

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-16693
(P2009-16693A)

(43) 公開日 平成21年1月22日(2009.1.22)

(51) Int.Cl.

H01L 51/50 (2006.01)
C09K 11/06 (2006.01)

F 1

H05B 33/14
C09K 11/06 690
C09K 11/06 660

テーマコード(参考)

3K107

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 118 頁)

(21) 出願番号

特願2007-179113 (P2007-179113)

(22) 出願日

平成19年7月7日 (2007.7.7)

(71) 出願人 000183646

出光興産株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目1番1号

(74) 代理人 110000637

特許業務法人樹之下知的財産事務所

(72) 発明者 河村 祐一郎

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

(72) 発明者 荒金 崇士

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

(72) 発明者 西村 和樹

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

(72) 発明者 福岡 賢一

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

(72) 発明者 細川 地潮

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

最終頁に続く

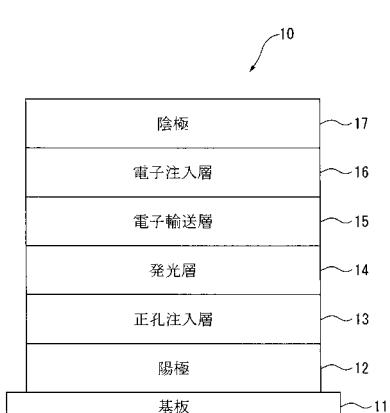
(54) 【発明の名称】ホスト材料および有機EL素子

(57) 【要約】

【課題】高性能な発光用ホスト材料を提供することにある。特に、赤色の発光発光層を構成するにあたり好適なホスト材料を提供することにある。さらに、このホスト材料を用い、高性能な有機EL素子を提供する。

【解決手段】有機EL素子10は、発光発光性ドーパントと組み合わせて発光材料を構成するホスト材料を有し、ホスト材料は、置換または無置換の多環式縮合芳香族骨格部を有し、この多環式縮合芳香族骨格部の核原子数は14から30であって、ホスト材料の最低励起3重項エネルギー-ギャップが1.71eV以上2.09eV以下であり、発光材料の

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

燐光発光性ドーパントと組み合わされて燐光材料を構成するホスト材料であって、金属錯体に配位しない置換または無置換の多環式縮合芳香族骨格部を有し、この多環式縮合芳香族骨格部の核原子数は14から30であり、

前記ホスト材料の最低励起3重項エネルギーギャップが1.71eV以上2.09eV以下であり、

ことを特徴とするホスト材料。

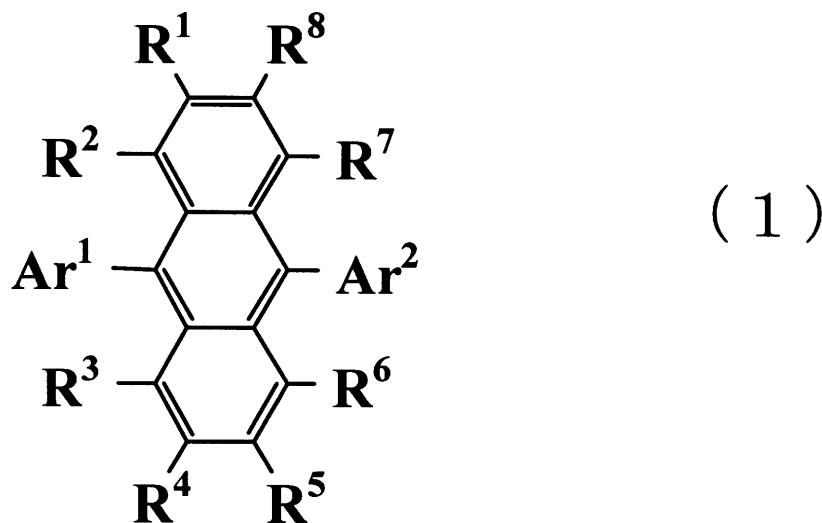
【請求項2】

請求項1において

前記ホスト材料は、下記式(1)で表されるアントラセン誘導体または下記式(2)で表されるピレン誘導体である

ことを特徴とするホスト材料。

【化1】



(式(1)中、Ar¹およびAr²は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数6から20の芳香族環から誘導される基である。前記芳香族環は、1または2以上の置換基で置換されていてもよい。前記置換基は、置換もしくは無置換の核炭素数6から50のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数3から50のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の核炭素数6から50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基およびヒドロキシ基から選ばれる。前記芳香族環が2以上の置換基で置換されている場合、前記置換基は同一であっても、異なっていても良く、隣接する置換基同士は互いに結合して飽和または不飽和の環状構造を形成してもよい。

R¹からR⁸は、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数6から50のアリール基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数3から50のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の核炭素数6から50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基およびヒドロキシ基から選ばれる。また、隣接する置換基同士は互いに結合して飽和または不飽和の環状構造を形成してもよい

10

20

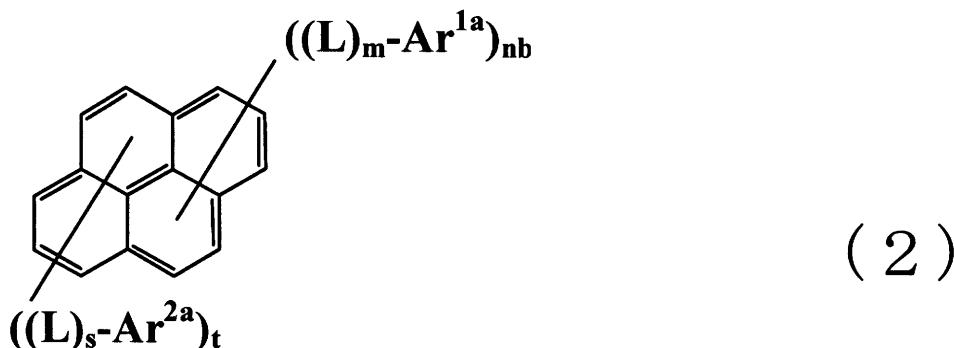
30

40

50

。)

【化2】



10

(式(2)中、 Ar^{1a} および Ar^{2a} は、それぞれ置換もしくは無置換の核炭素数6から50の芳香族環基である。

L は、それぞれ置換もしくは無置換のフェニレン基、置換もしくは無置換のナフタレン基、置換もしくは無置換のフルオレニレン基または置換もしくは無置換のジベンゾシリレン基である。

m は0から2の整数、 $n\ b$ は1から4の整数、 s は0から2の整数、 t は0から4の整数である。

また、 L または Ar^{1a} は、ピレンの1から5位のいずれかに結合し、 L または Ar^{2a} は、ピレンの6から10位のいずれかに結合する。

ただし、 $n\ b + t$ が偶数のとき、 Ar^{1a} 、 Ar^{2a} 、 L は下記(1)又は(2)を満たす。

(1) $Ar^{1a} = Ar^{2a}$ (ここで は、異なる構造の基であることを示す。)

(2) $Ar^{1a} = Ar^{2a}$ の時

(2-1) $m = s$ および / または $n\ b = t$ 、又は

(2-2) $m = s$ かつ $n\ b = t$ の時、

(2-2-1) L 、またはピレンが、それぞれ Ar^{1a} および Ar^{2a} 上の異なる結合位置に結合しているか、

(2-2-2) L 、またはピレンが、 Ar^{1a} および Ar^{2a} 上の同じ結合位置に結合している場合、

L 、または Ar^{1a} および Ar^{2a} のピレンにおける置換位置が1位と6位、または2位と7位である場合はない。)

【請求項3】

請求項1に記載のホスト材料であって、

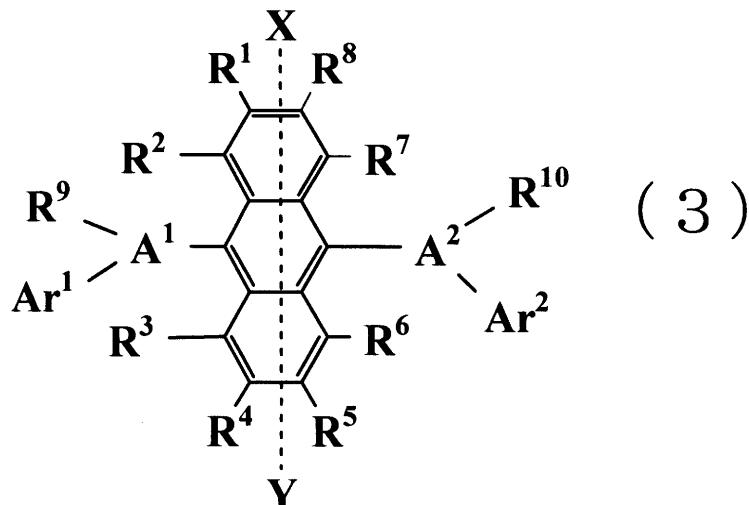
前記アントラセン誘導体は、下記式(3)で表される非対称型アントラセン誘導体である

ことを特徴とするホスト材料。

20

30

【化3】



(式(3)中、 A^1 及び A^2 は、それぞれ独立に、水素原子、又は置換もしくは無置換の核炭素数6から50の芳香族環基である。

R^1 から R^{10} は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数6から50の芳香族環基、置換もしくは無置換の核炭素数5から50の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルキル基、置換もしくは無置換のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6から50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシリル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基またはヒドロキシリル基から選ばれる。

Ar^1 、 Ar^2 、 R^9 および R^{10} は、それぞれ複数であっても良く、隣接するもの同士で飽和もしくは不飽和の環状構造を形成していてもよい。

ただし、式(3)において、中心のアントラセンの9位および10位に、前記アントラセン上に示すX-Y軸に対して対称型となる基が結合する場合はない。)

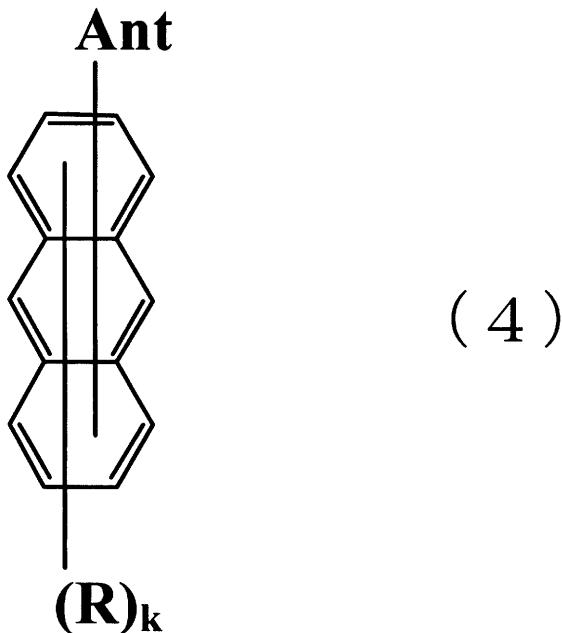
【請求項4】

30

請求項1に記載のホスト材料であって、

前記アントラセン誘導体は、下記式(4)で表されるビスマントラセン誘導体であることを特徴とするホスト材料。

【化4】



10

20

30

40

50

(式(4)中、Antは、アントラセン誘導体であり、置換されてもよい。)

Rは、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数6から50のアリール基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数3から50のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6から50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシリル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基およびヒドロキシ基から選ばれる。また、隣接する置換基同士は互いに結合して飽和または不飽和の環状構造を形成してもよい。

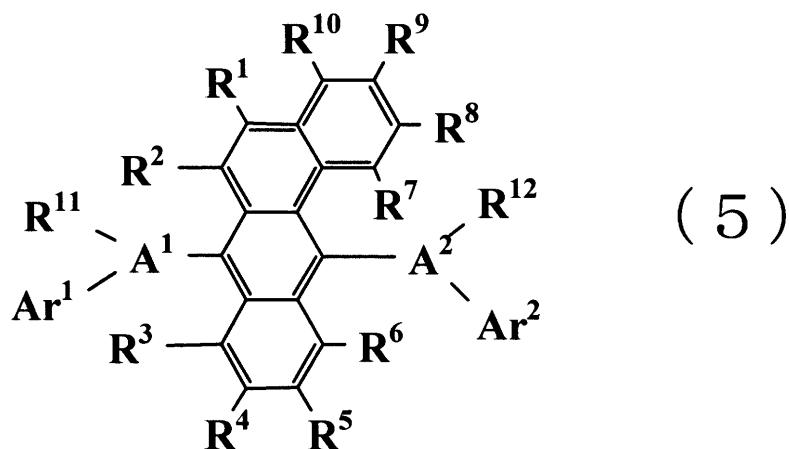
Kは0から9の整数である。)

【請求項5】

請求項1に記載のホスト材料であって、

前記アントラセン誘導体は、下記式(5)で表されるベンズアントラセン誘導体であることを特徴とするホスト材料。

【化5】



(式(5)中、A¹及びA²は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数6から50の芳香族環基である。)

R¹からR¹⁻²は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数6から50の芳香族環基、置換もしくは無置換の核炭素数5から50の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルキル基、置換もしくは無置換のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6から50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基またはヒドロキシル基から選ばれる。)

A_r¹、A_r²、R¹⁻¹およびR¹⁻²は、それぞれ複数であっても良く、隣接するもの同士で飽和もしくは不飽和の環状構造を形成していてもよい。)

10

【請求項6】

燐光発光性ドーパントと請求項1から請求項5のいずれかに記載のホスト材料とを含有する発光層を備える有機EL素子であって、

前記燐光発光性ドーパントは、中心金属がイリジウム、白金、オスミウム、ルテニウム、レニウムの少なくともいずれかの有機金属錯体である

ことを特徴とする有機EL素子。

【請求項7】

請求項6に記載の発光層である第1発光層と、

第2ホスト材料を含有する第2発光層と、を備え

前記第2発光層は、前記ホスト材料と、前記燐光発光性ドーパントとは異なる波長で発光するドーパントを含有する

ことを特徴とする有機EL素子。

【請求項8】

請求項1から請求項5のいずれかに記載のホスト材料と請求項6に記載の燐光発光性ドーパントとを有する発光層を備え、

前記発光層は、さらに前記燐光発光性ドーパントとは異なる波長で発光するドーパントを含有する

ことを特徴とする有機EL素子。

【請求項9】

請求項7または請求項8に記載の有機EL素子において、

前記燐光発光性ドーパントとは異なる波長で発光するドーパントは、前記燐光発光性ドーパントよりも短波長で発光する

ことを特徴とする有機EL素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子(EL素子)に関する。特に、赤色に発光する発光層を備えた有機EL素子に関する。

【背景技術】

【0002】

陽極と陰極との間に有機発光層を備え、有機発光層に注入された正孔と電子との再結合によって生じる励起子(エキシトン)エネルギーから発光を得る有機エレクトロルミネッセンス素子(有機EL素子)が知られている。

このような有機EL素子は、自発光型素子としての利点を活かし、発光効率、画質、消費電力さらには薄型のデザイン性に優れた発光素子として期待されている。

【0003】

有機EL素子の更なる改善点として発光効率の点があり、この点、内部量子効率を高めるため、3重項励起子から発光を得る燐光材料の開発が進められ、最近では燐光発光を利用した有機EL素子が報告されている。

このような燐光材料を用いることにより75%以上、理論上100%近い値の内部量子

20

30

40

50

効率を実現でき、高効率、低消費電力の有機EL素子が得られる。

【0004】

また、発光材料を有機EL素子のなかで利用するにあたっては、ホスト材料にドーパント材料をドーピングするドーピング法が知られている。

そして、注入されたエネルギーから効率よく励起子を生成するとともに励起子エネルギーを効率よく発光に繋げるため、ホストで生成された励起子エネルギーをドーパントに移動させ、ドーパントから発光が得られる構成が採用される。

【0005】

ここで、ホストからドーパントに分子間エネルギー移動を行うためには、ホストのエネルギーギャップ Eg_H がドーパントのエネルギーギャップ Eg_D よりも大きいことが必要である。

3重項エネルギーギャップが有効に大きい材料としては、CBP(4,4'-bis(N-carbazolyl)biphenyl)が代表的に知られている。

このCBPをホストとすれば、所定の発光波長(例えば、緑、赤)を示す発光材料に3重項励起子間でエネルギー移動させて高効率の発光素子を得ることができる。

【0006】

しかしながら、CBPをホストとして使用すると、素子寿命が短く、実用に適さないという問題があった。(例えば、1000nitで半減寿命2000時間)

これは、CBPの分子構造上の安定性が高くないため、電流にさらされた際に生じる分子の劣化が激しいためと考えられる。

【0007】

さらに、近年では、各種アプリケーションへの応用から色純度を高める必要がある。

特に深い赤色に発光する発光層を備えた有機EL素子が求められており、赤色発光材料として、例えば、白金(II)(2-(2'-((4',5'-ベンゾチエニル)ピリジナートN, C^{3'})(アセチルアセトネート)(btp(Pt)acac)が開示されている(特許文献1)。

CBPは $Eg(T)$ が大きいものの、 $Eg(S)$ も大きく、電荷の注入に大きな電圧が必要となる。このため電流効率は高いが、電力効率は低い。また、 $Eg(S)$ が周辺材料に対して大きいため電荷の閉じ込めが困難であり、周辺材への電荷のもれ、エネルギー移動が起こり、効率の低下と周辺材の劣化による寿命低下がおこる。

また、非効率なエネルギー効率のもとで発光輝度を上げるために駆動電圧を高くすると、エネルギー効率も良くないうえに、素子の劣化速度も速くなるという問題が生じる。

【0008】

そこで、上記問題を解消するため、長波長発光の発光材料のホストとしてはCBPではなく、例えば、Ba1q(ビス-(2-メチル-8-キノリノレート)-4-(フェニルフェノレート)アルミニウム)やa1q(トリス(8-キノリノール)アルミニウム)を用いることにより性能が向上した有機EL素子が提供されることが開示されている(例えば、特許文献2)。

【0009】

【特許文献1】米国出願2002/182441号公開公報

【特許文献2】WO2004/060026号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、Ba1qやa1qは代表的な電子輸送性材料であるため、発光層のホスト材料として使用した場合の性能には限界があり、具体的には、駆動電圧の上昇および素子寿命の劣化という問題が生じる。

すなわち、発光層において励起子生成を行うにあたり、電子注入および電子輸送は容易である一方、Ba1qやa1qに正孔を注入することには困難がある。無理に正孔を注入するためには、印加電圧を高くしなければならず、駆動電圧の上昇という問題が生じる。

10

20

30

40

50

また、これら材料はホール耐性が弱いことから正孔にさらされた際の分子劣化が激しく、素子寿命の劣化に繋がるという問題がある。

【0011】

本発明の目的は、高性能な発光用ホスト材料を提供することにある。

特に、赤色の発光発光層を構成するにあたり好適なホスト材料を提供することにある。

さらに、このホスト材料を用い、高性能な有機EL素子を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明のホスト材料は、発光発光性ドーパントと組み合わされて発光材料を構成するホスト材料であって、金属錯体に配位しない置換または無置換の多環式縮合芳香族骨格部を有し、この多環式縮合芳香族骨格部の核原子数は14から30であって、前記ホスト材料の最低励起3重項エネルギーギャップが1.71eV以上2.09eV以下であることを特徴とする。

このため、本発明のホスト材料は、3重項エネルギーギャップEg(T)が1.71eV以上2.09eV以下であるので、ホスト材料で生成された3重項励起子エネルギーは発光発光性ドーパントに分子間エネルギー移動が可能である。

その結果、効率よく励起子生成できるとともに、発光発光性ドーパントを効率よく発光させて、赤色の発光発光を得ることができる。

【0013】

従来は、発光発光層のホスト材料としては3重項エネルギーギャップが大きいことからCBPが代表的に用いられていたが、寿命が短い欠点が致命的であった。

この点、本発明のホスト材料は、分子の安定性が高く、長寿命のホスト材料とできる。

そして、本発明のホスト材料の3重項エネルギーギャップは1.71eV以上2.09eV以下であることからCBPのように緑から赤色まで短波長の発光発光材料のホストまで共通に使えるものではないが、むしろ、赤色の発光錯体のEg(T)に非常にマッチングしており、効率のよい分子間エネルギー移動に格段に高効率な赤色発光層を構成することが可能となる。

このように本発明のホスト材料によれば、従来に比べて長寿命かつ高効率な赤色発光層を構成することができる。

【0014】

ここで、ホスト材料の3重項エネルギーギャップEgは、発光スペクトルに基づいて規定することが例として挙げられ、例えば、本発明にあっては以下のように規定することが例として挙げられる。

すなわち、各材料をEPA溶媒(容積比でジエチルエーテル：イソペンタン：エタノール=5:5:2)に10μmol/Lで溶解し、発光測定用試料とする。

そして、発光測定用試料を石英セルに入れ、77Kに冷却し、励起光を照射し、放射される発光を波長に対して測定する。

得られた発光スペクトルの短波長側の立ちあがりに対して接線を引き、該接線をエネルギーに換算した値を3重項エネルギーギャップEgとする。

なお、測定には市販の測定装置F-4500(日立製)を用いることができる。

ただし、このような規定によらず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で3重項エネルギーギャップとして定義できる値であればよい。

【0015】

また、本発明のホスト材料は、前記ホストは、下記式(1)で表されるアントラセン誘導体または下記式(2)で表されるピレン誘導体であることが好ましい。

【0016】

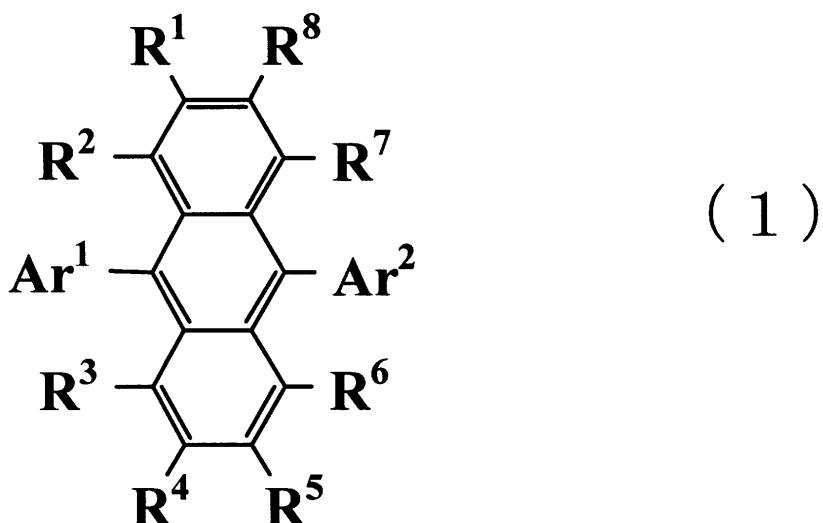
10

20

30

40

【化 1】



【 0 0 1 7 】

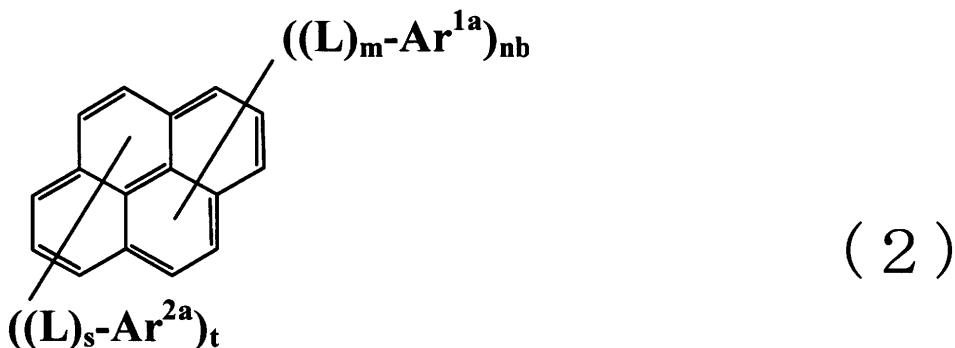
(式(1)中、 Ar^1 および Ar^2 は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数 6 から 20 の芳香族環から誘導される基である。前記芳香族環は、1 または 2 以上の置換基で置換されていてもよい。前記置換基は、置換もしくは無置換の核炭素数 6 から 50 のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 1 から 50 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 3 から 50 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 から 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の核炭素数 6 から 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 から 50 のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 から 50 のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 から 50 のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基およびヒドロキシ基から選ばれる。前記芳香族環が 2 以上の置換基で置換されている場合、前記置換基は同一であっても、異なっていても良く、隣接する置換基同士は互いに結合して飽和または不飽和の環状構造を形成していてもよい。

R¹ から R⁸ は、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数 6 から 50 のアリール基、置換もしくは無置換の核原子数 5 から 50 のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 1 から 50 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 3 から 50 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 から 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 から 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 から 50 のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 から 50 のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 から 50 のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基およびヒドロキシ基から選ばれる。また、隣接する置換基同士は互いに結合して飽和または不飽和の環状構造を形成していくよい

5

【 0 0 1 8 】

【化2】



10

【0019】

(式(2)中、 Ar^{1a} および Ar^{2a} は、それぞれ置換もしくは無置換の核炭素数6から50の芳香族環基である。

L は、それぞれ置換もしくは無置換のフェニレン基、置換もしくは無置換のナフタレン基、置換もしくは無置換のフルオレニレン基または置換もしくは無置換のジベンゾシリレン基である。

m は0から2の整数、 n b は1から4の整数、 s は0から2の整数、 t は0から4の整数である。

また、 L または Ar^{1a} は、ピレンの1から5位のいずれかに結合し、 L または Ar^{2a} は、ピレンの6から10位のいずれかに結合する。

ただし、 n b + t が偶数のとき、 Ar^{1a} 、 Ar^{2a} 、 L は下記(1)又は(2)を満たす。

(1) $Ar^{1a} = Ar^{2a}$ (ここで $=$ は、異なる構造の基であることを示す。)

(2) $Ar^{1a} = Ar^{2a}$ の時

(2-1) $m = s$ および n b = t 、又は

(2-2) $m = s$ かつ n b = t の時、

(2-2-1) L 、またはピレンが、それぞれ Ar^{1a} および Ar^{2a} 上の異なる結合位置に結合しているか、

(2-2-2) L 、またはピレンが、 Ar^{1a} および Ar^{2a} 上の同じ結合位置に結合している場合、

L 、または Ar^{1a} および Ar^{2a} のピレンにおける置換位置が1位と6位、または2位と7位である場合はない。)

【0020】

本発明において、アントラセン誘導体またはピレン誘導体を波長領域623nm以上720nm以下の発光材料のホストとして使用する。

本発明のアントラセン誘導体およびピレン誘導体は、分子の安定性が高く、長寿命のホスト材料とできる。

また、アントラセン誘導体またはピレン誘導体は正孔および電子に対して十分な移動度を示すため、電荷注入が効率よく行われ、ホスト材料として励起子生成を効率よく行うことができる。

【0021】

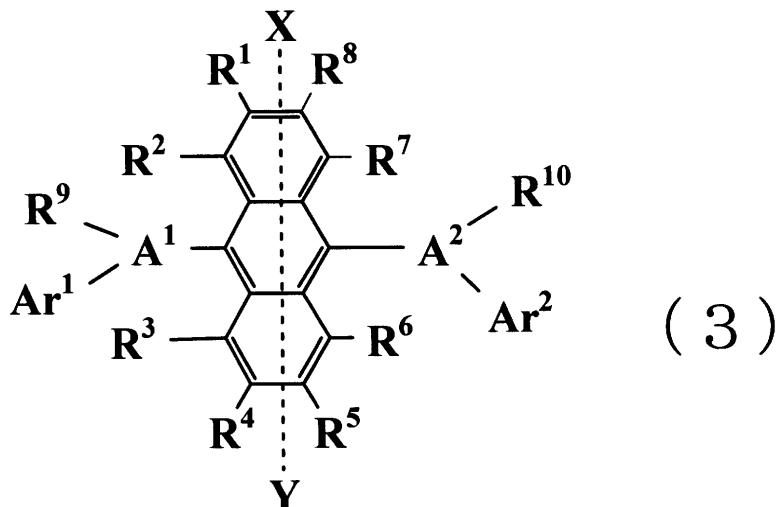
本発明では、前記アントラセン誘導体は、下記式(3)で表される非対称型アントラセン誘導体であることが好ましい。

20

30

40

【化3】



10

【0022】

(式(3)中、 A^1 及び A^2 は、それぞれ独立に、水素原子、又は置換もしくは無置換の核炭素数6から50の芳香族環基である。

R^1 から R^{10} は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数6から50の芳香族環基、置換もしくは無置換の核炭素数5から50の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルキル基、置換もしくは無置換のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6から50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基またはヒドロキシル基から選ばれる。

Ar^1 、 Ar^2 、 R^9 および R^{10} は、それぞれ複数であっても良く、隣接するもの同士で飽和もしくは不飽和の環状構造を形成していてもよい。

ただし、式(3)において、中心のアントラセンの9位および10位に、前記アントラセン上に示すX-Y軸に対して対称型となる基が結合する場合はない。)

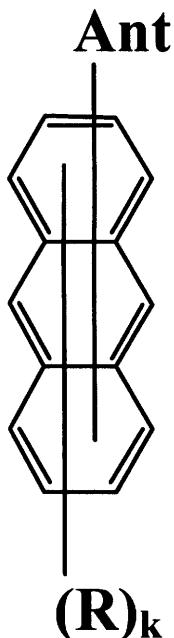
20

30

【0023】

本発明では、前記アントラセン誘導体は、下記式(4)で表されるビスマントラセン誘導体であることが好ましい。

【化4】



(4)

10

【0024】

20

(式(4)中、Antは、アントラセン誘導体であり、置換されていてもよい。)

Rは、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数6から50のアリール基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数3から50のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6から50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシリル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基およびヒドロキシ基から選ばれる。また、隣接する置換基同士は互いに結合して飽和または不飽和の環状構造を形成してもよい。)

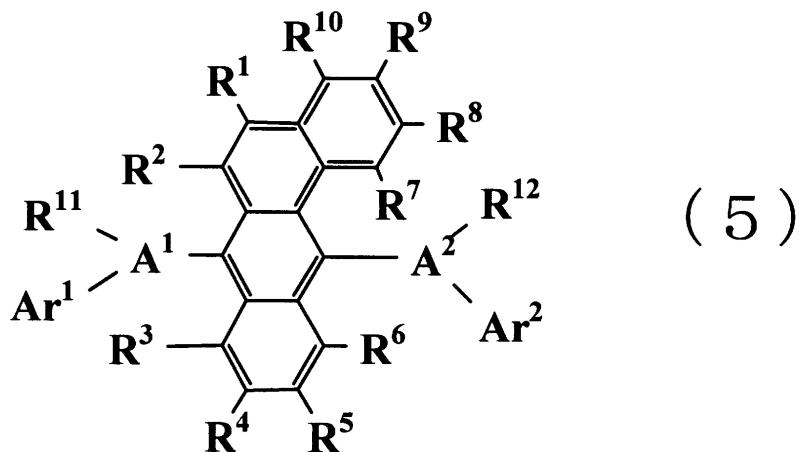
30

Kは0から9の整数である。)

【0025】

本発明では、前記アントラセン誘導体は、下記式(5)で表されるベンズアントラセン誘導体であることが好ましい。

【化5】



(5)

40

【0026】

(式(5)中、A¹及びA²は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数6から

50

50の芳香族環基である。

R¹からR¹⁻²は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数6から50の芳香族環基、置換もしくは無置換の核炭素数5から50の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルキル基、置換もしくは無置換のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6から50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基またはヒドロキシル基から選ばれる。)

Ar¹、Ar²、R¹⁻¹およびR¹⁻²は、それぞれ複数であっても良く、隣接するもの同士で飽和もしくは不飽和の環状構造を形成していてもよい。)

【0027】

本発明の有機EL素子は、燐光発光性ドーパントと上述したホスト材料とを含有する発光層を備える有機EL素子であって、前記燐光発光性ドーパントは、中心金属がイリジウム、白金、オスミウム、ルテニウム、レニウムの少なくともいずれか一種の有機金属錯体であることを特徴とする。

燐光発光性ドーパントは、一種類であることが通常であるが、燐光発光性ドーパントが複数添加されてもよい。

【0028】

また、本発明の有機EL素子は、上述の発光層である第1発光層と、第2ホスト材料を含有する第2発光層と、を備え、前記第2発光層は、前記ホスト材料と、前記燐光性ドーパントとは異なる波長で発光するドーパントを含有することが好ましい。蛍光性発光ドーパントは、アミンドーパントまたはフルオランテンドーパントとすることが例として挙げられる。

【0029】

さらに、本発明の有機EL素子は、上述のホスト材料と上述の燐光発光性ドーパントとを有する発光層を備え、前記発光層は、さらに前記燐光発光性ドーパントとは異なる波長で発光するドーパントを含有していることが好ましい。

すなわち、一の発光層中に二以上のドーパントが含有されている。発光層に含有されているドーパントは、一または二以上の燐光発光性ドーパントと一または二以上の蛍光発光性ドーパントとがドープされていてもよい。

このような構成において、上述したホスト材料は、一重項エネルギーギャップEg(S)が十分に広く、蛍光発光性ドーパントのホスト材料としても好適である。

特に、青色発光ドーパントのホストとして好適である

ここで、蛍光発光性ドーパントがドープされる場合には、蛍光発光性ドーパントを青色にすると、全体として白色になる。

つまり、白色素子を簡便に製造することができる。

【0030】

そして、本発明の有機EL素子では、前記燐光発光性ドーパントとは異なる波長で発光するドーパントは、前記燐光発光性ドーパントよりも短波長で発光することが好ましい。

燐光発光性ドーパントとは異なる波長で発光するドーパントは、蛍光発光性ドーパントでも燐光発光性ドーパントでもよい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下、本発明の実施形態について説明する。

【0032】

(有機EL素子の構成)

以下、有機EL素子の素子構成について説明する。

(1) 有機EL素子の構成

本実施形態の有機EL素子は、図1に示すように、透光性の基板上に設けられた陽極と

10

20

30

40

50

、正孔注入層と、発光層と、電子輸送層と、電子注入層、陰極とをこの順で備えた構成を示すがこれに限られない。例えば

- (1) 陽極 / 発光層 / 陰極
- (2) 陽極 / 正孔注入層 / 発光層 / 陰極
- (3) 陽極 / 発光層 / 電子注入層 / 陰極
- (4) 陽極 / 正孔注入層 / 発光層 / 電子注入層 / 陰極
- (5) 陽極 / 有機半導体層 / 発光層 / 陰極
- (6) 陽極 / 有機半導体層 / 電子障壁層 / 発光層 / 陰極
- (7) 陽極 / 有機半導体層 / 発光層 / 付着改善層 / 陰極
- (8) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子注入層 / 陰極
- (9) 陽極 / 絶縁層 / 発光層 / 絶縁層 / 陰極
- (10) 陽極 / 無機半導体層 / 絶縁層 / 発光層 / 絶縁層 / 陰極
- (11) 陽極 / 有機半導体層 / 絶縁層 / 発光層 / 絶縁層 / 陰極
- (12) 陽極 / 絶縁層 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 絶縁層 / 陰極
- (13) 陽極 / 絶縁層 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子注入層 / 陰極

などの構造を挙げることができる。

【0033】

図1は、本発明における一実施の形態にかかる有機EL素子の概略構成を示す図である。

【0034】

図1において、有機EL素子10は透光性の基板11上に設けられた陽極12と、正孔注入層13と、発光層14と、電子輸送層15と、電子注入層16と、陰極17とを備える。

【0035】

(2) 透光性基板11

有機EL素子は、透光性の基板上に作製する。ここでいう透光性基板は有機EL素子を支持する基板であり、400～700nmの可視領域の光の透過率が50%以上で平滑な基板が好ましい。

具体的には、ガラス板、ポリマー板等が挙げられる。

ガラス板としては、特にソーダ石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガラス、アルミニノケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、石英等が挙げられる。

またポリマー板としては、ポリカーボネート、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルファイド、ポリサルファン等を挙げることができる。

【0036】

(3) 陽極12

陽極12としては、仕事関数の大きい(例えば、4.0eV以上)金属、合金、電気伝導性化合物又はこれらの混合物を使用することが好ましい。具体的には、インジウムチノキサイド(ITO)、インジウムジンクオキサイド、スズ、酸化亜鉛、金、白金、パラジウム等の1種を単独で、又は2種以上を組み合わせて使用することができる。

また、陽極12の厚さも特に制限されるものではないが、10～1,000nmの範囲内の値とするのが好ましく、10～200nmの範囲内の値とするのがより好ましい。

【0037】

(4) 発光層14

有機EL素子の発光層は以下の機能を併せ持つものである。

すなわち、

- (1) 注入機能；電界印加時に陽極又は正孔注入層より正孔を注入することができ、陰極又は電子注入層より電子を注入することができる機能、
- (2) 輸送機能；注入した電荷(電子と正孔)を電界の力で移動させる機能、
- (3) 発光機能；電子と正孔の再結合の場を提供し、これを発光につなげる機能、

10

20

30

40

50

がある。

ただし、正孔の注入されやすさと電子の注入されやすさに違いがあつてもよく、また、正孔と電子の移動度で表される輸送能に大小があつてもよいが、少なくともどちらか一方の電荷を移動することが好ましい。

この発光層を形成する方法としては、例えば蒸着法、スピンドルコート法、L B法等の公知の方法を適用することができる。

発光層は、特に分子堆積膜であることが好ましい。

ここで分子堆積膜とは、気相状態の材料化合物から沈着され形成された薄膜や、溶液状態又は液相状態の材料化合物から固体化され形成された膜のことであり、通常この分子堆積膜は、L B法により形成された薄膜（分子累積膜）とは凝集構造、高次構造の相違や、それに起因する機能的な相違により区分することができる。10

また、特開昭57-51781号公報に開示されているように、樹脂等の接着剤と材料化合物とを溶剤に溶かして溶液とした後、これをスピンドルコート法等により薄膜化することによっても、発光層を形成することができる。

さらに、発光層の膜厚は、好ましくは5~50nm、より好ましくは6~50nmである。5nm未満では発光層形成が困難となり、色度の調整が困難となる恐れがあり、50nmを超えると駆動電圧が上昇する恐れがある。

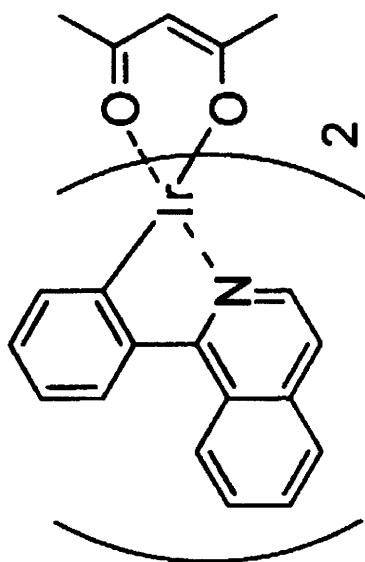
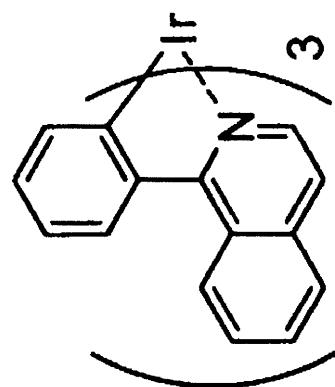
発光層14は、ホスト材料と発光発光用ドーパントとを含有した発光発光層である。

【0038】

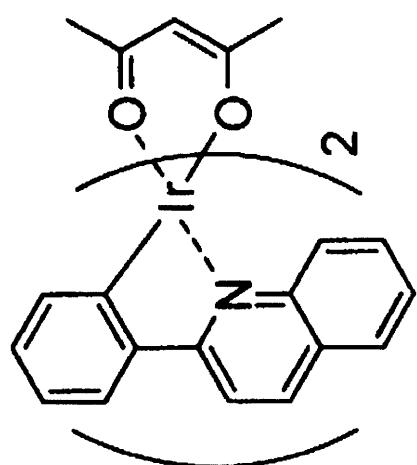
赤色発光用ドーパントの具体例としては、例えば、PQIr(iridium(III) bis(2-phenylquinolyl-N,C²')) acetylacetoneの他、下記の化合物が挙げられる。20

【0039】

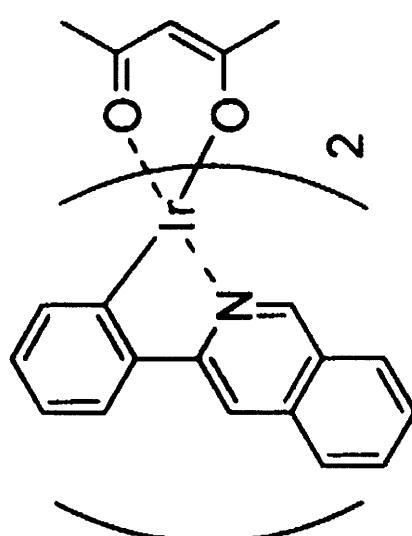
【化 6】



10



PQ | r



20

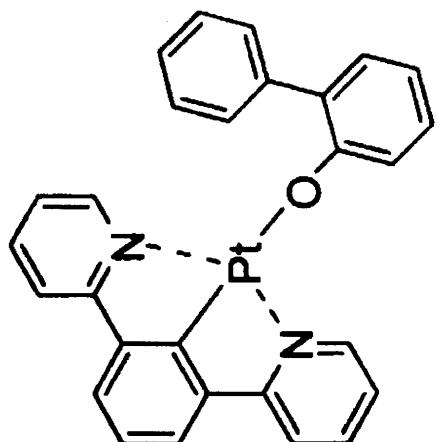
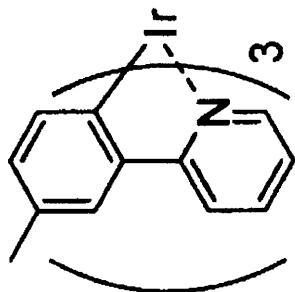
30

【0040】

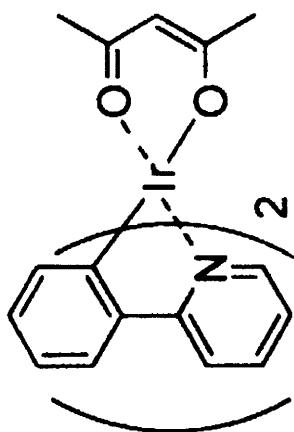
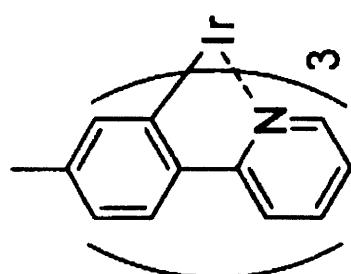
緑色発光用ドーパントの具体例としては、例えば、 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ (fac-tris(2-phenylpyridine) iridium)、の他、下記の化合物が挙げられる。

【0041】

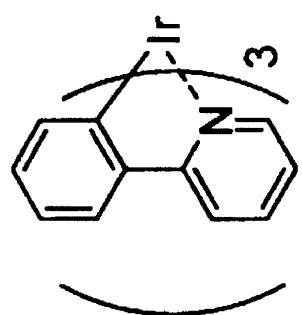
【化7】



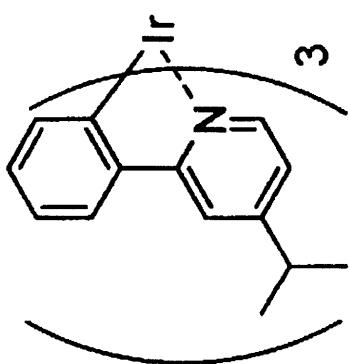
10



20



$\text{Ir}(\text{ppy})_3$



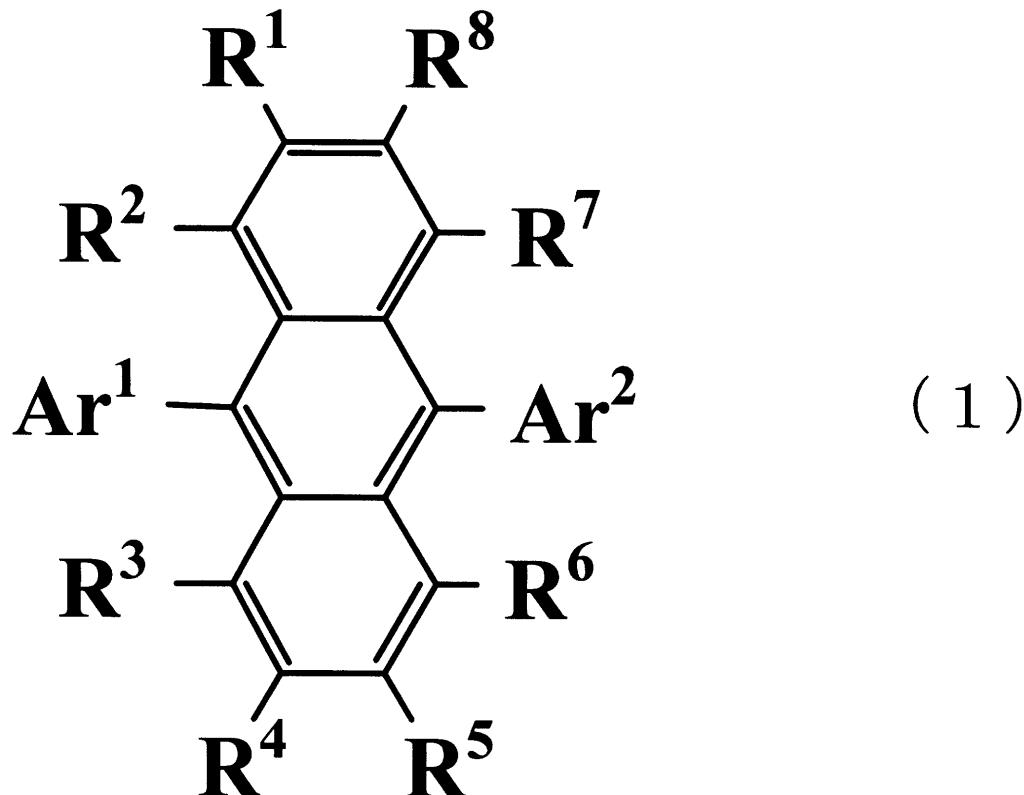
40

【0042】

本実施形態のホスト材料は、 $E_g(T)$ が1.71 eV以上2.09 eV以下、波長領域が623 nm以上720 nm以下であり、ドーパントと組み合わされる。このようなホスト材料として、例えば、下記式(1)で表されるアントラセン誘導体がある。

【0043】

【化 8】



【0 0 4 4】

(式(1)中、Ar¹およびAr²は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数6から20の芳香族環から誘導される基である。前記芳香族環は、1または2以上の置換基で置換されていてもよい。前記置換基は、置換もしくは無置換の核炭素数6から50のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数3から50のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の核炭素数6から50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基およびヒドロキシ基から選ばれる。前記芳香族環が2以上の置換基で置換されている場合、前記置換基は同一であっても、異なっていても良く、隣接する置換基同士は互いに結合して飽和または不飽和の環状構造を形成していてもよい。

30

R¹からR⁸は、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数6から50のアリール基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数3から50のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6から50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基およびヒドロキシ基から選ばれる。また、隣接する置換基同士は互いに結合して飽和または不飽和の環状構造を形成していてもよい。)

40

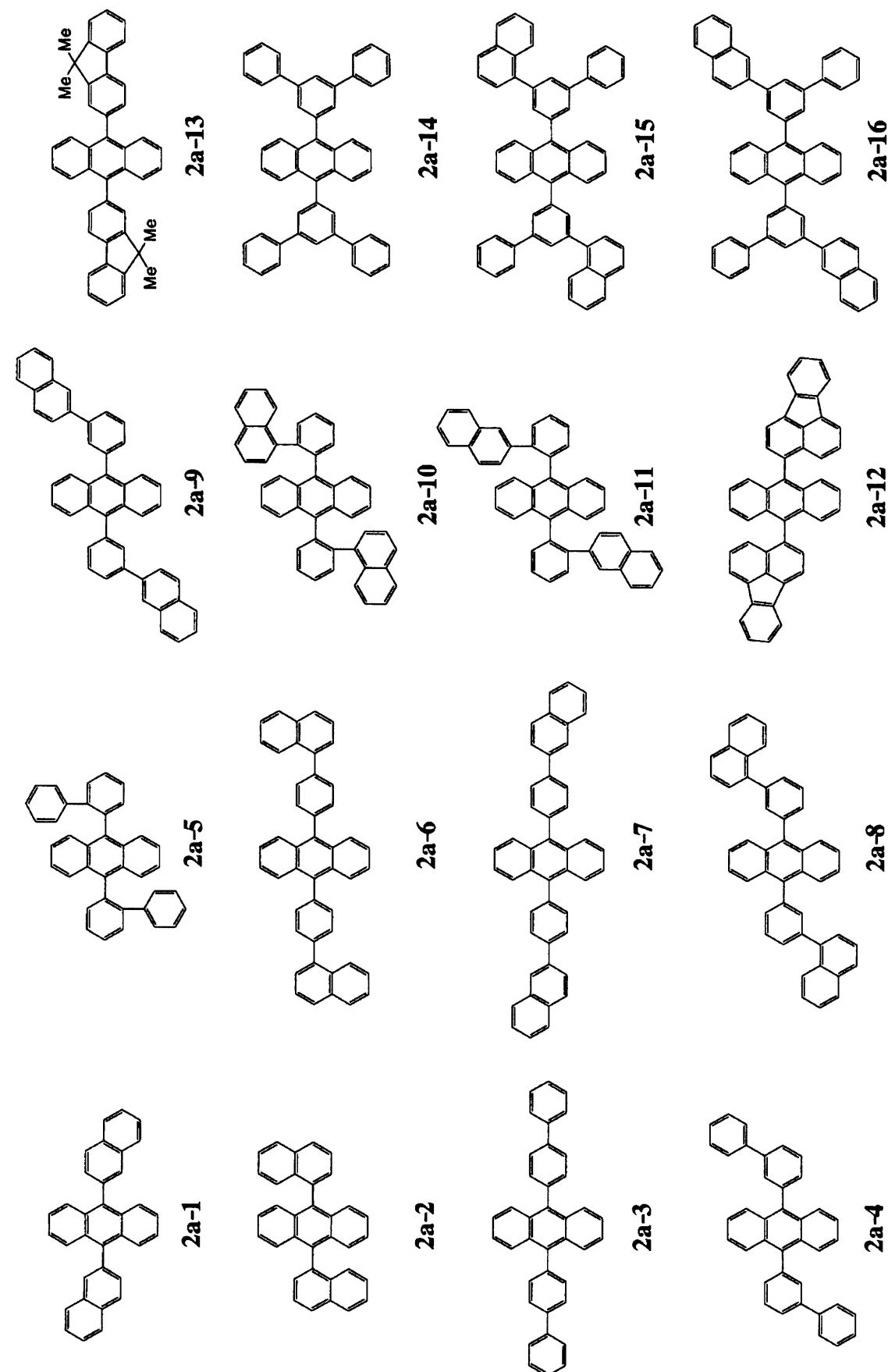
【0 0 4 5】

このようなアントラセン誘導体の具体例として下記の化7および化8の2a-49から2a-51が挙げられる。

【0 0 4 6】

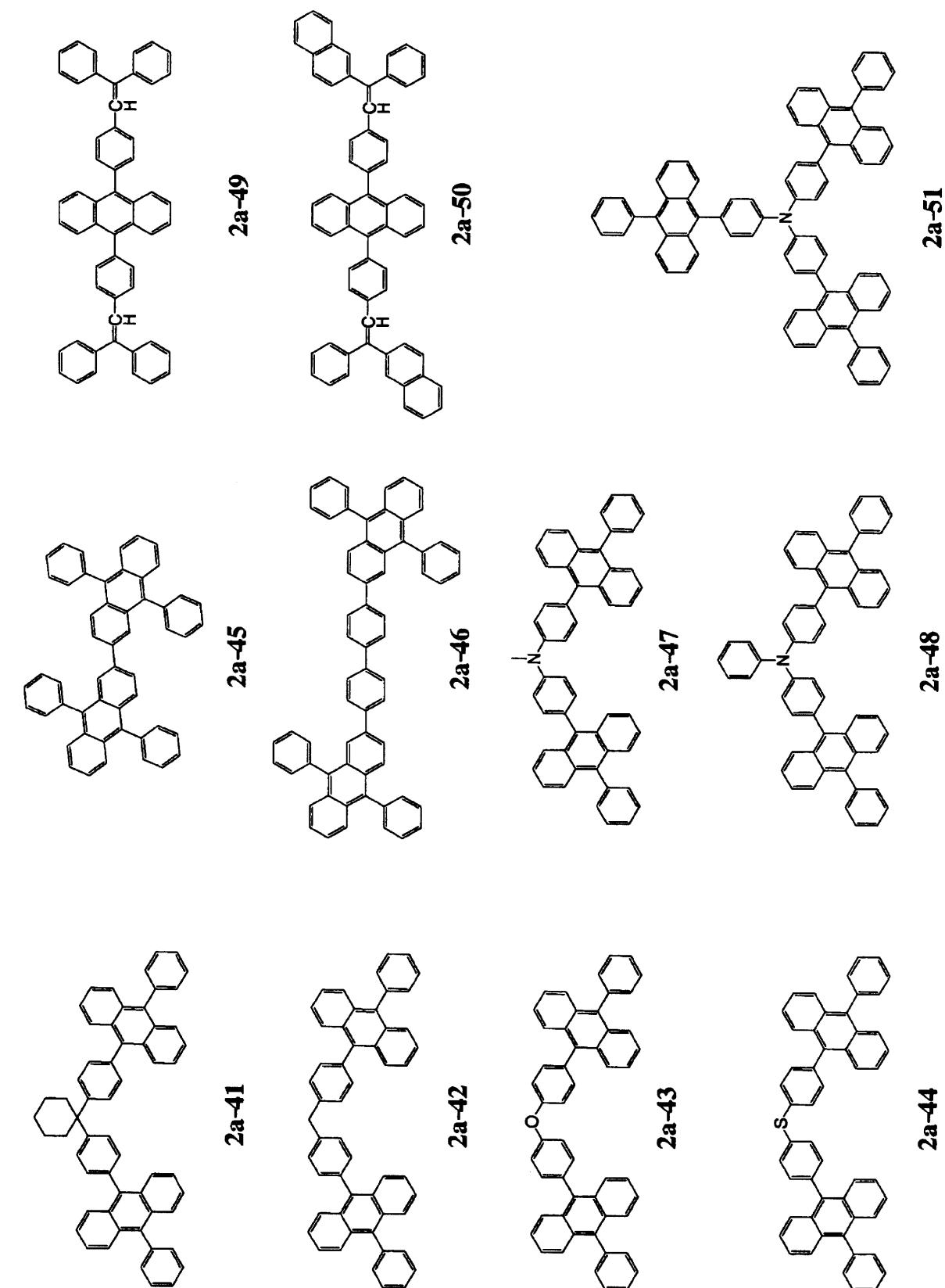
50

【化9】



【0 0 4 7】

【化10】

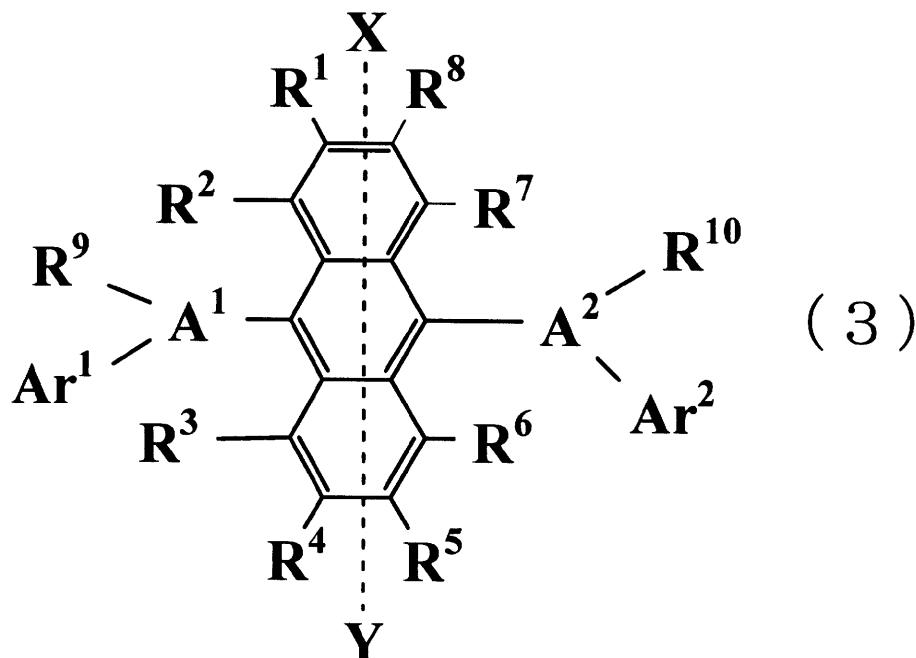


【0048】

また、式(1)で表されるアントラセン誘導体は、例えば、下記式(3)で表される非対称型アントラセンであってもよい。

【0049】

【化11】



10

20

【0050】

(式(3)中、A¹及びA²は、それぞれ独立に、水素原子、又は置換もしくは無置換の核炭素数6から50の芳香族環基である。

R¹からR¹⁰は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数6から50の芳香族環基、置換もしくは無置換の核炭素数5から50の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルキル基、置換もしくは無置換のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6から50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基またはヒドロキシル基から選ばれる。

Ar¹、Ar²、R⁹およびR¹⁰は、それぞれ複数であっても良く、隣接するもの同士で飽和もしくは不飽和の環状構造を形成していてもよい。

ただし、式(2)において、中心のアントラセンの9位および10位に、前記アントラセン上に示すX-Y軸に対して対称型となる基が結合する場合はない。)

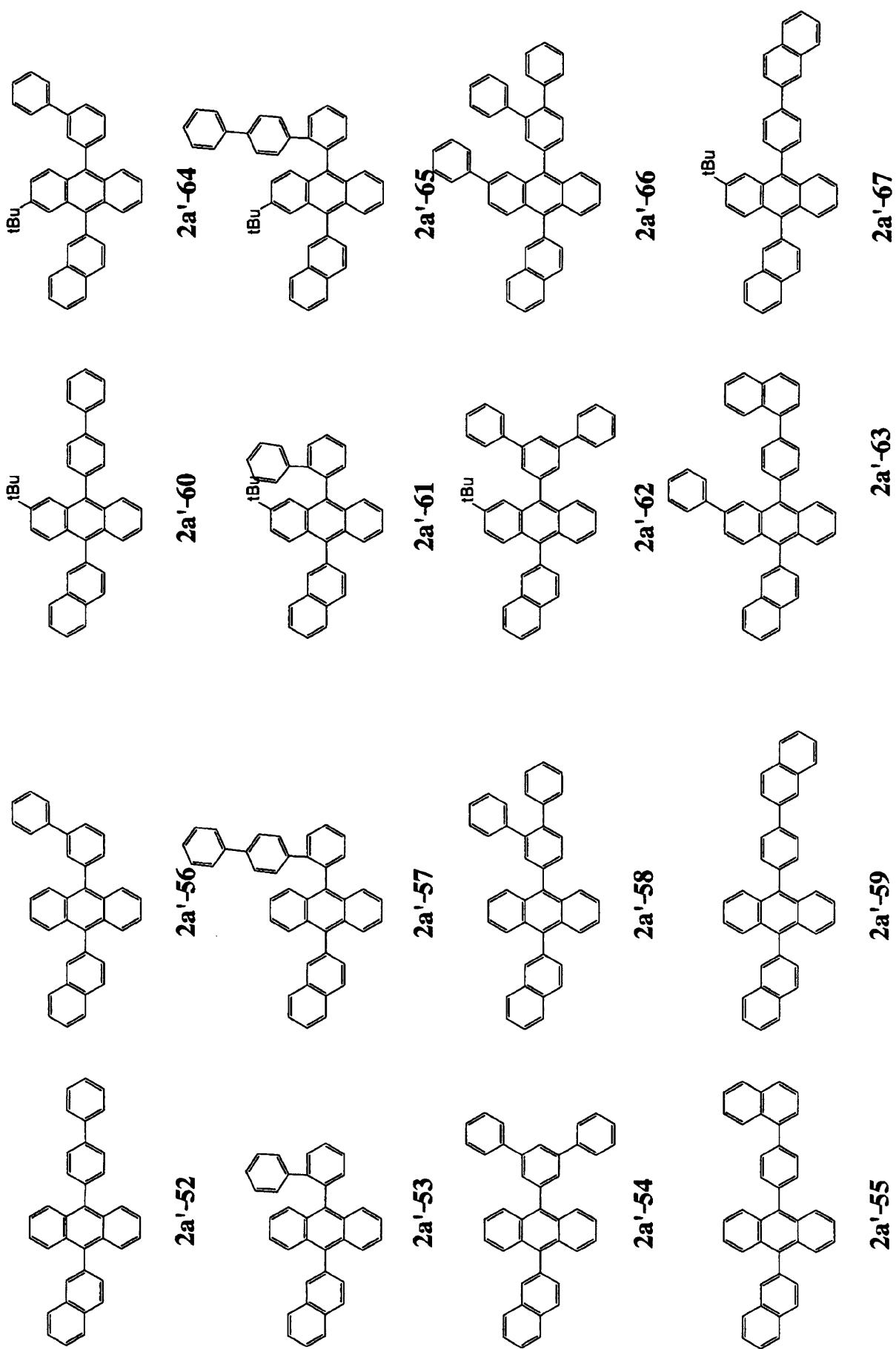
【0051】

このような非対称型アントラセン誘導体として、例えば、下記のようなものが挙げられる。

【0052】

30

【化12】



【0053】

50

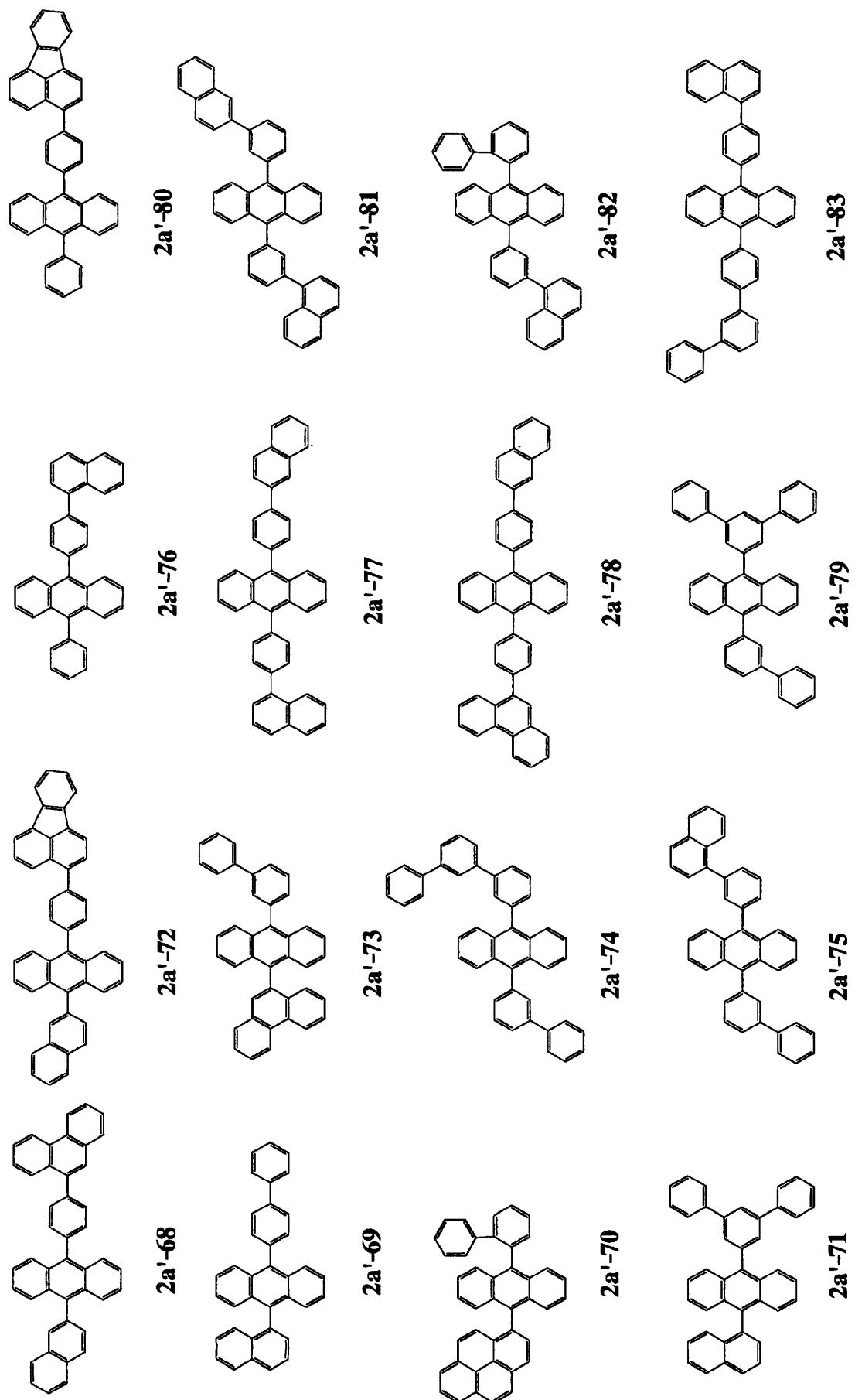
10

20

30

40

【化 1 3】



【 0 0 5 4 】

10

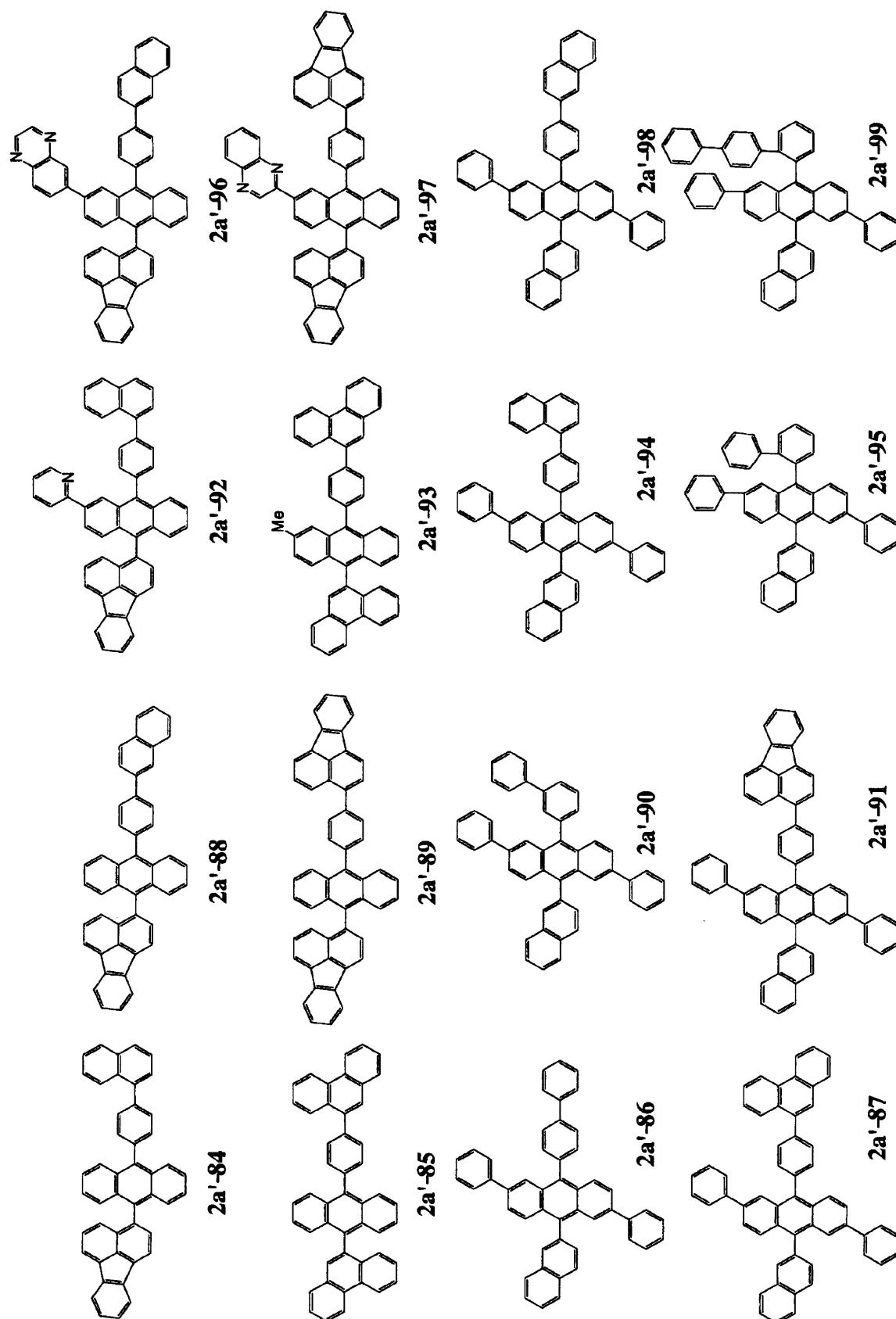
20

30

40

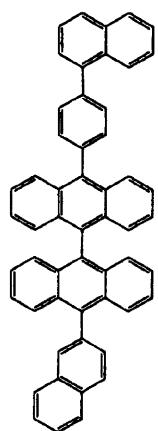
50

【化14】

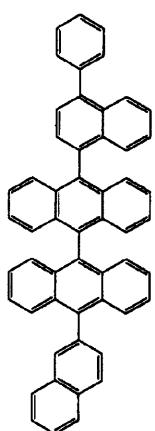


【0055】

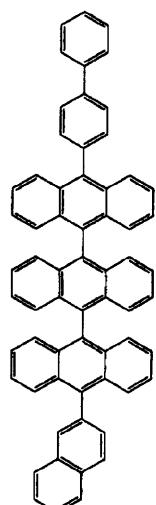
【化 15】



2a'-108



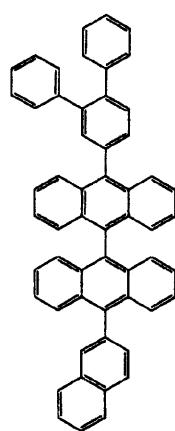
2a'-109



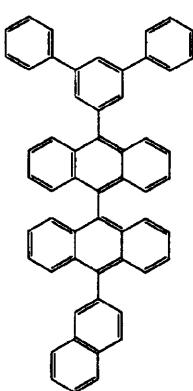
2a'-110

2a'-111

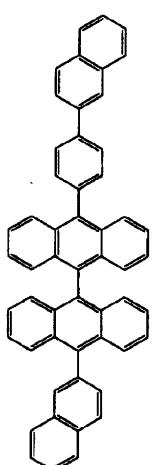
10



2a'-104



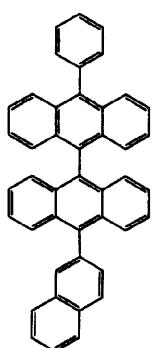
2a'-105



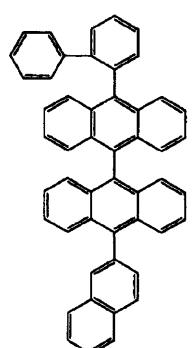
2a'-106

2a'-107

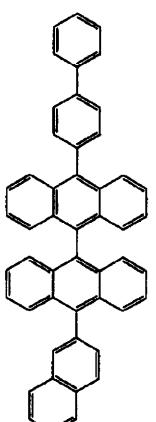
20



2a'-100



2a'-101



2a'-102

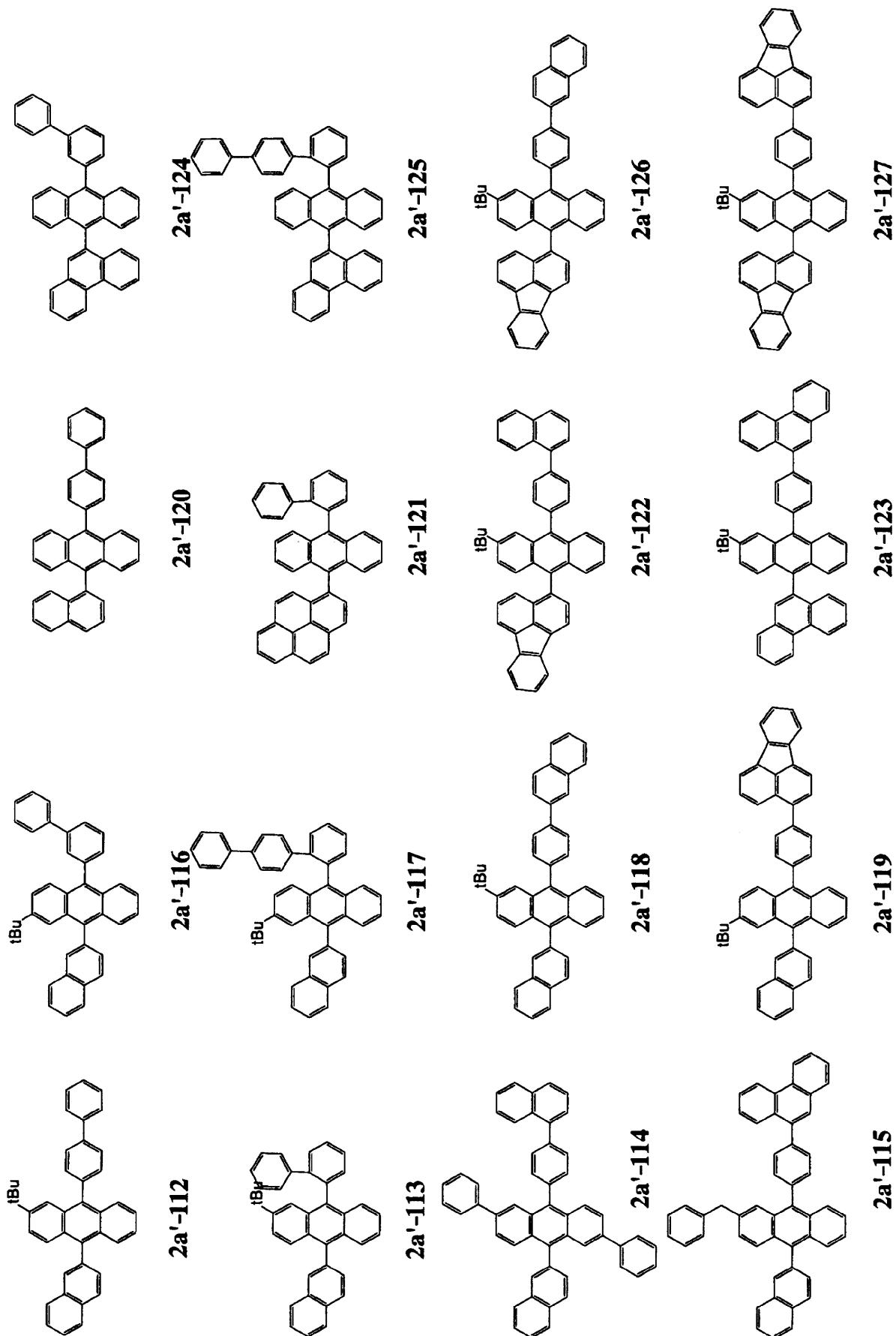
2a'-103

30

40

【 0 0 5 6 】

【化16】



【0057】

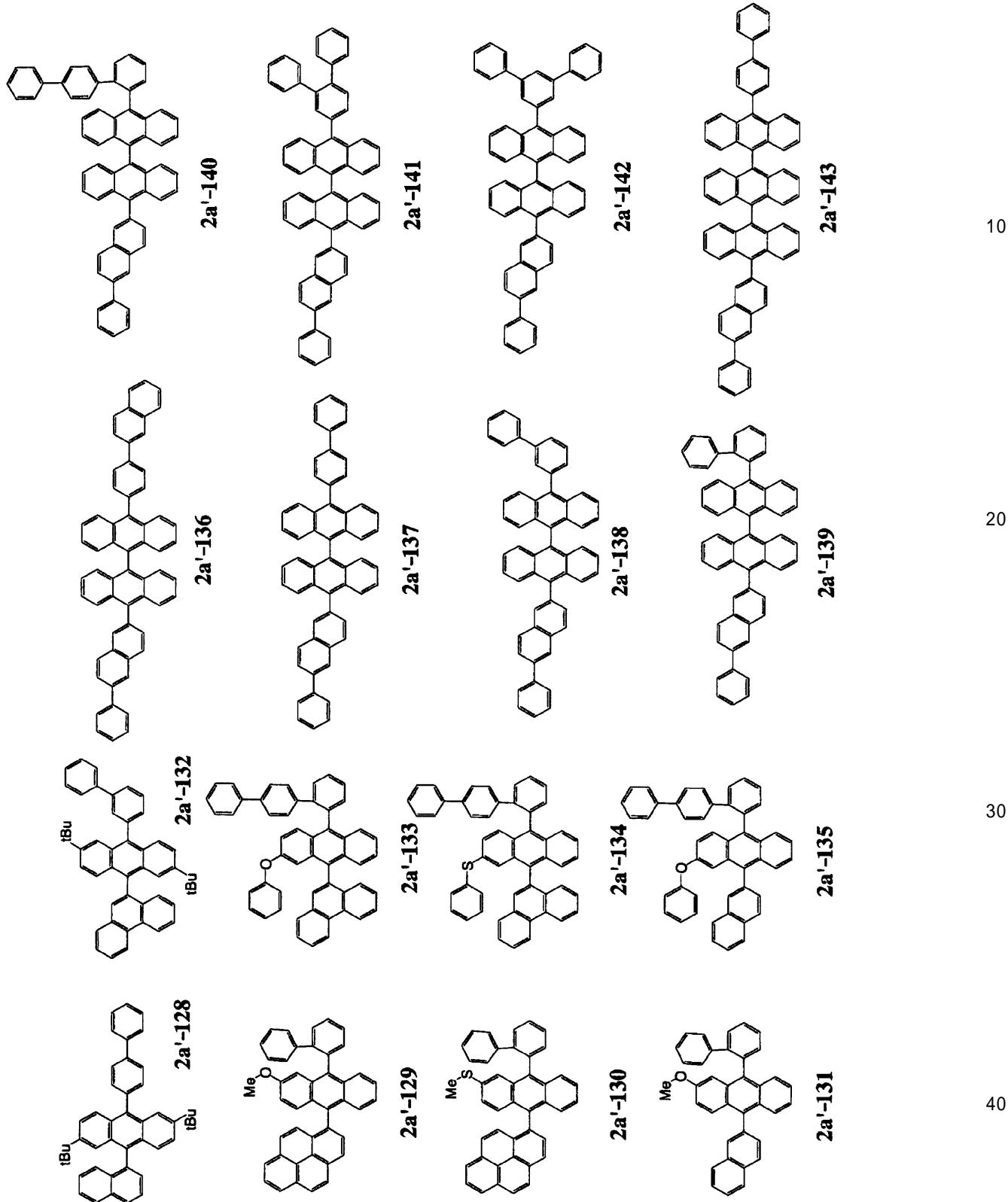
10

20

30

40

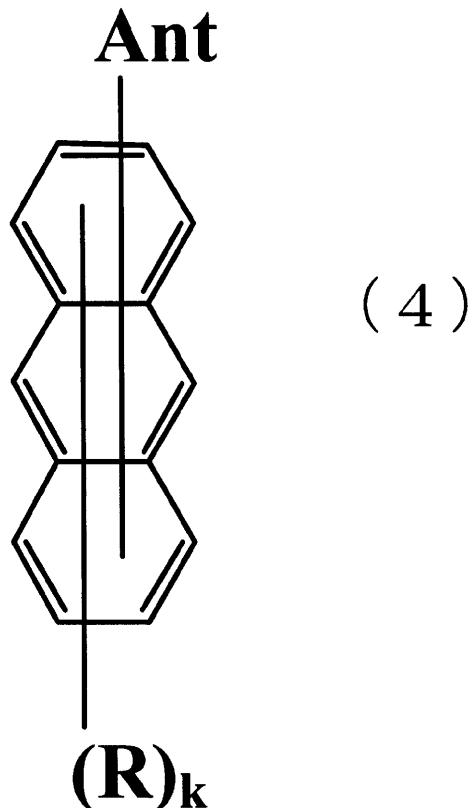
【化 1 7】



【 0 0 5 8 】

また、式(1)で表されるアントラセン誘導体は、下記式(4)で表されるピスアントラセン誘導体であってもよい。

【化18】



10

20

30

【0059】

(式中、Antは、アントラセン誘導体であり、置換されていてもよい。

Rは、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数6から50のアリール基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数3から50のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6から50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5から50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1から50のアルコキカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシリル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基およびヒドロキシ基から選ばれる。また、隣接する置換基同士は互いに結合して飽和または不飽和の環状構造を形成してもよい。

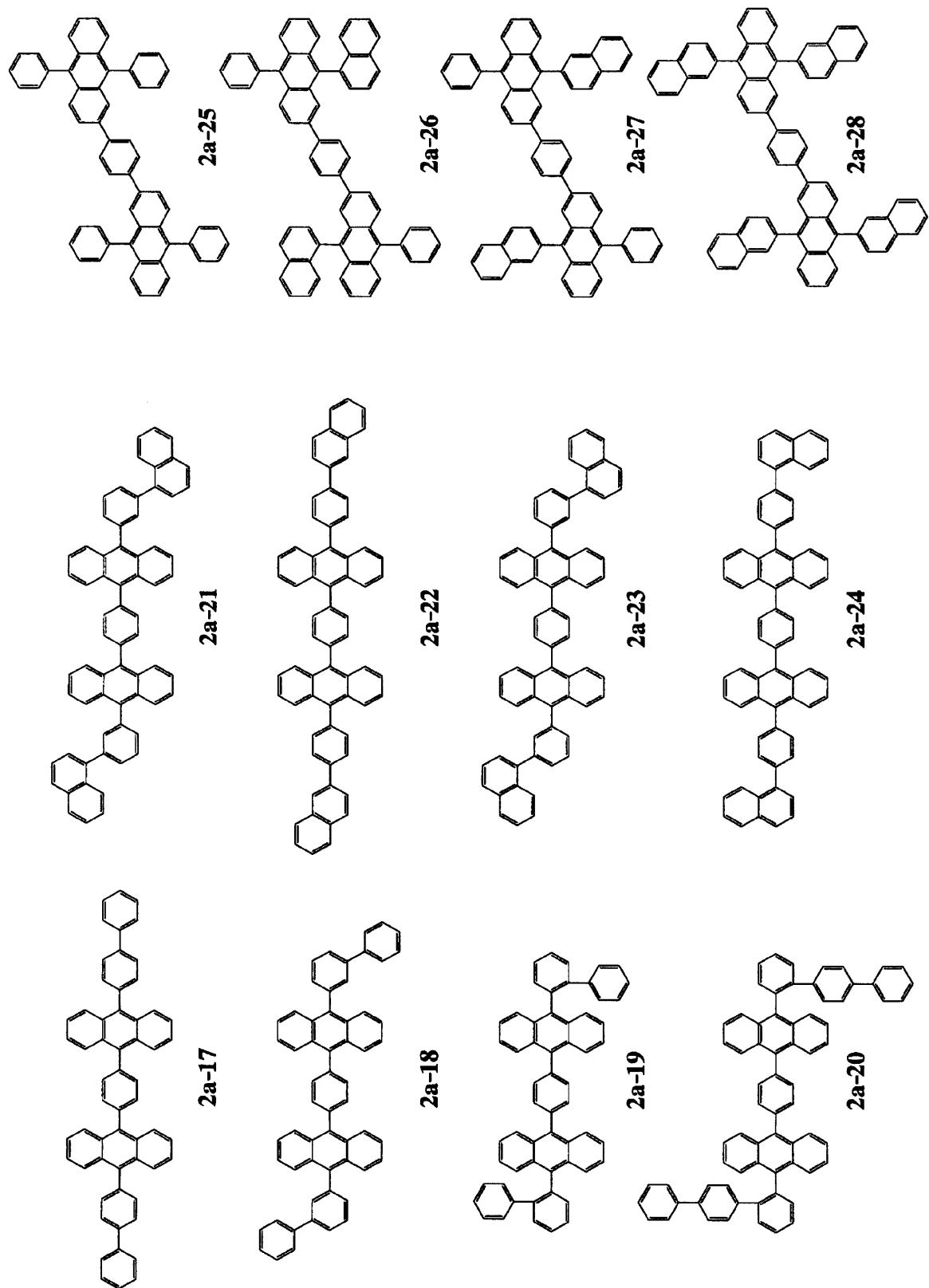
Kは0から9の整数である。)

【0060】

このようなビスマントラセン誘導体として、例えば、下記のようなものが挙げられる。具体的には、化8の2a-41から2a-48および化17、化18に示すものである。

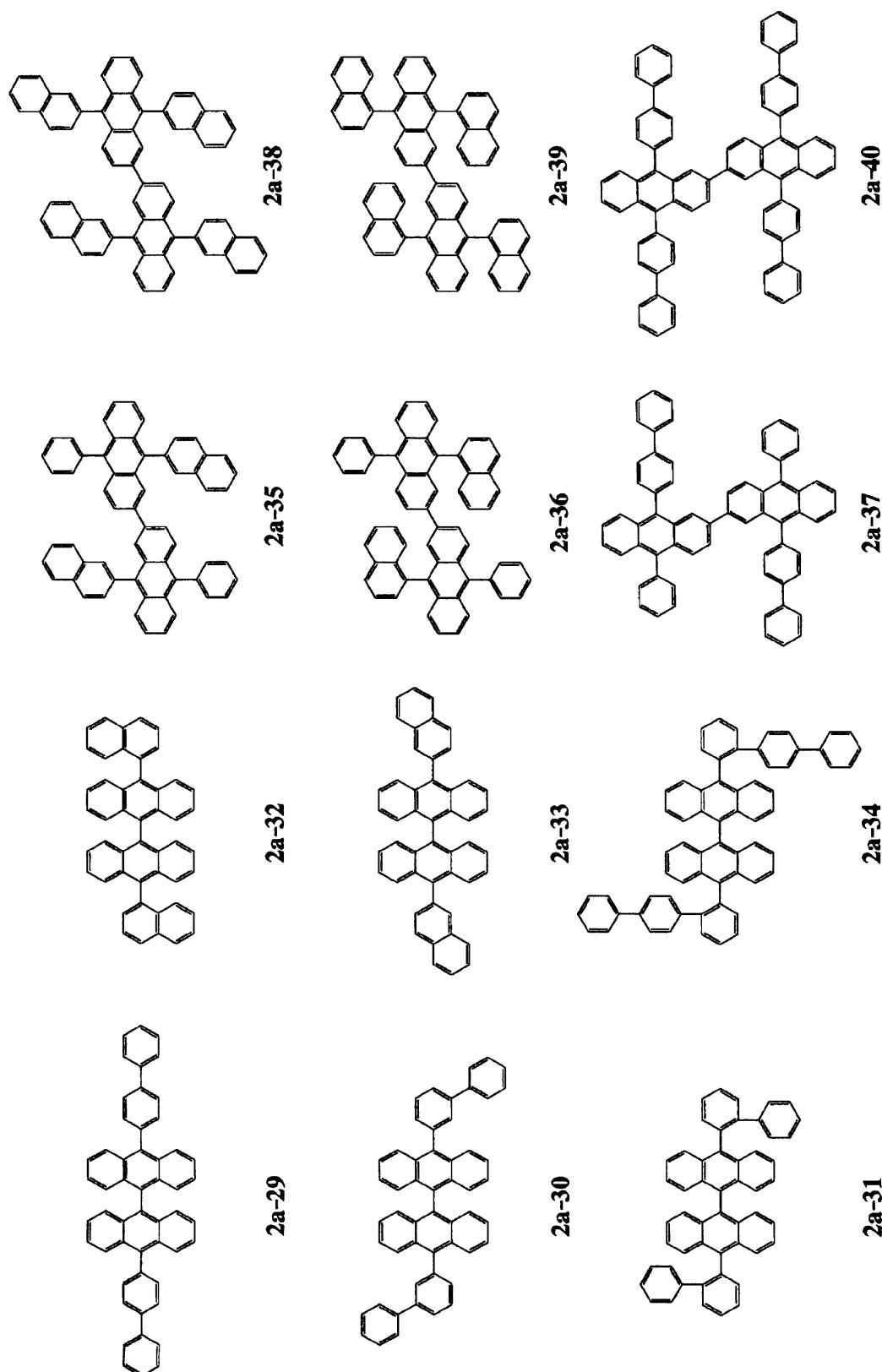
【0061】

【化19】



【0062】

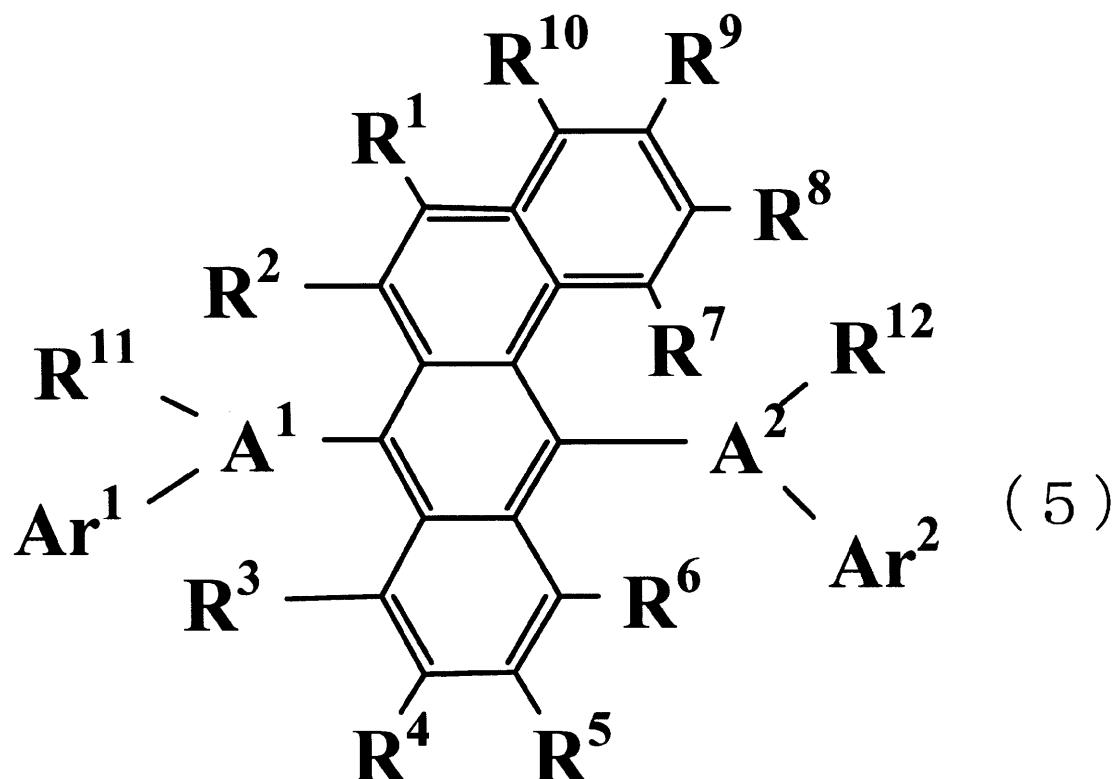
【化 2 0】



【0 0 6 3】

また、式(1)で表されるアントラセン誘導体として、下記式(5)で表されるベンズアントラセン誘導体であってもよい。

【化 2 1】



【0 0 6 4】

(式中、 A^1 及び A^2 は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数 6 から 50 の芳香族環基である。

R^1 から R^{12} は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数 6 から 50 の芳香族環基、置換もしくは無置換の核炭素数 5 から 50 の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の炭素数 1 から 50 のアルキル基、置換もしくは無置換のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 から 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 から 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 から 50 のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 から 50 のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 から 50 のアルコキカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシリル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基またはヒドロキシリル基から選ばれる。)

Ar^1 、 Ar^2 、 R^{11} および R^{12} は、それぞれ複数であっても良く、隣接するもの同士で飽和もしくは不飽和の環状構造を形成していてもよい。)

【0 0 6 5】

このようなベンズアントラセン誘導体として、例えば、下記のようなものが挙げられる。

【0 0 6 6】

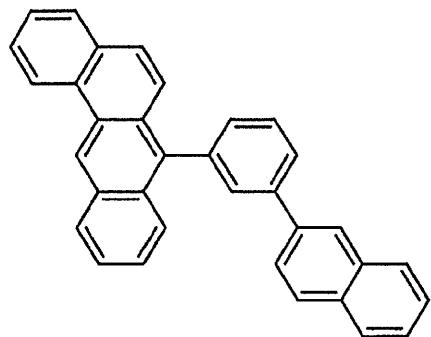
30

20

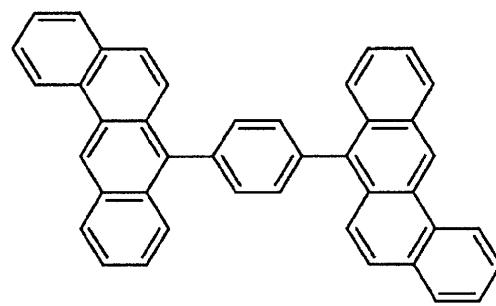
30

40

【化22】



3a



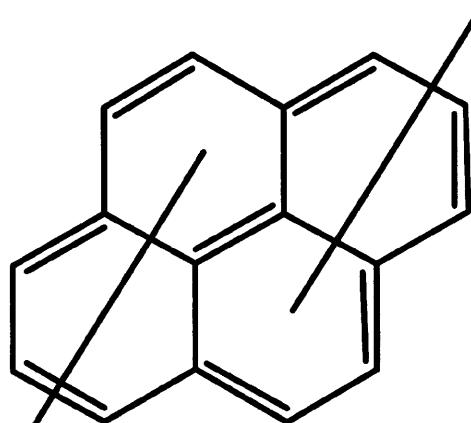
3b

10

【0067】

また、ホスト材料は下記式(2)で表されるピレン誘導体であってもよい。

【化23】



(2)

20



30

【0068】

(式中、 Ar^{1a} および Ar^{2a} は、それぞれ置換もしくは無置換の核炭素数6から50の芳香族環基である。

L は、それぞれ置換もしくは無置換のフェニレン基、置換もしくは無置換のナフタレン基、置換もしくは無置換のフルオレニレン基または置換もしくは無置換のジベンゾシリレン基である。

m は0から2の整数、 nb は1から4の整数、 s は0から2の整数、 t は0から4の整数である。

40

また、 L または Ar^{1a} は、ピレンの1から5位のいずれかに結合し、 L または Ar^{2a} は、ピレンの6から10位のいずれかに結合する。

ただし、 $nb + t$ が偶数のとき、 Ar^{1a} 、 Ar^{2a} 、 L は下記(1)又は(2)を満たす。
(1) $Ar^{1a} = Ar^{2a}$ (ここで $=$ は、異なる構造の基であることを示す。)

(2) $Ar^{1a} = Ar^{2a}$ の時

(2-1) $m = s$ および $nb = t$ 、又は

(2-2) $m = s$ かつ $nb = t$ の時、

(2-2-1) L 、またはピレンが、それぞれ Ar^{1a} および Ar^{2a} 上の異なる結合位置に結合しているか、

50

(2-2-2) L、またはピレンが、Ar^{1-a}およびAr^{2-a}上の同じ結合位置に結合している場合、

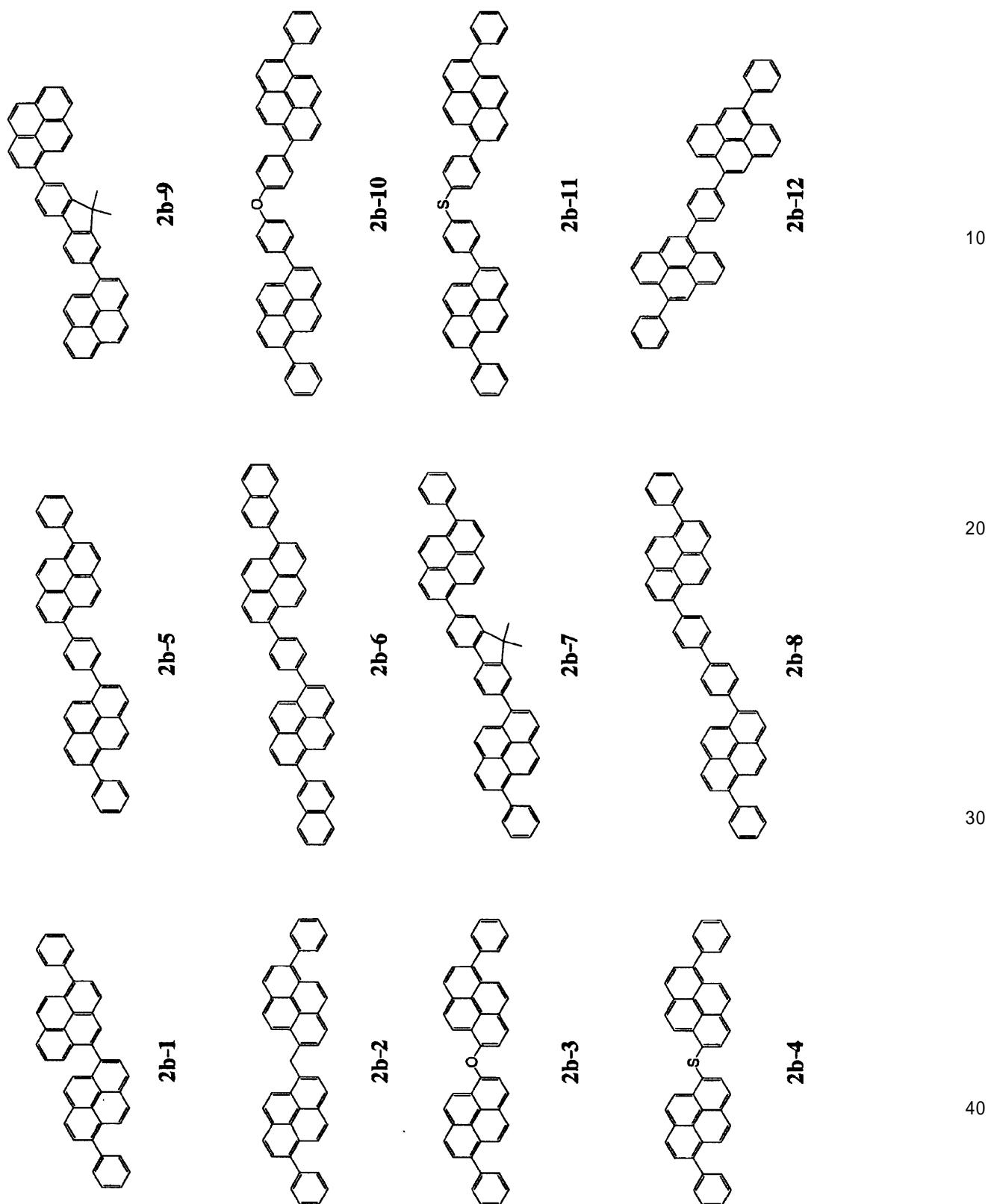
L、またはAr^{1-a}およびAr^{2-a}のピレンにおける置換位置が1位と6位、または2位と7位である場合はない。)

【0069】

このようなピレン誘導体として、例えば、下記のようなものが挙げられる。

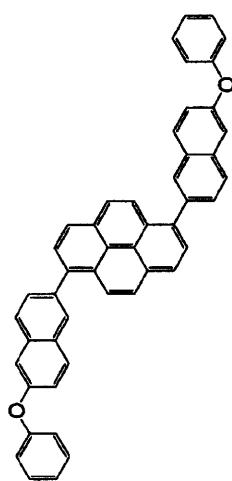
【0070】

【化 2 4】

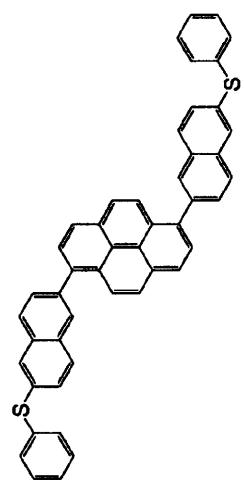


【 0 0 7 1 】

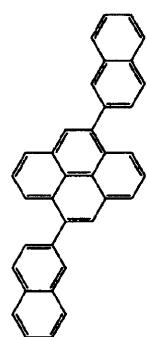
【化 2 5】



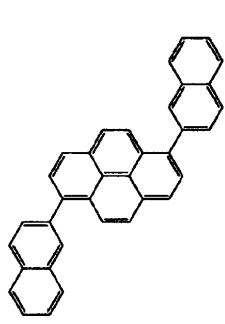
2b-19



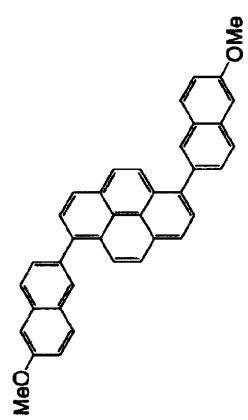
2b-20



2b-16



2b-17



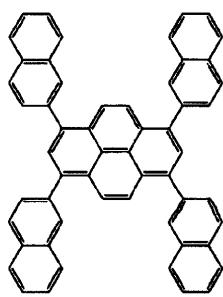
2b-18

10

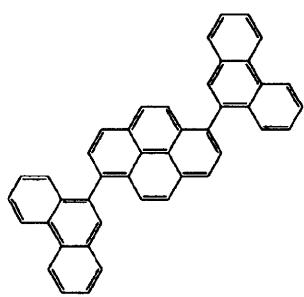
20

30

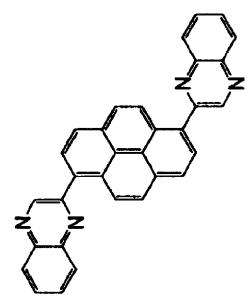
40



2b-13



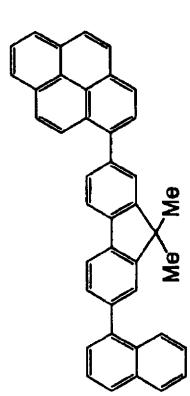
2b-14



2b-15

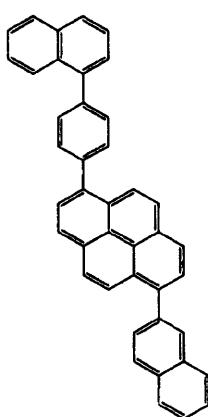
【 0 0 7 2 】

【化 2 6】

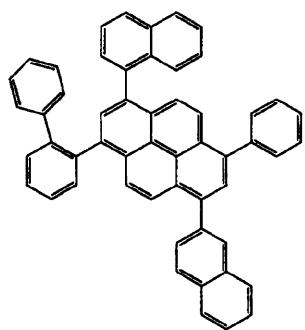


2b-24

10



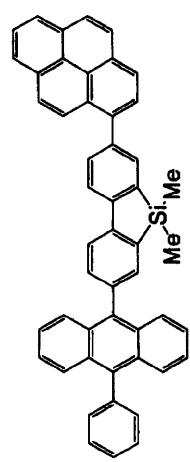
2b-27



2b-28

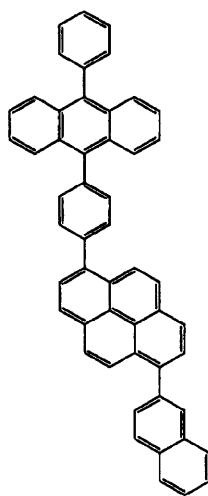
2b-29

10

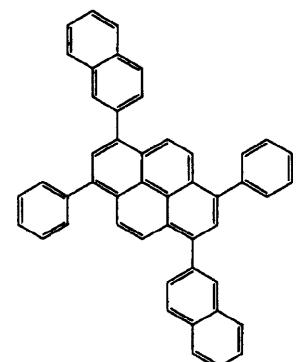


2b-24

20



2b-27

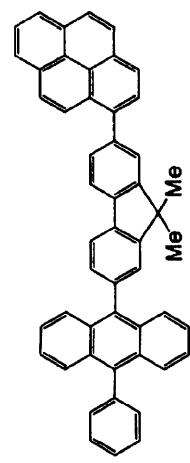


2b-28

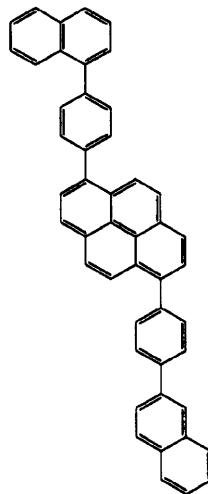
2b-29

20

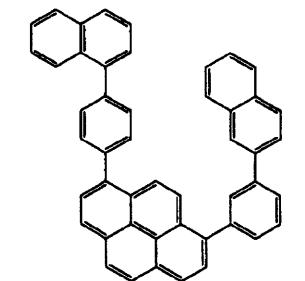
30



2b-21



2b-22

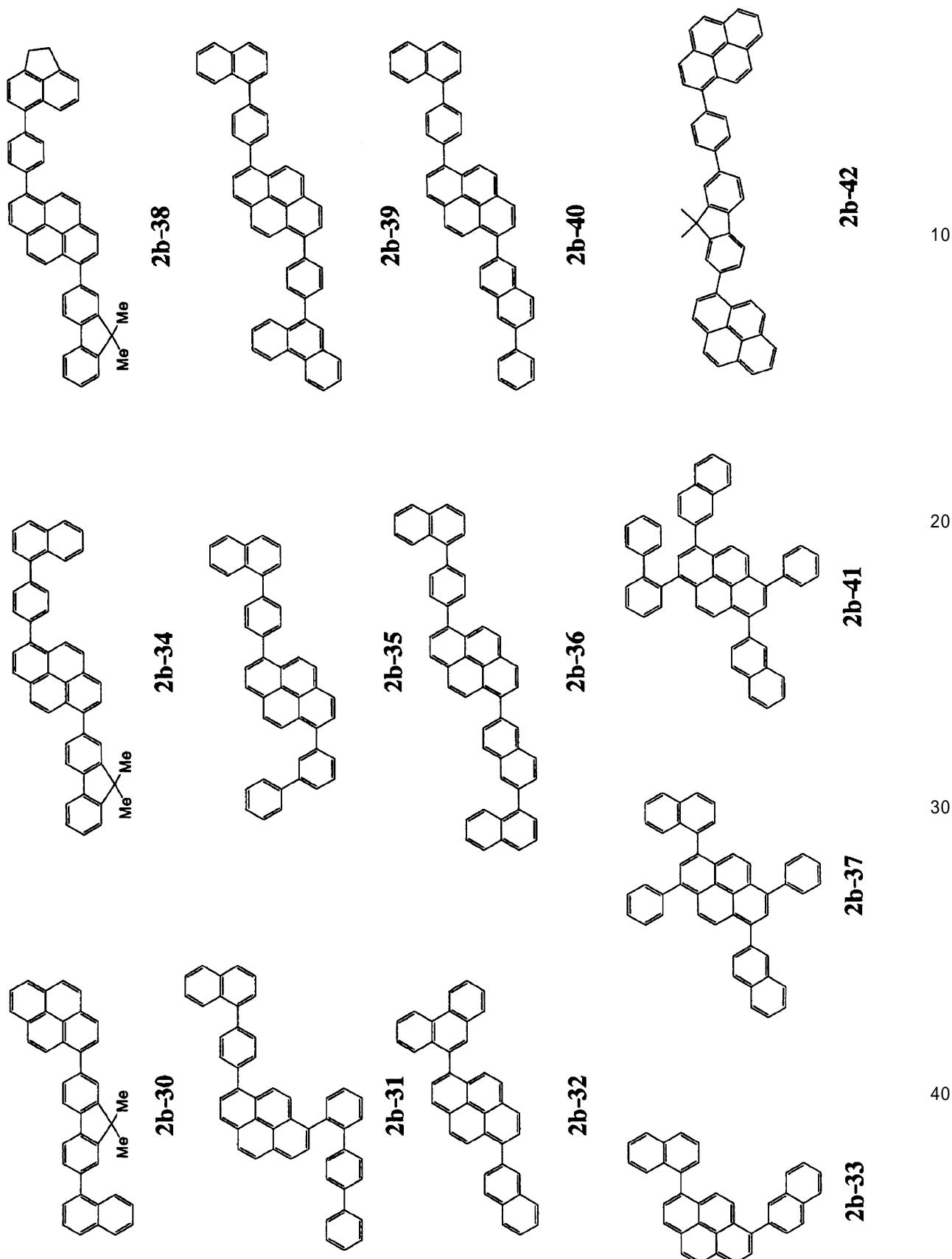


2b-23

40

【 0 0 7 3 】

【化27】



【0074】

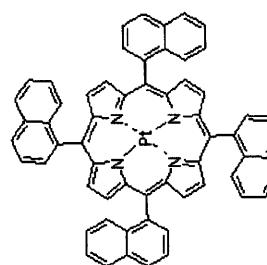
上記アントラセン誘導体、ベンズアントラセン誘導体、ピレン誘導体のうち少なくともいずれか1種を有するホスト材料に組み合わされる発光発光性ドーパントは、中心金属がイリジウム、白金、オスミウム、ルテニウム、レニウムの少なくともいずれか一種の有機

金属錯体である。

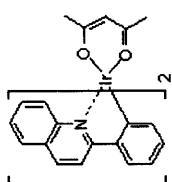
このような有機金属錯体として、例えば、下記のようなものが挙げられる。

【0 0 7 5】

【化 2 8】

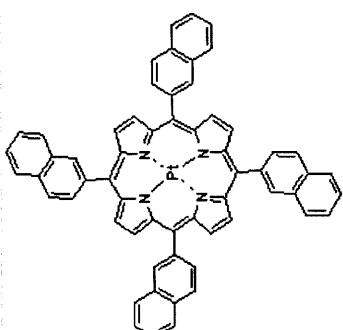


PtTnNP



PQ2Ir(acac)₂

10

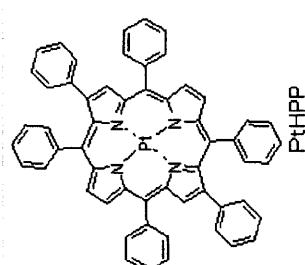


PtTbNP

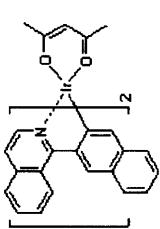


NiQ2Ir(acac)₂

20

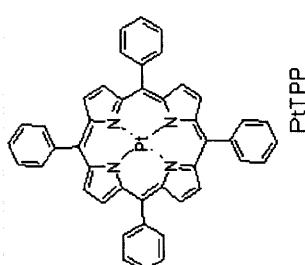


PtHPP

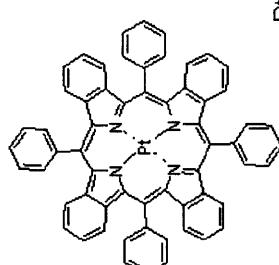


Flu2Ir(acac)₂

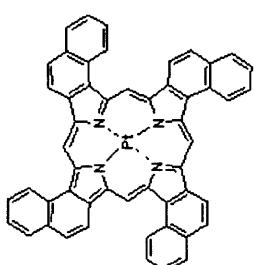
30



PtTPP

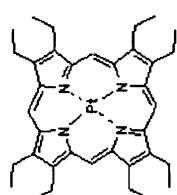


PtTPBP

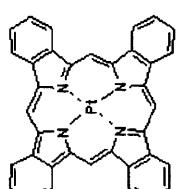


PtTBPP

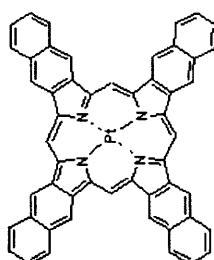
40



PtOEt

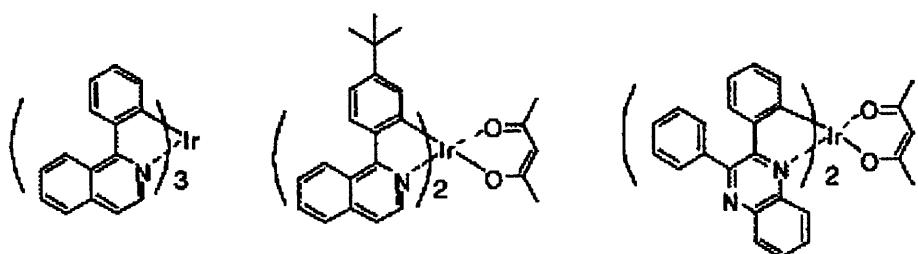


PtTBPP

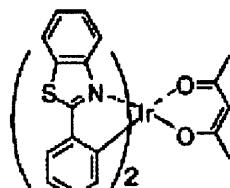
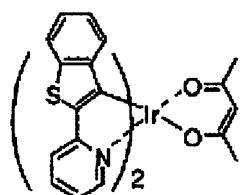
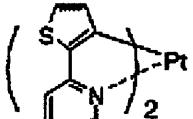
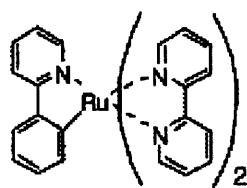
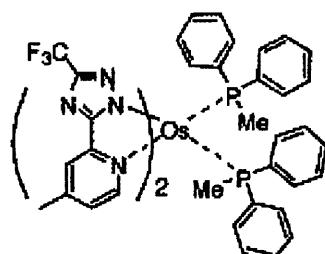
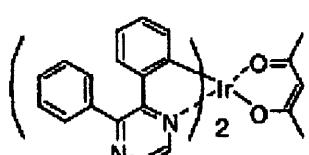
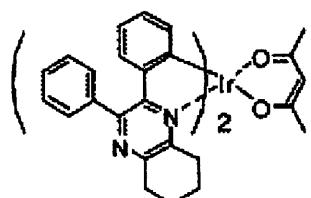


PtTNP

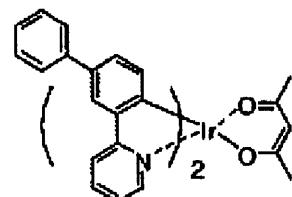
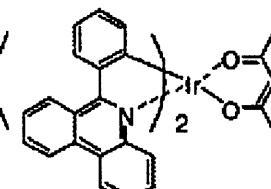
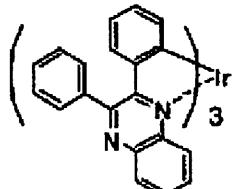
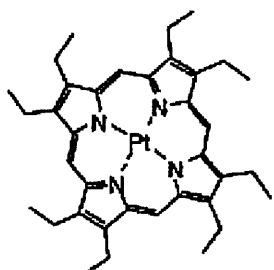
50

【0076】
【化29】

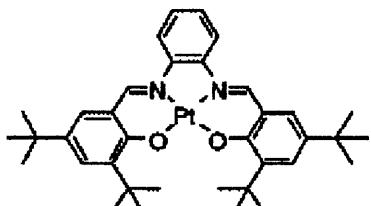
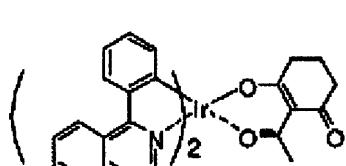
10



20

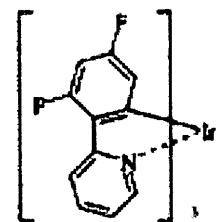
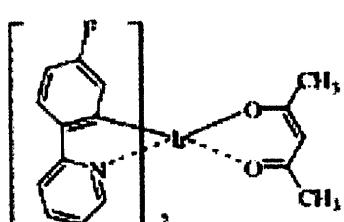
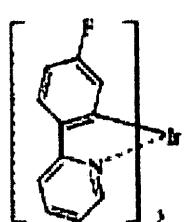


30

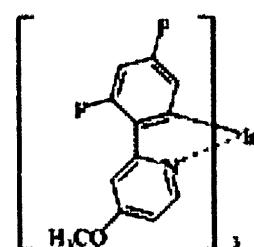
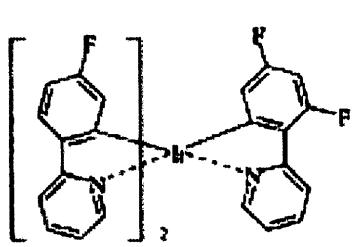
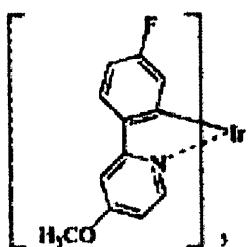


【0077】

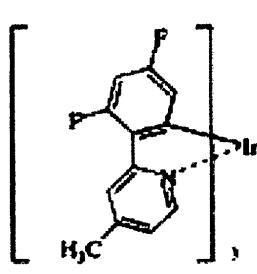
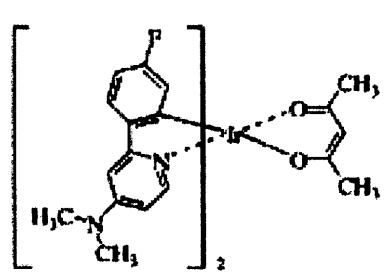
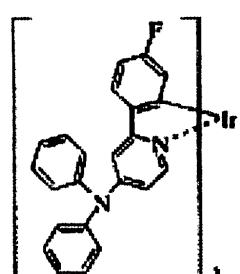
【化 3 0】



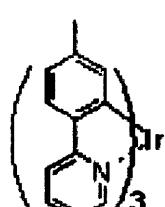
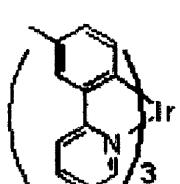
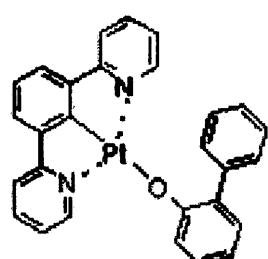
10



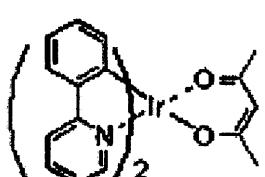
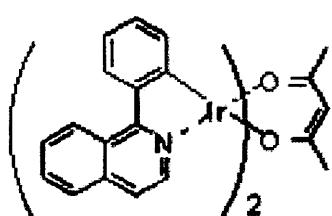
20



30

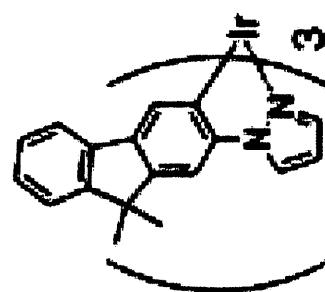
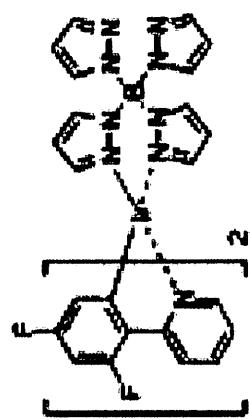
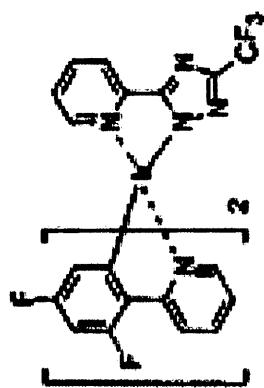


40

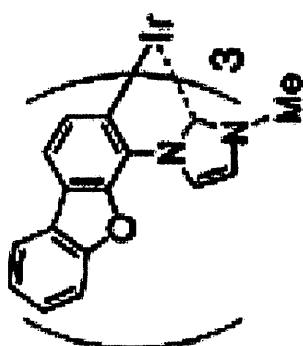
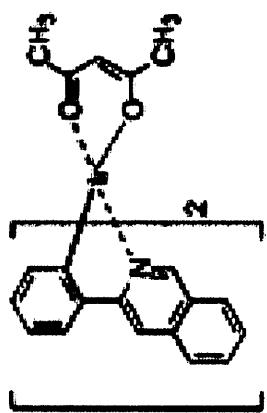
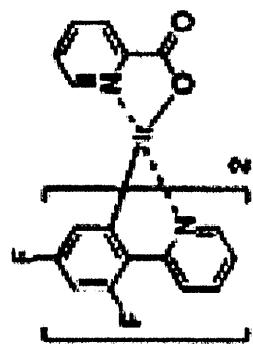


【 0 0 7 8 】

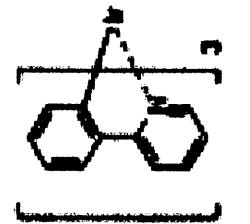
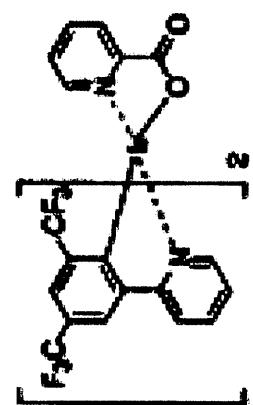
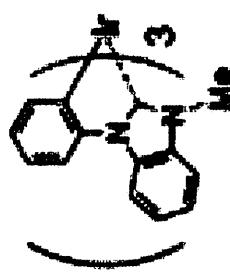
【化 3 1】



10



20

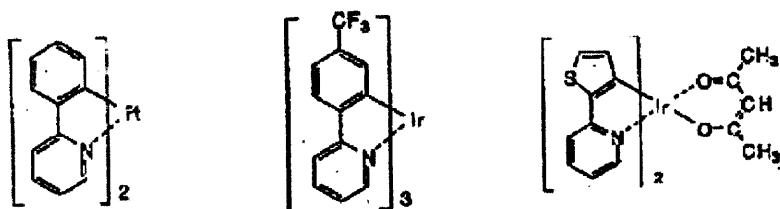
 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ 

30

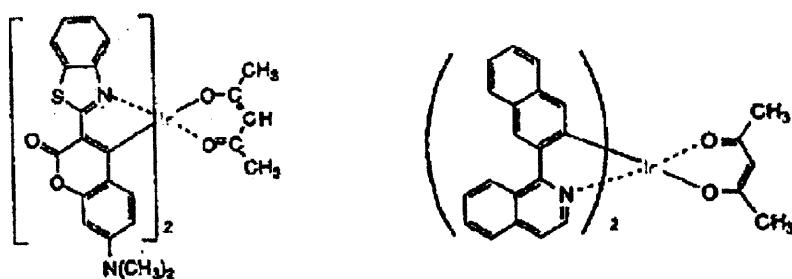
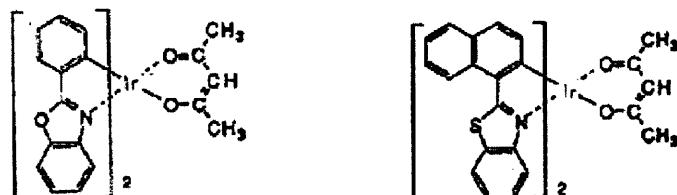
【0 0 7 9】

40

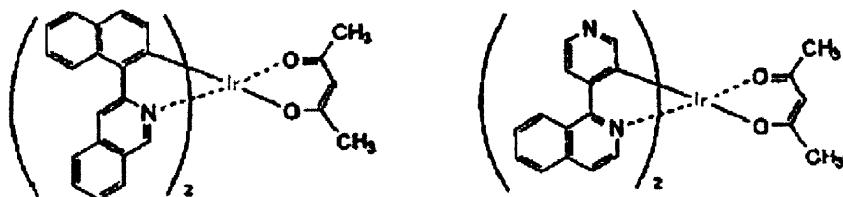
【化32】



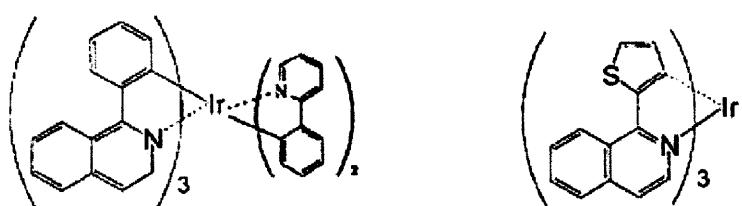
10



20



30



40

【0080】

(5) 正孔注入層13

陽極12と発光層14の間には、正孔注入層13が設けられている。

また、正孔注入層13の他に正孔輸送層又は有機半導体層等を設けることができる。正孔注入層13又は正孔輸送層は、発光層14への正孔注入を助け、発光領域まで輸送する層であって、正孔移動度が大きく、イオン化エネルギーが通常5.5 eV以下と小さい。正孔注入層13はエネルギーレベルの急な変化を緩和する等、エネルギーレベルを調整するため設ける。このような正孔注入層13又は正孔輸送層としてはより低い電界強度で

50

正孔を発光層 14 に輸送する材料が好ましく、さらに正孔の移動度が、例えば 104 ~ 106 V/cm の電界印加時に、少なくとも 10 - 6 cm² / V・秒であるものが好ましい。

ここで、正孔の移動度の測定方法について具体例を示す。

25 mm × 75 mm × 1.1 mm のITO透明電極付きガラス基板（アサヒガラス製）をイソプロピルアルコール中で超音波洗浄を5分行った後、UVオゾン洗浄を30分間行う。

洗浄後のガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダに装着し、まず、ITO透明基板電極上に測定材料を3~5μm、抵抗加熱蒸着により成膜する。

続いて、この膜上に金属 A 1 を 10 nm 蒸着させ、半透明電極を形成する。このように作成した素子により、 $10^4 \sim 10^6$ V/cm の電界強度におけるキャリア（正孔、）移動度を（株）オプテル製のタイムオブフレイト測定装置 TOF-401 で測定する。

ここで、励起光は 337 nm の窒素レーザーによる光を用いる。

光電流 (I) - 時間 (t) 曲線を両対数でプロットし、得られた屈曲点を t_r として、移動度 μ は、移動度 $\mu = L^2 / (t_r \times V)$ として求めることができる。ここで、L は試料膜厚であり、V は印加電圧である。

なお、同様の方法により電子の移動度を測定することもできる。

〔 0 0 8 1 〕

正孔注入層13又は正孔輸送層を形成する材料としては、前記の好ましい性質を有するものであれば特に制限はなく、従来、光導伝材料において正孔の電荷輸送材料として慣用されているものや、有機EL素子の正孔注入層に使用されている公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

〔 0 0 8 2 〕

10

20

30

40

50

号公報、特開平2-311591号公報等参照)、スチルベン誘導体(特開昭61-210363号公報、同第61-228451号公報、同61-14642号公報、同61-72255号公報、同62-47646号公報、同62-36674号公報、同62-10652号公報、同62-30255号公報、同60-93455号公報、同60-94462号公報、同60-174749号公報、同60-175052号公報等参照)、シラザン誘導体(米国特許第4,950,950号明細書)、ポリシラン系(特開平2-204996号公報)、アニリン系共重合体(特開平2-282263号公報)、特開平1-211399号公報に開示されている導電性高分子オリゴマー(特にチオフェンオリゴマー)等を挙げることができる。

【0083】

10

正孔注入層13又は正孔輸送層の材料としては、上記のものを使用することができるが、ポルフィリン化合物(特開昭63-295695号公報等に開示のもの)、芳香族第三級アミン化合物およびスチリルアミン化合物(米国特許第4,127,412号明細書、特開昭53-27033号公報、同54-58445号公報、同54-149634号公報、同54-64299号公報、同55-79450号公報、同55-144250号公報、同56-119132号公報、同61-295558号公報、同61-98353号公報、同63-295695号公報等参照)、芳香族第三級アミン化合物を用いることもできる。また米国特許第5,061,569号に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有する、例えば4,4'-ビス(N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ)ビフェニル、また特開平4-308688号公報に記載されているトリフェニルアミンユニットが3つスターバースト型に連結された4,4',4"-トリス(N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ)トリフェニルアミン等を挙げることができる。

20

また、特許公報第3614405号、3571977号または米国特許4,780,536に記載されているヘキサアザトリフェニレン誘導体等も正孔注入性の材料として好適に用いることができる。

さらに、発光層の材料として示した前述の芳香族ジメチリディン系化合物の他、p型Si、p型SiC等の無機化合物も正孔注入層13又は正孔輸送層の材料として使用することができる。

この正孔注入層13又は正孔輸送層は、上述した材料の1種または2種以上からなる一層で構成されてもよいし、また、正孔注入層13又は正孔輸送層とは別種の化合物からなる正孔注入層又は正孔輸送層を積層したものであってもよい。正孔注入層13又は正孔輸送層の膜厚は、特に限定されないが、好ましくは、20~200nmである。

30

有機半導体層は、発光層14への正孔注入または電子注入を助ける層であって、10-10S/cm以上の導電率を有するものが好適である。このような有機半導体層の材料としては、含チオフェンオリゴマーや特開平8-193191号公報に記載の含アリールアミンオリゴマー等の導電性オリゴマー、含アリールアミンデンドリマー等の導電性デンドリマー等を用いることができる。有機半導体層の膜厚は、特に限定されないが、好ましくは、10~1,000nmである。

【0084】

40

(6) 電子輸送層15および電子注入層16

陰極17と発光層14との間に、電子注入層15および電子輸送層16等が設けられている。電子注入層15および電子輸送層16は、発光層14への電子の注入を助ける層であって、電子移動度が大きい。電子注入層15はエネルギーレベルの急な変化を緩和する等、エネルギーレベルを調整するために設ける。電子注入層15および電子輸送層16に用いられる材料としては、8-ヒドロキシキノリン又はその誘導体の金属錯体、オキサジアゾール誘導体、含窒素複素環誘導体が好適である。上記8-ヒドロキシキノリン又はその誘導体の金属錯体の具体例としては、オキシン(一般に8-キノリノール又は8-ヒドロキシキノリン)のキレートを含む金属キレートオキシノイド化合物、例えばトリス(8-キノリノール)アルミニウムを用いることができる。そして、オキサジアゾール誘導体としては、下記一般式[6]~[8]

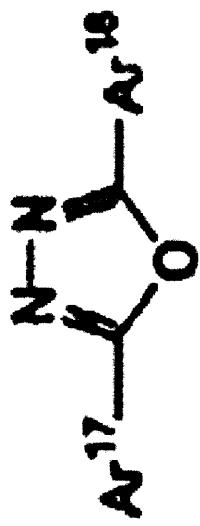
50

【0085】
【化33】

(6)

(7)

(8)



10

20

30

40

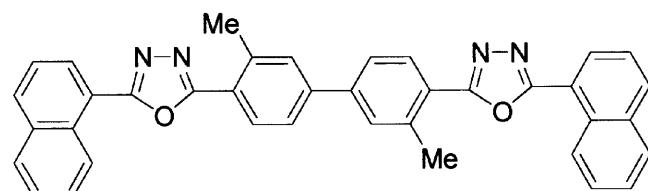
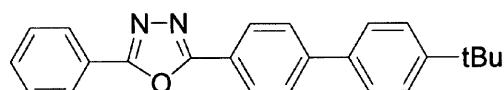
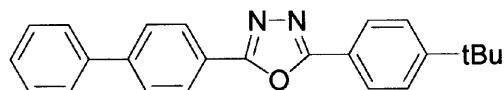
【0086】

(式(6)から(8)中、 Ar^{17} 、 Ar^{18} 、 Ar^{19} 、 Ar^{21} 、 Ar^{22} 及び Ar^{25} は、それぞれ置換基を有する若しくは有しないアリール基を示し、 Ar^{17} と Ar^{18} 、 Ar^{19} と Ar^{21} 、 Ar^{22} と Ar^{25} は、たがいに同一でも異なっていてもよい。 Ar^{20} 、 Ar^{23} 及び Ar^{24} は、それぞれ置換基を有する若しくは有しないアリーレン基を示し、 Ar^{23} と Ar^{24} は、たがいに同一でも異なっていてもよい。)で表される電子伝達化合物が挙げられる。これら一般式(6)から(8)におけるアリール基としては、フェニル基、ビフェニル基、アントラニル基、ペリレニル基、ピレニル基などが挙げられる。また、アリーレン基としては、フェニレン基、ナフチレン基、ビフェニレン基、アントラニレン基、ペリレニレン基、ピレニレン基などが挙げられる。そして、これらへの置換基としては炭素数1～10のアルキル基、炭素数1～10のアルコキシ基またはシアノ基等が挙げられる。この電子伝達化合物は、薄膜形成性の良好なものが好ましく用いられる。そして、これら電子伝達性化合物の具体例としては、下記のものを挙げることができる。

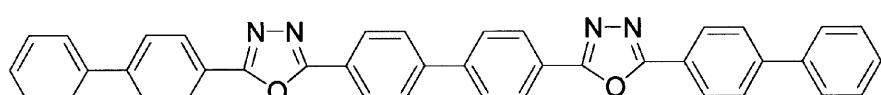
【0087】

50

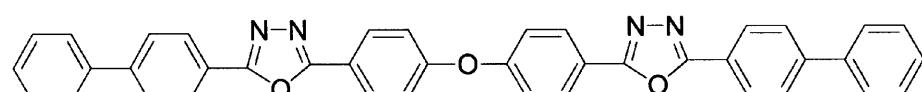
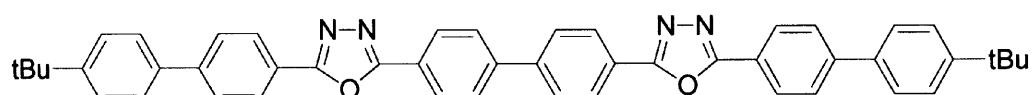
【化34】



10



20

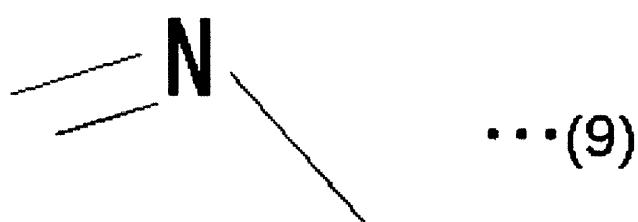


含窒素複素環誘導体としては、以下の一般式(9)または(10)を有する有機化合物からなる含窒素複素環誘導体であって、金属錯体でない含窒素化合物が挙げられる。例えば、(9)に示す骨格を含有する5員環もしくは6員環である。

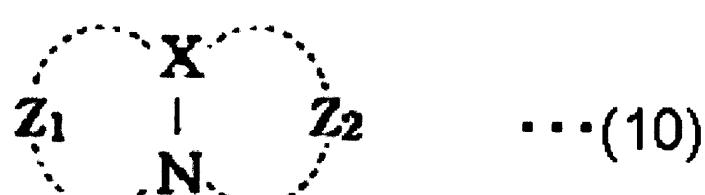
【0088】

30

【化35】



40



50

【0089】

(式中、Xは炭素原子もしくは窒素原子を表す。Z₁ならびにZ₂は、それぞれ独立に含窒素ヘテロ環を形成可能な原子群を表す。)

【0090】

【化36】



10

【0091】

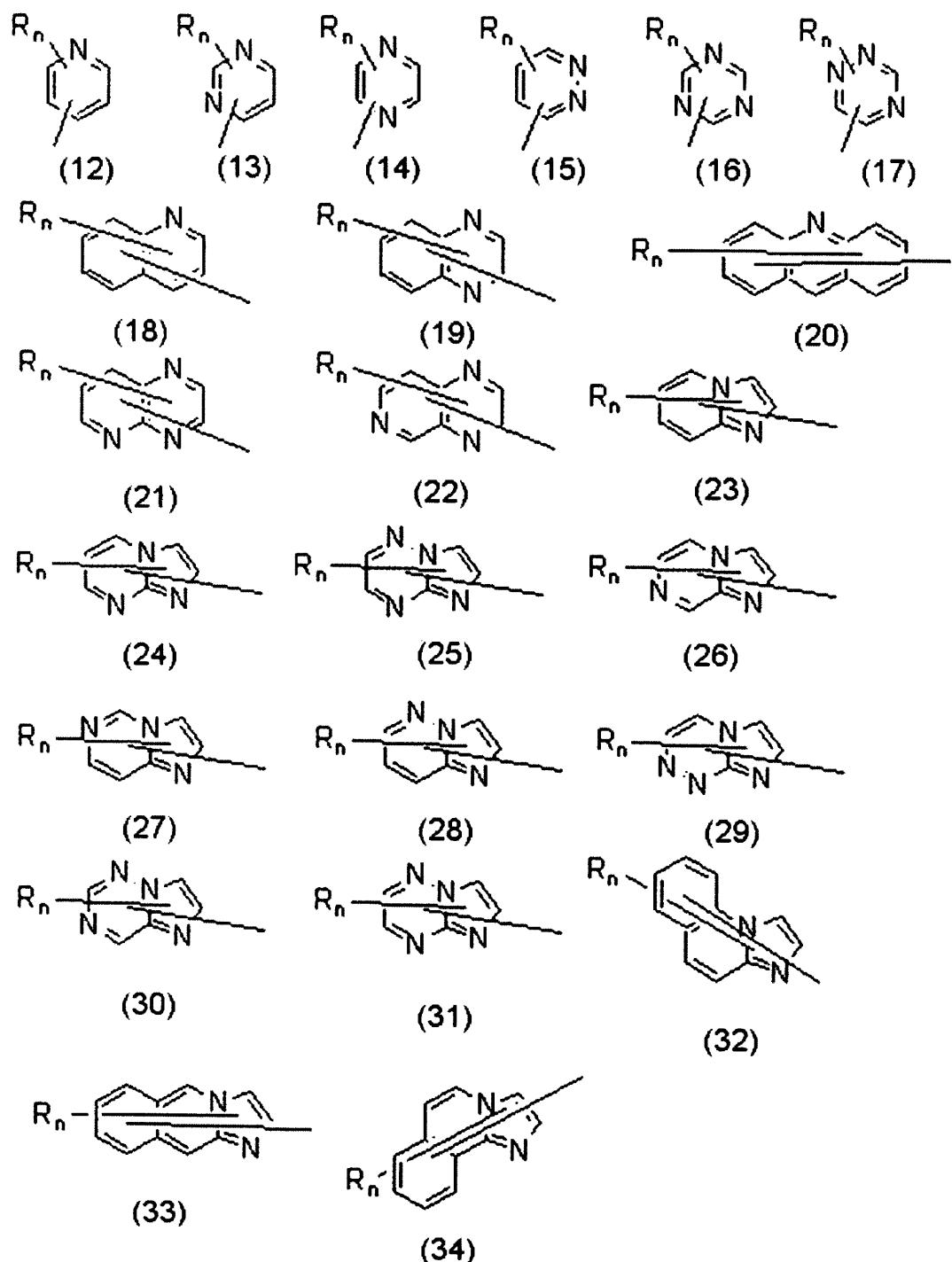
含窒素複素環誘導体は、好ましくは、5員環もしくは6員環からなる含窒素芳香多環族を有し、窒素原子複数個の場合は隣接しない結合位に有する骨格を有する有機化合物である。さらには、このような複数窒素原子を有する含窒素芳香多環族の場合は、上記(9)と(10)もしくは(9)と(11)を組み合わせた骨格を有する含窒素芳香多環有機化合物でもよい。

【0092】

式(9)から(11)に表される化合物の含窒素基は、例えば以下の一般式(12)から(34)

20

【化37】



【0093】

(式(12)から(34)中、Rは、炭素数6～40のアリール基、炭素数3～40のヘテロアリール基、炭素数1～20のアルキル基又は炭素数1～20のアルコキシ基であり、nは0～5の整数であり、nが2以上の整数であるとき、複数のRは互いに同一又は異なっていてもよい。)で表される含窒素複素環基から選択される含窒素複素環誘導体である。

【0094】

さらに、好ましい具体的な化合物として、下記一般式(35)で表される含窒素複素環誘導体である。

【0095】

10

20

30

40

【化38】



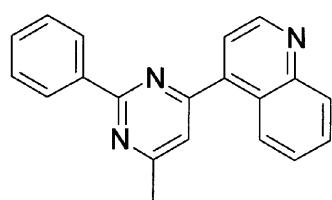
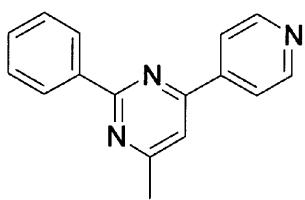
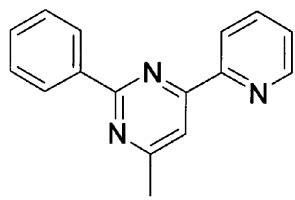
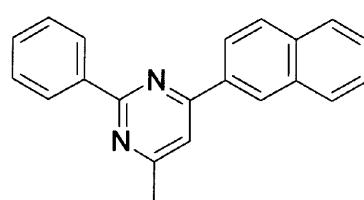
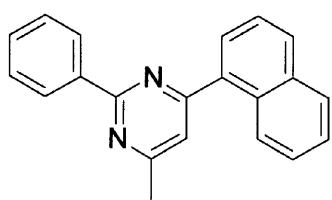
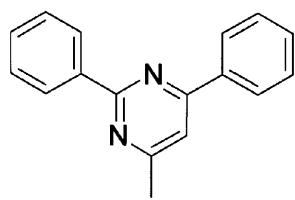
【0096】

(式(35)中、HArは、置換基を有していてもよい炭素数3~40の含窒素複素環であり、Lは単結合、置換基を有していてもよい炭素数6~40のアリーレン基又は置換基を有していてもよい炭素数3~40のヘテロアリーレン基であり、Ar₁は置換基を有していてもよい炭素数6~40の2価の芳香族炭化水素基であり、Ar₂は置換基を有していてもよい炭素数3~40のアリール基又は置換基を有していてもよい炭素数6~40のヘテロアリール基である。) 10

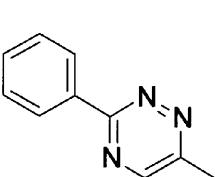
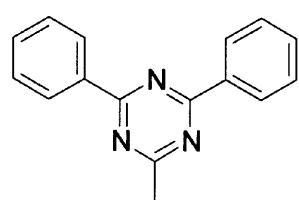
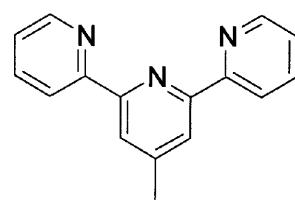
【0097】

HArは、

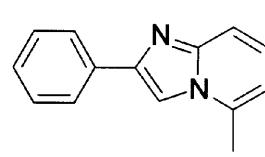
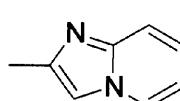
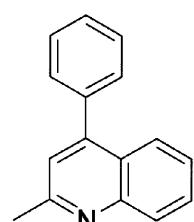
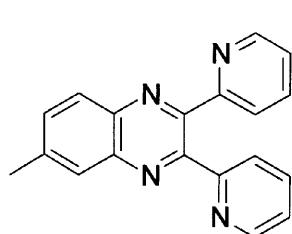
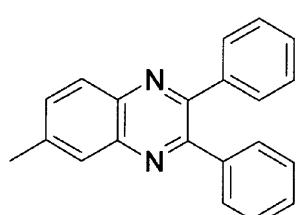
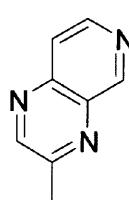
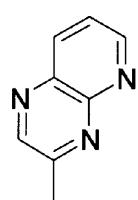
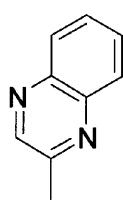
【化39】



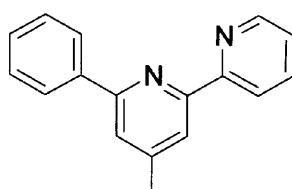
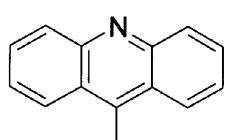
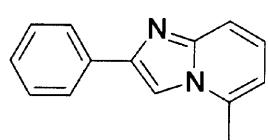
10



20



30



40

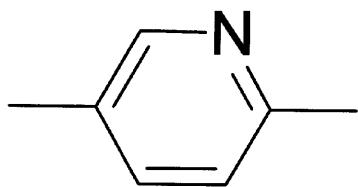
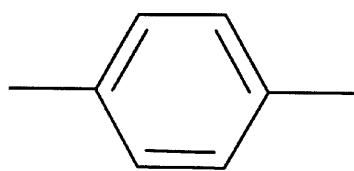
【0098】

からなる群から選択される含窒素複素環誘導体である。

【0099】

Lは、

【化40】



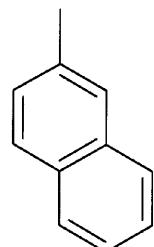
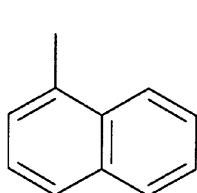
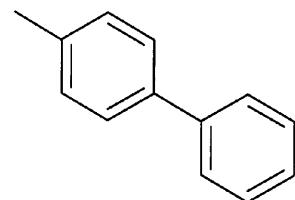
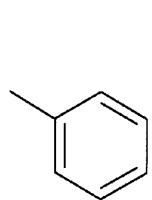
【0100】

からなる群から選択される含窒素複素環誘導体である。

【0101】

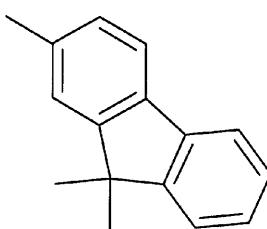
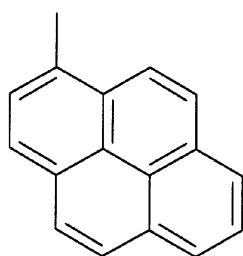
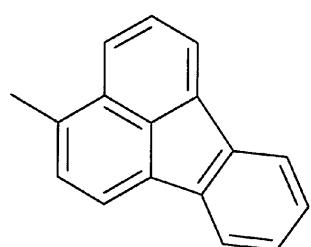
Ar₂は、

【化41】



10

20



30

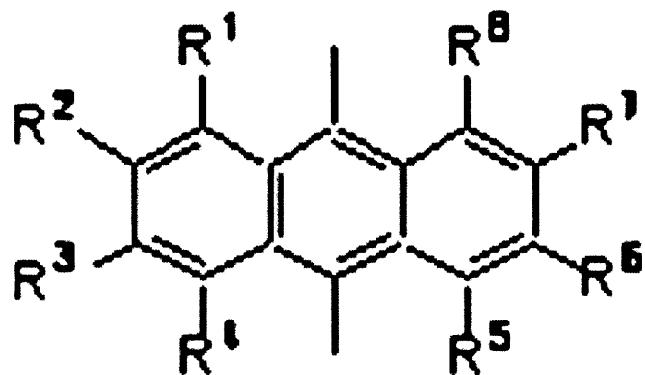
【0102】

からなる群から選択される含窒素複素環誘導体である。

【0103】

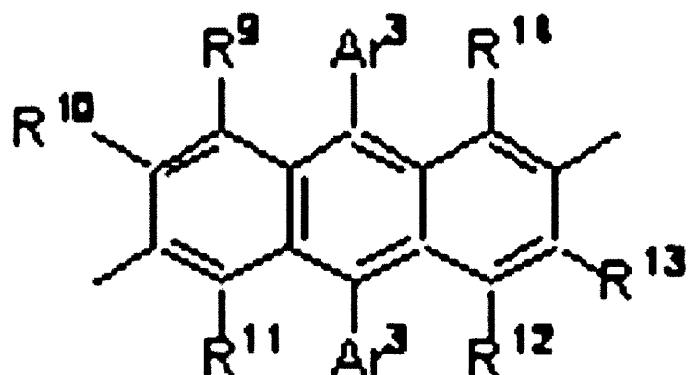
Ar₁は、一般式(36)又は(37)

【化42】



... (36)

10



... (37)

20

【0104】

(式(36)(37)中、R¹～R¹⁴は、それぞれ独立して、水素原子、ハロゲン原子、炭素数1～20のアルキル基、炭素数1～20のアルコキシ基、炭素数6～40のアリールオキシ基、置換基を有していてもよい炭素数6～40のアリール基又は炭素数3～40のヘテロアリール基であり、Ar₃は、置換基を有していてもよい炭素数6～40のアリール基又は炭素数3～40のヘテロアリール基である)で表されるアリールアントラニル基を有する含窒素複素環誘導体である。

30

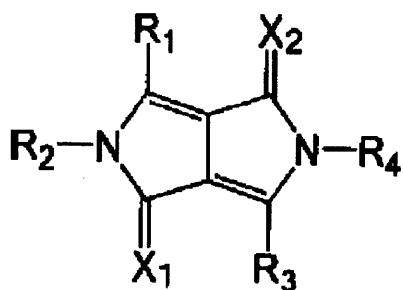
【0105】

また、Ar₁において、R₁～R₈が、いずれも水素原子である含窒素複素環誘導体でもよい。

【0106】

この他、特開平9-3448記載の

【化43】



40

【0107】

(式中、R₁～R₄は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは未置換の脂肪族基、置換もしくは未置換の脂肪族式環基、置換もしくは未置換の炭素環式芳香族環基、置換もしくは未置換の複素環基を表し、X₁、X₂は、それぞれ独立に、酸素原子、硫黄原子もし

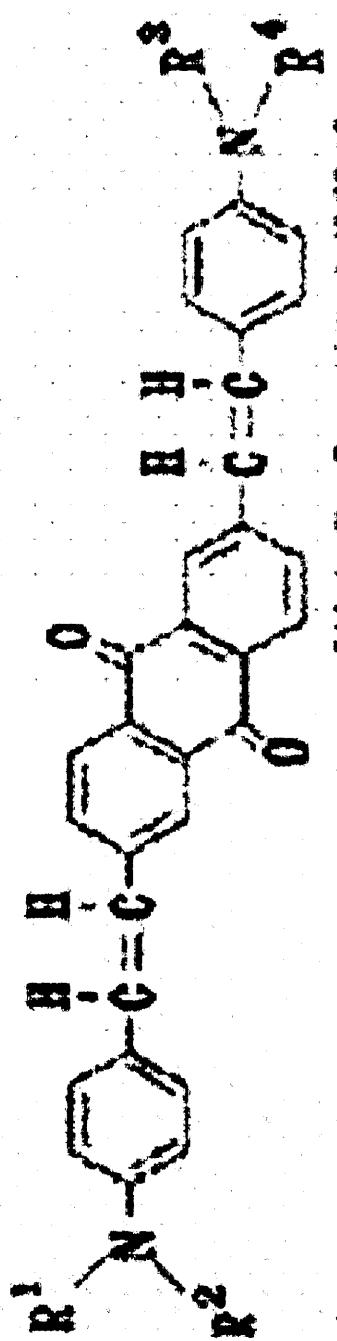
50

くはジシアノメチレン基を表す。) や、特開2000-173774記載の

【0108】

【化44】

... (38)



10

20

30

40

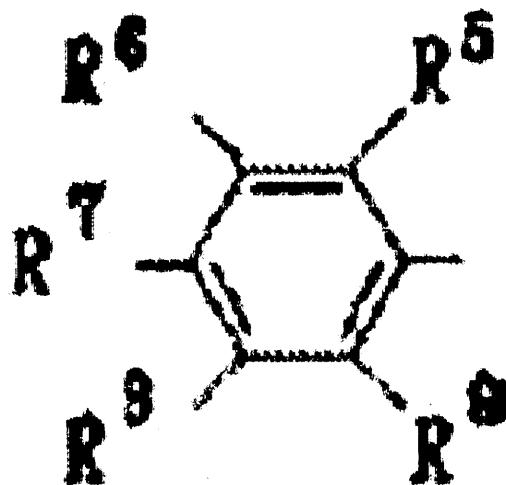
【0109】

〔但し、前記一般式(38)において、R¹、R²、R³及びR⁴は互いに同一の又は異なる基であつて、下記一般式(39)で表わされるアリール基である

50

【0110】

【化45】



•••(39)

10

【0111】

(但し、前記一般式(39)において、R⁵、R⁶、R⁷、R⁸及びR⁹は互いに同一の又は異なる基であって、水素原子、或いはそれらの少なくとも1つが飽和または不飽和アルコキシル基、アルキル基、アミノ基又はアルキルアミノ基である。))
等で、前記素子構成条件を満たす有機化合物が挙げられる。

20

【0112】

さらに、該含窒素複素環基もしくは含窒素複素環誘導体を含む高分子化合物であってよい。

電子注入層16又は電子輸送層15の膜厚は、特に限定されないが、好ましくは、1~100nmである。

陽極12に最も近い有機層である発光層又は第一の有機層が、酸化剤を含有していることが好ましい。発光層又は正孔注入層に含有される好ましい酸化剤は、電子吸引性又は電子アクセプターである。好ましくはルイス酸、各種キノン誘導体、ジシアノキノジメタン誘導体、芳香族アミンとルイス酸で形成された塩類である。特に好ましいルイス酸は、塩化鉄、塩化アンチモン、塩化アルミニウム等である。

30

陰極17に最も近い有機層である発光層又は第二の有機層が、還元剤を含有していることが好ましい。好ましい還元剤は、アルカリ金属、アルカリ土類金属、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類酸化物、希土類酸化物、アルカリ金属ハロゲン化物、アルカリ土類ハロゲン化物、希土類ハロゲン化物、アルカリ金属と芳香族化合物で形成される錯体である。特に好ましいアルカリ金属はCs、Li、Na、Kである。

【0113】

(7) 無機化合物層

陽極12及び/又は陰極17に接してさらに無機化合物層を有していてもよい。無機化合物層は、付着改善層として機能する。無機化合物層に使用される好ましい無機化合物としては、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類酸化物、希土類酸化物、アルカリ金属ハロゲン化物、アルカリ土類ハロゲン化物、希土類ハロゲン化物、SiOX、AlOX、SiNX、SiON、AlON、GeOX、LiOX、LiON、TiOX、TiON、TaOX、TaON、TaNX、C等各種酸化物、窒化物、酸化窒化物である。特に陽極に接する層の成分としては、SiOX、AlOX、SiNX、SiON、AlON、GeOX、Cが安定な注入界面層を形成して好ましい。また、特に陰極に接する層の成分としては、LiF、MgF₂、CaF₂、MgF₂、NaFが好ましい。無機化合物層の膜厚は、特に限定されないが、好ましくは、0.1nm~100nmである。

40

【0114】

発光層を含む各有機層及び無機化合物層を形成する方法は、特に限定されないが、例え

50

ば、蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法等の公知の方法を適用することができる。また、得られる有機EL素子の特性が均一となり、また、製造時間が短縮できることから、電子注入層と発光層とは同一方法で形成することが好ましく、例えば、電子注入層を蒸着法で製膜する場合には、発光層も蒸着法で製膜することが好ましい。

【0115】

(8) 陰極17

陰極17には、仕事関数の小さい(例えば、4.0eV未満)金属、合金、電気電導性化合物又はこれらの混合物を使用することが好ましい。具体的には、マグネシウム、アルミニウム、インジウム、リチウム、ナトリウム、銀等の1種を単独で、又は2種以上を組み合わせて使用することができる。また陰極17の厚さも特に制限されるものではないが、10~1000nmの範囲内の値とするのが好ましく、10~200nmの範囲内の値とするのがより好ましい。陽極12又は陰極17の少なくとも一方は、発光層14から放射された光を外部に有效地に取り出すことが出来るように、実質的に透明、より具体的には、光透過率が10%以上の値であることが好ましい。陽極12又は陰極17は、真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、電子ビーム蒸着法、CVD法、MOCVD法、プラズマCVD法等により製造できる。

【0116】

[実施形態の変形例]

なお、本発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良などは、本発明に含まれるものである。

【0117】

本実施形態において、ホスト材料は、アントラセン誘導体、ピレン誘導体、ベンズアントラセン誘導体のうち少なくともいずれか一種であるとしたが、これに限らない。例えば、フェナントレン誘導体、トリフェニレン誘導体、ペリレン誘導体などでもよい。

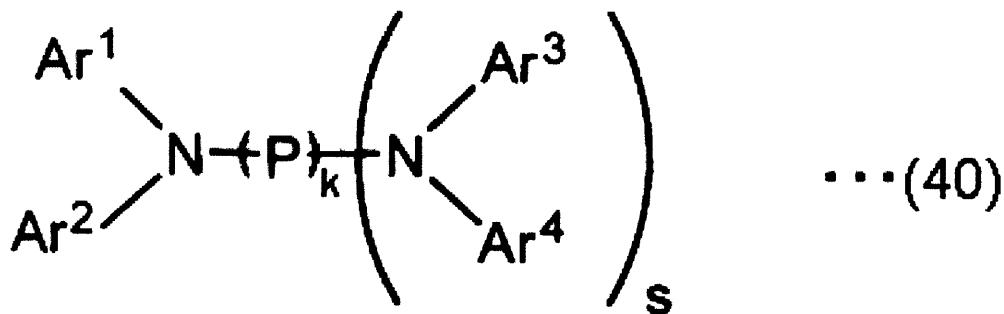
【0118】

また、本実施形態では、有機EL素子10は、ホスト材料と赤色の燐光発光性ドーパントとを有する発光層14を示したがこれに限られない。例えば、発光層14の他に第2ホスト材料と蛍光発光性ドーパントとを有する第2発光層をさらに設けても良い。

この場合、蛍光発光性ドーパントは、下記式(40)で表されるアミンドーパントが例として挙げられる。

【0119】

【化46】



【0120】

式(40)中、Pは、置換もしくは無置換の核炭素数6~40の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の核原子数3~40の複素環基、又は置換もしくは無置換のスチリル基である。kは、1~3の整数である。

Ar¹~Ar⁴は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数6~40の芳香族炭化水素基又は置換もしくは無置換の核原子数3~40の複素環基であり、sは、0~4の整数である。

Ar¹、Ar²、Pの中の任意に選ばれる2つの隣接する置換基同士は互いに結合して

10

20

30

40

50

環を形成してもよい。kが2以上のときは、Pは同一でも異なっていてもよい。

【0121】

Pの芳香族炭化水素基及び複素環基の例としては、それぞれ、置換もしくは無置換の核炭素数6～40の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の核原子数3～40の複素環基、が挙げられ、例えば、ベンゼン、ビフェニル、ターフェニル、ナフタレン、フェナントレン、フルオランテン、アントラセン、ピレン、ペリレン、コロネン、クリセン、ピセン、ジナフチル、トリナフチル、フェニルアントラセン、ジフェニルアントラセン、フルオレン、トリフェニレン、ルビセン、ベンツアントラセン、ジベンツアントラセン、アセナフトフルオランテン、トリベンゾペンタフェン、フルオランテノフルオランテン、ベンゾジフルオランテン、ベンゾフルオランテン、ジインデノペリレンの残基が挙げられ、特に、ナフタレン、フェナントレン、フルオランテン、アントラセン、ピレン、ペリレン、クリセン、フェニルアントラセン、ジフェニルアントラセンの残基及びこれらを複数組み合わせた残基が好ましい。

10

【0122】

式(20)において、Ar¹～Ar⁴は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数6～40の芳香族炭化水素基又は置換もしくは無置換の核原子数3～40の複素環基であり、sは、0～4の整数である。

Ar¹～Ar⁴の芳香族炭化水素基の例としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4"-t-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基等が挙げられる。

20

【0123】

30

Ar¹～Ar⁴の複素環基の例としては、1-ピロリル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、2-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基、1-フェナントリジニル基、2-フェナントリジニル基、3-フェナントリジニル基、4-フェナントリジニル基、6-フェナントリジニル基、7-フェナントリジニル基、8-フェナントリジニル基、9-フェナントリジニル基、10-フェナントリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1,7-フェナスロリン-2-イル基、1,7-フェナスロリン-3-イル基、1,7-フェナスロリ

40

50

ン - 4 - イル基、 1 , 7 - フェナンスロリン - 5 - イル基、 1 , 7 - フェナンスロリン - 6 - イル基、 1 , 7 - フェナンスロリン - 8 - イル基、 1 , 7 - フェナンスロリン - 9 - イル基、 1 , 7 - フェナンスロリン - 10 - イル基、 1 , 8 - フェナンスロリン - 2 - イル基、 1 , 8 - フェナンスロリン - 3 - イル基、 1 , 8 - フェナンスロリン - 4 - イル基、 1 , 8 - フェナンスロリン - 5 - イル基、 1 , 8 - フェナンスロリン - 6 - イル基、 1 , 8 - フェナンスロリン - 7 - イル基、 1 , 8 - フェナンスロリン - 9 - イル基、 1 , 8 - フェナンスロリン - 10 - イル基、 1 , 9 - フェナンスロリン - 2 - イル基、 1 , 9 - フェナンスロリン - 3 - イル基、 1 , 9 - フェナンスロリン - 4 - イル基、 1 , 9 - フェナンスロリン - 5 - イル基、 1 , 9 - フェナンスロリン - 6 - イル基、 1 , 9 - フェナンスロリン - 7 - イル基、 1 , 9 - フェナンスロリン - 8 - イル基、 1 , 9 - フェナンスロリン - 10 - イル基、 1 , 10 - フェナンスロリン - 2 - イル基、 1 , 10 - フェナンスロリン - 3 - イル基、 1 , 10 - フェナンスロリン - 4 - イル基、 1 , 10 - フェナンスロリン - 5 - イル基、 2 , 9 - フェナンスロリン - 1 - イル基、 2 , 9 - フェナンスロリン - 3 - イル基、 2 , 9 - フェナンスロリン - 4 - イル基、 2 , 9 - フェナンスロリン - 5 - イル基、 2 , 9 - フェナンスロリン - 6 - イル基、 2 , 9 - フェナンスロリン - 7 - イル基、 2 , 9 - フェナンスロリン - 8 - イル基、 2 , 9 - フェナンスロリン - 10 - イル基、 2 , 8 - フェナンスロリン - 1 - イル基、 2 , 8 - フェナンスロリン - 3 - イル基、 2 , 8 - フェナンスロリン - 4 - イル基、 2 , 8 - フェナンスロリン - 5 - イル基、 2 , 8 - フェナンスロリン - 6 - イル基、 2 , 8 - フェナンスロリン - 7 - イル基、 2 , 8 - フェナンスロリン - 9 - イル基、 2 , 8 - フェナンスロリン - 10 - イル基、 2 , 7 - フェナンスロリン - 1 - イル基、 2 , 7 - フェナンスロリン - 3 - イル基、 2 , 7 - フェナンスロリン - 4 - イル基、 2 , 7 - フェナンスロリン - 5 - イル基、 2 , 7 - フェナンスロリン - 6 - イル基、 2 , 7 - フェナンスロリン - 8 - イル基、 2 , 7 - フェナンスロリン - 9 - イル基、 2 , 7 - フェナンスロリン - 10 - イル基、 1 - フェナジニル基、 2 - フェナジニル基、 1 - フェノチアジニル基、 2 - フェノチアジニル基、 3 - フェノチアジニル基、 4 - フェノチアジニル基、 10 - フェノチアジニル基、 1 - フェノキサジニル基、 2 - フェノキサジニル基、 3 - フェノキサジニル基、 4 - フェノキサジニル基、 10 - フェノキサジニル基、 2 - オキサゾリル基、 4 - オキサゾリル基、 5 - オキサゾリル基、 2 - オキサジアゾリル基、 5 - オキサジアゾリル基、 3 - フラザニル基、 2 - チエニル基、 3 - チエニル基、 2 - メチルピロール - 1 - イル基、 2 - メチルピロール - 3 - イル基、 2 - メチルピロール - 4 - イル基、 2 - メチルピロール - 5 - イル基、 3 - メチルピロール - 1 - イル基、 3 - メチルピロール - 2 - イル基、 3 - メチルピロール - 4 - イル基、 3 - メチルピロール - 5 - イル基、 2 - t - ブチルピロール - 4 - イル基、 3 - (2 - フェニルプロピル) ピロール - 1 - イル基、 2 - メチル - 1 - インドリル基、 4 - メチル - 1 - インドリル基、 2 - t - ブチル - 1 - インドリル基、 4 - t - ブチル - 1 - インドリル基、 2 - t - ブチル - 3 - インドリル基、 4 - t - ブチル - 3 - インドリル基等が挙げられる。

【 0124 】

以下に、式(20)で表されるアミン化合物の具体例として、縮合芳香族アミン、スチリルアミン、ベンジジン等を示すが、これらに限定されるものではない。なお、Meはメチル基を示す。

【 0125 】

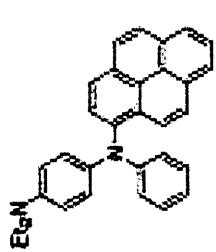
10

20

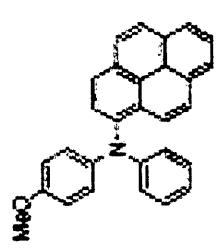
30

40

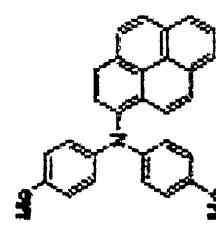
【化47】



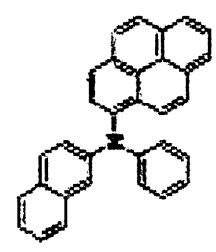
(A)-1



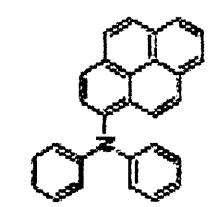
(A)-2



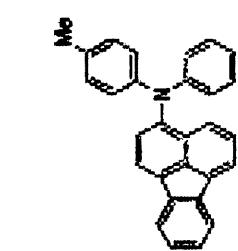
(A)-3



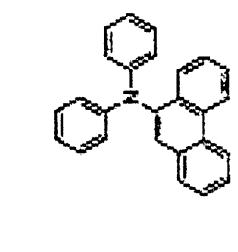
(A)-4



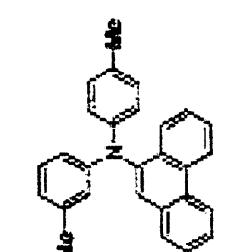
(A)-5



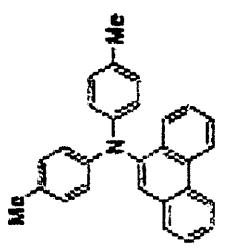
(A)-6



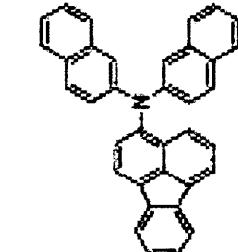
(A)-7



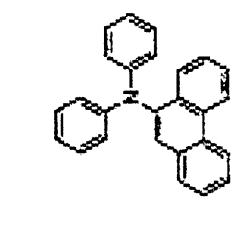
(A)-8



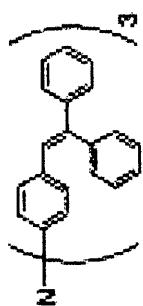
(A)-9



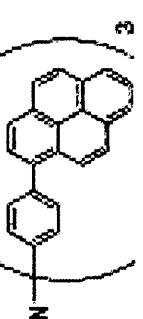
(A)-10



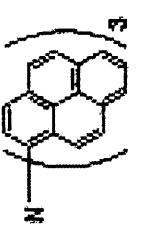
(A)-11



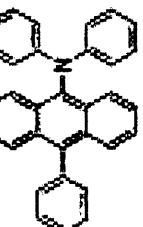
(A)-12



(A)-13



(A)-14



(A)-15

10

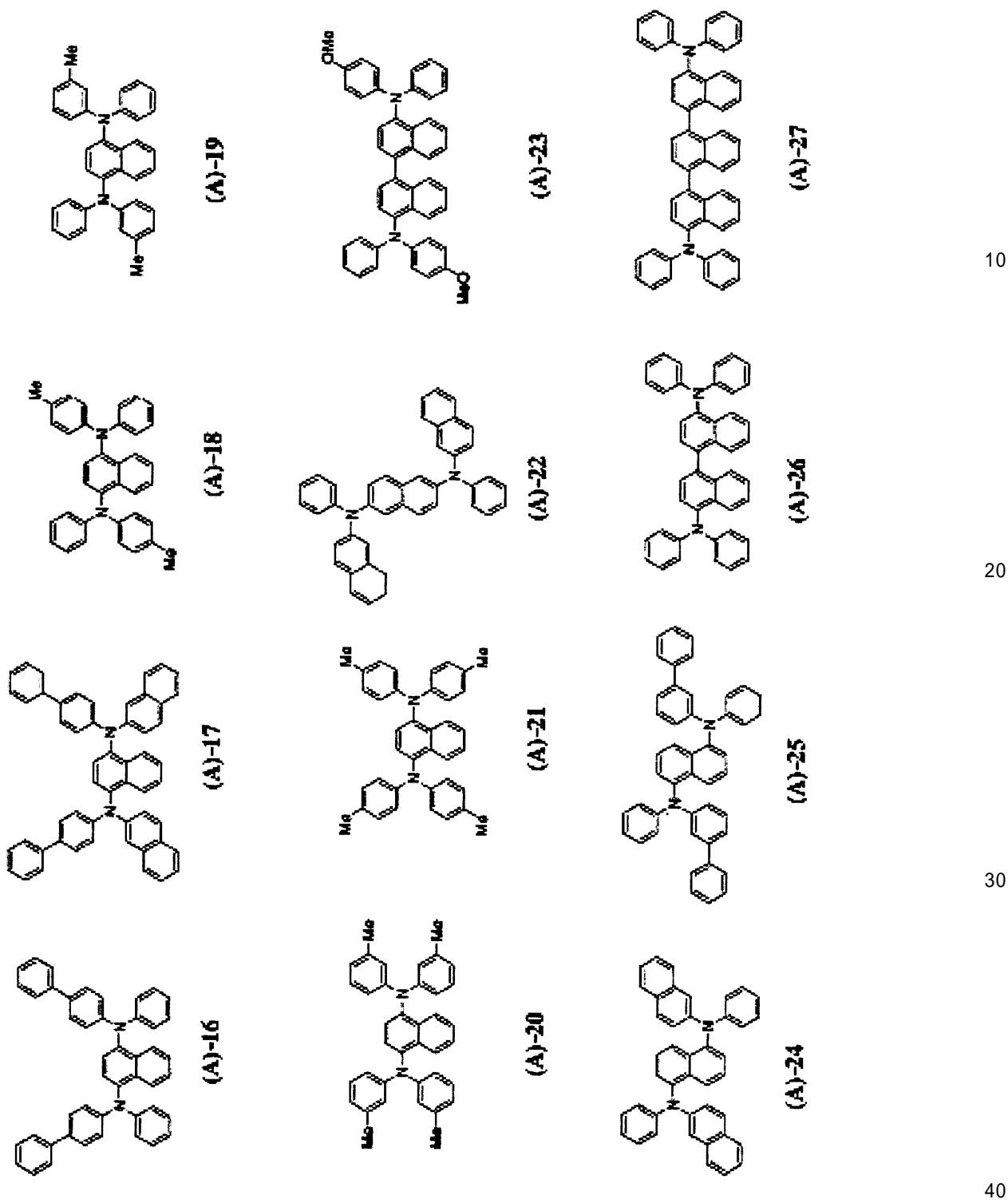
20

30

40

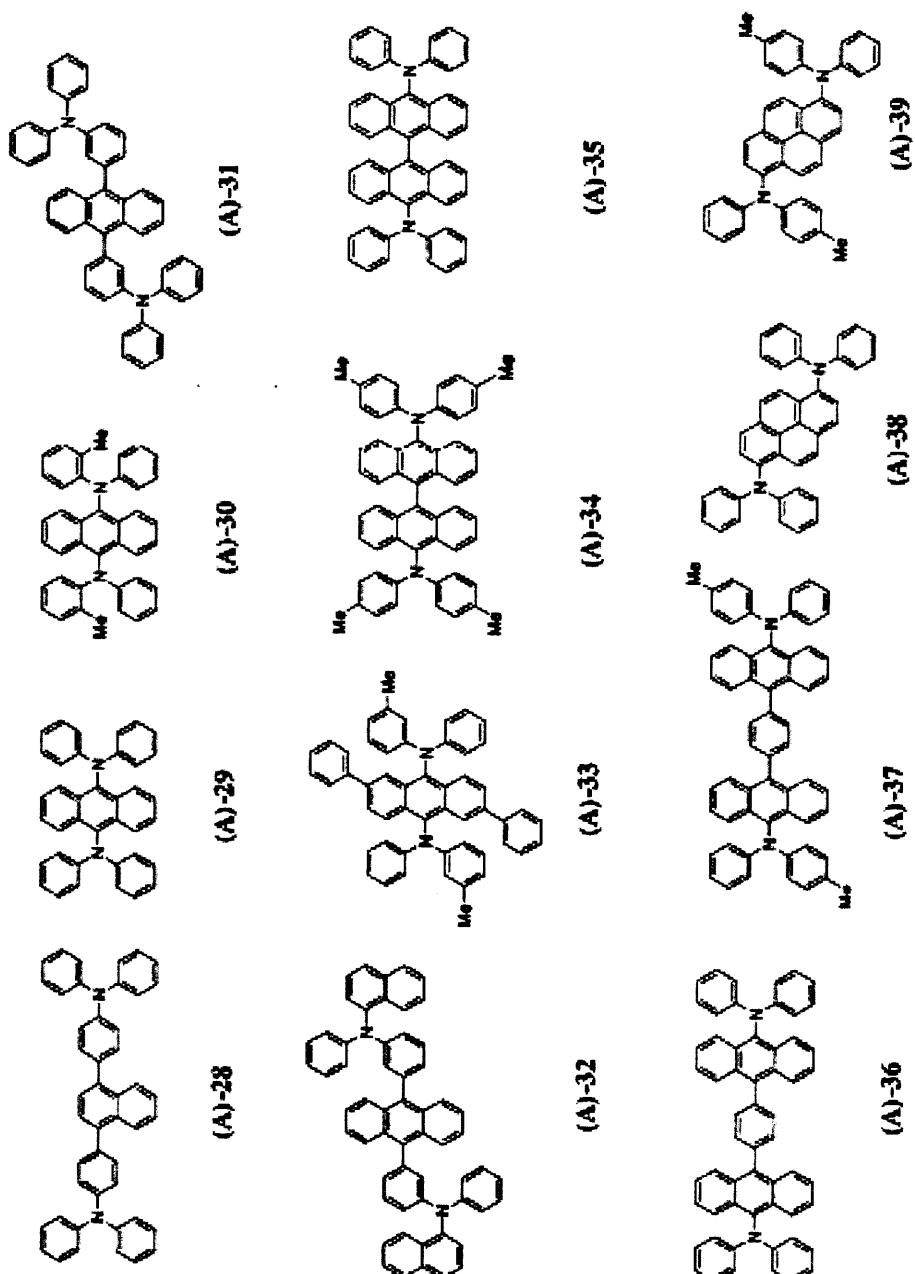
【0126】

【化48】



【0 1 2 7】

【化49】



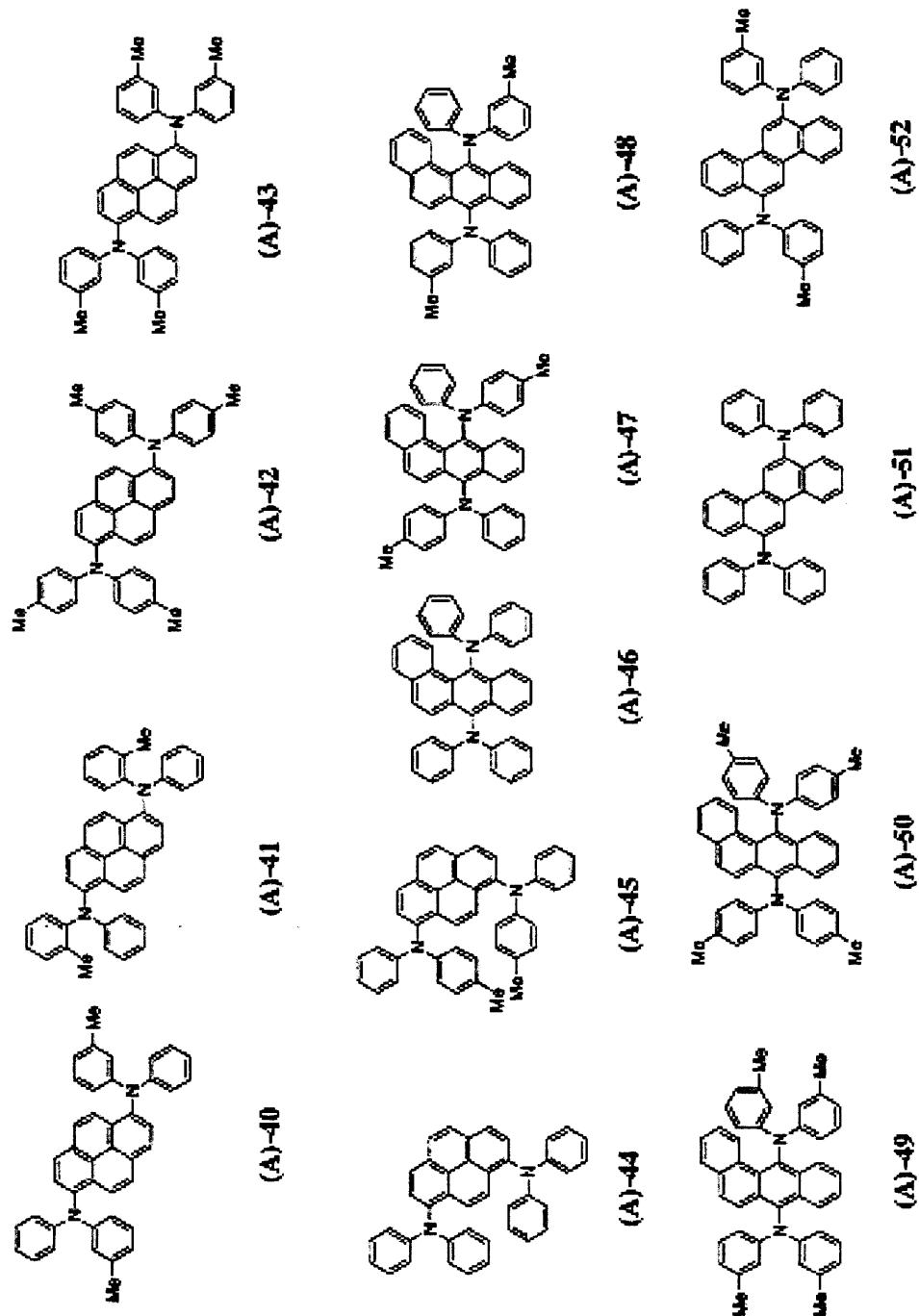
【0128】

10

20

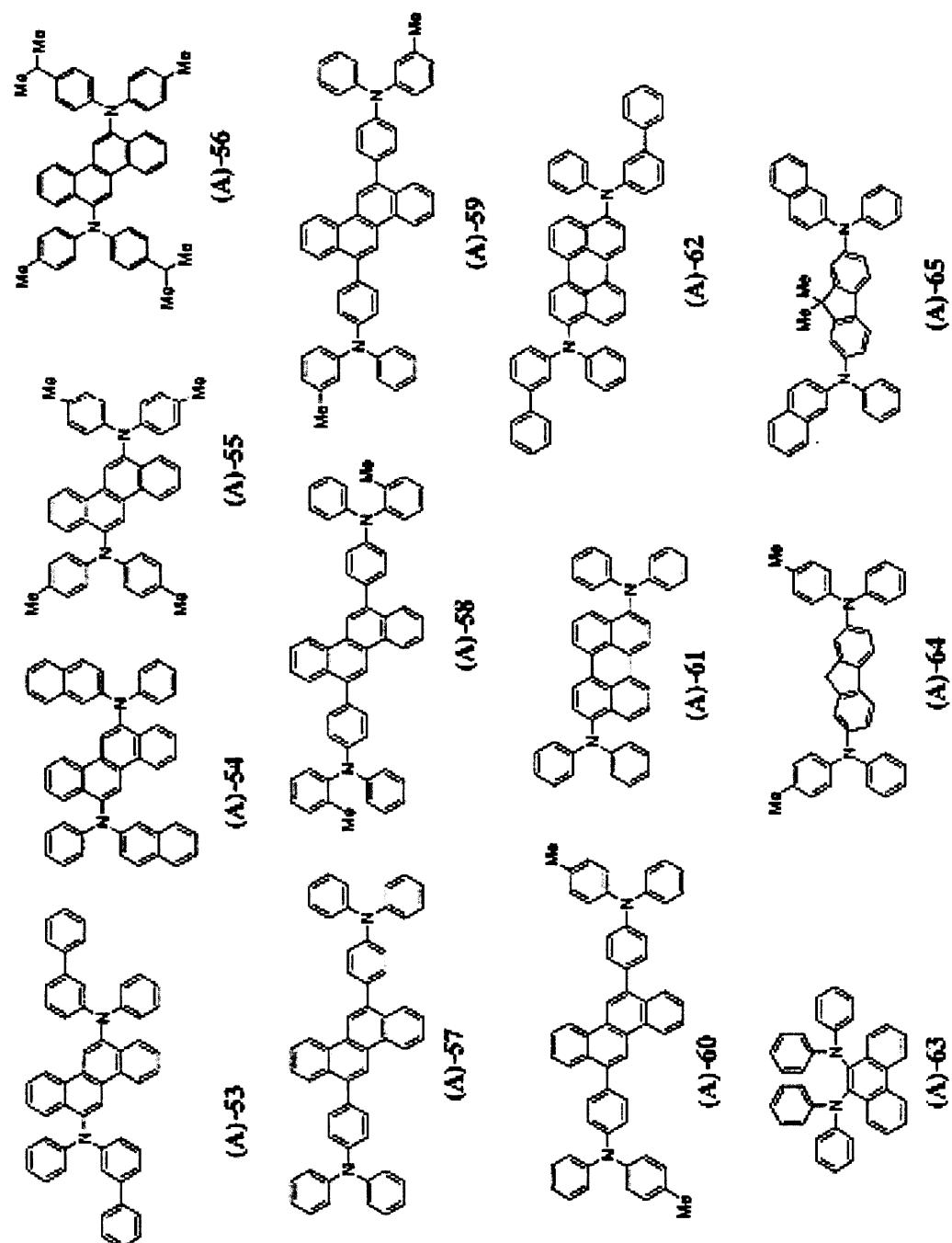
30

【化 5 0】



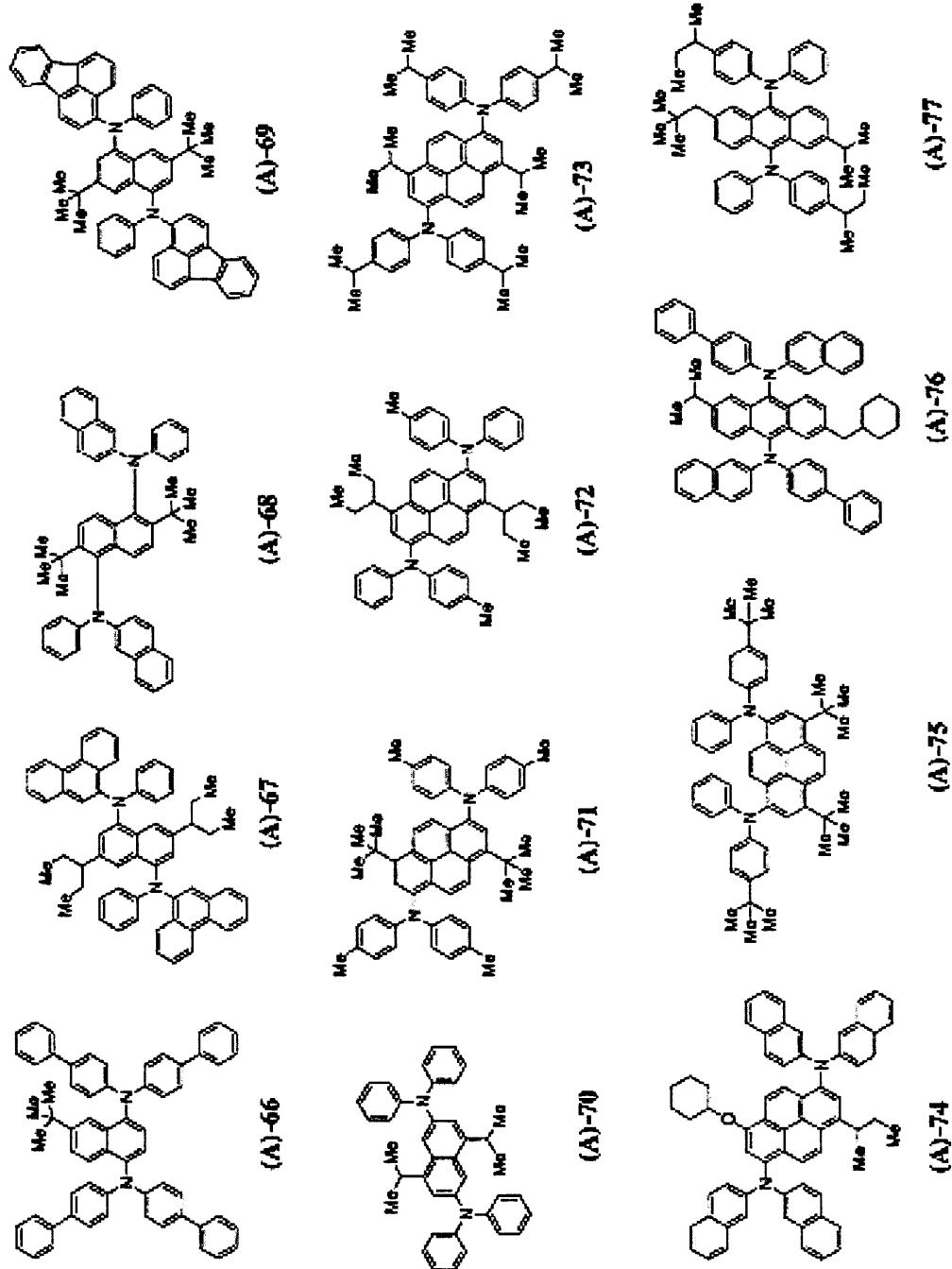
【 0 1 2 9 】

【化 5 1】



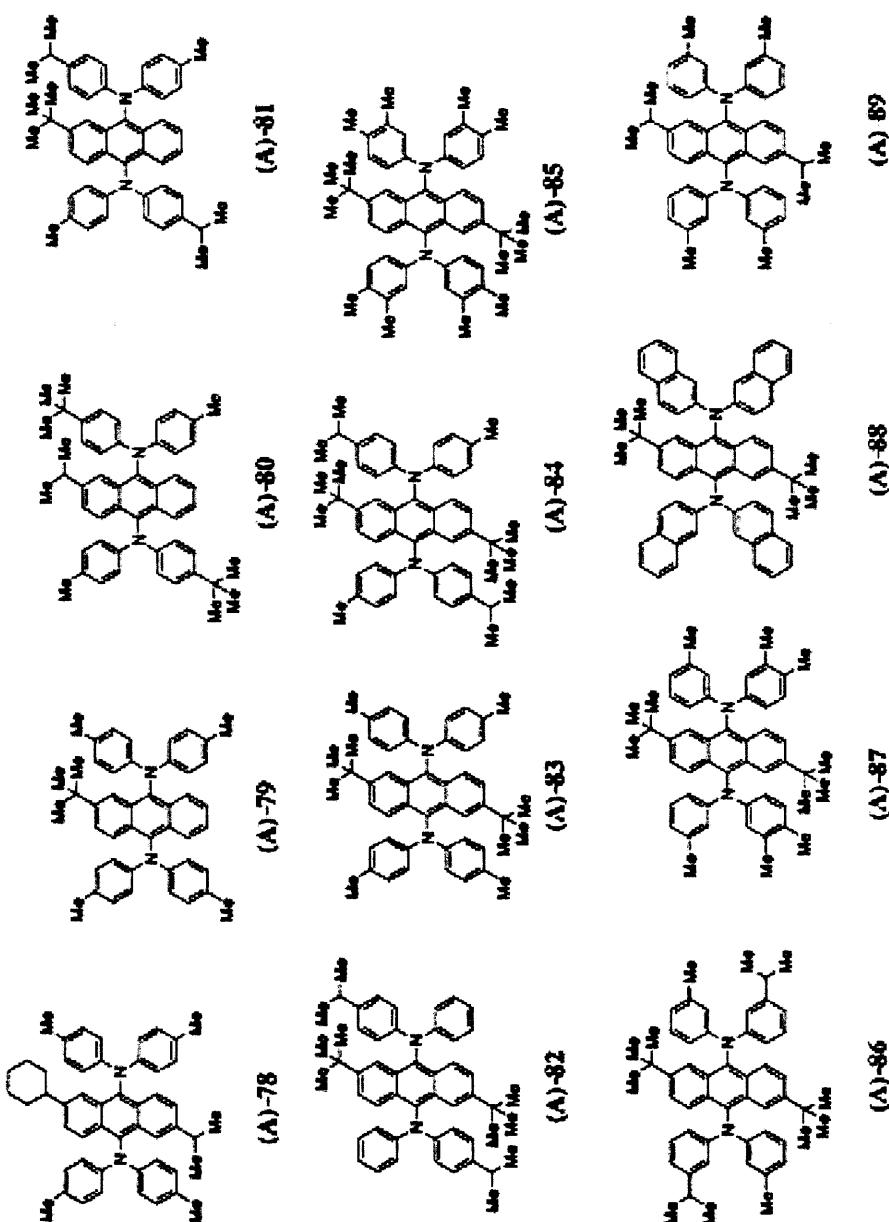
【0 1 3 0】

【化 5 2】



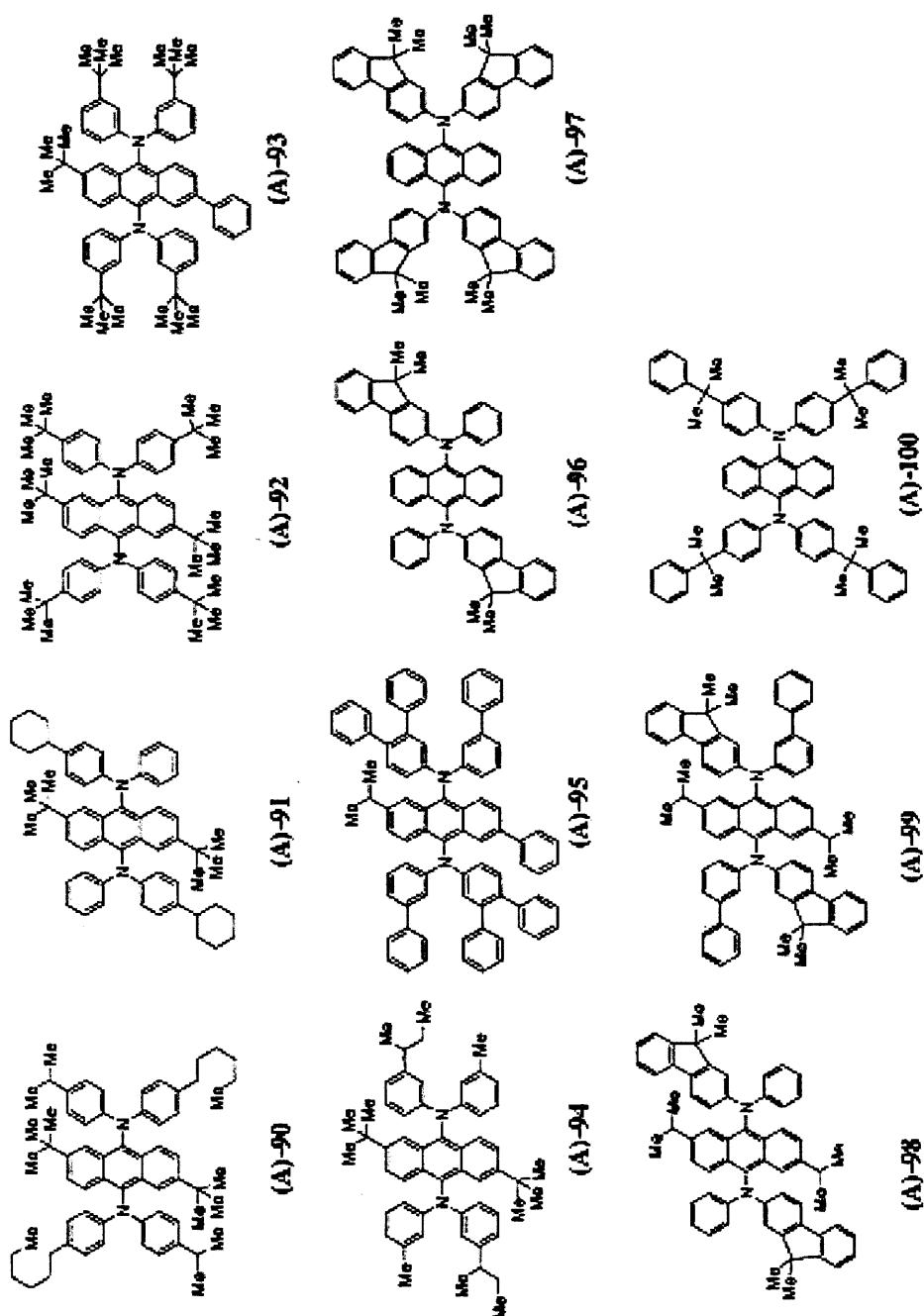
【 0 1 3 1 】

【化 5 3】



【0 1 3 2】

【化 5 4】



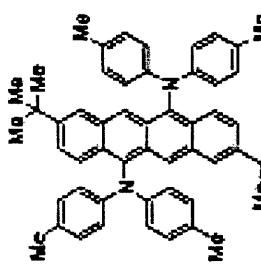
10

20

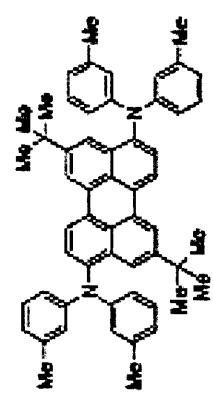
30

【0 1 3 3】

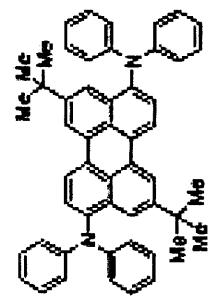
【化 5 5】



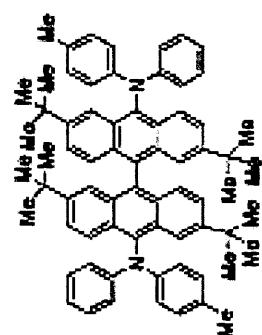
(A)-103



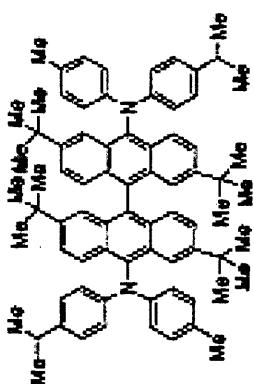
(A)-102



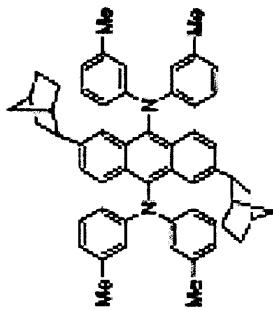
(A)-101



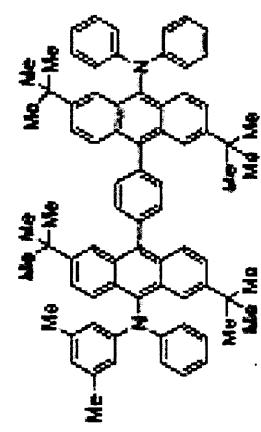
(A)-105



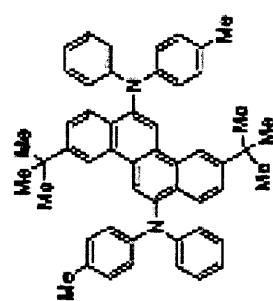
(A)-104



(A)-106



(A)-107



(A)-108

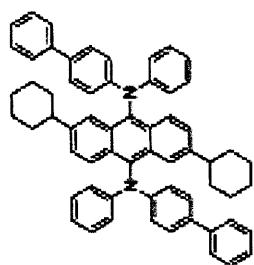
10

20

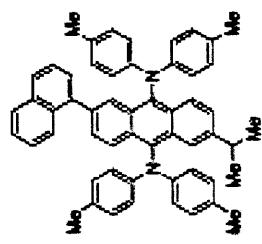
30

【 0 1 3 4 】

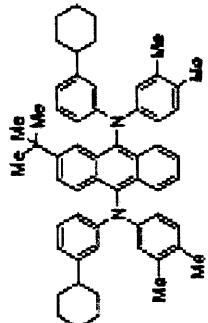
【化 5 6】



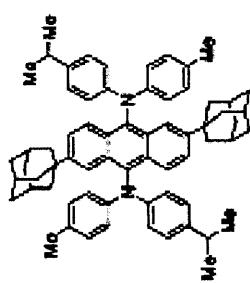
(A)-111



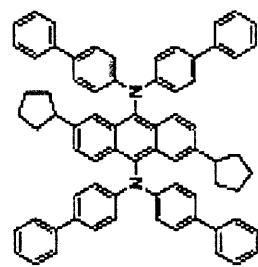
(A)-114



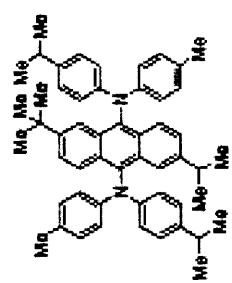
(A)-117



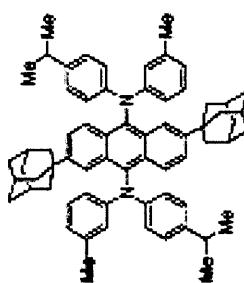
(A)-110



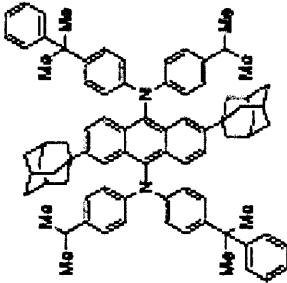
(A)-113



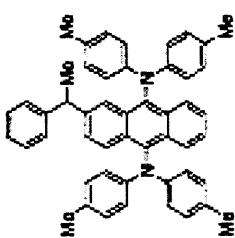
(A)-116



(A)-109



(A)-112



(A)-115

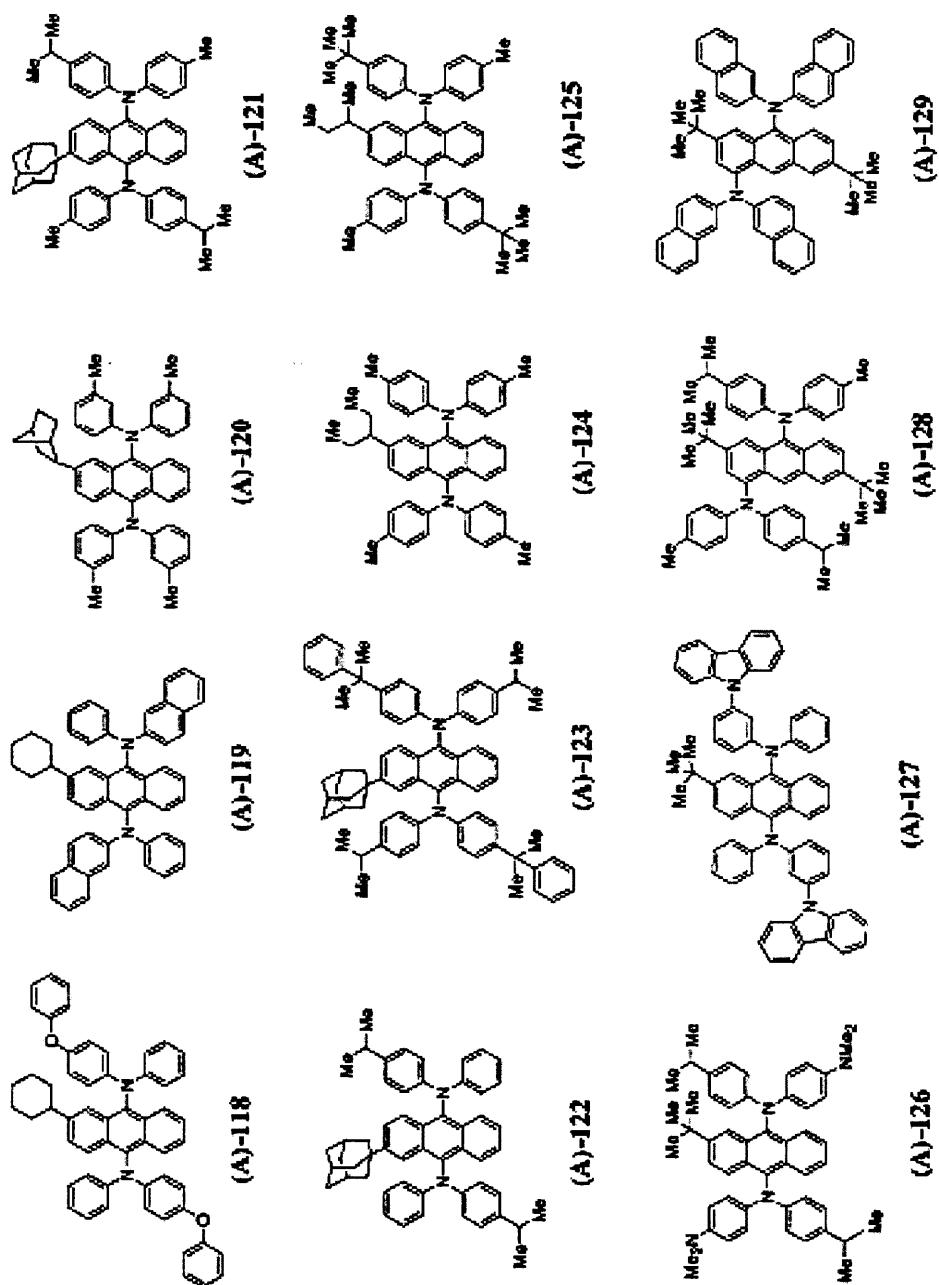
10

20

30

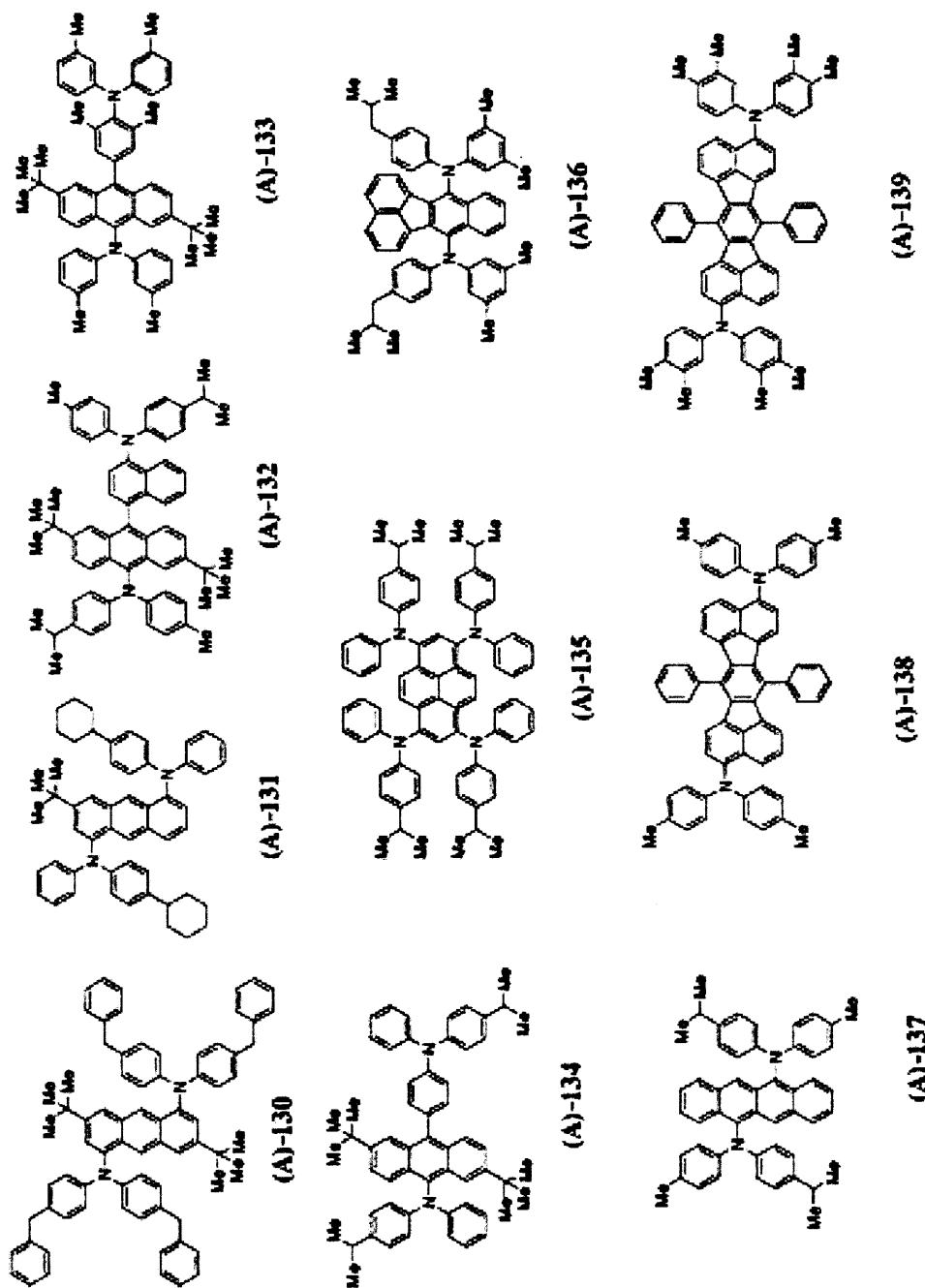
【 0 1 3 5 】

【化57】



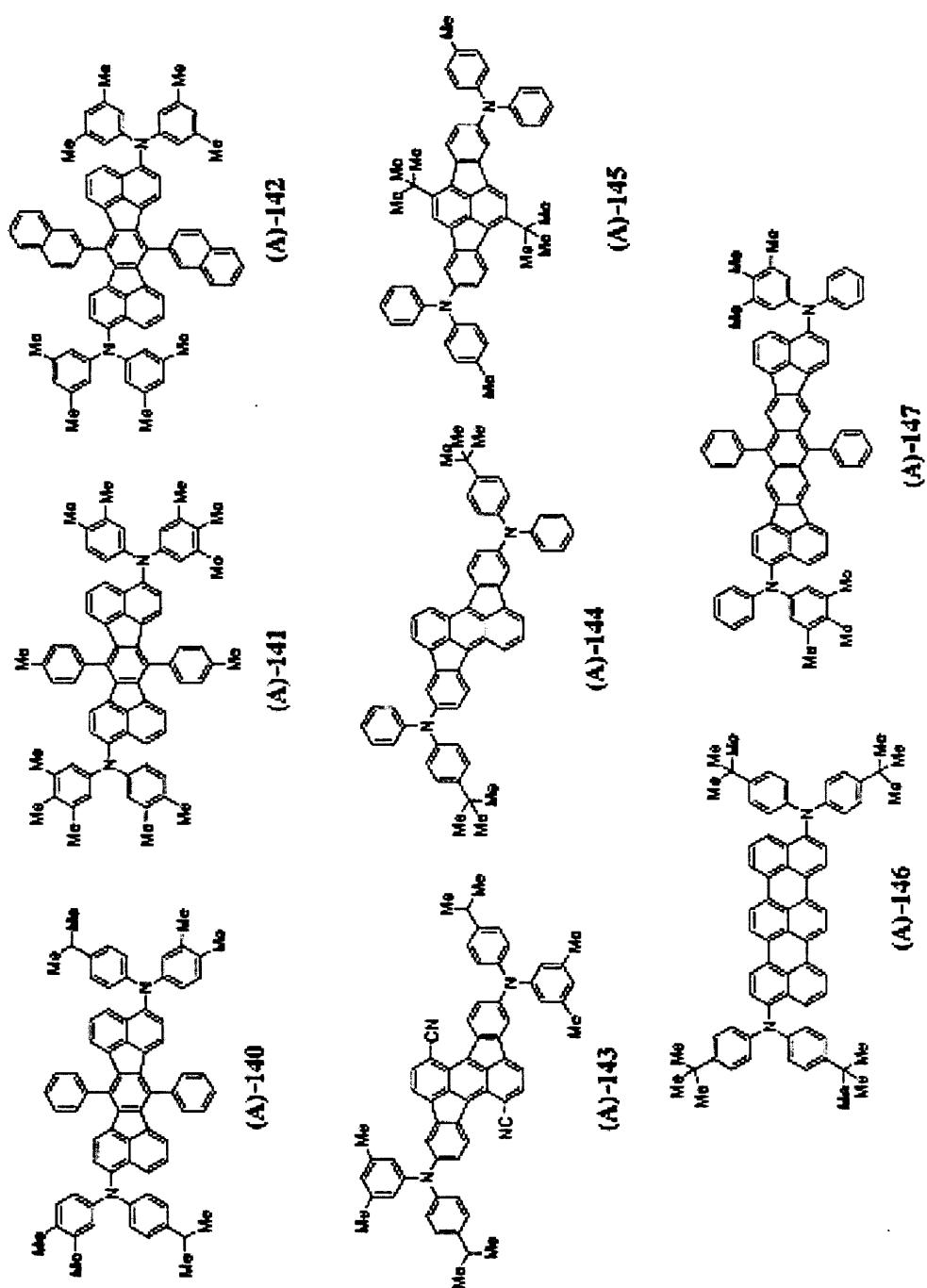
【0136】

【化 5 8】



【 0 1 3 7 】

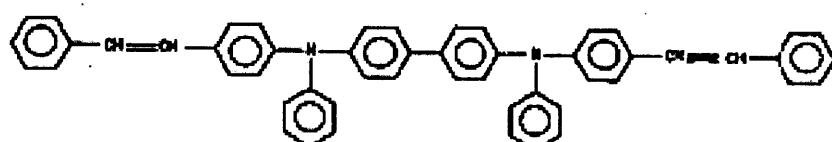
【化 5 9】



【 0 1 3 8 】

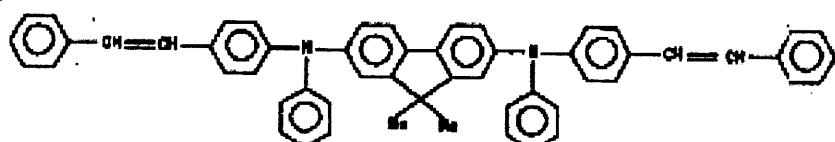
【化 6 0】

EN32



(A)-166

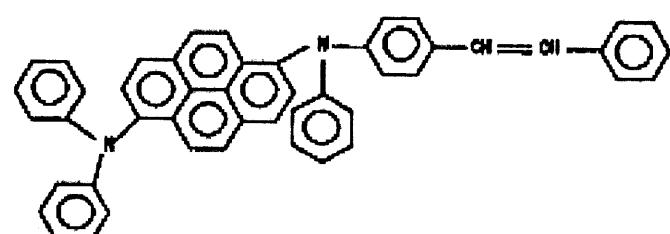
EN33



(A)-167

10

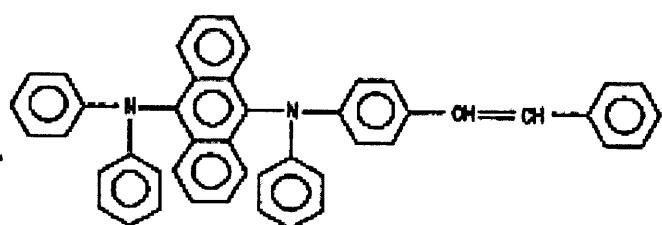
EN34



(A)-168

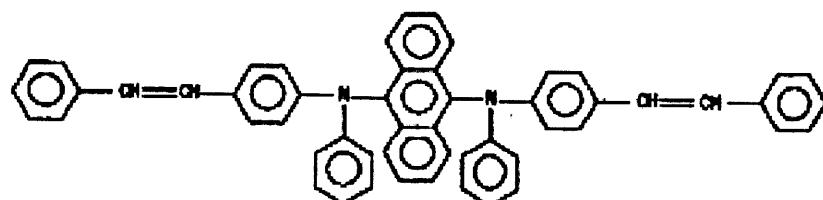
20

EN35



(A)-169

EN36



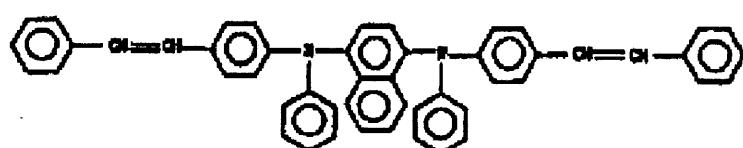
(A)-170

30

【 0 1 3 9 】

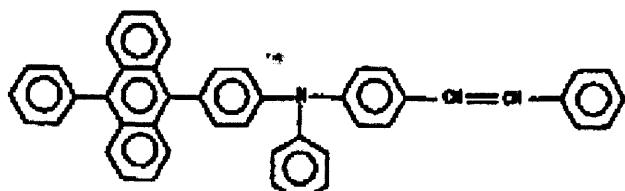
【化 6 1】

EM41



(A)-171

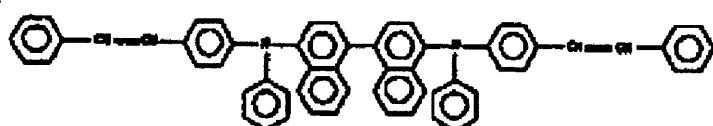
EM42



(A)-172

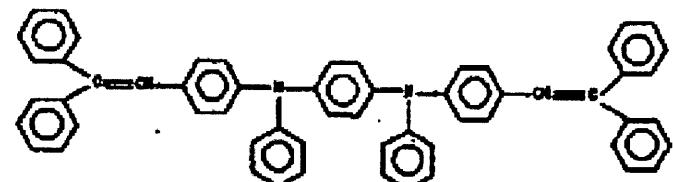
10

EM43



(A)-173

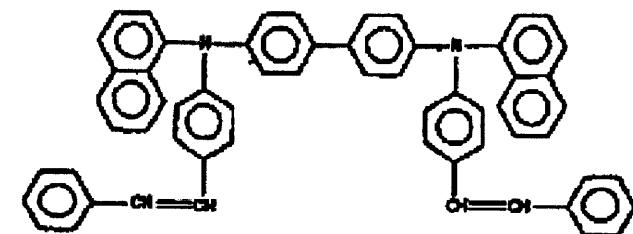
EM44



(A)-174

20

EM45



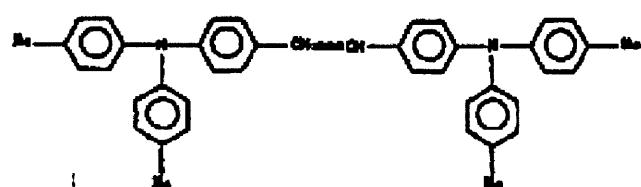
(A)-175

30

【0 1 4 0】

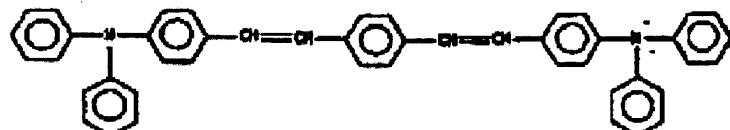
【化 6 2】

EM4 6



(A)-176

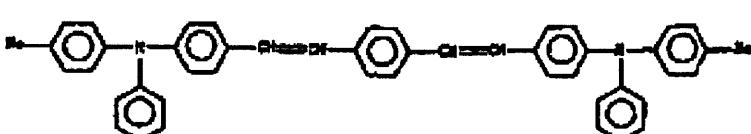
EM4 7



(A)-177

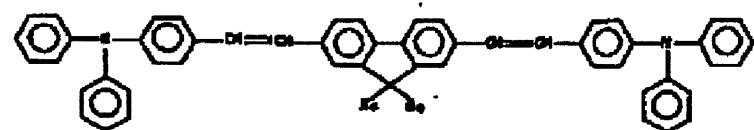
10

EM4 8



(A)-178

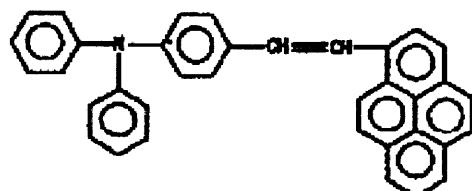
EM4 9



(A)-179

20

EM5 0



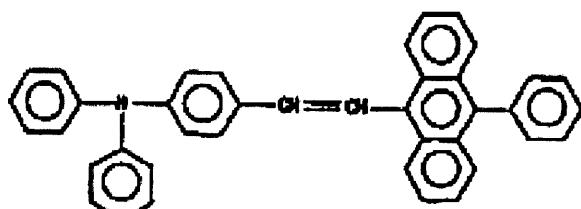
(A)-180

30

【0 1 4 1】

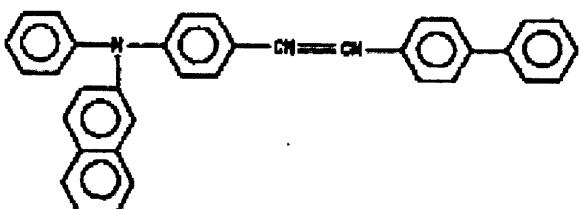
【化 6 3】

EMS 1



(A)-181

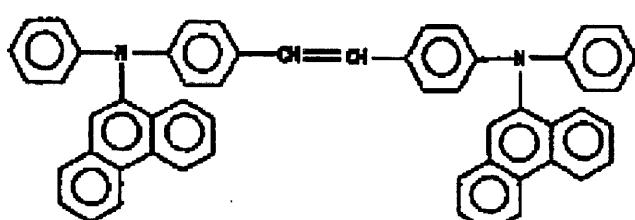
EMS 2



(A)-182

10

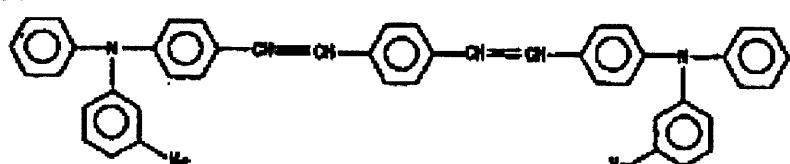
EMS 3



(A)-183

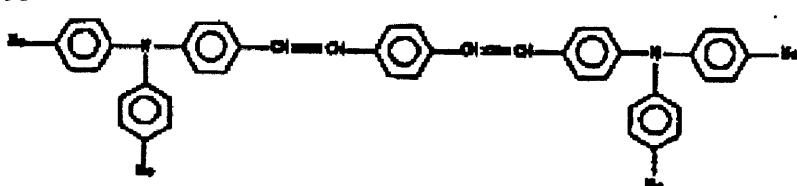
20

EMS 4



(A)-184

EMS 5

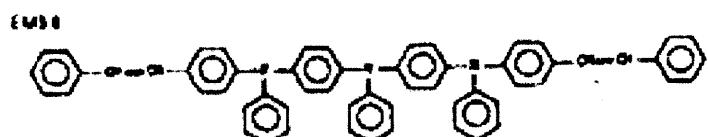


(A)-185

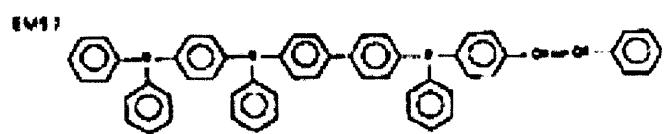
30

【 0 1 4 2 】

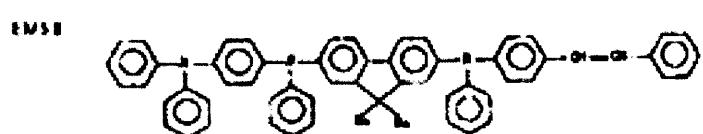
【化 6 4】



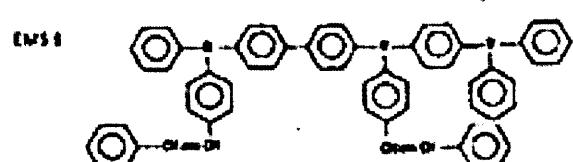
(A)-186



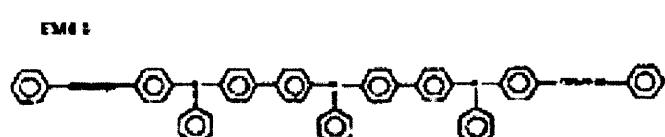
(A)-187



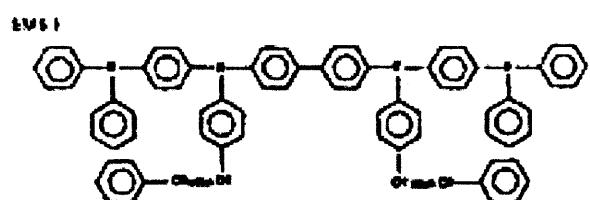
(A)-188



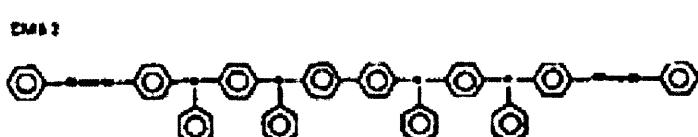
(A)-189



(A)-190



(A)-191



(A)-192

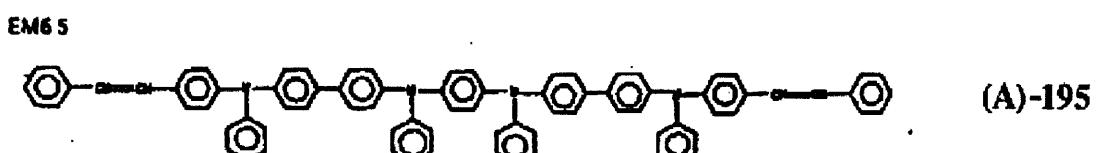
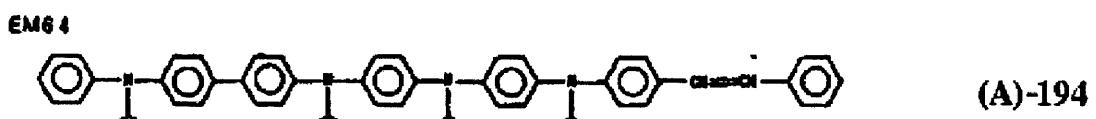
10

20

30

【 0 1 4 3 】

【化 6 5】

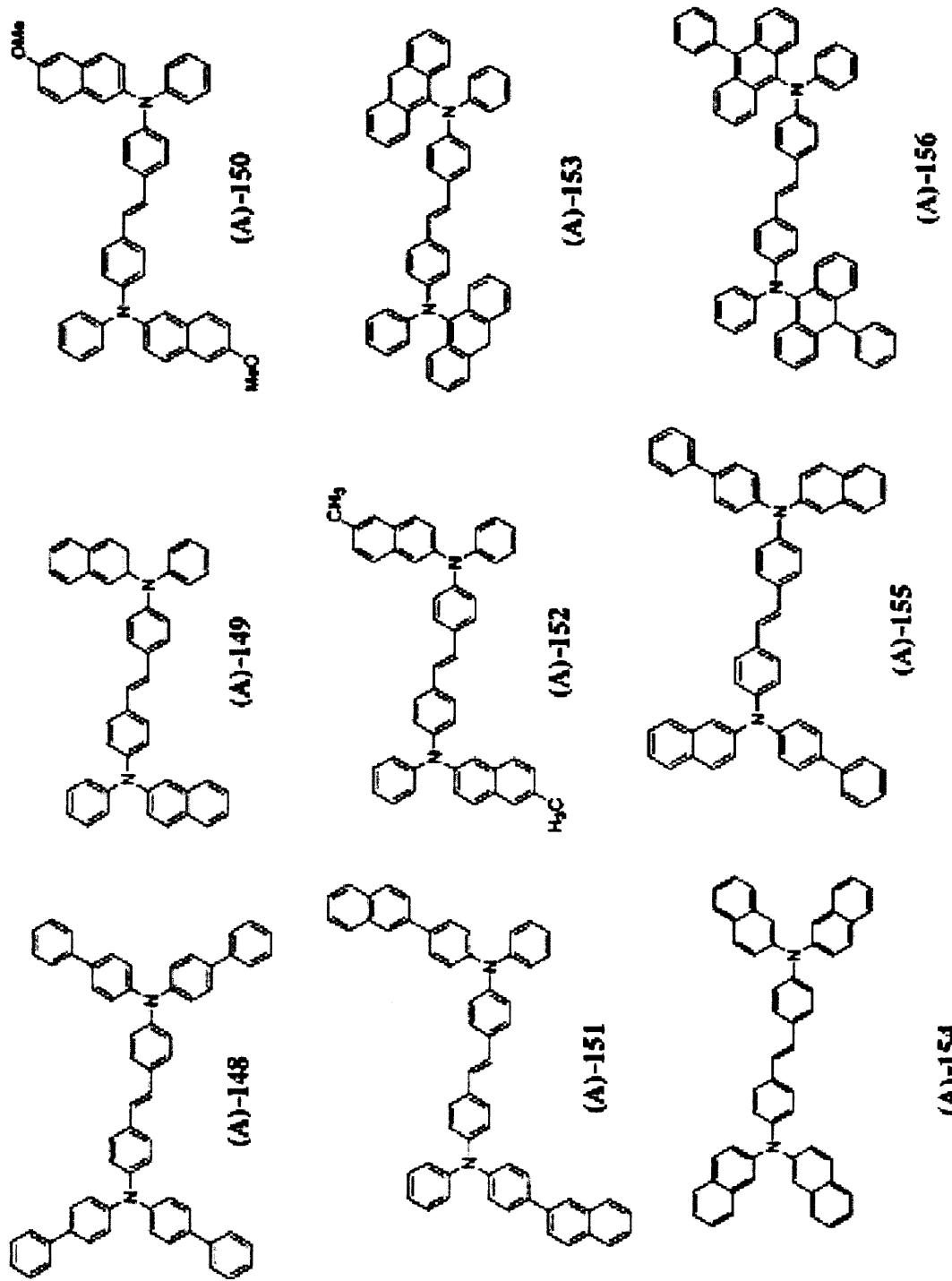


【0 1 4 4】

10

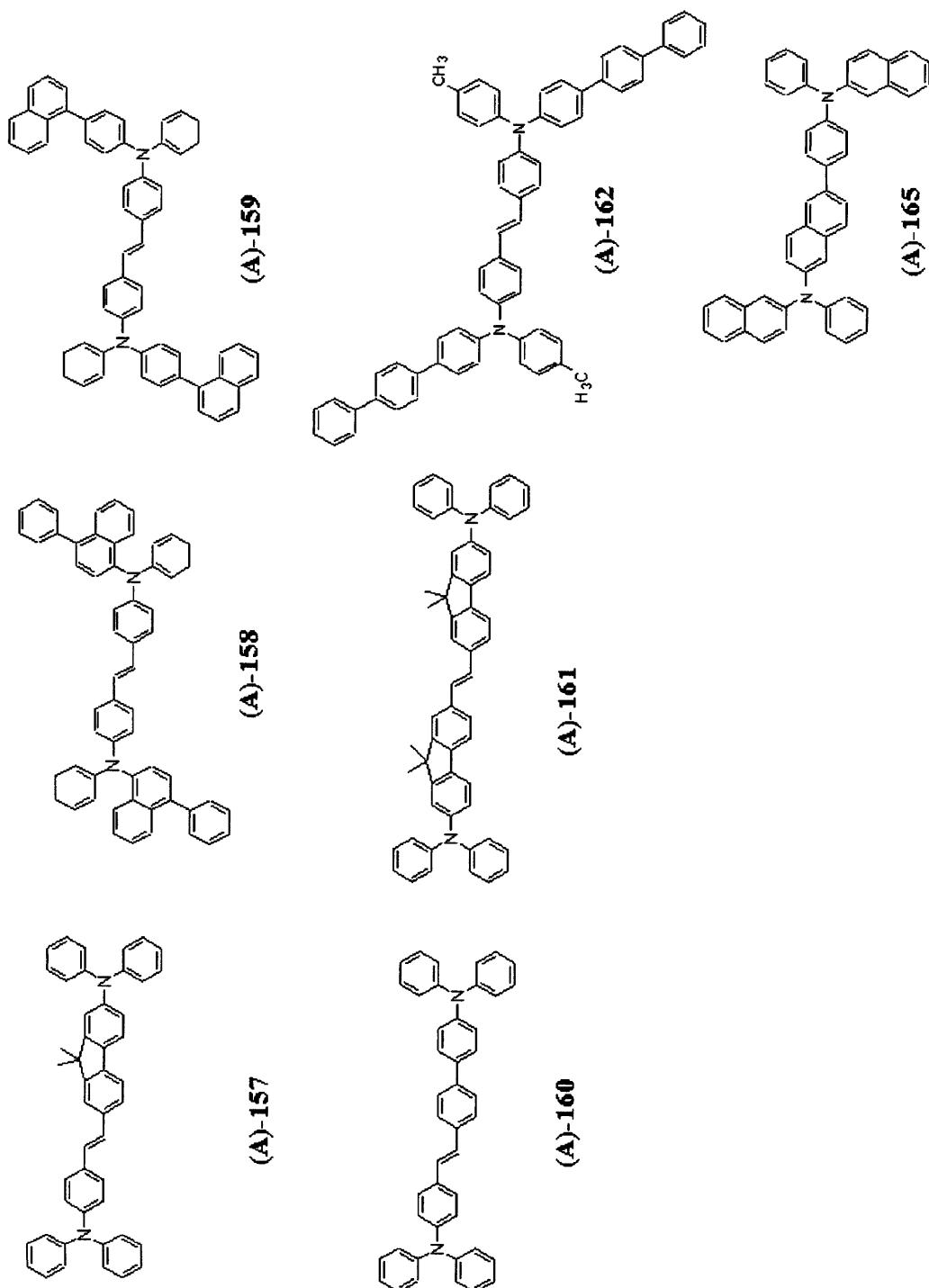
20

【化 6 6】



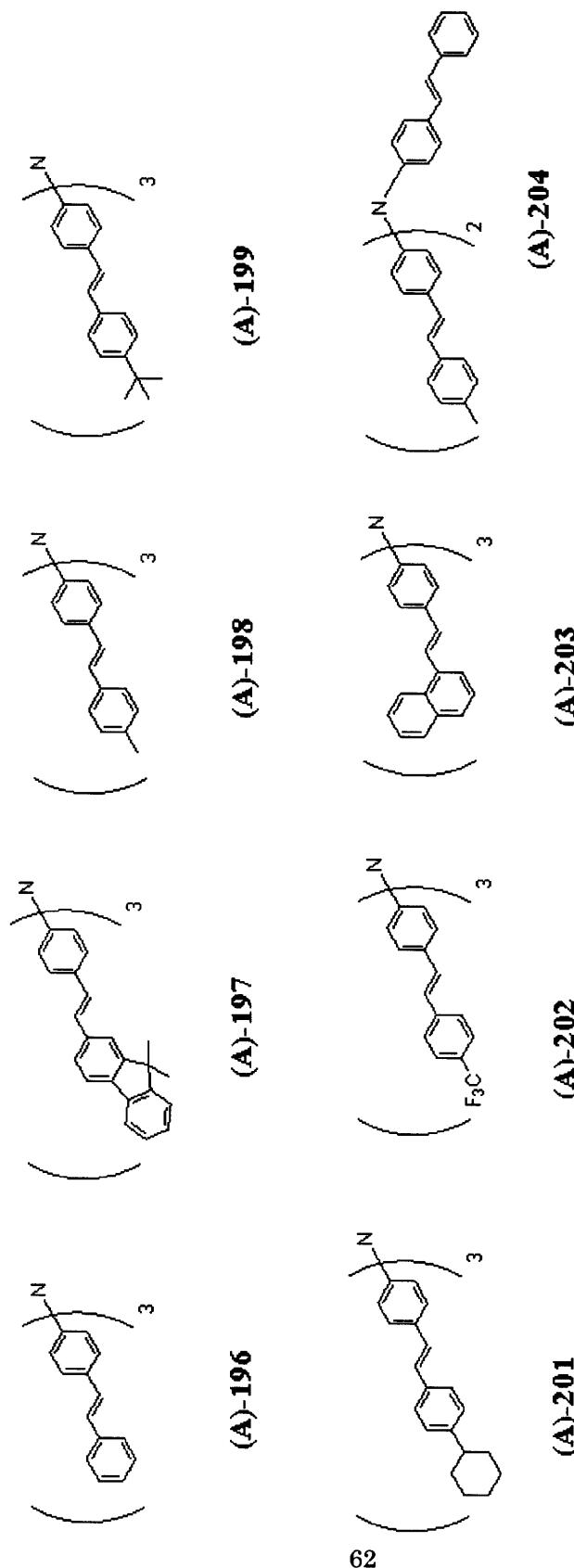
【 0 1 4 5 】

【化 6 7】



【 0 1 4 6 】

【化 6 8】



10

20

30

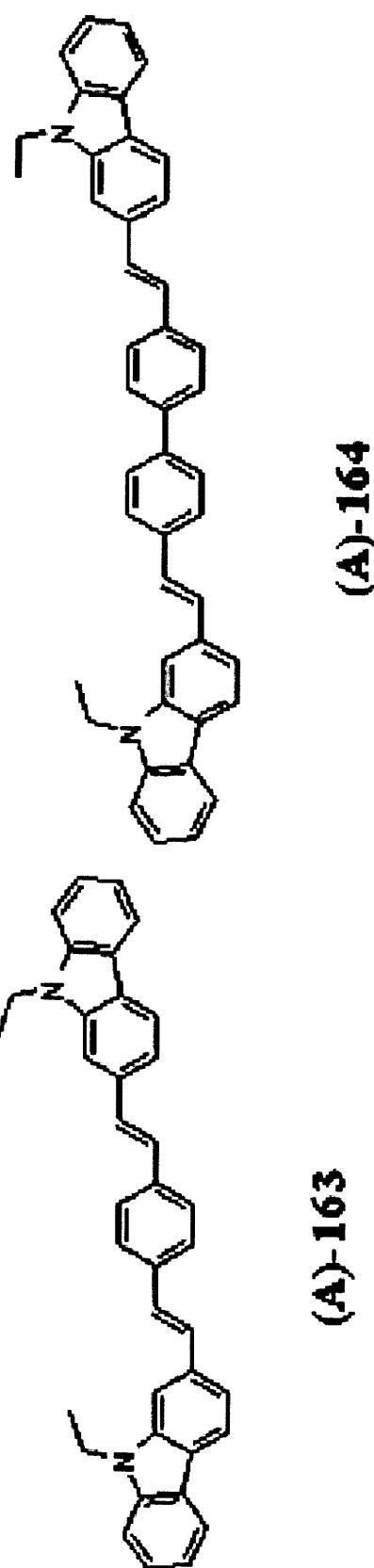
40

【0147】

また、以下のようなカルバゾール基を含む化合物であってもよい。

【0148】

【化69】



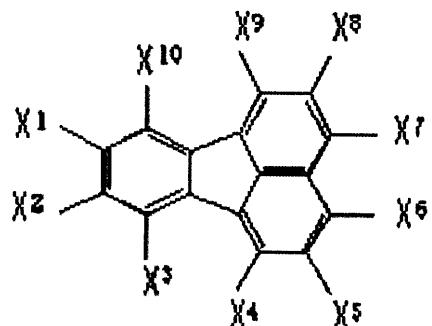
【0149】

50

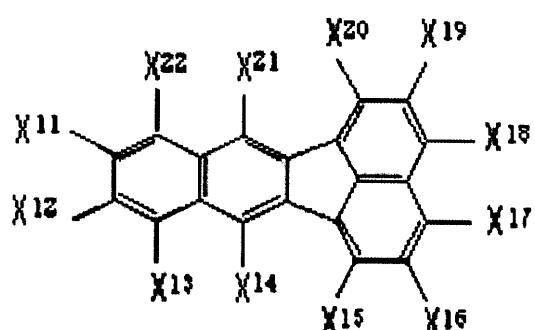
また、蛍光発光性ドーパントは、下記式(41)～(44)のいずれかで表されるフルオランテン誘導体であってもよい。

【0150】

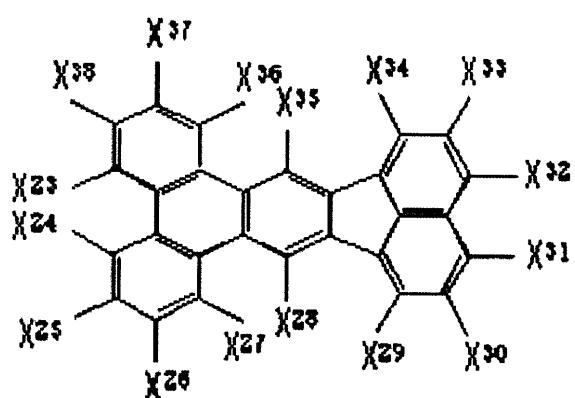
【化70】



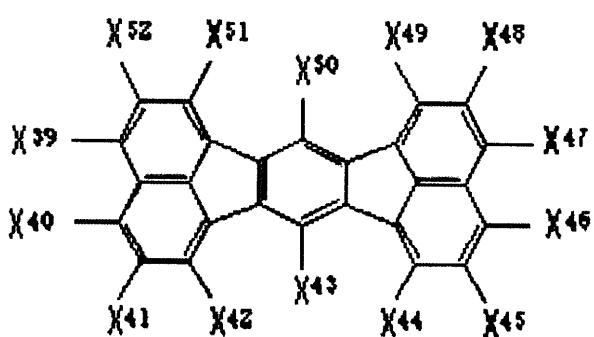
…(41) 10



…(42) 20



…(43) 30



…(44) 40

【0151】

式(41)～(44)において、X¹～X⁵は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲ

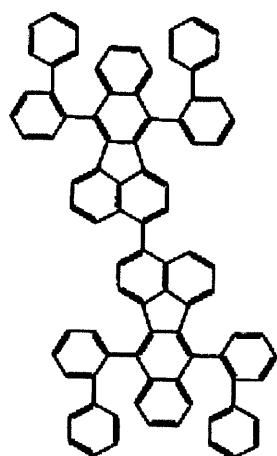
ン原子、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルコキシ基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキルチオ基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニルオキシ基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニルチオ基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキル基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキルオキシ基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～20のアリール基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～20のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～20のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素原子数2～30のアミノ基、シアノ基、シリル基、水酸基、-COOR^{1e}基(基中、R^{1e}は水素原子、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキル基、または、置換もしくは無置換の炭素原子数6～30のアリール基を表す)、-COR^{2e}基(基中、R^{2e}は水素原子、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキル基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～30のアリール基、または、アミノ基を表す)、-OCOR^{3e}基(基中、R^{3e}は置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の直鎖、分岐もしくは環状の炭素原子数2～30のアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素原子数7～30のアラルキル基、置換もしくは無置換の炭素原子数6～30のアリール基を表す)を表し、さらに、X¹～X⁵のうち、隣接する基及び各基の置換基は、互いに結合して、置換もしくは無置換の炭素環を形成していてもよい。
10 20

【0152】

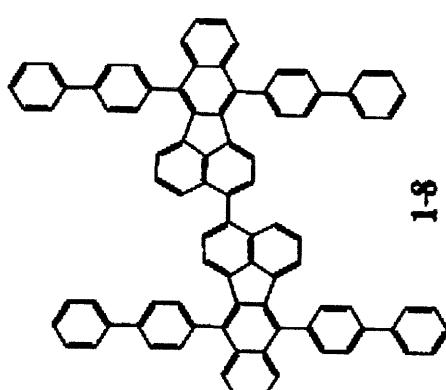
このようなフルオランテン誘導体としては、例えば、以下のものが挙げられる。

【0153】

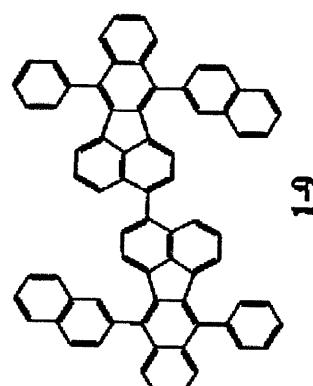
【化 7 1】



1-7

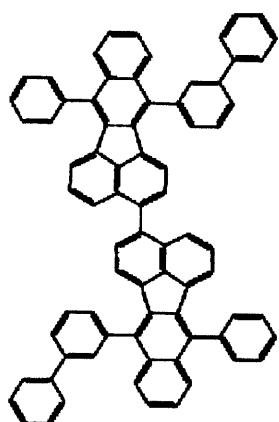


1-8

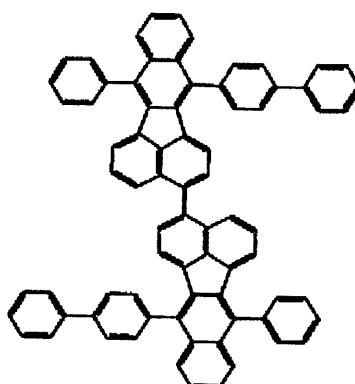


1-9

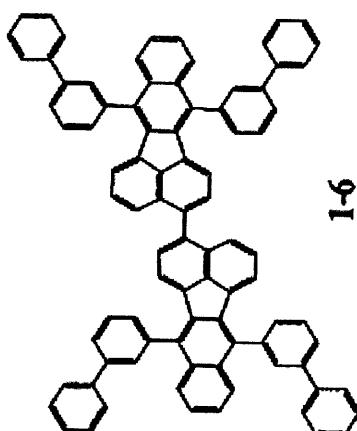
10



1-4

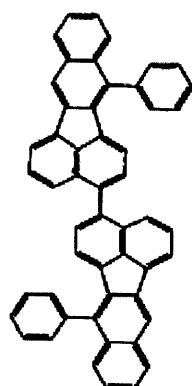


1-5

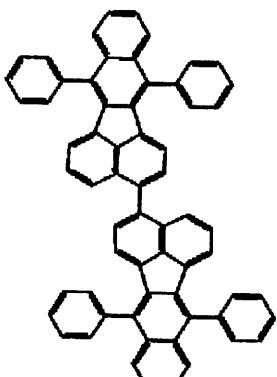


1-6

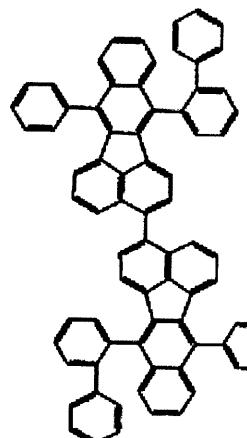
20



1-1



1-2

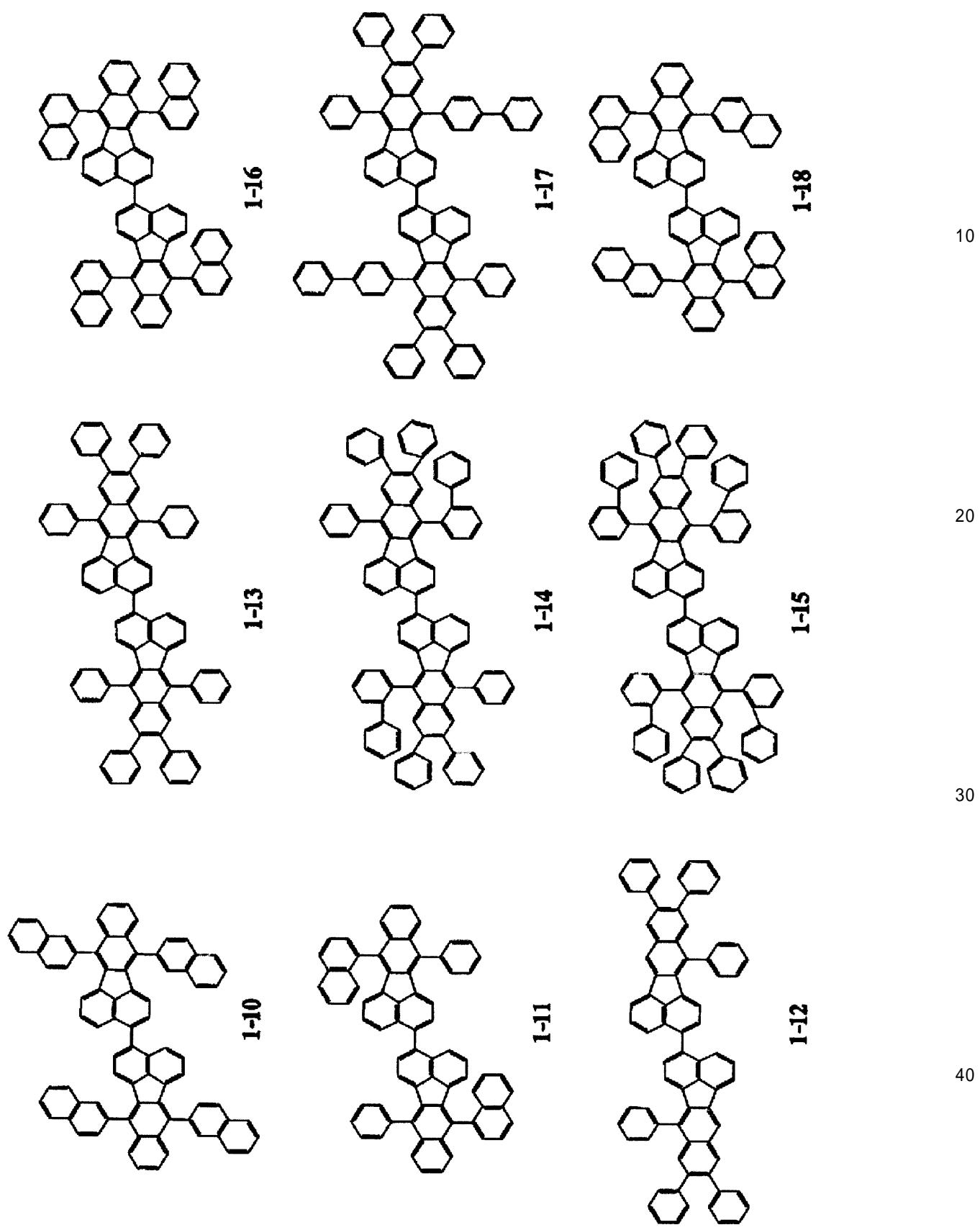


1-3

30

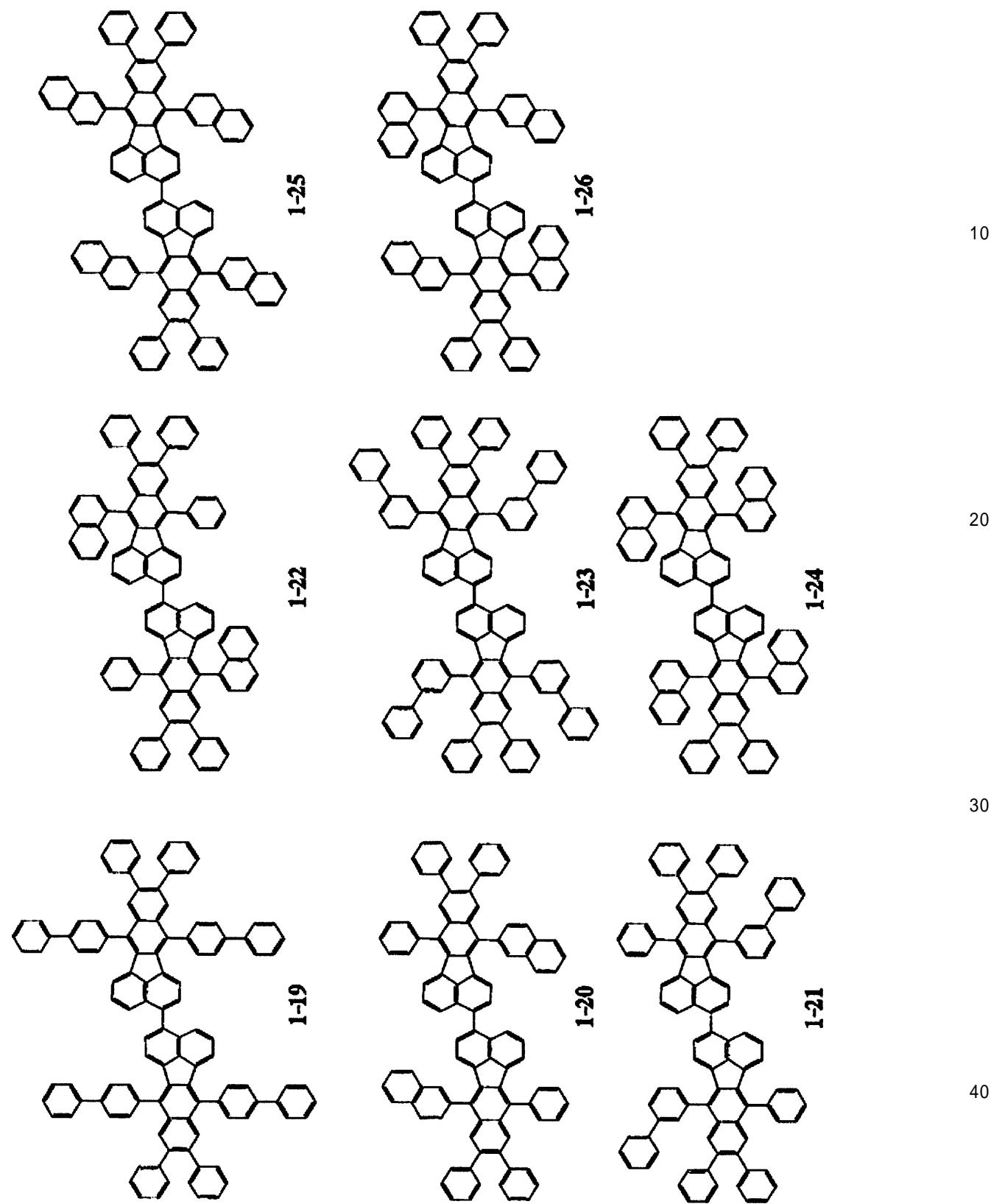
【0 1 5 4】

【化72】



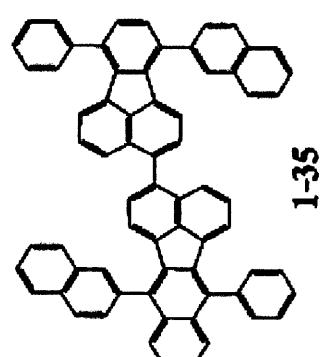
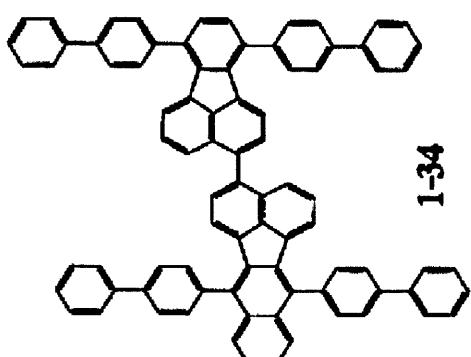
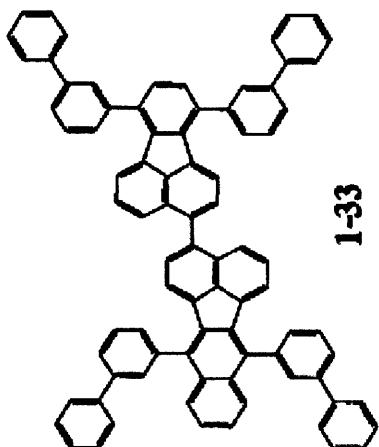
【0155】

【化73】

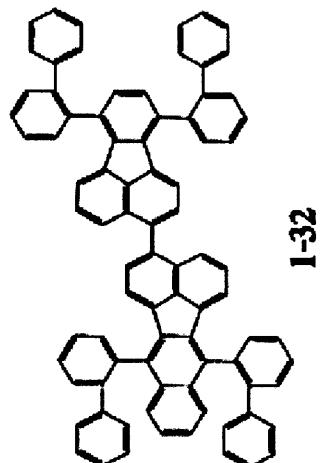
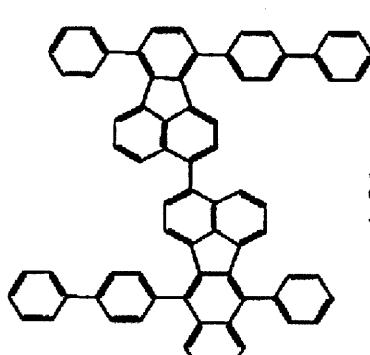
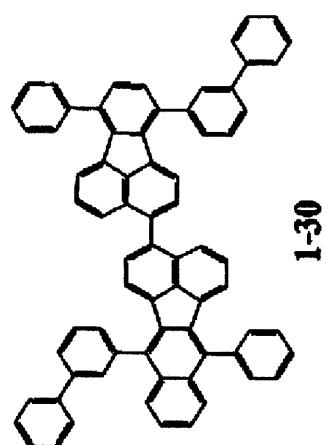


【0156】

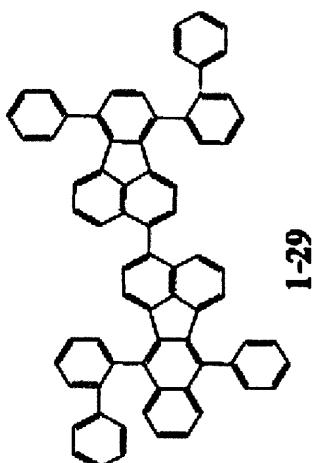
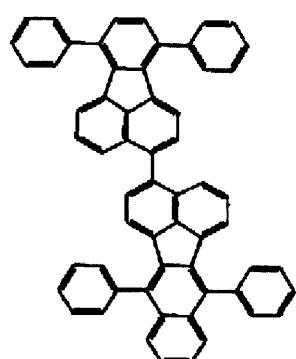
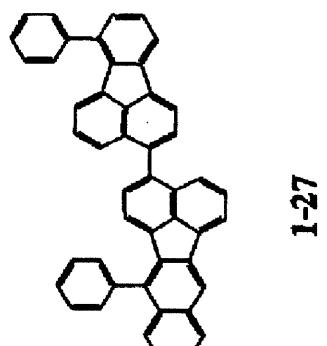
【化74】



10



20

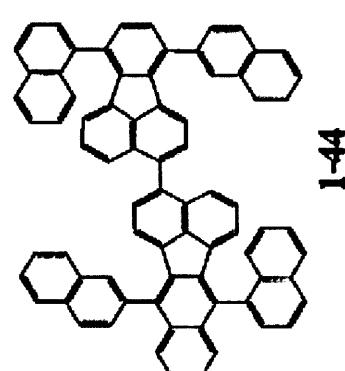
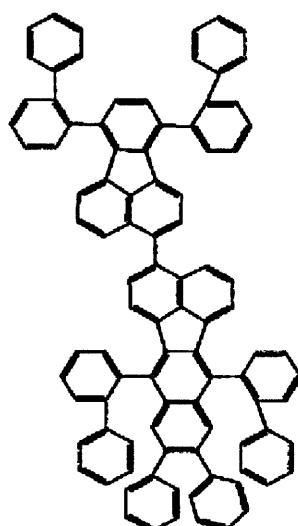
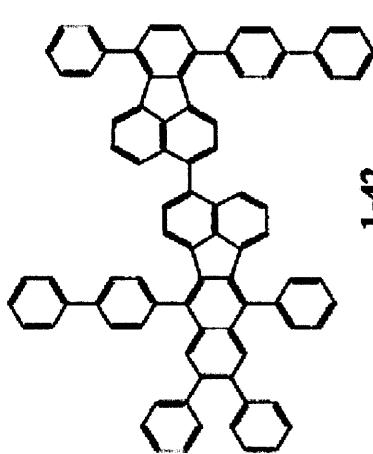


30

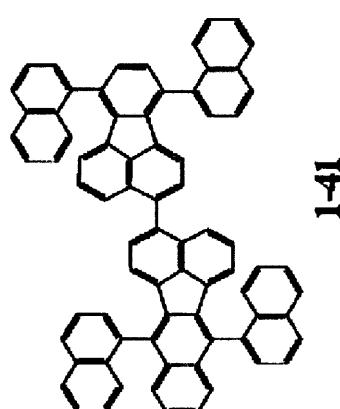
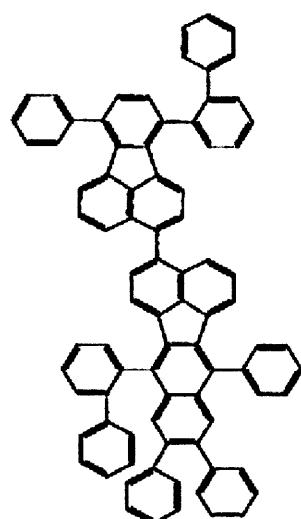
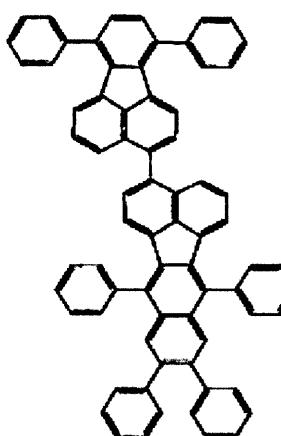
40

【0157】

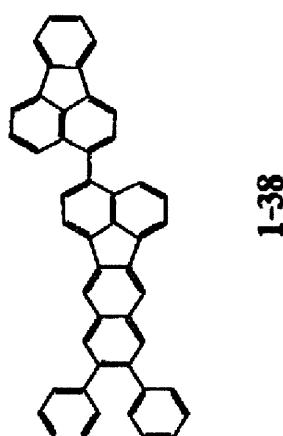
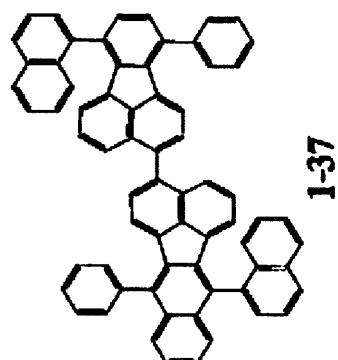
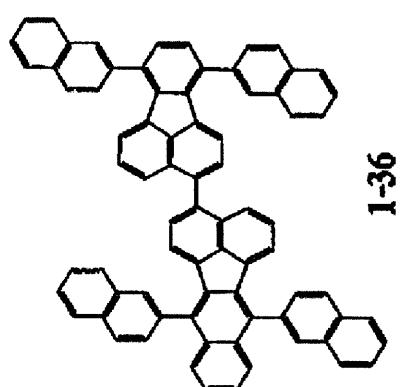
【化 7 5】



10



20

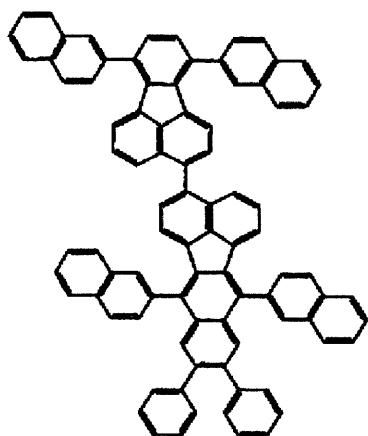


30

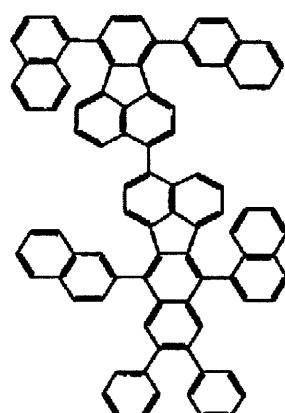
40

【0 1 5 8】

【化 7 6】

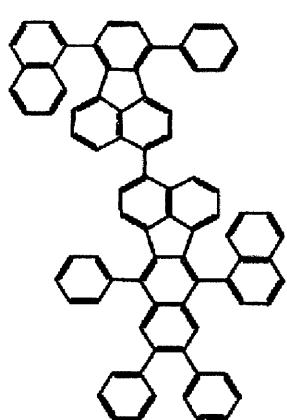


1-51

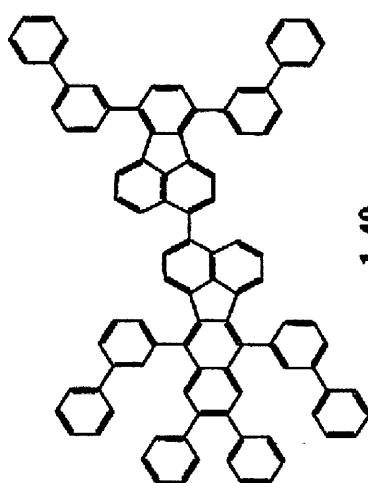


1-52

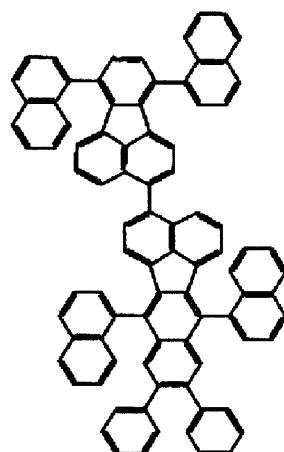
10



1-48

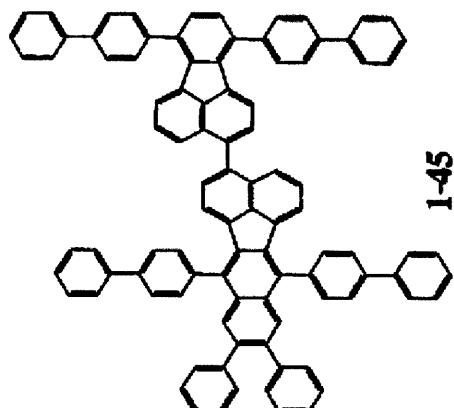


1-49

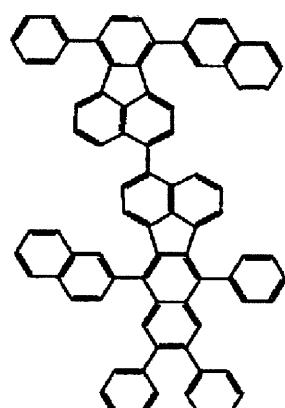


1-50

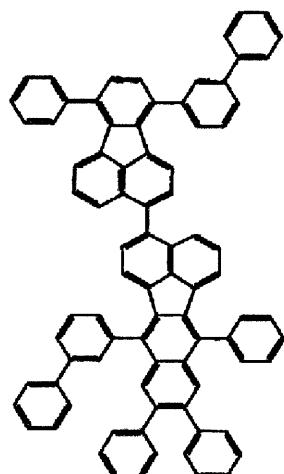
20



1-45



1-46



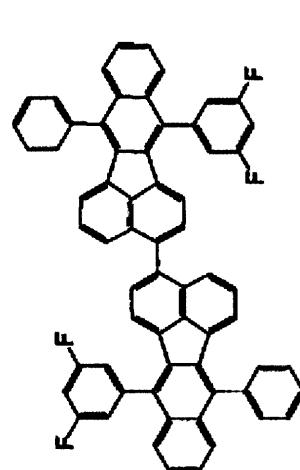
1-47

30

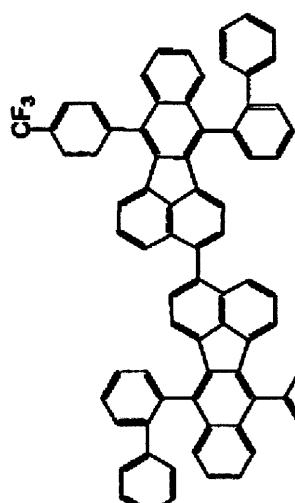
40

【0 1 5 9】

【化77】

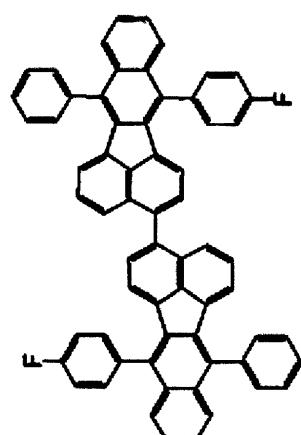


1-59

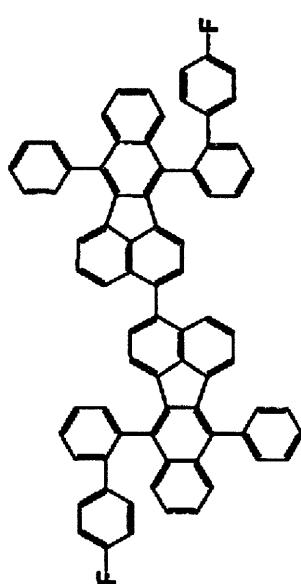


1-60

10

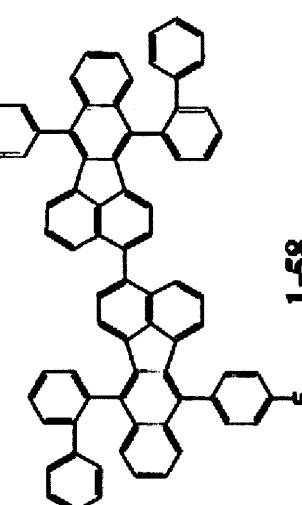


1-56



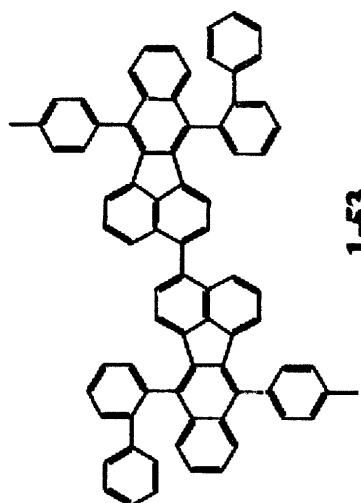
1-57

20

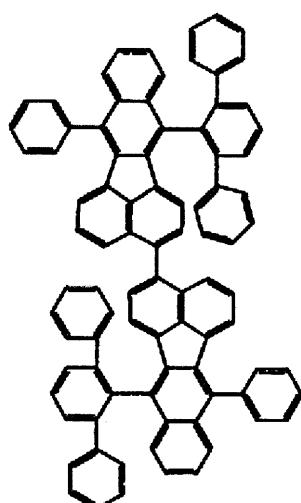


1-58

30

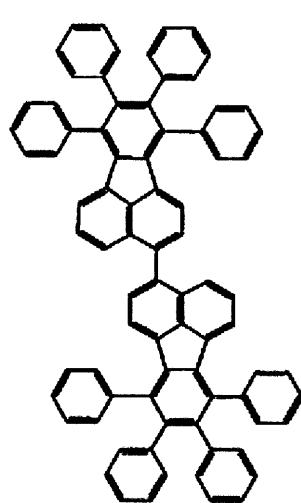


1-53



1-54

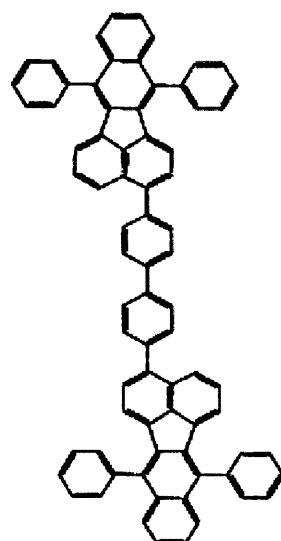
40



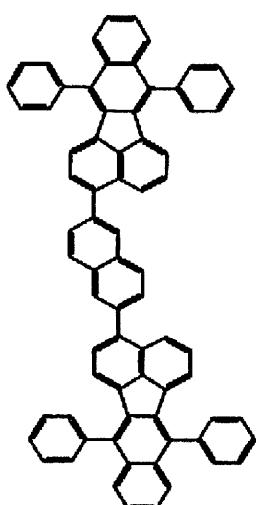
1-55

【0160】

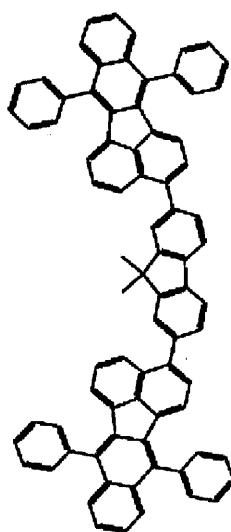
【化 7 8】



1-67

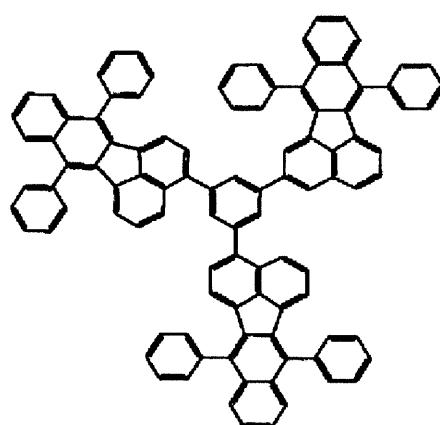


1-68

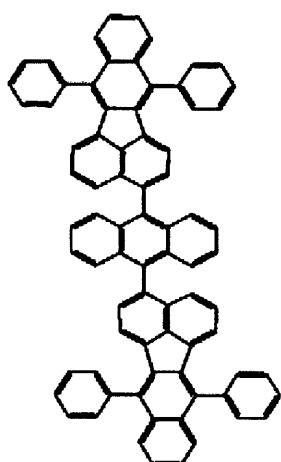


1-69

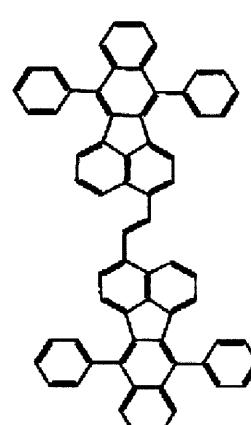
10



1-64

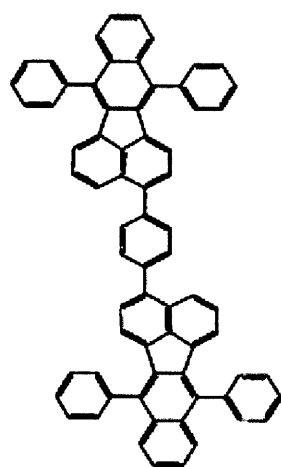


1-65

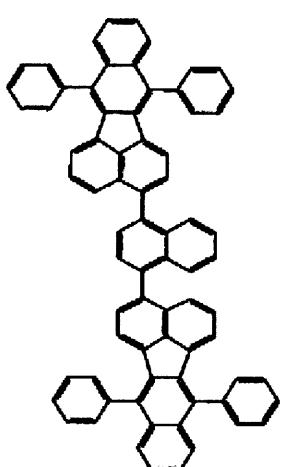


1-66

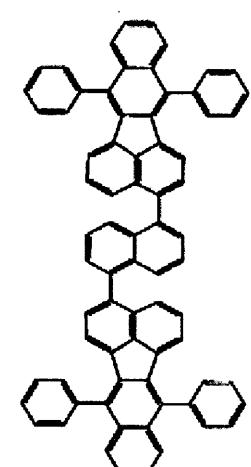
20



1-61



1-62

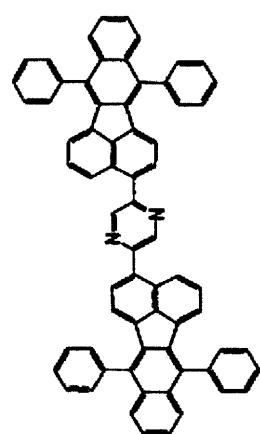


1-63

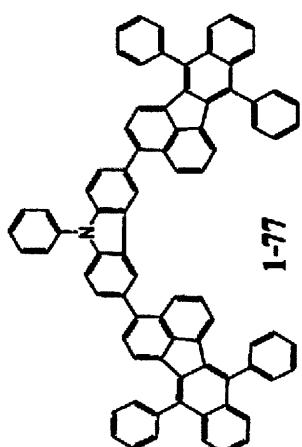
30

【 0 1 6 1 】

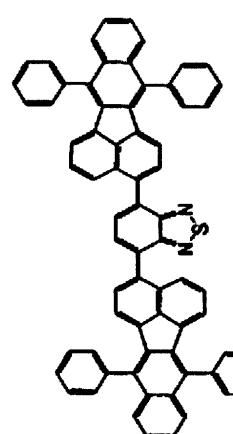
【化 7 9】



1-76

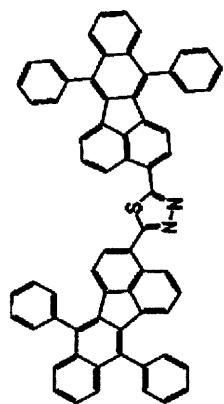


1-77

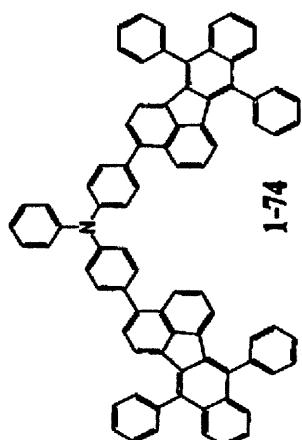


1-78

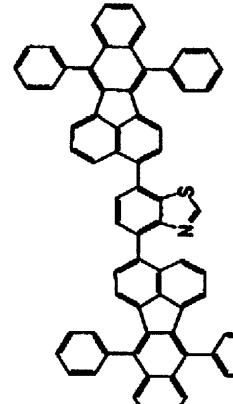
10



1-73

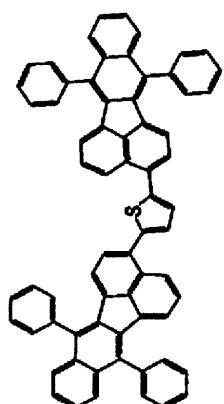


1-74

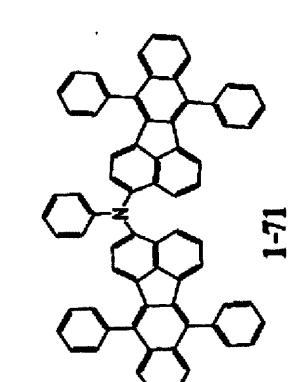


1-75

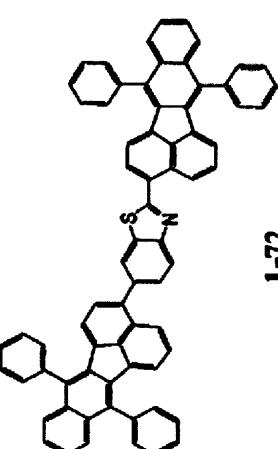
20



1-70



1-71



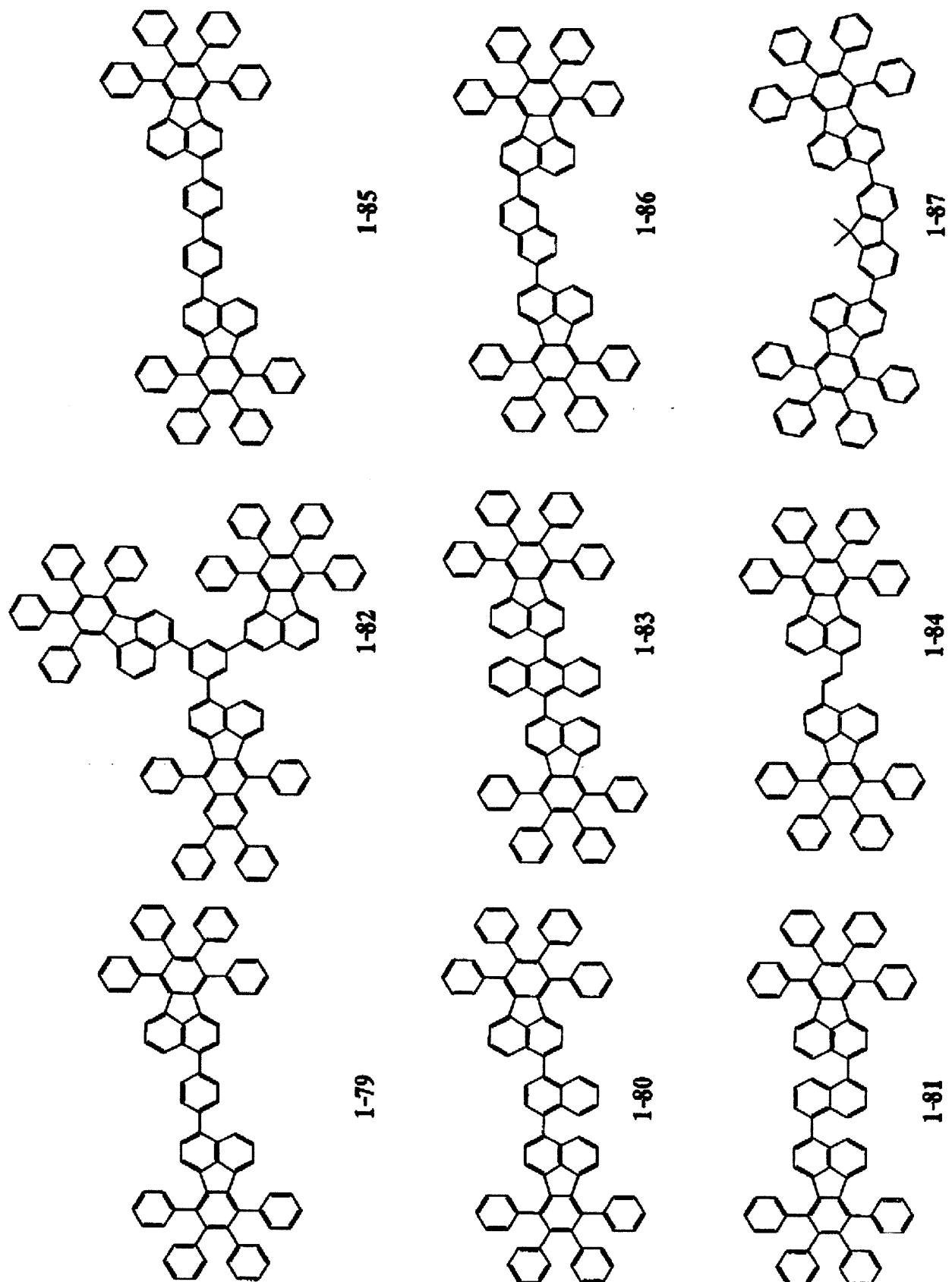
1-72

30

40

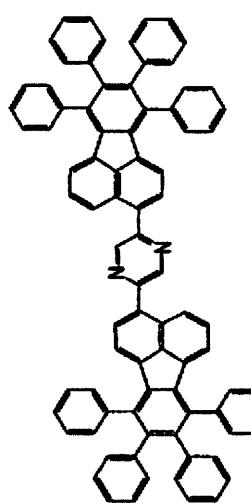
【 0 1 6 2 】

【化 8 0】

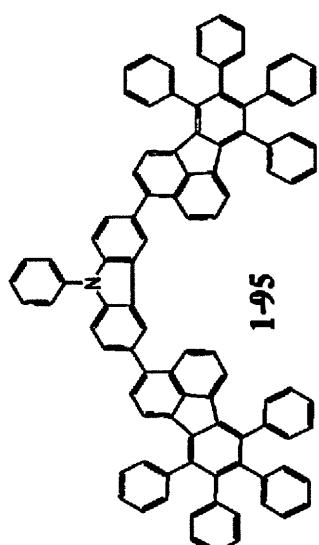


【0 1 6 3】

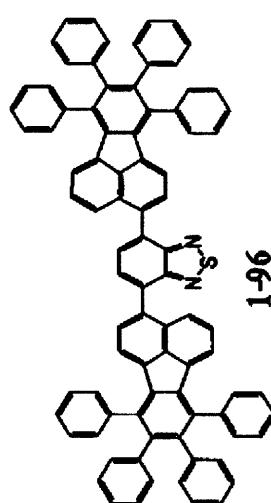
【化 8 1】



1-94

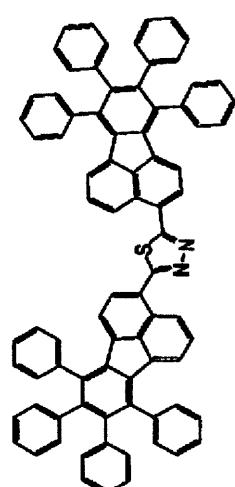


1-95

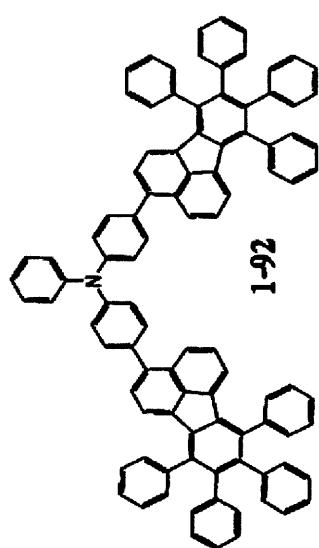


1-96

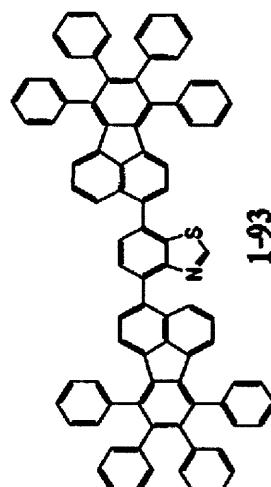
10



1-91

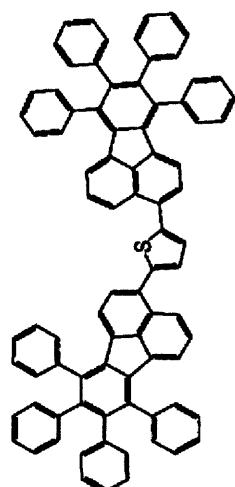


1-92

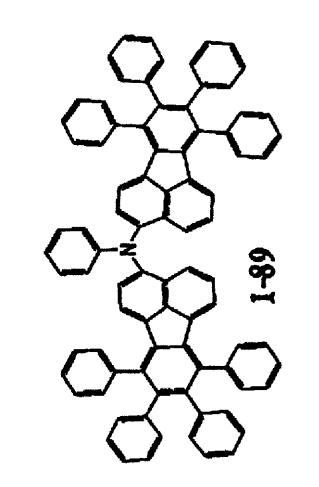


1-93

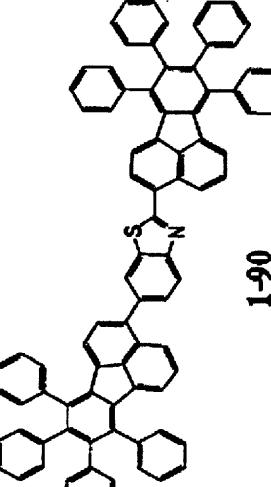
20



1-88



1-89



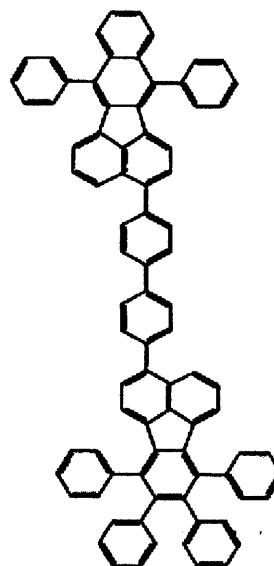
1-90

30

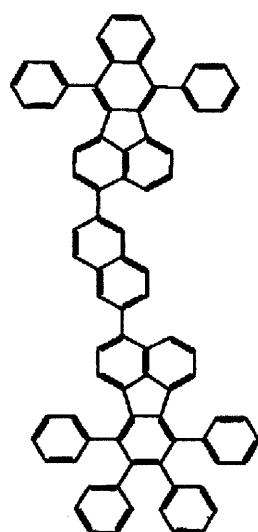
40

【 0 1 6 4 】

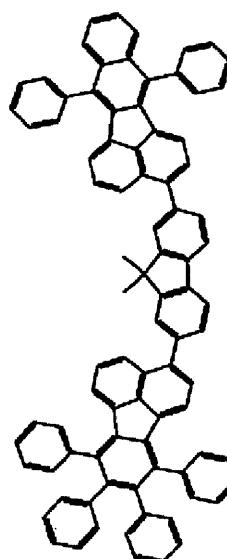
【化 8 2】



1-103

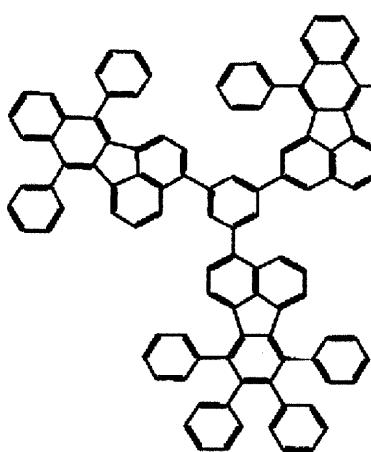


1-104

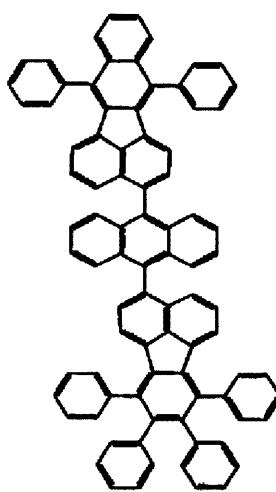


1-105

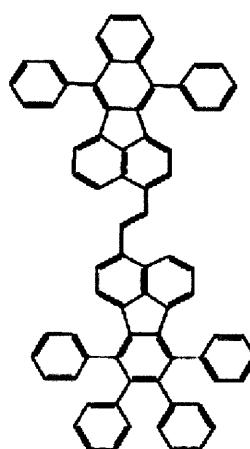
10



1-100

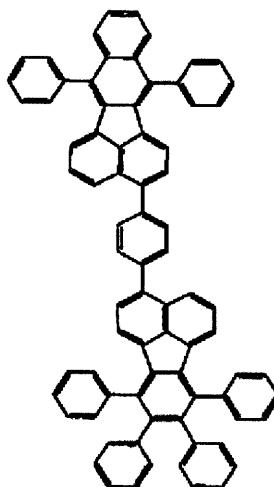


1-101

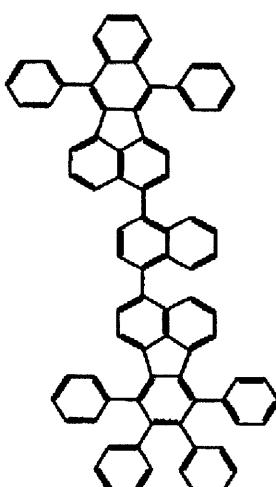


1-102

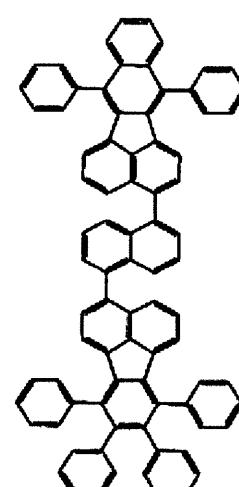
20



1-97



1-98

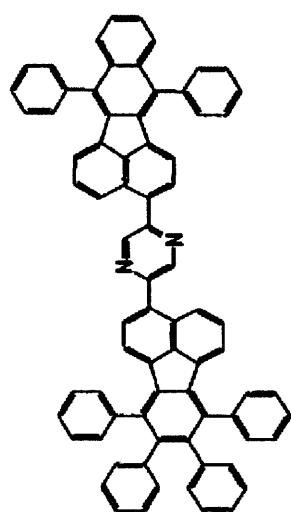


1-99

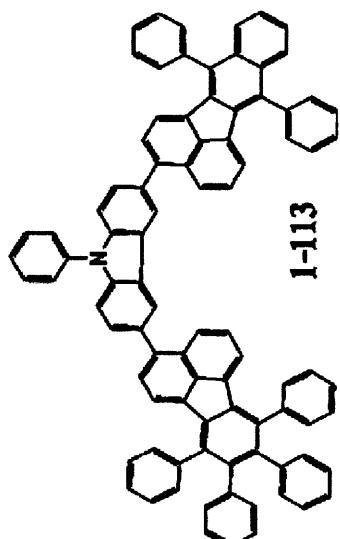
30

【0 1 6 5】

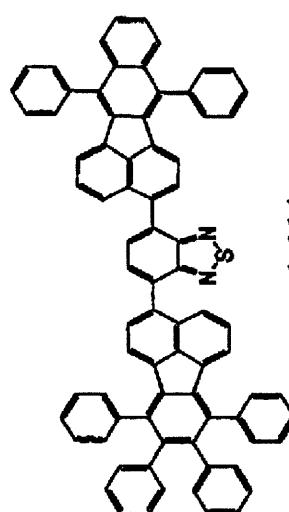
【化 8 3】



1-112

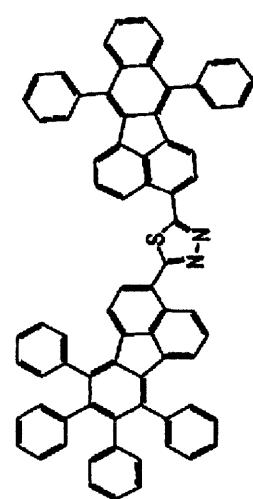


1-113

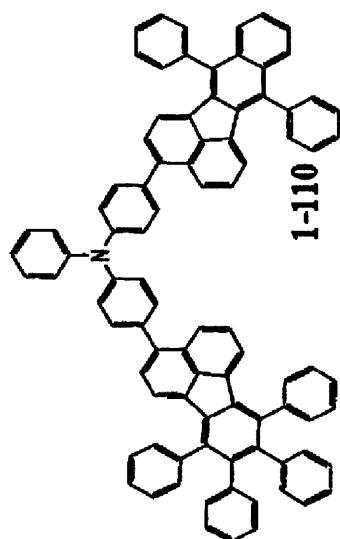


1-114

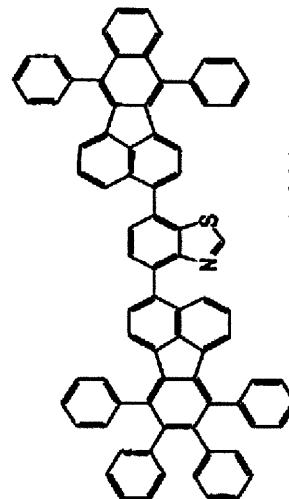
10



1-109

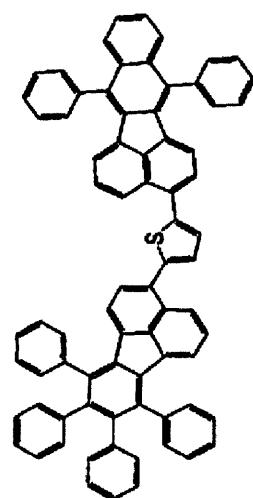


1-110

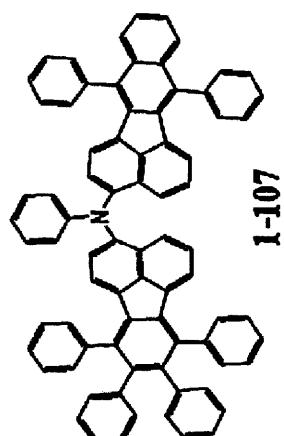


1-111

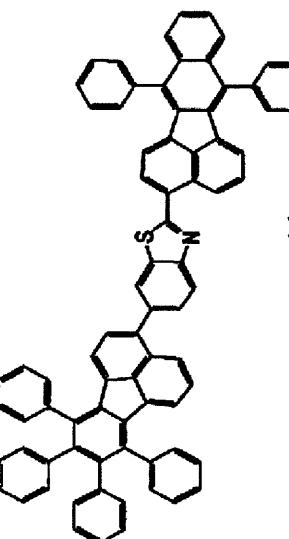
20



1-106



1-107



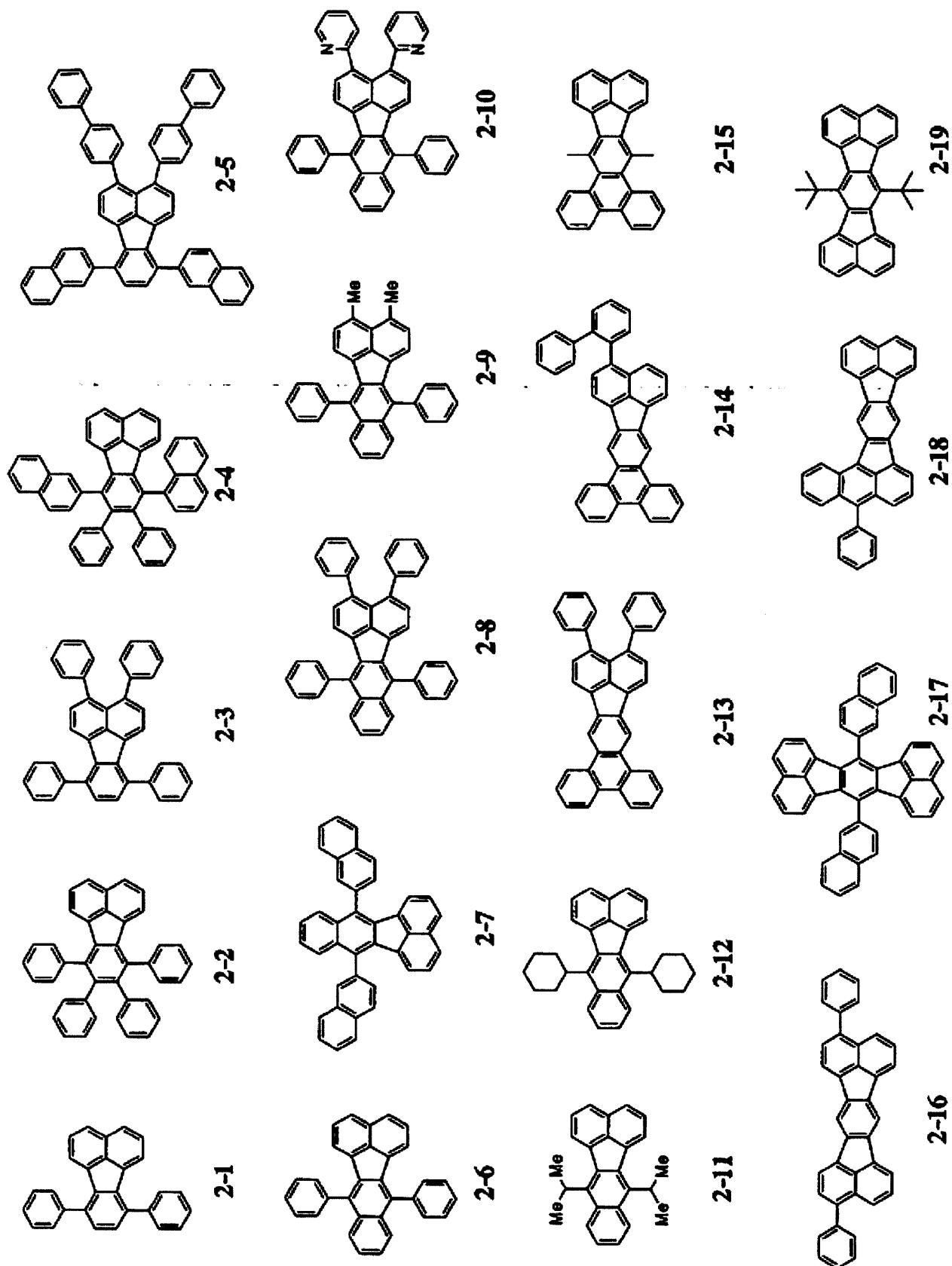
1-108

30

40

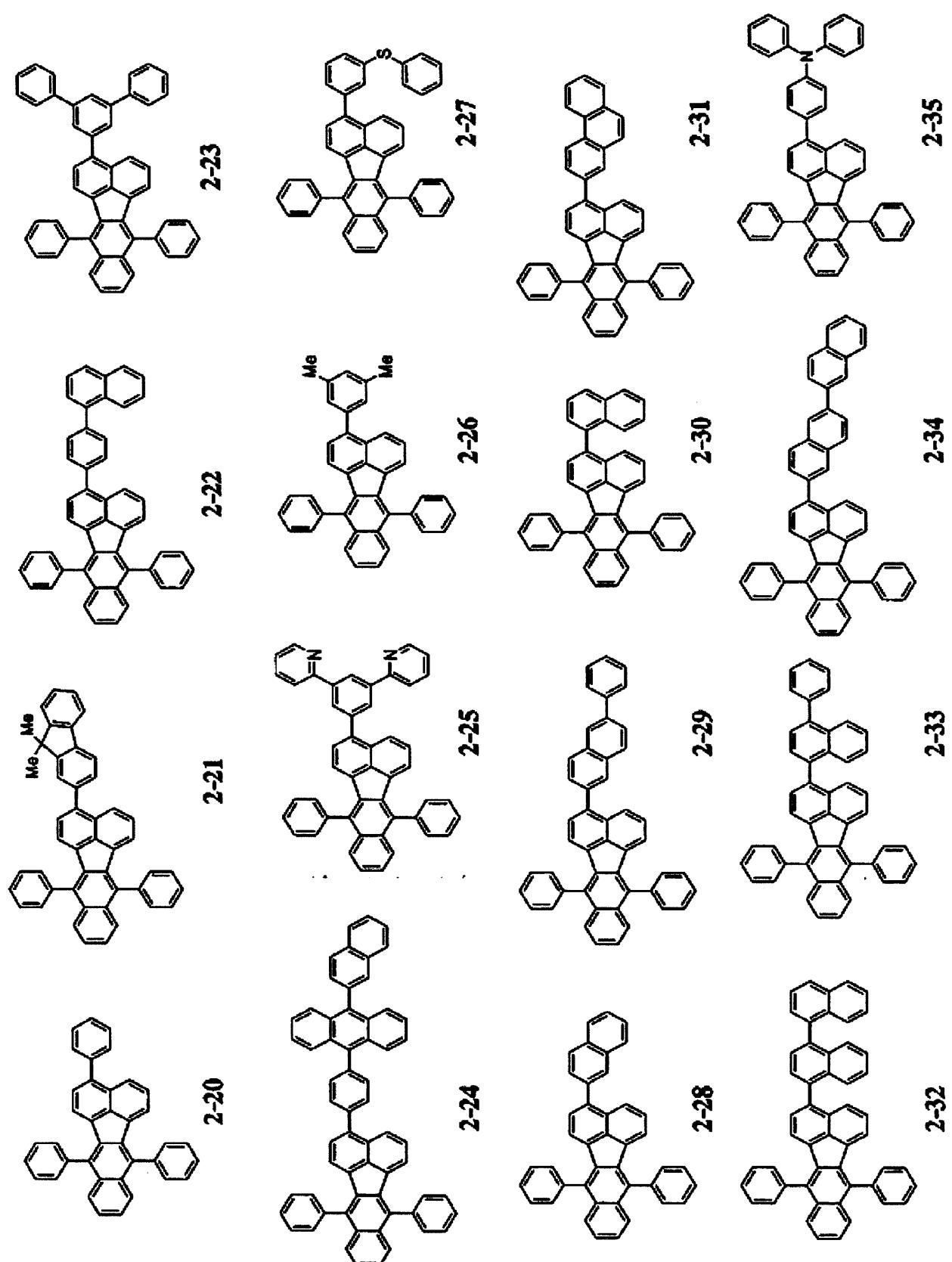
【 0 1 6 6 】

【化 8 4】



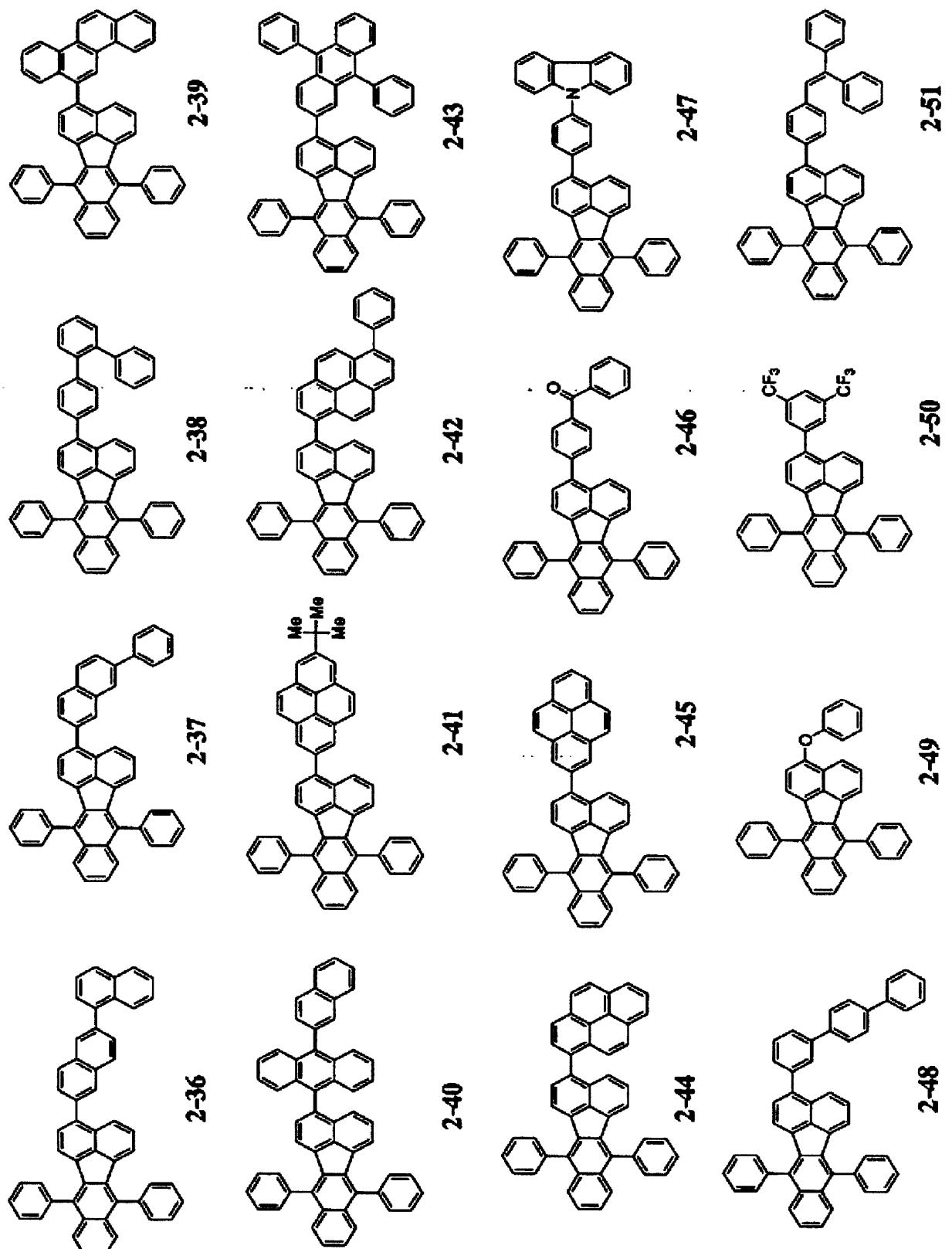
【 0 1 6 7 】

【化 8 5】



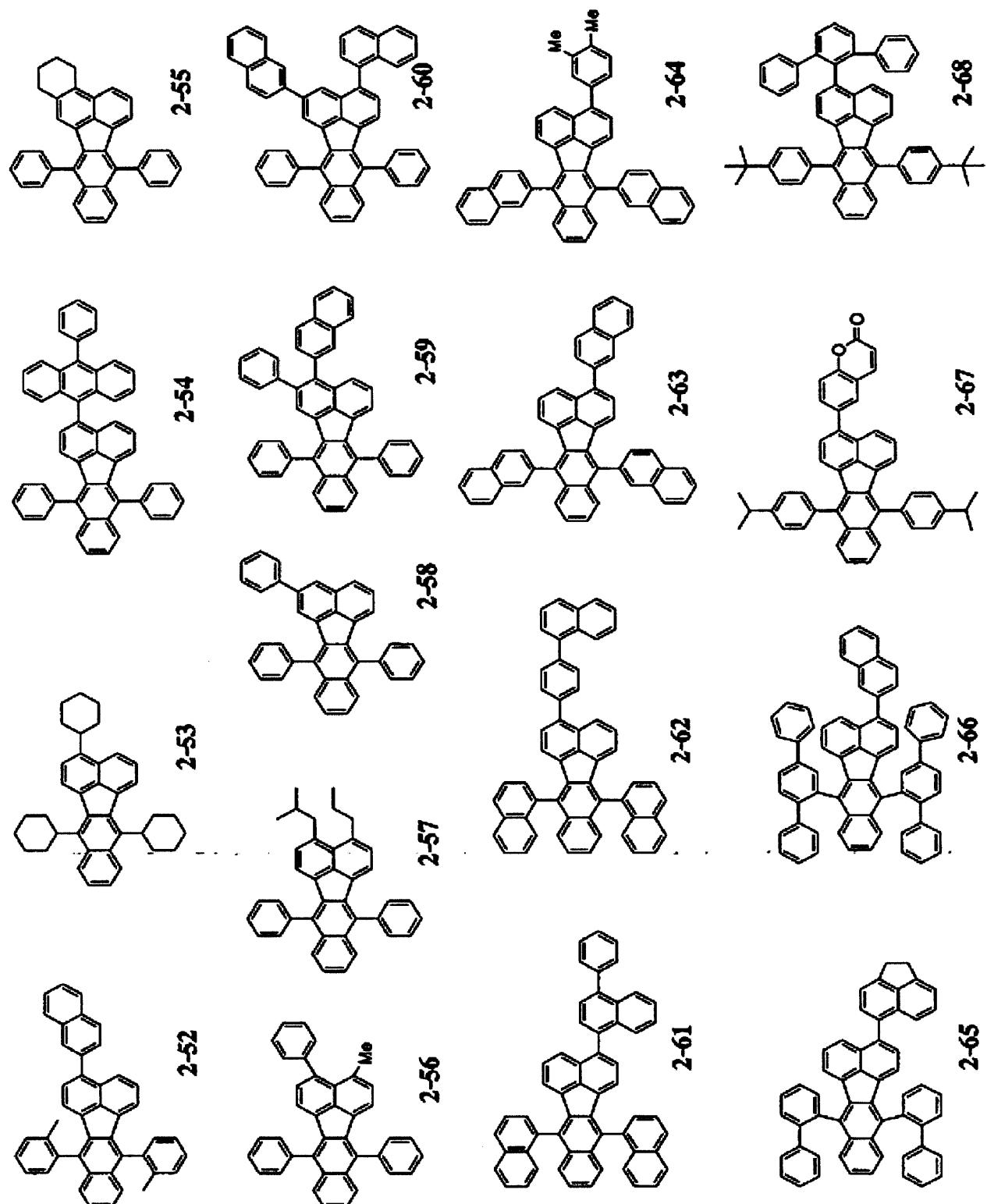
【0 1 6 8】

【化 8 6】



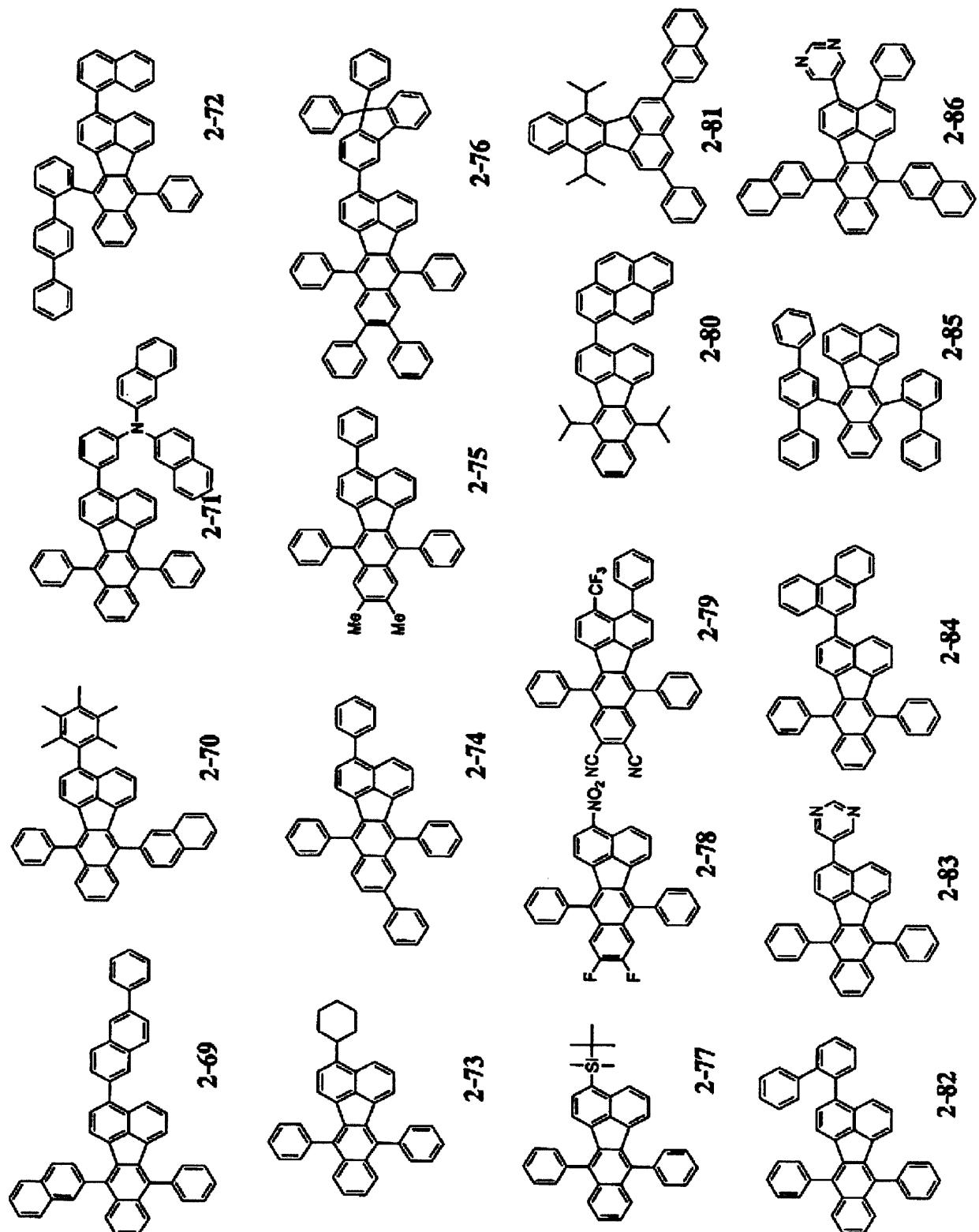
【 0 1 6 9 】

【化 8 7】

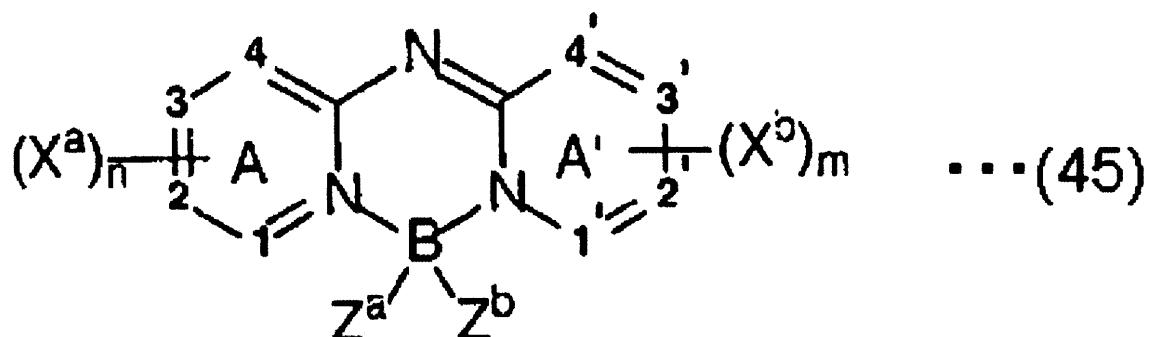


【 0 1 7 0 】

【化 8 8】



【化 8 9】



10

【0 1 7 3】

式中、AおよびA'は、1個以上の窒素を含有する6員芳香族環に対応する独立アジン環系を表し、X^aおよびX^bは、各々独立に選ばれた置換基であって、その二つが結合してAまたはA'に対する縮合環を形成することができるもの、を表し、mおよびnは、各々独立に0～4を表し、Z^aおよびZ^bは、各々独立に選ばれた置換基であり、そして1、2、3、4、1'、2'、3'および4'は、炭素原子または窒素原子のいずれかとして独立に選ばれる。アジン環は、1、2、3、4、1'、2'、3'および4'がすべて炭素原子であり、mおよびnが2以上であり、かつ、X^aおよびX^bが、芳香族環を形成するため結合する2以上の炭素置換基を表すような、キノリニル環またはイソキノリニル環であることが望ましい。Z^aおよびZ^bは、フッ素原子であることが望ましい。

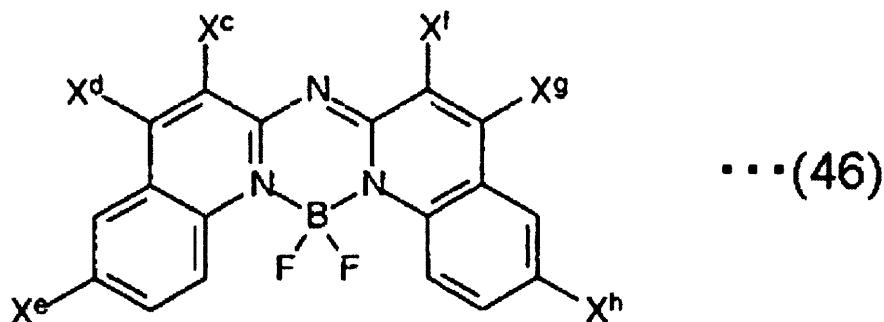
20

【0 1 7 4】

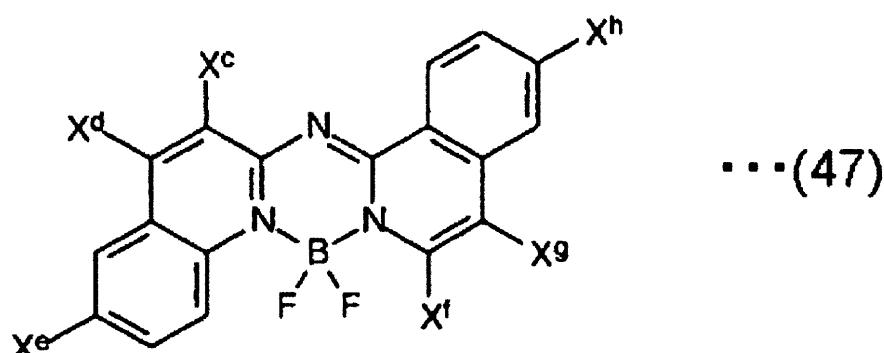
好適な態様として、2つの縮合環系がキノリンまたはイソキノリン系であり、アリールまたはヘテロアリール置換基がフェニル基であり、6-6縮合環を形成するため結合する2個のX^a基および2個のX^b基が少なくとも存在し、縮合環系が、それぞれ1-2位、3-4位、1'-2'位または3'-4'位で縮合し、縮合環の一方または両方がフェニル基で置換されている下記式14、15または16で表されるようなホウ素化合物がさらに挙げられる。

【0 1 7 5】

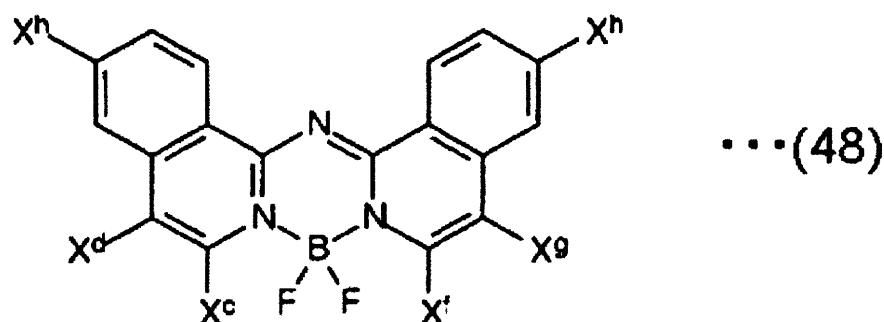
【化90】



10



20



30

【0176】

上式(46)から(48)中 X^c 、 X^d 、 X^e 、 X^f 、 X^g および X^h は、水素または独立に選ばれた置換基であるが、そのうちの一つはアリール基またはヘテロアリール基でなければならない。

【0177】

該アジン環は、1、2、3、4、1'、2'、3'および4'がすべて炭素原子であり、 m および n が2以上であり、 X^a および X^b が、芳香族環を形成するため結合する2以上の炭素置換基を表し、かつ、一つがアリールまたは置換アリール基であるような、キノリニル環またはイソキノリニル環であることが望ましい。 Z^a および Z^b は、フッ素原子であることが望ましい。

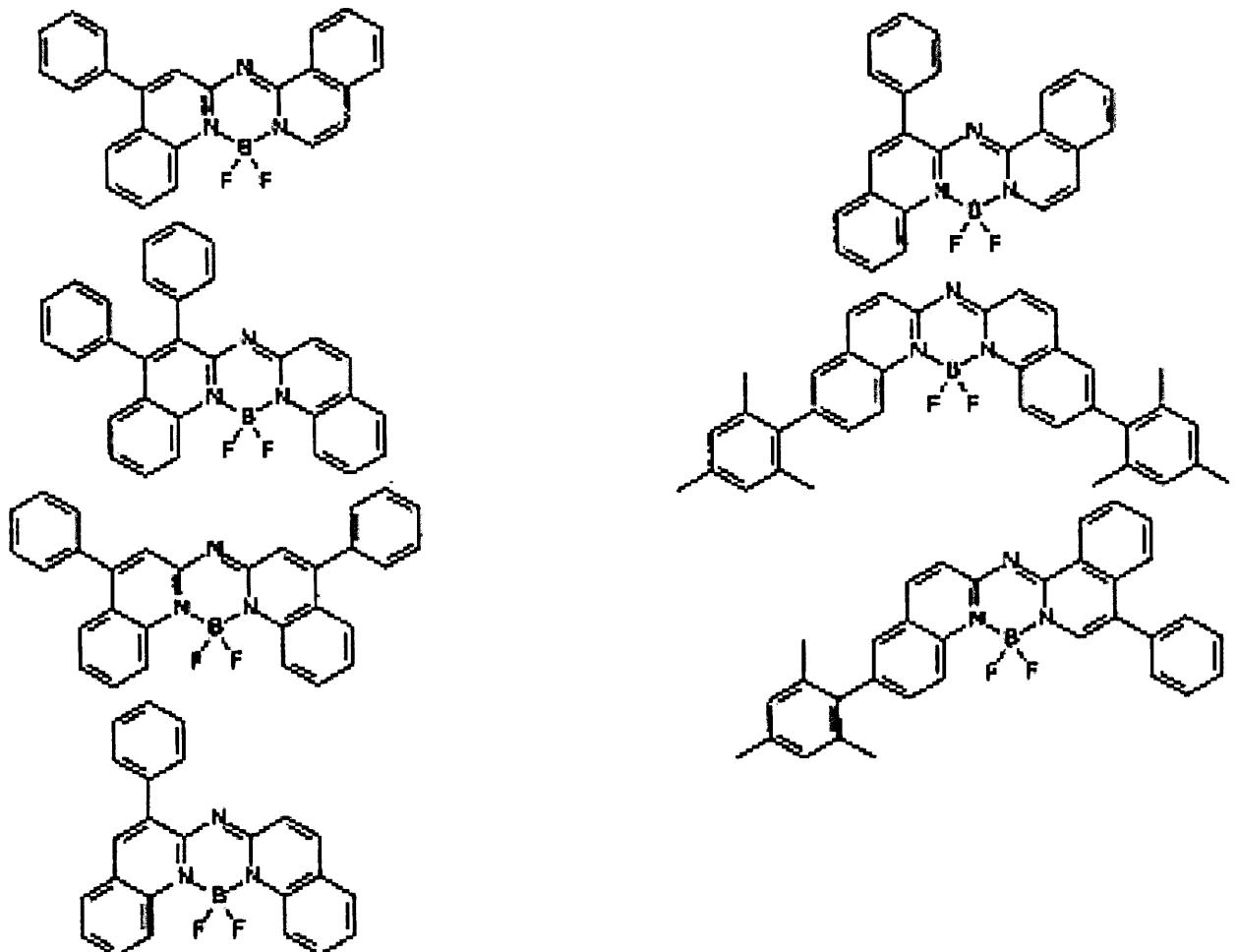
【0178】

以下、脱プロトン化ビス(アジニル)アミンリガンドの2つの環窒素で錯体化されたホウ素化合物であって、その2つの環窒素が、異なる6,6縮合環系であってその少なくとも一方の系がアリールまたはヘテロアリール置換基を含有するものの部員である、ホウ素化合物を例示する。

【0179】

40

【化91】



10

20

30

40

50

【0180】

また、本実施形態の発光層14のホスト材料と第2発光層の第2ホスト材料は同じでも異なってもよい。

そして、発光層を複数に分ける場合、各発光層には一のドーパントが含有されていてもよく、複数のドーパントが含有されてもよい。複数のドーパントが設けられる例として、青色ドーパント／緑色ドーパントや赤色ドーパント／青色ドーパントや緑色ドーパント／赤色ドーパントなど様々な組み合わせが考えられる。

【0181】

また、本実施形態では、発光層14は、ホスト材料と燐光発光性ドーパントとを含む構成を示したが、これに限られない。

例えば、発光層14は、さらに蛍光発光性ドーパントを含有していても良い。

すなわち、一の発光層14中に二以上のドーパントが含有される。発光層14には、一または二以上の燐光発光性ドーパントと一または二以上の蛍光発光性ドーパントとがドープされていてもよい。蛍光発光性ドーパントがドープされる場合には、蛍光発光性ドーパントを青色にすると全体として、白色になる。

【0182】

ここで、燐光発光性ドーパントを含有する燐光発光層と蛍光発光性ドーパントを含有する蛍光発光層とを用いて高効率に白色発光を得るための構成について説明する。

燐光発光層によって電荷がトラップされ、蛍光発光層への電荷注入量が減少することを防止するため、燐光発光性ドーパントは、燐光発光性ホストに対して質量比で10%以下であることが好ましく、5%以下であることがより好ましい。同一層に複数の燐光発光性ドーパントが存在する場合でも、全体として10%以下、好ましくは5%以下のドープ濃

度にすることが好ましい。

【0183】

そして、蛍光発光層に対して燐光発光層が陽極側に配設されている場合には、燐光ホスト材料の正孔移動度が大きいことが好ましい。これにより燐光発光層を抜けて励起子生成層である蛍光発光層への正孔注入を容易にでき、電荷の再結合確率を高めることができる。この場合、燐光ホスト材料の正孔移動度は $1.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ V/cm}$ の電界中において $1 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることが好ましい。さらには、 $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることが好ましく、 $10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることがより好ましい。

また、蛍光発光層に対して燐光発光層が陰極側に配設されている場合には、燐光ホスト材料の電子移動度が大きいことが好ましい。これにより燐光発光層を抜けて励起子生成層である蛍光発光層への電子注入を容易にでき、電荷の再結合確率を高めることができる。この場合、燐光ホスト材料の電子移動度は $1.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ V/cm}$ の電界中において $1 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることが好ましい。さらには、 $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることが好ましく、 $10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることがより好ましい。

【0184】

蛍光発光層と燐光発光層とを備えており、蛍光発光層も燐光発光層も電荷注入による電荷の再結合エネルギーで発光する場合には、蛍光発光層は層の厚さが燐光発光層よりも厚いことが好ましい。

蛍光発光は燐光発光に比べて量子効率で劣るため、全体の色度のバランスをとるために蛍光発光層を厚くし、燐光発光層を薄くすることが好ましい。

その一方、蛍光発光層と燐光発光層とを備え、蛍光発光層にて生成された励起子エネルギー（三重項励起子エネルギー）を燐光発光層にエネルギー移動させて燐光発光層を発光させる場合には、蛍光発光層を薄くして燐光発光層を厚くすることが好ましい。

これは、蛍光発光層のホストで生成された3重項励起子を燐光発光層に移動させるために蛍光発光層が薄いことが好ましく、その一方、燐光発光層は蛍光発光層から拡散していく3重項エネルギーを受け止める必要があるため厚みをもっていることが好ましいからである。また、蛍光発光層を薄くすることにより蛍光発光層での電荷の再結合確率を高くすることができる。

このとき、さらに、蛍光発光層での励起子生成確率を高めるため、蛍光発光層にキャリアを閉じ込めるための中間層が蛍光発光層に隣接して配置されていてもよい。

そして、蛍光発光層に対して中間層が陽極側に配設されている場合には、中間層が電子ブロック層として機能するために中間層のアフィニティ準位が小さいことが好ましく、例えば、 2.7 eV より小さいことが好ましく、さらには 2.5 eV より小さいことがより好ましい。

【0185】

さらに、蛍光発光層に対して中間層が陽極側に配設されている場合には中間層がホールトラップにならないことが蛍光発光層へのキャリア（正孔）注入の観点から好ましく、そのため、中間層の正孔移動度が大きいことが好ましい。これにより中間層を抜けて励起子生成層である蛍光発光層への正孔注入を容易にでき、電荷の再結合確率を高めることができる。この場合、中間層の正孔移動度は $1.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^6 \text{ V/cm}$ の電界中において $1 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることが好ましい。さらには、 $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることが好ましく、 $10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上であることがより好ましい。

同様に、蛍光発光層に対して中間層が陰極側に配設されている場合には、中間層が正孔ブロック層として機能するために中間層のイオン化ポテンシャルが大きいことが好ましく、例えば、 5.6 eV より大きいことが好ましく、さらには 5.8 eV より大きいことがより好ましい。

【0186】

10

20

30

40

50

さらに、蛍光発光層に対して中間層が陰極側に配設されている場合には中間層が電子トラップにならないことが蛍光発光層へのキャリア（電子）注入の観点から好ましく、そのため、中間層の電子移動度が大きいことが好ましい。これにより中間層を抜けて励起子生成層である蛍光発光層への電子注入を容易にでき、電荷の再結合確率を高めることができる。この場合、中間層の電子移動度は $1.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-6}$ V/cm の電界中において 1×10^{-5} cm²/Vs 以上であることが好ましい。さらには、 10^{-4} cm²/Vs 以上であることが好ましく、 10^{-3} cm²/Vs 以上であることがより好ましい。

また、燐光発光性ドーパントと蛍光発光性ドーパントとが同一の発光層に含有されている場合には、この発光層に電荷注入を行って励起子生成を促すことが好ましいため、発光層を厚くすることができる。すると、発光ドーパントの量を多くできるため、発光ドーパント一分子あたりにかかる負荷が小さくなり、結果として、高輝度、長寿命の発光素子ができる。

【0187】

その他、本発明の実施における具体的な材料および処理などは、本発明の目的を達成できる範囲で他の材料および処理などとしてもよい。

【実施例】

【0188】

実施例および比較例を挙げて本発明をさらに詳しく説明する。なお、本発明はこれらの実施例の記載内容に何ら制限されるものではない。

【0189】

【実施例1】

実施例1では、有機EL素子は、陽極/正孔注入層/発光層/電子輸送層/電子注入層/陰極をこの順で備える。

具体的には、25mm × 75mm × 1.1mmのITO透明電極付きガラス基板（ジオマティック社製）に、イソプロピルアルコール中で5分間の超音波洗浄を施し、さらに、30分間のUVオゾン洗浄を施した。

このようにして洗浄した透明電極付きガラス基板を、真空蒸着装置の基板ホルダに装着し、まず、ガラス基板の透明電極ラインが形成されている側の面上に、透明電極を覆うようにして、NPDを厚さ600nmで蒸着し、正孔注入層を得た。

この正孔輸送層上に、赤色燐光用ホストである2a-1と赤色燐光用ドーパントであり化25に示すPt TPPとを厚さ250nmで共蒸着し、発光層を得た。Pt TPPの濃度は、4質量%であった。

【0190】

次に、この赤色燐光発光層上にAlqを厚さ350nmで蒸着し、電子輸送層を得た。

この電子輸送層上に、厚さ1nmのLiF、厚さ100nmの金属Alを順次積層し、陰極を得た。

陽極/正孔注入層/発光層/電子注入層/陰極の蒸着レートはそれぞれ1/1.04/1/1/5である。

【0191】

10

20

30

40

【表1】

ホスト	電圧 (V)	外部量子効率 (%)	半減寿命 (hr)
実施例1	2a-1	6.5	13.5
実施例2	2a-2	6.5	13.3
実施例3	2a-31	6.6	13.2
実施例4	2a-25	6.5	13.1
実施例5	2a-45	6.8	13.9
実施例6	2a'-55	6.5	14.2
実施例7	2a'-59	6.5	14.5
実施例8	2a'-77	6.5	14.4
実施例9	TPPy	6.5	14.9
実施例10	2b-9	6.5	14.8
実施例11	2b-16	6.5	15.0
実施例12	3a	6.5	15.4
実施例13	3b	6.5	15.4
比較例1	Balq	6.9	12.2
比較例2	Alq	6.8	12.1
比較例3	CBP	8.6	8.2
比較例4	TDbN	6.6	<0.1

10

20

30

40

【0192】

[実施例2から実施例13]

実施例2から実施例13では、表1に示すホストを使用した以外は、実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。

なお、実施例9のTPPyは、テトラフェニルピレンの略記である。

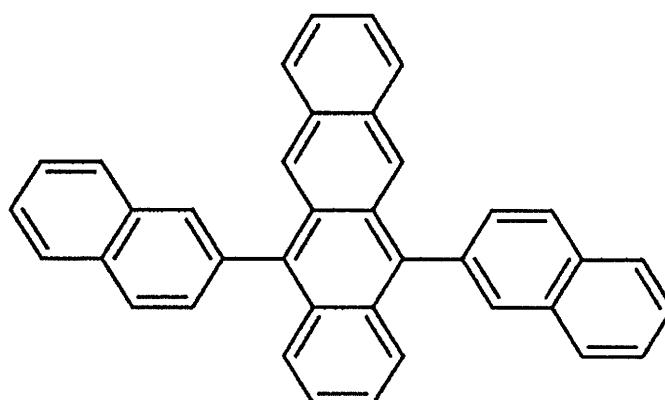
【0193】

[比較例1から比較例4]

比較例1から比較例4では、表1に示すホストを使用した以外は、実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。なお、比較例4で用いたTDbNの構造を下記に示す。

【0194】

【化92】



TDbN

【0195】

[実施例14から実施例26]

実施例14から実施例26では、ドーパントとして、化28に示したPtTaNPを使

50

用し、ホストとして表2に示すものを使用した以外は、実施例1から実施例13と同様にして有機EL素子を作製した。

【0196】

【表2】

	ホスト	電圧 (V)	外部量子効率 (%)	半減寿命 (hr)
実施例14	2a-1	6.6	15.1	4000
実施例15	2a-2	6.6	15.5	4000
実施例16	2a-31	6.7	15.5	5000
実施例17	2a-25	6.7	16.3	5000
実施例18	2a-45	6.9	16.4	5000
実施例19	2a'-55	6.7	16.3	8000
実施例20	2a'-59	6.7	16.2	8000
実施例21	2a'-77	6.6	16.3	8000
実施例22	TPPy	6.6	15.3	4000
実施例23	2b-9	6.6	15.3	7000
実施例24	2b-16	6.6	15.5	8000
実施例25	3a	6.6	14.5	6000
実施例26	3b	6.6	14.5	8000

10

20

【0197】

【実施例27から実施例39】

実施例27から実施例39では、ドーパントとして化28に示したPtTNPを使用し、ホストとして表3に示すものを使用した以外は、実施例1から実施例13と同様にして有機EL素子を作製した。

なお、PtTNPは、3重項エネルギーギャップが1.77eVであり、700nmに発光波長を有する。

【0198】

【表3】

	ホスト	電圧 (V)	外部量子効率 (%)	半減寿命 (hr)
実施例27	2a-1	6.6	15.0	1500
実施例28	2a-2	6.6	15.2	1500
実施例29	2a-31	6.7	14.7	2000
実施例30	2a-25	6.6	14.5	2000
実施例31	2a-45	6.8	14.7	2500
実施例32	2a'-55	6.5	16.7	5000
実施例33	2a'-59	6.6	16.8	5000
実施例34	2a'-77	6.6	16.7	4500
実施例35	TPPy	6.5	11.0	3000
実施例36	2b-9	6.6	10.7	3000
実施例37	2b-16	6.6	9.3	2500
実施例38	3a	6.7	6.5	2500
実施例39	3b	6.7	6.7	2500

30

40

【0199】

【実施例40から実施例52】

実施例40から実施例52では、ドーパントとして化28に示したNi₂Ir(acac)₃（化合物名をご教示下さい）を使用し、ホストとして表4に示すものを使用した以外は、実施例1から実施例13と同様にして有機EL素子を作製した。

50

【0200】

【表4】

	ホスト	電圧 (V)	外部量子効率 (%)	半減寿命 (hr)
実施例40	2a-1	6.8	7.4	4500
実施例41	2a-2	6.8	7.2	4500
実施例42	2a-31	6.9	7.2	7000
実施例43	2a-25	6.7	7.6	7000
実施例44	2a-45	7.0	8.0	8000
実施例45	2a'-55	6.8	8.1	8000
実施例46	2a'-59	6.8	8.2	8000
実施例47	2a'-77	6.8	8.2	8000
実施例48	TPPy	6.8	12.2	4000
実施例49	2b-9	6.8	13.8	5000
実施例50	2b-16	6.8	14.5	8000
実施例51	3a	6.8	15.2	5000
実施例52	3b	6.8	15.7	8000

10

20

30

40

【0201】

[実施例53から実施例65]

実施例53から実施例65では、ドーパントとして化28に示したP_tOEtを使用し、ホストとして表5に示すものを使用した以外は、実施例1から実施例13と同様にして有機EL素子を作製した。

【0202】

【表5】

	ホスト	電圧 (V)	外部量子効率 (%)	半減寿命 (hr)
実施例53	2a-1	6.6	3.1	4500
実施例54	2a-2	6.6	3.1	4500
実施例55	2a-31	6.7	3.2	7000
実施例56	2a-25	6.6	3.1	7000
実施例57	2a-45	6.8	3.2	8000
実施例58	2a'-55	6.5	3.2	8000
実施例59	2a'-59	6.6	3.3	8000
実施例60	2a'-77	6.6	3.2	8000
実施例61	TPPy	6.5	3.8	4000
実施例62	2b-9	6.6	3.9	5000
実施例63	2b-16	6.6	4.1	8000
実施例64	3a	6.6	4.2	5000
実施例65	3b	6.6	4.2	8000

【0203】

[実施例66から実施例78]

実施例66から実施例78では、ドーパントとして化28に示したP_tTPBPを使用し、ホストとして表6に示すものを使用した以外は、実施例1から実施例13と同様にして有機EL素子を作製した。

【0204】

【表6】

	ホスト	電圧 (V)	外部量子効率 (%)	半減寿命 (hr)
実施例66	2a-1	6.6	6.2	500
実施例67	2a-2	6.6	6.3	500
実施例68	2a-31	6.7	6.2	700
実施例69	2a-25	6.6	6.4	700
実施例70	2a-45	6.8	6.3	1000
実施例71	2a'-55	6.5	6.4	1300
実施例72	2a'-59	6.6	6.5	1500
実施例73	2a'-77	6.6	6.5	1500
実施例74	TPPy	6.5	4.0	500
実施例75	2b-9	6.6	4.0	500
実施例76	2b-16	6.6	4.3	700
実施例77	3a	6.6	2.2	300
実施例78	3b	6.6	2.1	300

10

【0205】

[実施例79から実施例82]

実施例79から実施例82では、ドーパントとして化28に示したIr(PQ)2acacを使用し、ホストとして表7に示すものを使用した以外は、実施例1、7、9、12と同様にして有機EL素子を作製した。

なお、Ir(PQ)2acacは、3重項エネルギーギャップが2.08eVであり、595nmに発光波長を有する。

【0206】

【表7】

	ホスト	電圧 (V)	色度(CIE表色系)		外部量子効率 (%)	半減寿命 (hr)
			x	y		
実施例79	2a-1	6.6	0.581	0.392	<0.1	<50
実施例80	2a'-59	6.6	0.592	0.393	<0.1	<50
実施例81	TPPy	6.5	0.608	0.388	1.0	<300
実施例82	3a	6.5	0.613	0.386	1.2	<500

30

【0207】

[実施例83]

実施例83では、発光層と電子注入層との間に正孔阻止層を設けた以外は、実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。

具体的には、実施例83の有機EL素子は、陽極/正孔注入層/発光層/正孔阻止層/電子輸送層/電子注入層/陰極をこの順で備える。

陽極/正孔注入層/発光層/正孔阻止層/電子輸送層/電子注入層/陰極の組成はそれぞれ、ITO/NPD/ドーパントとしてのP_tTPPを4質量%含むホストとしての2a-1/2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナンスロリン(以下「BCP」と略記する)/Alq/LiF/Alである。また、膜厚はそれぞれ600/250/100/250/1/100である。そして、蒸着レートはそれぞれ1/1.04/1/1/1/5である。

【0208】

[実施例84]

実施例84では、電子輸送発光層を正孔阻止層に代えた以外は、実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。

具体的には、実施例84の有機EL素子は、陽極/正孔注入層/発光層/正孔阻止層/

40

50

電子注入層／陰極をこの順で備える。

陽極／正孔注入層／発光層／正孔阻止層／電子注入層／陰極の組成はそれぞれ、ITO／NPD／ドーパントとしてのPttPPPを4質量%含むホストとしての2a-1/Ba1q/LiF/A1である。また、膜厚はそれぞれ600/250/350/1/100である。そして、蒸着レートはそれぞれ1/1.04/1/1/5である。

【0209】

【実施例85】

実施例85では、正孔注入層と発光層との間に電子阻止層を設けた以外は、実施例84と同様にして有機EL素子を作製した。

具体的には、実施例84の有機EL素子は、陽極／正孔注入層／電子阻止層／発光層／正孔阻止層／電子注入層／陰極をこの順で備える。

陽極／正孔注入層／電子阻止層／発光層／正孔阻止層／電子注入層／陰極の組成はそれぞれ、ITO/NPD/facトリス(1-フェニルピラゾレート,N,C2')イリジウム(III)(Irppz)／ドーパントとしての化26PttPPPを4質量%含むホストとしての2a-1/Ba1q/LiF/A1である。また、膜厚はそれぞれ550/50/250/350/10/1500である。そして、蒸着レートはそれぞれ1/1/1.04/1/1/5である。

【0210】

【実施例86】

実施例86では、電子輸送層を設けず、発光層に複数のドーパントを用い、電子注入層には表9に示す化合物Jを用いた以外は、実施例1と同様にして有機EL素子を作製した。

発光層は、表9に示すホスト材料としての2a'-59と、表9に示す青ドーパントと、表9に示す赤ドーパントとを含有する。青ドーパントおよび赤ドーパントは、2a'-59に対して質量比でそれぞれ2%、0.1%である。

また、膜厚は、陽極／正孔注入層／発光層／電子注入層／陰極がそれぞれ550/400/200/10/1500である。そして、蒸着レートはそれぞれ1/1/1.02/1/3である。

【0211】

10

20

【表8】

2a'-59		緑ドーパントB		10
2b-9		赤ドーパント (PtTPP)		20
青ドーパント		化合物J		20
青ドーパントB		化合物I		30
緑ドーパント				

【0212】

[実施例87]

実施例87では、実施例86の青ドーパントおよび赤ドーパントの代わりに表8に示す青ドーパントBを用いた以外は、実施例86と同様にして有機EL素子を作製した。

青ドーパントBは、2a'-59に対して質量比で2%含まれる。

また、膜厚は、陽極/正孔注入層/発光層/電子注入層/陰極がそれぞれ550 / 400 / 200 / 10 / 1500 である。そして、蒸着レートはそれぞれ1 / 1 / 1.03 / 1 / 3である。

。

【0213】

[実施例88]

実施例88では、正孔注入層と電子注入層との間に複数の発光層を設けた以外は、実施例86と同様にして有機EL素子を作製した。

有機EL素子は、正孔注入層/第1発光層/第2発光層/電子注入層をこの順で備える。第1発光層は、ホスト材料としての2a'-59と、表9に示す青ドーパントとを含有する。青ドーパントは、2a'-59に対して質量比で2%である。

第2発光層は、ホスト材料としての2a'-59と、表9に示す赤ドーパントとを含有する。赤ドーパントは、2a'-59に対して質量比で2%である。

40

40

50

50

また、膜厚について、陽極／正孔注入層／第1発光層／第2発光層／電子注入層／陰極はそれぞれ550／100／300／200／10／1500である。

【0214】

[実施例89]

実施例89では、実施例88の第2発光層における赤ドーパントの代わりに青ドーパントを用い、電子輸送層における化合物Jの代わりにA1q3を用いた以外は実施例88と同様にして有機EL素子を作製した。

第2発光層では、青ドーパントは、2a'-59に対して質量比で2%である。

また、膜厚について、陽極／正孔注入層／第1発光層／第2発光層／電子注入層／陰極はそれぞれ550／100／300／200／10／1500である。

10

【0215】

[実施例90]

実施例90では、実施例86の正孔注入層と電子注入層との間に複数の発光層を設けた以外は、実施例86と同様にして有機EL素子を作製した。

有機EL素子は、陽極／正孔注入層／第1発光層／第2発光層としての中間層／第3発光層／電子輸送層をこの順で備える。第1発光層は、ホスト材料としての2a'-59と、表9に示す青ドーパントとを含有する。青ドーパントは、2a'-59に対して質量比で2%である。中間層は、2a'-59を含有する。第3発光層は、ホスト材料としての2a'-59と、表9に示す赤ドーパントとを含有する。赤ドーパントは、2a'-59に対して質量比で1%である。

20

また、膜厚について、陽極／正孔注入層／第1発光層／中間層／第3発光層／電子注入層／陰極はそれぞれ550／100／50／300／200／10／1500である。

【0216】

[実施例91]

実施例91では、実施例90の第1発光層における青ドーパントの代わりに赤ドーパントを用い、中間層における2a'-59の代わりに2b-9と青ドーパントとを用い、第3発光層における2a'-59および赤ドーパントの代わりに2b-9と緑ドーパントとを用いた以外は、実施例90と同様にして有機EL素子を作製した。

第1発光層では、赤ドーパントは、2a'-59に対して質量比で1%である。中間層では、青ドーパントは、2b-9に対して質量比で2%である。第3発光層では、緑ドーパントは、2b-9に対して質量比で3%である。

30

また、膜厚について、陽極／正孔注入層／第1発光層／中間層／第3発光層／電子注入層／陰極はそれぞれ550／50／100／100／200／10／1500である。

【0217】

[実施例92]

実施例92では、実施例88の第1発光層における青ドーパントの代わりに赤ドーパントを用い、第2発光層における2a'-59および赤ドーパントの代わりに2b-9と青ドーパントと緑ドーパントとを用いた以外は、実施例88と同様にして有機EL素子を作製した。

第1発光層では、赤ドーパントは、2a'-59に対して質量比で1%である。第2発光層では、青ドーパントおよび緑ドーパントは、2a'-59に対して質量比でそれぞれ2%、0.5%である。

40

また、膜厚について、陽極／正孔注入層／第1発光層／第2発光層／電子注入層／陰極はそれぞれ550／50／100／200／10／1500である。

【0218】

[実施例93]

実施例93では、実施例86の発光層にさらに緑ドーパントを用いた以外は、実施例86と同様にして有機EL素子を作製した。

発光層では、青ドーパント、緑ドーパント、および赤ドーパントは、2a'-59に対して質量比でそれぞれ2%、0.5%、0.1%である。

50

また、膜厚は、陽極／正孔注入層／発光層／電子注入層／陰極がそれぞれ550 / 400 / 200 / 10 / 1500 である。

【0219】

[実施例94]

実施例94では、実施例88の第1発光層にさらに赤ドーパントを用い、第2発光層における2a'-59および赤ドーパントの代わりにCBPおよび緑ドーパントBを用い、さらに第2発光層と電子注入層との間に電子輸送層として化合物Iを用いた以外は、実施例88と同様にして有機EL素子を作製した。

第1発光層では、青ドーパントおよび赤ドーパントは、2a'-59に対して質量比でそれぞれ2%、0.1%である。第2発光層では、緑ドーパントBは、CBPに対して質量比で5%である。

また、膜厚について、陽極／正孔注入層／第1発光層／第2発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極はそれぞれ550 / 300 / 100 / 200 / 100 / 10 / 1500 である。

【0220】

[実施例95]

実施例95では、実施例90の第2発光層にさらに青ドーパントを用い、第3発光層における2a'-59および緑ドーパントの代わりにCBPと緑ドーパントBとを用い、さらに第3発光層と電子注入層との間に電子輸送層として化合物Iを用いた以外は、実施例90と同様にして有機EL素子を作製した。

第1発光層では、赤ドーパントは、2a'-59に対して質量比で1%である。第2発光層では、青ドーパントは、2a'-59に対して質量比で2%である。第3発光層では、緑ドーパントBは、CBPに対して質量比で5%である。

また、膜厚について、陽極／正孔注入層／第1発光層／第2発光層／第3発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極はそれぞれ550 / 50 / 100 / 100 / 200 / 100 / 10 / 1500 である。

【0221】

[実施例96]

実施例96では、実施例95の第2発光層において2a'-59の代わりに2b-9を用いた以外は、実施例95と同様にして有機EL素子を作製した。

第1発光層では、赤ドーパントは、2a'-59に対して質量比で1%である。第2発光層では、青ドーパントは、2b-9に対して質量比で2%である。第3発光層では、緑ドーパントは、CBPに対して質量比で5%である。

また、膜厚について、陽極／正孔注入層／第1発光層／第2発光層／第3発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極はそれぞれ550 / 50 / 100 / 100 / 200 / 100 / 10 / 1500 である。

【0222】

[実施例97]

実施例97では、実施例88の第1発光層において青ドーパントの代わりに赤ドーパントを用い、第2発光層において2a'-59および赤ドーパントの代わりに4,4'-ビス(9-カルバゾリル)-2,2'-ジメチル-ビフェニル(以下「CDBP」と略記する)および、ビス{2-[3,5-ビス(トリフルオロメチル)フェニル]-ピリジネート-N,C2'}イリジウム(III)ピコリネート[(CF₃ppy)₂Ir(pic)](以下「FIrpic」と略記する)を用い、さらに第2発光層と電子注入層との間に電子輸送層として化合物Iを用いた以外は、実施例89と同様にして有機EL素子を作製した。

第2発光層では、CDBPは、FIrpicに対して質量比で8%である。

また、膜厚について、陽極／正孔注入層／第1発光層／第2発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極はそれぞれ550 / 100 / 300 / 200 / 100 / 10 / 1500 である。

【0223】

[実施例98]

実施例98では、実施例95の第2発光層における2a'-59および青ドーパントの

10

20

30

40

50

代わりに C B P および緑ドーパント B を用い、第 3 発光層における C B P および緑ドーパントの代わりに C D B P と F I r p i c を用いた以外は、実施例 9 5 と同様にして有機 E L 素子を作製した。

第 2 発光層では、緑ドーパント B は、C B P に対して質量比で 5% である。第 3 発光層では、F I r p i c は、C D B P に対して質量比で 8% である。

また、膜厚について、陽極 / 正孔注入層 / 第 1 発光層 / 第 2 発光層 / 第 3 発光層 / 電子輸送層 / 電子注入層 / 陰極はそれぞれ 550 / 100 / 50 / 300 / 200 / 100 / 10 / 1 500 である。

【 0 2 2 4 】

[有機 E L 素子の評価]

実施例 1 から 8 5 および比較例 1 から 4 において作製した各々の有機 E L 素子を、1 m A / cm² の直流電流により発光させ、引加電圧である電圧 (V) と、色度 (CIE) (x, y) と、外部量子効率 (%) と、半減寿命 (L 50 @ 1 0 0 0 m i t) とを測定した。その結果を表 1 から表 7、および表 9 に示す。

また、実施例 8 6 から 9 8 において作製した各々の有機 E L 素子を、1 m A / cm² の直流電流により発光させ、外部量子効率 (%) と、半減寿命 (L 50 @ 1 0 0 0 m i t) とを測定した。その結果を表 1 0 に示す。

【 0 2 2 5 】

【 表 9 】

実験番号	電圧 (V)	色度 (CIE表色系)		外部量子効率 (%)	半減寿命 (hr)
		x	y		
実施例83	6.6	0.720	0.281	15.80	5000
実施例84	6.5	0.720	0.281	15.50	8000
実施例85	6.8	0.720	0.281	16.20	8000

【 0 2 2 6 】

【 表 1 0 】

実験番号	正孔注入層	第1発光層	第2発光層	第3発光層	電子輸送層	電子注入層	外部量子効率	半減寿命
実施例86	NPD	2a' - 59 青ドーパント 赤ドーパント				化合物J	13.9%	20000hr
実施例87	NPD	2a' - 59 青ドーパントB 赤ドーパント				化合物J	13.7%	23000hr
実施例88	NPD	2a' - 59 青ドーパント	2a' - 59 赤ドーパント			化合物J	14.3%	25000hr
実施例89	NPD	2a' - 59 赤ドーパント	2a' - 59 青ドーパント			Alq3	12.8%	30000hr
実施例90	NPD	2a' - 59 青ドーパント	2a' - 59 赤ドーパント	2a' - 59 赤ドーパント		化合物J	14.0%	25000hr
実施例91	NPD	2a' - 59 赤ドーパント	2b - 9 青ドーパント	2b - 9 緑ドーパント		化合物J	15.2%	20000hr
実施例92	NPD	2a' - 59 赤ドーパント	2b - 9 青ドーパント 緑ドーパント			化合物J	14.9%	22000hr
実施例93	NPD	2a' - 59 青ドーパント 緑ドーパント 赤ドーパント				化合物J	13.5%	25000hr
実施例94	NPD	2a' - 59 青ドーパント 赤ドーパント	CBP 緑ドーパントB		化合物I	化合物J	15.5%	15000hr
実施例95	NPD	2a' - 59 赤ドーパント	2a' - 59 青ドーパント	CBP 緑ドーパントB	化合物I	化合物J	15.7%	15000hr
実施例96	NPD	2a' - 59 赤ドーパント	2b - 9 青ドーパント	CBP 緑ドーパントB	化合物I	化合物J	16.0%	15000hr
実施例97	NPD	2a' - 59 赤ドーパント	CDBP Flrpic		化合物I	化合物J	20.3%	2000hr
実施例98	NPD	2a' - 59 赤ドーパント	CBP 緑ドーパントB	CDBP Flrpic	化合物I	化合物J	19.6%	3000hr

【 0 2 2 7 】

表 1 から明らかなように、実施例 1 および実施例 2 では、対称型アントラセン誘導体を

10

20

30

40

50

備えた有機EL素子は、比較例1から比較例4におけるBa1q、Alq、CBP、TDBNを備えた場合よりも電圧が低く、外部量子効率が良好で、半減寿命も長くなつた。

また、ビスマントラセン誘導体を用いた実施例3から実施例5では、実施例1および実施例2の場合よりも半減寿命が長くなつた。

そして、非対称型アントラセン誘導体を用いた実施例6から実施例8では、実施例1および実施例2の場合よりも外部量子効率が向上し、半減寿命が長くなつた。

さらに、ピレン誘導体を用いた実施例9から実施例11では、実施例1および実施例2の場合よりも外部量子効率が向上し、半減寿命が長くなつた。

また、ベンズアントラセン誘導体を用いた実施例12および実施例13では、実施例1

10

および実施例2の場合よりも外部量子効率がさらに向上し、半減寿命がさらに長くなつた。
なお、実施例1から13の場合では、Pt TPPは、3重項エネルギーギャップが1.85eVであり、670nmに発光波長を有し、色度座標(CIE系表色系)(x, y) = (0.718, 0.283)の赤色発光を呈した。

また、比較例4では、色度座標は、(x, y) = (0.580, 0.440)であり、Pt TPPの発光ではない。

【0228】

実施例14から実施例26では、表2に示すように、発光ドーパントとしてPtTaN Pを用いた場合でも、良好な外部量子効率および長寿命を示した。

実施例14から26の場合では、PtTaN Pは、3重項エネルギーギャップが1.82eVであり、680nmに発光波長を有し、色度座標(x, y) = (0.723, 0.277)の赤色発光を呈した。

そして、表3に示すように、特に実施例32から実施例34では、発光ドーパントとしてPtTNPを用いた場合でも、良好な外部量子効率および長寿命を示した。

実施例27から39の場合、PtTNPは、3重項エネルギーギャップが1.77eVであり、700nmに発光波長を有し、色度座標(x, y) = (0.728, 0.272)の赤色発光を呈した。

さらに、表4に示すように、特に実施例49から実施例52では、発光ドーパントとしてNiq2Ir(acac)を用いた場合でも、良好な外部量子効率および長寿命を示した。

実施例40から52の場合、Niq2Ir(acac)は、3重項エネルギーギャップが1.91eVであり、650nmに発光波長を有し、色度座標(x, y) = (0.6835, 0.3155)の赤色発光を呈した。

【0229】

また、表5に示すように、実施例53から実施例65では、発光ドーパントとしてPtOEtを用いた場合でも長寿命であった。

実施例53から65の場合、PtOEtは、3重項エネルギーギャップが1.91eVであり、650nmに発光波長を有し、色度座標(x, y) = (0.6735, 0.3055)の赤色発光を呈した。

そして、表6および表7に示すように、実施例66から実施例82では、発光ドーパントとしてPtTPBP、Ir(PQ)2acacを用いた場合では、良好な外部量子効率が得られず、寿命も短かった。

実施例66から78の場合、PtTPBPは、3重項エネルギーギャップが1.61eVであり、770nmに発光波長を有した。

また、実施例79から82の場合、Ir(PQ)2acacは、3重項エネルギーギャップが2.08eVであり、595nmに発光波長を有した。

【0230】

そして、表8に示すように、実施例83では、発光層と電子輸送層との間にBCPを有する正孔阻止層を設けることにより、良好な外部量子効率が得られ、寿命も長くなつた。

また、実施例84では、Alqの代わりのBa1qを有する電子輸送層を設けることにより、良好な外部量子効率が得られ、寿命も長くなつた。

50

そして、実施例 8 5 では、正孔注入層と発光層との間に、 I_{rppz} を有する電子阻止層を設けるとともに、発光層と電子注入層との間に B_{alq} を有する電子輸送層を設けた。これにより、外部量子効率が向上し寿命は長くなつた。

【0231】

アントラセン誘導体およびピレン誘導体は、熒光ドーパント用のホストとして用いた場合、CBPなどと比較して、外部量子効率が向上し、寿命が長くなることが分かった。

また、正孔阻止層および電子阻止層を備えた構成では、外部量子効率がさらに向上することが分かった。

【0232】

実施例 8 6 では、実施例 7 と比較すると、発光層にさらに青ドーパントを含むとともに、電子輸送層において Alq の代わりに化合物 J を用いることにより、有機 EL 素子は、半減寿命がさらに長くなることが分かった。

実施例 8 7 では、2a' - 59 は青ドーパント B と組み合わせることができ、有機 EL 素子の半減寿命がさらに長くなることが分かった。

実施例 8 8 では、複数の発光層を設けることにより、有機 EL 素子の外部量子効率が向上し、半減寿命がさらに長くなることが分かった。

【0233】

実施例 8 9 では、実施例 8 8 と比較すると、実施例 8 9 の第 1 発光層の構成材料が実施例 8 8 の第 2 発光層の構成材料と同じであり、実施例 8 9 の第 2 発光層の構成材料が実施例 8 8 の第 1 発光層の構成材料と同じである。すなわち、実施例 8 9 と実施例 8 8 とでは、第 1 発光層と第 2 発光層と順序が逆の関係にある。また、電子輸送層も異なる。

その結果、実施例 8 9 では、実施例 8 8 の場合よりも外部量子効率が低下するが、半減寿命は長くなることが分かった。

【0234】

実施例 9 0 では、第 1 発光層、第 2 発光層、および第 3 発光層を備えており、実施例 8 8 と比較すると、実施例 8 8 の第 1 発光層と、第 2 発光層との間に 2a' - 59 を備えた発光層を設けた構成になっている。このような構成の違いがあつても、外部量子効率および半減寿命については、ほとんど異なることが分かった。

【0235】

実施例 9 1 では、発光層が 3 つ設けられており、発光層が 1 つ設けられた場合や発光層が 2 つ設けられた場合と比較して、外部量子効率が大幅に向上することが分かった。

実施例 9 2 では、実施例 8 9 と比較すると、第 2 発光層にさらに緑ドーパントを含有し、電子輸送層に Alq_3 の代わりに化合物 J を用いることにより、外部量子効率が向上した。

【0236】

実施例 9 3 では、実施例 8 6 と比較すると、発光層にさらに緑ドーパントを含有することにより、半減寿命が長くなつた。

実施例 9 4 では、実施例 8 6 と比較すると、CBP および緑ドーパント B を含有する発光層と、化合物 I を含有する電子輸送層とさらに備えることにより、外部量子効率が大幅に向上した。

実施例 9 5 では、実施例 8 9 と比較すると、電子輸送層において Alq_3 の代わりに化合物 J を用い、CBP および緑ドーパント B を含有する発光層と、化合物 I を含有する電子輸送層とさらに備えることにより、外部量子効率が大幅に向上した。

実施例 9 6 では、実施例 9 5 と比較すると、第 2 発光層のホスト材料が 2a' - 59 と 2b - 9 とで異なつても、外部量子効率および半減寿命に大きな差は見られなかつた。

【0237】

実施例 9 7 では、実施例 1 と比較すると、CDBP および F_{Irpic} を有する発光層と、化合物 I を含有する電子輸送層とをさらに備えることにより、外部量子効率が大幅に向上した。

10

20

30

40

50

実施例 9 8 では、実施例 9 7 と比較すると、実施例 9 7 の第 1 発光層と第 2 発光層との間に、C B P および緑ドーパント B を有する発光層をさらに設けることにより、半減寿命が長くなることが分かった。

【0238】

複数のドーパントを有する発光層を備えた有機 E L 素子は、1 つのドーパントを有する発光層の場合よりも、半減寿命が長くなることが分かった。

また、発光層が複数設けられた有機 E L 素子は、発光層が 1 つからなる場合よりも、外部量子効率が大幅に向上することが分かった。

【産業上の利用可能性】

【0239】

本発明は、例えば、薄型表示装置に用いる有機 E L 素子として利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0240】

【図 1】本実施形態の有機 E L 素子の構成を示す図である。

【符号の説明】

【0241】

10 . . . 有機 E L 素子

12 . . . 陽極

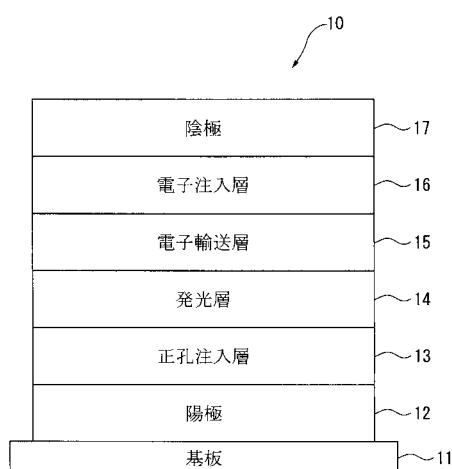
14 . . . 発光層

17 . . . 陰極

10

20

【図 1】



フロントページの続き

(72)発明者 舟橋 正和

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

F ターム(参考) 3K107 AA01 CC04 CC21 DD53 DD59 DD64 DD67 DD68 DD69 FF13

FF20

专利名称(译)	主体材料和有机EL元件		
公开(公告)号	JP2009016693A	公开(公告)日	2009-01-22
申请号	JP2007179113	申请日	2007-07-07
[标]申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
[标]发明人	河村祐一郎 荒金崇士 西村和樹 福岡賢一 細川地潮 舟橋正和		
发明人	河村 祐一郎 荒金 崇士 西村 和樹 福岡 賢一 細川 地潮 舟橋 正和		
IPC分类号	H01L51/50 C09K11/06		
CPC分类号	C09B57/001 C09B1/00 C09B23/148		
FI分类号	H05B33/14.B C09K11/06.690 C09K11/06.660		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/CC04 3K107/CC21 3K107/DD53 3K107/DD59 3K107/DD64 3K107/DD67 3K107/DD68 3K107/DD69 3K107/FF13 3K107/FF20		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的一个目的是提供一种用于磷光的高性能主体材料。特别地，本发明的目的是提供适合于形成红色磷光发光层的基质材料。此外，使用该主体材料，提供高性能有机EL器件。有机EL器件具有与磷光掺杂剂组合构成磷光材料的主体材料，并且主体材料具有取代或未取代的多环稠合芳族骨架，多环稠合芳香族骨架的核原子数为14~30，主体材料的最低激发三重态能隙为1.71eV以上且2.09eV以下，[选图]图1

