

(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2004-200162

(P2004-200162A)

(43) 公開日 平成16年7月15日(2004.7.15)

(51) Int.Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

H05B 33/14

H05B 33/14

B

3K007

C09K 11/06

C09K 11/06

645

H05B 33/12

C09K 11/06

650

H05B 33/22

C09K 11/06

660

C09K 11/06

690

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 53 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-407179 (P2003-407179)

(22) 出願日 平成15年12月5日 (2003.12.5)

(31) 優先権主張番号 特願2002-353461 (P2002-353461)

(32) 優先日 平成14年12月5日 (2002.12.5)

(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000003159

東レ株式会社

東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号

(72) 発明者 村瀬 清一郎

滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株

式会社滋賀事業場内

(72) 発明者 富永 剛

滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株

式会社滋賀事業場内

(72) 発明者 北澤 大輔

滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株

式会社滋賀事業場内

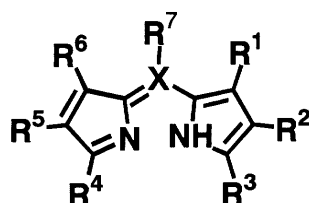
Fターム(参考) 3K007 AB02 AB03 AB04 DB03 FA01

(54) 【発明の名称】 発光素子

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 発光輝度が高く、色純度に優れた白色発光素子を提供する。

【解決手段】 陽極と陰極の間に少なくとも発光層と電子輸送層が存在し、電気エネルギーにより発光する素子であって、該発光層が下記一般式(1)で表されるピロメテン化合物もしくはその金属錯体を含むし、該電子輸送層のイオン化ポテンシャルが5.8 eV以上であり、該発光層が白色発光を生ずることを特徴とする発光素子。



(1)

10

(ここで R¹ ~ R⁷ はそれぞれ同じでも異なっていてもよく、水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基等、並びに隣接置換基との間に形成される縮合環の中から選ばれる。X は N または C 原子を表し、X が N の場合 R⁷ は存在しない。金属錯体の場合の金属は、ホウ素、ベリリウム、マグネシウム、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、白金から選ばれる少なくとも一種である。)

【選択図】 なし

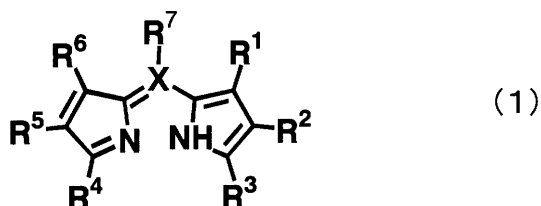
20

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽極と陰極の間に少なくとも発光層と電子輸送層が存在し、電気エネルギーにより発光する素子であって、該発光層が下記一般式(1)で表されるピロメテン化合物もしくはその金属錯体を含むし、該電子輸送層のイオン化ポテンシャルが5.8 eV以上であり、該発光層が白色発光を生ずることを特徴とする発光素子。

【化 1】



10

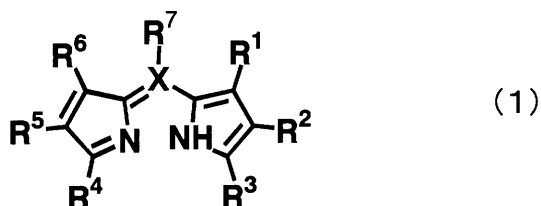
(ここで $R^1 \sim R^7$ はそれぞれ同じでも異なってもよく、水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、シリル基、並びに隣接置換基との間に形成される縮合環の中から選ばれる。XはNまたはC原子を表し、XがNの場合 R^7 は存在しない。金属錯体の場合の金属は、ホウ素、ベリリウム、マグネシウム、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、白金から選ばれる少なくとも一種である。)

20

【請求項 2】

陽極と陰極の間に少なくとも二層以上に積層された発光層が存在し、電気エネルギーにより発光する素子であって、該発光層の少なくとも一層が下記一般式(1)で表されるピロメテン化合物もしくはその金属錯体を含むし、該発光層が白色発光を生ずることを特徴とする発光素子。

【化 2】



30

(ここで $R^1 \sim R^7$ はそれぞれ同じでも異なってもよく、水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、シリル基、並びに隣接置換基との間に形成される縮合環の中から選ばれる。XはNまたはC原子を表し、XがNの場合 R^7 は存在しない。金属錯体の場合の金属は、ホウ素、ベリリウム、マグネシウム、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、白金から選ばれる少なくとも一種である。)

40

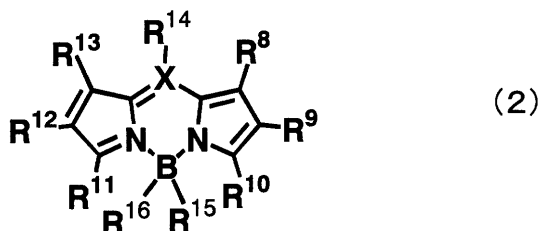
【請求項 3】

発光層と陰極の間に電子輸送層を含むし、該電子輸送層のイオン化ポテンシャルが5.8 eV以上であることを特徴とする請求項2記載の発光素子。

【請求項 4】

金属錯体が一般式(2)で表される請求項1または2記載の発光素子。

【化 3】



(ここで $R^8 \sim R^{16}$ はそれぞれ同じでも異なってもよく、水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、シリル基、並びに隣接置換基との間に形成される縮合環の中から選ばれる。X は N または C 原子を表し、X が N の場合 R^{14} は存在しない。)

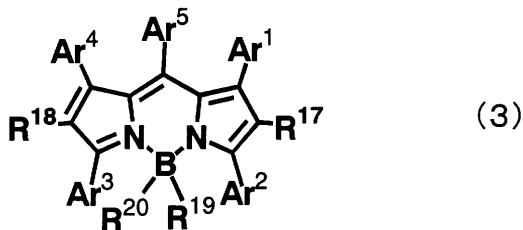
【請求項 5】

上記一般式 (1) で表されるピロメテン化合物もしくはその金属錯体が 580 nm 以上 720 nm 以下に発光ピーク波長を有することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の発光素子。

【請求項 6】

金属錯体が一般式 (3) で表されることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の発光素子。

【化 4】



(ここで $R^{17} \sim R^{20}$ はそれぞれ同じでも異なってもよく、水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、シリル基、並びに隣接置換基との間に形成される縮合環の中から選ばれる。Ar¹ ~ Ar⁵ はそれぞれ同じでも異なってもよく、アリール基を表す。)

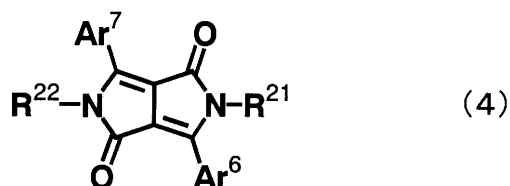
【請求項 7】

発光層がホスト材料と一種以上のドーパント材料とからなり、該ドーパント材料のうち少なくとも一つが一般式 (1) で表されるピロメテン化合物もしくはその金属錯体であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の発光素子。

【請求項 8】

ホスト材料が一般式 (4) で表されるピロロピロール誘導体であることを特徴とする請求項 7 記載の発光素子。

【化 5】



(ここで R^{21} および R^{22} はそれぞれ同じでも異なってもよく、水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、ア

ルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、シリル基、並びに隣接置換基との間に形成される縮合環の中から選ばれる。Ar⁶およびAr⁷はそれぞれ同じでも異なってもよく、アリール基を表す。
)

【請求項 9】

電子輸送層がオキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体、キノリン誘導体、キノキサリン誘導体、ベンゾキノリン誘導体、ナフチリジン誘導体、ピピリジン誘導体、ターピリジン誘導体、リンオキサイド誘導体の中から選ばれる少なくとも一種を含有することを特徴とする請求項 1 または 3 記載の発光素子。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気エネルギーを光に変換できる発光素子であって、表示素子、フラットパネルディスプレイ、バックライト、照明、インテリア、標識、看板、電子写真機、光信号発生器などの分野に利用可能な発光素子に関するものである。

【背景技術】

【0002】

陰極から注入された電子と陽極から注入された正孔が両極に挟まれた有機蛍光体内で再結合する際に発光するという有機積層薄膜発光素子の研究が近年活発に行われている。この素子は、薄型、低駆動電圧下での高輝度発光、蛍光材料を選ぶことによる多色発光が特徴であり注目を集めている。

20

【0003】

この研究は、コダック社の C. W. Tang らが有機積層薄膜素子が高輝度に発光することを示して以来、多くの研究機関が検討を行っている。コダック社の研究グループが提示した有機積層薄膜発光素子の代表的な構成は、ITO ガラス基板上に正孔輸送性のジアミン化合物、発光層である 8 - ヒドロキシキノリンアルミニウム、そして陰極として Mg : Ag を順次設けたものであり、10 V 程度の駆動電圧で 1000 cd/m² の緑色発光が可能であった（例えば、非特許文献 1 参照）。

【0004】

有機積層薄膜発光素子は発光層に種々の蛍光材料を用いることにより、多様な発光色を得ることが可能である。なかでも白色発光素子は、薄型光源、液晶ディスプレイのバックライト、カラーフィルターとの組み合わせによるフルカラーディスプレイなどの多種多様な用途があり、実用化に向けた研究が盛んである。

30

【0005】

白色発光の生成方法としては、発光層に青～緑色発光を示すホストとその補色にあたる発光色を示すドーパントを混合して白色を得る方法、青、緑、赤を異なる層から発生させ実質的に白色を得る方法等が提案されている。例えば、赤色蛍光染料を含む緑色発光層と青色発光層との組み合わせで白色発光を生成する方法（例えば、特許文献 1 参照）や、青、緑、又は赤色発光を示す異なる発光層を積層することにより白色発光を生成する方法（例えば、非特許文献 2 参照）などが報告されている。

40

【0006】

また、赤色光発光物質を青緑発光層に含有させることにより白色発光が可能な発光素子が開示されている（例えば、特許文献 2 参照）。

【非特許文献 1】" Applied Physics Letters ", (米国),
1987 年, 51 巻, 12 号, p. 913 - 915

【特許文献 1】特開平 7 - 142169 号公報 (第 1 - 2 頁)

【非特許文献 2】" Science ", (米国), 1995 年, 267 巻, p. 1332

【特許文献 2】特開平 9 - 208946 号公報 (第 1 - 2 頁)

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし従来の白色発光素子では発光効率が低く、十分な輝度が得られていなかった。本発明は、かかる従来技術の問題を解決し、発光効率が高く、色純度に優れた白色発光素子を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

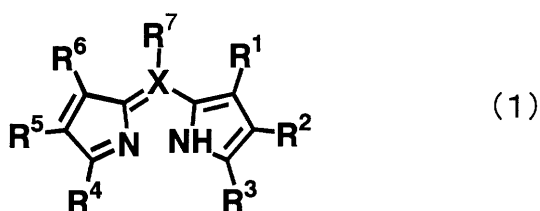
【0008】

上記課題を解決するため本発明は以下の構成を取る。すなわち、本発明は、陽極と陰極の間に少なくとも発光層と電子輸送層が存在し、電気エネルギーにより発光する素子であって、該発光層が下記一般式(1)で表されるピロメテン化合物もしくはその金属錯体を含有し、該電子輸送層のイオン化ポテンシャルが5.8 eV以上であり、該発光層が白色発光を生ずることを特徴とする発光素子とその骨子とする。

10

【0009】

【化1】



20

【0010】

(ここで $R^1 \sim R^7$ はそれぞれ同じでも異なってもよく、水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、シリル基、並びに隣接置換基との間に形成される縮合環の中から選ばれる。XはNまたはC原子を表し、XがNの場合 R^7 は存在しない。金属錯体の場合の金属は、ホウ素、ベリリウム、マグネシウム、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、白金から選ばれる少なくとも一種である。)

30

また、別の本発明は、陽極と陰極の間に少なくとも二層以上に積層された発光層が存在し、電気エネルギーにより発光する素子であって、該発光層の少なくとも一層が上記一般式(1)で表されるピロメテン化合物もしくはその金属錯体を含有し、該発光層が白色発光を生ずることを特徴とする発光素子とその骨子とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、発光輝度が高く、色純度に優れた白色発光素子を提供できるものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

40

本発明の発光素子について詳細に説明する。

【0013】

陽極は、光を取り出すために透明であれば良く、使用する素材としては、酸化錫、酸化インジウム、酸化錫インジウム(ITO)などの導電性金属酸化物、あるいは金、銀、クロムなどの金属、ヨウ化銅、硫化銅などの無機導電性物質、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリアニリンなどの導電性ポリマなど特に限定されるものでないが、ITOガラスやネサガラスを用いることが特に望ましい。透明電極である陽極の抵抗は、素子の発光に十分な電流が供給できればよいので限定されないが、素子の消費電力の観点からは低抵抗であることが望ましい。例えば、 $300 \Omega / \square$ 以下のITO基板であれば素子電極として機能するが、現在では $10 \Omega / \square$ 程度の基板の供給も可能になっていることから、低抵抗

50

品を使用することが特に望ましい。ITOの厚みは、抵抗値に合わせて任意に選ぶ事ができるが、通常100～300nmの間で用いられることが多い。また、ガラス基板はソーダライムガラス、無アルカリガラスなどが用いられ、また厚みも機械的強度を保つのに十分な厚みがあればよいので、0.5mm以上あれば十分である。ガラスの材質については、ガラスからの溶出イオンが少ない方がよいので無アルカリガラスが好ましいが、SiO₂などのバリアコートをしたソーダライムガラスなど市販されているガラスも使用できる。さらに、陽極が安定に機能するのであれば、基板はガラスである必要はなく、例えば、プラスチック基板上に陽極を形成しても良い。ITO膜形成方法は、電子線ビーム法、スパッタリング法、化学反応法などを使用することができ、特に制限を受けるものではない。

10

【0014】

陰極に使用する素材は、電子を本有機物層に効率良く注入できる物質であれば特に限定されず、例えば、白金、金、銀、銅、鉄、錫、亜鉛、アルミニウム、インジウム、クロム、リチウム、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウムなどを使用することができる。電子注入効率をあげて素子特性を向上させるためには、リチウム、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウムまたはこれらの低仕事関数金属を含む合金が有効である。しかし、これらの低仕事関数金属は、一般に大気中で不安定であることが多く、例えば、有機層に微量のリチウムやマグネシウム（例えば、真空蒸着の膜厚計表示で1nm以下）をドーピングして安定性の高い電極を使用する方法が好ましい例として挙げることができるが、フッ化リチウムのような無機塩の使用も可能であることから特にこれらに限定されるものではない。更に、電極保護のために、白金、金、銀、銅、鉄、錫、アルミニウム、インジウムなどの金属、またはこれらの金属を用いた合金、そしてシリカ、チタニア、窒化ケイ素などの無機物、ポリビニルアルコール、塩化ビニル、炭化水素系高分子などを積層することが好ましい例として挙げられる。これらの電極の作製法についても、抵抗加熱、電子線ビーム、スパッタリング、イオンプレーティング、コーティングなど導通を取ることができれば特に制限されない。

20

【0015】

本発明の発光素子は発光素子材料を含む。発光素子材料とは、自ら発光するものまたは発光を助けるものであり、発光に関与している化合物を指すものである。具体的には、例えば、正孔輸送材料、発光材料、電子輸送材料などが該当する。

30

【0016】

本発明の発光素子は発光素子材料を含む層を含むことが必要であり、例えば、1)正孔輸送層/発光層、2)正孔輸送層/発光層/電子輸送層、3)発光層/電子輸送層、4)1)～3)の組み合わせ材料を一層に混合した形態のいずれであってもよい。即ち、素子構成としては、上記1)～3)の多層積層構造の他に4)のように発光材料単独または発光材料と正孔輸送材料や電子輸送材料を含む層を一層設けるだけでもよい。また、上記正孔輸送層、発光層および電子輸送層は、それぞれ単一層からなってもよいし、複数層からなってもよい。但し、本発明の発光素子では、高輝度を得るために、発光層は二層以上に積層されるか、少なくとも発光層と電子輸送層を有しかつ該電子輸送層のイオン化ポテンシャルが5.8eV以上であることのいずれかが必要である。

40

【0017】

白色発光を得る方法としては、単一の材料で白色発光を得られることが好ましいが、単一で白色発光を示す発光材料がほとんどなく、また発光強度も低いため、複数の発光材料からの複数の発光色の重ね合わせにより白色発光を取り出す方法を用いることができる。具体的には、別々の発光材料から青・緑・赤の三原色発光を得て、それらの重ね合わせとして白色発光を取り出す方法や、青緑・黄色などの三原色の補色発光を重ね合わせて白色発光を得る方法などが挙げられる。また、複数の発光色を得るための素子構成としては、これに限定されるものではないが、単一の発光層に異なる発光色を示す複数の発光材料を混合する方法、発光層を二層以上に積層し、それぞれに一種または複数の発光材料を混合する方法などが挙げられる。

50

【 0 0 1 8 】

正孔輸送層は、正孔輸送材料の一種または二種以上を積層、混合するか、正孔輸送材料と高分子結着剤の混合物により形成することができる。正孔輸送材料としては、例えば、N, N' - ジフェニル - N, N' - ジ (3 - メチルフェニル) - 4, 4' - ジフェニル - 1, 1' - ジアミン、N, N' - ジナフチル - N, N' - ジフェニル - 4, 4' - ジフェニル - 1, 1' - ジアミンなどのトリフェニルアミン類、ビス (N - アリルカルバゾール) またはビス (N - アルキルカルバゾール) 類、ピラゾリン誘導体、スチルベン系化合物、ヒドラゾン系化合物、オキサジアゾール誘導体やフタロシアニン誘導体、ポルフィリン誘導体に代表される複素環化合物、ポリマー系では前記単量体を側鎖に有するポリカーボネートやスチレン誘導体、ポリビニルカルバゾール、ポリシランなどが好ましく使用される。ただし、素子作製に必要な薄膜を形成し、陽極から正孔が注入できて、さらに正孔を輸送できる化合物であれば特に限定されるものではない。

10

【 0 0 1 9 】

本発明における発光層は、発光材料 (ホスト材料、ドーパント材料) により形成され、これはホスト材料とドーパント材料との混合物であっても、ホスト材料単独であっても、いずれでもよい。すなわち本発明の白色発光を示す発光素子では、発光層において、ホスト材料もしくはドーパント材料のみが発光してもよいし、ホスト材料とドーパント材料がともに発光してもよい。ホスト材料とドーパント材料は、それぞれ一種類であっても、複数の組み合わせであっても、いずれでもよい。ドーパント材料はホスト材料の全体に含まれていても、部分的に含まれていても、いずれであってもよい。ドーパント材料は積層されていても、分散されていても、いずれであってもよい。ドーパント材料の量は、多すぎると濃度消光現象が起きるため、ホスト材料に対して 10 重量 % 以下で用いることが好ましく、さらに好ましくは 5 重量 % 以下である。ドーピング方法としては、ホスト材料との共蒸着法によって形成することができるが、ホスト材料と予め混合してから同時に蒸着しても良い。

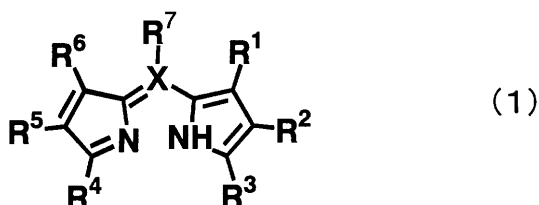
20

【 0 0 2 0 】

本発明における発光層は、ホスト材料と一種以上のドーパント材料とからなり、該ドーパント材料のうち少なくとも一つが下記一般式 (1) で表されるピロメテン化合物もしくはその金属錯体であることが好ましい。

【 0 0 2 1 】

【 化 2 】



30

【 0 0 2 2 】

ここで R¹ ~ R⁷ はそれぞれ同じでも異なってもよく、水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、シリル基、並びに隣接置換基との間に形成される縮合環の中から選ばれる。X は N または C 原子を表し、X が N の場合 R⁷ は存在しない。金属錯体の場合の金属は、ホウ素、ベリリウム、マグネシウム、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、白金から選ばれる少なくとも一種である。

40

【 0 0 2 3 】

これらの置換基の内、アルキル基とは、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基などの飽和脂肪族炭化水素基を示し、これらは無置換でも置換されていてもかまわ

50

ない。また、シクロアルキル基とは、例えば、シクロプロピル、シクロヘキシル、ノルボルニル、アダマンチルなどの飽和脂環式炭化水素基を示し、これらは無置換でも置換されていてもかまわない。また、アラルキル基とは、例えば、ベンジル基、フェニルエチル基などの脂肪族炭化水素を介した芳香族炭化水素基を示し、脂肪族炭化水素と芳香族炭化水素はいずれも無置換でも置換されていてもかまわない。また、アルケニル基とは、例えば、ビニル基、アリル基、ブタジエニル基などの二重結合を含む不飽和脂肪族炭化水素基を示し、これらは無置換でも置換されていてもかまわない。また、シクロアルケニル基とは、例えば、シクロペンテニル基、シクロペンタジエニル基、シクロヘキセン基などの二重結合を含む不飽和脂環式炭化水素基を示し、これらは無置換でも置換されていてもかまわない。また、アルキニル基とは、例えば、アセチレニル基などの三重結合を含む不飽和脂肪族炭化水素基を示し、これらは無置換でも置換されていてもかまわない。また、アルコキシ基とは、例えば、メトキシ基などのエーテル結合を介した脂肪族炭化水素基を示し、脂肪族炭化水素基は無置換でも置換されていてもかまわない。また、アルキルチオ基とはアルコキシ基のエーテル結合の酸素原子が硫黄原子に置換されたものである。また、アリールエーテル基とは、例えば、フェノキシ基などのエーテル結合を介した芳香族炭化水素基を示し、芳香族炭化水素基は無置換でも置換されていてもかまわない。また、アリールチオエーテル基とはアリールエーテル基のエーテル結合の酸素原子が硫黄原子に置換されたものである。また、アリール基とは、例えば、フェニル基、ナフチル基、ピフェニル基、フェナントリル基、ターフェニル基、ピレニル基などの芳香族炭化水素基を示し、該アリール基は無置換でも置換されていてもかまわない。また、複素環基とは、例えば、フランニル基、チオフェニル基、オキサゾリル基、ピリジル基、キノリニル基、カルバゾリル基などの炭素以外の原子を有する環状構造基を示し、これらは無置換でも置換されていてもかまわない。ハロゲンとはフッ素、塩素、臭素、ヨウ素を示す。アルデヒド基、カルボニル基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基には、脂肪族炭化水素、脂環式炭化水素、芳香族炭化水素、複素環などで置換されたものも含み、さらに脂肪族炭化水素、脂環式炭化水素、芳香族炭化水素、複素環は、無置換でも置換されていてもかまわない。シリル基とは、例えば、トリメチルシリル基などのケイ素化合物基を示し、これは無置換でも置換されていてもかまわない。隣接置換基との間に形成される縮合環とは、前記一般式(1)で説明すると、 R^1 と R^2 、 R^2 と R^3 、 R^4 と R^5 、 R^5 と R^6 、 R^6 と R^7 、 R^7 と R^1 のいずれか1箇所以上の間で共役または非共役の縮合環を形成するものである。これらの縮合環は、環内構造に窒素、酸素、硫黄原子を含んでいてもよいし、さらに別の環と縮合してもよい。

10

20

30

【0024】

また、金属に配位する時には、ピロメテン化合物単独でも混合配位子でも特に限定されない。混合配位子の場合の第二の配位子としては、アルコキシ、フェノキシ、ハロゲン、アルキル、アリールその他縮合環炭化水素、複素環化合物、または酸素原子を介して結合された芳香環または複素環化合物などを導入することが可能である。

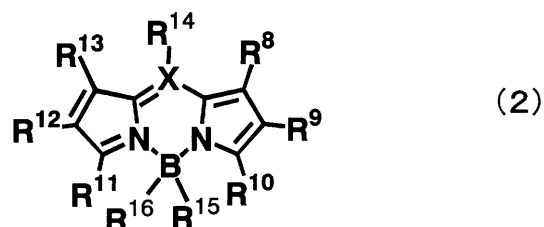
【0025】

さらに高輝度発光を得るためには、ピロメテン化合物として下記一般式(2)で表されるピロメテン金属錯体が好ましく使用される。

40

【0026】

【化3】



50

【 0 0 2 7 】

ここで $R^8 \sim R^{16}$ はそれぞれ同じでも異なってもよく、水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、シリル基、並びに隣接置換基との間に形成される縮合環の中から選ばれる。X は N または C 原子を表し、X が N の場合 R^{14} は存在しない。これらの置換基については上記一般式 (1) の説明と同様である。

【 0 0 2 8 】

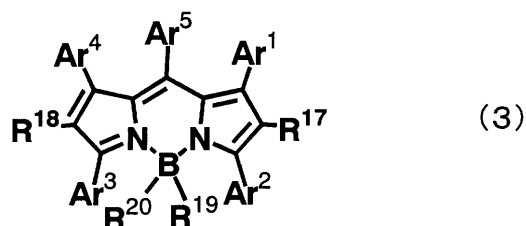
白色発光を得る方法のなかでも、三原色の重ね合わせで白色発光を得る方法は、フルカラーディスプレイを得るために有効な方法であり、赤色発光が特に重要である。そこで、本発明に使用するピロメテン化合物もしくはその金属錯体が、580 nm 以上 720 nm 以下に発光ピーク波長を有することが好ましい。

【 0 0 2 9 】

金属錯体は、下記一般式 (3) で表されることが蛍光量子収率が高いため、特に好ましい。

【 0 0 3 0 】

【 化 4 】



20

【 0 0 3 1 】

ここで $R^{17} \sim R^{20}$ はそれぞれ同じでも異なってもよく、水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、シリル基、並びに隣接置換基との間に形成される縮合環の中から選ばれる。 $Ar^1 \sim Ar^5$ はそれぞれ同じでも異なってもよく、アリール基を表す。これらの置換基については上記一般式 (1) の説明と同様である。

30

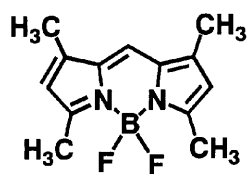
【 0 0 3 2 】

ピロメテン化合物は、ホスト材料として用いてもよいが、蛍光量子収率が高いことや、発光スペクトルの半値幅が小さいことから、ドーパント材料として好適に用いられる。上記のピロメテン化合物の構造として、具体的に以下のようなものが挙げられる。

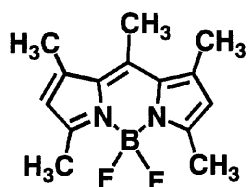
【 0 0 3 3 】

【化 5】

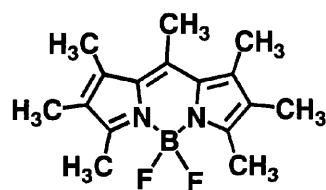
[1]



[2]

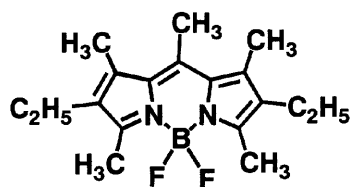


[3]

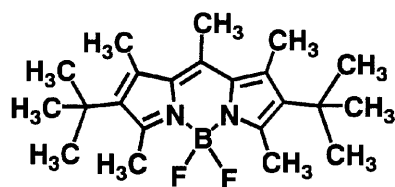


10

[4]

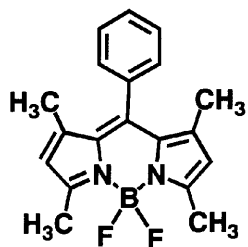


[5]

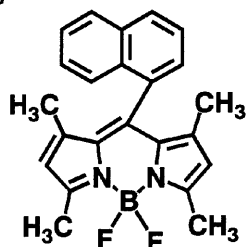


20

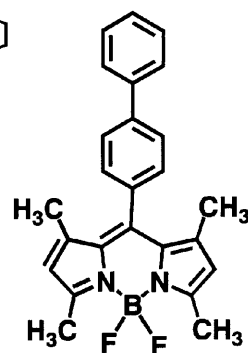
[6]



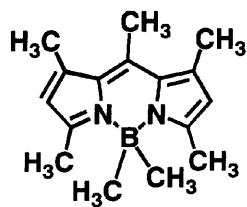
[7]



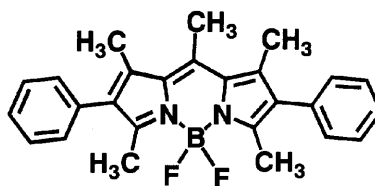
[8]



[9]



[10]

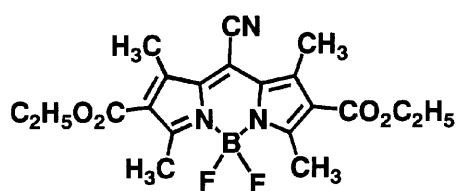


30

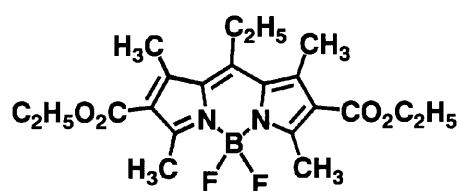
【 0 0 3 4 】

【化 6】

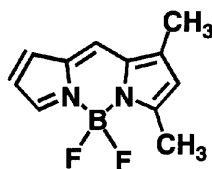
[11]



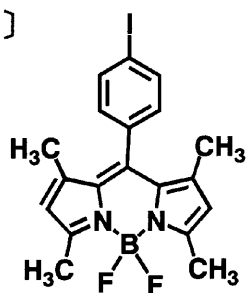
[12]



[13]



[14]

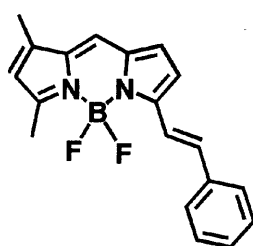


[15]

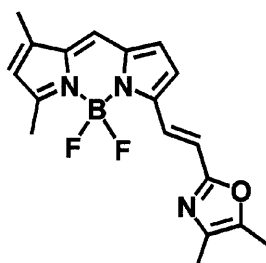


10

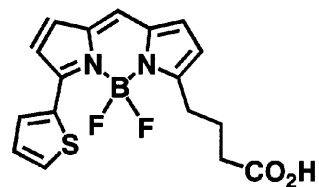
[16]



[17]

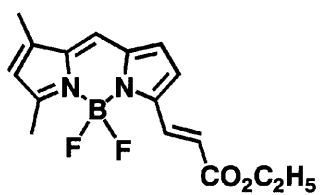


[18]

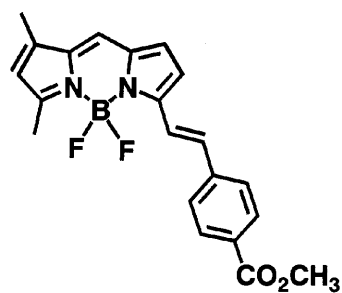


20

[19]



[20]

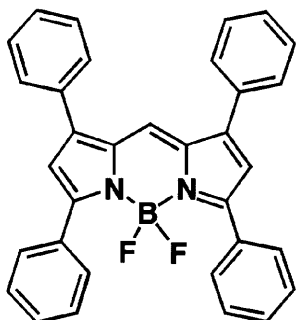


30

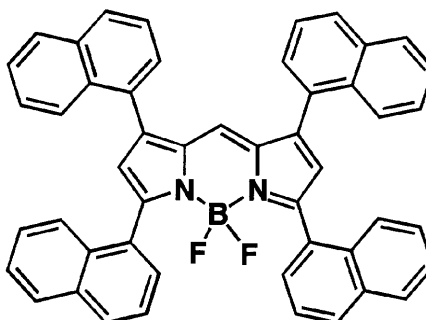
【 0 0 3 5 】

【化 7】

[21]

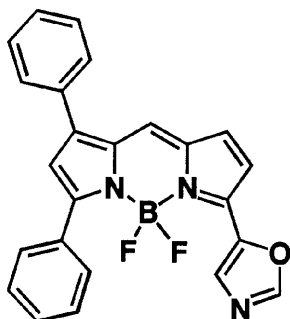


[22]

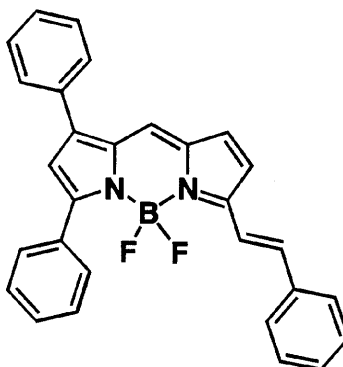


10

[23]

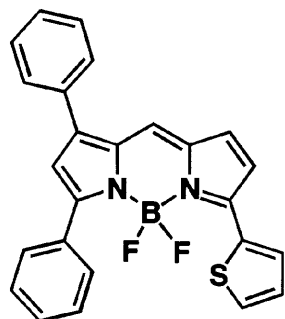


[24]

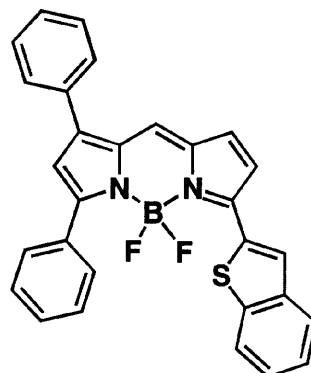


20

[25]

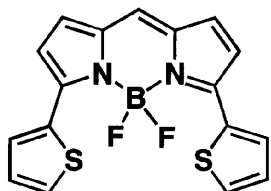


[26]

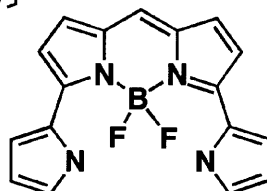


30

[27]



[28]

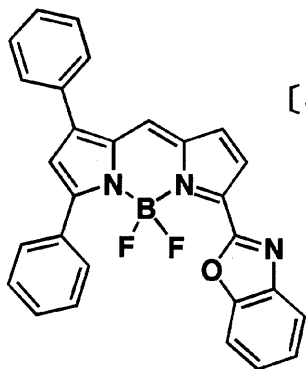


【 0 0 3 6 】

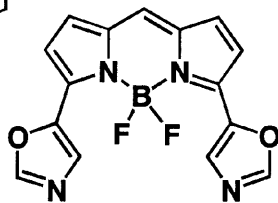
40

【化 8】

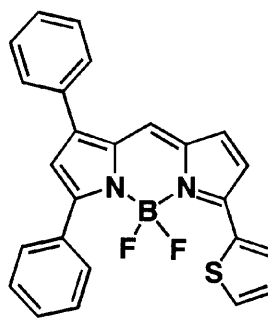
[29]



[30]

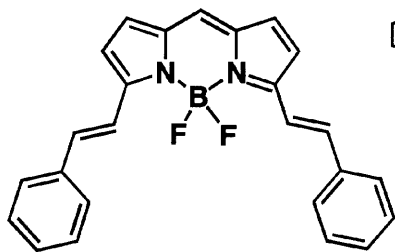


[31]

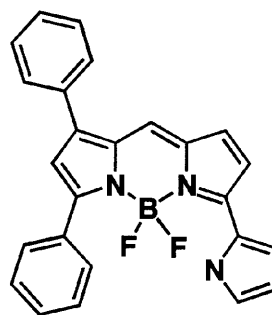


10

[32]

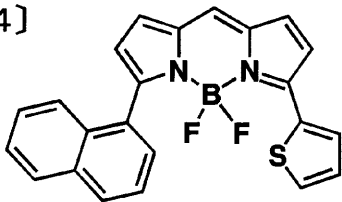


[33]

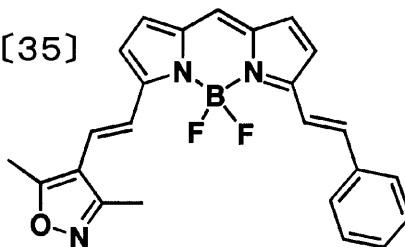


20

[34]

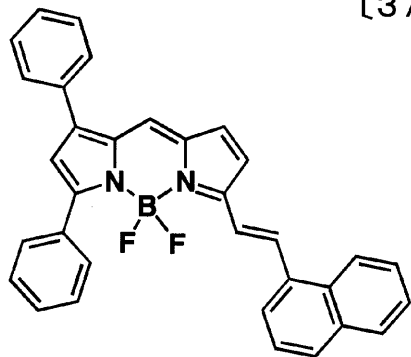


[35]

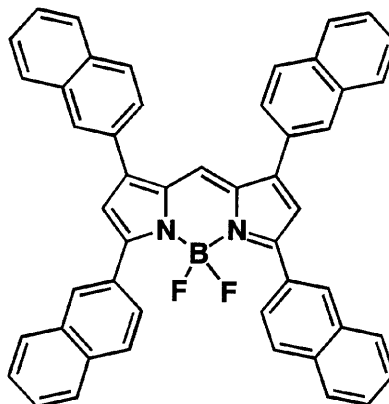


30

[36]



[37]

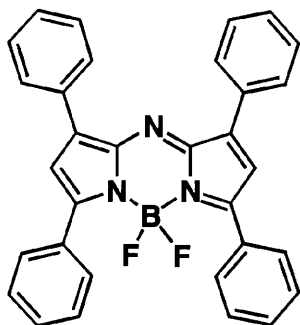


40

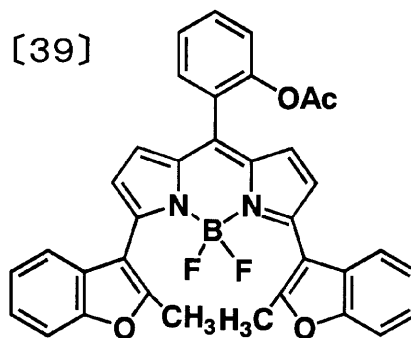
【 0 0 3 7 】

【化 9】

[38]

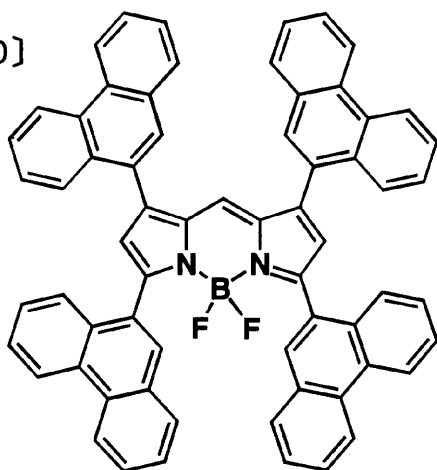


[39]

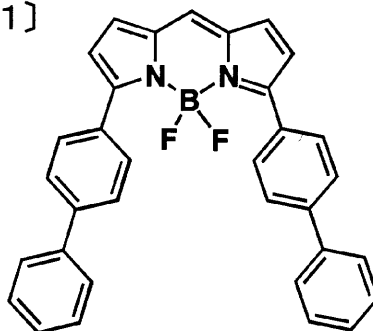


10

[40]

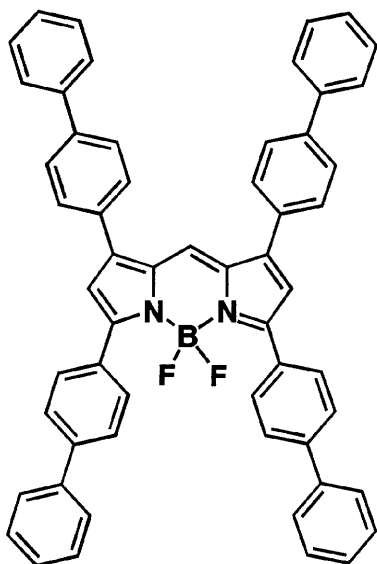


[41]

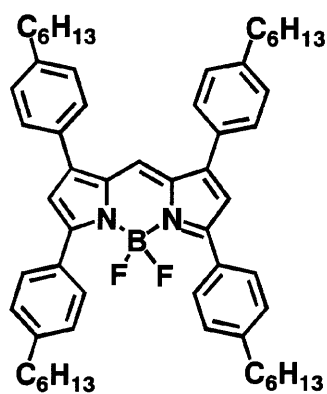


20

[42]



[43]

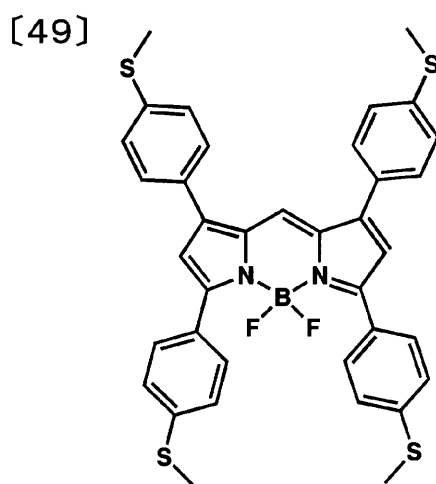
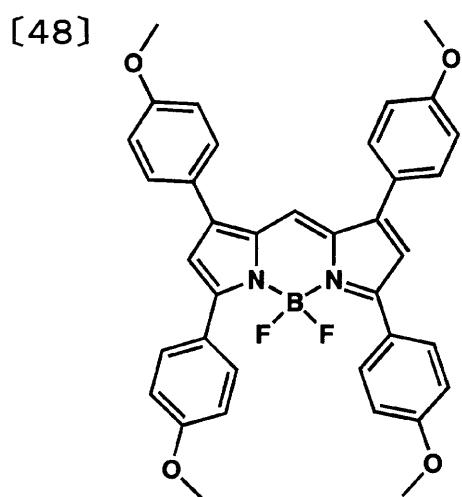
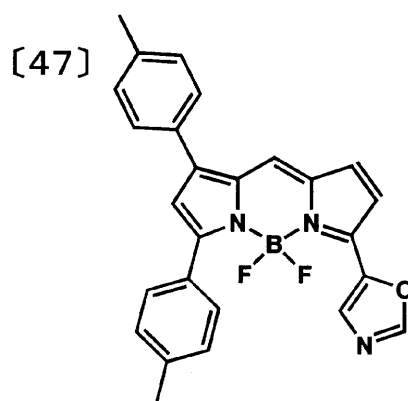
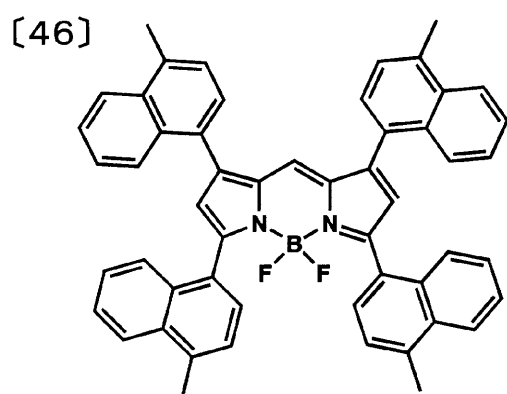
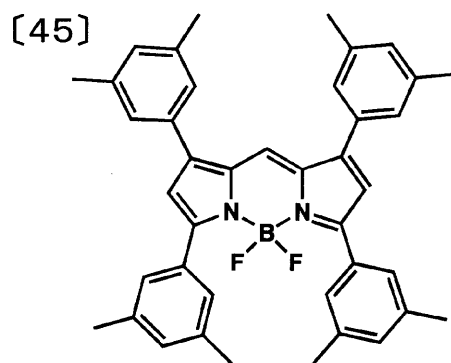
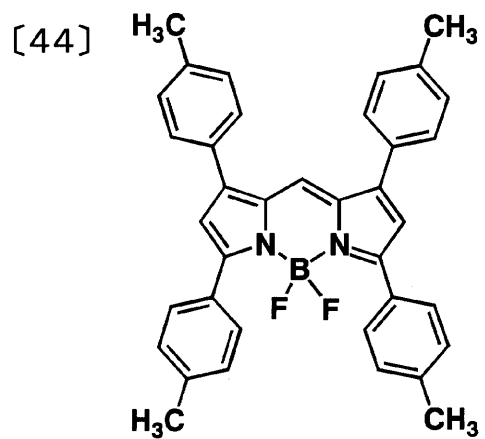


30

40

【 0 0 3 8 】

10

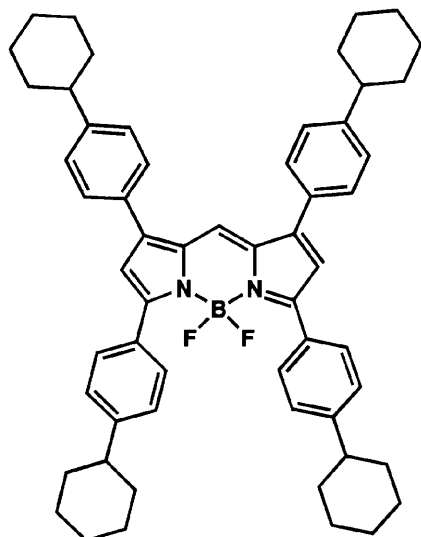


40

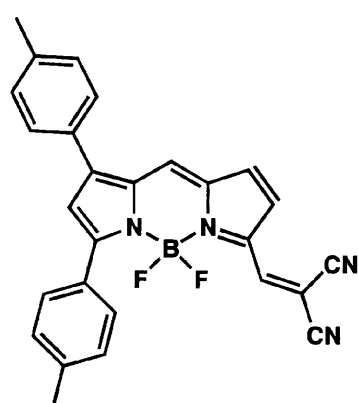
【 0 0 3 9 】

【化 1 1】

[50]

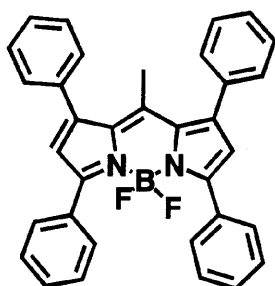


[51]

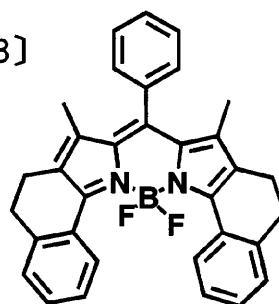


10

[52]

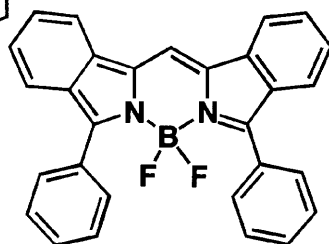


[53]

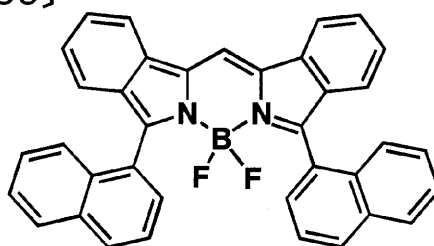


20

[54]



[55]

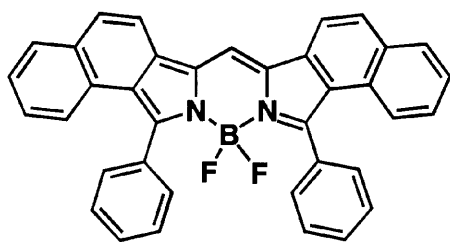


30

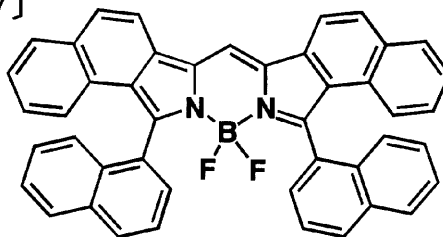
【 0 0 4 0 】

【化 1 2】

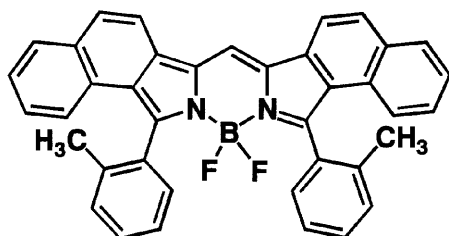
[56]



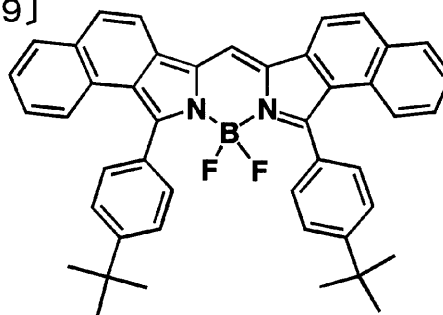
[57]



[58]

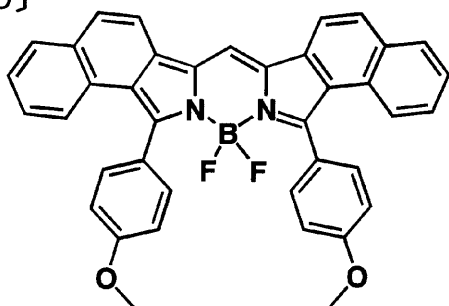


[59]

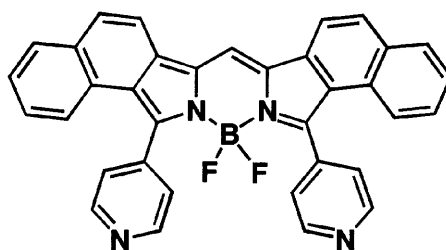


10

[60]

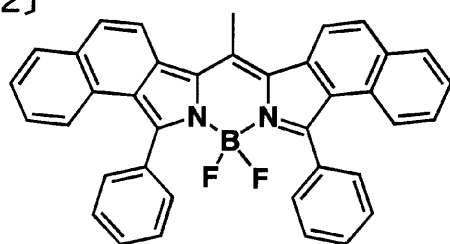


[61]

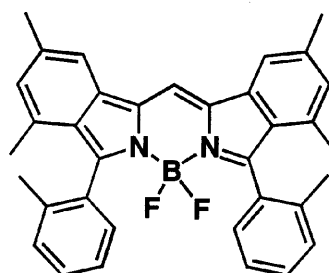


20

[62]



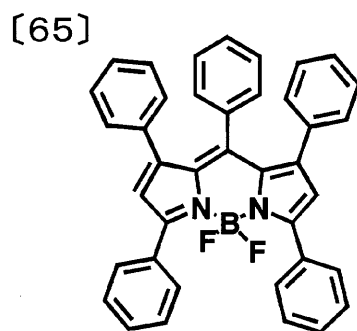
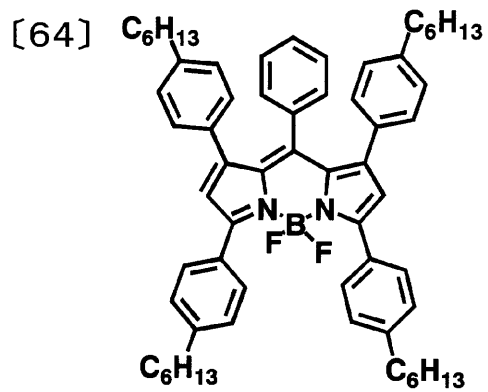
[63]



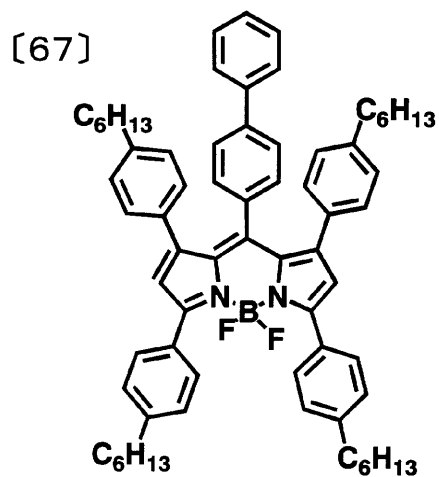
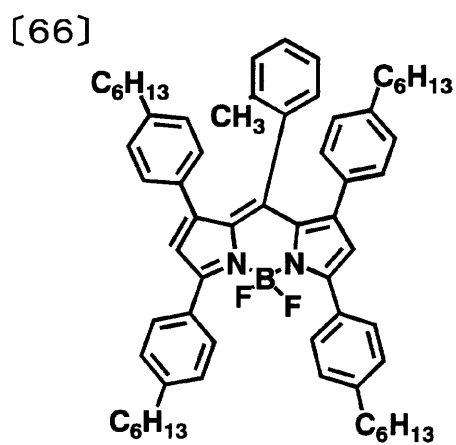
30

【 0 0 4 1 】

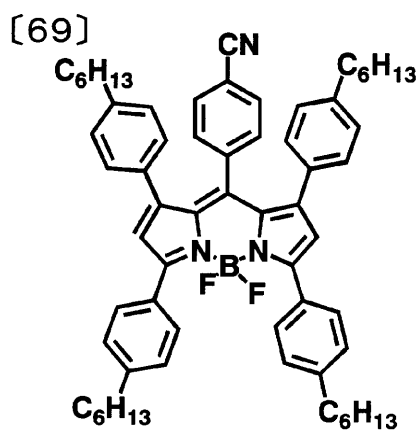
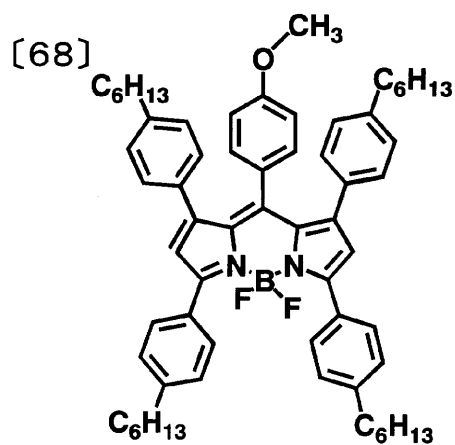
【化 1 3】



10



20

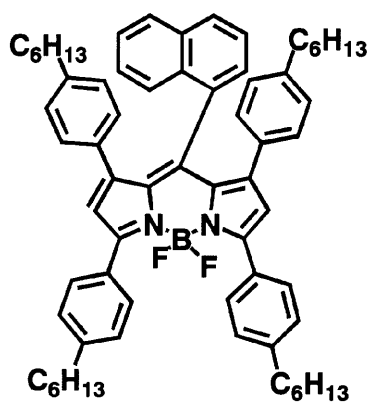


30

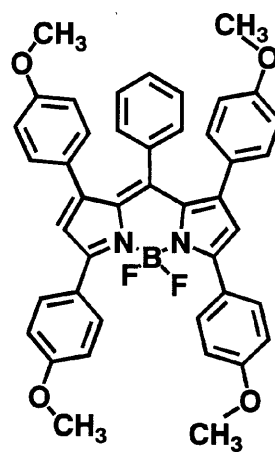
【 0 0 4 2 】

【化 1 4】

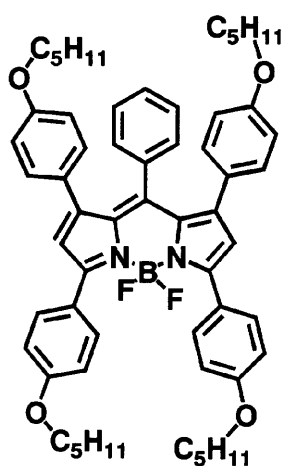
[70]



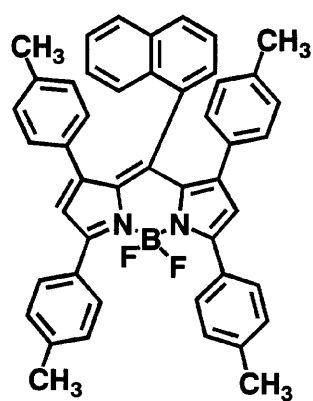
[71]



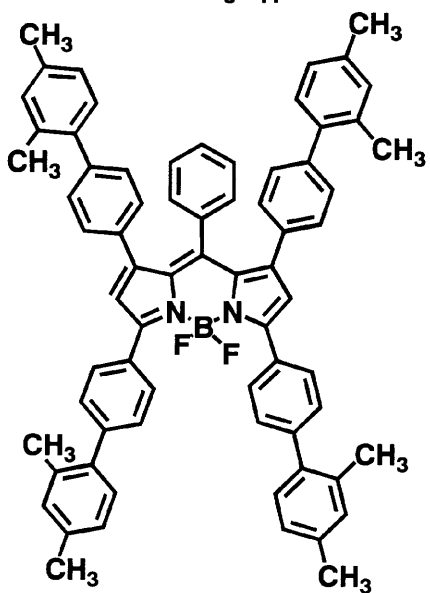
[72]



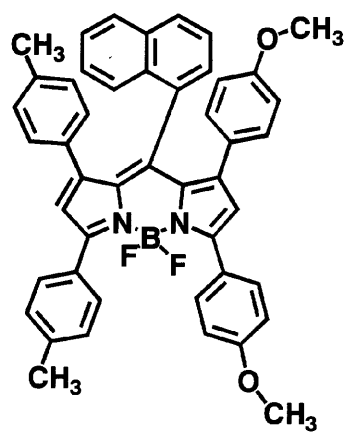
[73]



[74]



[75]



【 0 0 4 3 】

10

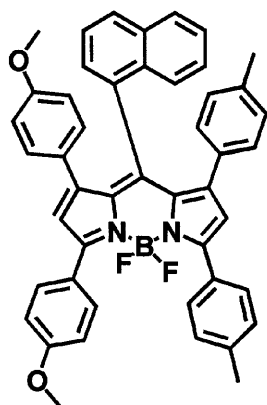
20

30

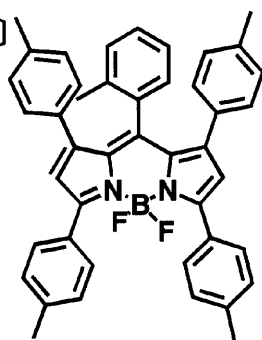
40

【化 1 5】

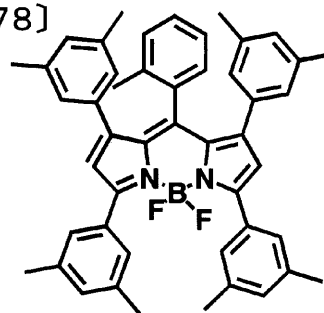
[76]



[77]

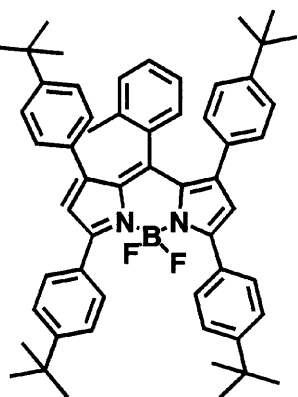


[78]

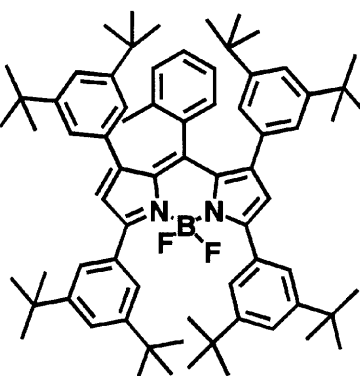


10

[79]

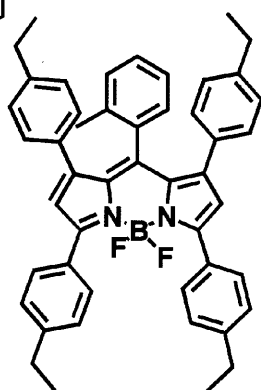


[80]

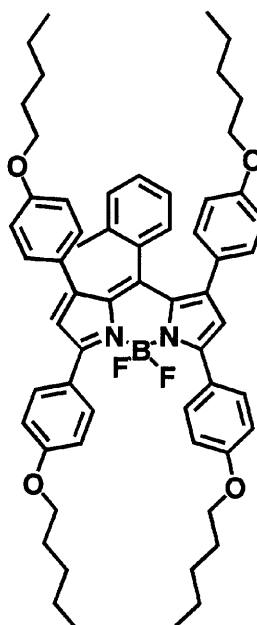


20

[81]



[82]

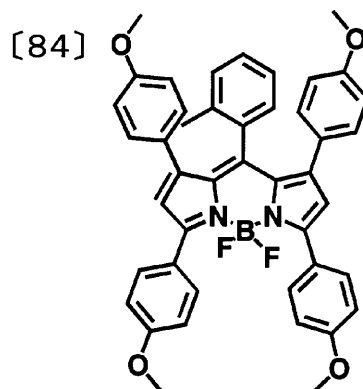
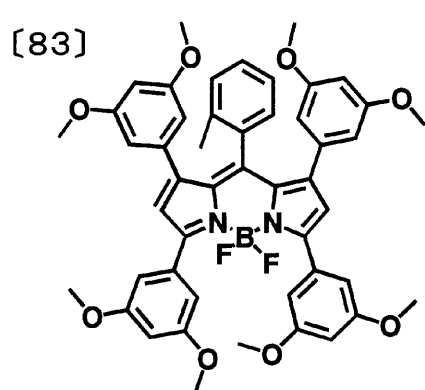


30

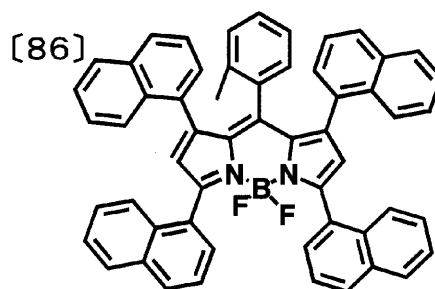
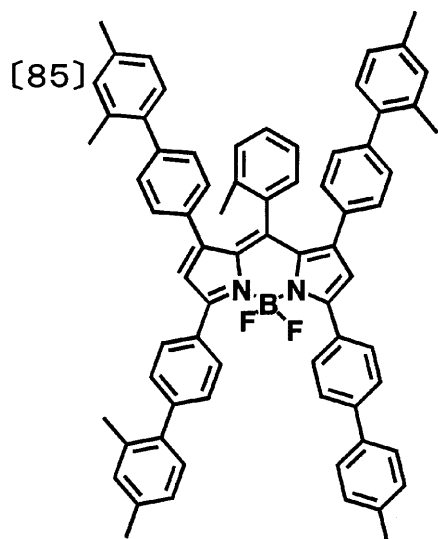
【 0 0 4 4 】

40

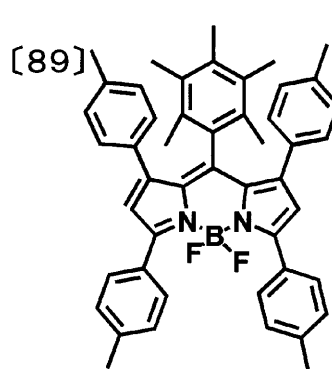
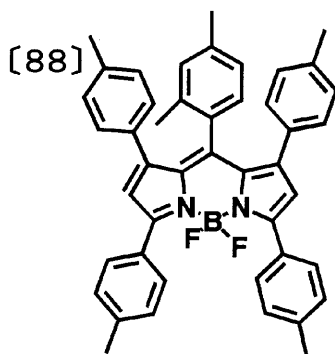
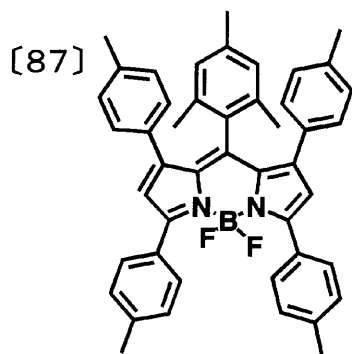
【化 1 6】



10



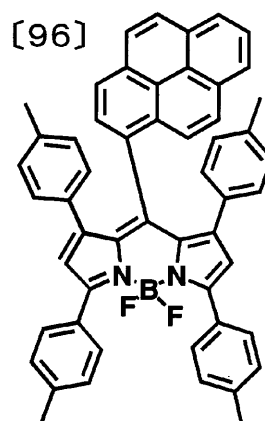
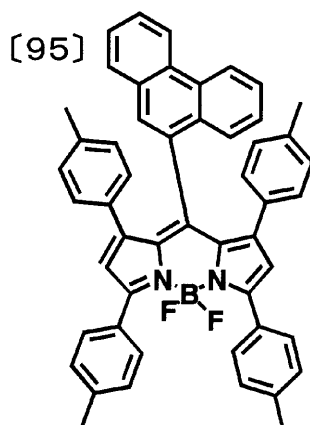
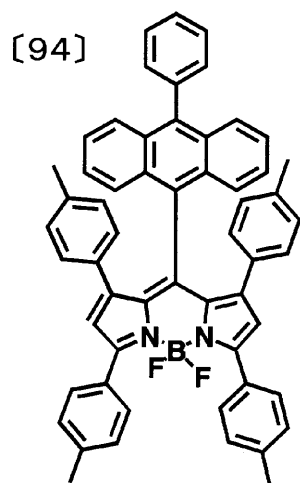
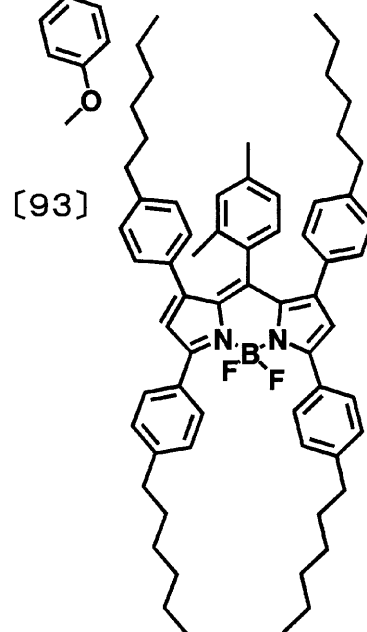
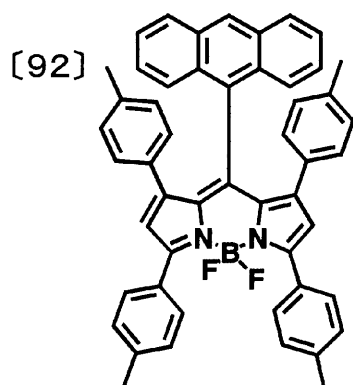
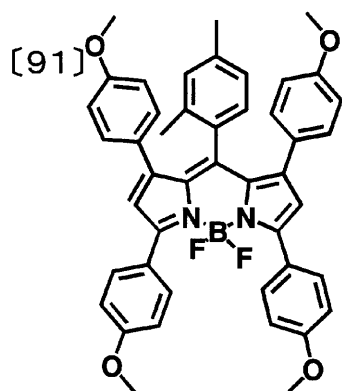
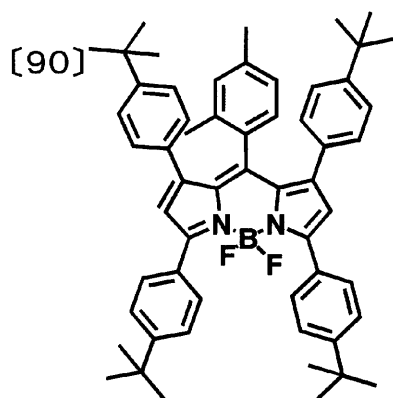
20



30

【 0 0 4 5 】

【化 1 7】



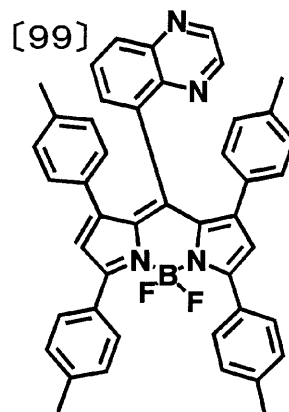
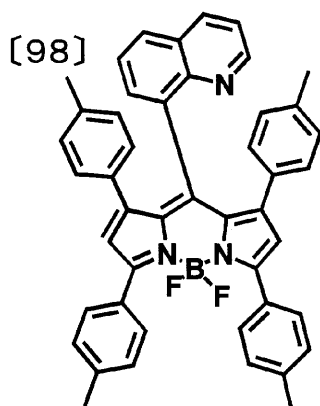
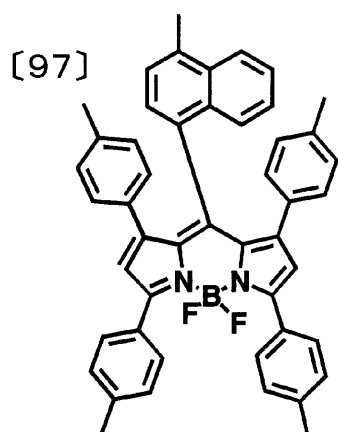
【 0 0 4 6 】

10

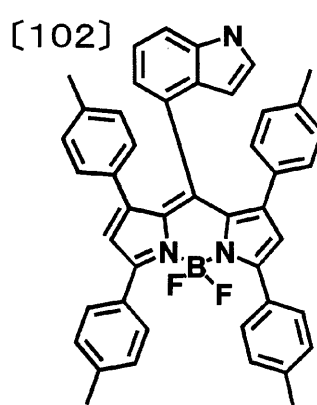
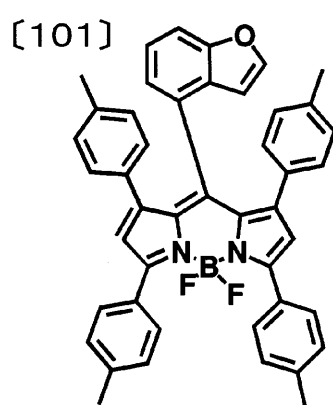
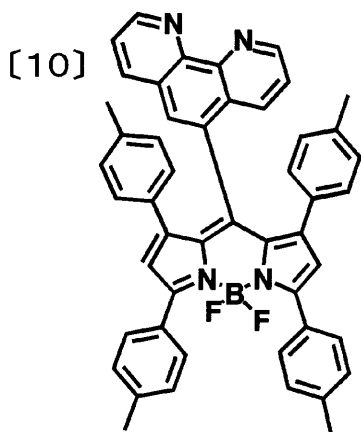
20

30

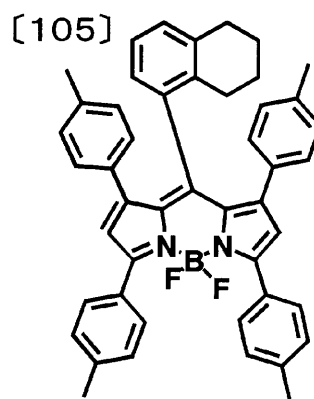
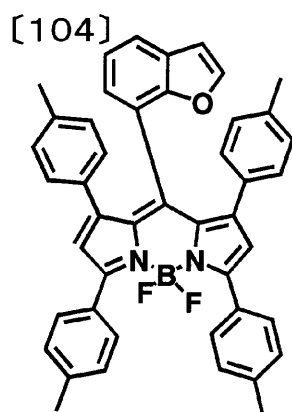
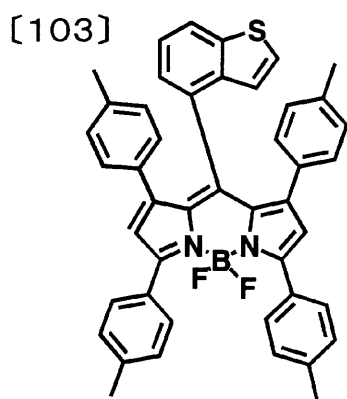
【化 1 8】



10



20



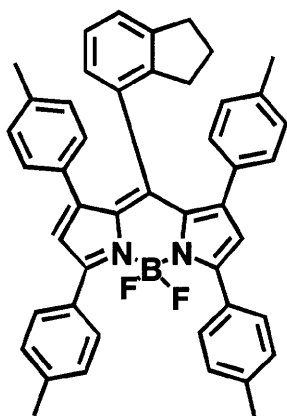
30

【 0 0 4 7 】

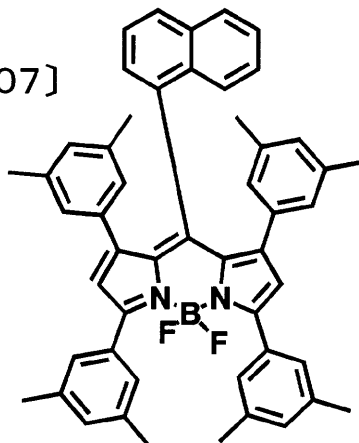
40

【化 1 9】

[106]

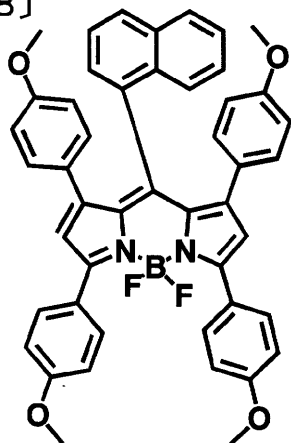


[107]

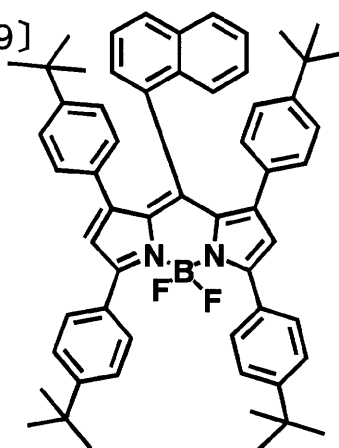


10

[108]

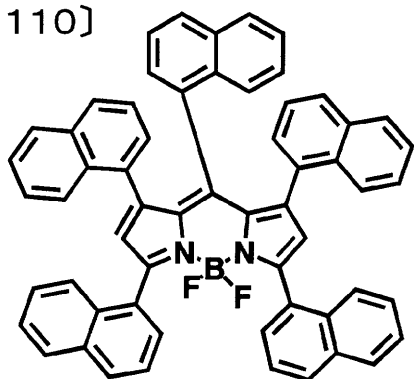


[109]

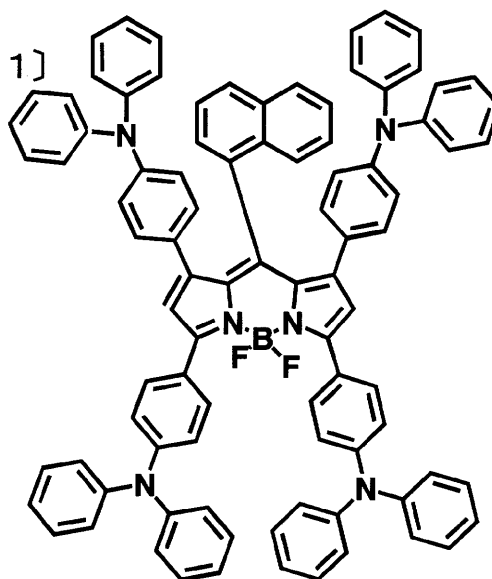


20

[110]



[111]



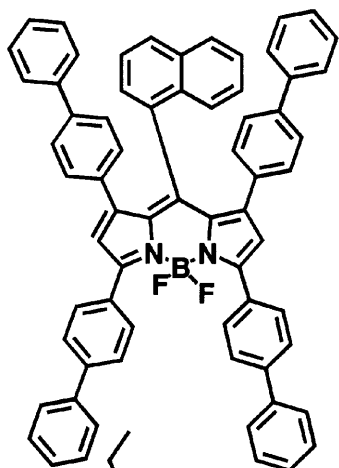
30

40

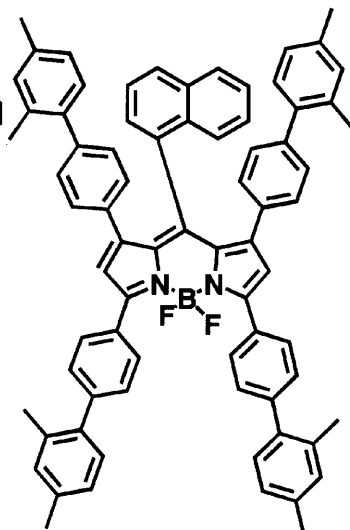
【 0 0 4 8 】

【化 2 0】

[112]

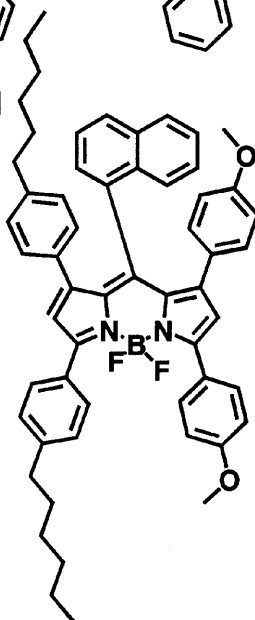


[113]

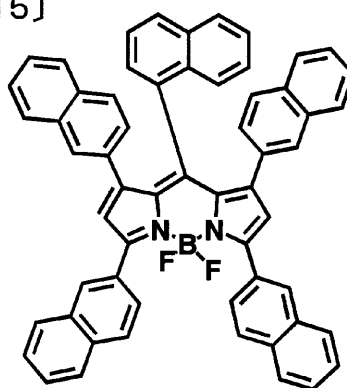


10

[114]



[115]



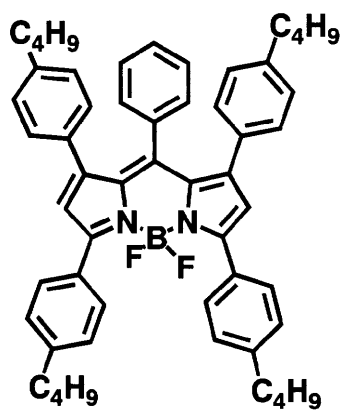
20

30

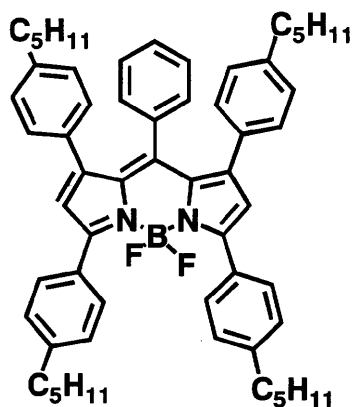
【 0 0 4 9】

【化 2 1】

[116]

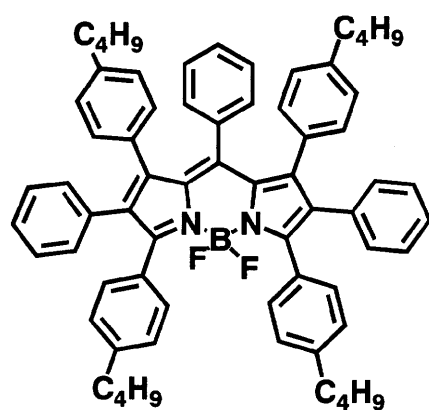


[117]

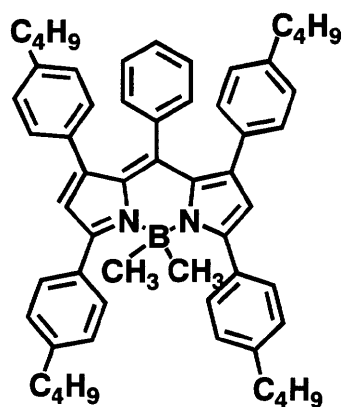


10

[118]

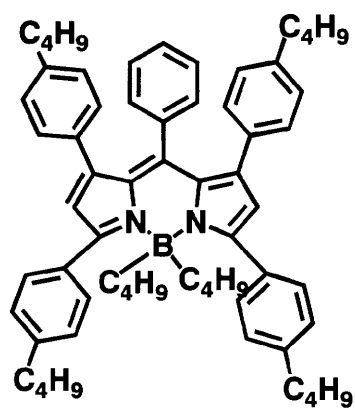


[119]

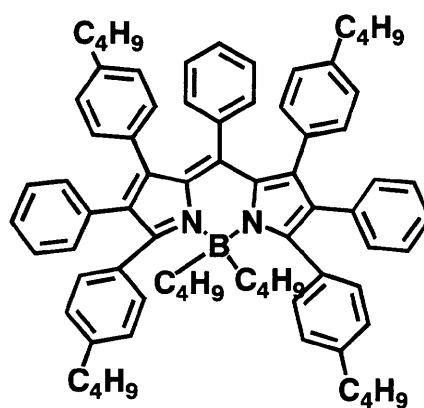


20

[120]



[121]



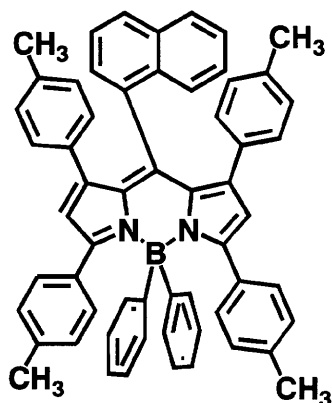
30

40

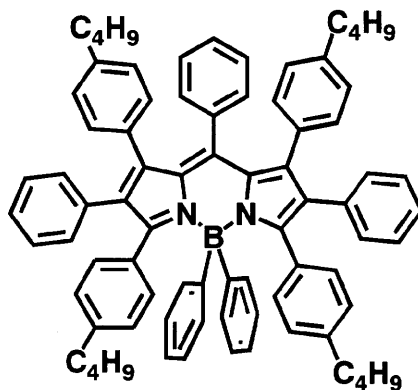
【 0 0 5 0 】

【化 2 2】

[122]

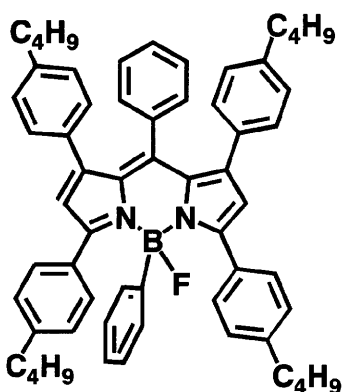


[123]

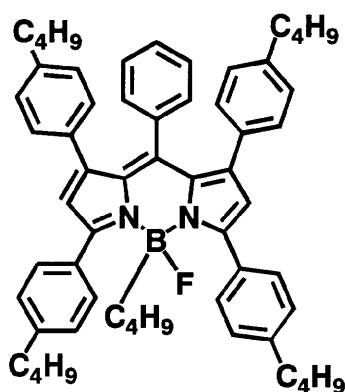


10

[124]

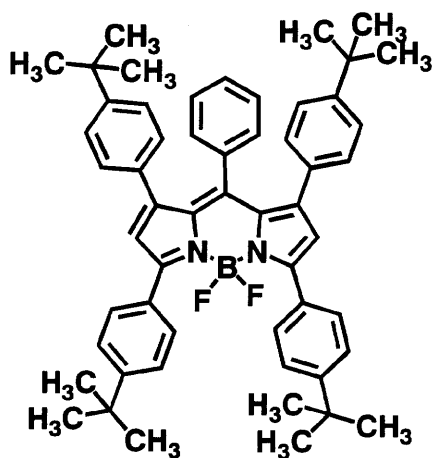


[125]

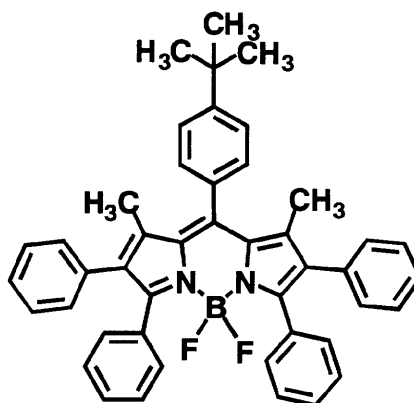


20

[126]



[127]



30

40

【0051】

ドーパント材料としては、上記したピロメテン化合物一種のみに限る必要はなく、複数のピロメテン化合物を混合して用いたり、既知のドーパント材料の一種類以上を上記したピロメテン化合物と混合して用いてもよい。また、発光層を二層以上に積層する場合は、ピロメテン化合物は一層のみに含まれてもよいし、複数の層に含まれていてもよい。また、ピロメテン化合物を含有する層以外の層にも既知のドーパント材料を好適に用いること

50

ができる。

【0052】

既知のドーパント材料としては、所望の発光色に応じて様々な材料の中から選択することができる。具体的には、限定されるものではないが、青～青緑色ドーパント材料としては、ナフタレン、アントラセン、フェナンスレン、ピレン、トリフェニレン、ペリレン、フルオレン、インデンなどの芳香族炭化水素化合物やその誘導体、フラン、ピロール、チオフェン、シロール、9-シラフルオレン、9,9'-スピロビシラフルオレン、ベンゾチオフェン、ベンゾフラン、インドール、ジベンゾチオフェン、ジベンゾフラン、イミダゾピリジン、フェナントロリン、ピラジン、ナフチリジン、キノキサリン、ピロロピリジン、チオキサテンなどの芳香族複素環化合物やその誘導体、ジスチリルベンゼン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、スチルベン誘導体、アルダジン誘導体、クマリン誘導体、イミダゾール、チアゾール、チアジアゾール、カルバゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、トリアゾールなどのアゾール誘導体およびその金属錯体、N, N'-ジフェニル-N, N'-ジ(3-メチルフェニル)-4,4'-ジフェニル-1,1'-ジアミンに代表される芳香族アミン誘導体などが挙げられる。

10

【0053】

また、緑～黄色ドーパント材料としては、例えば、クマリン誘導体、フタルイミド誘導体、ナフタルイミド誘導体、ペリノン誘導体、ピロロピロール誘導体、シクロペンタジエン誘導体、アクリドン誘導体、キナクリドン誘導体、ルブレンなどのナフタセン誘導体などが挙げられ、さらに上記した青～青緑色ドーパント材料として例示した化合物にアリー

20

【0054】

橙～赤色ドーパント材料としては、ビス(ジイソプロピルフェニル)ペリレンテトラカルボン酸イミドなどのナフタルイミド誘導体、ペリノン誘導体、アセチルアセトンやベンゾイルアセトンとフェナントロリンなどを配位子とするEu錯体などの希土類錯体、4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノスチリル)-4H-ピランやその類縁体、マグネシウムフタロシアニン、アルミニウムクロロフタロシアニンなどの金属フタロシアニン誘導体、ローダミン化合物、デアザフラビン誘導体、クマリン誘導体、キナクリドン誘導体、フェノキサジン誘導体、オキサジン誘導体、キナゾリン誘導体、ピロロピリジン誘導体、スクアリリウム誘導体、ビオラントロン誘導体、フェナジン誘導体、フェノキサゾン誘導体、チアジアゾロピレン誘導体など挙げられ、さらに上記した青～黄色ドーパント材料として例示した化合物にアリー

30

【0055】

本発明に使用するホスト材料としては、特に限定されるものではないが、例えば、従来から発光体として知られていたアントラセンやピレンなどの縮合環誘導体、トリス(8-キノリノラト)アルミニウムをはじめとする金属キレート化オキシノイド化合物、ビススチリルアントラセン誘導体やジスチリルベンゼン誘導体などのビススチリル誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、クマリン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ピロロピリジン誘導体、ペリノン誘導体、シクロペンタジエン誘導体、オキサジアゾール誘導体、チアジアゾロピリジン誘導体、ピロロピロール誘導体、ポリマー系では、ポリフェニレンビニレン誘導体、ポリパラフェニレン誘導体、そして、ポリチオフェン誘導体が好適に用いられる。

40

【0056】

また、リン光発光を示す発光層のホスト材料としては、特に限定されるものではないが、4,4'-ビス(カルバゾリル-N-イル)ビフェニルに代表されるカルバゾール誘導

50

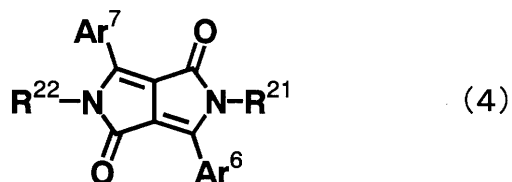
体、トリアゾール、オキサジアゾール、イミダゾールなどのアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体、キノリン誘導体、キノキサリン誘導体、ナフチリジン誘導体、ピピリジン、ターピリジンなどのオリゴピリジン誘導体などが挙げられる。

【 0 0 5 7 】

なかでも、ピロメテン化合物をドーパント材料として含有する発光層のホスト材料としては、下記一般式 (4) で表されるピロロピロール誘導体が好適に用いられる。

【 0 0 5 8 】

【 化 2 3 】



10

【 0 0 5 9 】

ここで R^{21} および R^{22} はそれぞれ同じでも異なってもよく、水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、シリル基、並びに隣接置換基との間に形成される縮合環の中から選ばれる。 Ar^6 および Ar^7 はそれぞれ同じでも異なってもよく、アリール基を表す。これらの置換基については上記一般式 (1) の説明と同様である。

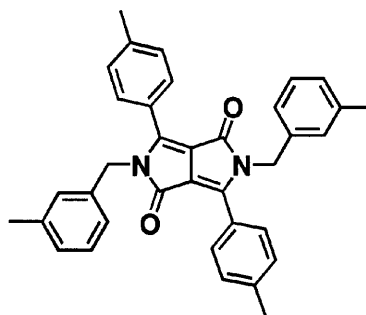
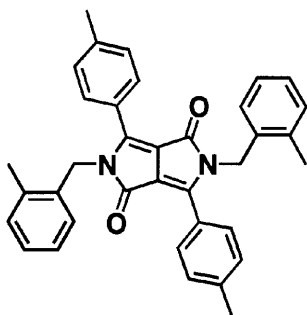
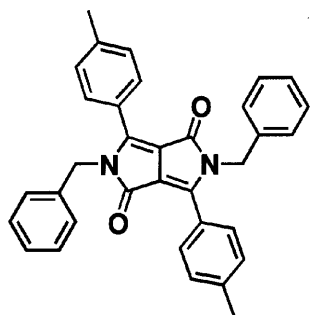
20

【 0 0 6 0 】

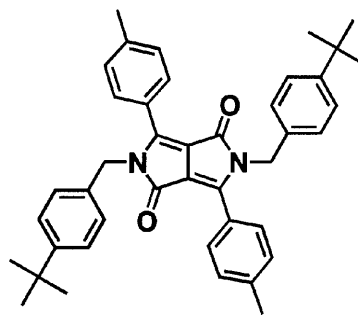
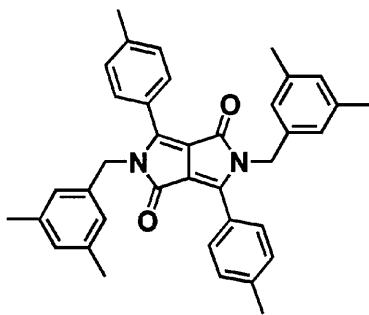
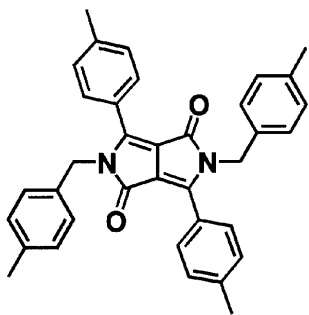
ピロロピロール誘導体としては、具体的に下記のような化合物が挙げられる。

【 0 0 6 1 】

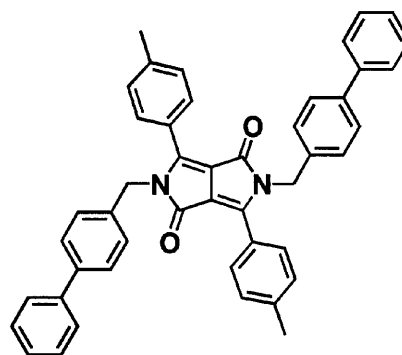
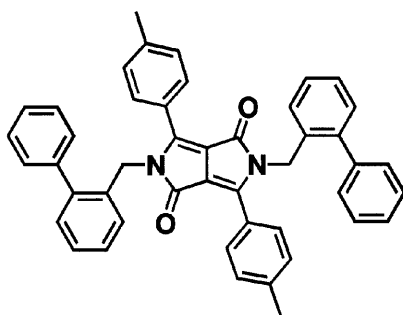
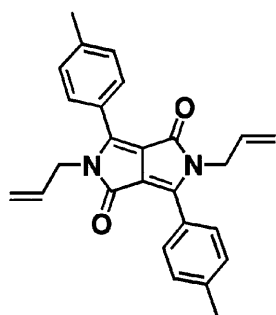
【化 2 4】



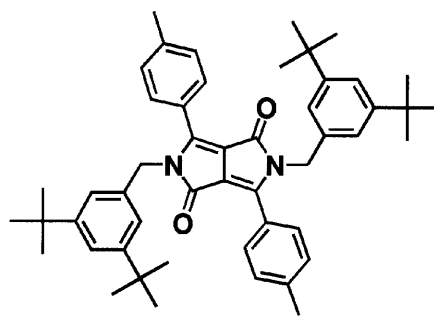
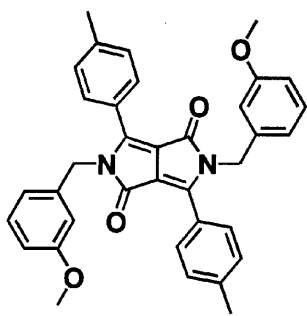
10



20



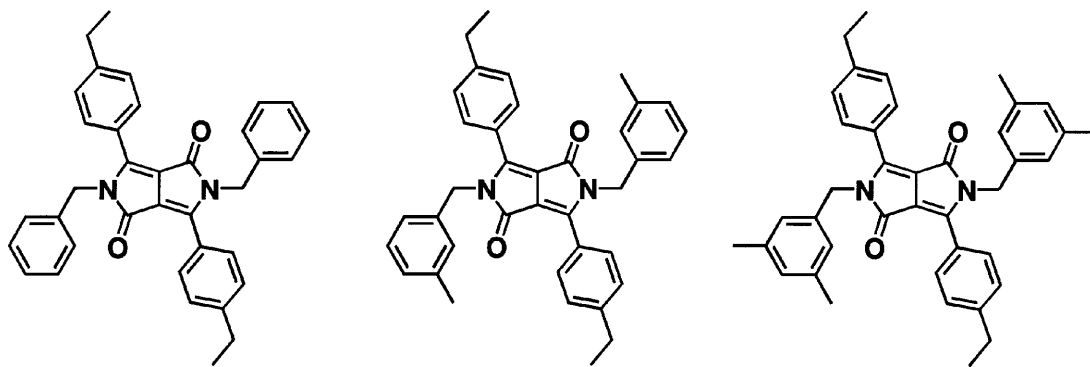
30



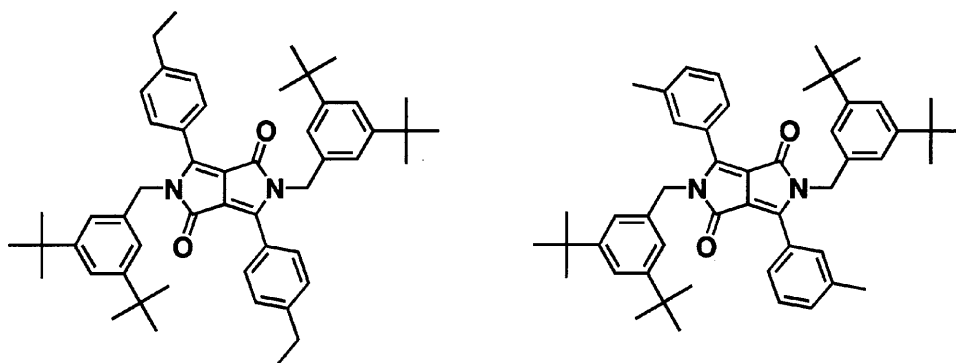
【 0 0 6 2】

40

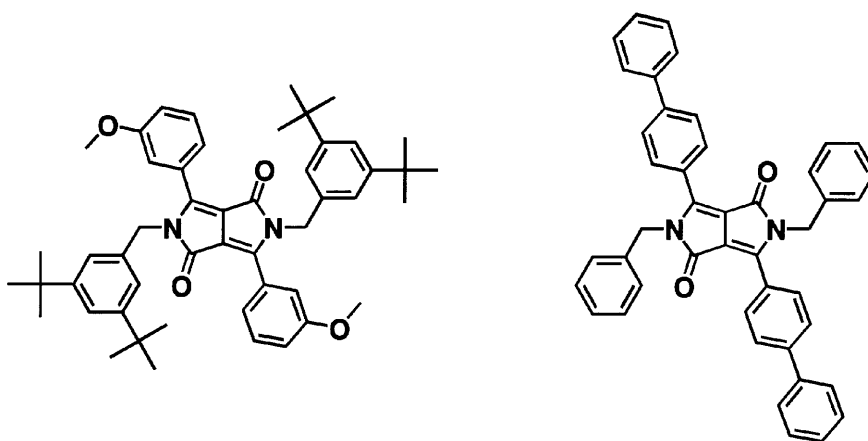
【化 2 5】



10



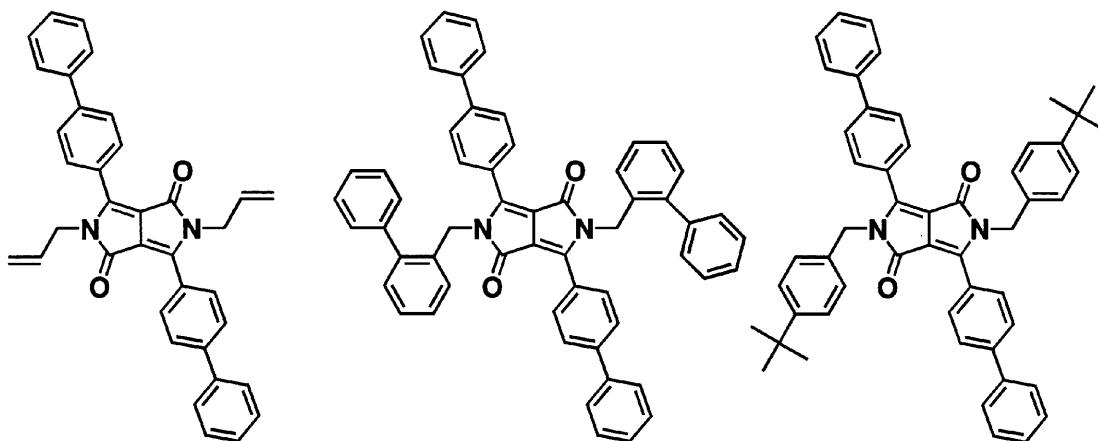
20



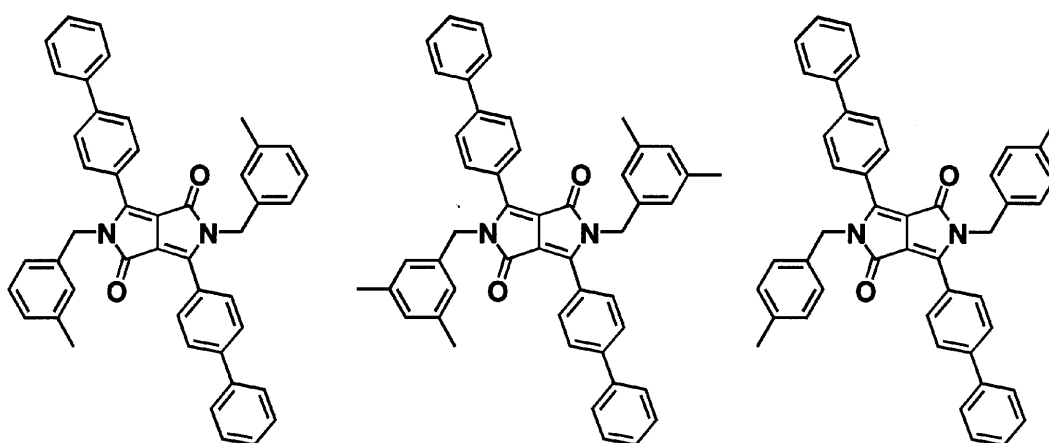
30

【 0 0 6 3 】

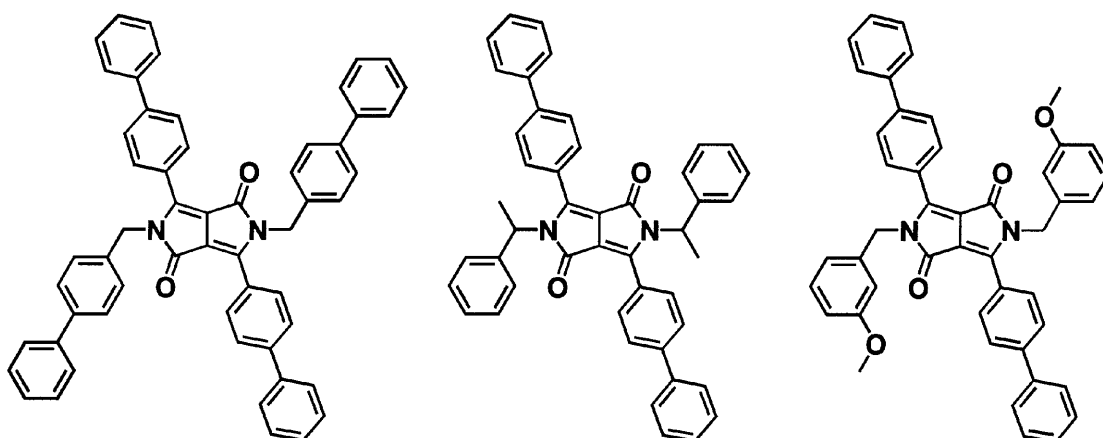
【化 2 6】



10



20

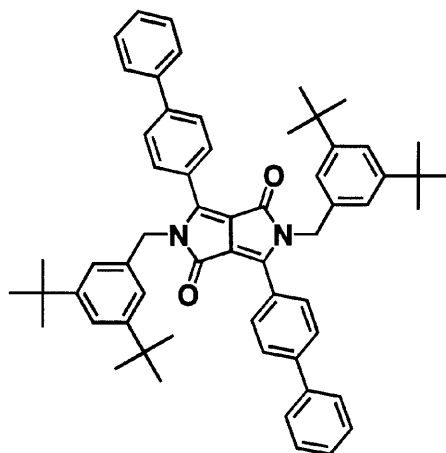
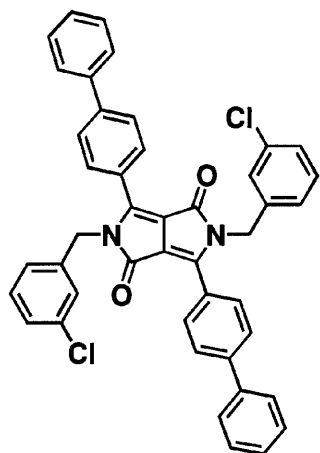


30

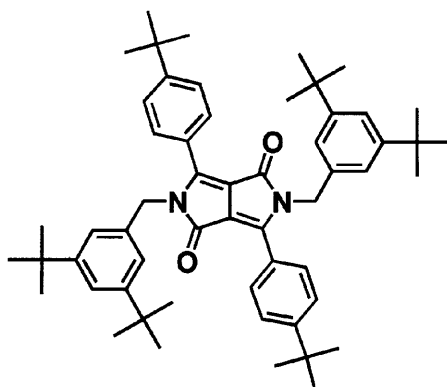
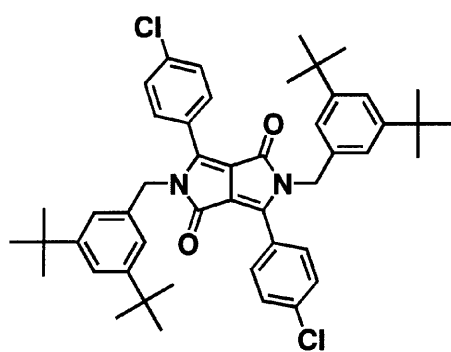
【 0 0 6 4】

40

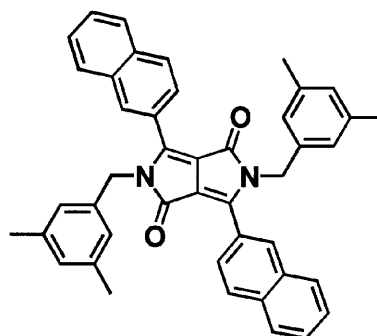
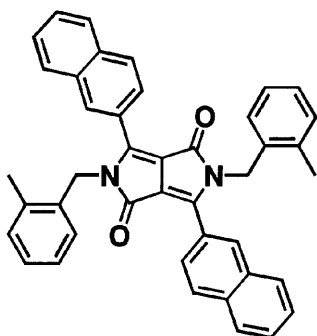
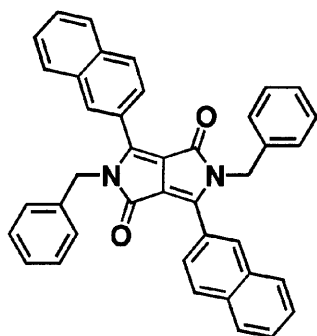
【化 2 7】



10



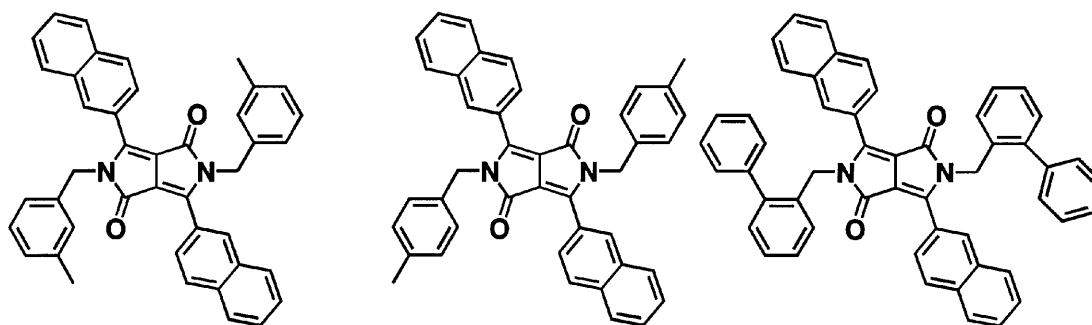
20



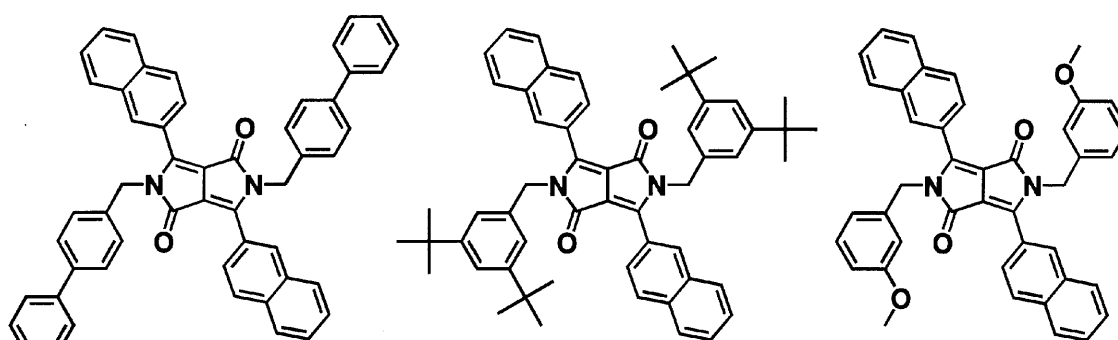
30

【 0 0 6 5 】

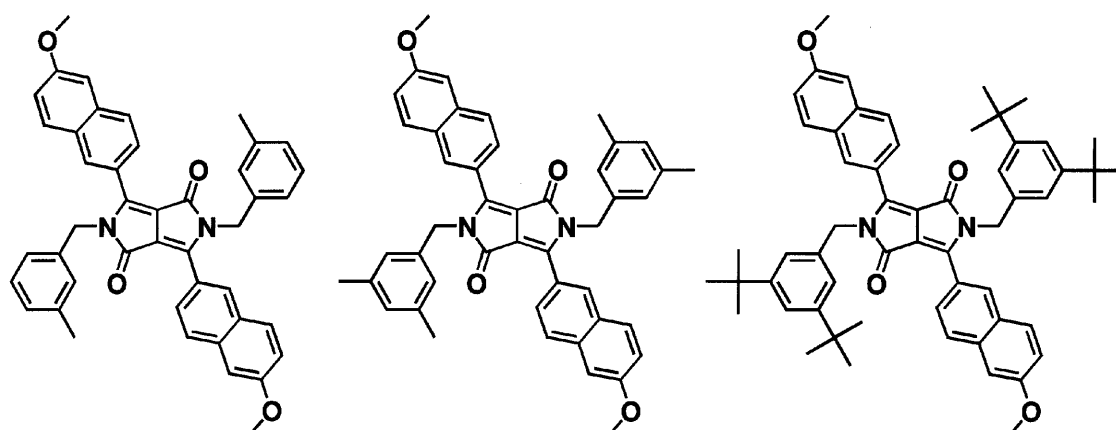
【化 2 8】



10



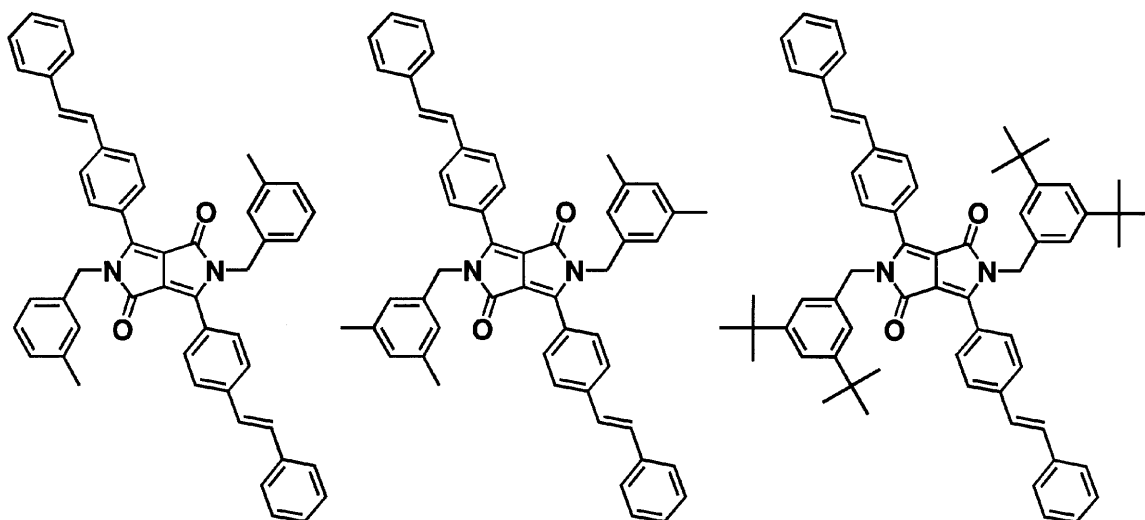
20



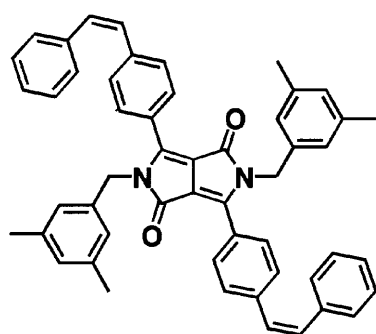
30

【 0 0 6 6 】

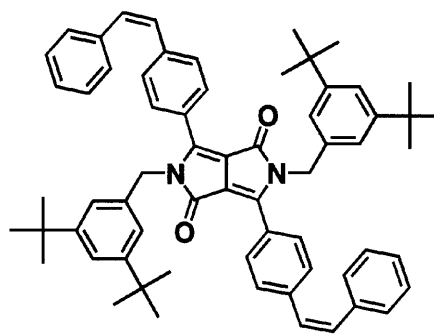
【化 2 9】



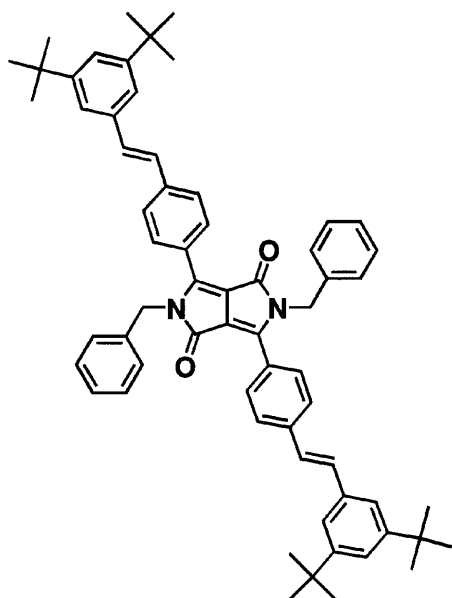
10



20



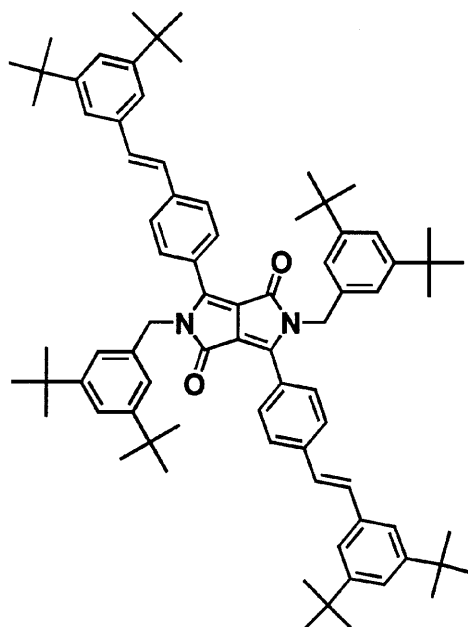
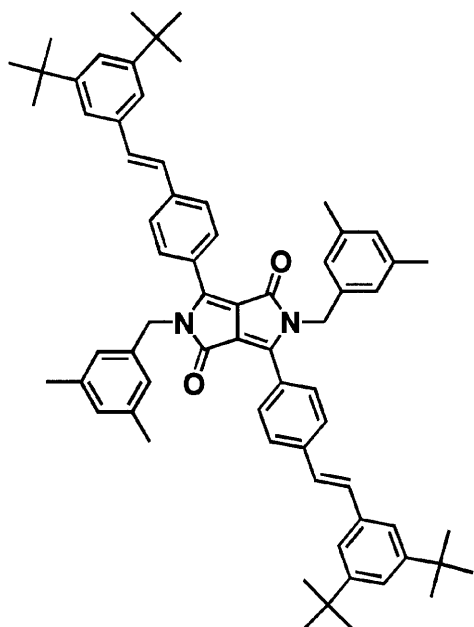
30



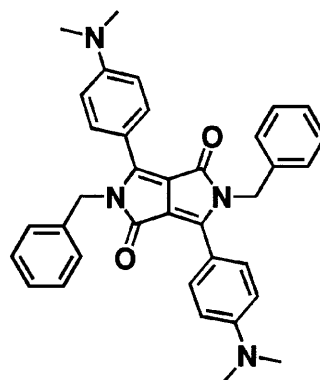
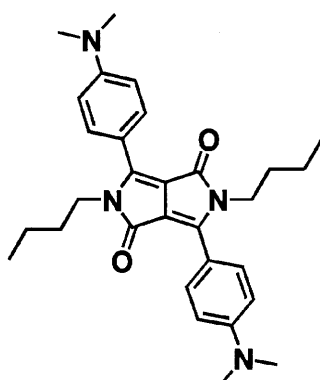
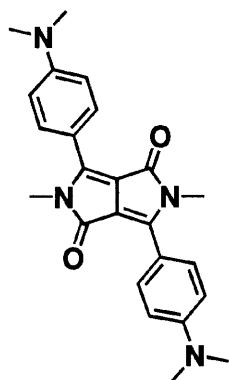
40

【 0 0 6 7 】

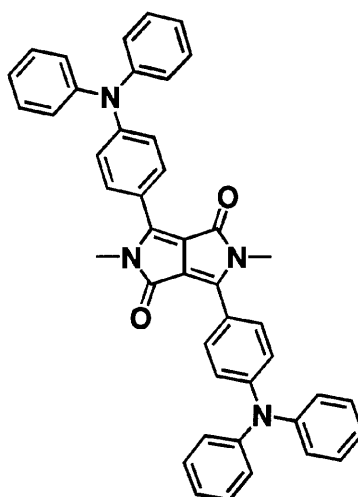
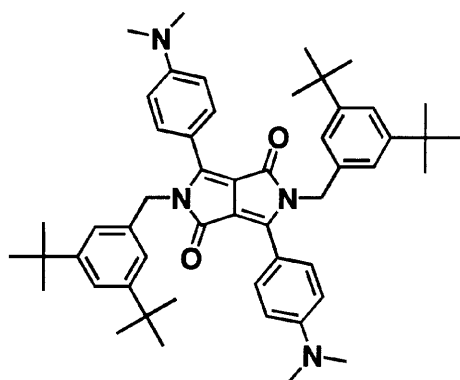
【化 3 0】



10



20

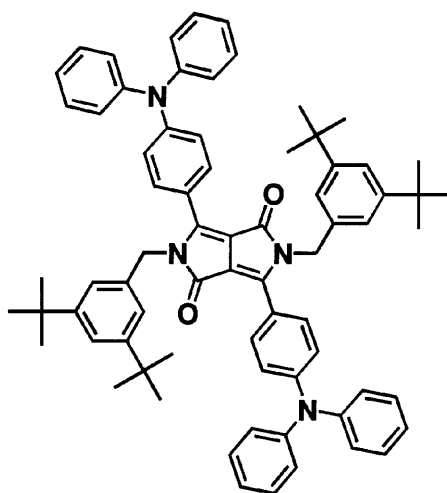
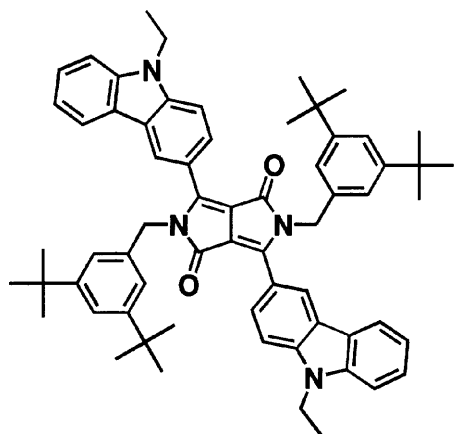


30

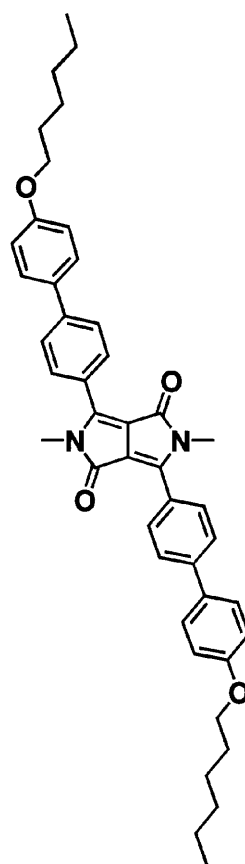
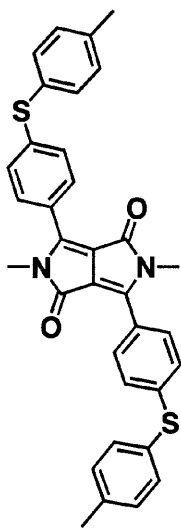
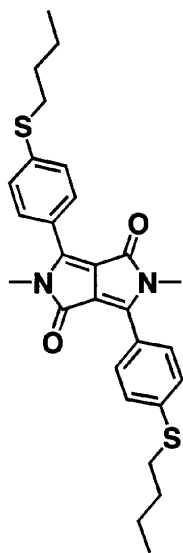
40

【 0 0 6 8】

【化 3 1】



10

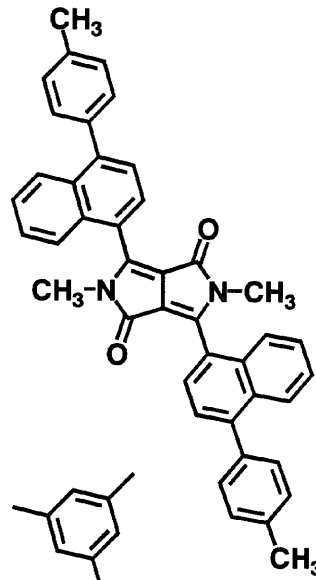
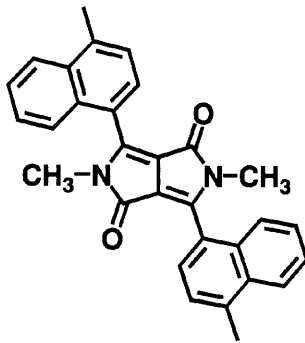
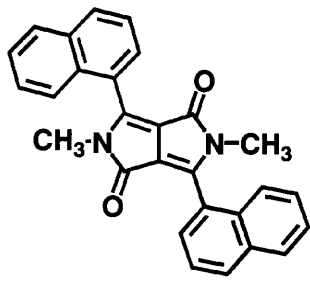


20

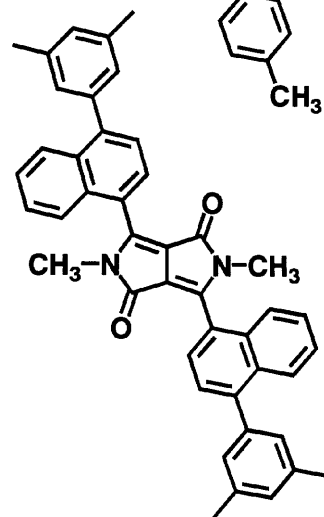
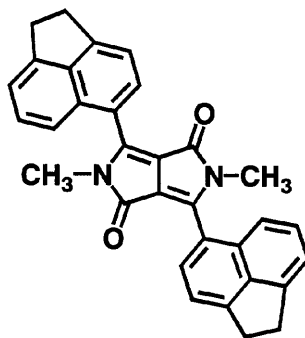
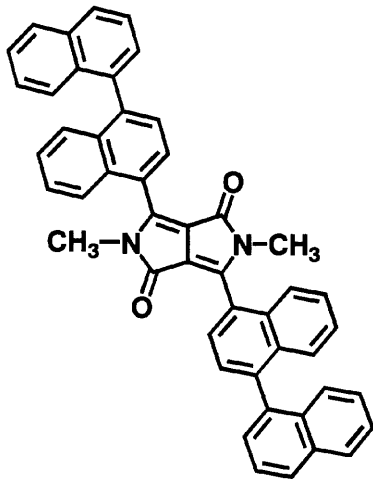
30

【 0 0 6 9 】

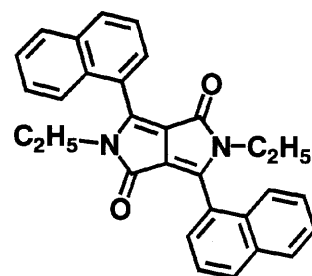
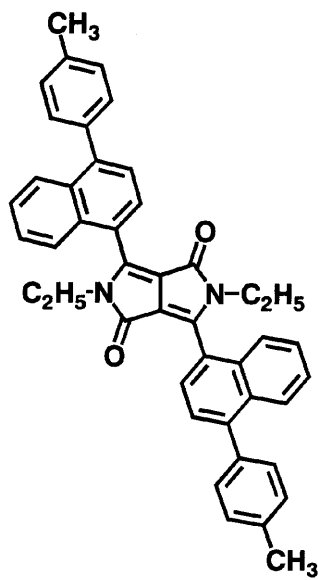
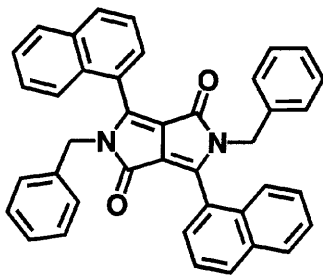
【化 3 2】



10



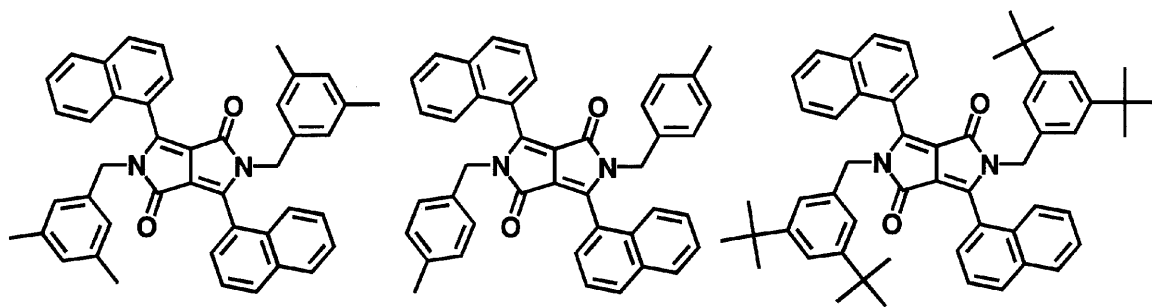
20



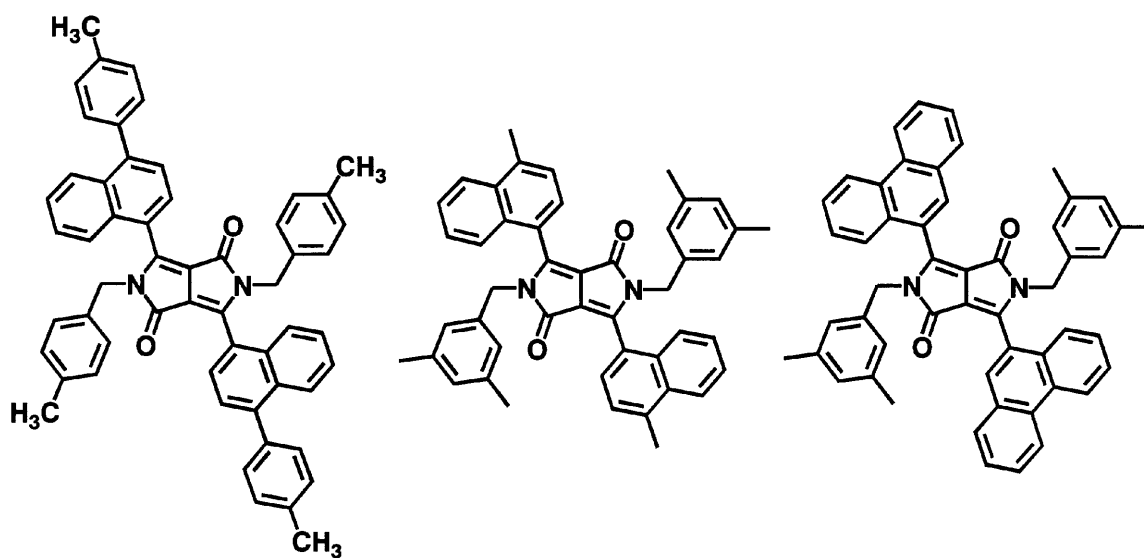
30

【 0 0 7 0 】

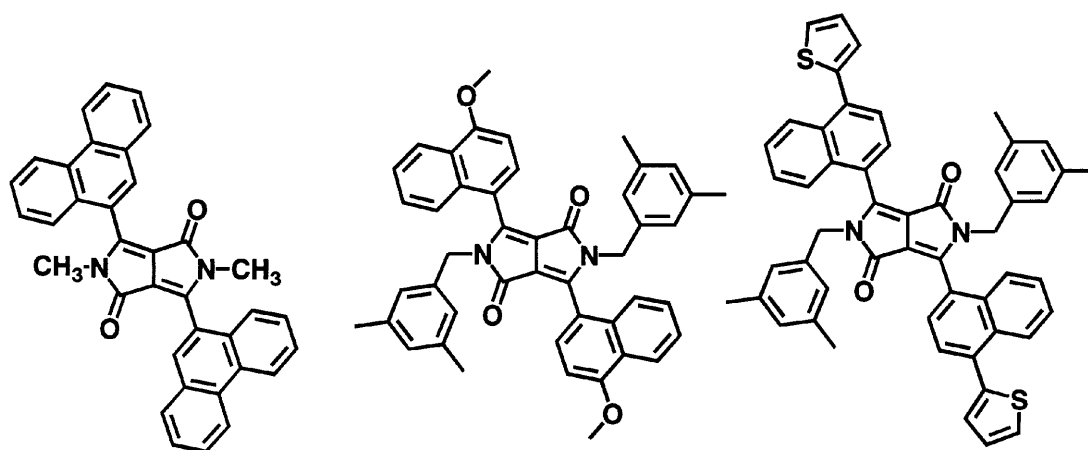
【化 3 3】



10



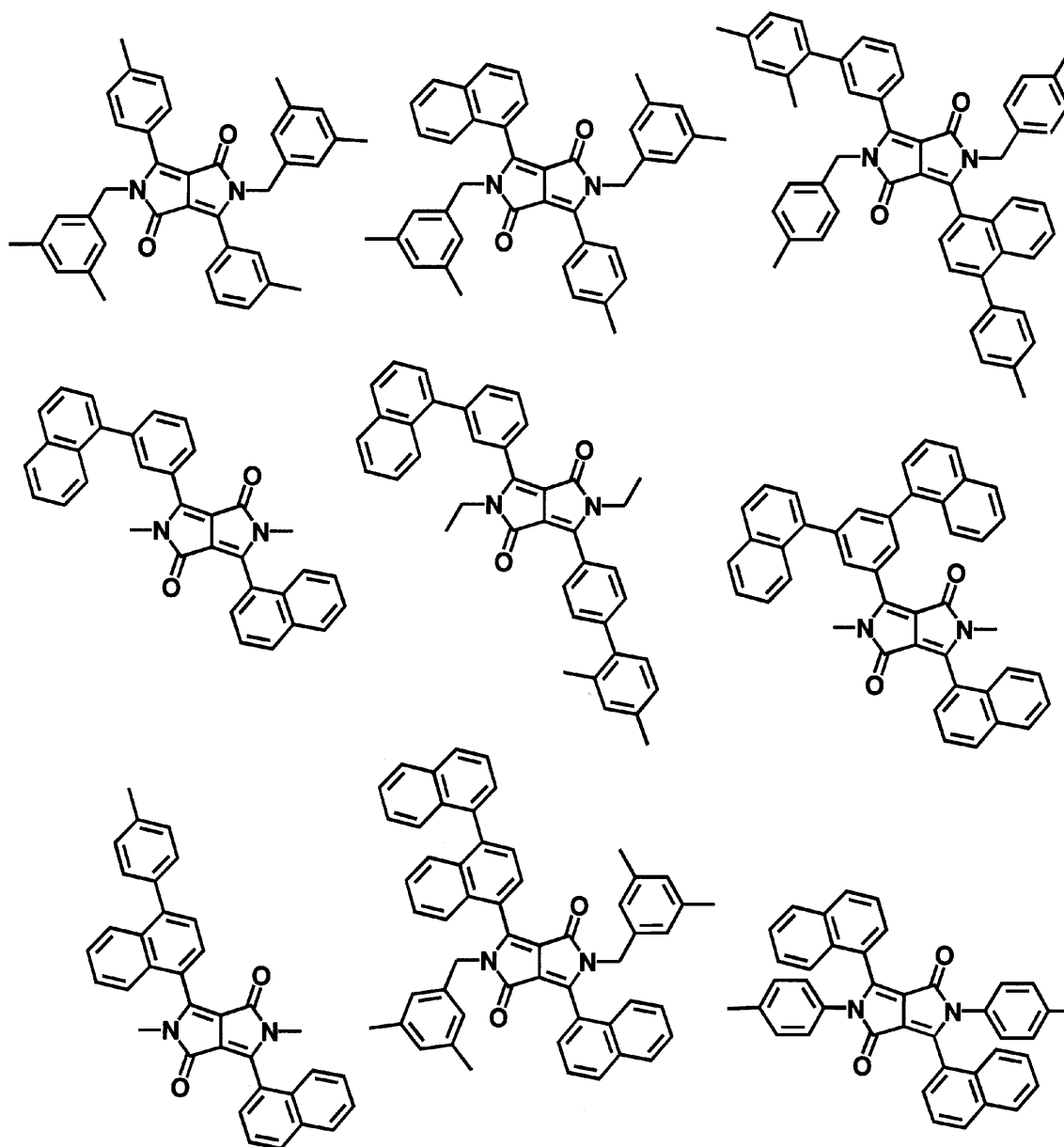
20



30

【 0 0 7 1 】

【化 3 4】



10

20

30

【0072】

電子輸送層とは陰極から電子が注入され、さらに電子を輸送することを司る層である。したがって、電子輸送層は、電子注入効率が高く、注入された電子を効率良く輸送することが望ましい。そのためには電子親和力が大きく、しかも電子移動度が大きく、さらに安定性に優れ、トラップとなる不純物が製造時および使用時に発生しにくい物質であることが要求される。しかしながら、正孔と電子の輸送バランスを考えた場合に、陽極からの正孔が再結合せずに陰極側へ流れるのを効率よく阻止できる役割を主に果たす場合には、電子輸送能力がそれ程高くなくても、発光効率を向上させる効果は電子輸送能力が高い材料と同等に有する。したがって、本発明における電子輸送層は、正孔の移動を効率よく阻止できる正孔阻止層も同義のものとして含むことができる。

40

【0073】

本発明における電子輸送層のイオン化ポテンシャルは5.8 eV以上であることが望ましい。イオン化ポテンシャルが5.8 eV以上であれば、陽極より注入された正孔が発光層内で再結合せずに陰極側に流れ出るのを効率よく阻止することができ、発光効率を向上させるからである。なかでも発光層が単一層からなる場合には、正孔輸送層側から発光層に注入された正孔が電子輸送層との界面に速やかに伝搬されるため、電子輸送材料による正孔阻止がより重要になる。このため本発明では、発光層が単一層からなる場合、電子輸

50

送層を構成する材料のイオン化ポテンシャルが 5 . 8 e V 以上であることが必要である。このことにより、発光効率の高い白色発光素子を得ることができる。より好ましくは 5 . 9 e V 以上、更に好ましくは 6 . 0 e V 以上である。イオン化ポテンシャルの上限はとくに定めないが、電子輸送材料が有機化合物である点から、通常 7 . 5 e V 以下である。

【 0 0 7 4 】

電子輸送層を構成する電子輸送材料としては、具体的には、8 - ヒドロキシキノリンアルミニウムに代表されるキノリノール誘導体金属錯体、ターピリジン金属錯体、トロポロン金属錯体、フラボノール金属錯体、ペリレン誘導体、ペリノン誘導体、ナフタレン、クマリン誘導体、ベンズイミダゾール誘導体、ベンズオキサゾール誘導体、ベンズチアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、チアジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、アルダジン誘導体、ビススチリル誘導体、ピラジン誘導体、フェナントロリン誘導体、キノキサリン誘導体、キノリン誘導体、ベンゾキノリン誘導体、ビピリジンやターピリジンなどのオリゴピリジン誘導体、キノキサリン誘導体、ナフチリジン誘導体、ナフタルイミド誘導体、アントラキノンやジフェノキノンなどのキノン誘導体、リンオキサイド誘導体などが挙げられるが特に限定されるものではない。これらの電子輸送材料は単独でも用いられるが、異なる電子輸送材料と積層または混合して使用しても構わない。なかでも、電子輸送層がオキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体、キノリン誘導体、キノキサリン誘導体、ベンゾキノリン誘導体、ナフチリジン誘導体、ビピリジン誘導体、ターピリジン誘導体、リンオキサイド誘導体の中から選ばれる少なくとも 1 種を含有することが、高いイオン化ポテンシャルを有するため好ましい。

10

20

【 0 0 7 5 】

次に、本発明の発光素子を構成する各層の形成について記載する。正孔輸送層、発光層、電子輸送層は、例えば、上記した単独または二種類以上の材料を混合、積層する方法、高分子結着剤としてポリ塩化ビニル、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリ(N - ビニルカルバゾール)、ポリメチルメタクリレート、ポリブチルメタクリレート、ポリエステル、ポリスルホン、ポリフェニレンオキサイド、ポリブタジエン、炭化水素樹脂、ケトン樹脂、フェノキシ樹脂、ポリサルホン、ポリアミド、エチルセルロース、酢酸ビニル、ABS樹脂、ポリウレタン樹脂などの溶剤可溶性樹脂や、フェノール樹脂、キシレン樹脂、石油樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アルキド樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂などの硬化性樹脂などに分散させて用いる方法などで、それぞれの層を形成することが可能である。

30

【 0 0 7 6 】

発光素子を構成する層の形成手段は、抵抗加熱蒸着、電子ビーム蒸着、スパッタリング、分子積層法、コーティング法など特に限定されるものではないが、通常は、抵抗加熱蒸着、電子ビーム蒸着が特性面で好ましく使用される。

【 0 0 7 7 】

発光素子を構成する各層の厚みは、発光素子材料の抵抗値にもよるので限定することはできないが、通常、1 ~ 1 0 0 0 n m の間から選ばれる。

【 0 0 7 8 】

本発明において、電気エネルギーとは主に直流電流を指すが、パルス電流や交流電流を用いることも可能である。電流値および電圧値は特に制限はないが、発光素子の消費電力、寿命を考慮するとできるだけ低いエネルギーで最大の輝度が得られるようにするのが好ましい。

40

【 0 0 7 9 】

本発明の発光素子の好適な積層例は、基板 / 陽極 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極がこの順に積層された素子である。ここで / は積層を表す。

【 0 0 8 0 】

本発明の発光素子の用途は特に限定されないが、例えば、マトリクスおよび / またはセグメント方式で表示するディスプレイとして好適に用いられる。

【 0 0 8 1 】

50

ここで、マトリクスとは、表示のための画素が格子状、モザイク状など二次元的に配置されたものをいい、画素の集合で文字や画像を表示する。画素の形状、サイズは用途によって決まる。例えば、パソコン、モニター、テレビの画像および文字表示には、通常一辺が $300\text{ }\mu\text{m}$ 以下の四角形の画素が用いられ、表示パネルのような大型ディスプレイの場合は、一辺が mm オーダーの画素を用いる。モノクロ表示の場合は、同じ色の画素を配列すればよいが、カラー表示の場合には、赤、緑、青の画素を並べて表示させる。この場合、典型的にはデルタタイプとストライプタイプがある。そして、このマトリクスの駆動方法としては、線順次駆動方法やアクティブマトリックスのどちらでもよい。線順次駆動の方が構造が簡単であるという利点があるが、動作特性を考慮した場合、アクティブマトリックスの方が優れる場合があるので、これも用途によって使い分けることが好ましい。

10

【0082】

また、セグメントタイプとは、予め決められた情報を表示するようにパターンを形成し、決められた領域を発光させるものである。例えば、デジタル時計や温度計における時刻や温度表示、オーディオ機器や電磁調理器などの動作状態表示、自動車のパネル表示などがあげられる。

【0083】

マトリクス表示とセグメント表示は同じパネルの中に共存していてもよい。

【0084】

本発明の発光素子はバックライトとしても好ましく用いられる。バックライトは、主に自発光しない表示装置の視認性を向上させる目的に使用され、液晶表示装置、時計、オーディオ装置、自動車パネル、表示板、標識などに使用される。特に、液晶表示装置、中でも薄型化が課題となっているパソコン用途のバックライトとしては、従来方式のものが蛍光灯や導光板からなっているため薄型化が困難であることを考えると、本発明における発光素子を用いたバックライトは薄型、軽量化が可能となり、好適に使用される。

20

【実施例】

【0085】

以下、実施例および比較例をあげて本発明を説明するが、本発明はこれらの例によって限定されるものではない。

【0086】

実施例 1

ITO 透明導電膜を 150 nm 堆積させたガラス基板（旭硝子（株）製、 $15\text{ }\Omega/\square$ 、電子ビーム蒸着品）を $30 \times 40\text{ mm}$ に切断、エッチングを行った。得られた基板をアセトンと「セミコクリン 56」（フルウチ化学（株）製）で各々 15 分間超音波洗浄してから、超純水で洗浄した。続いてイソプロピルアルコールで 15 分間超音波洗浄してから熱メタノールに 15 分間浸漬させて乾燥させた。この基板を素子を作製する直前に 1 時間 UV - オゾン処理し、真空蒸着装置内に設置して、装置内の真空度が $5 \times 10^{-5}\text{ Pa}$ 以下になるまで排気した。

30

【0087】

抵抗加熱法によって、まず正孔注入材料として、銅フタロシアニン（ 10 nm ）、正孔輸送材料として、4,4'-ビス（N-（1-ナフチル）-N-フェニルアミノ）ビフェニルを 50 nm 蒸着した。次に発光材料として、ホスト材料として、1,4-ジケト-2,5-ビス（3,5-ジメチルベンジル）-3,6-ビス（4-メチルフェニル）ピロロ[3,4-c]ピロールを、ドーパント材料として前述した化学式群の中の化合物〔116〕をドーパ濃度が 1% になるように 15 nm の厚さに蒸着し、第一発光層とした。次に発光材料として、ホスト材料として4,4'-ビス（ジフェニルビニル）ビフェニル（DPVBi）を、ドーパント材料として4,4'-ビス（9-エチル-3-カルバゾビニレン）ビフェニル（BCzVBi）をドーパ濃度が 3% になるように 20 nm の厚さに積層し、第二発光層とした。次に電子輸送材料として、トリス（8-キノリノラート）アルミニウム（Alq3）を 30 nm の厚さに積層した。電子輸送層のイオン化ポテンシャルは 5.6 eV であった。

40

50

【0088】

次にリチウムを0.5nm有機層にドーピングした後、アルミニウムを200nm蒸着して陰極とし、5×5mm角の素子を作製した。ここで言う膜厚は水晶発振式膜厚モニター表示値である。この発光素子からは、発光効率3.0lm/Wの高輝度白色発光が得られた。また、この発光素子を真空セル内で1mAパルス駆動(Duty比1/60、パルス時の電流値60mA)させたところ、良好な発光が確認された。

【0089】

実施例2

第一発光層のドーパント材料として前述した化学式群の中の化合物〔73〕を用いた以外は実施例1と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率2.9lm/Wの高輝度白色発光が得られた。 10

【0090】

実施例3

第一発光層のドーパント材料として前述した化学式群の中の化合物〔56〕を用いた以外は実施例1と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率2.5lm/Wの高輝度白色発光が得られた。

【0091】

実施例4

第一発光層のドーパント材料として前述した化学式群の中の化合物〔21〕を用いた以外は実施例1と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率2.6lm/Wの高輝度白色発光が得られた。 20

【0092】

実施例5

第一発光層のドーパント材料として前述した化学式群の中の化合物〔126〕を用いた以外は実施例1と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率3.2lm/Wの高輝度白色発光が得られた。

【0093】

実施例6

第一発光層のドーパント材料として前述した化学式群の中の化合物〔127〕を用いた以外は実施例1と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率3.5lm/Wの高輝度白色発光が得られた。 30

【0094】

比較例1

第一発光層の発光材料として、ホスト材料としてAlq₃を、ドーパント材料として4-(ジシアノメチレン)-2-tブチル-6-(1,1,7,7-テトラメチルジュロリジル-9-エニル)-4H-ピラン(DCJTB)をドーパ濃度が2%になるように用いた以外は実施例1と全く同様にして発光素子を作製した。この発光素子からは白色発光が得られたが、発光効率は1.8lm/Wと低かった。

【0095】

実施例7

電子輸送材料として2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントリン(BTCPN)を用いた以外は実施例1と同様に素子を作製した。電子輸送層のイオン化ポテンシャルは6.1eVであった。この発光素子からは、発光効率3.5lm/Wの高輝度白色発光が得られた。 40

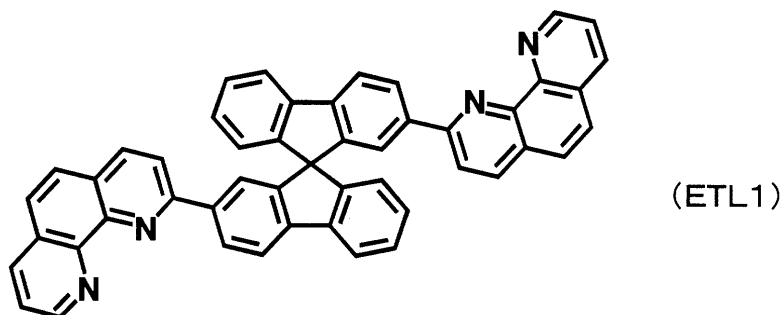
【0096】

実施例8

電子輸送材料として下記に示すETL1を用いた以外は実施例1と同様に素子を作製した。電子輸送層のイオン化ポテンシャルは6.2eVであった。この発光素子からは、発光効率4.0lm/Wの高輝度白色発光が得られた。

【0097】

【化 3 5】



10

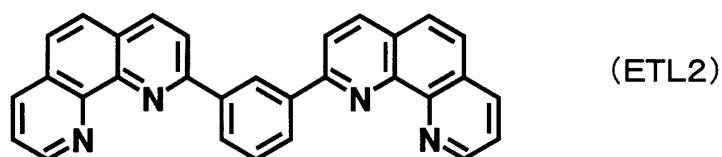
【 0 0 9 8 】

実施例 9

電子輸送材料として下記に示す E T L 2 を用いた以外は実施例 1 と同様に素子を作製した。電子輸送層のイオン化ポテンシャルは 6 . 3 e V であった。この発光素子からは、発光効率 4 . 2 l m / W の高輝度白色発光が得られた。

【 0 0 9 9 】

【化 3 6】



20

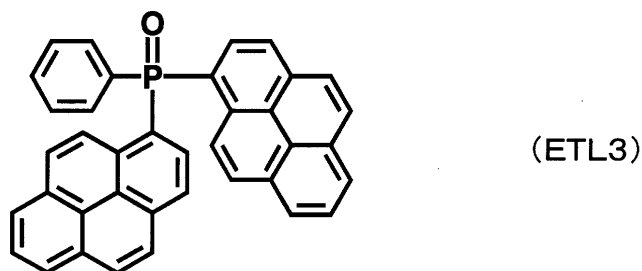
【 0 1 0 0 】

実施例 1 0

電子輸送材料として下記に示す E T L 3 を用いた以外は実施例 1 と同様に素子を作製した。電子輸送層のイオン化ポテンシャルは 5 . 9 e V であった。この発光素子からは、発光効率 3 . 6 l m / W の高輝度白色発光が得られた。

【 0 1 0 1 】

【化 3 7】



30

【 0 1 0 2 】

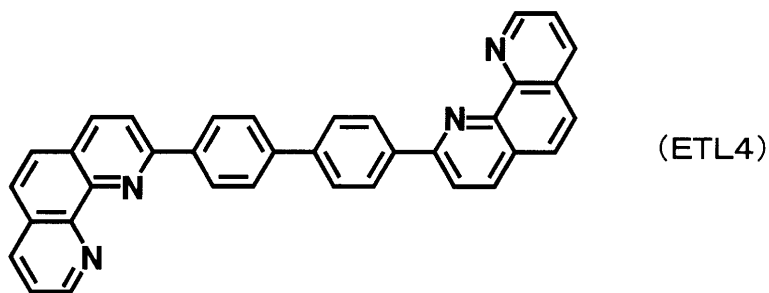
実施例 1 1

電子輸送材料として下記に示す E T L 4 を用いた以外は実施例 1 と同様に素子を作製した。電子輸送層のイオン化ポテンシャルは 6 . 2 e V であった。この発光素子からは、発光効率 4 . 4 l m / W の高輝度白色発光が得られた。

【 0 1 0 3 】

40

【化 3 8】



【 0 1 0 4】

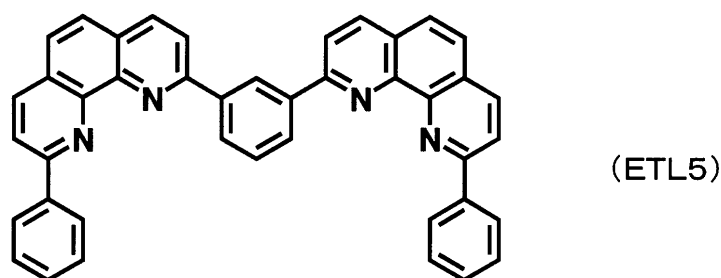
10

実施例 1 2

電子輸送材料として下記に示す E T L 5 を用いた以外は実施例 1 と同様に素子を作製した。電子輸送層のイオン化ポテンシャルは 6 . 1 e V であった。この発光素子からは、発光効率 4 . 3 l m / W の高輝度白色発光が得られた。

【 0 1 0 5】

【化 3 9】



20

【 0 1 0 6】

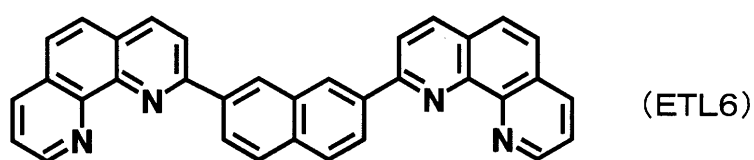
実施例 1 3

電子輸送材料として下記に示す E T L 6 を用いた以外は実施例 1 と同様に素子を作製した。電子輸送層のイオン化ポテンシャルは 6 . 1 e V であった。この発光素子からは、発光効率 3 . 8 l m / W の高輝度白色発光が得られた。

【 0 1 0 7】

30

【化 4 0】



【 0 1 0 8】

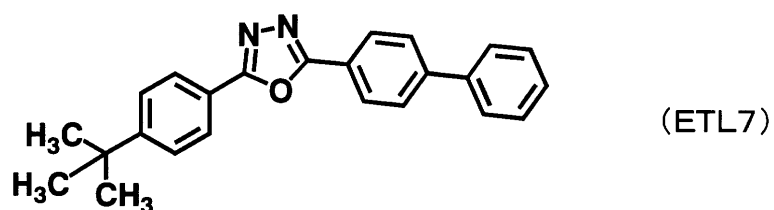
実施例 1 4

電子輸送材料として下記に示す E T L 7 を用いた以外は実施例 1 と同様に素子を作製した。電子輸送層のイオン化ポテンシャルは 5 . 9 e V であった。この発光素子からは、発光効率 3 . 9 l m / W の高輝度白色発光が得られた。

40

【 0 1 0 9】

【化 4 1】



50

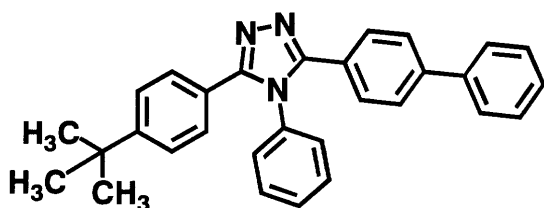
【 0 1 1 0 】

実施例 1 5

電子輸送材料として下記に示す E T L 8 を用いた以外は実施例 1 と同様に素子を作製した。電子輸送層のイオン化ポテンシャルは 6 . 0 e V であった。この発光素子からは、発光効率 4 . 0 1 m / W の高輝度白色発光が得られた。

【 0 1 1 1 】

【 化 4 2 】



(ETL8)

10

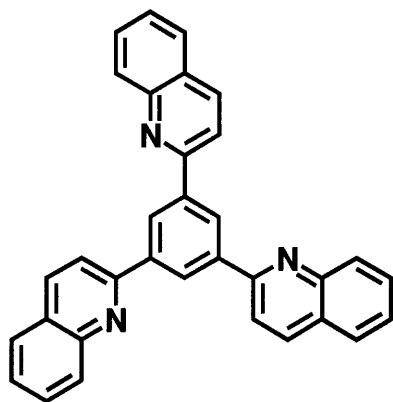
【 0 1 1 2 】

実施例 1 6

電子輸送材料として下記に示す E T L 9 を用いた以外は実施例 1 と同様に素子を作製した。電子輸送層のイオン化ポテンシャルは 5 . 9 e V であった。この発光素子からは、発光効率 3 . 8 1 m / W の高輝度白色発光が得られた。

【 0 1 1 3 】

【 化 4 3 】



(ETL9)

30

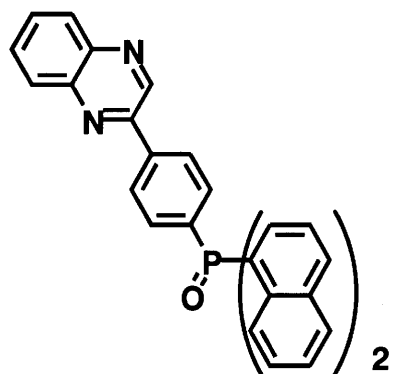
【 0 1 1 4 】

実施例 1 7

電子輸送材料として下記に示す E T L 1 0 を用いた以外は実施例 1 と同様に素子を作製した。電子輸送層のイオン化ポテンシャルは 5 . 8 e V であった。この発光素子からは、発光効率 4 . 1 1 m / W の高輝度白色発光が得られた。

【 0 1 1 5 】

【 化 4 4 】



(ETL10)

40

【 0 1 1 6 】

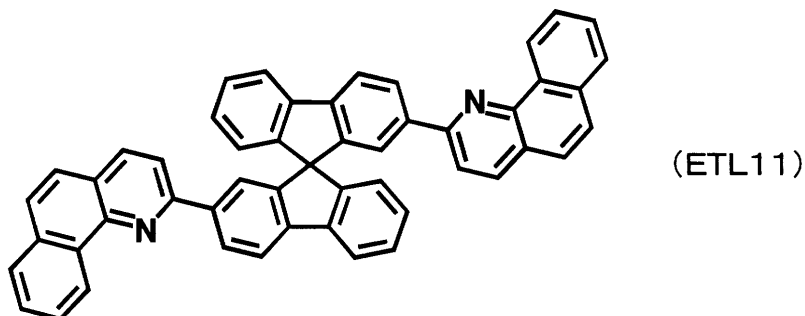
50

実施例 18

電子輸送材料として下記に示す E T L 1 1 を用いた以外は実施例 1 と同様に素子を作製した。電子輸送層のイオン化ポテンシャルは 6 . 1 e V であった。この発光素子からは、発光効率 3 . 5 1 m / W の高輝度白色発光が得られた。

【 0 1 1 7 】

【 化 4 5 】



10

【 0 1 1 8 】

実施例 19

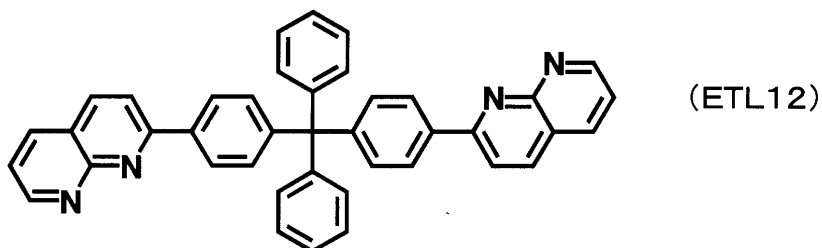
電子輸送材料として下記に示す E T L 1 2 を用いた以外は実施例 1 と同様に素子を作製した。電子輸送層のイオン化ポテンシャルは 6 . 0 e V であった。この発光素子からは、

20

発光効率 4 . 2 1 m / W の高輝度白色発光が得られた。

【 0 1 1 9 】

【 化 4 6 】



30

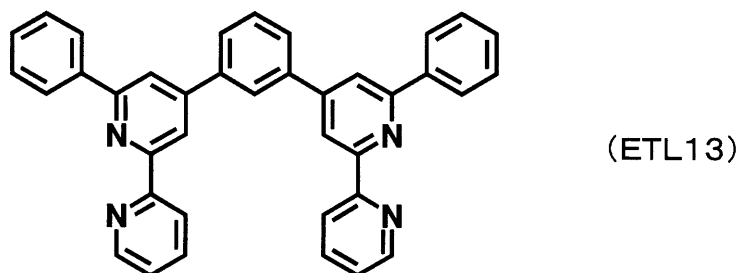
【 0 1 2 0 】

実施例 20

電子輸送材料として下記に示す E T L 1 3 を用いた以外は実施例 1 と同様に素子を作製した。電子輸送層のイオン化ポテンシャルは 5 . 9 e V であった。この発光素子からは、発光効率 3 . 8 1 m / W の高輝度白色発光が得られた。

【 0 1 2 1 】

【 化 4 7 】



40

【 0 1 2 2 】

実施例 21

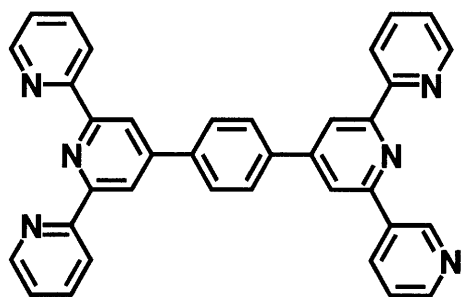
電子輸送材料として下記に示す E T L 1 4 を用いた以外は実施例 1 と同様に素子を作製した。電子輸送層のイオン化ポテンシャルは 6 . 0 e V であった。この発光素子からは、

50

発光効率 3.7 lm/W の高輝度白色発光が得られた。

【0123】

【化48】



(ETL14)

10

【0124】

実施例 2 2

第一発光層のホスト材料として 1,4-ジケト-2,5-ジメチル-3,6-ビス(1-ナフチル)ピロロ[3,4-c]ピロールを用いた以外は実施例 8 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 4.4 lm/W の高輝度白色発光が得られた。

【0125】

実施例 2 3

第一発光層のホスト材料として 1,4-ジケト-2,5-ジメチル-3,6-ビス(9-フェナンスリル)ピロロ[3,4-c]ピロールを用いた以外は実施例 8 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 4.2 lm/W の高輝度白色発光が得られた。

20

【0126】

実施例 2 4

第一発光層のホスト材料としてトリス(5-フェニル-8-キノリノラート)アルミニウムを用いた以外は実施例 8 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 3.6 lm/W の高輝度白色発光が得られた。

【0127】

実施例 2 5

第二発光層のドーパント材料として 1,4-ビス(2-(4-ジフェニルアミノフェニル)エチニル)ベンゼンをドーパ濃度が 5% になるように用いた以外は実施例 8 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 4.2 lm/W の高輝度白色発光が得られた。

30

【0128】

実施例 2 6

第二発光層のドーパント材料として 9-フェニル-10-フェニルエチニルアントラセンをドーパ濃度が 2% になるように用いた以外は実施例 8 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 4.0 lm/W の高輝度白色発光が得られた。

【0129】

実施例 2 7

第二発光層のドーパント材料として 9,10-ジフェニル-2-(ベンゾチアゾール-2-イル)アントラセンをドーパ濃度が 2% になるように用いた以外は実施例 8 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 3.8 lm/W の高輝度白色発光が得られた。

40

【0130】

実施例 2 8

第二発光層のホスト材料として 9,10-ビス(9-フェナンスリル)アントラセンを用いた以外は実施例 2 6 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 4.2 lm/W の高輝度白色発光が得られた。

50

【 0 1 3 1 】

実施例 2 9

第二発光層の発光材料として、ホスト材料として 9 , 1 0 - ビス (3 , 5 - ジ (2 - ナフチル) フェニル) アントラセンを、ドーパント材料としてペリレンをドーパ濃度が 1 % になるように用いた以外は実施例 8 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 3 . 6 1 m / W の高輝度白色発光が得られた。

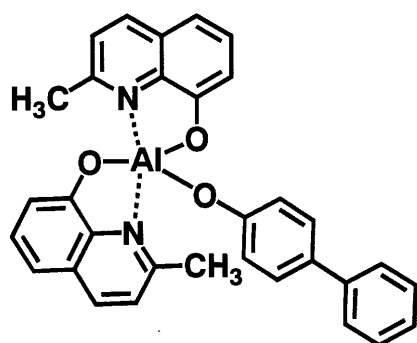
【 0 1 3 2 】

実施例 3 0

第二発光層のホスト材料として下記に示す H T M 1 を用いた以外は実施例 2 9 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 3 . 7 1 m / W の高輝度白色発光が得られた。 10

【 0 1 3 3 】

【 化 4 9 】



(HTM1)

20

【 0 1 3 4 】

実施例 3 1

第一発光層のホスト材料として A 1 q 3 を、ドーパント材料として化合物〔 5 〕をドーパ濃度が 1 % になるように用いた以外は実施例 8 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 3 . 2 1 m / W の高輝度白色発光が得られた。

【 0 1 3 5 】

実施例 3 2

第一発光層のドーパント材料として化合物〔 1 5 〕を用いた以外は実施例 3 1 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 3 . 1 1 m / W の高輝度白色発光が得られた。 30

【 0 1 3 6 】

実施例 3 3

第一発光層のドーパント材料として化合物〔 3 9 〕を用いた以外は実施例 3 1 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 3 . 3 1 m / W の高輝度白色発光が得られた。

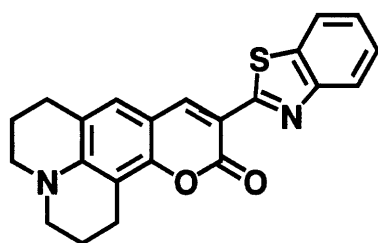
【 0 1 3 7 】

実施例 3 4

第二発光層までは実施例 8 と同様に作製後、発光材料として、ホスト材料として A 1 q 3 を、ドーパント材料として下記に示す D P M 1 をドーパ濃度が 1 % になるように 1 0 n m の厚さに積層し、第三発光層とした。次の電子輸送層以降は実施例 8 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 3 . 5 1 m / W の高輝度白色発光が得られた。 40

【 0 1 3 8 】

【化 5 0】



(DPM1)

【 0 1 3 9 】

実施例 3 5

10

第一発光層の発光材料として、ホスト材料として D P V B i を、ドーパント材料として B C z V B i をドーブ濃度が 3 % になるように用い、第二発光層の発光材料として、ホスト材料として A l q 3 を、ドーパント材料として D P M 1 をドーブ濃度が 1 % になるように用い、第三発光層の発光材料として、ホスト材料として 1 , 4 - ジケト - 2 , 5 - ビス (3 , 5 - ジメチルベンジル) - 3 , 6 - ビス (4 - メチルフェニル) ピロロ [3 , 4 - c] ピロールを、ドーパント材料として化合物 [1 1 6] をドーブ濃度が 1 % になるように用いた以外は実施例 3 4 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 3 . 7 l m / W の高輝度白色発光が得られた。

【 0 1 4 0 】

実施例 3 6

20

第二発光層のドーパント材料として化合物 [2] をドーブ濃度が 1 % になるように用いた以外は実施例 3 5 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 3 . 8 l m / W の高輝度白色発光が得られた。

【 0 1 4 1 】

比較例 2

第三発光層の発光材料として、ホスト材料として A l q 3 を、ドーパント材料として D C J T B をドーブ濃度が 1 % になるように用いた以外は実施例 3 5 と同様に素子を作製した。この発光素子からは白色発光が得られたが、発光効率は 1 . 6 l m / W と低かった。

【 0 1 4 2 】

実施例 3 7

30

第一発光層のホスト材料として D P V B i を用い 3 5 n m の厚さに積層し、第二発光層を形成しなかった以外は実施例 8 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 2 . 7 l m / W の高輝度白色発光が得られた。

【 0 1 4 3 】

比較例 3

電子輸送材料として A l q 3 を用いた他は実施例 3 7 と全く同様にして発光素子を作製した。この発光素子からは白色発光が得られたが、発光効率は 1 . 9 l m / W と低かった。

【 0 1 4 4 】

比較例 4

40

ドーパント材料として D C J T B を用いた他は実施例 3 7 と全く同様にして発光素子を作製した。この発光素子からは白色発光が得られたが、発光効率は 1 . 5 l m / W と低かった。

【 0 1 4 5 】

実施例 3 8

ホスト材料として H T M 1 を用いた以外は実施例 3 7 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 2 . 9 l m / W の高輝度白色発光が得られた。

【 0 1 4 6 】

実施例 3 9

ドーパント材料として化合物 [5] を用いた以外は実施例 3 8 と同様に素子を作製した

50

。この発光素子からは、発光効率 3.11 m/W の高輝度白色発光が得られた。

【0147】

実施例 40

発光材料として、ホスト材料として DPVB_i を、第一ドーパント材料として前述した化学式群の中の化合物〔116〕を、第二ドーパント材料として前述した化学式群の中の化合物〔2〕をドーパント濃度がともに 1% となるように用いた以外は実施例 37 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 3.51 m/W の高輝度白色発光が得られた。

【0148】

実施例 41

第一ドーパント材料として前述した化学式群の中の化合物〔116〕を、第二ドーパント材料としてルブレンをドーパント濃度がそれぞれ 1% および 3% となるように用いた以外は実施例 40 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 3.41 m/W の高輝度白色発光が得られた。

【0149】

実施例 42

第一ドーパント材料として DCJTB を、第二ドーパント材料として前述した化学式群の中の化合物〔2〕をドーパント濃度がともに 1% となるように用いた以外は実施例 40 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 2.91 m/W の高輝度白色発光が得られた。

【0150】

実施例 43

発光材料として、ホスト材料として HTM1 を、第一ドーパント材料として前述した化学式群の中の化合物〔116〕を、第二ドーパント材料として 1,4-ジケト-2,5-ジメチル-3,6-ビス(1-ナフチル)ピロロ〔3,4-c〕ピロールをドーパント濃度がそれぞれ 1% および 5% となるように用いた以外は実施例 40 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 3.51 m/W の高輝度白色発光が得られた。

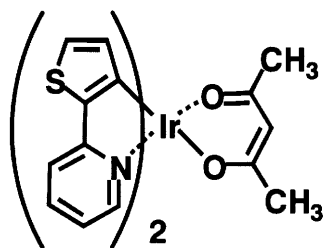
【0151】

実施例 44

発光材料として、ホスト材料として 4,4'-ジ(カルバゾール-N-イル)ビフェニルを、第一ドーパント材料として前述した化学式群の中の化合物〔116〕を、第二ドーパント材料として下記に示す DPM2 をドーパント濃度がそれぞれ 1% および 5% となるように用いた以外は実施例 40 と同様に素子を作製した。この発光素子からは、発光効率 4.01 m/W の高輝度白色発光が得られた。

【0152】

【化 51】



(DPM2)

【0153】

実施例 45

ITO 透明導電膜を 150 nm 堆積させたガラス基板(旭硝子(株)製、 $15 \Omega/\square$ 、電子ビーム蒸着品)を $30 \times 40 \text{ mm}$ に切断、フォトリソグラフィ法によって $300 \mu\text{m}$ ピッチ(残り幅 $270 \mu\text{m}$) $\times$ 32 本のストライプ状にパターン加工した。ITO ストライプの長辺方向片側は外部との電氣的接続を容易にするために 1.27 mm ピッチ(開口部幅 $800 \mu\text{m}$) まで広げてある。得られた基板をアセトンと "セミコクリン 56" (フ

10

20

30

40

50

ルウチ化学（株）製）で各々15分間超音波洗浄してから、超純水で洗浄した。続いてイソプロピルアルコールで15分間超音波洗浄してから熱メタノールに15分間浸漬させて乾燥させた。この基板を素子を作製する直前に1時間UV-オゾン処理し、真空蒸着装置内に設置して、装置内の真空度が 5×10^{-4} Pa以下になるまで排気した。

【0154】

抵抗加熱法によって、まず正孔輸送材料として4,4'-ビス(N-(m-トリル)-N-フェニルアミノ)ビフェニルを150 nm蒸着した。次に、発光材料として、ホスト材料として、1,4-ジケト-2,5-ビス(3,5-ジメチルベンジル)-3,6-ビス(4-メチルフェニル)ピロロ[3,4-c]ピロールを、ドーパント材料として前述した化学式群の中の化合物〔116〕をドーパ濃度が1%になるように15 nmの厚さに蒸着し、第一発光層とした。次に発光材料として、ホスト材料として4,4'-ビス(ジフェニルビニル)ビフェニル(DPVBi)を、ドーパント材料として4,4'-ビス(9-エチル-3-カルバゾピニレン)ビフェニル(BCzVBi)をドーパ濃度が3%になるように20 nmの厚さに積層し、第二発光層とした。

10

【0155】

次に電子輸送材料として、トリス(8-キノリノラート)アルミニウム(Alq3)を30 nmの厚さに積層した。ここで言う膜厚は水晶発振式膜厚モニター表示値である。次に厚さ50 μmのコパール板にウエットエッチングによって16本の250 μmの開口部(残り幅50 μm、300 μmピッチに相当)を設けたマスクを、真空中でITOストライプに直交するようにマスク交換し、マスクとITO基板が密着するように裏面から磁石で固定した。そしてリチウムを0.5 nm有機層にドーピングした後、アルミニウムを200 nm蒸着して32×16ドットマトリクス素子を作製した。本素子をマトリクス駆動させたところ、クロストークなく文字表示できた。

20

フロントページの続き(51)Int.Cl.⁷

F I

テーマコード(参考)

H 0 5 B 33/12

C

H 0 5 B 33/22

B