

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4962284号
(P4962284)

(45) 発行日 平成24年6月27日 (2012. 6. 27)

(24) 登録日 平成24年4月6日 (2012. 4. 6)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 51/50 (2006. 01)

H O 5 B 33/14 B

C O 9 K 11/06 (2006. 01)

C O 9 K 11/06 6 2 O

C O 9 K 11/06 6 6 O

請求項の数 11 (全 64 頁)

(21) 出願番号 特願2007-304202 (P2007-304202)
 (22) 出願日 平成19年11月26日 (2007. 11. 26)
 (62) 分割の表示 特願2002-171356 (P2002-171356)
 の分割
 原出願日 平成14年6月12日 (2002. 6. 12)
 (65) 公開番号 特開2008-135747 (P2008-135747A)
 (43) 公開日 平成20年6月12日 (2008. 6. 12)
 審査請求日 平成19年11月27日 (2007. 11. 27)
 (31) 優先権主張番号 特願2001-181543 (P2001-181543)
 (32) 優先日 平成13年6月15日 (2001. 6. 15)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000001270
 コニカミノルタホールディングス株式会社
 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号
 (74) 代理人 110001254
 特許業務法人光陽国際特許事務所
 (72) 発明者 山田 岳俊
 東京都日野市さくら町1番地コニカミノル
 タテクノロジーセンター株式会社内
 (72) 発明者 木下 基
 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号コニ
 カミノルタホールディングス株式会社内
 (72) 発明者 押山 智寛
 東京都日野市さくら町1番地コニカミノル
 タテクノロジーセンター株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子及び表示装置

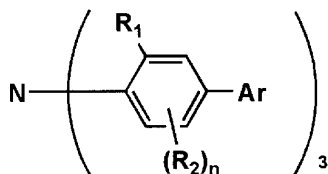
(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

蛍光性化合物と燐光性化合物の両方を含有する発光層をもつ有機エレクトロルミネッセンス素子において、該蛍光性化合物が下記一般式 (I) で表され、かつ、素子となった状態での電界発光によって得られる発光極大波長は、該蛍光性化合物の蛍光極大波長よりも長波であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 1】

一般式(I)



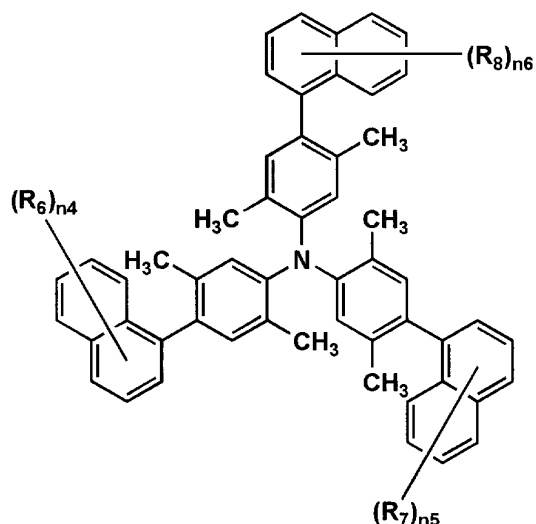
〔式中、 R_1 及び R_2 は各々置換基を表し、 Ar は置換基を有していてもよい芳香族炭化水素環又は芳香族複素環基を表し、 n は 0 から 3 の整数を表す。〕

【請求項 2】

蛍光性化合物と燐光性化合物の両方を含有する発光層をもつ有機エレクトロルミネッセンス素子において、該蛍光性化合物が下記一般式(II)で表され、かつ、素子となった状態での電界発光によって得られる発光極大波長は、該蛍光性化合物の蛍光極大波長よりも長波であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化2】

一般式(II)



10

20

〔式中、一つ又は複数の R_6 、 R_7 及び R_8 は各々アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、ハロゲン、アルコキシ基、アリールオキシ基、複素環基の中から選ばれる置換基を表し、 n_4 、 n_5 及び n_6 は各々0から7の整数を表す。〕

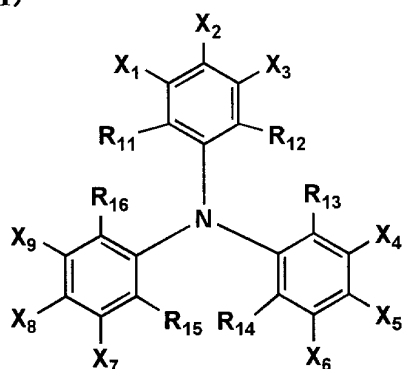
【請求項3】

蛍光性化合物と燐光性化合物の両方を含有する発光層をもつ有機エレクトロルミネッセンス素子において、該蛍光性化合物が下記一般式(III)で表され、かつ、素子となった状態での電界発光によって得られる発光極大波長は、該蛍光性化合物の蛍光極大波長よりも長波であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

【化3】

一般式(III)



40

〔式中、 $X_1 \sim X_9$ は水素原子又は置換基を表し、それぞれ異なっても同一でも良い。 R_{11} 、 R_{13} および R_{15} は、メチル基、エチル基またはトリフルオロメチル基を表し、 R_{12} 、 R_{14} および R_{16} は、水素原子を表す。〕

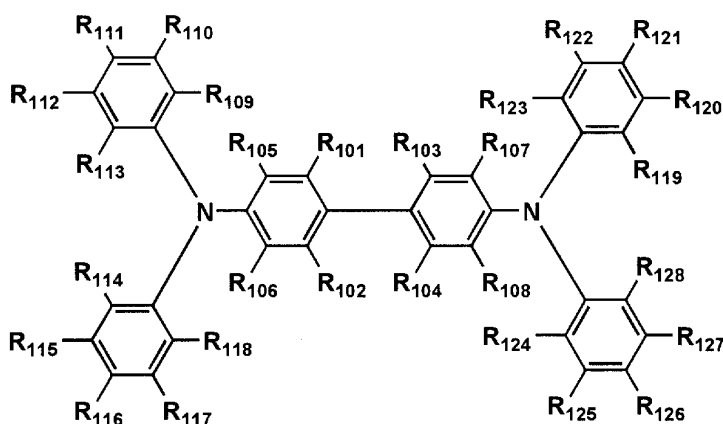
【請求項4】

50

蛍光性化合物と燐光性化合物の両方を含有する発光層をもつ有機エレクトロルミネッセンス素子において、該蛍光性化合物が下記一般式(IV)で表され、かつ、素子となった状態での電界発光によって得られる発光極大波長は、該蛍光性化合物の蛍光極大波長よりも長波であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化4】

一般式(IV)



〔式中、 $R_{101} \sim R_{128}$ はそれぞれ水素原子、または、置換基を表し、 $R_{101} \sim R_{104}$ の少なくとも一つは置換基を表す。〕

【請求項5】

前記一般式(I)、(II)、(III)または(IV)で表される蛍光性化合物の分子中の窒素原子数と炭素原子数の比(N/C)が0以上0.05以下であることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項6】

前記一般式(I)、(II)、(III)または(IV)で表される蛍光性化合物の分子中の窒素原子数と炭素原子数の比(N/C)が0より大きく、かつ、0.05未満であることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項7】

燐光性化合物が、元素の周期律表におけるVIII属の金属を中心金属とする錯体系化合物であることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項8】

燐光性化合物が、オスミウム、イリジウム、または、白金錯体系化合物であることを特徴とする請求項7に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項9】

燐光性化合物からの発光の極大波長よりも更に長波な領域に、蛍光極大波長を有する第2の蛍光性化合物を少なくとも1種更に含有することを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項10】

請求項1～9のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を有することを特徴とする表示装置。

【請求項11】

請求項1～9のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子の、異なる極大波長の発光を有する2種以上を同一基板上に並置していることを特徴とするフルカラー表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス（以下有機ＥＬとも略記する）素子および表示装置に関するものである。詳しくいえば、本発明は発光輝度に優れた有機エレクトロルミネッセンス素子、および該有機エレクトロルミネッセンス素子を有する表示装置に関するものである。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

発光型の電子ディスプレイデバイスとして、エレクトロルミネッセンスディスプレイ（ＥＬＤ）がある。ＥＬＤの構成要素としては、無機エレクトロルミネッセンス素子や有機エレクトロルミネッセンス素子が挙げられる。無機エレクトロルミネッセンス素子は平面型光源として使用されてきたが、発光素子を駆動させるためには交流の高電圧が必要である。有機エレクトロルミネッセンス素子は、発光する化合物を含有する発光層を、陰極と陽極で挟んだ構成を有し、発光層に電子及び正孔を注入して、再結合させることにより励起子（エキシトン）を生成させ、このエキシトンが失活する際の光の放出（蛍光・燐光）を利用して発光する素子であり、数Ｖ～数十Ｖ程度の電圧で発光が可能であり、さらに、自己発光型であるために視野角に富み、視認性が高く、薄膜型の完全固体素子であるために省スペース、携帯性等の観点から注目されている。

10

【 0 0 0 3 】

しかしながら、今後の実用化に向けた有機ＥＬ素子においては、さらに低消費電力で効率よく高輝度に発光する有機ＥＬ素子の開発が望まれている。

20

【 0 0 0 4 】

本発明の有機ＥＬ素子のフルカラー化方式は、蛍光発光材料をホスト化合物として、燐光性化合物をドーパントとして用いることが特徴である。

【 0 0 0 5 】

特許第３０９３７９６号では、スチルベン誘導体、ジスチリルアリーレン誘導体又はトリスチリルアリーレン誘導体に、微量の蛍光体をドーブし、発光輝度の向上、素子の長寿命化を達成している。

【 0 0 0 6 】

また、８－ヒドロキシキノリンアルミニウム錯体をホスト化合物として、これに微量の蛍光体をドーブした有機発光層を有する素子（特開昭６３－２６４６９２号公報）、８－ヒドロキシキノリンアルミニウム錯体をホスト化合物として、これにキナクリドン系色素をドーブした有機発光層を有する素子（特開平３－２５５１９０号公報）が知られている。

30

【 0 0 0 7 】

以上のように、励起一重項からの発光を用いる場合、一重項励起子と三重項励起子の生成比が１：３であるため発光性励起種の生成確率が２５％であることと、光の取り出し効率が約２０％であるため、外部取り出し量子効率（ η_{ext} ）の限界は５％とされている。ところが、プリンストン大より、励起三重項からの燐光発光を用いる有機ＥＬ素子の報告（*M. A. Baldo et al., nature, 395 巻、151 - 154 ページ（1998 年）*）がされて以来、室温で燐光を示す材料の研究が活発になってきている（例えば、*M. A. Baldo et al., nature, 403 巻、17 号、750 - 753 ページ（2000 年）*、*US 特許 6097147 号*など）。励起三重項を使用すると、内部量子効率の上限が１００％となるため、励起一重項の場合に比べて原理的に発光効率が４倍となり、冷陰極管とほぼ同等の性能が得られ照明用にも応用可能であり注目されている。

40

【 0 0 0 8 】

燐光性化合物をドーパントとして用いるときのホストは、燐光性化合物の発光極大波長よりも短波な領域に発光極大波長を有することが必要であることはもちろんであるが、その他にも満たすべき条件があることが分かってきた。

【 0 0 0 9 】

50

The 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence (EL '00、浜松)では、燐光性化合物についていくつかの報告がなされている。例えば、Ikaiらはホール輸送性の化合物を燐光性化合物のホストとして用いている。また、M. E. Thompsonらは、各種電子輸送性材料を燐光性化合物のホストとして、これらに新規なイリジウム錯体をドーピングして用いている。さらに、Tsuetsuiらは、ホールブロック層の導入により高い発光効率を得ている。

【0010】

燐光性化合物のホスト化合物については、例えば、C. Adachi et al., Appl. Phys. Lett., 77巻、904ページ(2000年)等に詳しく記載されているが、高輝度の有機エレクトロルミネッセンス素子を得るためにホスト化合物に必要なとされる性質について、より新しい観点からのアプローチが必要である。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は、発光輝度の改善を目的になされたものであり、発光輝度の向上した有機エレクトロルミネッセンス素子、および本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた低消費電力、高輝度な表示装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

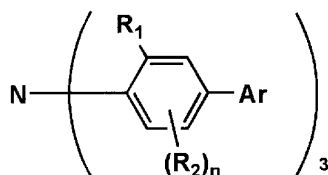
20

本発明の目的は以下に示す手段(1)～(11)により達成された。

(1) 蛍光性化合物と燐光性化合物の両方を含有する発光層をもつ有機エレクトロルミネッセンス素子において、該蛍光性化合物が下記一般式(I)で表され、かつ、素子となった状態での電界発光によって得られる発光極大波長は、該蛍光性化合物の蛍光極大波長よりも長波であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化A】

一般式(I)



30

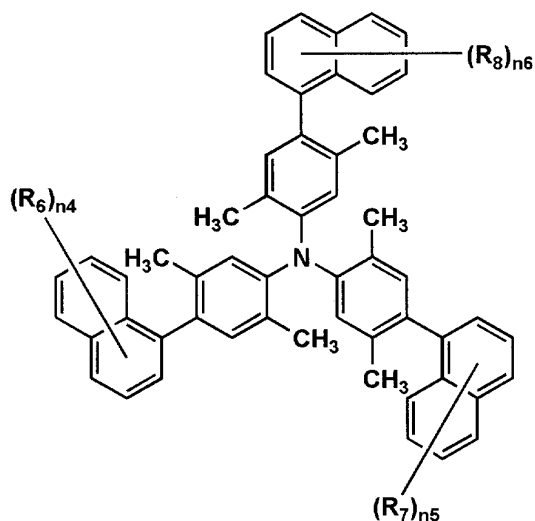
〔式中、 R_1 及び R_2 は各々置換基を表し、 Ar は置換基を有していてもよい芳香族炭化水素環又は芳香族複素環基を表し、 n は0から3の整数を表す。〕

(2) 蛍光性化合物と燐光性化合物の両方を含有する発光層をもつ有機エレクトロルミネッセンス素子において、該蛍光性化合物が下記一般式(II)で表され、かつ、素子となった状態での電界発光によって得られる発光極大波長は、該蛍光性化合物の蛍光極大波長よりも長波であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

40

【化 B】

一般式(II)



10

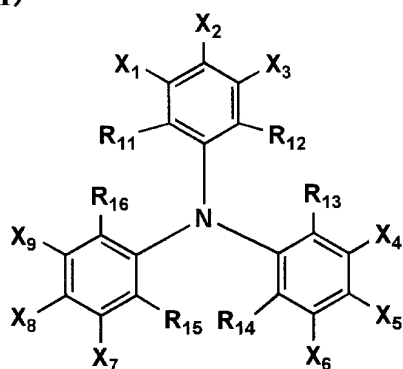
〔式中、一つ又は複数の R_6 、 R_7 及び R_8 は各々アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、ハロゲン、アルコキシ基、アリールオキシ基、複素環基の中から選ばれる置換基を表し、 n_4 、 n_5 及び n_6 は各々 0 から 7 の整数を表す。〕

20

(3) 蛍光性化合物と燐光性化合物の両方を含有する発光層をもつ有機エレクトロルミネッセンス素子において、該蛍光性化合物が下記一般式(III)で表され、かつ、素子となった状態での電界発光によって得られる発光極大波長は、該蛍光性化合物の蛍光極大波長よりも長波であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 C】

一般式(III)



30

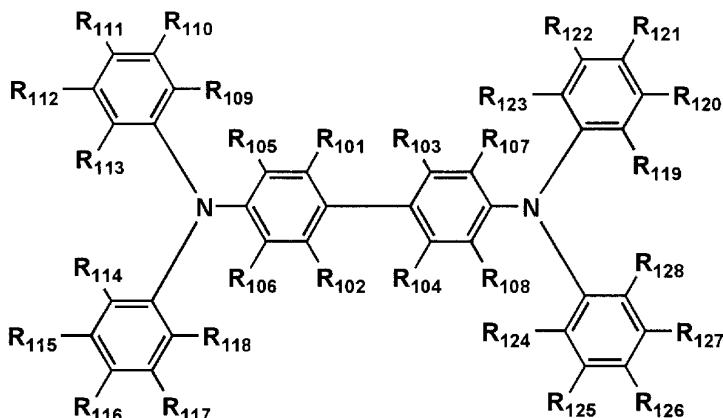
〔式中、 $X_1 \sim X_9$ は水素原子又は置換基を表し、それぞれ異なっても同一でも良い。 R_{11} 、 R_{13} および R_{15} は、メチル基、エチル基またはトリフルオロメチル基を表し、 R_{12} 、 R_{14} および R_{16} は、水素原子を表す。〕

40

(4) 蛍光性化合物と燐光性化合物の両方を含有する発光層をもつ有機エレクトロルミネッセンス素子において、該蛍光性化合物が下記一般式(IV)で表され、かつ、素子となった状態での電界発光によって得られる発光極大波長は、該蛍光性化合物の蛍光極大波長よりも長波であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 D】

一般式(IV)



10

〔式中、 $R_{101} \sim R_{128}$ はそれぞれ水素原子、または、置換基を表し、 $R_{101} \sim R_{104}$ の少なくとも一つは置換基を表す。〕

(5) 前記一般式 (I)、(II)、(III) または (IV) で表される蛍光性化合物の分子中の窒素原子数と炭素原子数の比 (N/C) が 0 以上 0.05 以下であることを特徴とする前記 (1) ~ (4) のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

(6) 前記一般式 (I)、(II)、(III) または (IV) で表される蛍光性化合物の分子中の窒素原子数と炭素原子数の比 (N/C) が 0 より大きく、かつ、0.05 未満であることを特徴とする前記 (1) ~ (4) のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

(7) 蛍光性化合物が、元素の周期律表におけるVIII属の金属を中心金属とする錯体系化合物であることを特徴とする前記 (1) ~ (6) のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

(8) 蛍光性化合物が、オスミウム、イリジウム、または、白金錯体系化合物であることを特徴とする前記 (7) に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

(9) 蛍光性化合物からの発光の極大波長よりも更に長波な領域に、蛍光極大波長を有する第2の蛍光性化合物を少なくとも1種更に含有することを特徴とする前記 (1) ~ (8) のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

(10) 前記 (1) ~ (9) のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を有することを特徴とする表示装置。

(11) 前記 (1) ~ (9) のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子の、異なる極大波長の発光を有する2種以上を同一基板上に並置していることを特徴とするフルカラー表示装置。

尚、以下 1 ~ 13 は参考とされる手段である。

40

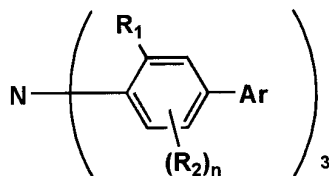
【0013】

1. 蛍光性化合物と燐光性化合物の両方を含有する発光層をもつ有機エレクトロルミネッセンス素子において、該蛍光性化合物が下記一般式 (I) で表される化合物を含有し、かつ、素子となった状態での電界発光によって得られる発光極大波長は、該蛍光性化合物の蛍光極大波長よりも長波であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0014】

【化 1】

一般式(I)



10

【 0 0 1 5 】

〔式中、 R_1 及び R_2 は各々置換基を表し、 Ar は置換基を有していてもよい芳香族炭化水素環又は芳香族複素環基を表し、 n は0から3の整数を表す。〕

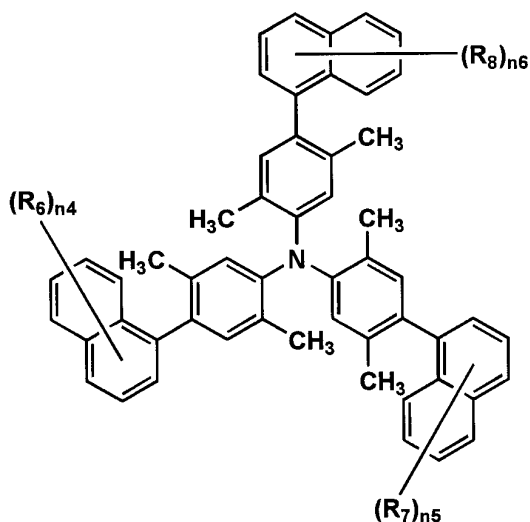
2．蛍光性化合物と燐光性化合物の両方を含む発光層をもつ有機エレクトロルミネッセンス素子において、該蛍光性化合物が下記一般式(II)で表される化合物を含有し、かつ、素子となった状態での電界発光によって得られる発光極大波長は、該蛍光性化合物の蛍光極大波長よりも長波であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【 0 0 1 6 】

【化 2】

20

一般式(II)



30

【 0 0 1 7 】

40

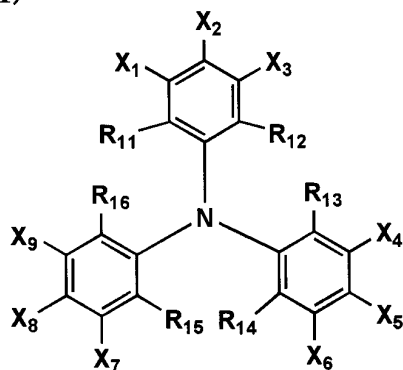
〔式中、一つ又は複数の R_6 、 R_7 及び R_8 は各々アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、ハロゲン、アルコキシ基、アリールオキシ基、複素環基の中から選ばれる置換基を表し、 n_4 、 n_5 及び n_6 は各々0から7の整数を表す。〕

3．蛍光性化合物と燐光性化合物の両方を含む発光層をもつ有機エレクトロルミネッセンス素子において、該蛍光性化合物が下記一般式(III)で表される化合物を含有し、かつ、素子となった状態での電界発光によって得られる発光極大波長は、該蛍光性化合物の蛍光極大波長よりも長波であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【 0 0 1 8 】

【化3】

一般式(III)



10

【0019】

〔式中、 $R_{11} \sim R_{16}$ 及び $X_1 \sim X_9$ は水素原子又は置換基を表し、それぞれ異なっても同一でも良い。ただし、 $R_{11} \sim R_{16}$ のそれぞれの立体パラメータ $E_{SR11} \sim E_{SR16}$ 値の合計値は、 $E_{SR11} + E_{SR12} + E_{SR13} + E_{SR14} + E_{SR15} + E_{SR16} - 2.0$ を満たす。〕

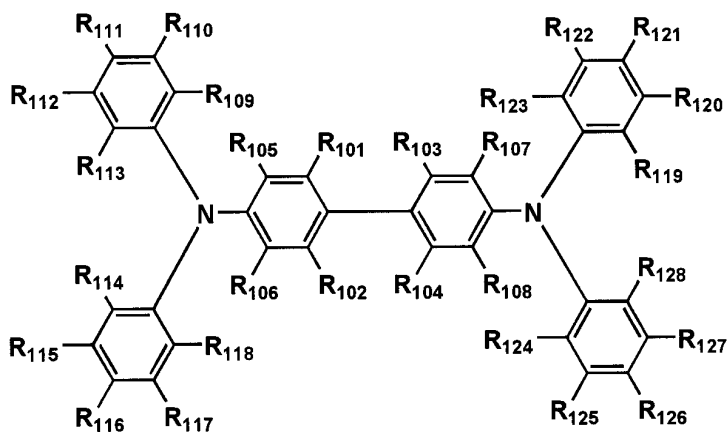
20

4．蛍光性化合物と燐光性化合物の両方を含有する発光層をもつ有機エレクトロルミネッセンス素子において、該蛍光性化合物が下記一般式(IV)で表される化合物を含有し、かつ、素子となった状態での電界発光によって得られる発光極大波長は、該蛍光性化合物の蛍光極大波長よりも長波であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0020】

【化4】

一般式(IV)



30

40

【0021】

〔式中、 $R_{101} \sim R_{128}$ はそれぞれ水素原子、または、置換基を表し、 $R_{101} \sim R_{104}$ の少なくとも一つは置換基を表す。〕

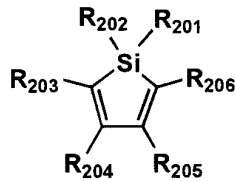
5．蛍光性化合物と燐光性化合物の両方を含有する発光層をもつ有機エレクトロルミネッセンス素子において、該蛍光性化合物が下記一般式(V)で表される化合物を含有し、かつ、素子となった状態での電界発光によって得られる発光極大波長は、該蛍光性化合物の蛍光極大波長よりも長波であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

50

【 0 0 2 2 】

【 化 5 】

一般式(V)



10

【 0 0 2 3 】

〔式中、 $R_{201} \sim R_{206}$ はそれぞれ水素原子、または、置換基を表す。〕

6．前記一般式（Ⅰ）、（Ⅱ）、（Ⅲ）、（Ⅳ）または（Ⅴ）で表される蛍光性化合物の分子中の窒素原子数と炭素原子数の比（ N/C ）が0以上0.05以下であることを特徴とする前記1～5のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【 0 0 2 4 】

7．前記一般式（Ⅰ）、（Ⅱ）、（Ⅲ）、（Ⅳ）または（Ⅴ）で表される蛍光性化合物の分子中の窒素原子数と炭素原子数の比（ N/C ）が0より大きく、かつ、0.05未満であることを特徴とする前記1～5のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

【 0 0 2 5 】

8．燐光性化合物が、重金属錯体系化合物であることを特徴とする前記1～7のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【 0 0 2 6 】

9．燐光性化合物が、元素の周期律表におけるVIII属の金属を中心金属とする錯体系化合物であることを特徴とする前記8に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【 0 0 2 7 】

10．燐光性化合物が、オスmium、イリジウム、または、白金錯体系化合物であることを特徴とする前記8に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

【 0 0 2 8 】

11．燐光性化合物からの発光の極大波長よりも更に長波な領域に、蛍光極大波長を有する第2の蛍光性化合物を少なくとも1種更に含有することを特徴とする前記1～10のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【 0 0 2 9 】

12．前記1～11のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を有することを特徴とする表示装置。

【 0 0 3 0 】

13．前記1～11のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子の、異なる極大波長の発光を有する2種以上を同一基板上に並置していることを特徴とするフルカラー表示装置。

40

【 発 明 の 効 果 】

【 0 0 3 1 】

発光輝度に優れた有機エレクトロルミネッセンス素子および該有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた低消費電力の表示装置が得られた。

【 発 明 を 実 施 す る た め の 最 良 の 形 態 】

【 0 0 3 2 】

以下に、本発明を詳細に説明する。

【 0 0 3 3 】

50

本発明者等は、燐光性化合物のホスト化合物として用いられる蛍光性化合物について鋭意検討を重ねた結果、素子の発光輝度とホスト化合物の分子中の窒素原子数と炭素原子数の比 (N/C) に、ある対応関係があることを見出した。その結果、 N/C がある程度小さい値をとる場合に、発光輝度のさらなる向上が認められた。これは、 N/C がある程度大きくなると、ホスト化合物の分子中の窒素原子の何らかの作用により発光輝度に限界が見られるものと推定される。したがって、燐光性化合物をドーパントに用いた有機 EL 素子の発光輝度を向上させるには、ホスト化合物の N/C を小さくすることが有効であることが分かった。

【0034】

本発明において、蛍光性化合物は光励起により 2 個の電子スピンの反平行の状態である励起一重項からの発光が観測される化合物のことであり、燐光性化合物は光励起により 2 個の電子スピンの平行の状態である励起三重項からの発光が観測される化合物である。ここで、本発明に記載の燐光性化合物では、前記蛍光性化合物の励起一重項状態、または、励起三重項状態からのエネルギー移動により、室温 ($15 \sim 30$) において励起三重項状態が形成されると考えられている。通常、燐光発光は 77°K の低温でしか観測不能と考えられていたが、近年室温で燐光発光を観測できる化合物が見出されてからは、多くの化合物がイリジウム錯体系など重金属錯体系化合物を中心に合成検討されている (例えば、S. Lamansky et al., J. Am. Chem. Soc., 123 巻、4304 ページ、2001 年)。

【0035】

本発明において、蛍光性化合物の蛍光極大波長は、蛍光性化合物をガラス基板上に 100nm 蒸着したときの蒸着膜の蛍光スペクトルを測定した時の極大値である。

【0036】

本発明において、蛍光性化合物と燐光性化合物の両方を含有する発光層をもつ有機エレクトロルミネッセンス素子において、分子中の窒素原子数と炭素原子数の比 (N/C) が 0 以上 0.05 以下のホスト化合物を燐光性化合物と併用する場合に、特異的に発光輝度の向上が認められたため、本発明において、燐光性化合物のホストとして組み合わせる蛍光性化合物は、該分子中の窒素原子数と炭素原子数の比 (N/C) が 0 以上 0.05 以下のものであることが好ましい。この理由については余り明確ではないが、前述のように窒素原子数と炭素原子数の比 (N/C) がある程度大きくなると、ホスト化合物の分子中の窒素原子の何らかの作用により発光輝度に限界が見られるためと推定される。

【0037】

また、本発明において、燐光性化合物のホストとして組み合わせる蛍光性化合物が、該分子中の窒素原子数と炭素原子数の比 (N/C) が 0 より大きく 0.03 以下のものであると、特異的に発光寿命が長くなり好ましい。この理由については余り明確ではないが、ある程度以上の発光寿命を有するためには窒素原子を有するホスト化合物をもちいることが好ましいが、窒素原子数と炭素原子数の比 (N/C) がある程度大きくなると窒素原子の何らかの作用により寿命に限界がみられるためと推定される。

【0038】

本発明において、ドーパントとして組み込む燐光性化合物の燐光発光極大波長は、ホストの蛍光性化合物の蛍光極大波長に比べ、より長波であることが必要である。これによりドーパントとして組み込んだ燐光性化合物の励起三重項による発光を利用した有機エレクトロルミネッセンス (EL) 素子を得ることができる。従って、素子を構成した状態において電界発光により得られる発光極大波長は、該ホストとして用いた蛍光性化合物の単独での蛍光極大波長 (蛍光性化合物をガラス上に 100nm 蒸着したときの蒸着膜で蛍光スペクトルを測定した時の極大値) よりも長波である。

【0039】

本発明において、ホスト化合物として用いる蛍光性化合物の蛍光極大波長は 350nm から 440nm であることが好ましく、更に好ましいのは $390\text{nm} \sim 410\text{nm}$ である。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

又、低分子系の有機材料は、分子量が小さいと熱安定性が劣るため、発光輝度が十分ではない場合がある。本発明に用いる燐光性化合物のホストとなる蛍光性化合物は、熱安定性の観点から分子量が 6 0 0 以上であることが好ましく用いられる。

【 0 0 4 1 】

本発明の燐光性化合物は溶液中の燐光量子収率が、2 5 において 0 . 0 0 1 以上である。好ましくは、0 . 0 1 以上である。さらに好ましくは、0 . 1 以上である。

【 0 0 4 2 】

以下に、励起三重項状態の量子収率 ϕ_p の測定手段及びその理論について述べる。

【 0 0 4 3 】

励起一重項状態から基底状態へは無輻射遷移と蛍光放出により、それぞれ速度定数、 k_{sn} 、 k_f で励起エネルギーを失う。この他に、励起三重項状態への遷移が速度定数、 k_{isc} で起き失活する。ここで、励起一重項状態の寿命、 τ_s は次式で定義される。

【 0 0 4 4 】

$$\tau_s = (k_{sn} + k_f + k_{isc})^{-1}$$

また、蛍光の量子収率、 ϕ_f は次式で定義される。

【 0 0 4 5 】

$$\phi_f = k_f \cdot \tau_s$$

励起三重項状態から基底状態へは無輻射遷移と燐光放出によりそれぞれ、速度定数、 k_{tn} 、 k_p で失活する。また、励起三重項状態の寿命、 τ_t は次式で定義される。

【 0 0 4 6 】

$$\tau_t = (k_{tn} + k_p)^{-1}$$

τ_t は $10^{-6} \sim 10^{-3}$ 秒であり、長いものは数秒に及ぶ場合もある。そして、燐光の量子収率、 ϕ_p は励起三重項状態の生成の量子収率、 ϕ_{ST} を用いて次のように定義される。

【 0 0 4 7 】

$$\phi_p = \phi_{ST} \cdot k_p \cdot \tau_t$$

上記パラメータは、第 4 版実験化学講座 7 の分光 II の 3 9 8 ページ (1 9 9 2 年版、丸善) に記載の方法により測定することが出来る。上記パラメータ中、燐光性化合物の溶液中での燐光量子収率は種々の溶媒を用いて測定できるが、本発明においては溶媒としてテトラヒドロフランを用いて測定を行ったものである。

【 0 0 4 8 】

本発明における置換基の立体パラメータ E_s とは、T a f t によって定義された置換基定数であり、例えば「薬物の構造活性相関 化学の領域 増刊 1 2 2 号 南江堂社刊」に記載されている。特に本発明で言う E_s 値とは、水素原子を基準としたものであり、すなわち $E_s (H = 0)$ の値であり、メチル基を基準とした $E_s (CH_3 = 0)$ と定義した E_s 値から 1 . 2 4 差し引いた値を示す。その代表的な値を表 1 に示す。

【 0 0 4 9 】

10

20

30

【表 1】

置換基	Es 値
H	0.00
CH ₃	-1.24
C ₂ H ₅	-1.31
i-C ₃ H ₇	-1.71
t-C ₄ H ₉	-2.78
F	-0.46
Cl	-0.97
Br	-1.16
CF ₃	-2.40
CCl ₃	-3.30
OCH ₃	-0.55
OH	-0.55
SH	-1.07
CN	-0.51

10

20

【0050】

以下、発光層について説明する。

【0051】

ここでいう発光層は、広義の意味では、陰極と陽極からなる電極に電流を流した際に発光する層のことを指す。具体的には、陰極と陽極からなる電極に電流を流した際に発光する蛍光性化合物を含有する層のことを指す。通常、エレクトロルミネッセンス素子（EL素子）は一对の電極の間に発光層を挟持した構造をとる。本発明の有機EL素子は、必要に応じ発光層の他に、正孔輸送層、電子輸送層、陽極バッファ層および陰極バッファ層等を有し、陰極と陽極で挟持された構造をとる。

30

【0052】

具体的には、

- (i) 陽極 / 発光層 / 陰極
- (ii) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 陰極
- (iii) 陽極 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極
- (iv) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極
- (v) 陽極 / 陽極バッファ層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極バッファ層 / 陰極などで示される構造がある。

【0053】

上記化合物を用いて発光層を形成する方法としては、例えば蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法などの公知の方法により薄膜を形成する方法があるが、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、上記化合物の気相状態から沈着され形成された薄膜や、該化合物の溶融状態又は液相状態から固体化され形成された膜のことである。通常、この分子堆積膜はLB法により形成された薄膜（分子累積膜）と、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別することができる。

40

【0054】

また、この発光層は、特開昭57-51781号に記載されているように、樹脂などの結着材と共に発光材料として上記化合物を溶剤に溶かして溶液としたのち、これをスピンコート法などにより塗布して薄膜形成することにより得ることができる。

【0055】

このようにして形成された発光層の膜厚については特に制限はなく、状況に応じて適宜

50

選択することができるが、通常は5 nm ~ 5 μmの範囲である。

【0056】

ここで、本発明に記載の燐光性化合物は、具体的には、重金属錯体系化合物であり、好ましくは元素の周期律表でVIII属の金属を中心金属とする錯体系化合物であり、さらに好ましくは、オスミウム、イリジウムまたは白金錯体系化合物である。

【0057】

これらの燐光性化合物としては、前記のように燐光量子収率が、25において0.001以上である他、前記ホストとなる蛍光性化合物の蛍光極大波長よりも長い燐光発光極大波長を有するものであり、これにより、例えば、ホストとなる蛍光性化合物の発光極大波長より長波の燐光性化合物をもちいて燐光性化合物の発光、即ち三重項状態を利用した、ホスト化合物の蛍光極大波長よりも長波において電界発光するEL素子を得ることができる。従って、用いられる燐光性化合物の燐光発光極大波長としては特に制限されるものではなく、原理的には、中心金属、配位子、配位子の置換基等を選択することで得られる発光波長を変化させることができる。

10

【0058】

例えば、350 nm ~ 440 nmの領域に蛍光極大波長を有する蛍光性化合物をホスト化合物として用い、例えば、緑の領域に燐光をもったイリジウム錯体を用いる事で緑領域に電界発光する有機EL素子を得ることが出来る。

【0059】

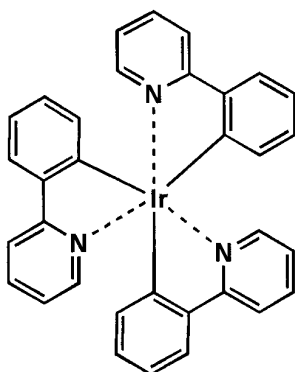
以下に、本発明で用いられる燐光性化合物の具体例を示すが、これらに限定されるものではない。これらの化合物は、例えば、Inorg. Chem. 40巻、1704 - 1711に記載の方法等により合成できる。

20

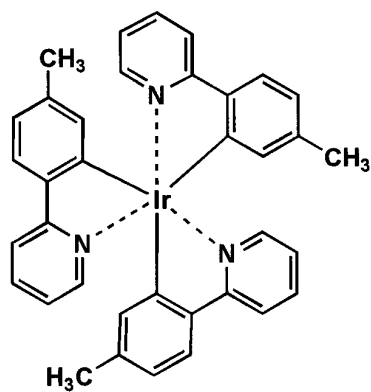
【0060】

【化 6】

Ir-1

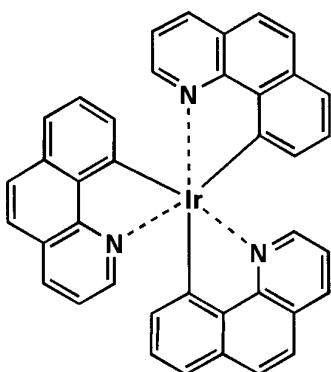


Ir-2

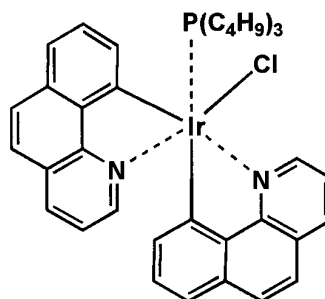


10

Ir-3

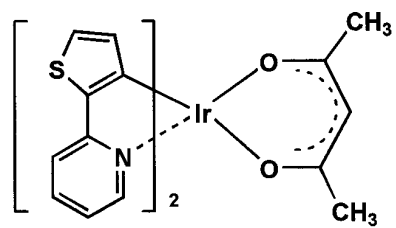


Ir-4

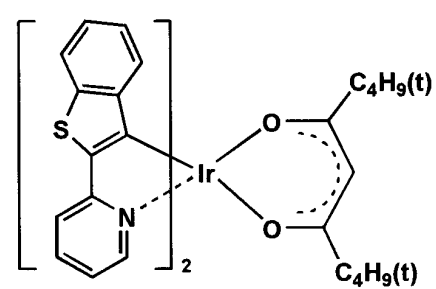


20

Ir-5



Ir-6



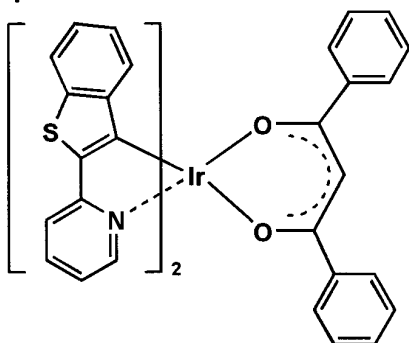
30

【 0 0 6 1 】

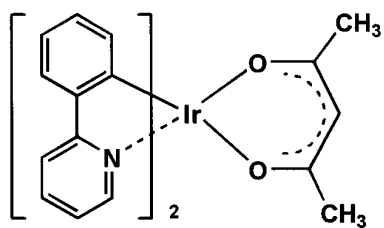
40

【化7】

Ir-7

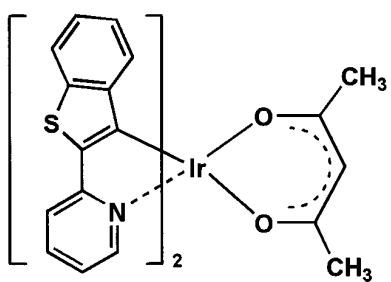


Ir-8

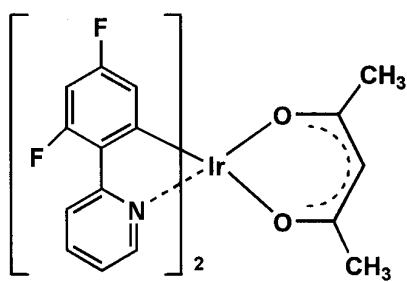


10

Ir-9

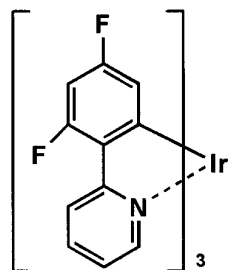


Ir-10



20

Ir-11



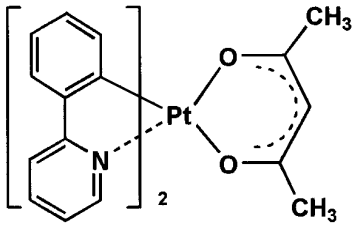
30

【0062】

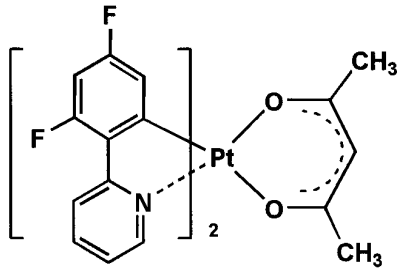
40

【化 8】

Pt-1

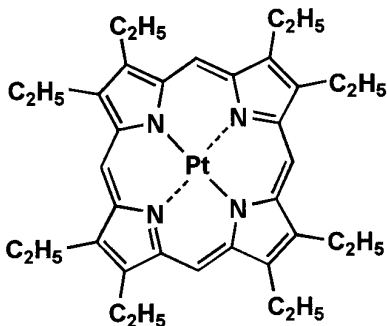


Pt-2

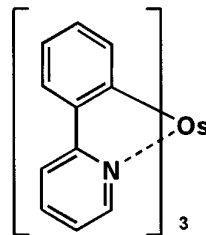


10

Pt-3



A-1



20

【0063】

また、別の形態では、ホスト化合物としての蛍光性化合物（A）と燐光性化合物の他に、燐光性化合物からの発光の極大波長よりも長波な領域に、蛍光極大波長を有するもう一つの蛍光性化合物（B）を少なくとも1種含有する場合もある。この場合、蛍光性化合物（A）と燐光性化合物からのエネルギー移動で、有機EL素子としての電界発光は蛍光性化合物（B）からの発光が得られる。蛍光性化合物（B）として好ましいのは、溶液状態

30

【0064】

ここでの蛍光量子収率も、前記第4版実験化学講座7の分光IIの362ページ（1992年版、丸善）に記載の方法により測定することが出来、本発明においては、テトラヒドロフラン中で測定する。

【0065】

本発明に用いる蛍光性化合物は、蛍光性化合物分子中の窒素原子数と炭素原子数の比（N/C）が0以上0.05以下である化合物をホスト化合物として燐光性化合物と併用することが好ましい。これにより、より発光輝度が高く、発光寿命にも優れた有機EL素子を提供することができるが、別の観点からみると、本発明においては燐光性化合物と組み合わせて用いるホスト化合物として、前記一般式（I）～（V）で表される化合物を用いることが有用である。

40

【0066】

以下に、本発明における一般式（I）～（V）で表される化合物について詳しく説明する。

【0067】

50

前記一般式 (I) において、 n は 0 から 3 の整数を表し、 R_1 及び R_2 は各々、置換基を表し、置換基として好ましくは、アルキル基 (メチル、エチル、 i -プロピル、ヒドロキシエチル、メトキシメチル、トリフルオロメチル、 t -ブチル等)、ハロゲン原子 (弗素、塩素等)、アルコキシ基 (メトキシ、エトキシ、 i -プロポキシ、ブトキシ等) が挙げられる。 Ar は置換基を有していても良い芳香族炭化水素環又は芳香族複素環基を表し、好ましくはナフチル、ピナフチル、キノリル、イソキノリル、ベンゾオキサゾリル、ベンズイミダゾリル等を表す。 n が 2 以上の整数を表すとき、複数の R_1 、 R_2 は同一であっても異なってもよい。

【0068】

一般式 (II) において n_4 、 n_5 及び n_6 は各々 0 から 7 の整数を表す。一つ又は複数の R_6 、 R_7 及び R_8 は各々アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、ハロゲン、アルコキシ基、アリールオキシ基、複素環基の中から選ばれる置換基を表し、メチル基、ナフチル基が特に好ましい。

【0069】

$n_4 \sim n_6$ が 2 以上の整数を表すとき、複数の $R_6 \sim R_8$ は同一であっても異なってもよい。

【0070】

一般式 (III) において、 $R_{11} \sim R_{16}$ 、 $X_1 \sim X_9$ は水素原子又は置換基を表し、それぞれ異なっても同一でも良い。 $R_{11} \sim R_{16}$ で表される基としては、好ましくは、アルキル基 (例えばメチル基、エチル基、イソプロピル基、トリフルオロメチル基、 t -ブチル基等) が挙げられる。ただし、 $R_{11} \sim R_{16}$ のそれぞれの立体パラメータ $E_{SR11} \sim E_{SR16}$ 値の合計値は、 $E_{SR11} + E_{SR12} + E_{SR13} + E_{SR14} + E_{SR15} + E_{SR16} - 2 \cdot 0$ を満たす。尚、互いに隣接する置換基同士は縮合して環構造を形成していてもよい。 $X_1 \sim X_9$ で表される置換基としてはアルキル基、アリール基、複素環基、ハロゲン原子、アルコキシ基、アミノ基等が好ましく、特に X_2 、 X_5 、 X_8 はアリール基又はアミノ基 (特にジアリールアミノ基) であることがさらに好ましい。

【0071】

一般式 (IV) において、 $R_{101} \sim R_{128}$ はそれぞれ水素原子、または、置換基を表し、 $R_{101} \sim R_{104}$ の少なくとも一つは置換基を表す。 $R_{101} \sim R_{128}$ が置換基を表す場合、その置換基として好ましくは、アルキル基 (例えばメチル基、エチル基、イソプロピル基、ヒドロキシエチル基、メトキシメチル基、トリフルオロメチル基、パーフルオロプロピル基、パーフルオロ- n -ブチル基、パーフルオロ- t -ブチル基、 t -ブチル基等)、シクロアルキル基 (例えばシクロペンチル基、シクロヘキシル基等)、アラルキル基 (例えばベンジル基、2-フェネチル基等)、アリール基 (例えばフェニル基、ナフチル基、 p -トリル基、 p -クロロフェニル基等)、アルコキシ基 (例えばメトキシ基、エトキシ基、イソプロポキシ基、ブトキシ基等)、アリールオキシ基 (例えばフェノキシ基等)、アリールアミノ基 (例えばジフェニルアミノ基等) 等が挙げられる。これらの基はさらに置換されていてもよく、前記置換基としては、ハロゲン原子、水素原子、トリフルオロメチル基、アルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、アルキルチオ基、ジアルキルアミノ基、ジベンジルアミノ基、ジアリールアミノ基等が挙げられる。

【0072】

一般式 (IV) において、 $R_{101} \sim R_{104}$ の置換基としては、アルキル基が好ましく、中でも、 $R_{101} \sim R_{104}$ のいずれか 2 つ、または、4 つがメチル基であることがもっとも好ましい。

【0073】

一般式 (V) において、 $R_{201} \sim R_{206}$ はそれぞれ水素原子、または、置換基を表す。 $R_{201} \sim R_{206}$ が置換基を表す場合、その置換基としては前記 $R_{101} \sim R_{128}$ の例で挙げられている置換基が好ましい。さらに好ましくは、アリール基、または、置換アリール基であり、最も好ましくはフェニル基または、置換フェニル基である。

【0074】

10

20

30

40

50

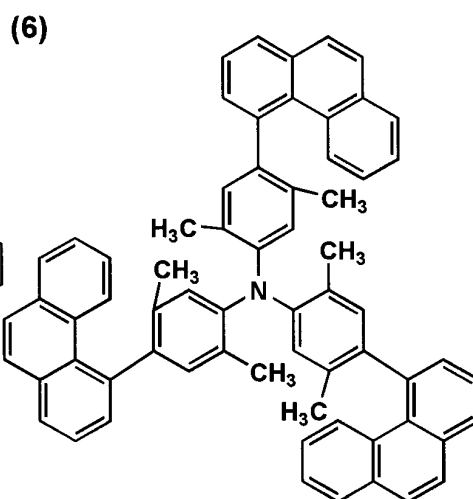
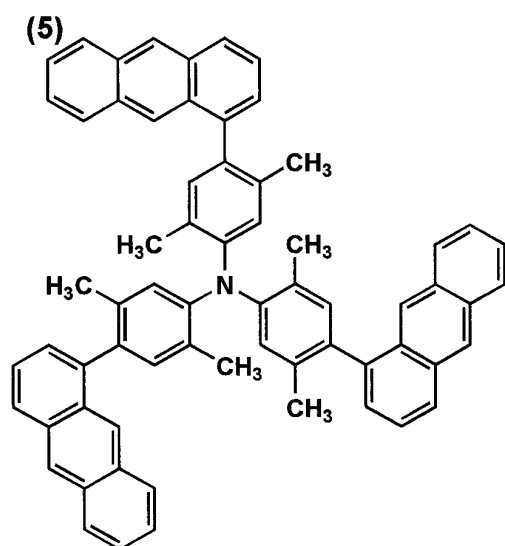
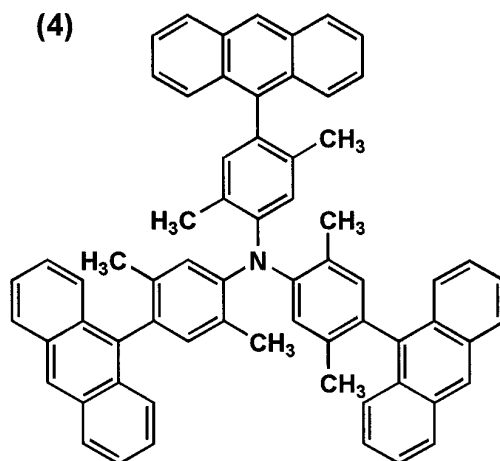
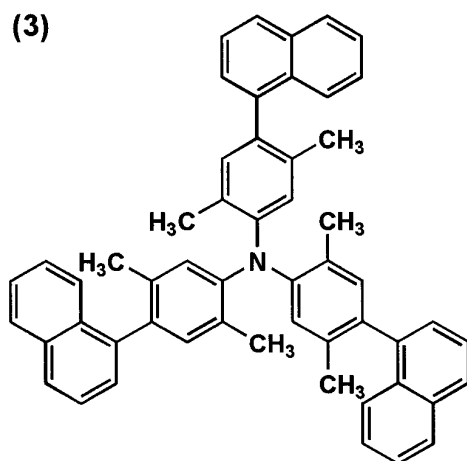
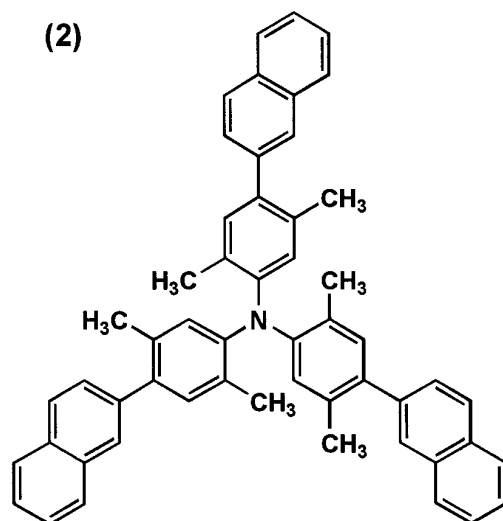
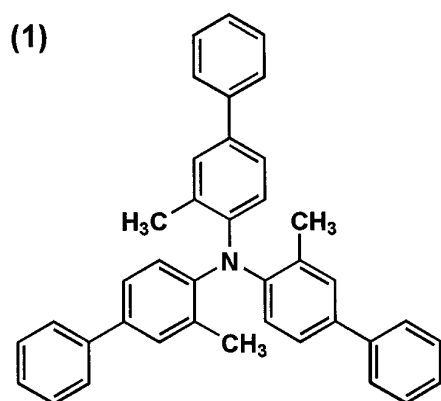
一般式 (I) ~ (V) で表される化合物の中でも、分子中の窒素原子数と炭素原子数の比 (N / C) が 0 . 0 5 以下であることが好ましく、分子中の窒素原子数と炭素原子数の比 (N / C) が 0 . 0 3 以下であることが最も好ましい。

【 0 0 7 5 】

以下に、本発明における一般式 (I) ~ (V) で表される化合物の具体例を示すが、これらに限定されるものではない。

【 0 0 7 6 】

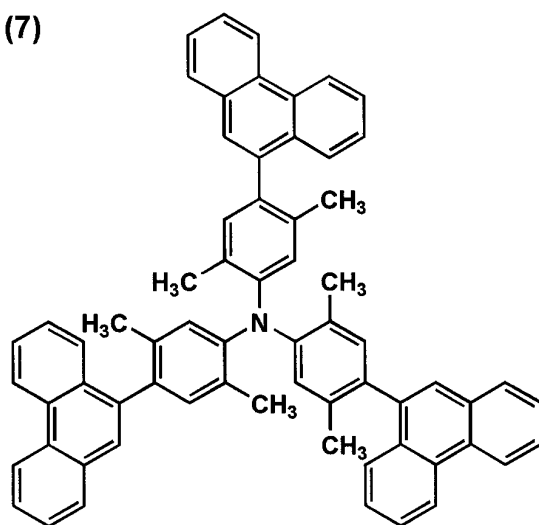
【化 9】



【 0 0 7 7 】

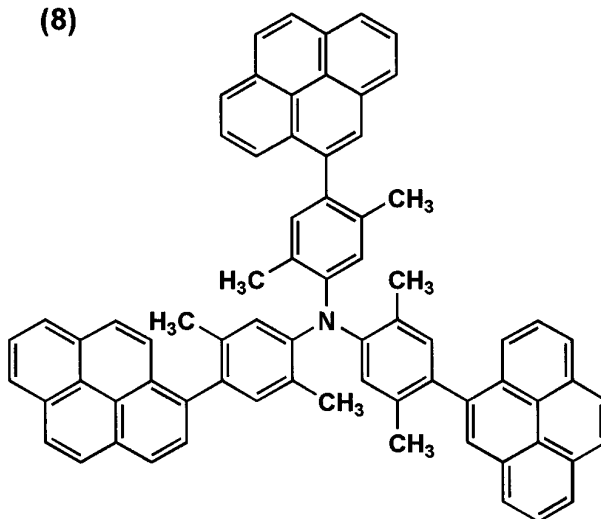
【化 1 0】

(7)



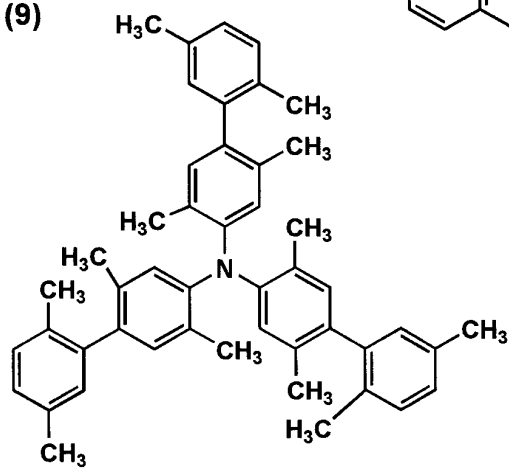
10

(8)



20

(9)

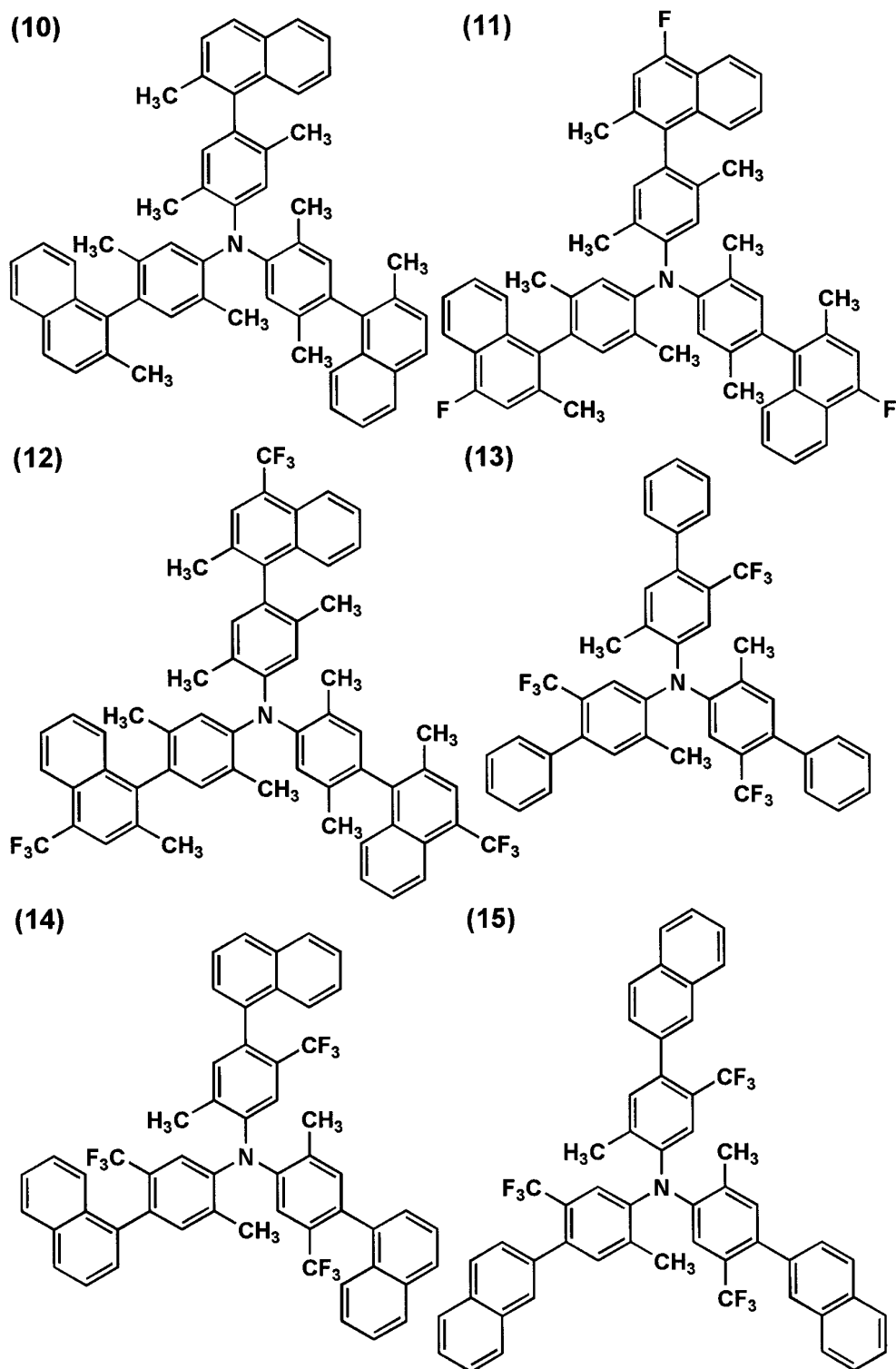


30

40

【 0 0 7 8】

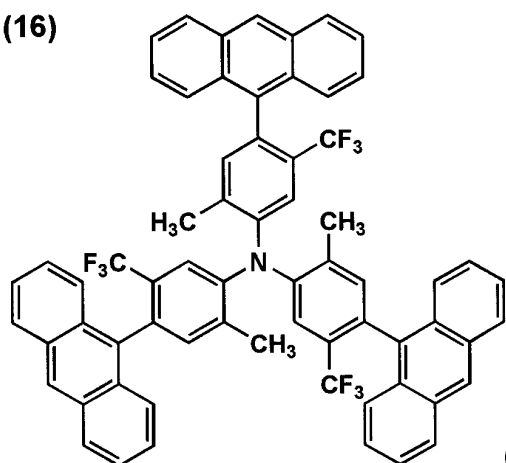
【化 1 1】



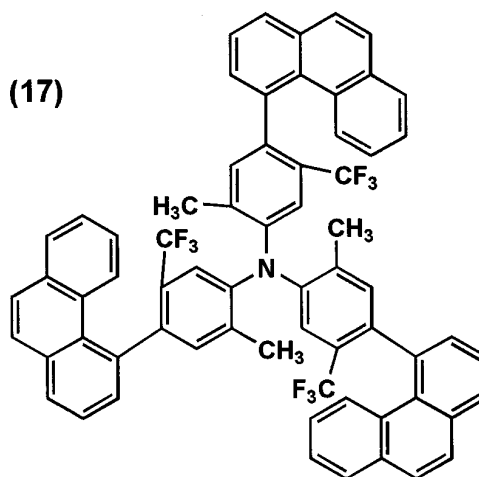
【 0 0 7 9 】

【化 1 2】

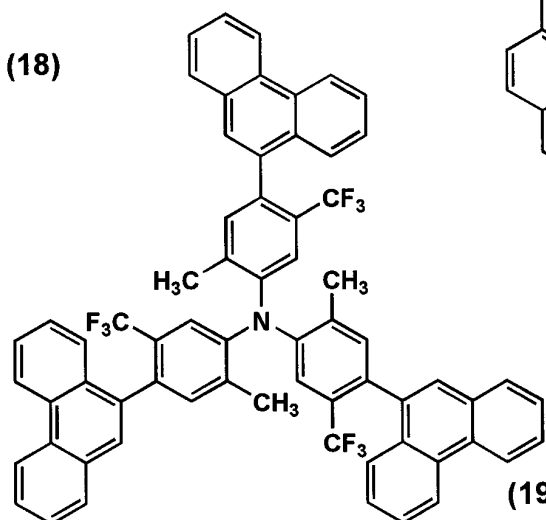
(16)



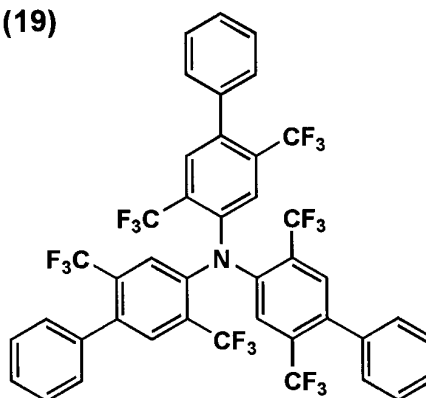
(17)



(18)



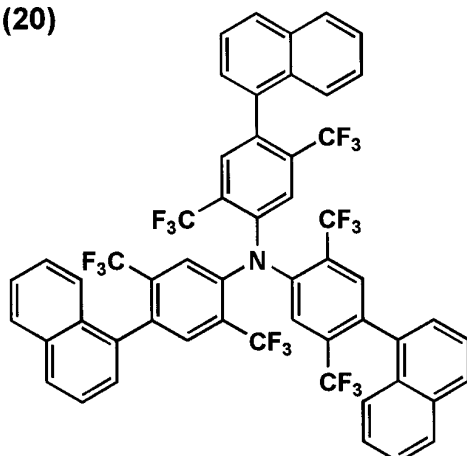
(19)



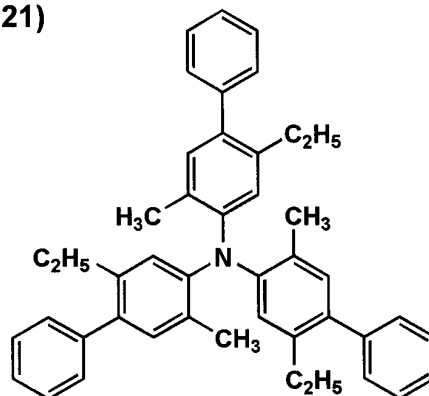
【 0 0 8 0】

【化 1 3】

(20)

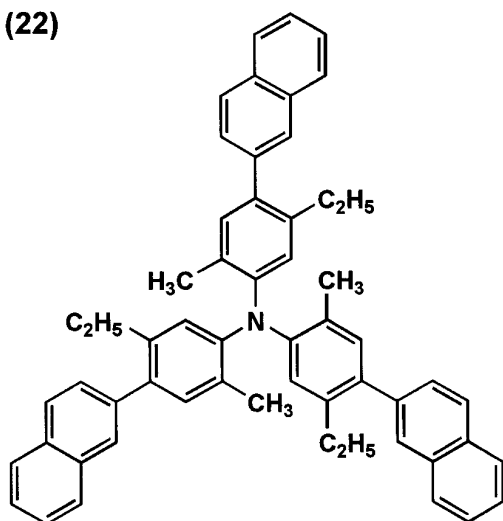


(21)

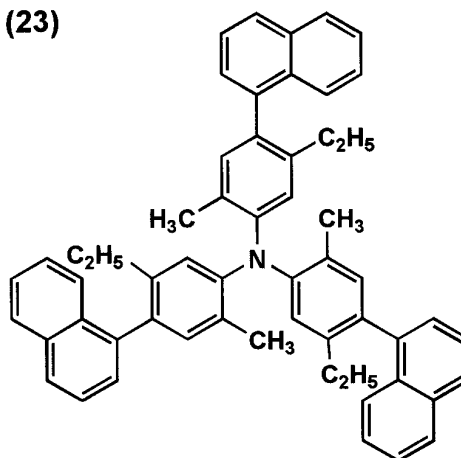


10

(22)

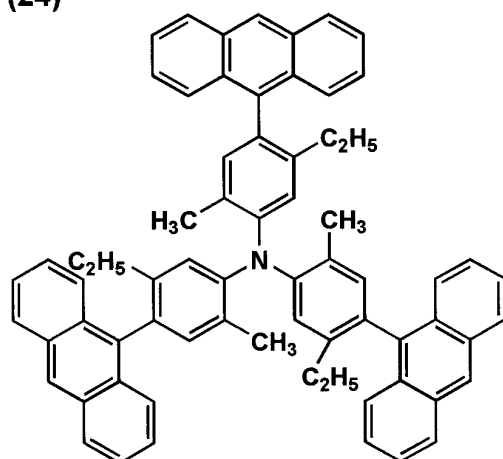


(23)

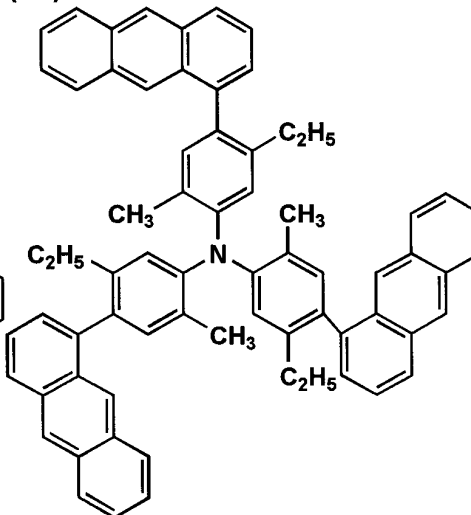


20

(24)



(25)



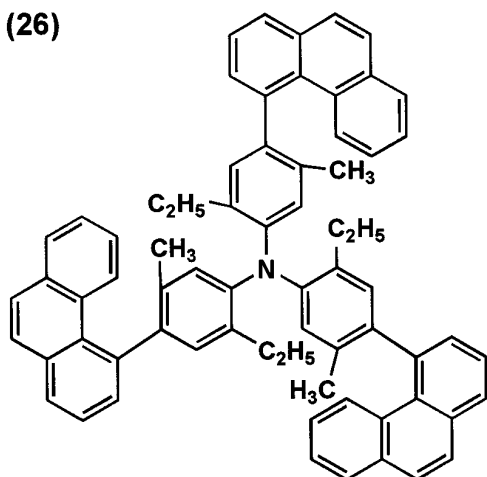
30

40

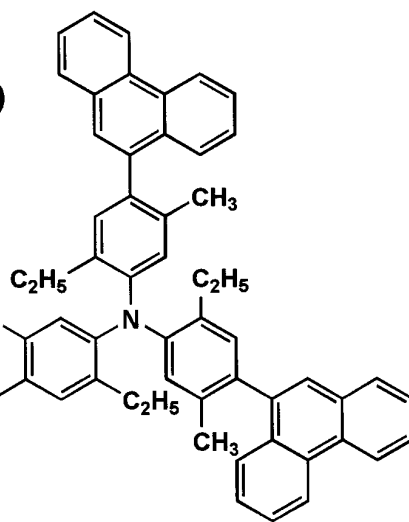
【 0 0 8 1】

【化 1 4】

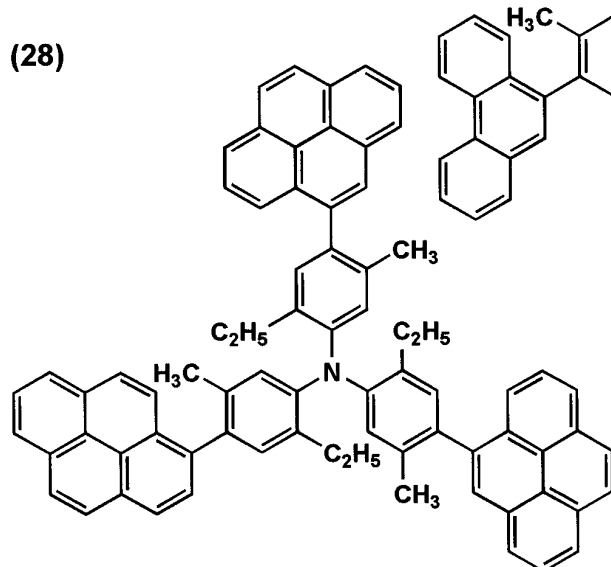
(26)



(27)



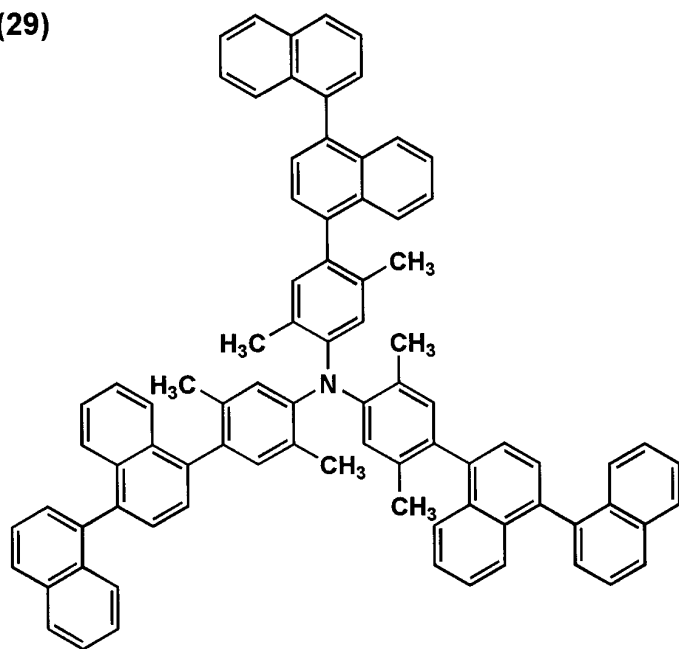
(28)



【 0 0 8 2 】

【化 1 5】

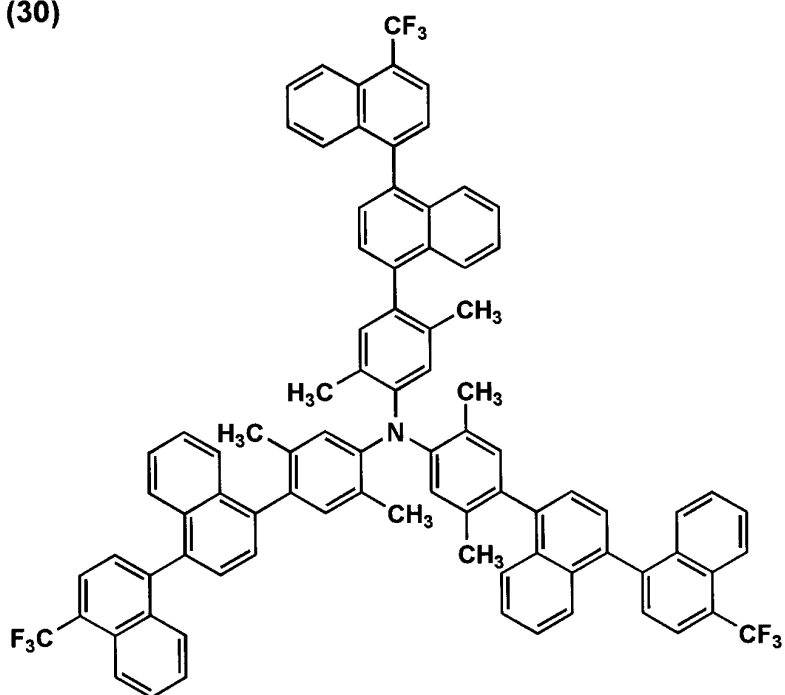
(29)



10

20

(30)



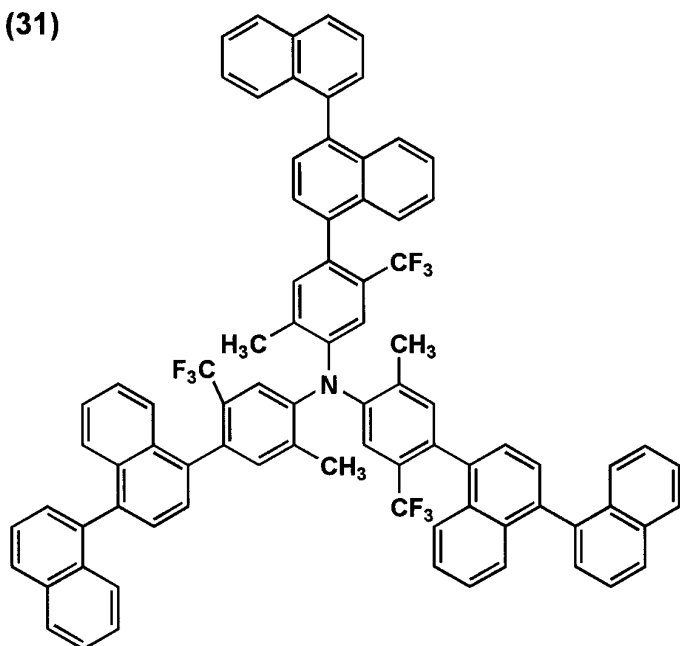
30

40

【 0 0 8 3】

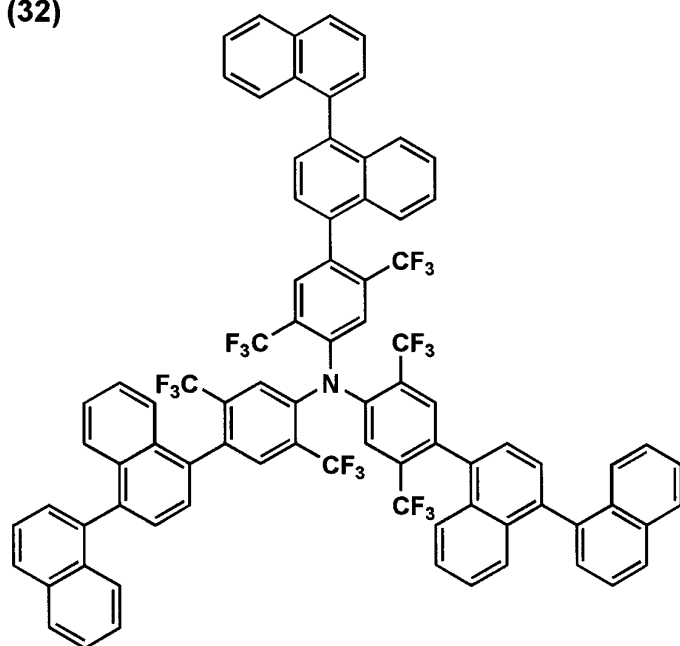
【化 1 6】

(31)



10

(32)



20

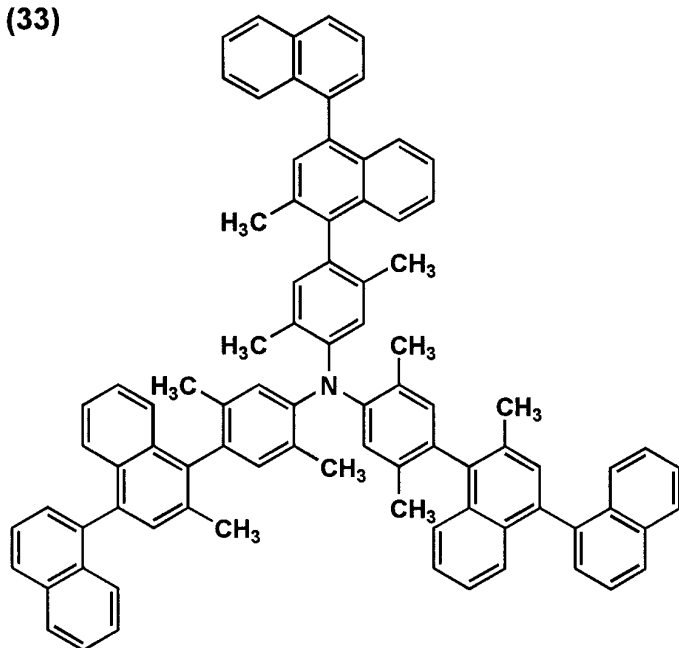
30

40

【 0 0 8 4】

【化 1 7】

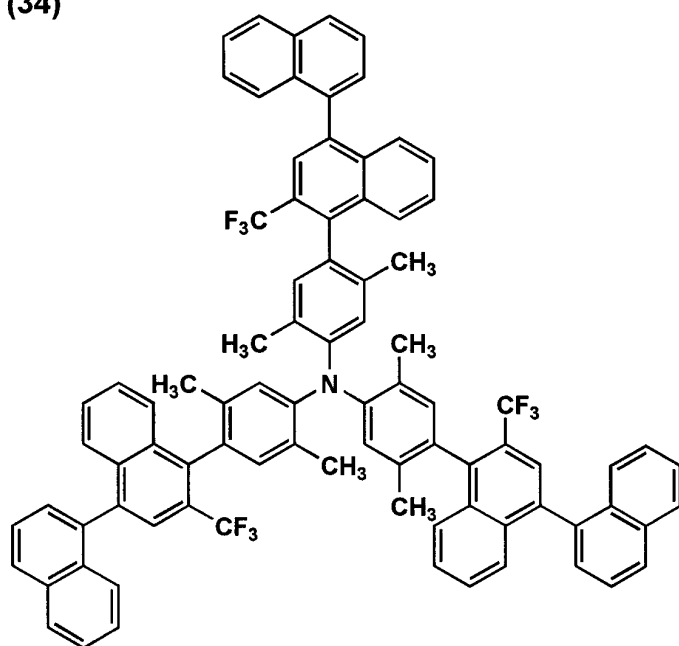
(33)



10

20

(34)

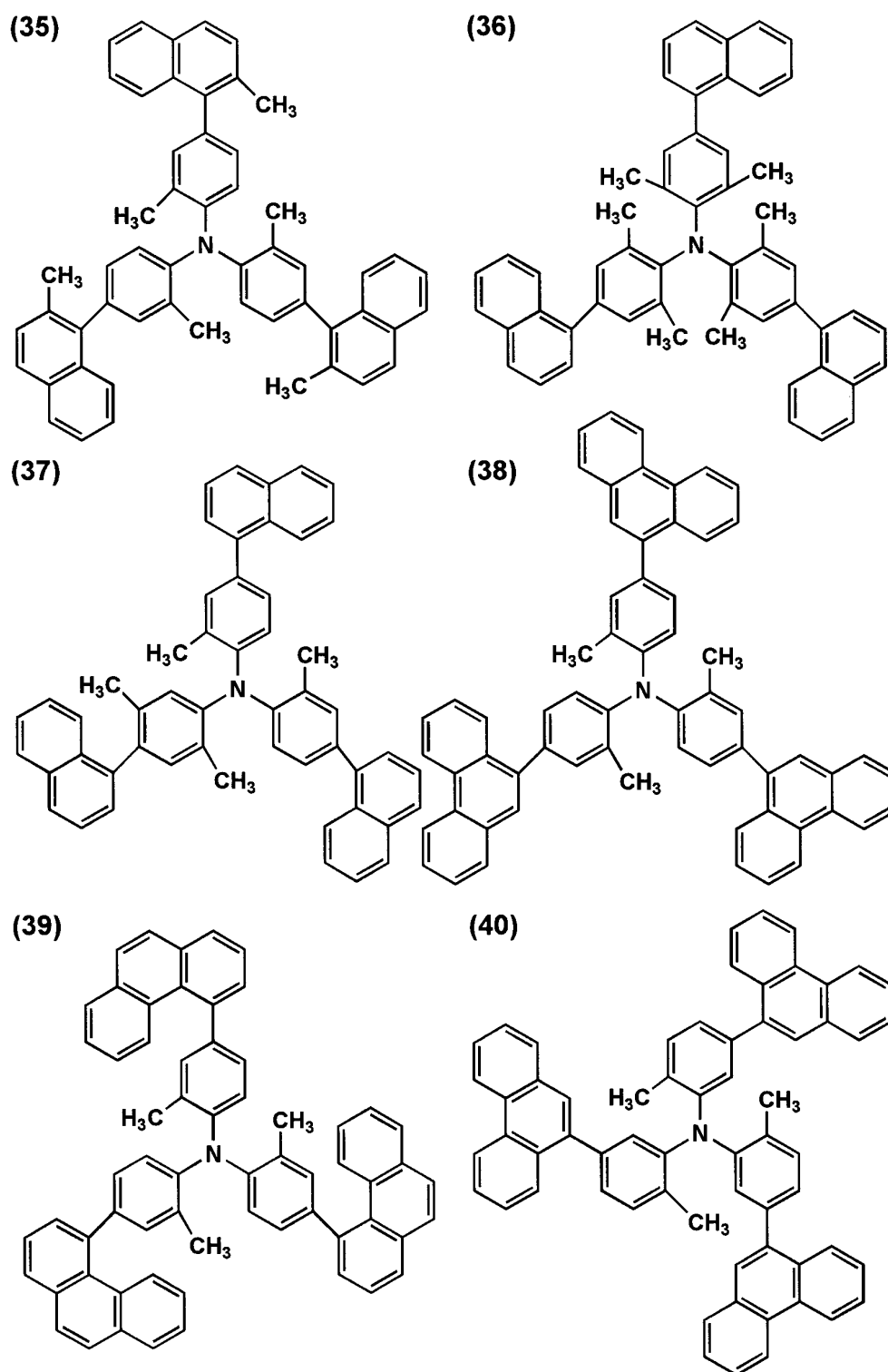


30

40

【 0 0 8 5 】

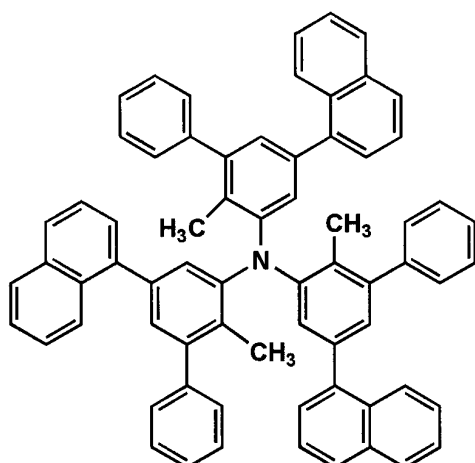
【化 1 8】



【 0 0 8 6 】

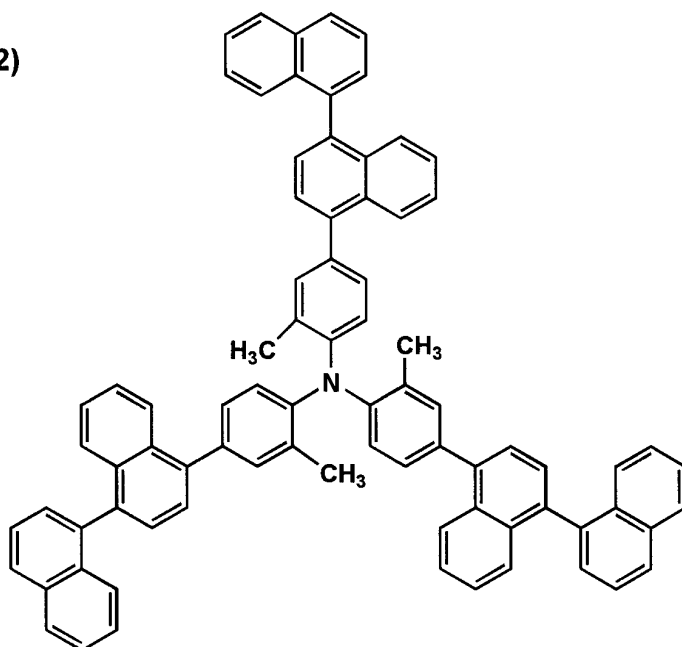
【化 1 9】

(41)



10

(42)



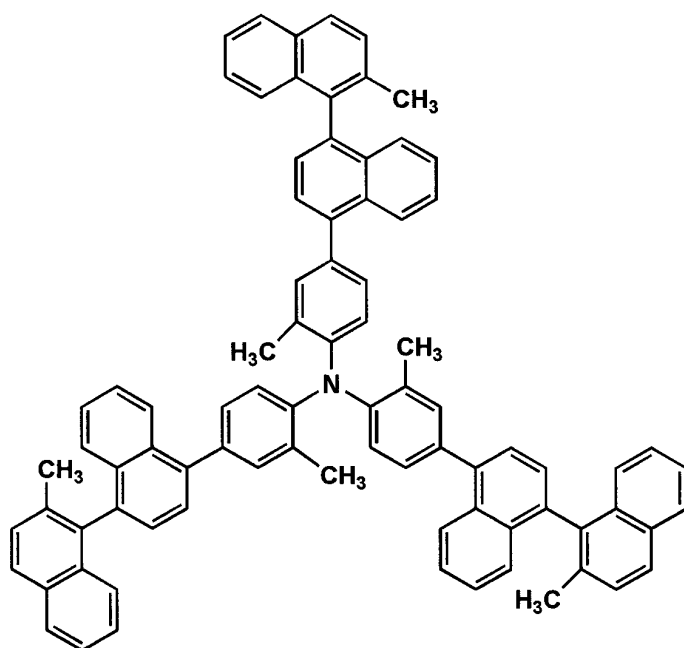
20

30

【 0 0 8 7 】

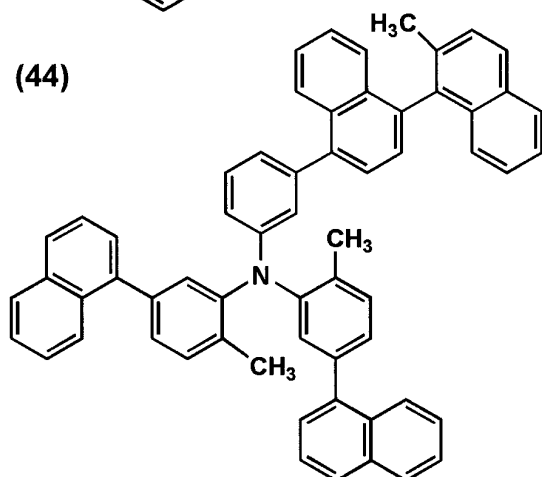
【化 2 0】

(43)



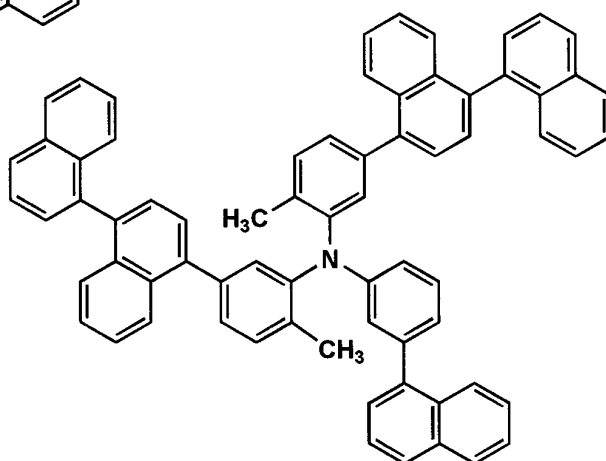
10

(44)



20

(45)

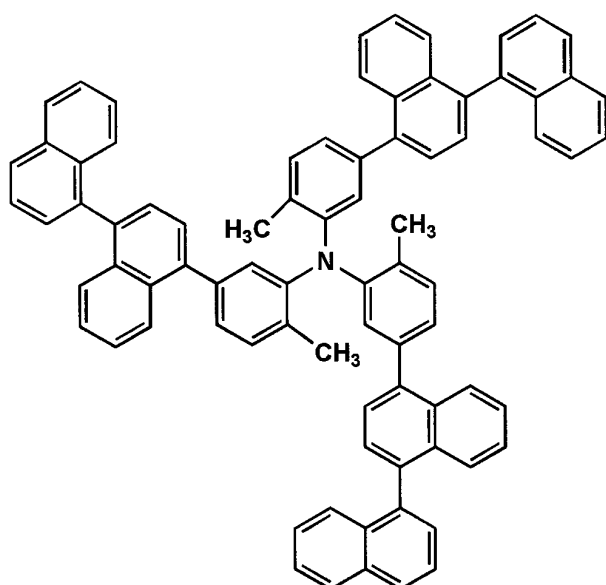


40

【 0 0 8 8】

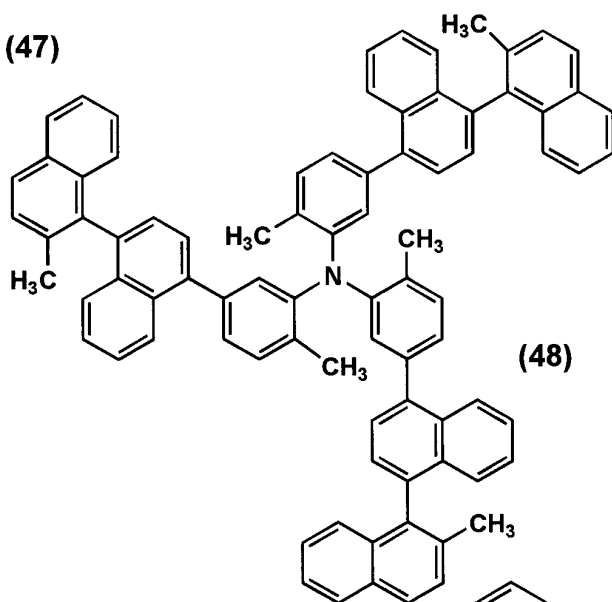
【化 2 1】

(46)



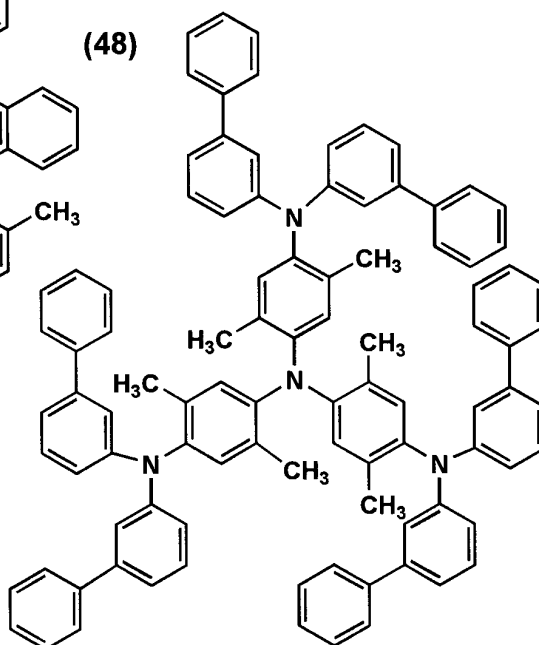
10

(47)



20

(48)



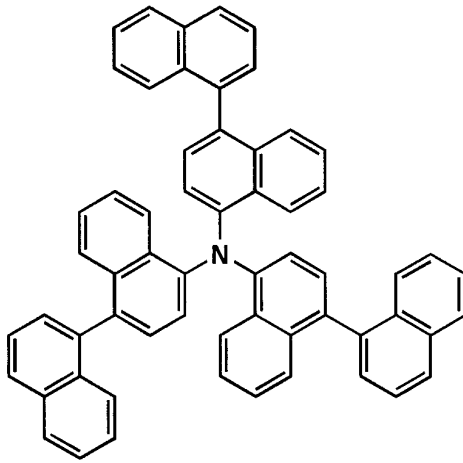
30

40

【 0 0 8 9 】

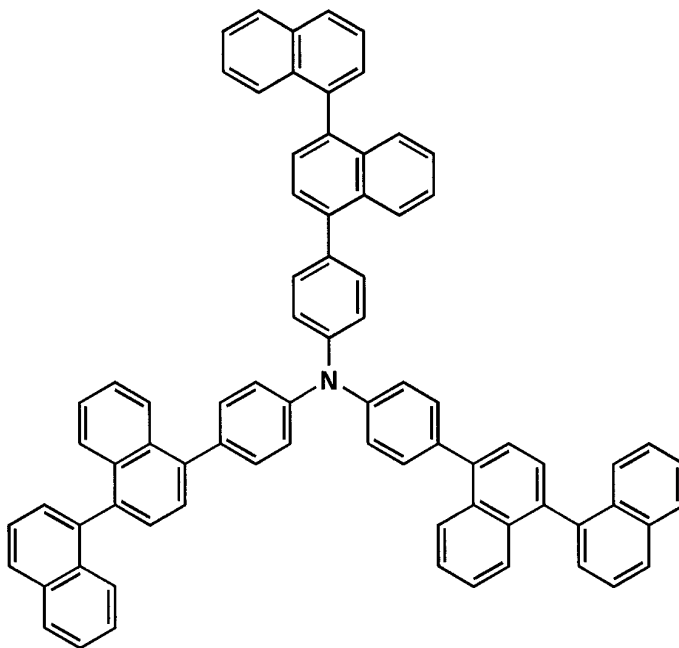
【化 2 2】

(49)



10

(50)



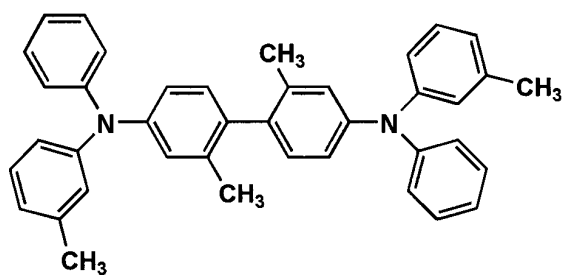
20

30

【 0 0 9 0 】

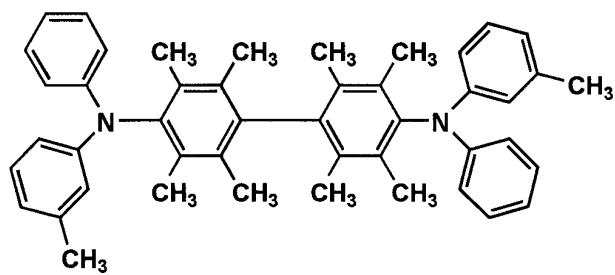
【化 2 3】

NT-1

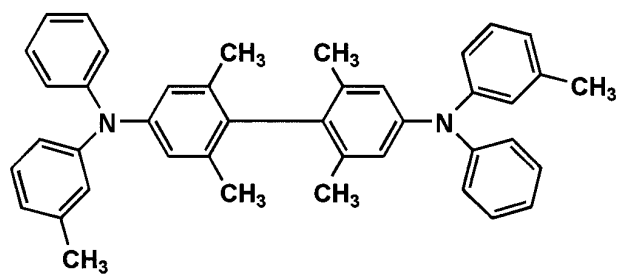


10

NT-2

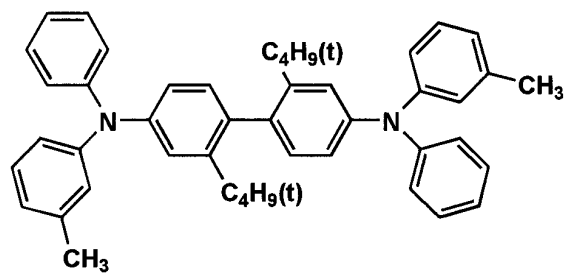


NT-3



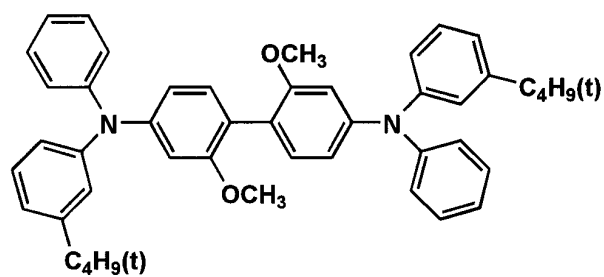
20

NT-4



30

NT-5

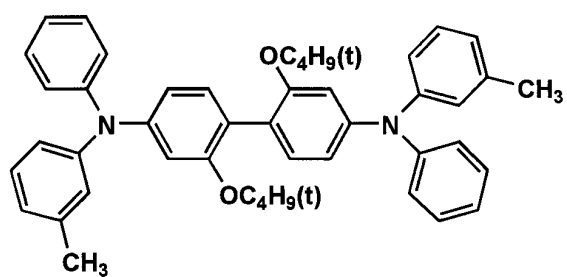


40

【 0 0 9 1】

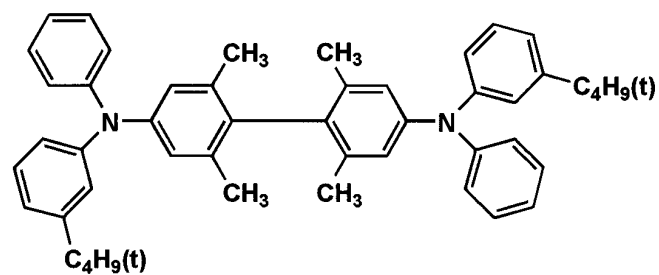
【化 2 4】

NT-6

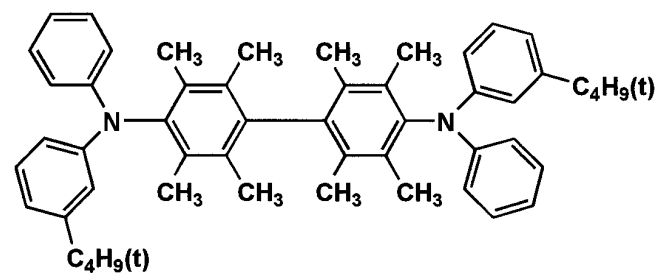


10

NT-7

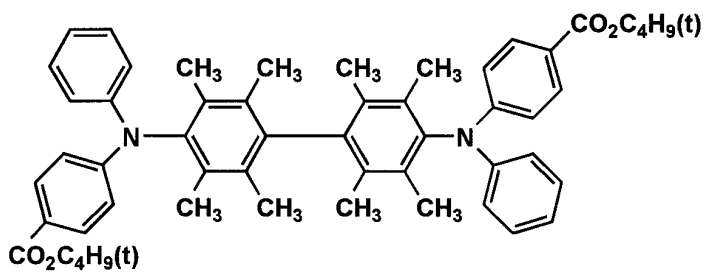


NT-8



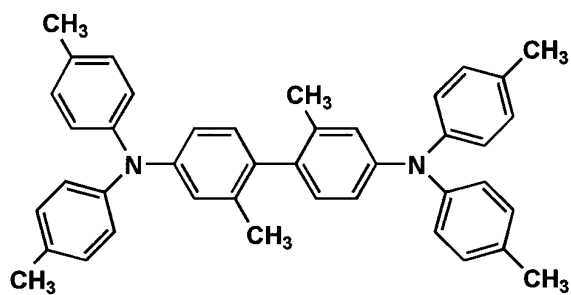
20

NT-9



30

NT-10

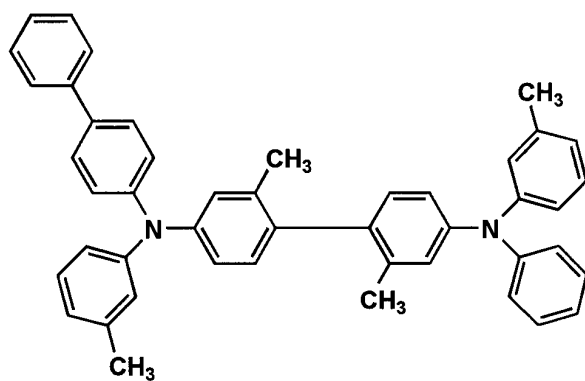


40

【 0 0 9 2】

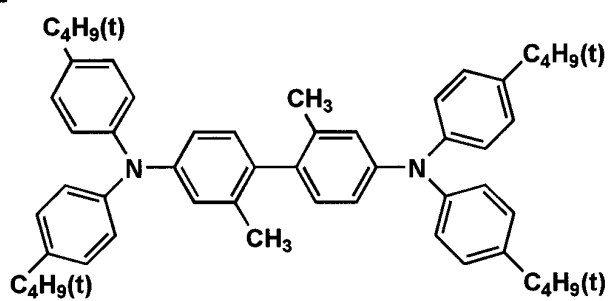
【化 2 5】

NT-11



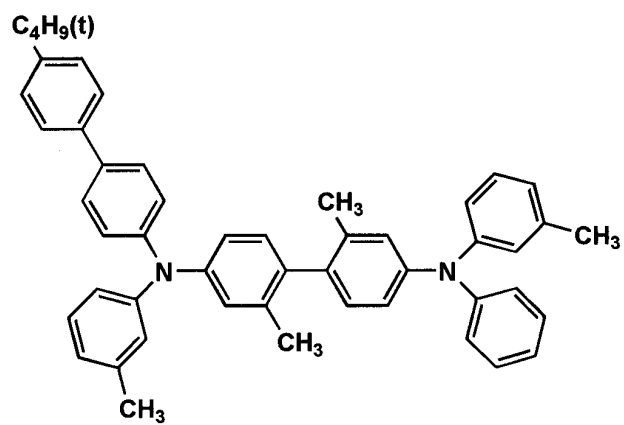
10

NT-12



20

NT-13



30

【 0 0 9 3 】

NT-14



Chemical structure of compound 10: A bis-amine with two 4-tert-butylphenyl groups and two 4-phenylphenyl groups, connected by a central biphenyl core with four methyl groups at the 2 and 6 positions.

20

The chemical structure shows a central quaterphenylene core, which consists of four phenyl rings connected in a linear fashion. The two outer rings are substituted with tert-butyl groups ($\text{C}_4\text{H}_9(\text{t})$) at the para positions. The two inner rings are connected to the outer rings via nitrogen atoms, forming a bis(4-tert-butylphenyl)quaterphenylene derivative.

30

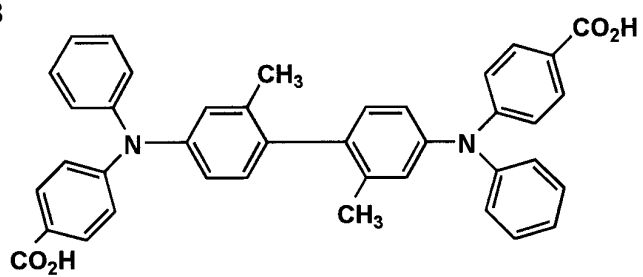
Chemical structure of 4,4'-bis[4-(4-hydroxyphenyl)phenyl]-2,2'-dimethylbiphenyl. The structure shows a central biphenyl core with two methyl groups at the 2 and 2' positions. Each phenyl ring of the biphenyl core is connected at the 4 and 4' positions to a diphenylamine group. Each diphenylamine group consists of a central nitrogen atom bonded to two phenyl rings, one of which is a 4-hydroxyphenyl group.

40

【 0 0 9 4 】

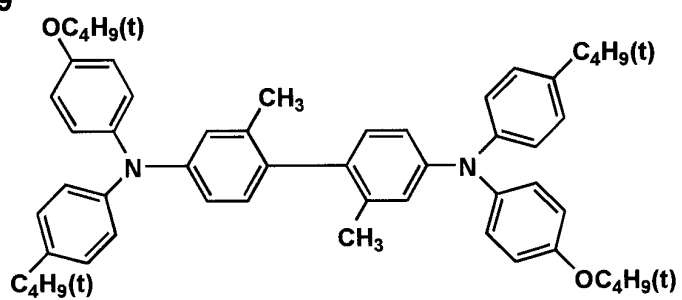
【化 2 7】

NT-18



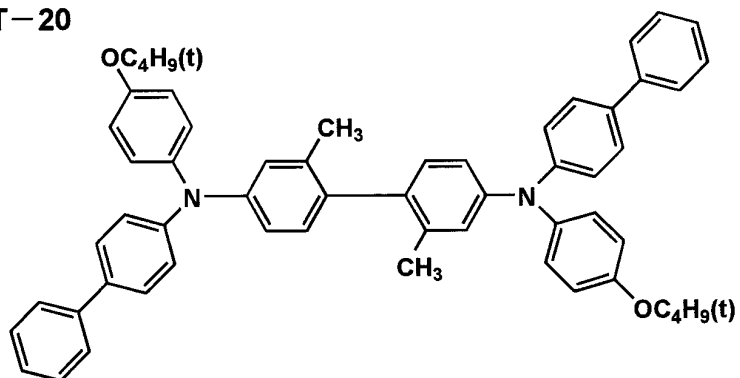
10

NT-19



20

NT-20

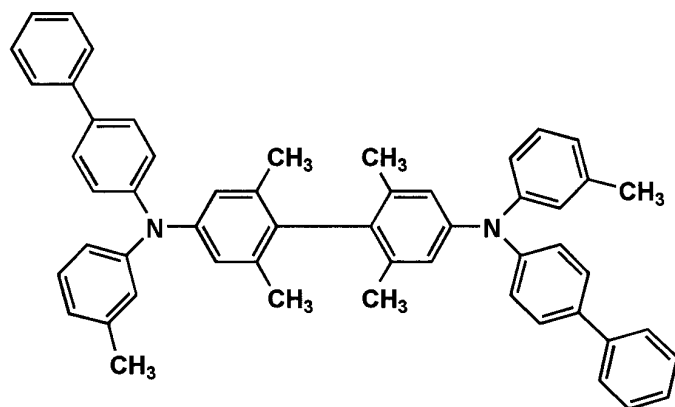


30

【 0 0 9 5】

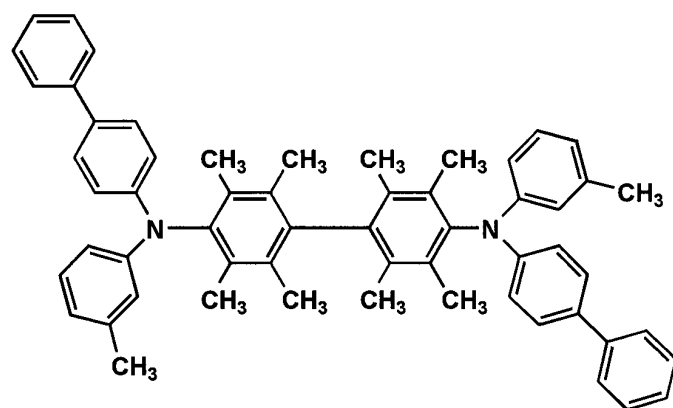
【化 2 8】

NP-1



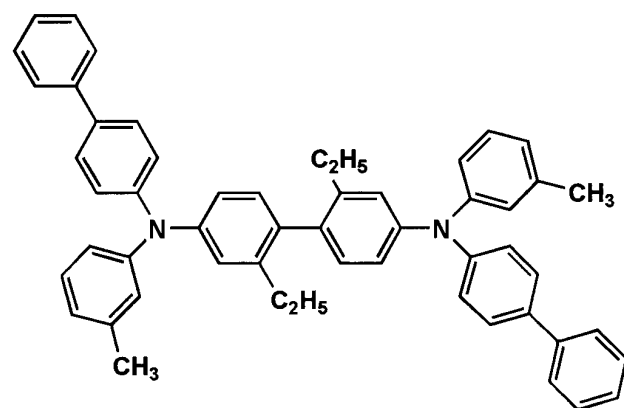
10

NP-2



20

NP-3



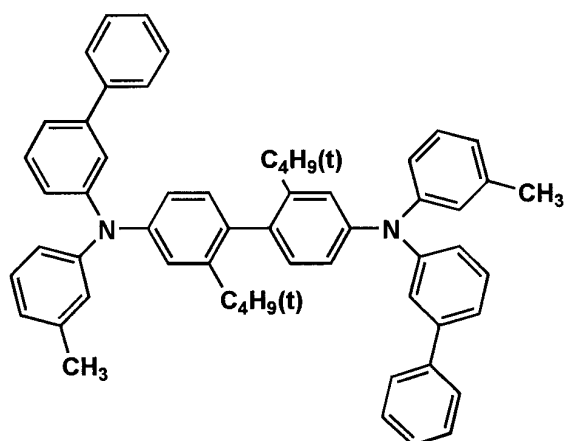
30

【 0 0 9 6 】

40

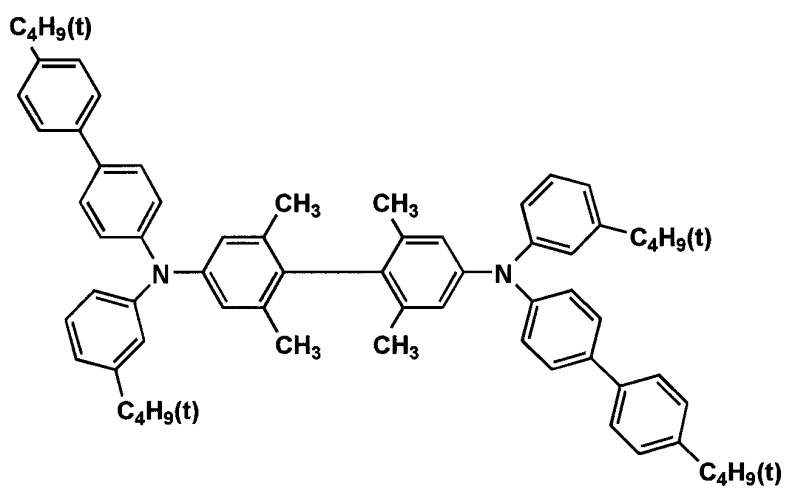
【化 2 9】

NP-4



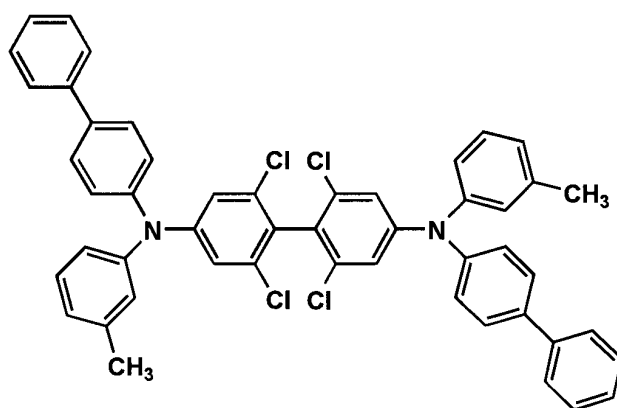
10

NP-5



20

NP-6



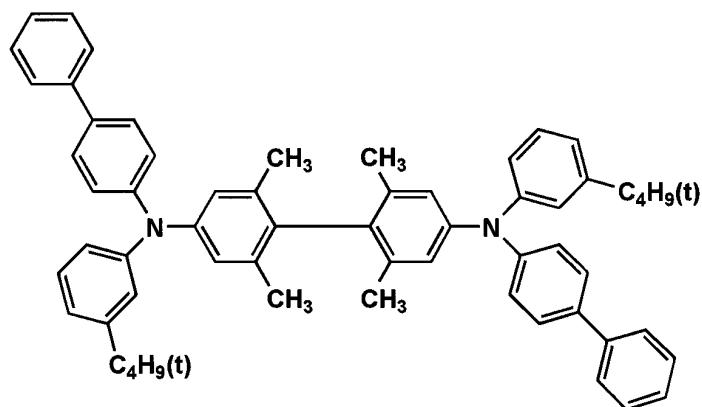
30

40

【 0 0 9 7 】

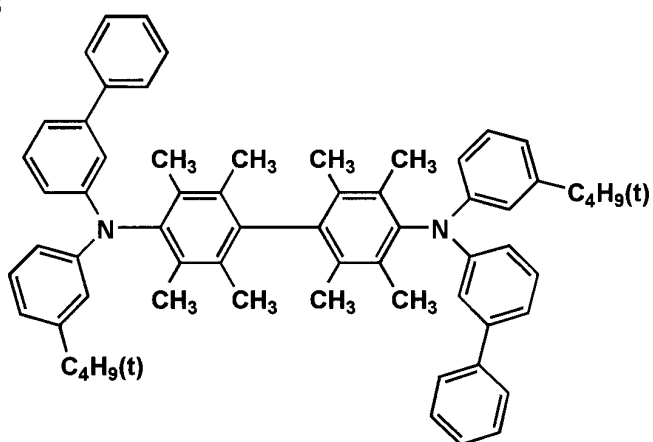
【化 3 0】

NP-7



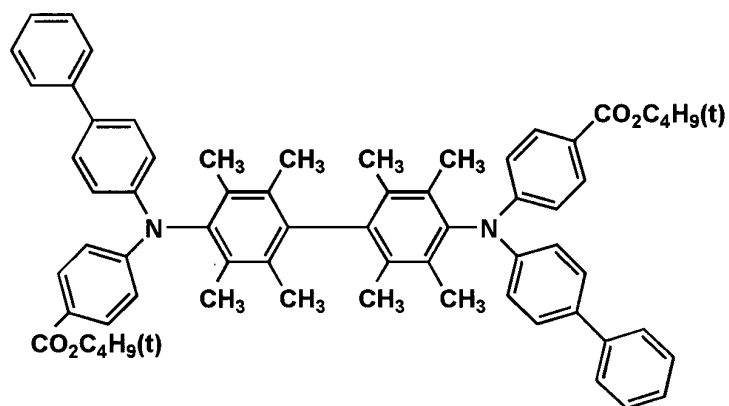
10

NP-8



20

NP-9



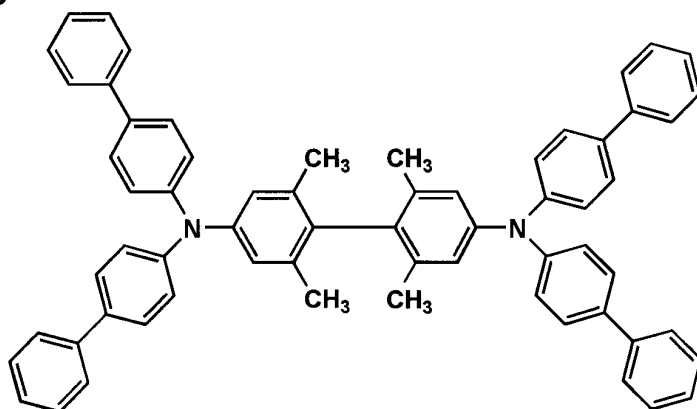
30

40

【 0 0 9 8】

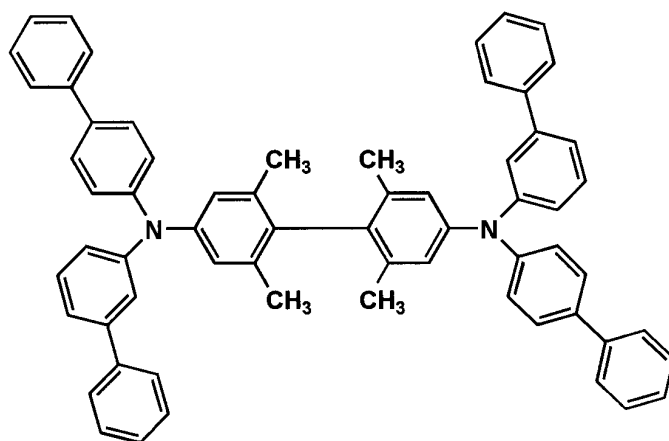
【化 3 1】

NP-10



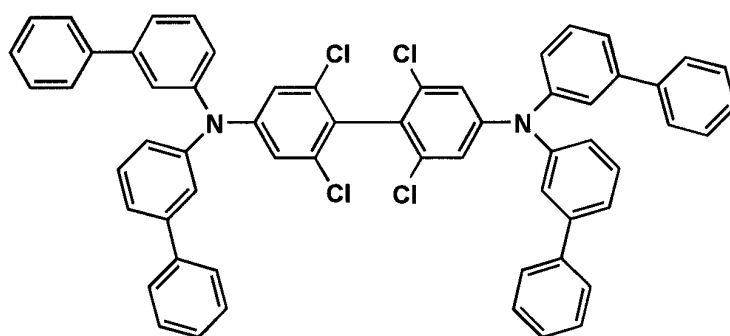
10

NP-11



20

NP-12



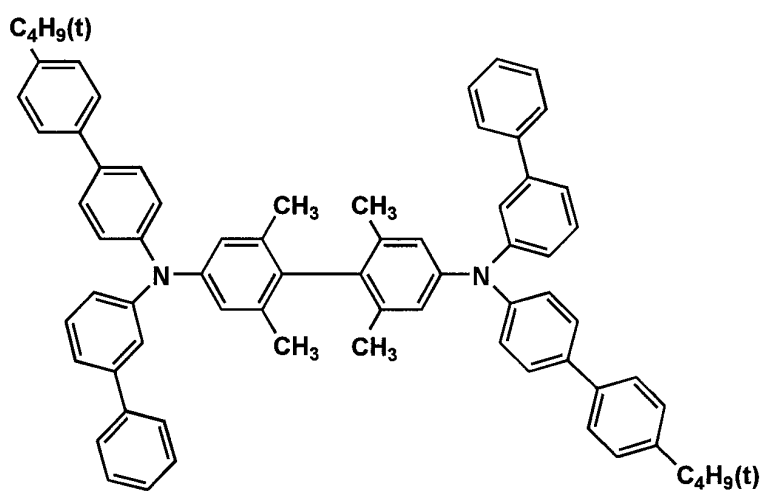
30

40

【 0 0 9 9 】

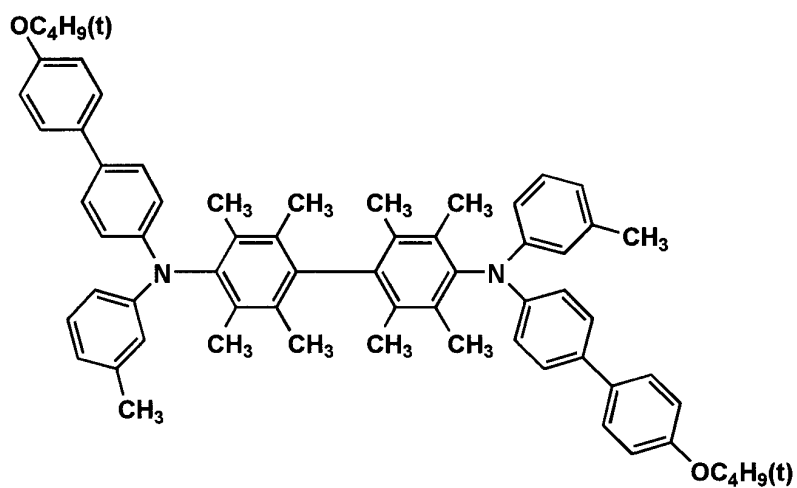
【化 3 2】

NP-13



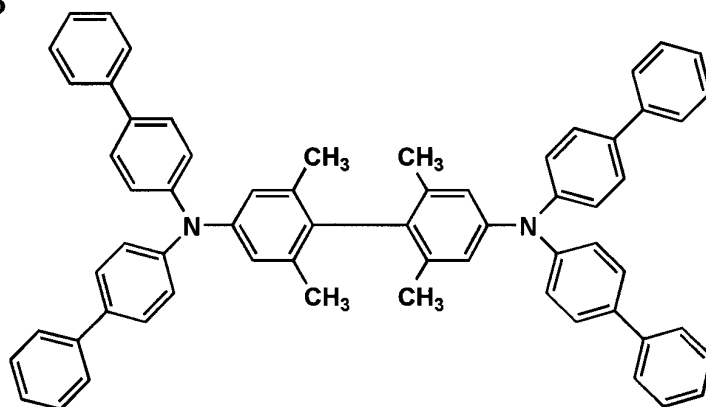
10

NP-14



20

NP-15



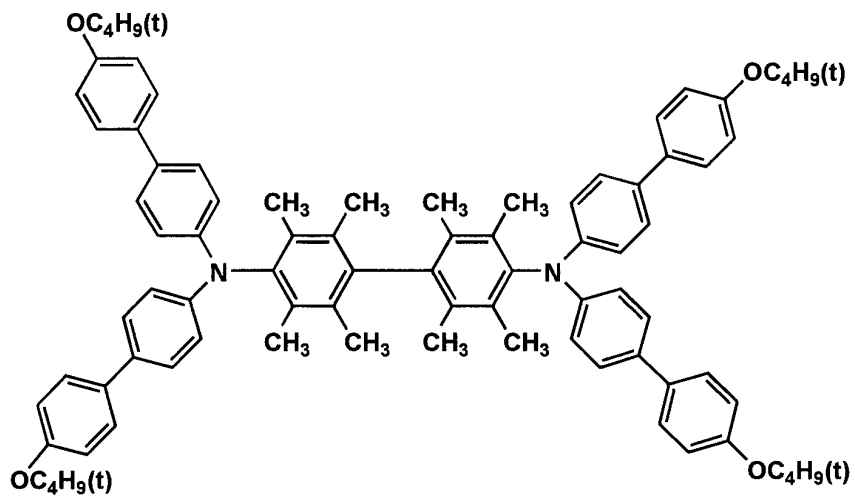
30

40

【 0 1 0 0 】

【化 3 3】

NP-16

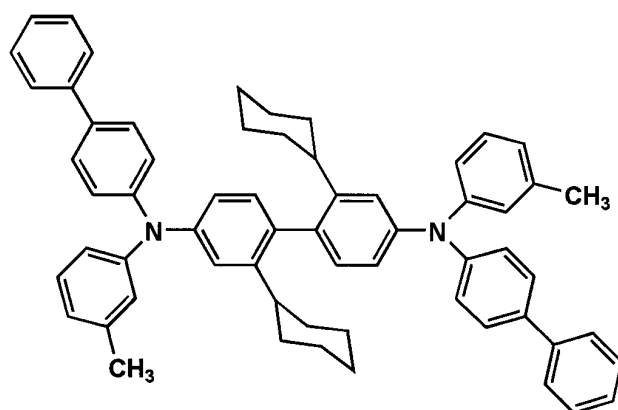


10

【 0 1 0 1 】

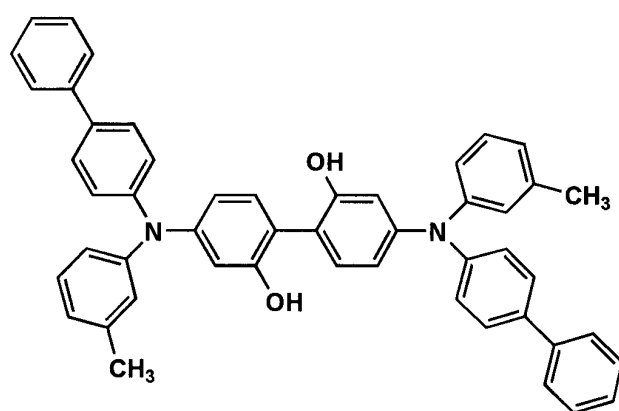
【化 3 4】

5-1



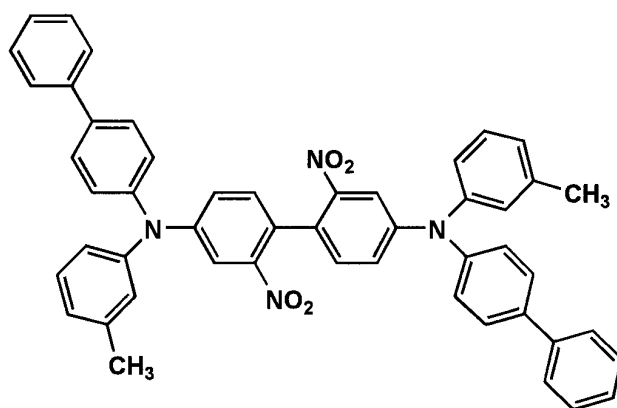
10

5-2



20

5-3



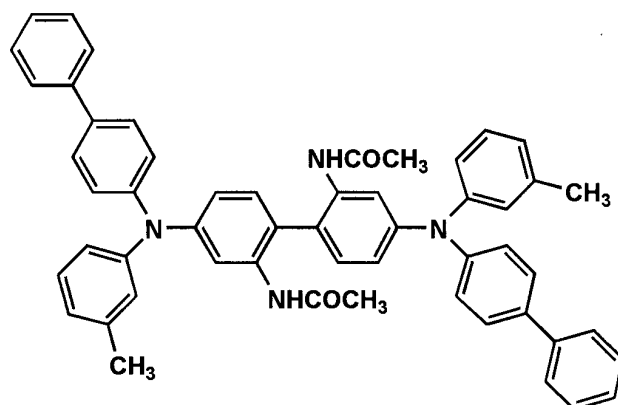
30

【 0 1 0 2 】

40

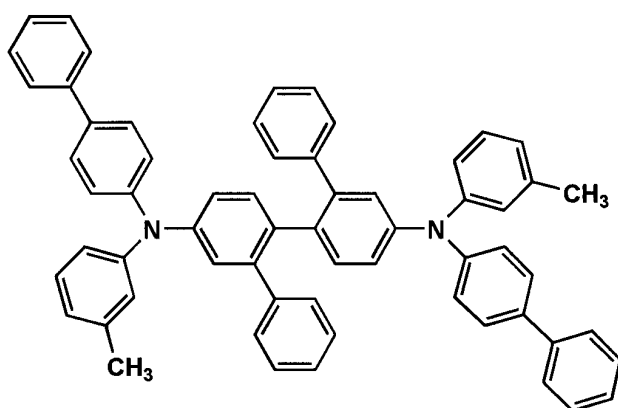
【化 3 5】

5-4



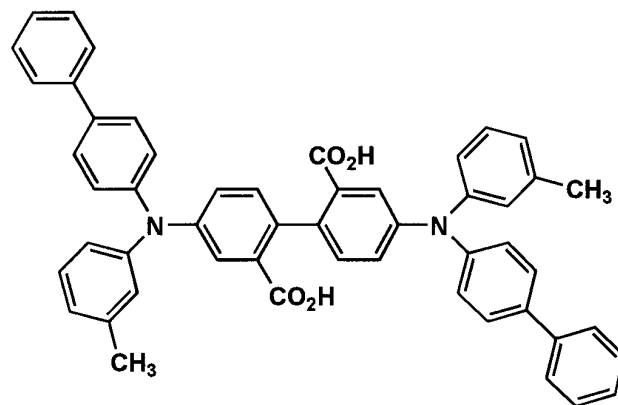
10

5-5



20

5-6



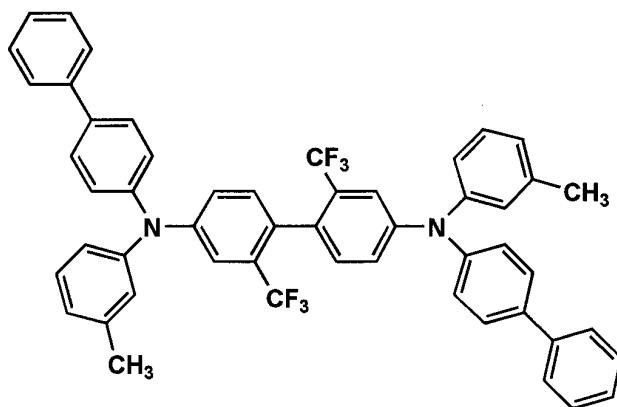
30

【 0 1 0 3 】

40

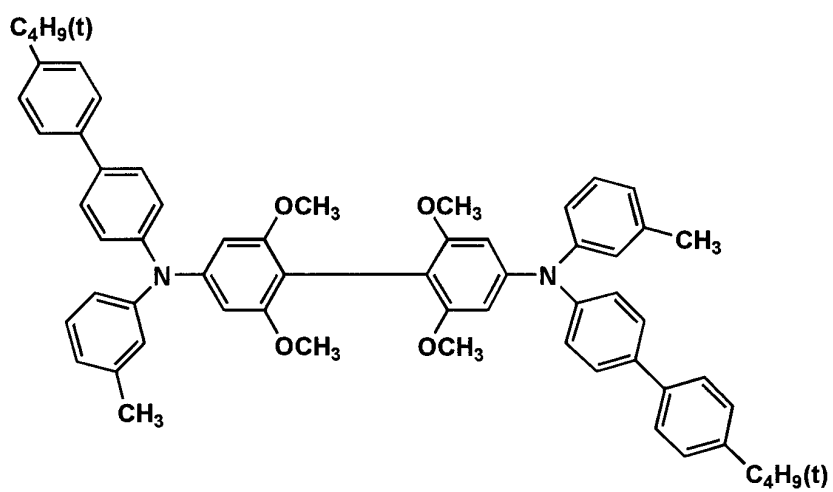
【化 3 6】

5-7



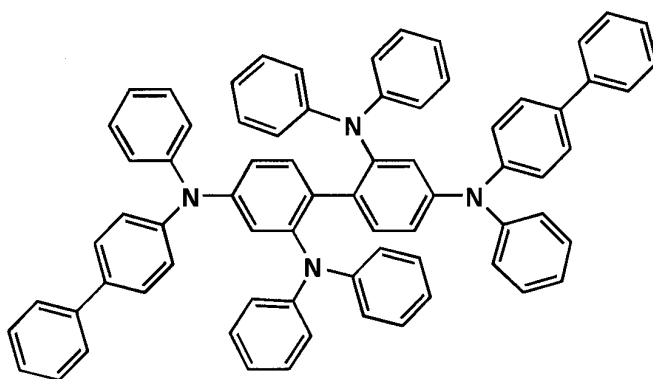
10

5-8



20

5-9



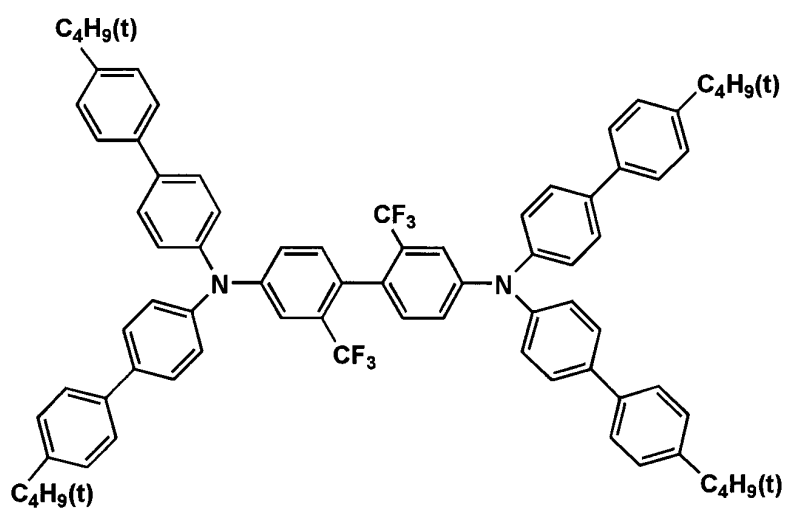
30

【 0 1 0 4 】

40

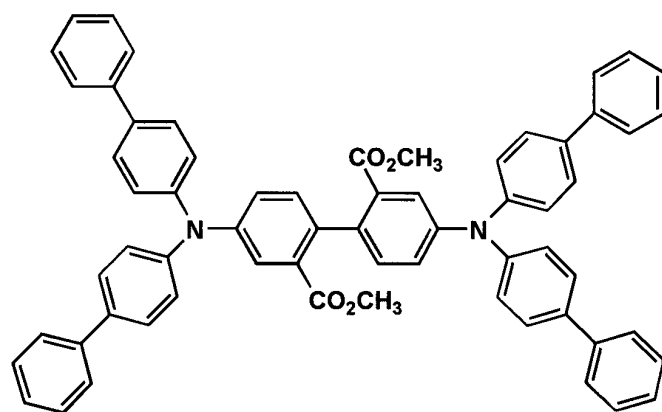
【化 3 7】

5-10



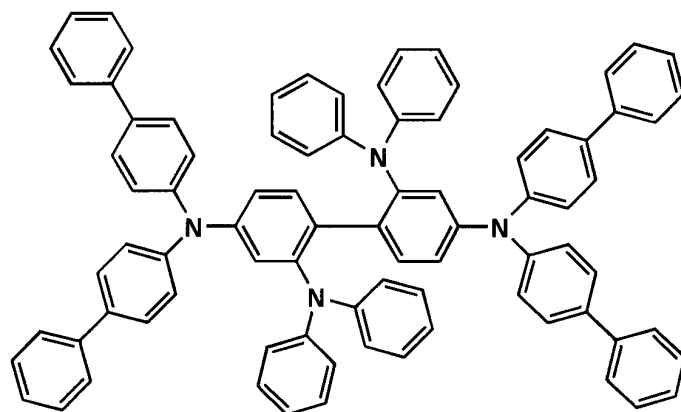
10

5-11



20

5-12



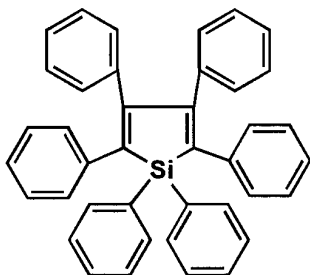
30

40

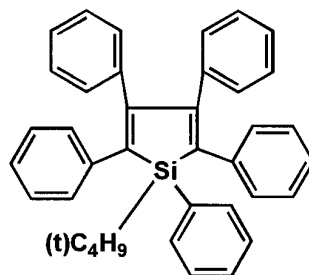
【 0 1 0 5 】

【化 3 8】

2-1

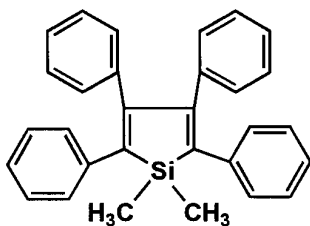


2-2

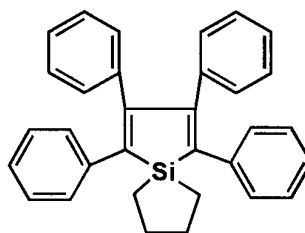


10

2-3

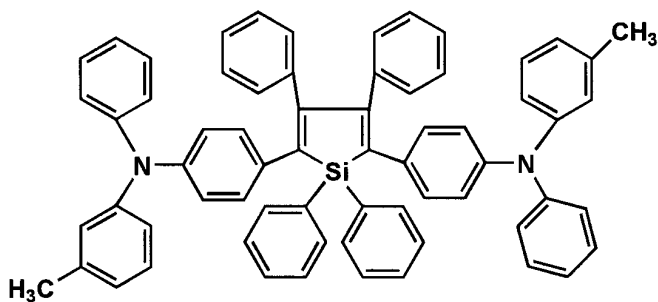


2-4

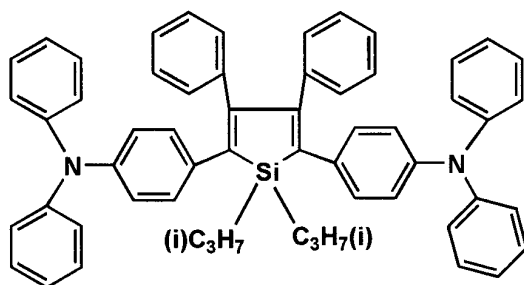


20

2-5



2-6



30

【0106】

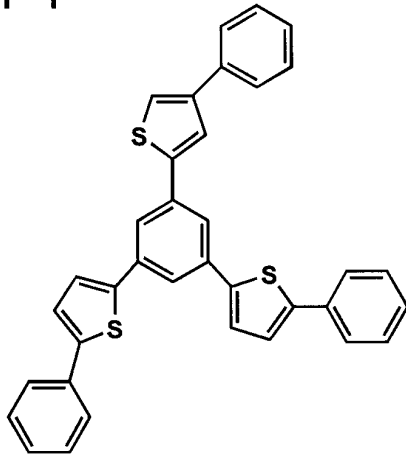
40

又、本発明に用いることのできる分子中の窒素原子数と炭素原子数の比（ N/C ）が 0 以上 0.05 以下である蛍光性化合物としては、前記一般式（I）～（V）で表される化合物の他にも以下の様な化合物があげられる。

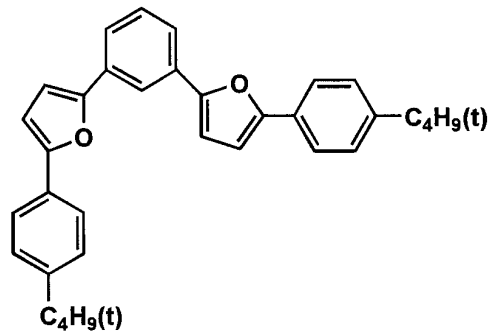
【0107】

【化 3 9】

1-1

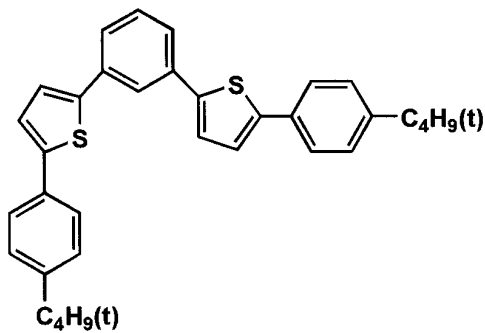


1-2



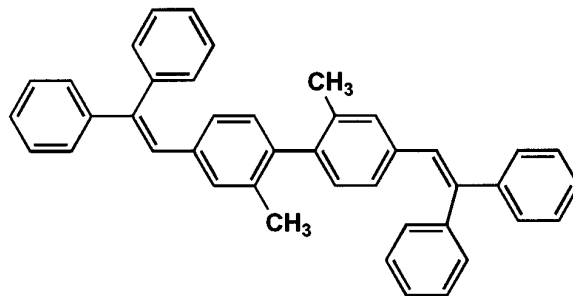
10

1-3



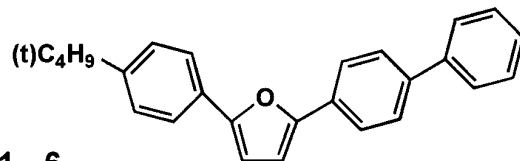
20

1-4

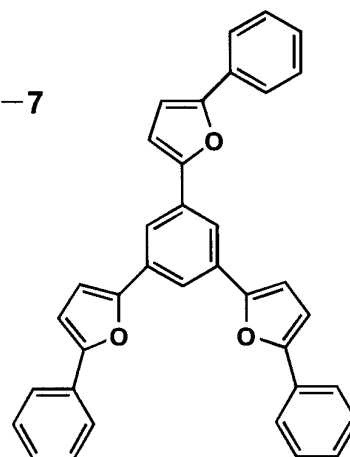


30

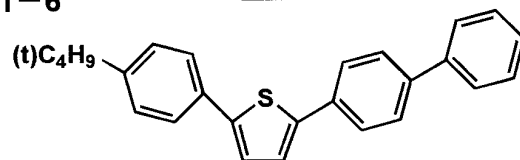
1-5



1-7



1-6



40

【 0 1 0 8 】

本明細書の蛍光性化合物が発光する色は、「新編色彩科学ハンドブック」(日本色彩学会編、東京大学出版会、1985)の108頁の図4.16において、分光放射輝度計CS-1000(ミノルタ製)で測定した結果をCIE色度座標に当てはめたときの色で決

50

定される。

【0109】

一般式(I)～(V)で表される化合物は、ガラス転移温度(T_g)が高いことから、有機エレクトロルミネッセンス素子の材料としての熱安定性も十分にある。T_gは100度以上であることが好ましい。

【0110】

一般式(I)～(V)で表される化合物の分子量は600以上5000以下であることが好ましい。この範囲内の分子量であると発光層を真空蒸着法により容易に作製することができ、有機EL素子の製造が容易になる。さらに、有機EL素子中における蛍光性化合物の熱安定性もよくなる。

【0111】

次に正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層等発光層と組み合わせてEL素子を構成するその他の層について説明する。

【0112】

正孔注入層、正孔輸送層は、陽極より注入された正孔を発光層に伝達する機能を有し、この正孔注入層、正孔輸送層を陽極と発光層の間に介在させることにより、より低い電界で多くの正孔が発光層に注入され、そのうえ、発光層に陰極、電子注入層又は電子輸送層より注入された電子は、発光層と正孔注入層もしくは正孔輸送層の界面に存在する電子の障壁により、発光層内の界面に累積され発光効率が向上するなど発光性能の優れた素子となる。この正孔注入層、正孔輸送層の材料(以下、正孔注入材料、正孔輸送材料という)については、前記の陽極より注入された正孔を発光層に伝達する機能を有する性質をもつものであれば特に制限はなく、従来、光導伝材料において、正孔の電荷注入輸送材料として慣用されているものやEL素子の正孔注入層、正孔輸送層に使用され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。

【0113】

上記正孔注入材料、正孔輸送材料は、正孔の注入もしくは輸送、電子の障壁性のいずれかを有するものであり、有機物、無機物のいずれであってもよい。この正孔注入材料、正孔輸送材料としては、例えばトリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、アニリン系共重合体、また、導電性高分子オリゴマー、特にチオフェンオリゴマーなどが挙げられる。正孔注入材料、正孔輸送材料としては、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、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物、特に芳香族第三級アミン化合物を用いることが好ましい。

【0114】

上記芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物の代表例としては、N, N, N - テトラフェニル - 4, 4 - ジアミノフェニル; N, N - ジフェニル - N, N - ビス(3 - メチルフェニル) - [1, 1 - ビフェニル] - 4, 4 - ジアミン(TPD); 2, 2 - ビス(4 - ジ - p - トリルアミノフェニル)プロパン; 1, 1 - ビス(4 - ジ - p - トリルアミノフェニル)シクロヘキサン; N, N, N, N - テトラ - p - トリル - 4, 4 - ジアミノビフェニル; 1, 1 - ビス(4 - ジ - p - トリルアミノフェニル) - 4 - フェニルシクロヘキサン; ビス(4 - ジメチルアミノ - 2 - メチルフェニル)フェニルメタン; ビス(4 - ジ - p - トリルアミノフェニル)フェニルメタン; N, N - ジフェニル - N, N - ジ(4 - メトキシフェニル) - 4, 4 - ジアミノビフェニル; N, N, N, N - テトラフェニル - 4, 4 - ジアミノジフェニルエーテル; 4, 4 - ビス(ジフェニルアミノ)クオードリフェニル; N, N, N - トリ(p - トリル)アミン; 4 - (ジ - p - トリルアミノ) - 4 - [4 - (ジ - p - トリルアミノ)スチリル]スチルベン; 4 - N, N - ジフェニルアミノ - (2 - ジフェニルビニル)ベンゼン; 3 - メトキシ - 4 - N, N - ジフェニルアミノスチルベンゼン; N - フェニル

10

20

30

40

50

カルバゾール、さらには、米国特許第5,061,569号明細書に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有するもの、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(NPD)、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(MTDATA)などが挙げられる。

【0115】

さらにこれらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

【0116】

また、p型-Si、p型-SiCなどの無機化合物も正孔注入材料、正孔輸送材料として使用することができる。この正孔注入層、正孔輸送層は、上記正孔注入材料、正孔輸送材料を、例えば真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法などの公知の方法により、薄膜化することにより形成することができる。正孔注入層、正孔輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5nm~5μm程度である。この正孔注入層、正孔輸送層は、上記材料の一種又は二種以上からなる一層構造であってもよく、同一組成又は異種組成の複数層からなる積層構造であってもよい。

【0117】

さらに、必要に応じて用いられる電子輸送層は、陰極より注入された電子を発光層に伝達する機能を有していればよく、その材料としては従来公知の化合物の中から任意のものを選択して用いることができる。

【0118】

この電子輸送層に用いられる材料(以下、電子輸送材料という)の例としては、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、ナフタレンペリレンなどの複素環テトラカルボン酸無水物、カルボジイミド、フレオレニリデンメタン誘導体、アントラキノジメタン及びアントロン誘導体、オキサジアゾール誘導体などが挙げられる。さらに、上記オキサジアゾール誘導体において、オキサジアゾール環の酸素原子を硫黄原子に置換したチアジアゾール誘導体、電子吸引基として知られているキノキサリン環を有するキノキサリン誘導体も、電子輸送材料として用いることができる。

【0119】

さらにこれらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

【0120】

また、8-キノリノール誘導体の金属錯体、例えばトリス(8-キノリノール)アルミニウム(Alq)、トリス(5,7-ジクロロ-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(5,7-ジブromo-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(2-メチル-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(5-メチル-8-キノリノール)アルミニウム、ビス(8-キノリノール)亜鉛(Znq)など、及びこれらの金属錯体の中心金属がIn、Mg、Cu、Ca、Sn、Ga又はPbに置き替わった金属錯体も、電子輸送材料として用いることができる。その他、メタルフリー若しくはメタルフタロシアニン、又はそれらの末端がアルキル基やスルホン酸基などで置換されているものも、電子輸送材料として好ましく用いることができる。また、発光層の材料として例示したジスチリルピラジン誘導体も、電子輸送材料として用いることができるし、正孔注入層、正孔輸送層と同様に、n型-Si、n型-SiCなどの無機半導体も電子輸送材料として用いることができる。

【0121】

この電子輸送層は、上記化合物を、例えば真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法などの公知の薄膜形成法により製膜して形成することができる。電子輸送層としての膜厚は、特に制限はないが、通常は5nm~5μmの範囲で選ばれる。この電子輸送層は、これらの電子輸送材料一種又は二種以上からなる一層構造であってもよいし、あるいは、同一組成又は異種組成の複数層からなる積層構造であってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 2 】

又、本発明においては、蛍光性化合物は発光層のみに限定することではなく、発光層に隣接した正孔輸送層、または電子輸送層に前記蛍光性化合物のホスト化合物となる蛍光性化合物と同じ領域に蛍光極大波長を有する蛍光性化合物を少なくとも１種含有させてもよく、それにより更にＥＬ素子の発光効率を高めることができる。これらの正孔輸送層や電子輸送層に含有される蛍光性化合物としては、発光層に含有されるものと同様に蛍光極大波長が３５０ｎｍから４４０ｎｍ、更に好ましくは３９０ｎｍ～４１０ｎｍの範囲にある蛍光性化合物が用いられる。

【 0 1 2 3 】

本発明の有機ＥＬ素子に好ましく用いられる基盤は、ガラス、プラスチックなどの種類には特に限定はなく、また、透明のものであれば特に制限はない。本発明のエレクトロルミネッセンス素子に好ましく用いられる基盤としては例えばガラス、石英、光透過性プラスチックフィルムを挙げることができる。

【 0 1 2 4 】

光透過性プラスチックフィルムとしては、例えばポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）、ポリエチレンナフタレート（ＰＥＮ）、ポリエーテルスルホン（ＰＥＳ）、ポリエーテルイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド、ポリアリレート、ポリイミド、ポリカーボネート（ＰＣ）、セルローストリアセテート（ＴＡＣ）、セルロースアセテートプロピオネート（ＣＡＰ）等からなるフィルム等が挙げられる。

【 0 1 2 5 】

次に、該有機ＥＬ素子を作製する好適な例を説明する。例として、前記の陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／電子注入層／陰極からなるＥＬ素子の作製法について説明する。

【 0 1 2 6 】

まず適当な基板上に、所望の電極用物質、例えば陽極用物質からなる薄膜を、１μｍ以下、好ましくは１０～２００ｎｍの範囲の膜厚になるように、蒸着やスパッタリングなどの方法により形成させて陽極を作製する。次に、この上に素子材料である正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層／電子注入層からなる薄膜を形成させる。

【 0 1 2 7 】

さらに、陽極と発光層または正孔注入層の間、および、陰極と発光層または電子注入層との間にはバッファ層（電極界面層）を存在させてもよい。

【 0 1 2 8 】

バッファ層とは、駆動電圧低下や発光効率向上のために電極と有機層間に設けられる層のことで、「有機ＥＬ素子とその工業化最前線（１９９８年１１月３０日エヌ・ティー・エス社発行）」の第２編第２章「電極材料」（第１２３頁～第１６６頁）に詳細に記載されており、陽極バッファ層と陰極バッファ層とがある。

【 0 1 2 9 】

陽極バッファ層は、特開平９－４５４７９号、同９－２６００６２号、同８－２８８０６９号等にもその詳細が記載されており、具体例として、銅フタロシアニンに代表されるフタロシアニンバッファ層、酸化バナジウムに代表される酸化物バッファ層、アモルファスカーボンバッファ層、ポリアニリン（エメラルディン）やポリチオフェン等の導電性高分子を用いた高分子バッファ層等が挙げられる。

【 0 1 3 0 】

陰極バッファ層は、特開平６－３２５８７１号、同９－１７５７４号、同１０－７４５８６号等にもその詳細が記載されており、具体的にはストロンチウムやアルミニウム等に代表される金属バッファ層、フッ化リチウムに代表されるアルカリ金属化合物バッファ層、フッ化マグネシウムに代表されるアルカリ土類金属化合物バッファ層、酸化アルミニウム、酸化リチウムに代表される酸化物バッファ層等が挙げられる。

【 0 1 3 1 】

上記バッファ層はごく薄い膜であることが望ましく、素材にもよるが、その膜厚は０

10

20

30

40

50

、 $1 \sim 100 \text{ nm}$ の範囲が好ましい。

【0132】

さらに上記基本構成層の他に必要に応じてその他の機能を有する層を積層してもよく、例えば特開平11-204258号、同11-204359号、および「有機EL素子とその工業化最前線（1998年11月30日エヌ・ティー・エス社発行）」の第237頁等に記載されている正孔阻止（ホールブロック）層などのような機能層を有していても良い。

【0133】

バッファ層は、陰極バッファ層または陽極バッファ層の少なくとも何れか1つの層内に本発明の化合物の少なくとも1種が存在して、発光層として機能してもよい。

10

【0134】

次に有機EL素子の電極について説明する。有機EL素子の電極は、陰極と陽極からなる。

【0135】

この有機EL素子における陽極としては、仕事関数の大きい（ 4 eV 以上）金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としてはAuなどの金属、CuI、インジウムチンオキシド（ITO）、 SnO_2 、ZnOなどの導電性透明材料が挙げられる。

【0136】

上記陽極は、蒸着やスパッタリングなどの方法により、これらの電極物質の薄膜を形成させ、フォトリソグラフィ法で所望の形状のパターンを形成してもよく、あるいはパターン精度をあまり必要としない場合は（ $100 \mu\text{m}$ 以上程度）、上記電極物質の蒸着やスパッタリング時に所望の形状のマスクを介してパターンを形成してもよい。この陽極より発光を取り出す場合には、透過率を10%より大きくすることが望ましく、また、陽極としてのシート抵抗は数百 Ω/\square 以下が好ましい。さらに膜厚は材料にもよるが、通常 $10 \text{ nm} \sim 1 \mu\text{m}$ 、好ましくは $10 \text{ nm} \sim 200 \text{ nm}$ の範囲で選ばれる。

20

【0137】

一方、陰極としては、仕事関数の小さい（ 4 eV 以下）金属（電子注入性金属と称する）、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム/銅混合物、マグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）混合物、インジウム、リチウム/アルミニウム混合物、希土類金属などが挙げられる。これらの中で、電子注入性及び酸化などに対する耐久性の点から、電子注入性金属とこれより仕事関数の値が大きく安定な金属である第二金属との混合物、例えばマグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）混合物、リチウム/アルミニウム混合物などが好適である。上記陰極は、これらの電極物質を蒸着やスパッタリングなどの方法により、薄膜を形成させることにより、作製することができる。また、陰極としてのシート抵抗は数百 Ω/\square 以下が好ましく、膜厚は通常 $10 \text{ nm} \sim 1 \mu\text{m}$ 、好ましくは $50 \sim 200 \text{ nm}$ の範囲で選ばれる。なお、発光を透過させるため、有機EL素子の陽極又は陰極のいずれか一方が、透明又は半透明であれば発光効率が向上するので好都合である。

30

40

【0138】

次に有機EL素子の作製方法について説明する。

【0139】

薄膜化の方法としては、前記の如くスピンコート法、キャスト法、蒸着法などがあるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが生成しにくいなどの点から、真空蒸着法が好ましい。薄膜化に、真空蒸着法を採用する場合、その蒸着条件は、使用する化合物の種類、分子堆積膜の目的とする結晶構造、会合構造などにより異なるが、一般にボート加熱温度 $50 \sim 450$ 、真空度 $10^{-6} \sim 10^{-3} \text{ Pa}$ 、蒸着速度 $0.01 \sim 50 \text{ nm/秒}$ 、基

50

板温度 - 50 ~ 300 、膜厚 5 nm ~ 5 μm の範囲で適宜選ぶことが望ましい。

【0140】

前記の様に、適当な基板上に、所望の電極用物質、例えば陽極用物質からなる薄膜を、1 μm 以下、好ましくは 10 ~ 200 nm の範囲の膜厚になるように、蒸着やスパッタリングなどの方法により形成させて陽極を作製した後、該陽極上に前記の通り正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層 / 電子注入層からなる各層薄膜を形成させた後、その上に陰極用物質からなる薄膜を 1 μm 以下、好ましくは 50 ~ 200 nm の範囲の膜厚になるように、例えば蒸着やスパッタリングなどの方法により形成させ、陰極を設けることにより、所望の有機 EL 素子が得られる。この有機 EL 素子の作製は、一回の真空引きで一貫してこの様に正孔注入層から陰極まで作製するのが好ましいが、作製順序を逆にして、陰極、電子注入層、発光層、正孔注入層、陽極の順に作製することも可能である。このようにして得られた有機 EL 素子に、直流電圧を印加する場合には、陽極を +、陰極を - の極性として電圧 5 ~ 40 V 程度を印加すると、発光が観測できる。また、逆の極性で電圧を印加しても電流は流れずに発光は全く生じない。さらに、交流電圧を印加する場合には、陽極が +、陰極が - の状態になったときのみ発光する。なお、印加する交流の波形は任意でよい。

10

【実施例】

【0141】

以下、実施例を挙げて本発明を詳細に説明するが、本発明の態様はこれに限定されない。

20

【0142】

実施例 1

エレクトロルミネッセンス素子 No. 1 - 1 ~ 1 - 22 を以下のように作製した。

【0143】

有機 EL 素子の作製

陽極として 100 mm × 100 mm × 1.1 mm のガラス基板上に ITO (インジウムチンオキシド) を 150 nm 成膜した基板 (NH テクノグラス社製 NA - 45) にパターニングを行った後、この ITO 透明電極を設けた透明支持基板をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UV オゾン洗浄を 5 分間行なった。

【0144】

この透明支持基板を、市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに固定し、一方、モリブデン製抵抗加熱ポートに、- NPD を 200 mg 入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートに CBP を 200 mg 入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートにバソキュプロイン (BC) を 200 mg 入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートに Ir - 1 (燐光性化合物) を 100 mg 入れ、さらに別のモリブデン製抵抗加熱ポートに Alq₃ を 200 mg 入れ、真空蒸着装置に取付けた。次いで、真空槽を 4×10^{-4} Pa まで減圧した後、- NPD の入った前記加熱ポートに通電して、220 °C まで加熱し、蒸着速度 0.1 nm / sec で透明支持基板に蒸着し、膜厚 45 nm の正孔輸送層を設けた。さらに、CBP と Ir - 1 の入った前記加熱ポートに通電して 220 °C まで加熱し、それぞれ蒸着速度 0.1 nm / sec、0.01 nm / sec で前記正孔輸送層上に共蒸着して膜厚 20 nm の発光層を設けた。なお、蒸着時の基板温度は室温であった。さらに、BC の入った前記加熱ポートに通電して 250 °C まで加熱し、蒸着速度 0.1 nm / sec で前記発光層の上に蒸着して膜厚 10 nm の正孔阻止の役割も兼ねた電子輸送層を設けた。その上に、さらに、Alq₃ の入った前記加熱ポートに通電して 250 °C まで加熱し、蒸着速度 0.1 nm / sec で前記電子輸送層の上に蒸着して更に膜厚 40 nm の電子輸送層を設けた。なお、蒸着時の基板温度は室温であった。

30

40

【0145】

次に、真空槽をあけ、電子輸送層の上にステンレス鋼製の長方形穴あきマスクを設置し、一方、モリブデン製抵抗加熱ポートにマグネシウム 3 g を入れ、タングステン製の蒸着用バスケットに銀を 0.5 g 入れ、再び真空槽を 2×10^{-4} Pa まで減圧した後、マグネ

50

シウム入りのボートに通電して蒸着速度 $1.5 \sim 2.0 \text{ nm/sec}$ でマグネシウムを蒸着し、この際、同時に銀のバスケットを加熱し、蒸着速度 0.1 nm/sec で銀を蒸着し、前記マグネシウムと銀との混合物からなる対向電極とすることにより、有機EL素子 No. 1 - 1 (比較用) を作製した。

【0146】

上記において、発光層のCBP、燐光性化合物を表2にしめす化合物に置き換えた以外は全く同じ方法で、有機EL素子 No. 1 - 2 ~ 1 - 22 を作製した。

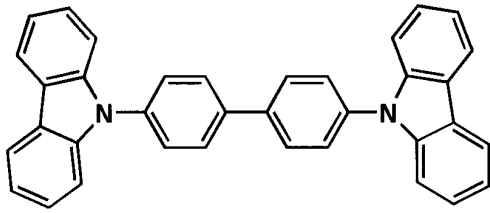
【0147】

上記で使用した化合物の構造を以下に示す。

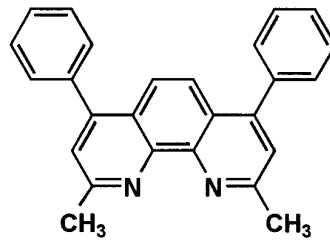
【0148】

【化 4 0】

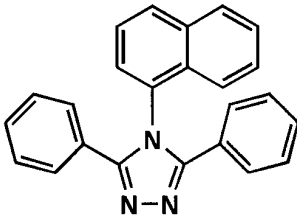
CBP



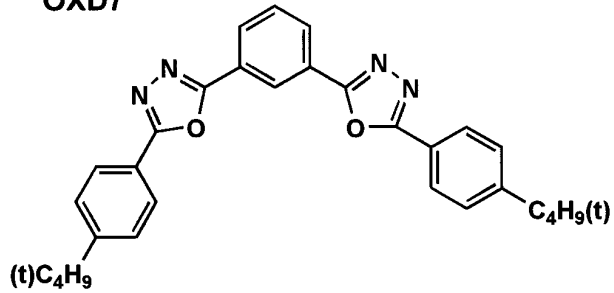
BC



TAZ

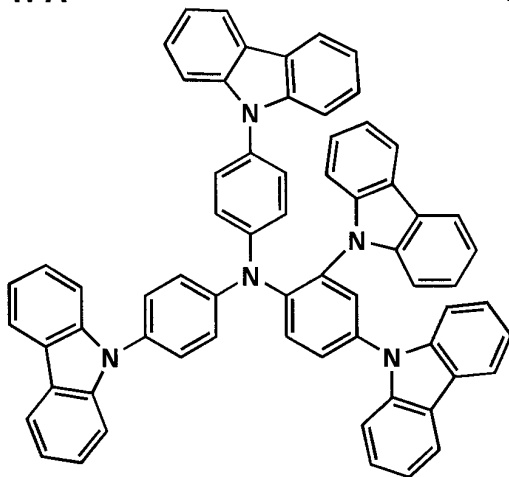
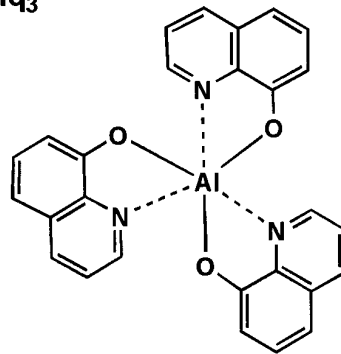


OXD7

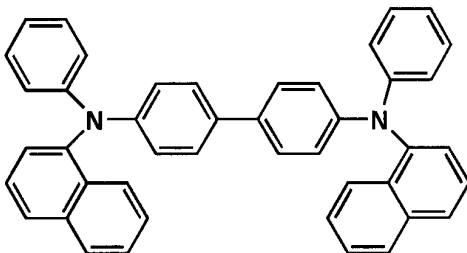


10

TPA

Alq₃

20

 α -NPD

30

40

【 0 1 4 9】

有機EL素子No. 1-1~1-22の発光輝度および発光寿命の評価

有機EL素子No. 1-1では、初期駆動電圧3Vで電流が流れ始め、発光層のドーパントである燐光性化合物からの発光を示した。有機EL素子No. 1-1の温度23℃、

50

乾燥窒素ガス雰囲気下で9V直流電圧を印加した時の発光輝度をミノルタ製CS-1000を用いて測定し、この値を100としたときの有機EL素子各試料それぞれの発光輝度の比の値(相対値)を表2に示す。

【0150】

【表2】

有機EL素子 No.	発光層 の化合物	N/C	蛍光極大波長 (nm)	分子量	蛍光性 化合物	発光輝度	発光色	備考
1-1	CBP	0.056	405	484	Ir-1	100	緑	比較
1-2	TAZ	0.125	415	347	Ir-1	138	緑	比較
1-3	OXD7	0.2	375	478	Ir-1	135	緑	比較
1-4	BC	0.077	398	360	Ir-1	103	緑	比較
1-5	TPA	0.076	425	906	Ir-1	86	緑	比較
1-6	(1)	0.0238	385	558	Ir-1	163	緑	本発明
1-7	(6)	0.0152	407	858	Ir-1	180	緑	本発明
1-8	(7)	0.0152	405	858	Ir-1	180	緑	本発明
1-9	(9)	0.0208	380	628	Ir-1	171	緑	本発明
1-10	(38)	0.0159	412	816	Ir-1	175	緑	本発明
1-11	(48)	0.0417	399	873	Ir-1	155	緑	本発明
1-12	(1)	0.0238	385	558	Ir-2	161	緑	本発明
1-13	(6)	0.0152	407	858	Ir-3	168	緑	本発明
1-14	(7)	0.0152	405	858	Ir-5	175	緑	本発明
1-15	(9)	0.0208	380	628	Ir-8	188	緑	本発明
1-16	(38)	0.0159	412	816	Ir-9	185	赤	本発明
1-17	NT-1	0.05	385	825	Ir-1	157	緑	本発明
1-18	NT-11	0.0435	402	831	Ir-1	150	緑	本発明
1-19	NP-1	0.037	420	725	Ir-1	173	緑	本発明
1-20	5-5	0.0323	415	821	Ir-1	158	緑	本発明
1-21	1-1	0	430	553	Ir-1	152	緑	参考
1-22	1-2	0	424	475	Ir-1	155	緑	参考

【0151】

表2から明らかなように、本発明の化合物を発光層に用いたエレクトロルミネッセンス素子は、発光輝度が高いことから、有機EL素子として非常に有用であることが判明し、以下の3点が明らかとなった。

(1) N/Cが0.05(5%)以下のホスト化合物を用いた素子は発光輝度が高く、とりわけ、N/Cが0.03(3%)以下である場合は、さらに発光輝度が向上している。
(2) N/Cが0.05(5%)以下でも、ホスト化合物の蛍光極大波長が350~440nmの場合に発光輝度が大きい。

(3) N/Cが0.05(5%)以下で、蛍光極大波長が350~440nmで、分子量が600以上という条件が満たされている場合に、最も発光輝度が大きい。

【0152】

尚、Ir-1、2、3、5、8、9の蛍光性化合物の蛍光量子収率は、25℃テトラヒドロフラン中で測定した結果、それぞれ、0.36、0.32、0.27、0.12、0.34、0.21であった。

【0153】

また、ホストとなる蛍光性化合物の蛍光極大波長は、蛍光性化合物をガラス基板上に100nmの厚みで蒸着したときの蒸着膜の蛍光スペクトルを測定した時の極大値である。

【0154】

実施例2

10

20

30

40

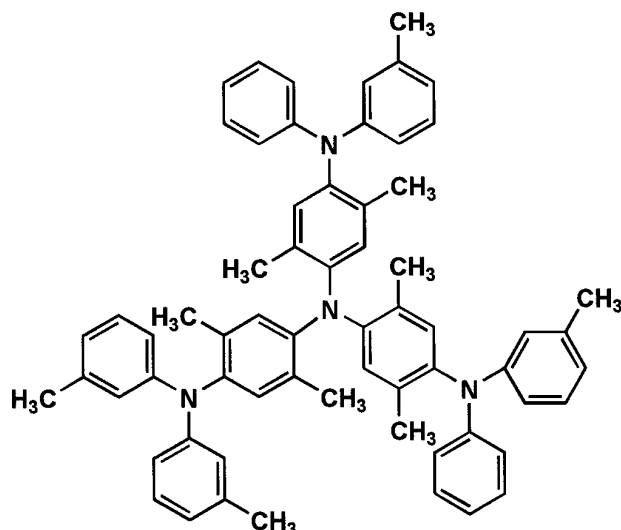
50

さらに、有機EL素子No. 1-1~1-22に対して、正孔輸送材料を-NPD(蛍光極大発光波長が452nm)からm-MTDATXA(蛍光極大発光波長が399nm)に置き換えた以外は、実施例1と全く同様にして有機EL素子を作製したところ、発光輝度の向上が見られた。

【0155】

【化41】

m-MTDATXA



10

20

【0156】

実施例3

実施例1で作製した有機EL素子の陰極をAlに置き換え、陰極と電子輸送層の間に陰極バッファ層として、LiFを0.5nm蒸着して陰極バッファ層を設けた以外は、実施例1における有機EL素子No. 1-1~1-22と全く同様にして有機EL素子No. 3-1~3-22を作製した。実施例1と同様に発光輝度をミノルタ製CS-1000を用いて測定したところ、有機EL素子No. 3-8は、前記有機EL素子No. 1-8との相対比較で、発光輝度142となった。また、有機EL素子No. 3-1~3-22のうちのその他の素子についても、同様に、陰極バッファ層の導入が効果的であった。

30

【0157】

実施例4

実施例1における有機EL素子No. 1-1、1-8において燐光性化合物をIr-1からそれぞれPt-3(2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18-オクタエチル-21H-23H-ポルフィンプラチナム(II)(PtOEP); ポルフィリンプロダクツ株式会社製)に置き換えた以外は、実施例1と全く同様にして有機エレクトロルミネッセンス素子No. 4-1、4-2を作製した。

40

【0158】

また、同様に実施例1における有機EL素子No. 1-1、1-7において燐光性化合物をIr-1からそれぞれPt-2に置き換えた以外は、実施例1と全く同様にして有機エレクトロルミネッセンス素子No. 4-3、4-4を作製した。

【0159】

これらの有機EL素子の発光輝度を測定した。その結果、本発明の化合物を用いた有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光輝度の改善が確認された。

【0160】

50

なお、Pt - 3を用いた場合は赤色の発光が得られ、Pt - 2を用いた場合は青色の発光が得られた。

【0161】

実施例 5

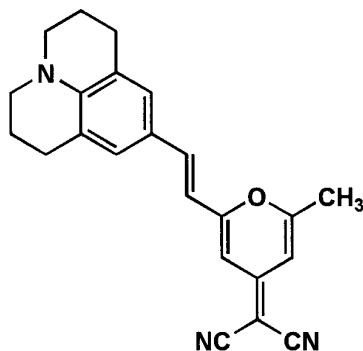
実施例 1 において、発光層の構成を蛍光性化合物 (7) と 1 質量 % の DCM2 の層 (発光層 A) を 1 nm、(7) と 10 質量 % の Ir - 1 の層 (発光層 B) を 1 nm それぞれを交互に 5 層積層 (合計 10 nm) したものに变更した以外は、実施例 1 と同様にして本発明の有機 EL 素子 No. 5 - 1 を作製した。

【0162】

【化 4 2】

10

DCM2



20

【0163】

有機 EL 素子 No. 5 - 1 において DCM2 からの発光が 590 nm に観測された。

【0164】

上記蛍光性化合物 (7) を CBP に置き換えた以外有機 EL 素子 No. 5 - 1 と全く同様にして比較の有機 EL 素子 No. 5 - 2 を作製した。有機 EL 素子 No. 5 - 2 から DCM2 からの発光が 590 nm に観測されたが、発光輝度は蛍光性化合物 (7) を使用した場合の 0.60 倍であり本発明の構成の方が高輝度の点で有利であることが分かった。

30

【0165】

実施例 6

実施例 1 および 4 で作製したそれぞれ赤色、緑色、青色発光有機エレクトロルミネセンス素子を同一基板上に並置し、図 1 に示すアクティブマトリクス方式フルカラー表示装置を作製した。

【0166】

図 1 には作製したフルカラー表示装置の表示部の模式図のみを示した。即ち同一基板上に、複数の走査線 5 及びデータ線 6 を含む配線部と、並置した複数の画素 3 (発光の色が赤領域の画素、緑領域の画素、青領域の画素等) とを有し、配線部の走査線 5 及び複数のデータ線 6 は、それぞれ導電材料からなり、走査線 5 とデータ線 6 は格子状に直交して、直交する位置で画素 3 に接続している (詳細は図示せず)。前記複数画素 3 は、それぞれの発光色に対応した有機 EL 素子、アクティブ素子であるスイッチングトランジスタと駆動トランジスタそれぞれが設けられたアクティブマトリクス方式で駆動されており、走査線 5 から走査信号が印加されると、データ線 6 から画像データ信号を受け取り、受け取った画像データに応じて発光する。この様に各赤、緑、青の画素を適宜、並置することによって、フルカラー表示が可能となる。

40

【0167】

該フルカラー表示装置を駆動することにより、輝度の高い鮮明なフルカラー動画表示が

50

得られた。

【 0 1 6 8 】

実施例 7

実施例 1 の有機 EL 素子 No. 1 - 1 と同様にして、発光層の化合物、燐光性化合物を表 3 に示す化合物に置き換えた以外は全く同じ方法で、有機 EL 素子 No. 7 - 1 ~ 7 - 2 2 を作製した。

【 0 1 6 9 】

各有機 EL 素子の温度 2 3 で、乾燥室素ガス雰囲気下で 9 V の直流電圧を印加した時の発光輝度の半減する時間（発光寿命）を測定し有機 EL 素子 No. 7 - 1 を 1 0 0 とした時の相対値で表した。発光輝度 [c d / m²] については、ミノルタ製 C S - 1 0 0 0

10

【 0 1 7 0 】

【表 3】

有機 EL 素子 No.	発光層の化合物	N/C	燐光性化合物	発光寿命	発光色	備 考
7-1	TPB	0	lr-1	100	緑	比 較
7-2	TCPB	0.05	lr-1	92	緑	比 較
7-3	CBP	0.056	lr-1	86	緑	比 較
7-4	TAZ	0.125	lr-1	82	緑	比 較
7-5	OXD7	0.2	lr-1	94	緑	比 較
7-6	BC	0.077	lr-1	56	緑	比 較
7-7	TPA	0.076	lr-1	62	緑	比 較
7-8	(6)	0.0152	lr-1	238	緑	本発明
7-9	(7)	0.0152	lr-1	225	緑	本発明
7-10	(9)	0.0208	lr-1	204	緑	本発明
7-11	(38)	0.0159	lr-1	216	緑	本発明
7-12	(48)	0.0417	lr-1	163	緑	比 較
7-13	(1)	0.0238	lr-2	201	緑	本発明
7-14	(6)	0.0152	lr-3	227	緑	本発明
7-15	(9)	0.0208	lr-8	212	緑	本発明
7-16	(38)	0.0159	lr-9	225	赤	本発明
7-17	NT-1	0.05	lr-1	101	緑	比 較
7-18	NT-11	0.0435	lr-1	162	緑	比 較
7-19	NP-1	0.037	lr-1	164	緑	比 較
7-20	5-5	0.0323	lr-1	161	緑	比 較
7-21	1-1	0	lr-1	102	緑	比 較
7-22	1-2	0	lr-1	108	緑	比 較

20

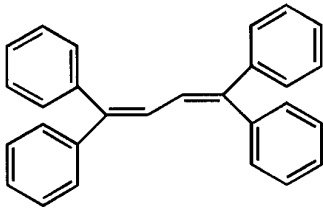
30

40

【 0 1 7 1 】

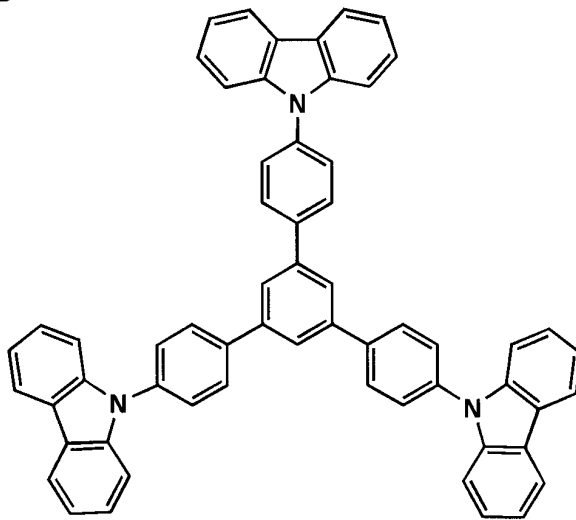
【化 4 3】

TPB



10

TCPB



20

【 0 1 7 2 】

表 3 から明らかなように、本発明の N / C が 0 より大で 0 . 0 5 未満のホスト化合物、特に N / C が 0 より大で 0 . 0 3 以下のホスト化合物を発光層に用いたエレクトロルミネッセンス素子は、輝度の半減する時間（発光寿命）が長いことから、有機 EL 素子として非常に有用であることが判明した。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 1 7 3 】

【図 1】アクティブマトリクス方式フルカラー表示装置の表示部の模式図。

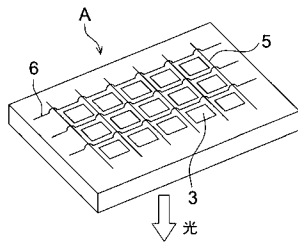
【符号の説明】

【 0 1 7 4 】

- A 表示部（ディスプレイ）
- 3 画素
- 5 走査線
- 6 データ線

40

【図 1】



フロントページの続き

(72)発明者 北 弘志

東京都日野市さくら町1番地コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内

審査官 福永 千尋

(56)参考文献 国際公開第00/057676(WO,A1)

特開2002-356462(JP,A)

特開2002-249765(JP,A)

特開2002-100476(JP,A)

特開2000-156290(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H01L 51/50

C09K 11/06

专利名称(译)	有机电致发光器件和显示器件		
公开(公告)号	JP4962284B2	公开(公告)日	2012-06-27
申请号	JP2007304202	申请日	2007-11-26
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达控股公司		
当前申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达控股公司		
[标]发明人	山田岳俊 木下基 押山智寛 北弘志		
发明人	山田 岳俊 木下 基 押山 智寛 北 弘志		
IPC分类号	H01L51/50 C09K11/06		
FI分类号	H05B33/14.B C09K11/06.620 C09K11/06.660		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC02 3K107/CC14 3K107/DD53 3K107/DD59 3K107/DD64 3K107/DD66 3K107/DD67 3K107/FF13		
优先权	2001181543 2001-06-15 JP		
其他公开文献	JP2008135747A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：使用有机EL元件提供高亮度有机EL元件和低功耗和高亮度的显示单元。ZSOLUTION：在具有包含荧光化合物和磷光化合物的发光层的有机电致发光元件中，荧光化合物包含由式(1)表示的化合物，并且进一步通过在该状态下的电致发光获得的发光最大波长该元素的长度大于荧光化合物的荧光最大波长。式中，R^{SB}1和2分别表示取代基，Ar表示芳香族烃环或可具有取代基的芳香族杂环基，(n)表示整数0-3。

