料として用い、TMPP\*を正孔阻止材料として用いた。デバイスA3では、TMPP\*を発光層のホスト材料として用い、BCPを正孔阻止層として用いた。

20

#### 【0068】

デバイスセットBでは、ピス(2-フェニルキノリル-N,C<sup>2</sup>)イリジウム(III) (PQIr) を発光層のドーパントとして用いた。デバイスB1 (対照) では、CBPを発光層のホストとして用い、BCPを正孔阻止材料として用いた。デバイスB2では、CBPを発光層のホストとして用い、TMPP\*を正孔阻止材料として用いた。デバイスB3では、TMPP\*を発光層のホストとして用い、BCPを正孔阻止材料として用いた。デバイスB4では、TMPP\*を発光材料中のホストと正孔阻止材料としての両方に用いた。

30

#### 【0069】

デバイスセットCでは、PQIrを発光層のドーパントとして用いた。デバイスC1 (対照) はデバイスB1と同じである。デバイスC2では、CBPを発光層のホストとして用い、TMPPを正孔阻止材料として用いた。デバイスC3では、TMPPを発光層中のホストとして用いた、BCPを正孔阻止層として用いた。デバイスC4では、TMPPを発光材料中のホスト及び正孔阻止材料としての両方に用いた。

#### 【0070】

全てのOLEDは、室温及び開放大気中で試験を行った。LabVIEWプログラムを用いて、デバイスの輝度及び電流-電圧 (I-V) 特性を測定した。ケースレー (Keithley) 2400電源計を、OLEDを出力増大させるために使用し、デバイスの正面から発した光をニューポート (Newport) 1835-C光学計を備えたUV-818Si光電カソードを通して集めた。デバイスのエレクトロルミネッセンススペクトルを、スペクトロフルオロメーター (モデルC-60SE) を使用して記録した。

40

#### 【0071】

図3は、デバイスA1~A3の量子効率対電流密度のグラフを示している。デバイスA3 (三角) (これは、発光層中でのホストとしてTMPP\*とドーパントとしてIrppyを用いている) は、ドーパントによるホストの電子移動消光のせいで低い量子効率をもつ。デバイスA2 (半分塗りつぶした丸) (これは正孔阻止層にTMPP\*を用いている

50

)は、TMPP\*の正孔/励起子阻止能のおかげで高い効率を有する。この場合、デバイスA2は、対照デバイスA1(四角)の2倍より大きな効率を有する。

【0072】

図4は、デバイスA1~A3の輝度対電圧のグラフを示す。デバイスA3は暗く、なぜなら、IrppyドーパントによるTMPP\*ホストの消光が、励起したドーパントの無放射緩和を増大させるからである。デバイスA2は明るく、なぜなら、TMPP\*による正孔/励起子の阻止が、均衡した再結合を増加させ、励起子の無放射緩和を減少させる。この場合、デバイスA2は対照デバイスA1より暗いが、両方ともおよそ同じ点灯電圧(ターンオン電圧)をもつ。

【0073】

図5はデバイスA1~A3の電流密度対電圧のグラフを示す。デバイスA3には漏電流があり、高い点灯電圧をもつ。励起したドーパントからTMPP\*ホストへの電子移動は、過剰な正孔を作りだす。I-Vは電子フローが支配的なので、電子は低い移動度しかもたず、過剰の正孔は電子と再結合するために、より長い時間を待たなくてはならない。また、空間電荷制限領域(SCLC)中の過剰な正孔が、内部電場をわずかに変えることによって、入ってくる電子の障壁を作りだすことがある。これらの因子がデバイスの点灯電圧を引き延ばしうる。対して、デバイスA2は最小限の短絡あるいは電流漏洩しか示さない。この場合、デバイスA2のI-V形状と点灯電圧は、対照デバイスA1と同程度である。

【0074】

図6はデバイスA1~A3のエレクトロルミネッセンス・スペクトルを示す。デバイスA3は、Irppyに帰属される $\lambda_{max} = 515 \text{ nm}$ を、別の $\lambda_{max} = 541 \text{ nm}$ (これはTMPP\*とNPDとの間で形成されたエキシプレックスからの発光に帰属できるかもしれない)とともに示す。デバイスA2は、Irppyに帰属される $\lambda_{max} = 512 \text{ nm}$ を示す。エレクトロルミネッセンスはこのドーパントからしか観察されない。このデータは、TMPP\*が電子輸送体及び正孔阻止体としてうまく機能していることを実証している。

【0075】

図7は、デバイスB1~B4の量子効率対電流密度のグラフを示す。デバイスB3(逆三角形)(これは、発光層中においてホストとしてのTMPP\*とドーパントとしてのPQIrを用いている)は低い量子効率をもち、なぜなら、ドーパントによるホストの電子移動消光のためである。デバイスB4(上向き三角形)(これは発光物質中のホストとして且つ正孔阻止材料としてTMPP\*を用いている)は、非常に低い量子効率と非常に短い寿命をもっている。対照デバイスB1(四角)と比較して、デバイスB2(丸)は、TMPP\*の正孔/励起子阻止能のために非常に効率的である。この場合、デバイスB2は、対照デバイスB1より1.5倍高効率である。

【0076】

図8は、デバイスB1~B4の輝度対電圧のグラフを示す。デバイスB3は暗く、なぜなら、IrppyドーパントによるTMPP\*ホストの消光が、励起したドーパントの無放射緩和を増大させるからである。同様に、消光の影響によって、デバイスB4は暗い。TMPP\*とNPDとの間で形成されたエキシプレックス(発光性又は非発光性)も、効率を低くするように働く。デバイスB2は、TMPP\*の正孔/励起子阻止能(これは均衡した再結合を増大させ、励起子の無放射緩和を低減する)によって明るく且つ効率的である。TMPP\*の三重項エネルギーはPQIrの三重項エネルギーよりもずっと大きいので、エネルギー移動がより効率的であり、デバイスはより明るい。この場合、デバイスB2は対照デバイスB1よりも明るい。

【0077】

図9はデバイスB1~B4の電流密度対電圧のグラフを示す。デバイスB2のI-V形状と点灯電圧は、対照デバイスB1と類似している。デバイス4のI-Vグラフは短絡を示しているが、デバイス3のI-Vグラフは良好に思える。図10は、デバイスB1~B

10

20

30

40

50

3のエレクトロルミネッセンス・スペクトルを示す。これらの各デバイスはPQIrの発光のみを示す。

【0078】

図11は、デバイスC1～C4の量子効率対電流密度のグラフを示す。デバイスC3（逆三角形）（これは発光層中でホストとしてのTMPとドープメントとしてのPQIrを用いている）は、ドープメントによるホストの電子移動消光のせいで、低い量子効率しか示さない。デバイスB4（上向き三角形）（これは発光材料中のホストとして及び正孔阻止材料としてTMPを用いている）も、ドープメントによるホストの電子移動消光のせいで低い量子効率しか有しない。さらに、TMPはガラス転移温度 $T_g$ をもたないので、結晶性の島が蒸着時に形成される可能性があり、これがTMPからPQIrへのエネルギー移動を低減させて、Alq<sub>3</sub>からの発光を優勢にしている。

10

【0079】

図12は、デバイスC1～C4のエレクトロルミネッセンス・スペクトルを示す。デバイスC1～C3はPQIrの発光のみ（ $\lambda_{max} = 595 \text{ nm}$ ）を示す。デバイスC4は、PQIr発光に加えて、Alq<sub>3</sub>の発光（ $\lambda_{max} = 510 \text{ nm}$ ）を示す。

【0080】

上の結果は、本明細書に開示したフタルイミド化合物を有機発光デバイスに用いることが、デバイスの性能と効率を向上させることができることを実証している。

【0081】

〔材料の定義〕

20

本明細書で使用するとおり、略号は以下の物質を指す：

CBP： 4,4'-N,N-ジカルバゾール-ビフェニル

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

Alq<sub>3</sub>： 8-トリス-ヒドロキシキノリンアルミニウム

Bphen： 4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン

n-BPhen： n型ドープBPhen（リチウムでドープ）

F<sub>4</sub>-TCNQ： テトラフルオロ-テトラシアノ-キノジメタン

p-MTDATA： p型ドープm-MTDATA（F<sub>4</sub>-TCNQでドープ）

Ir(ppy)<sub>3</sub>： トリス(2-フェニルピリジン)-イリジウム

Ir(ppz)<sub>3</sub>： トリス(1-フェニルピラゾロト,N,C(2'))イリジウム(III)

30

BCP： 2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン

TAZ： 3-フェニル-4-(1'-ナフチル)-5-フェニル-1,2,4-トリアゾール

CuPc： 銅フタロシアニン

ITO： インジウムスズ酸化物

NPD： N,N'-ジフェニル-N,N'-ジ(1-ナフチル)-ベンジジン

TPD： N,N'-ジフェニル-N,N'-ジ(3-トリル)-ベンジジン

BAIq： アルミニウム(III)ビス(2-メチル-8-ヒドロキシキノリナト)4-フェニルフェノラート

mCP： 1,3-N,N-ジカルバゾール-ベンゼン

DCM： 4-(ジシアノエチレン)-6-(4-ジメチルアミノスチリル-2-メチル)-4H-ピラン

40

DMQA： N,N'-ジメチルキナクリドン

【図面の簡単な説明】

【0082】

【図1】図1は、別個の電子輸送層、正孔輸送層、及び発光層、並びにその他の層を有する有機発光デバイスを示す。

【図2】図2は、別個の電子輸送層をもたない倒置型有機発光デバイスを示す。

【図3】図3は、デバイスA1～A3についての量子効率対電流密度のグラフを示す。

【図4】図4は、デバイスA1～A3についての輝度対電圧のグラフを示す。

【図5】図5は、デバイスA1～A3についての電流密度対電圧のグラフを示す。

【図6】図6は、デバイスA1～A3のエレクトロルミネッセンス・スペクトルを示す。

50

【図7】図7は、デバイスB1～B4についての量子効率対電流密度のグラフを示す。

【図8】図8は、デバイスB1～B4についての輝度対電圧のグラフを示す。

【図9】図9は、デバイスB1～B4についての電流密度対電圧のグラフを示す。

【図10】図10は、デバイスB1～B4についてのエレクトロルミネッセンス・スペクトルを示す。

【図11】図11は、デバイスC1～C4についての量子効率対電流密度のグラフを示す。

【図12】図12は、デバイスC1～C4のエレクトロルミネッセンス・スペクトルを示す。

【図1】

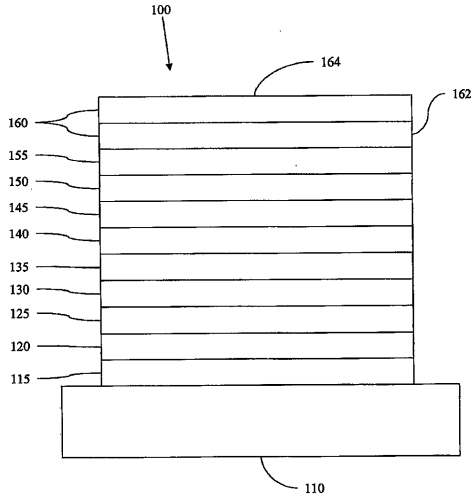


FIG. 1

【図2】

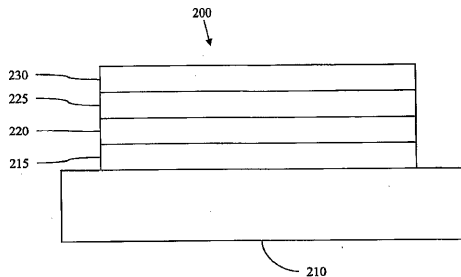


FIG. 2

【図3】

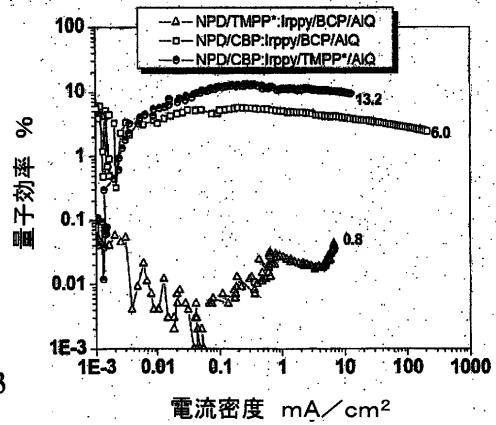


FIG. 3

【図4】

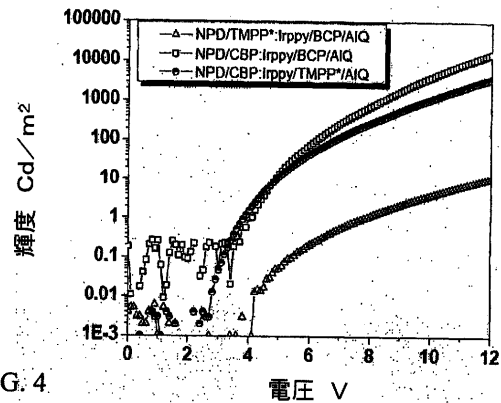


FIG. 4

【 図 5 】

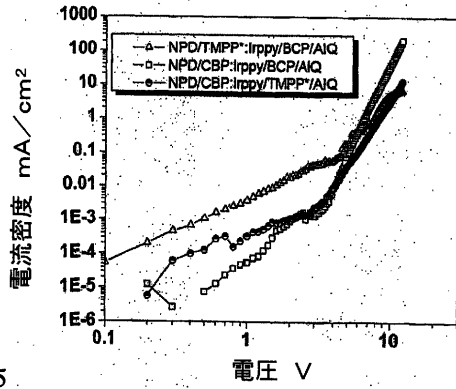


FIG. 5

【 図 6 】

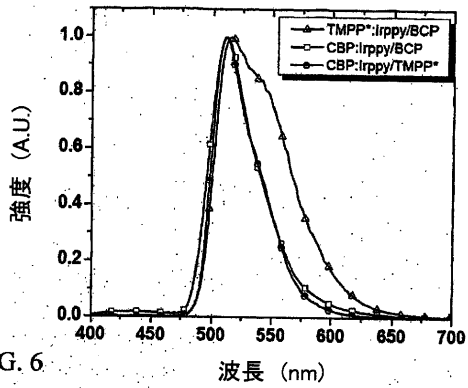


FIG. 6

【 図 9 】

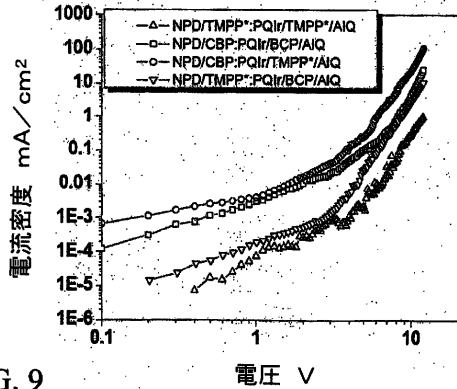


FIG. 9

【 図 10 】

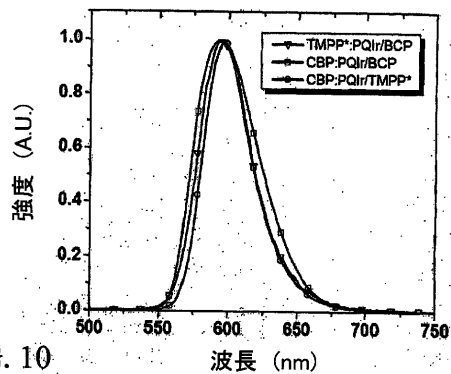


FIG. 10

【 図 7 】

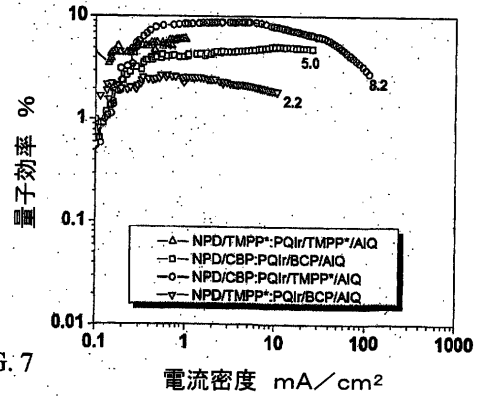


FIG. 7

【 図 8 】

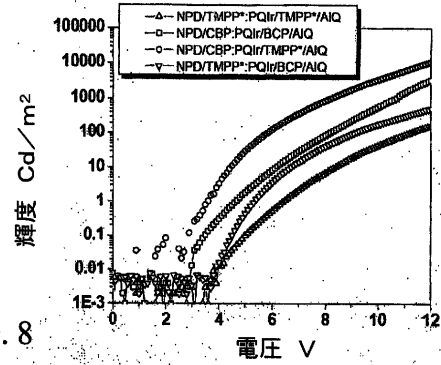


FIG. 8

【 図 11 】

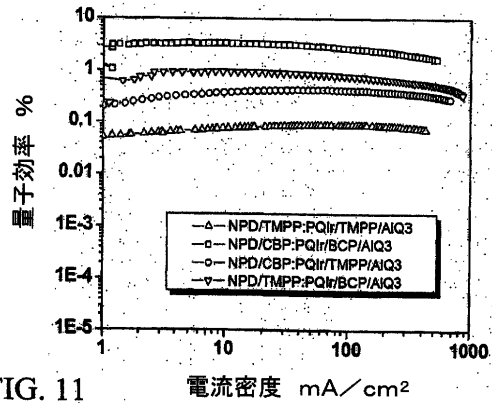


FIG. 11

【 図 12 】

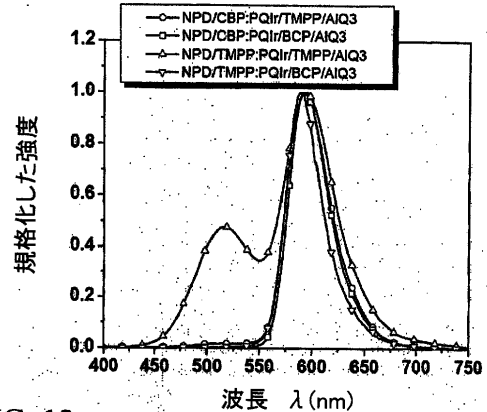


FIG. 12

---

フロントページの続き

- (72)発明者 アザド・エム・ハッサン  
アメリカ合衆国・カリフォルニア・90020・ロサンジェルス・サウス・オックスフォード・ア  
ヴェニュー・525・#312
- (72)発明者 マーク・イー・トンプソン  
アメリカ合衆国・カリフォルニア・92807・アナハイム・ヒルズ・ペッパー・クリーク・ウェ  
イ・4447

審査官 里村 利光

- (56)参考文献 特開平05-326146(JP,A)  
特開平05-032640(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- H01L 51/50-51/56
  - C07D 209/48
  - C09K 11/06
  - CA/REGISTRY(STN)

专利名称(译)	使用邻苯二甲酰亚胺化合物的有机电子器件		
公开(公告)号	<a href="#">JP5189077B2</a>	公开(公告)日	2013-04-24
申请号	JP2009505487	申请日	2007-04-12
[标]申请(专利权)人(译)	南加利福尼亚大学		
申请(专利权)人(译)	南加州大学		
当前申请(专利权)人(译)	南加州大学		
[标]发明人	アザドエムハッサン マークイートンプソン		
发明人	アザド・エム・ハッサン マーク・イートンプソン		
IPC分类号	H01L51/50 C09K11/06 C07D209/48		
CPC分类号	H01L51/0072 C07D209/48 C07D403/08 C07D403/10 H01L51/0053 H01L51/0081 H01L51/0085 H01L51/42 H01L51/5012 H01L51/5096 H01L2251/308 Y02E10/549		
FI分类号	H05B33/14.B C09K11/06.690 C07D209/48.Z H05B33/22.B		
代理人(译)	渡边 隆 村山彦		
优先权	60/792120 2006-04-13 US		
其他公开文献	JP2009533873A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

含有邻苯二甲酰亚胺化合物的有机电子器件。本文公开的邻苯二甲酰亚胺化合物是具有大的HOMO-LUMO间隙，高三重态能量，高还原电位和/或热稳定性和化学稳定性的电子移动物。因此，这些邻苯二甲酰亚胺化合物适用于任何各种有机电子器件，例如OLED和太阳能电池。在OLED中，邻苯二甲酰亚胺化合物可以起到多种功能，例如作为发光层中的主体，空穴阻挡材料或电子传输材料。在太阳能电池中，邻苯二甲酰亚胺化合物可以作为多种功能，例如作为激子阻挡材料。公开了可适用于本发明的邻苯二甲酰亚胺化合物的各种实例。

