

(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2005-293882

(P2005-293882A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/14	H05B 33/14 B	3K007
C09K 11/06	C09K 11/06 635	
H05B 33/22	C09K 11/06 640	
	C09K 11/06 645	
	C09K 11/06 650	
審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 68 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2004-103248 (P2004-103248)	(71) 出願人	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
(22) 出願日	平成16年3月31日 (2004.3.31)	(72) 発明者	植田 則子 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	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	加藤 栄作 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	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
		Fターム(参考)	3K007 AB02 AB03 AB14 DB03

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子、表示装置及び照明装置

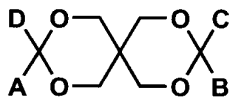
(57) 【要約】

【課題】 高い発光輝度と発光効率を示し、長寿命であり、且つ、高温保存条件時の耐熱性にも優れている有機エレクトロルミネッセンス素子及びそれを用いた照明装置、表示装置を提供する。

【解決手段】 下記一般式(1)で表される化合物を少なくとも一種含有す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(1)



【選択図】 なし

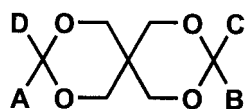
## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

下記一般式(1)で表される化合物を少なくとも一種含有す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(1)



10

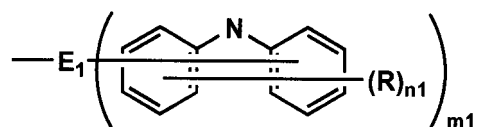
〔式中、A、B、C及びDは、各々水素原子または置換基を表す。但し、A、B、C及びDの少なくとも一つは、アリーレン基を含む基またはヘテロアリーレン基を含む基である。〕

## 【請求項 2】

前記A、B、C及びDの少なくとも一つは、下記一般式(2)で表される基であることを特徴とする請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【化 2】

## 一般式(2)



〔式中、E<sub>1</sub>は、アルキレン基を含むアリーレン基、アルキレン基を含むヘテロアリーレン基、またはアルキレン基を表し、Rは置換基を表し、n<sub>1</sub>は0～8の整数を表し、該Rが複数の場合、前記Rは、互いに異なっても同一でも良い。m<sub>1</sub>は、1～3の整数を表す。〕

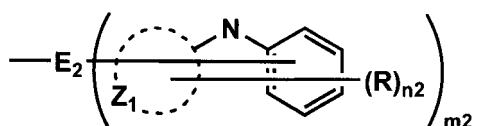
30

## 【請求項 3】

前記A、B、C及びDの少なくとも一つは、下記一般式(3)で表される基であることを特徴とする請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【化 3】

## 一般式(3)



40

〔式中、E<sub>2</sub>は、アルキレン基を含んでもよいアリーレン基、アルキレン基を含んでもよいヘテロアリーレン基、またはアルキレン基を表し、Rは置換基を表し、n<sub>2</sub>は0～7の整数を表し、該Rが複数の場合、前記Rは、互いに異なっても同一でも良い。Z<sub>1</sub>は、構成原子として少なくとも一つの窒素原子を含む、6員の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表す。m<sub>2</sub>は、1～3の整数を表す。〕

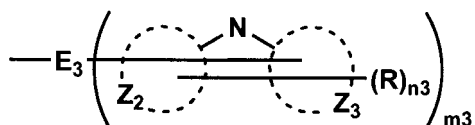
## 【請求項 4】

50

前記 A、B、C 及び D の少なくとも一つは、下記一般式 (4) で表される基であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 4】

#### 一般式(4)



10

〔式中、E<sub>3</sub>は、アルキレン基を含んでもよいアリーレン基、アルキレン基を含んでもよいヘテロアリーレン基、またはアルキレン基を表し、Rは置換基を表し、n<sub>3</sub>は0～6の整数を表し、該Rが複数の場合、前記Rは、互いに異なっていても同一でも良い。m<sub>3</sub>は1～3の整数を表す。Z<sub>2</sub>、Z<sub>3</sub>は、各々構成原子として少なくとも一つの窒素原子を含む、6員の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表す。〕

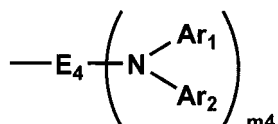
【請求項 5】

前記 A、B、C 及び D の少なくとも一つは、下記一般式 (5) で表される基であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 5】

20

#### 一般式(5)



〔式中、E<sub>4</sub>はアルキレン基を含んでもよいアリーレン基、アルキレン基を含んでもよいヘテロアリーレン基、またはアルキレン基を表し、Ar<sub>1</sub>及びAr<sub>2</sub>は、各々アリアル基または芳香族複素環基を表し、m<sub>4</sub>は1～3の整数を表す。該Ar<sub>1</sub>、該Ar<sub>2</sub>が、複数の場合、各々互いに異なっていてもよく同一でも良い。〕

30

【請求項 6】

構成層として、少なくとも一層の発光層を有し、該発光層が、前記一般式 (1) で表される化合物を少なくとも一種含有することを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一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】

構成層として、少なくとも発光層と正孔輸送層を有し、該正孔輸送層が、前記一般式 (1) で表される化合物を少なくとも一種含有することを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

40

【請求項 8】

構成層として、少なくとも発光層と正孔阻止層を有し、該正孔阻止層が、前記一般式 (1) で表される化合物を少なくとも一種含有することを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 9】

前記発光層がリン光性化合物を含有することを特徴とする請求項 1～8 のいずれか一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】

前記リン光性化合物は、オスミウム、イリジウム、ロ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 9 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

50

## 【請求項 1 1】

白色に発光することを特徴とする請求項 1 ~ 1 0 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 1 2】

請求項 1 ~ 1 1 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備えたことを特徴とする表示装置。

## 【請求項 1 3】

請求項 1 ~ 1 1 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備えたことを特徴とする照明装置。

## 【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載の照明装置と、表示手段として液晶素子と、を備えたことを特徴とする表示装置。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子、表示装置及び照明装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、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 (以下、有機 EL 素子とも略記する) 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。

20

## 【0003】

一方、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 10 V 程度の電圧で発光が可能であり、更に、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。

30

## 【0004】

将来の実用化に向けた有機 EL 素子の開発としては、更に低消費電力で効率よく、高輝度に発光する有機 EL 素子が望まれており、例えば、スチルベン誘導体、ジスチリルアリーレン誘導体、またはトリス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する技術 (例えば、特許文献 1 参照。)、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 (例えば、特許文献 2 参照。)、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 (例えば、特許文献 3 参照。 ) 等が知られている。

## 【0005】

上記文献に開示されている技術では、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 (  $\eta_{ext}$  ) の限界は 5 % とされている。

40

## 【0006】

一方、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 (例えば、非特許文献 1 参照。 ) 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、非特許文献 2 及び特許文献 4 参照。 ) 。

## 【0007】

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

50

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。

【0008】

一方、有機EL素子の発光輝度と発光寿命の向上のために、発光層と陰極の間に、発光層からの正孔の移動を制限する正孔阻止層を設けることが提案されている。この正孔阻止層により、正孔を発光層中に効率よく蓄積することによって、電子との再結合確率を向上させ、発光の高効率化を達成することができる。正孔阻止材料としてフェナントロリン誘導体やトリアゾール誘導体の単独使用が有効であると報告されている(特許文献5及び特許文献6参照)。また、ある特定のアルミニウム錯体を正孔ブロック層に使用して、長寿命な有機EL素子を実現している(特許文献7参照)。

10

【0009】

このように正孔阻止層の導入により、燐光性化合物を使用した有機EL素子では緑色では内部量子効率としてほぼ100%、寿命についても2万時間が達成されている(非特許文献3参照)が、発光輝度については、まだ改善の余地が残っている。

【0010】

また、青～青緑色のリン光性化合物をドーパントとして用いた場合、CBPのようなカルバゾール誘導体をホスト化合物として使用した例があるが、その外部取り出し量子効率が6%と、不十分な結果であり(非特許文献4参照)、改良の余地が残っている。青色に関しては、蛍光性化合物からの発光を利用したものであるが、カルバゾール誘導体の分子の真中のピアリアル部位に連結基を導入して、青色の色純度に優れ、長寿命な有機EL素子が作製されている(例えば、特許文献8参照)。さらに、前記化合物に加えて、特定の五配位の金属錯体を正孔阻止層に使用、リン光性化合物をドーパントとして使用した場合に、更なる長寿命化が達成されている(例えば、特許文献9参照)。

20

【0011】

さらに、他にもカルバゾール誘導体を用いた有機EL素子が作製されている(例えば、特許文献10～21)。しかしながら、上記特許に記載のカルバゾール誘導体は、実用化に耐える発光効率と耐熱性を有するまでには至っていない。今後の実用化に向けた有機EL素子では、更に、低消費電力で効率よく高輝度に発光し、さらに長寿命である有機EL素子の開発が望まれている。

【特許文献1】特許第3093796号明細書

30

【特許文献2】特開昭63-264692号公報

【特許文献3】特開平3-255190号公報

【特許文献4】米国特許第6,097,147号明細書

【特許文献5】特開平8-109373号公報

【特許文献6】特開平10-233284号公報

【特許文献7】特開2001-284056号公報

【特許文献8】特開2000-21572号公報

【特許文献9】特開2002-8860号公報

【特許文献10】特開2002-203663号公報

【特許文献11】特開平8-3547号公報

40

【特許文献12】特開平8-143861号公報

【特許文献13】特開平8-143862号公報

【特許文献14】特開平9-249876号公報

【特許文献15】特開平11-144866号公報

【特許文献16】特開平11-144867号公報

【特許文献17】特開平8-60144号公報

【特許文献18】特開2002-8860号公報

【特許文献19】特開2003-77674号公報

【特許文献20】国際公開第03/50201号パンフレット

【特許文献21】特開2003-231692号公報

50

【非特許文献1】M. A. Baldo et al., nature、395巻、151 - 154ページ(1998年)

【非特許文献2】M. A. Baldo et al., nature、403巻、17号、750 - 753ページ(2000年)

【非特許文献3】第62回応用物理学会学術講演会予稿集12-a-M7、パイオニア技術情報誌、第11巻、第1号

【非特許文献4】第62回応用物理学会学術講演会予稿集12-a-M8

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

10

本発明は、高い発光輝度と発光効率を示し、長寿命であり、且つ、高温保存条件時の耐熱性にも優れている有機エレクトロルミネッセンス素子及びそれを用いた照明装置、表示装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の上記目的は下記の構成1~14により達成された。

【0014】

(請求項1)

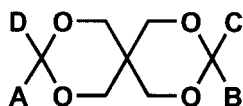
下記一般式(1)で表される化合物を少なくとも一種含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

【0015】

【化1】

### 一般式(1)



30

【0016】

〔式中、A、B、C及びDは、各々水素原子または置換基を表す。但し、A、B、C及びDの少なくとも一つは、アリーレン基を含む基またはヘテロアリーレン基を含む基である。〕

(請求項2)

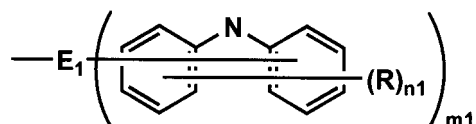
前記A、B、C及びDの少なくとも一つは、下記一般式(2)で表される基であることを特徴とする請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0017】

【化2】

40

### 一般式(2)



【0018】

〔式中、E<sub>1</sub>は、アルキレン基を含むアリーレン基、アルキレン基を含むヘテロアリーレン基、またはアルキレン基を表し、Rは置換基を表し、n<sub>1</sub>は0~8の整数を表し、該R

50

が複数の場合、前記 R は、互いに異なっていても同一でも良い。m 1 は、1 ~ 3 の整数を表す。]

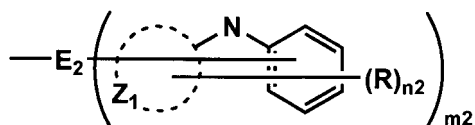
(請求項 3)

前記 A、B、C 及び D の少なくとも一つは、下記一般式(3)で表される基であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0019】

【化 3】

### 一般式(3)



10

【0020】

[式中、E<sub>2</sub>は、アルキレン基を含んでもよいアリーレン基、アルキレン基を含んでもよいヘテロアリーレン基、またはアルキレン基を表し、Rは置換基を表し、n<sub>2</sub>は0~7の整数を表し、該Rが複数の場合、前記Rは、互いに異なっていても同一でも良い。Z<sub>1</sub>は、構成原子として少なくとも一つの窒素原子を含む、6員の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表す。m<sub>2</sub>は、1~3の整数を表す。]

20

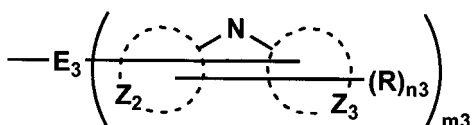
(請求項 4)

前記 A、B、C 及び D の少なくとも一つは、下記一般式(4)で表される基であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0021】

【化 4】

### 一般式(4)



30

【0022】

[式中、E<sub>3</sub>は、アルキレン基を含んでもよいアリーレン基、アルキレン基を含んでもよいヘテロアリーレン基、またはアルキレン基を表し、Rは置換基を表し、n<sub>3</sub>は0~6の整数を表し、該Rが複数の場合、前記Rは、互いに異なっていても同一でも良い。m<sub>3</sub>は1~3の整数を表す。Z<sub>2</sub>、Z<sub>3</sub>は、各々構成原子として少なくとも一つの窒素原子を含む、6員の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表す。]

40

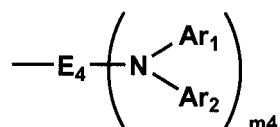
(請求項 5)

前記 A、B、C 及び D の少なくとも一つは、下記一般式(5)で表される基であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0023】

【化5】

## 一般式(5)



【0024】

10

〔式中、E<sub>4</sub>はアルキレン基を含んでもよいアリーレン基、アルキレン基を含んでもよいヘテロアリーレン基、またはアルキレン基を表し、Ar<sub>1</sub>及びAr<sub>2</sub>は、各々アリール基または芳香族複素環基を表し、m<sub>4</sub>は1～3の整数を表す。該Ar<sub>1</sub>、該Ar<sub>2</sub>が、複数の場合、各々互いに異なっていてもよく同一でも良い。〕

(請求項6)

構成層として、少なくとも一層の発光層を有し、該発光層が、前記一般式(1)で表される化合物を少なくとも一種含有することを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0025】

20

(請求項7)

構成層として、少なくとも発光層と正孔輸送層を有し、該正孔輸送層が、前記一般式(1)で表される化合物を少なくとも一種含有することを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0026】

(請求項8)

構成層として、少なくとも発光層と正孔阻止層を有し、該正孔阻止層が、前記一般式(1)で表される化合物を少なくとも一種含有することを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0027】

(請求項9)

30

前記発光層がリン光性化合物を含有することを特徴とする請求項1～8のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0028】

(請求項10)

前記リン光性化合物は、オスmium、イリジウム、ロ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9に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0029】

(請求項11)

白色に発光することを特徴とする請求項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。

40

【0030】

(請求項12)

請求項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備えたことを特徴とする表示装置。

【0031】

(請求項13)

請求項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備えたことを特徴とする照明装置。

【0032】

(請求項14)

50

請求項 13 に記載の照明装置と、表示手段として液晶素子と、を備えたことを特徴とする表示装置。

【発明の効果】

【0033】

本発明によって、高い発光輝度と発光効率を示し、かつ長寿命である有機エレクトロルミネッセンス素子及びそれを用いた表示装置、照明装置、また、高温保存下での輝度特性の劣化が抑えられた有機エレクトロルミネッセンス素子及び該素子を用いた表示装置、照明装置を提供することが出来た。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に規定の構成にすることにより、高い発光輝度を示し、発光効率が高く、また発光寿命の長い有機エレクトロルミネッセンス素子を得ることが出来た。更に、前記特性を示す、有機 EL 素子を用いて、高輝度、高寿命の表示装置、照明装置を得ることが出来た。

【0035】

以下、本発明に係る各構成要素の詳細について、順次説明する。

【0036】

本発明者等は、上記の問題点を鋭意検討の結果、前記一般式 (1) で表される化合物を少なくとも 1 種用いることにより、高い発光輝度を示し、外部量子取り出し効率が高く、且つ、寿命 (半減寿命ともいう) の長い有機エレクトロルミネッセンス素子 (有機 EL 素子ともいう) が得られることを見出した。

【0037】

また、前記一般式 (1) で表される化合物は、置換基として、前記一般式 (2)、前記一般式 (3)、前記一般式 (4) 及び前記一般式 (5) で表される、いずれかの置換基を有することにより、更に上記記載の本発明の効果を好ましく奏することが出来る。

【0038】

《一般式 (1) で表される化合物》

本発明に係る一般式 (1) で表される化合物について説明する。

【0039】

一般式 (1) において、A、B、C、D で、各々表される置換基としては、アルキル基 (例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、tert-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、オクチル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基、ペンタデシル基等)、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)、アルケニル基 (例えば、ビニル基、アリル基等)、アルキニル基 (例えば、エチニル基、プロパルギル基等)、アリール基 (例えば、フェニル基、ナフチル基等)、芳香族複素環基 (例えば、フリル基、チエニル基、ピリジル基、ピリダジニル基、ピリミジニル基、ピラジニル基、トリアジニル基、イミダゾリル基、ピラゾリル基、チアゾリル基、キナゾリニル基、カルバゾリル基、カルボリニル基、フタラジニル基等)、複素環基 (例えば、ピロリジル基、イミダゾリジル基、モルホリル基、オキサゾリジル基等)、アルコキシル基 (例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロピルオキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基、オクチルオキシ基、ドデシルオキシ基等)、シクロアルコキシル基 (例えば、シクロペンチルオキシ基、シクロヘキシルオキシ基等)、アリーロキシ基 (例えば、フェノキシ基、ナフチルオキシ基等)、アルキルチオ基 (例えば、メチルチオ基、エチルチオ基、プロピルチオ基、ペンチルチオ基、ヘキシルチオ基、オクチルチオ基、ドデシルチオ基等)、シクロアルキルチオ基 (例えば、シクロペンチルチオ基、シクロヘキシルチオ基等)、アリールチオ基 (例えば、フェニルチオ基、ナフチルチオ基等)、アルコキシカルボニル基 (例えば、メチルオキシカルボニル基、エチルオキシカルボニル基、ブチルオキシカルボニル基、オクチルオキシカルボニル基、ドデシルオキシカルボニル基等)、アリーロキシカルボニル基 (例えば、フェニルオキシカルボニル基、ナフチルオキシカルボニル基等)、スルファモイル基 (例えば、アミノスルホニル基、メチルアミノスルホニ

10

20

30

40

50

ル基、ジメチルアミノスルホニル基、ブチルアミノスルホニル基、ヘキシルアミノスルホニル基、シクロヘキシルアミノスルホニル基、オクチルアミノスルホニル基、ドデシルアミノスルホニル基、フェニルアミノスルホニル基、ナフチルアミノスルホニル基、2 - ピリジルアミノスルホニル基等)、アシル基(例えば、アセチル基、エチルカルボニル基、プロピルカルボニル基、ペンチルカルボニル基、シクロヘキシルカルボニル基、オクチルカルボニル基、2 - エチルヘキシルカルボニル基、ドデシルカルボニル基、フェニルカルボニル基、ナフチルカルボニル基、ピリジルカルボニル基等)、アシルオキシ基(例えば、アセチルオキシ基、エチルカルボニルオキシ基、ブチルカルボニルオキシ基、オクチルカルボニルオキシ基、ドデシルカルボニルオキシ基、フェニルカルボニルオキシ基等)、アミド基(例えば、メチルカルボニルアミノ基、エチルカルボニルアミノ基、ジメチルカルボニルアミノ基、プロピルカルボニルアミノ基、ペンチルカルボニルアミノ基、シクロヘキシルカルボニルアミノ基、2 - エチルヘキシルカルボニルアミノ基、オクチルカルボニルアミノ基、ドデシルカルボニルアミノ基、フェニルカルボニルアミノ基、ナフチルカルボニルアミノ基等)、カルバモイル基(例えば、アミノカルボニル基、メチルアミノカルボニル基、ジメチルアミノカルボニル基、プロピルアミノカルボニル基、ペンチルアミノカルボニル基、シクロヘキシルアミノカルボニル基、オクチルアミノカルボニル基、2 - エチルヘキシルアミノカルボニル基、ドデシルアミノカルボニル基、フェニルアミノカルボニル基、ナフチルアミノカルボニル基、2 - ピリジルアミノカルボニル基等)、ウレイド基(例えば、メチルウレイド基、エチルウレイド基、ペンチルウレイド基、シクロヘキシルウレイド基、オクチルウレイド基、ドデシルウレイド基、フェニルウレイド基、ナフチルウレイド基、2 - ピリジルアミノウレイド基等)、スルフィニル基(例えば、メチルスルフィニル基、エチルスルフィニル基、ブチルスルフィニル基、シクロヘキシルスルフィニル基、2 - エチルヘキシルスルフィニル基、ドデシルスルフィニル基、フェニルスルフィニル基、ナフチルスルフィニル基、2 - ピリジルスルフィニル基等)、アルキルスルホニル基(例えば、メチルスルホニル基、エチルスルホニル基、ブチルスルホニル基、シクロヘキシルスルホニル基、2 - エチルヘキシルスルホニル基、ドデシルスルホニル基等)、アリールスルホニル基(フェニルスルホニル基、ナフチルスルホニル基、2 - ピリジルスルホニル基等)、アミノ基(例えば、アミノ基、エチルアミノ基、ジメチルアミノ基、ブチルアミノ基、シクロペンチルアミノ基、2 - エチルヘキシルアミノ基、ドデシルアミノ基、アニリノ基、ナフチルアミノ基、2 - ピリジルアミノ基等)、ハロゲン原子(例えば、フッ素原子、塩素原子、臭素原子等)、フッ化炭化水素基(例えば、フルオロメチル基、トリフルオロメチル基、ペンタフルオロエチル基、ペンタフルオロフェニル基等)、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基、シリル基(例えば、トリメチルシリル基、トリイソプロピルシリル基、トリフェニルシリル基、フェニルジエチルシリル基等)、等が挙げられる。

【0040】

これらの置換基は、上記の置換基によってさらに置換されていてもよい。また、これらの置換基は複数が互いに結合して環を形成していてもよい。

【0041】

但し、一般式(1)で表される化合物においては、前記A、B、C及びDで表される基のうち少なくとも一つは、アリーレン基を含む基またはヘテロアリーレン基を含む基である。

【0042】

一般式(1)において、A、B、C及びDの少なくとも一つで表されるアリーレン基を含む基が有するアリーレン基としては、例えば、フェニレン基(例えば、o - フェニレン基、m - フェニレン基、p - フェニレン基等)、ナフタレンジイル基、アントラセンジイル基、ナフタセンジイル基、ピレンジイル基、アントラセンジイル基、フェナントレンジイル基、ナフチルナフタレンジイル基、ピフェニルジイル基(例えば、[1, 1' - ビフェニル] - 4, 4' - ジイル基、3, 3' - ビフェニルジイル基、3, 6 - ビフェニルジイル基等)、テルフェニルジイル基、クアテルフェニルジイル基、キンクフェニルジイル

基、セキシフェニルジイル基、セプチフェニルジイル基、オクチフェニルジイル基、ノビフェニルジイル基、デシフェニルジイル基等が挙げられる。また、前記アリーレン基は、前述の一般式(1)において、A、B、C、Dで、各々表される置換基を更に有していてもよい。

【0043】

一般式(1)において、A、B、C及びDの少なくとも一つで表されるヘテロアリーレン基を含む基が有するヘテロアリーレン基としては、例えば、カルバゾール環、トリアジン環、トリアゾール環、ピロール環、ピリジン環、ピラジン環、キノキサリン環、チオフェン環、オキサジアゾール環、ジベンゾフラン環、ジベンゾチオフェン環、インドール環からなる群から導出される、2価の基または3価の基等が挙げられるが、また、前記ヘテロアリーレン基は前述の一般式(1)において、A、B、C、Dで、各々表される置換基を更に有していてもよい。

10

【0044】

次に、一般式(1)の置換基である、前記A、B、C及びDの少なくとも一つが有する、一般式(2)、一般式(3)、一般式(4)または一般式(5)で表される置換基について説明する。

【0045】

《一般式(2)で表される基》

本発明に係る前記一般式(2)で表される基について説明する。

【0046】

一般式(2)において、E<sub>1</sub>で表される、アルキレン基を含むアリーレン基の、前記アルキレン基としては、例えば、メチレン基、エチレン基、トリメチレン基、テトラメチレン基、プロピレン基、エチルエチレン基、ペンタメチレン基、ヘキサメチレン基、2,2,4-トリメチルヘキサメチレン基、ヘプタメチレン基、オクタメチレン基、ノナメチレン基、デカメチレン基、ウンデカメチレン基、ドデカメチレン基、シクロヘキシレン基(例えば、1,6-シクロヘキサンジイル基等)、シクロペンチレン基(例えば、1,5-シクロペンタンジイル基など)等が挙げられ、アリーレン基は、前記一般式(1)において、A、B、C及びDの少なくとも一つで表されるアリーレン基を含む基が有するアリーレン基と同義のものが挙げられる。

20

【0047】

一般式(2)において、E<sub>1</sub>で表される、アルキレン基を含むヘテロアリーレン基の、前記アルキレン基は、一般式(2)において、E<sub>1</sub>で表される、アルキレン基を含むアリーレン基の、前記アルキレン基と同義のものが挙げられ、ヘテロアリーレン基は、一般式(1)において、A、B、C及びDの少なくとも一つで表されるヘテロアリーレン基を含む基が有するヘテロアリーレン基と同義である。

30

【0048】

一般式(2)において、E<sub>1</sub>で表されるアルキレン基は、一般式(2)において、E<sub>1</sub>で表される、アルキレン基を含むアリーレン基の、前記アルキレン基と同義である。

【0049】

一般式(2)において、Rで表される置換基は、前記一般式(1)において、A、B、C、Dで、各々表される置換基と同義である。

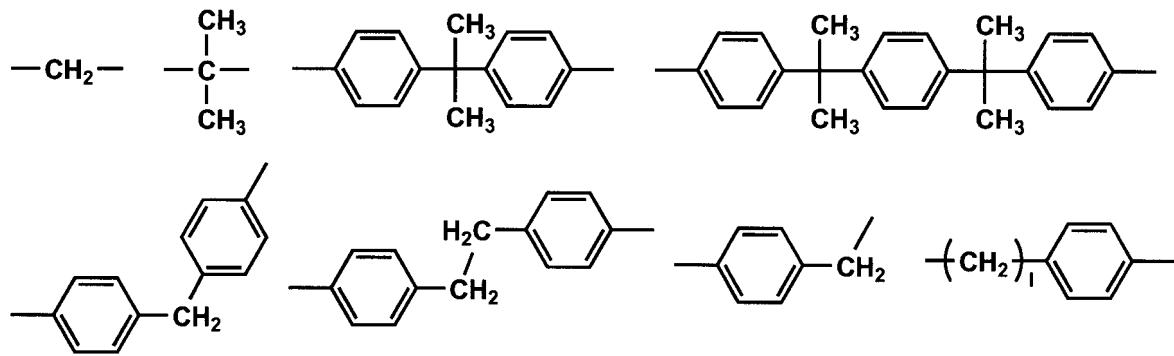
40

【0050】

以下、一般式(2)において、E<sub>1</sub>で表される、アルキレン基を含むアリーレン基、アルキレン基を含むヘテロアリーレン基、アルキレン基の具体例を示すが、本発明はこれらに限定されない。

【0051】

## 【化6】



10

## 【0052】

《一般式(3)で表される基》

本発明に係る前記一般式(3)で表される基について説明する。

## 【0053】

一般式(3)において、 $E_2$ で表される、アルキレン基を含んでもよいアリーレン基のアルキレン基は、一般式(2)において、 $E_1$ で表される、アルキレン基を含むアリーレン基の、前記アルキレン基と同義である。また、アリーレン基は、前記一般式(1)において、A、B、C及びDの少なくとも一つで表されるアリーレン基を含む基が有するアリーレン基と同義である。

20

## 【0054】

一般式(3)において、 $E_2$ で表される、アルキレン基を含むヘテロアリーレン基の、アルキレン基は、一般式(2)において、 $E_1$ で表される、アルキレン基を含むアリーレン基の、前記アルキレン基と同義である。また、ヘテロアリーレン基は、一般式(1)において、A、B、C及びDの少なくとも一つで表されるヘテロアリーレン基を含む基が有するヘテロアリーレン基と同義である。

## 【0055】

一般式(3)において、 $E_2$ で表されるアルキレン基は、一般式(2)において、 $E_1$ で表されるアルキレン基と同義である。

30

## 【0056】

一般式(3)において、Rで表される置換基は、一般式(2)において、Rで表される基と同義である。

## 【0057】

一般式(3)において、 $Z_1$ が、構成原子として少なくとも一つの窒素原子を含と計制する6員の芳香族複素環としては、例えば、ピリジン環、ピラジン環、ピリミジン環、ピリダジン環、トリアジン環等が挙げられる。

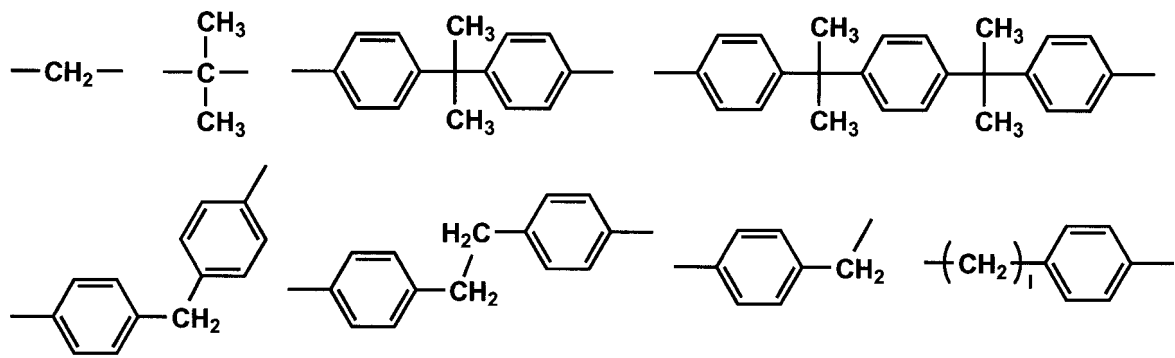
## 【0058】

以下、一般式(3)において、 $E_2$ で表される、アルキレン基を含んでもよいアリーレン基、アルキレン基を含んでもよいヘテロアリーレン基、アルキレン基の具体例を示すが、本発明はこれらに限定されない。

40

## 【0059】

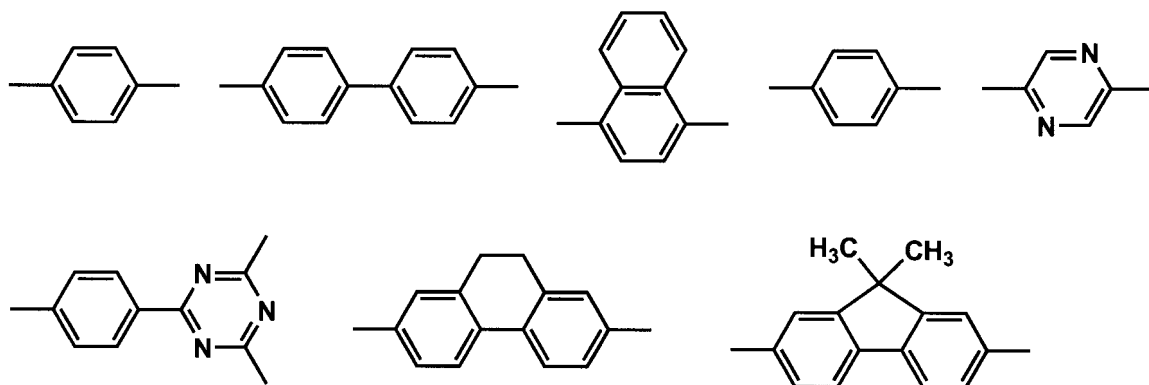
## 【化7】



10

## 【0060】

## 【化8】



20

## 【0061】

《一般式(4)で表される基》

本発明に係る前記一般式(4)で表される基について説明する。

30

## 【0062】

一般式(4)において、 $E_3$ で表される、アルキレン基を含んでもよいアリーレン基、アルキレン基を含んでもよいヘテロアリーレン基、アルキレン基は、各々、前記一般式(3)において、 $E_2$ で表される、アルキレン基を含んでもよいアリーレン基、アルキレン基を含んでもよいヘテロアリーレン基、アルキレン基と同義である。

## 【0063】

一般式(4)において、 $R$ で表される置換基は、一般式(2)において、 $R$ で表される基と同義である。

40

## 【0064】

一般式(4)において、 $Z_2$ 、 $Z_3$ が、各々構成原子として少なくとも一つの窒素原子と共に形成する6員の芳香族複素環は、一般式(3)の $Z_1$ と同義である。

## 【0065】

《一般式(5)で表される基》

本発明に係る前記一般式(5)で表される基について説明する。

## 【0066】

一般式(5)において、 $E_4$ で表される、アルキレン基を含んでもよいアリーレン基、アルキレン基を含んでもよいヘテロアリーレン基、アルキレン基、各々、前記一般式(3)において、 $E_2$ で表される、アルキレン基を含んでもよいアリーレン基、アルキレン基

50

を含んでもよいヘテロアリーレン基、アルキレン基と同義である。

【0067】

一般式(5)において、 $Ar_1$ 、 $Ar_2$ で、各々表されるアリール基としては、例えば、フェニル基、トリル基、キシリル基、ピフェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基等が挙げられる。これらは、更に、前記一般式(1)において、A、B、C、Dで、各々表される置換基を有していてもよい。

【0068】

一般式(5)において、 $Ar_1$ 、 $Ar_2$ で、各々表される芳香族複素環基としては、例えば、フリル基、チエニル基、ピリジル基、ピリダジニル基、ピリミジニル基、ピラジニル基、トリアジニル基、イミダゾリル基、ピラゾリル基、チアゾリル基、カルバゾリル基、カルボリニル基、前記カルボリニル基を構成する炭素原子の少なくとも一つが窒素原子で置換されている環(アザカルボリニル基、ジアザカルバゾリル基等といってもよい)、キナゾリニル基、フタラジニル基等が挙げられる。

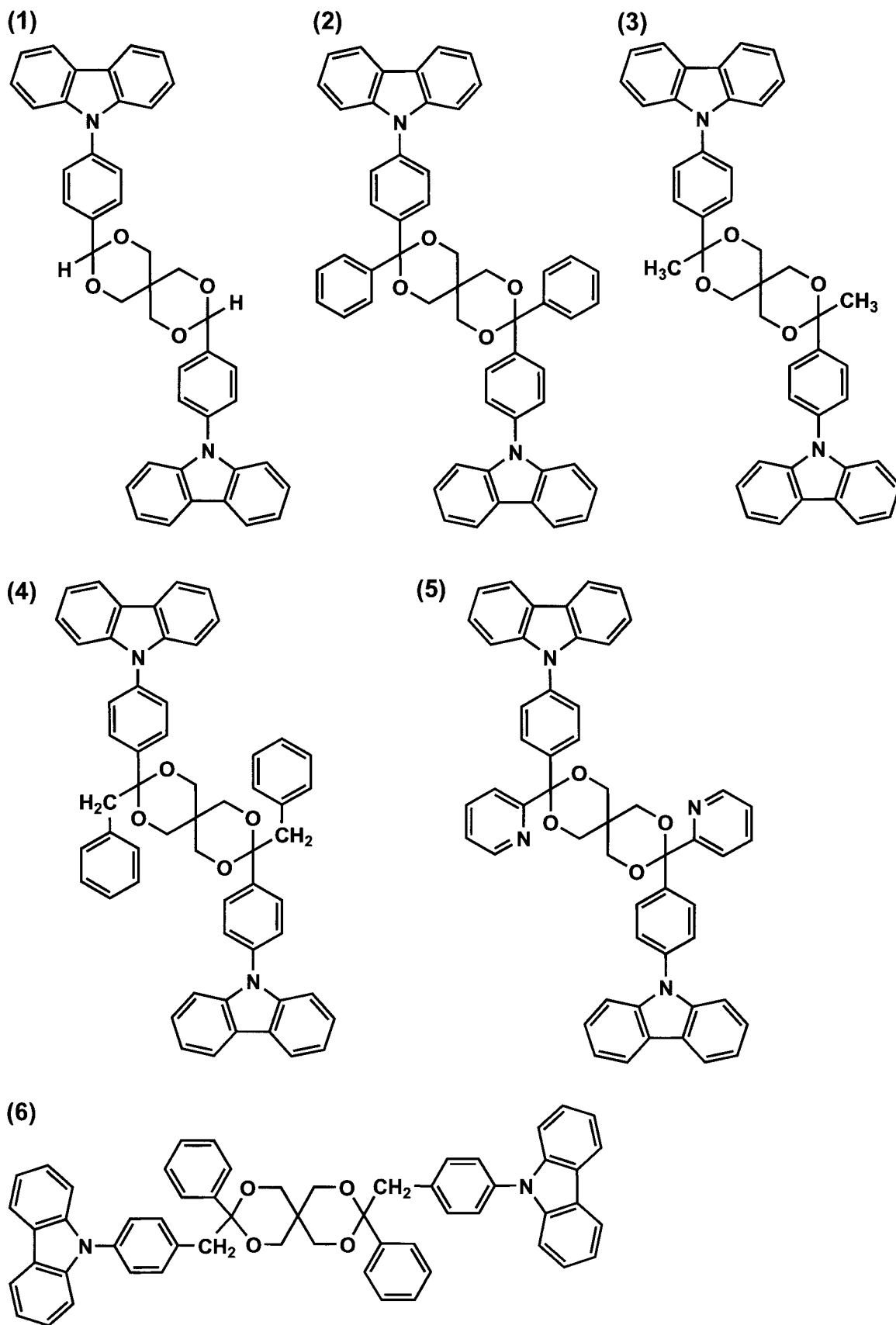
10

【0069】

以下、一般式(1)で表される化合物の具体例を挙げるが、本発明はこれらに限定されない。

【0070】

【化 9】



10

20

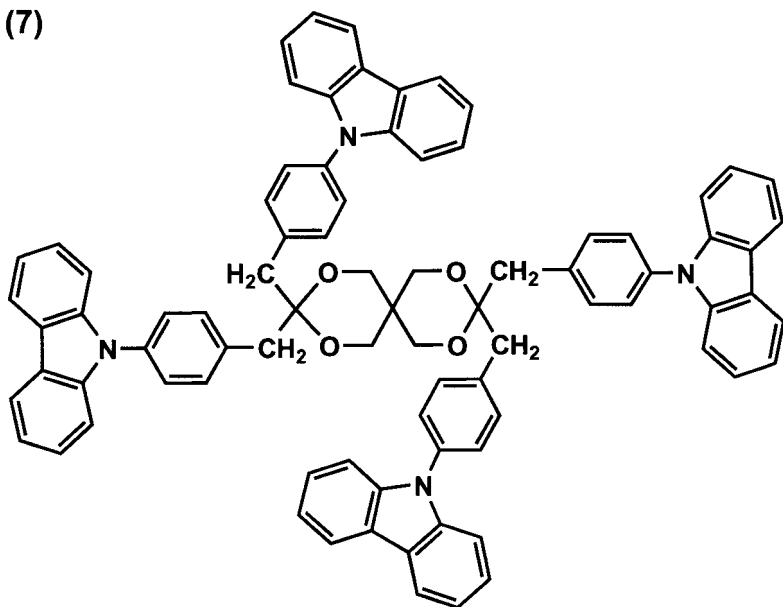
30

40

【 0 0 7 1 】

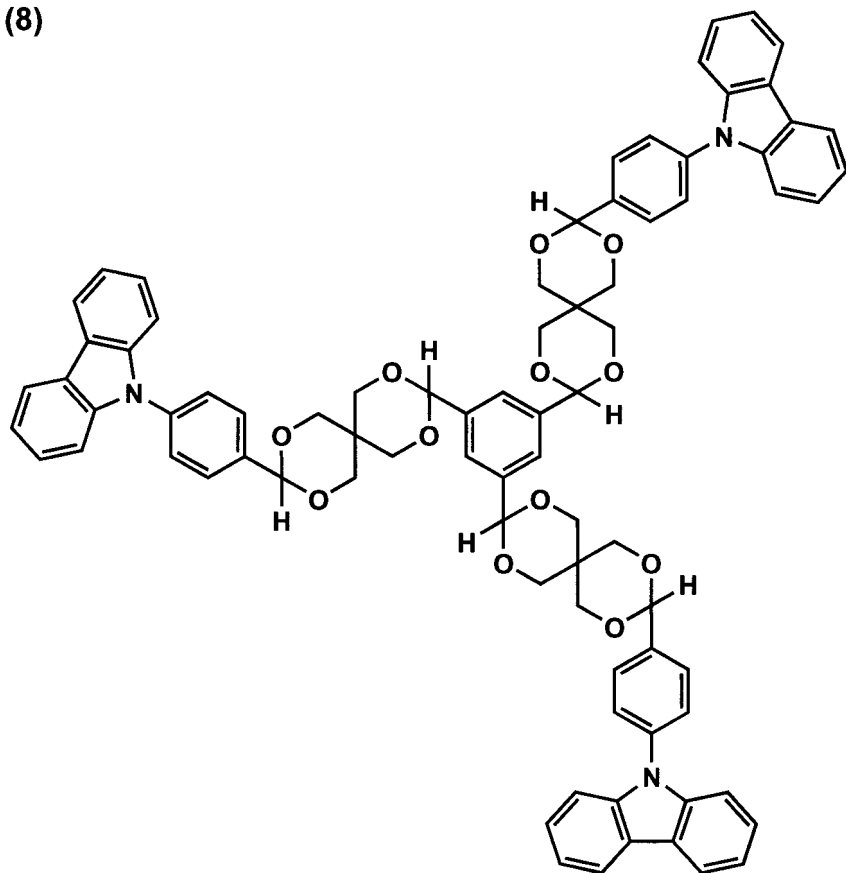
【化 1 0】

(7)



10

(8)



20

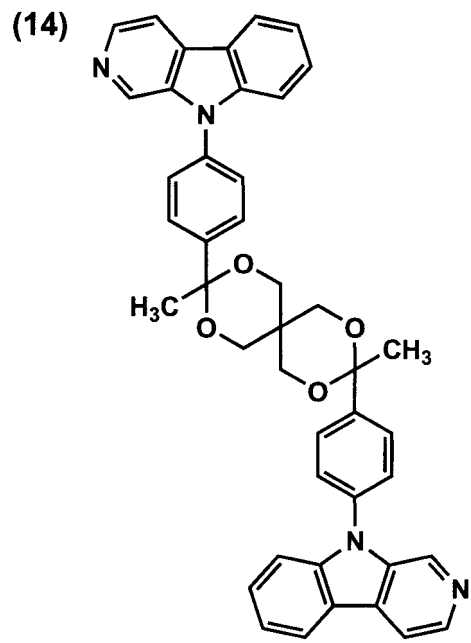
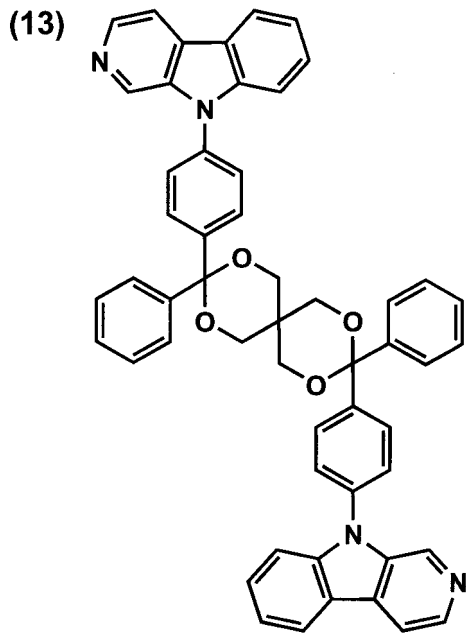
30

40

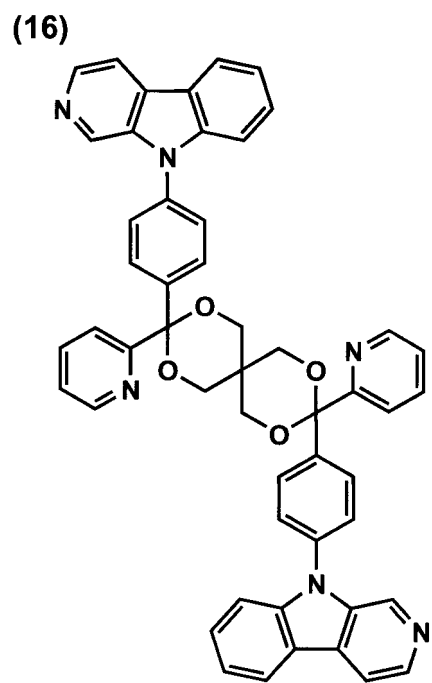
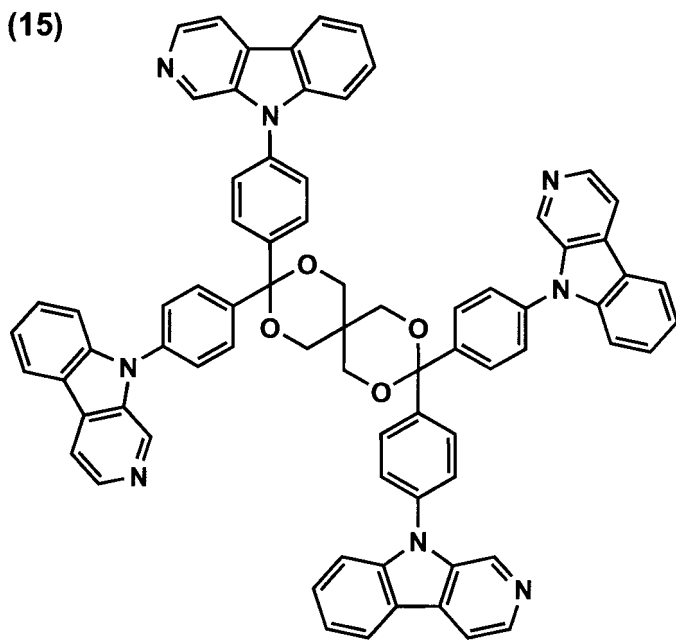
【 0 0 7 2 】



【化 1 2】



10



20

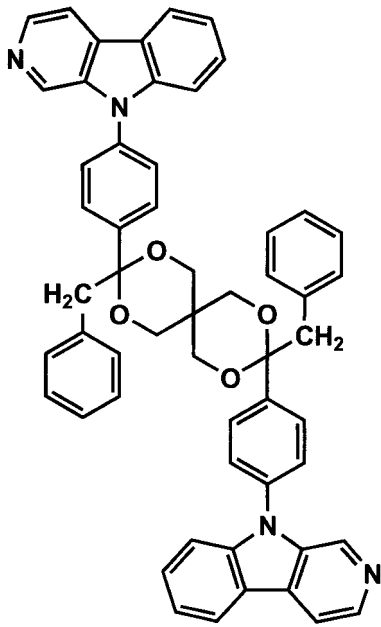
30

40

【 0 0 7 4 】

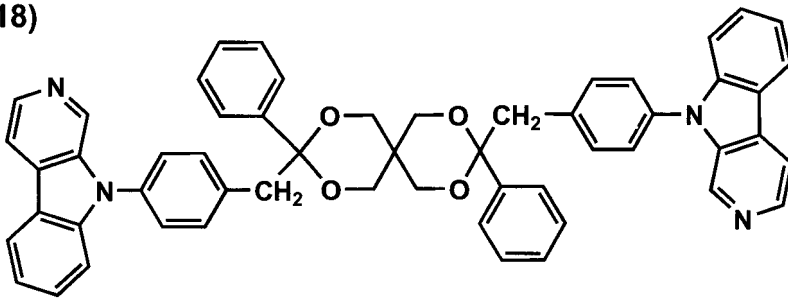
【化 1 3】

(17)



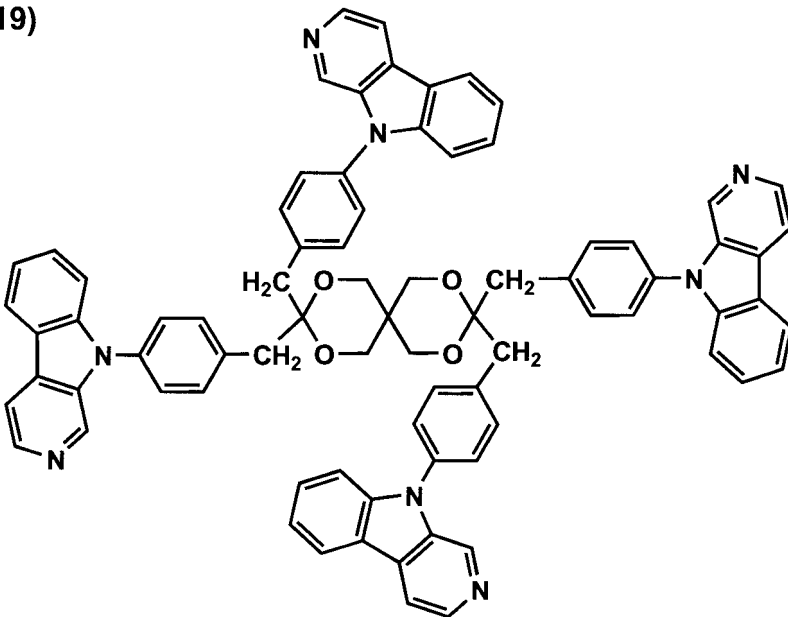
10

(18)



20

(19)



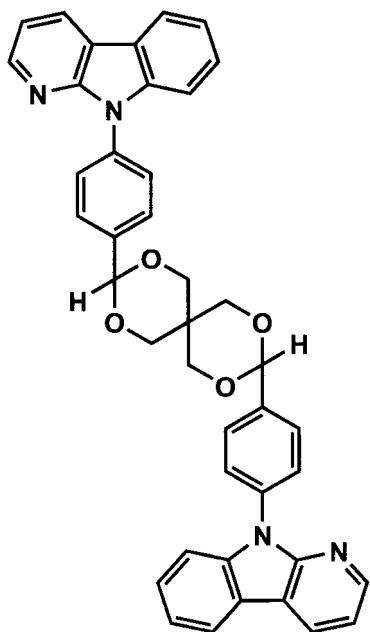
30

40

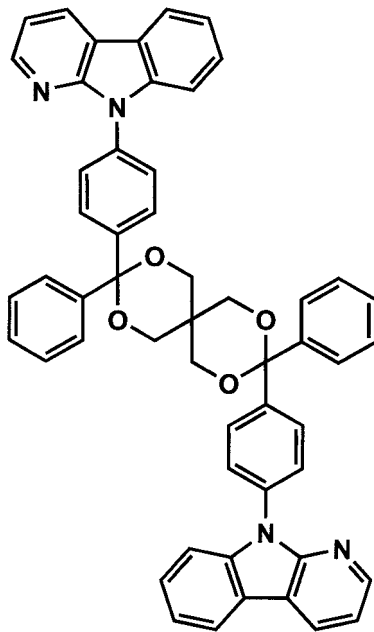
【 0 0 7 5 】

【化 1 4】

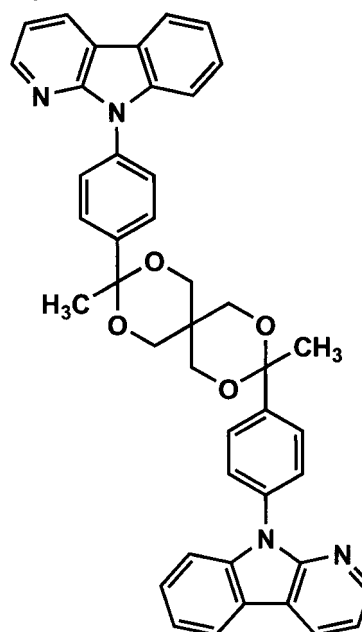
(20)



(21)



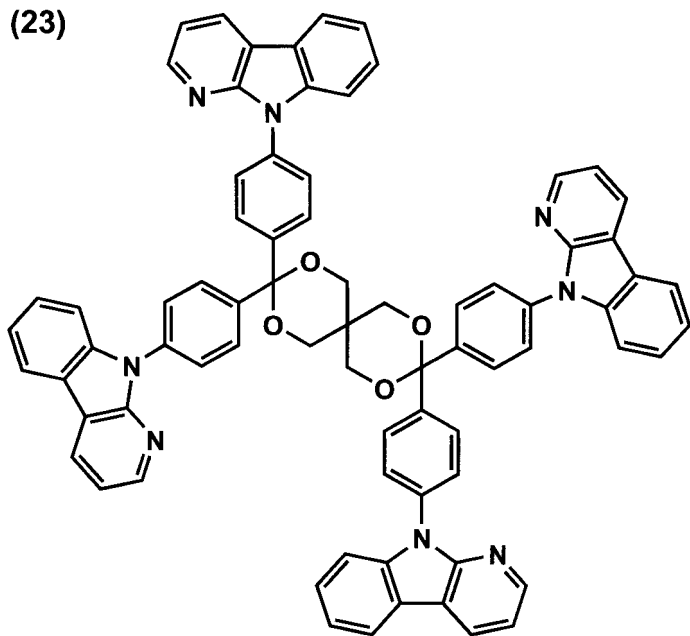
(22)



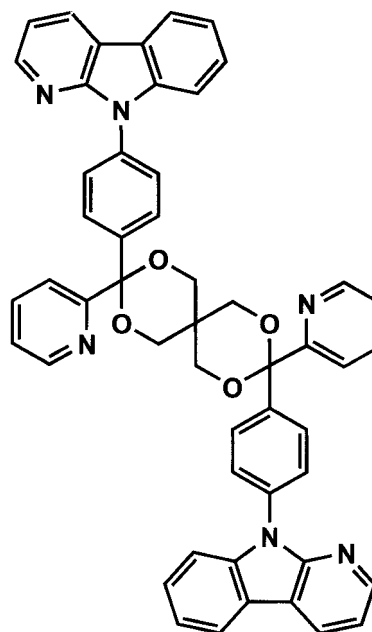
10

20

(23)



(24)



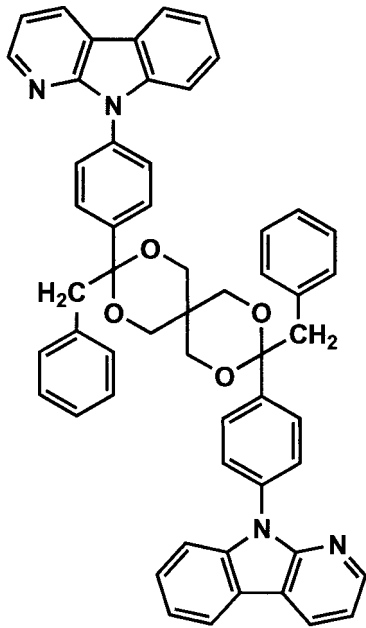
30

40

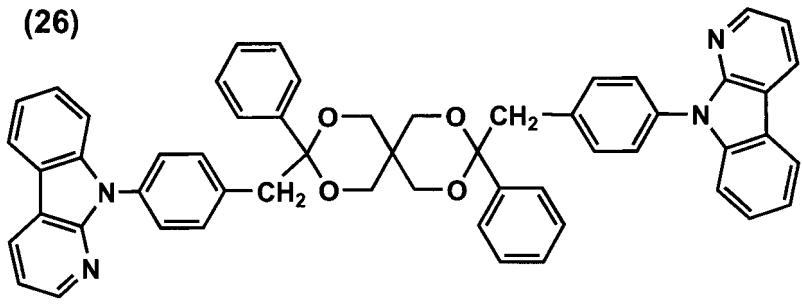
【 0 0 7 6 】

【化 1 5】

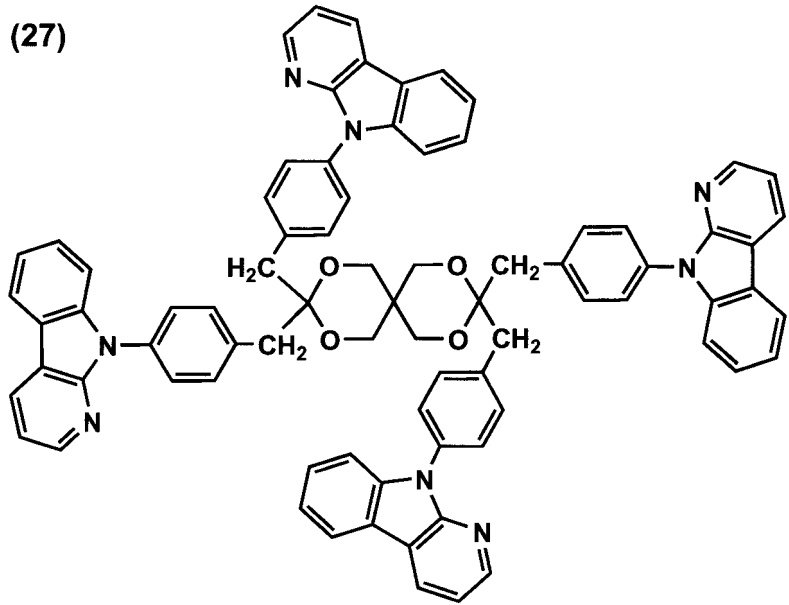
(25)



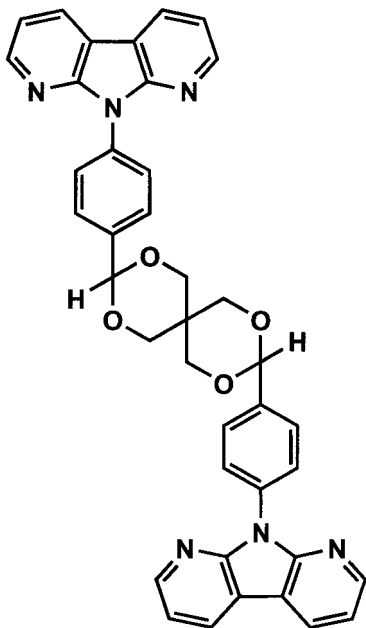
(26)



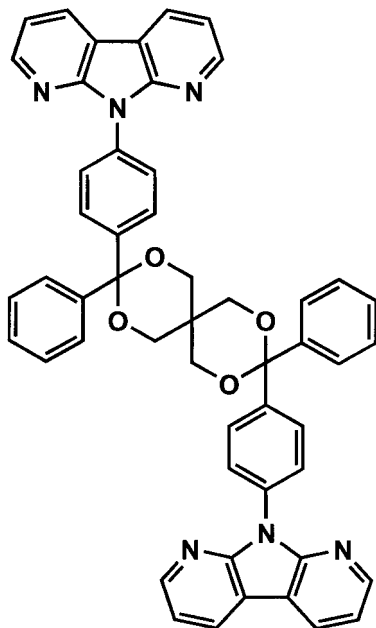
(27)



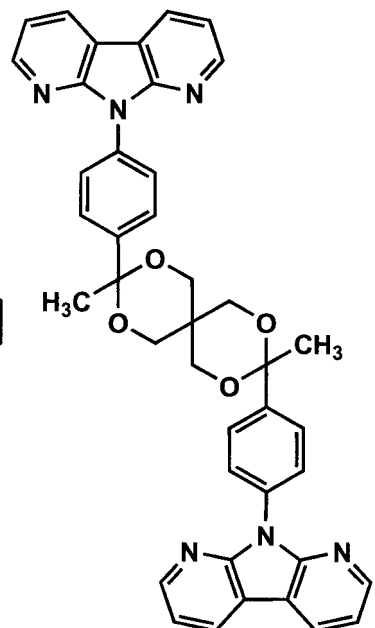
(28)



(29)



(30)



10

20

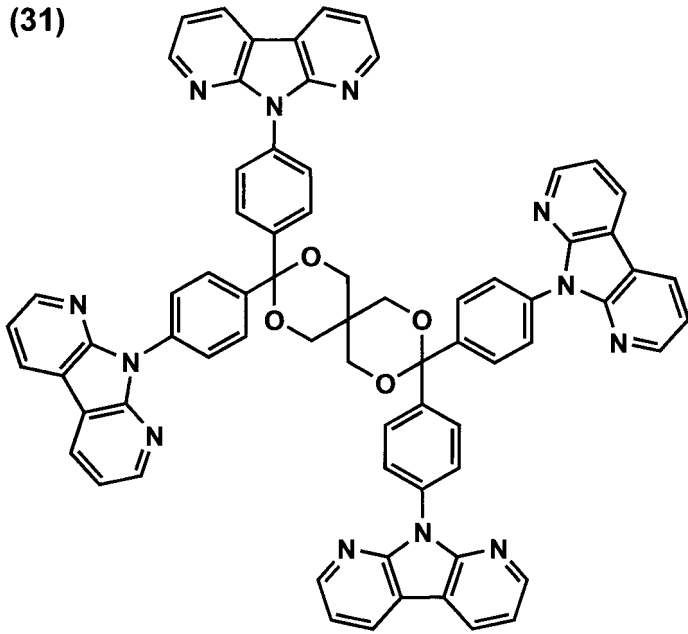
30

40

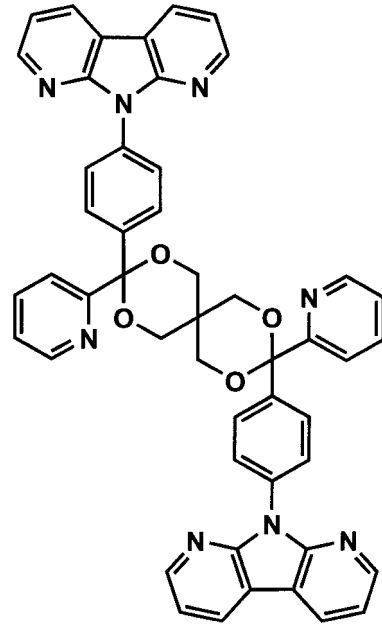
【 0 0 7 7 】

【化 1 6】

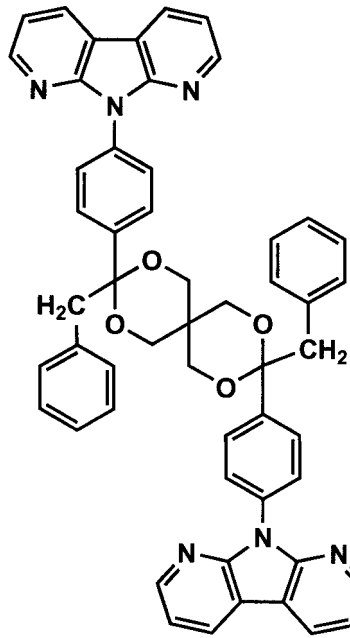
(31)



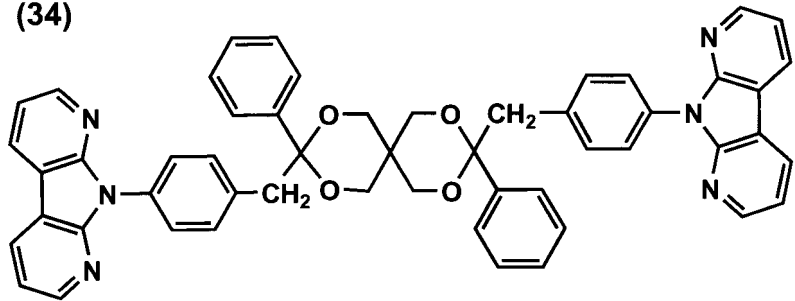
(32)



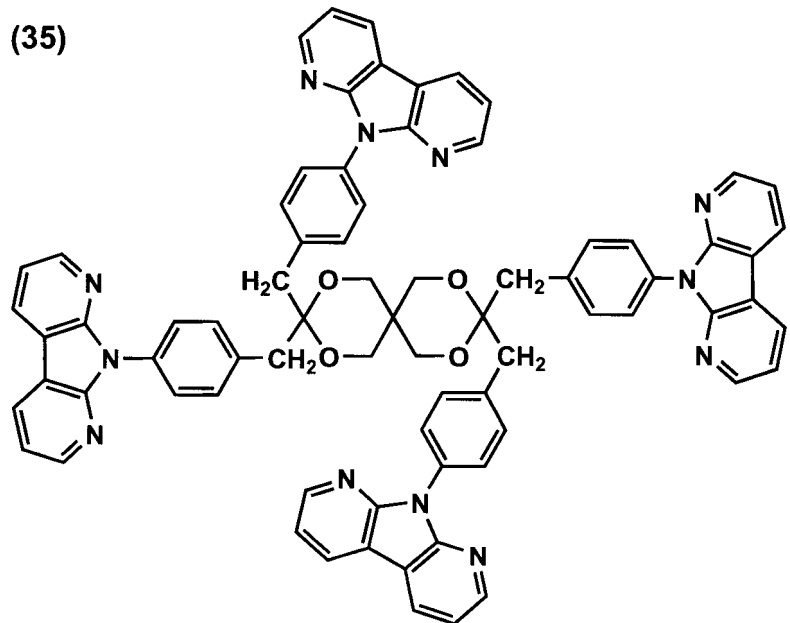
(33)



(34)



(35)



10

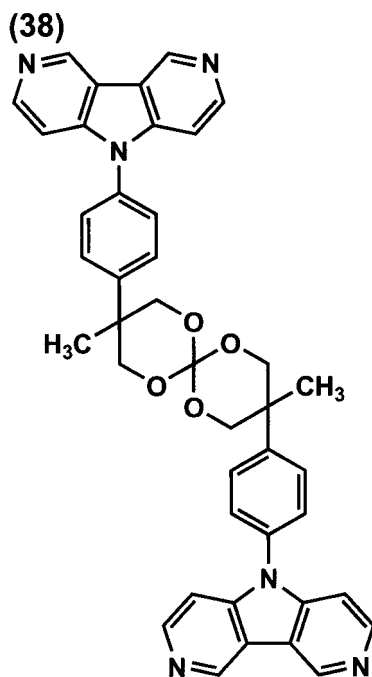
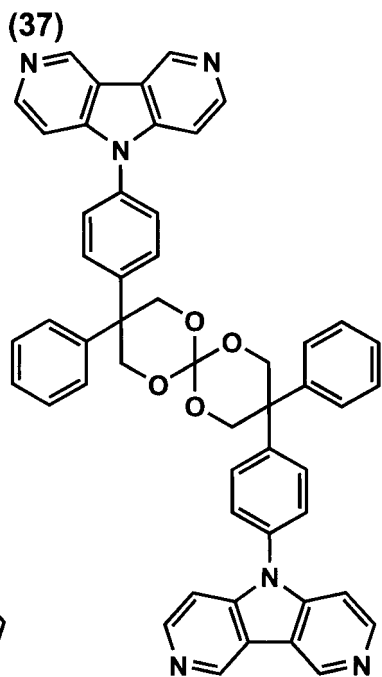
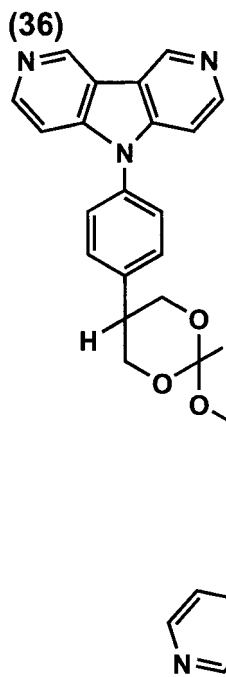
20

30

40

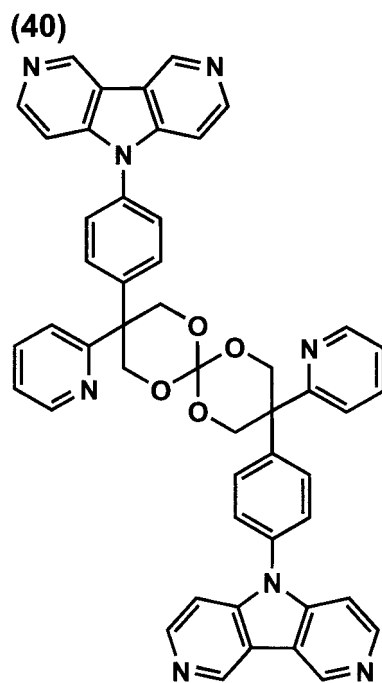
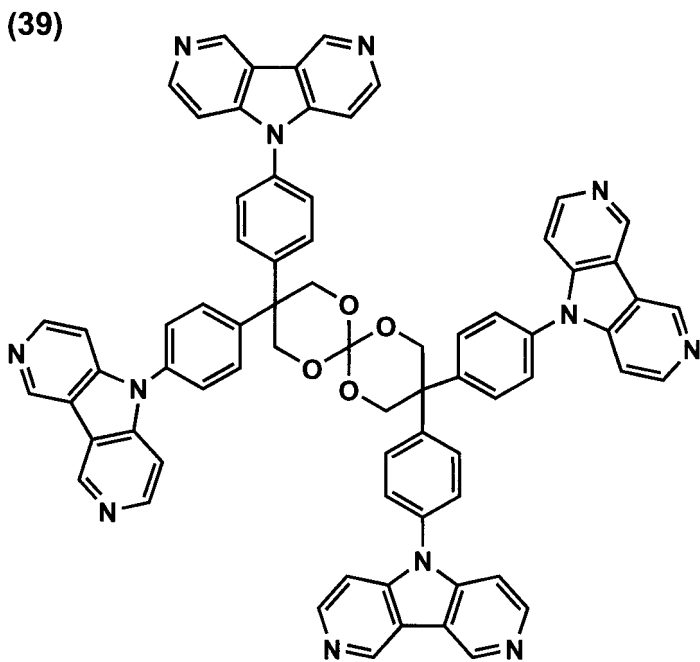
【 0 0 7 8 】

【化 17】



10

20

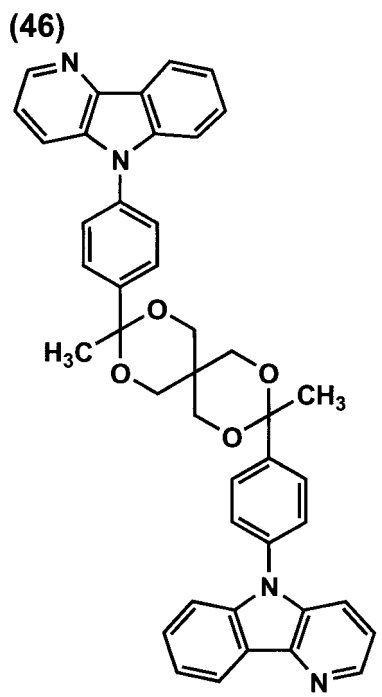
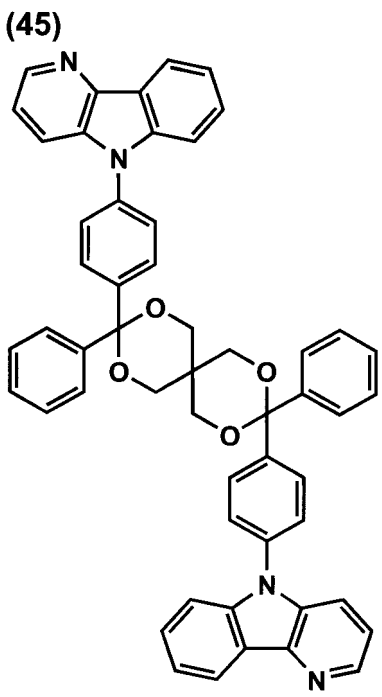
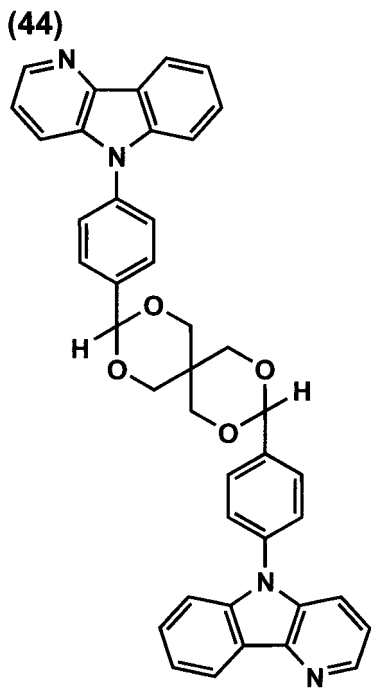
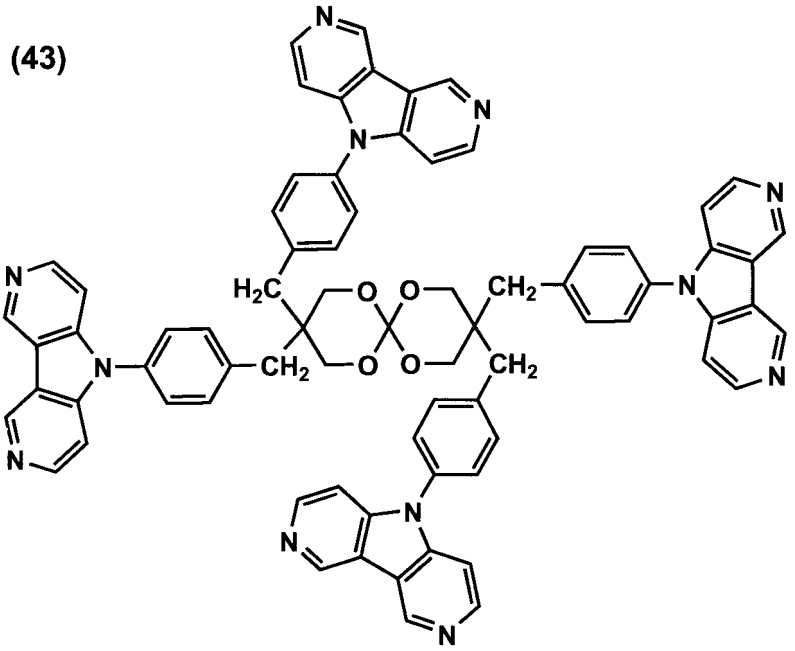
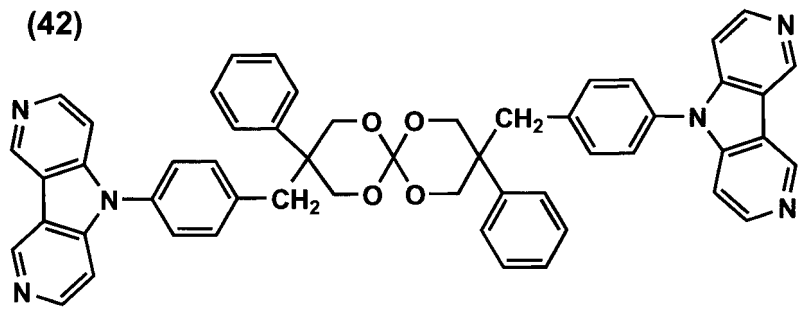
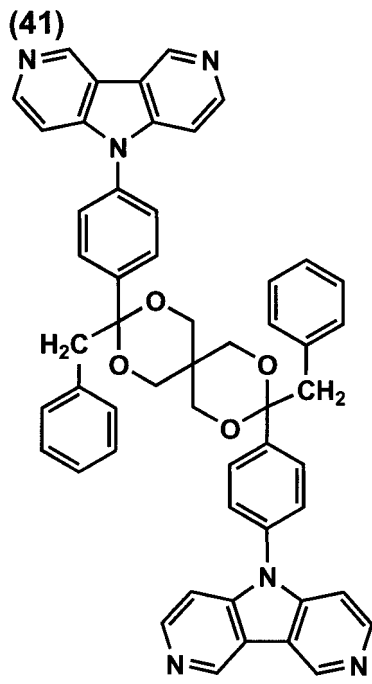


30

40

【 0 0 7 9 】

【化 1 8】



10

20

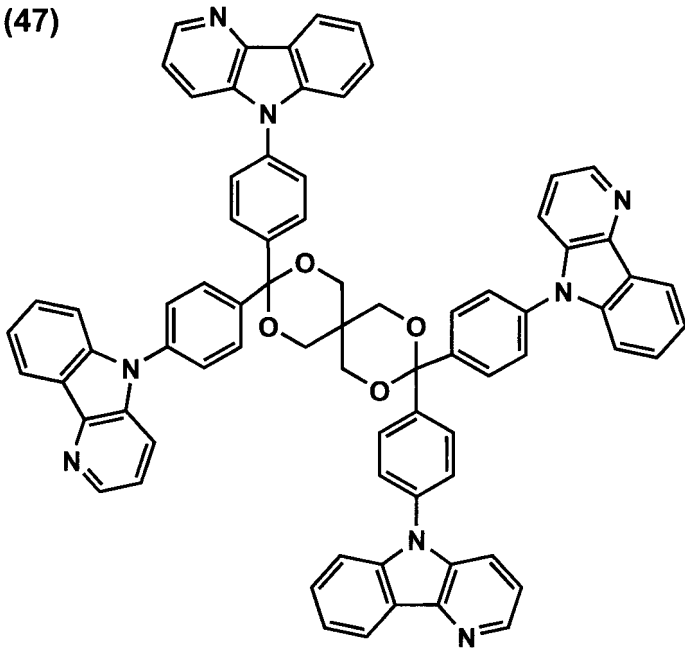
30

40

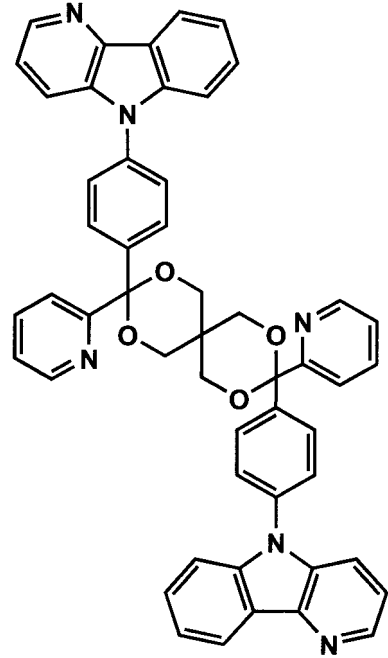
【 0 0 8 0 】

【化 19】

(47)



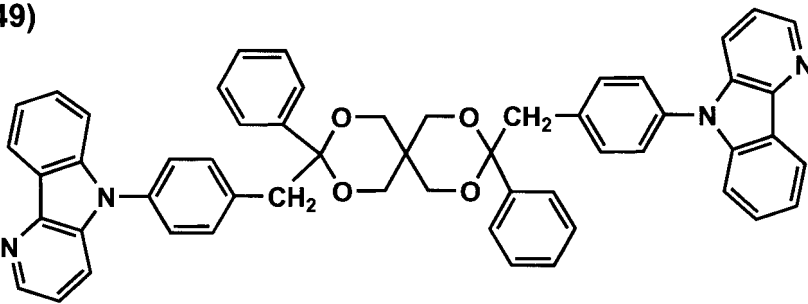
(48)



10

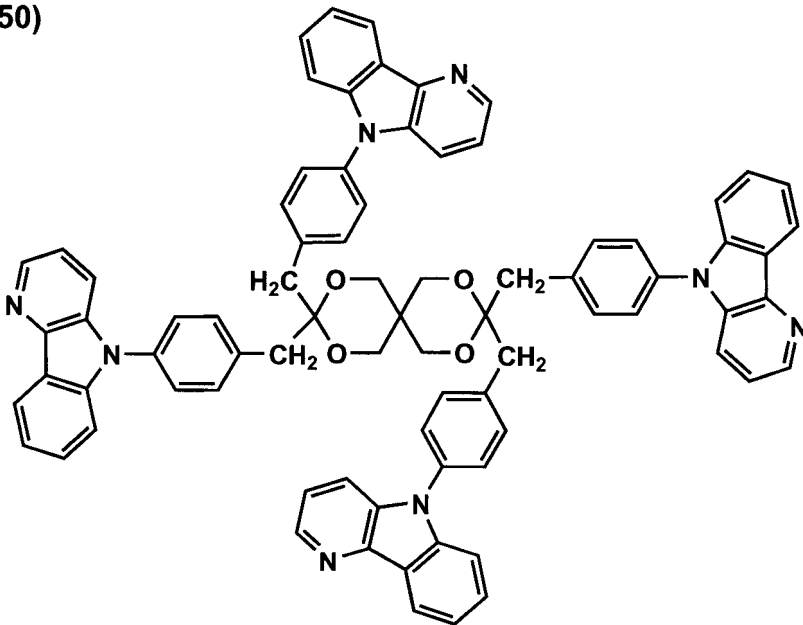
20

(49)



30

(50)

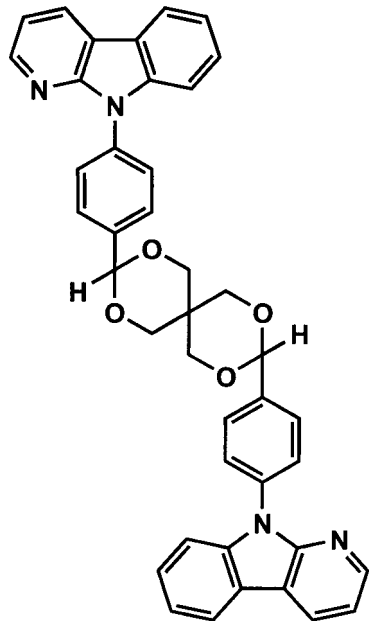


40

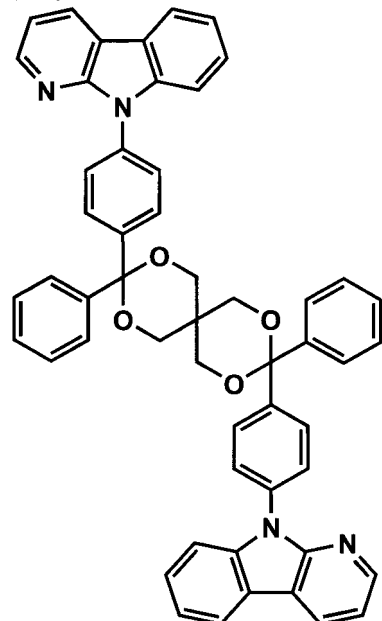
【 0 0 8 1 】

【化 20】

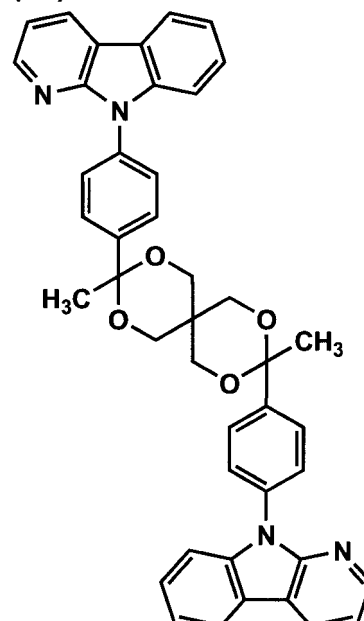
(51)



(52)



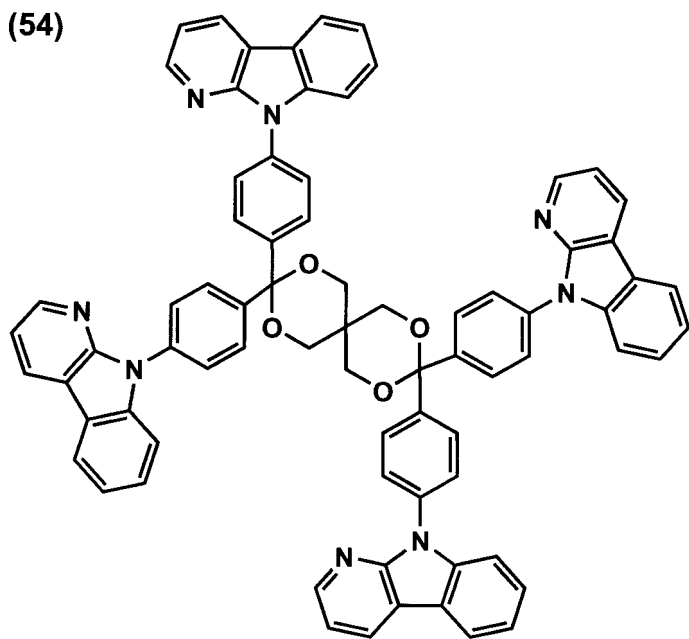
(53)



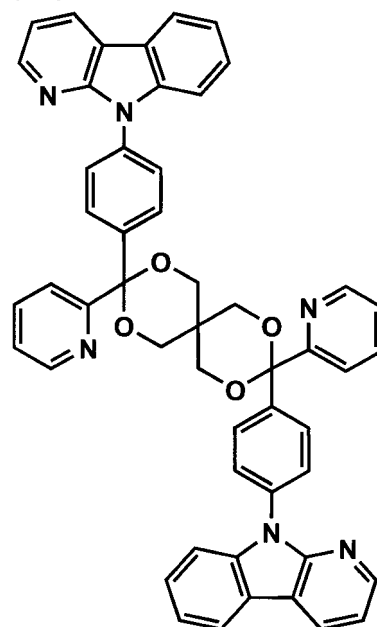
10

20

(54)



(55)



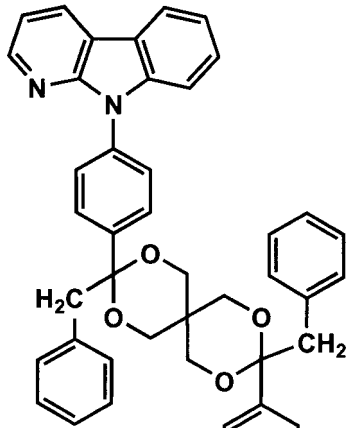
30

40

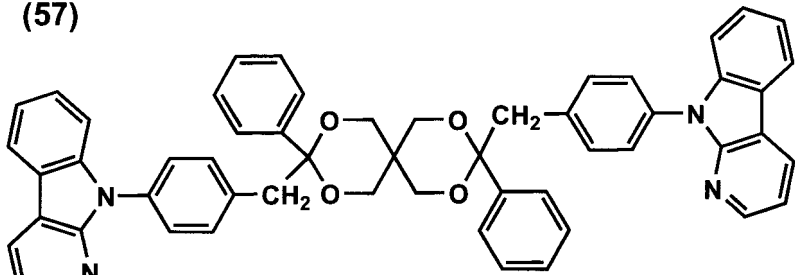
【0082】

【化 2 1】

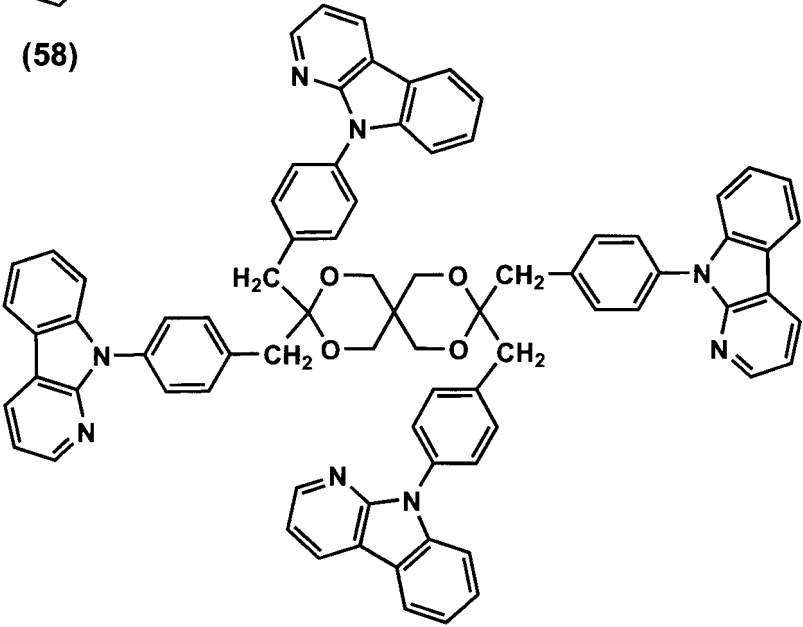
(56)



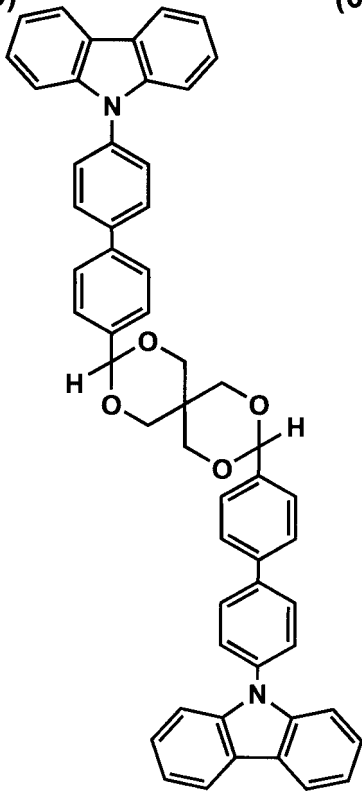
(57)



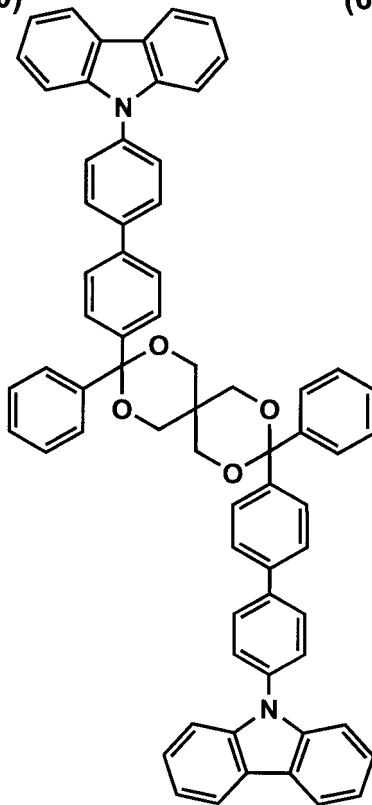
(58)



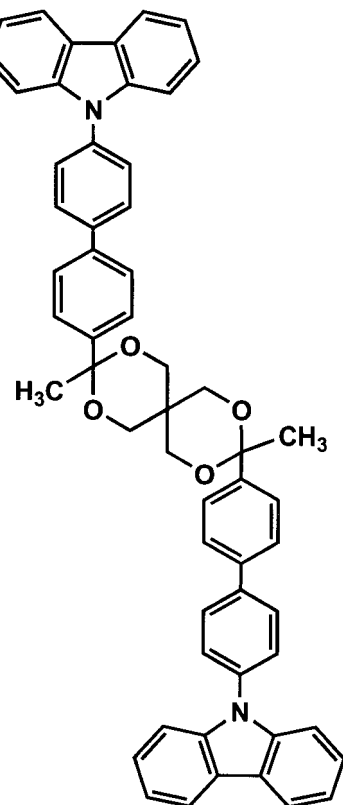
(59)



(60)



(61)



10

20

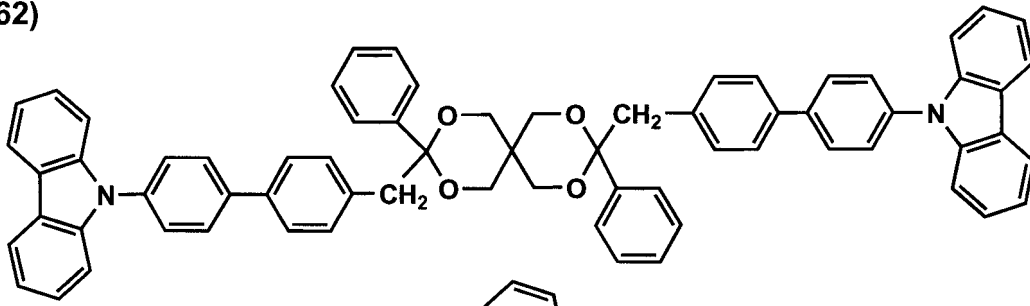
30

40

【 0 0 8 3 】

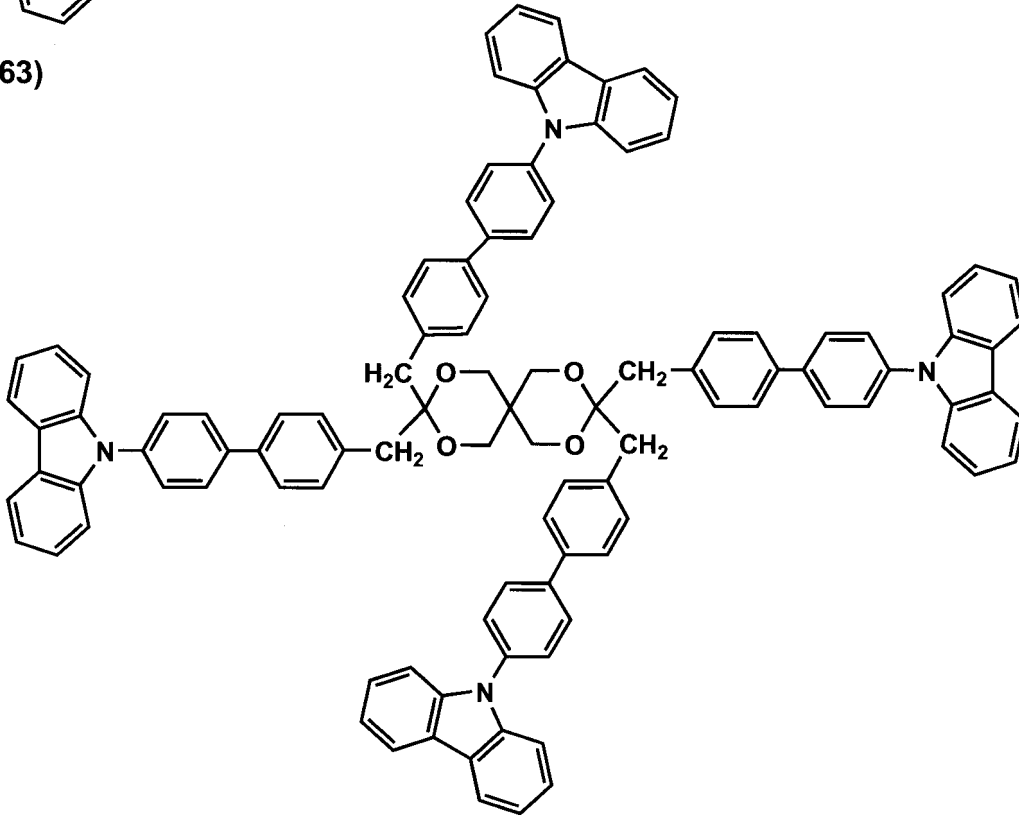
【化 2 2】

(62)



10

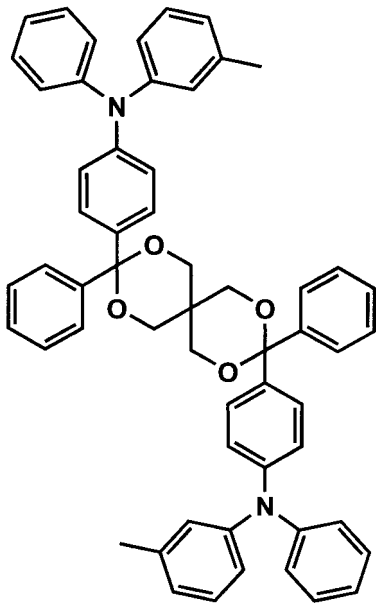
(63)



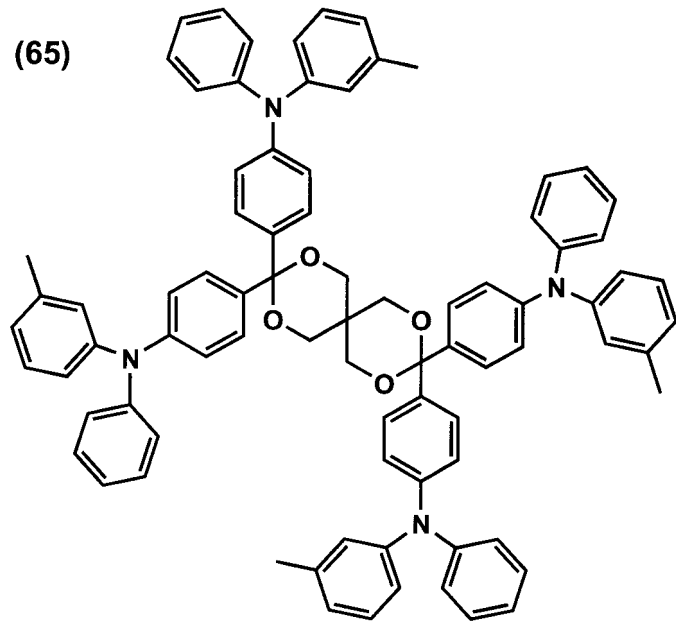
20

30

(64)



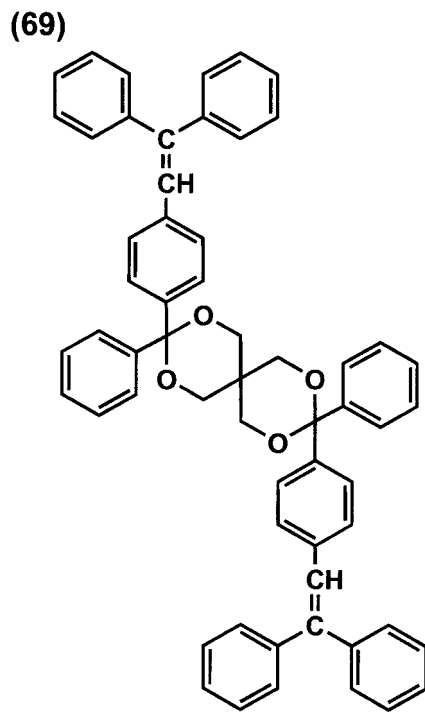
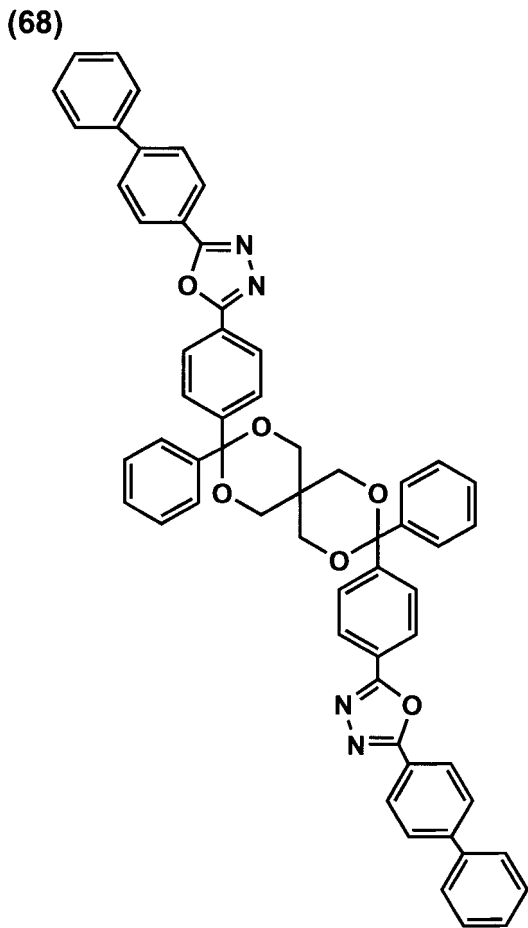
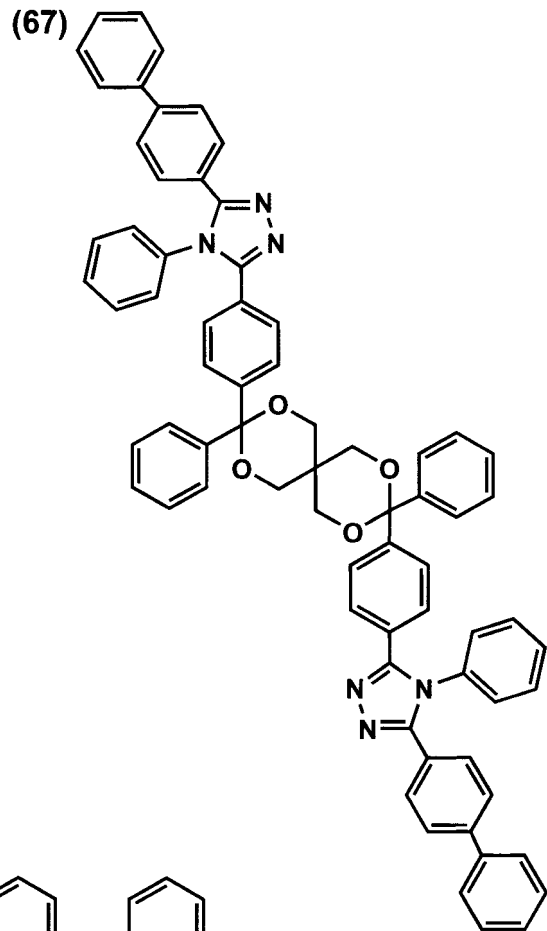
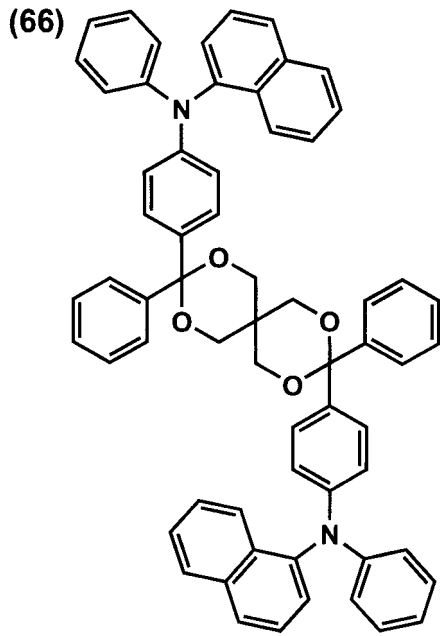
(65)



40

【 0 0 8 4 】

【化 2 3】



10

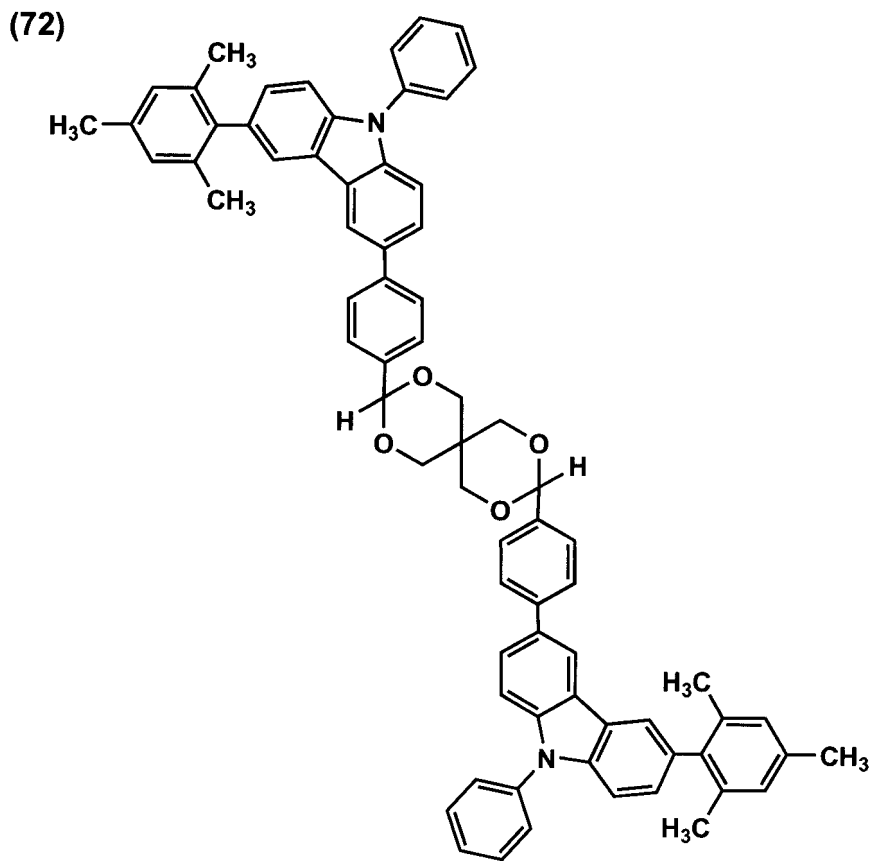
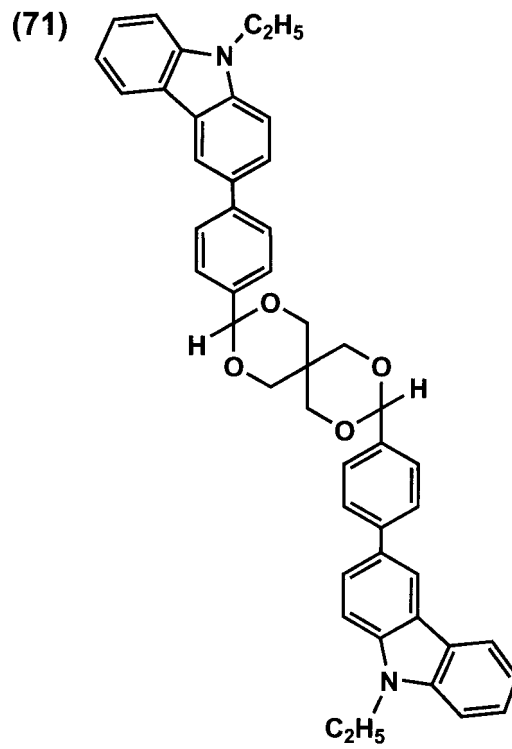
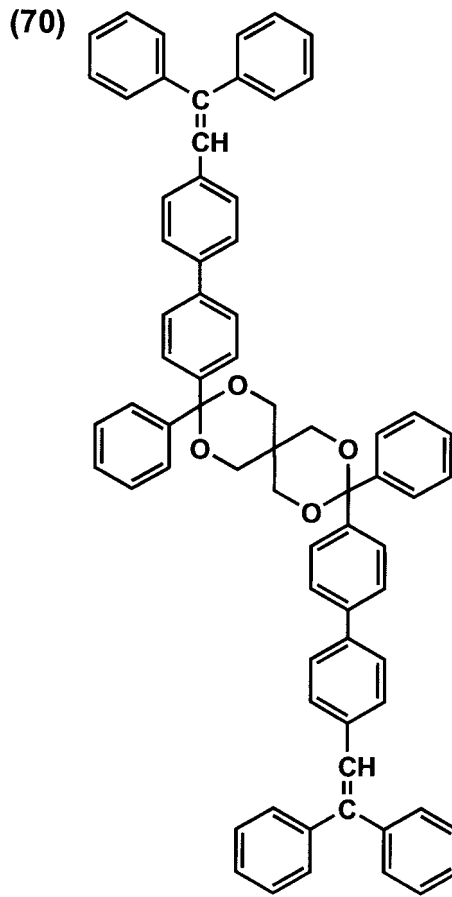
20

30

40

【 0 0 8 5 】

【化 2 4】



10

20

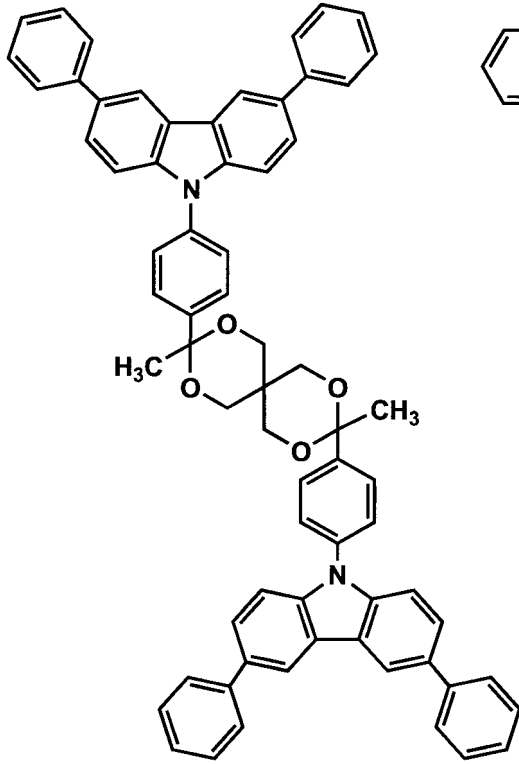
30

40

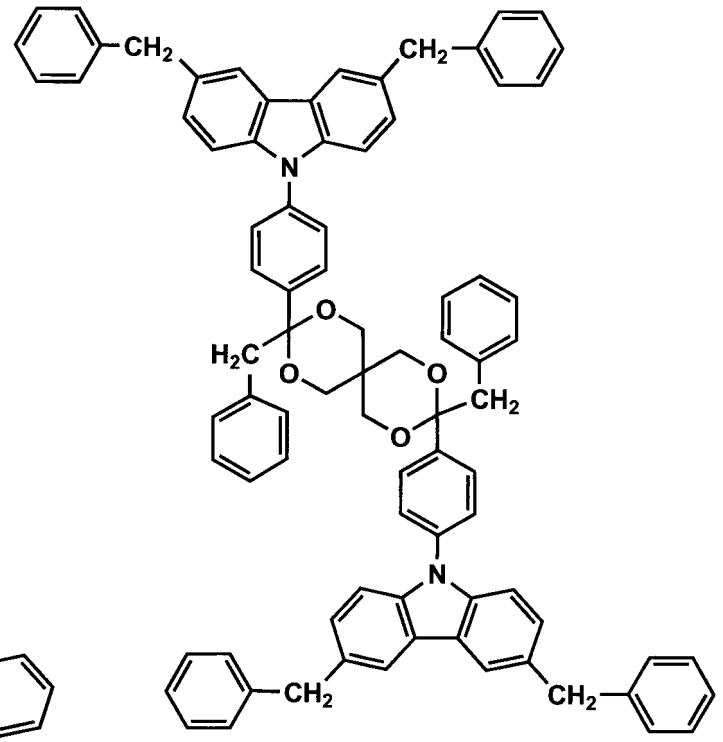
【 0 0 8 6 】

【化 2 5】

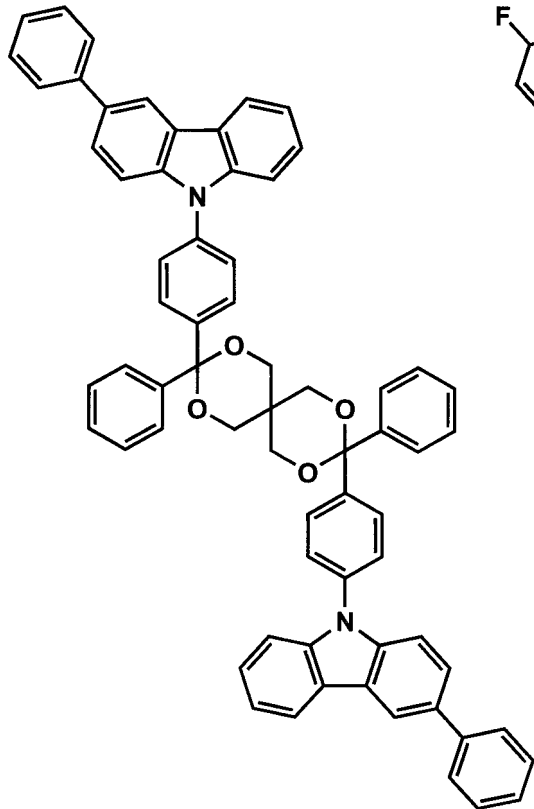
(73)



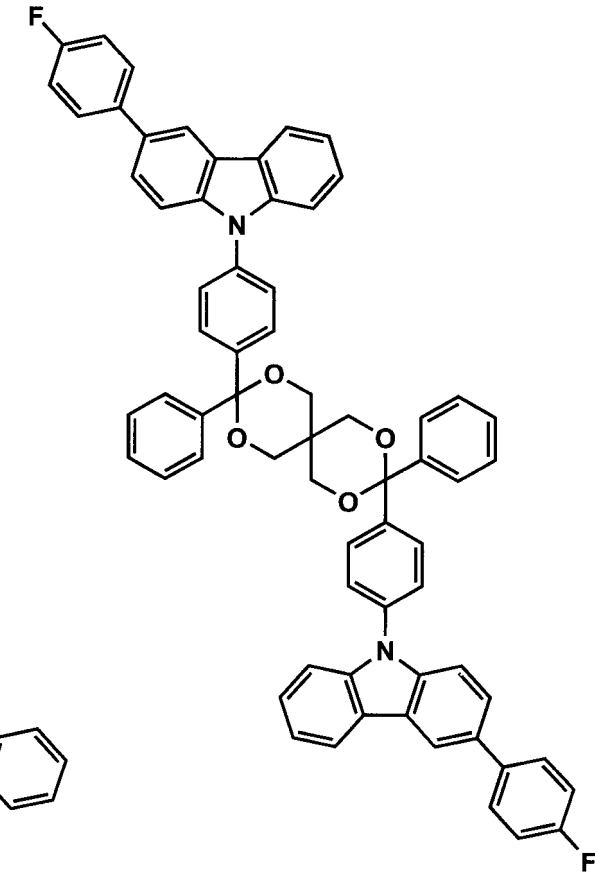
(74)



(75)



(76)



10

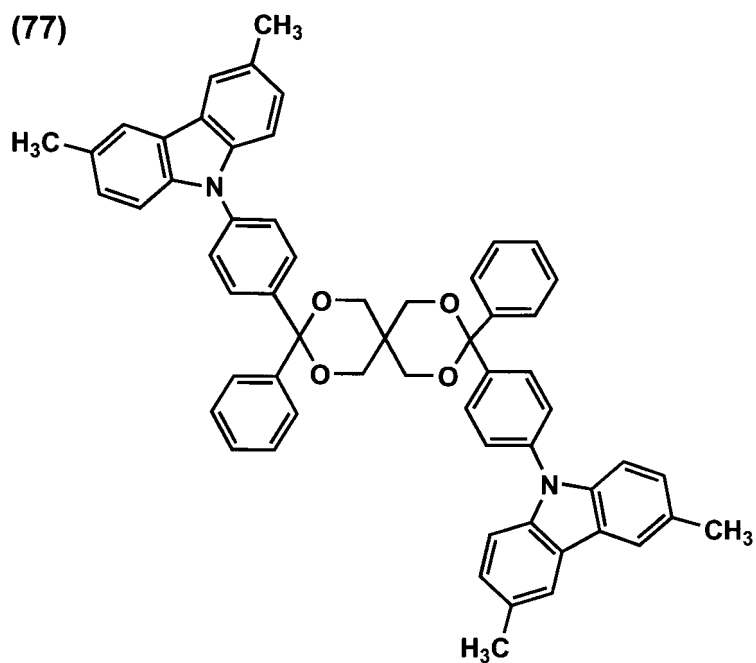
20

30

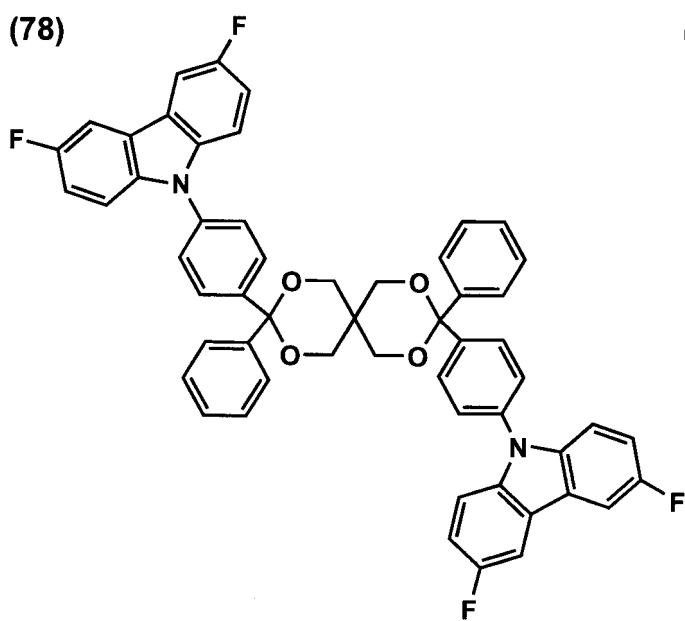
40

【 0 0 8 7 】

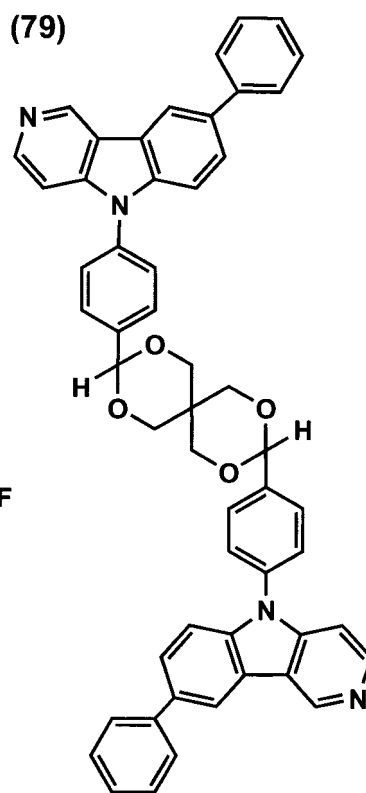
【化 2 6】



10



20



30

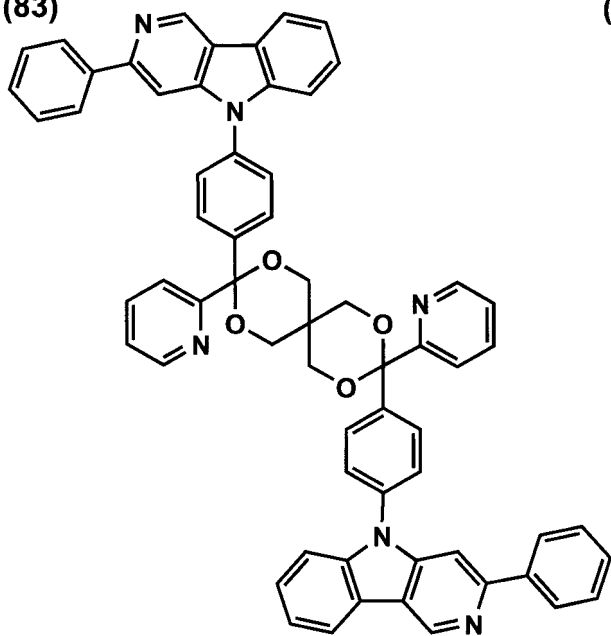
40

【 0 0 8 8 】

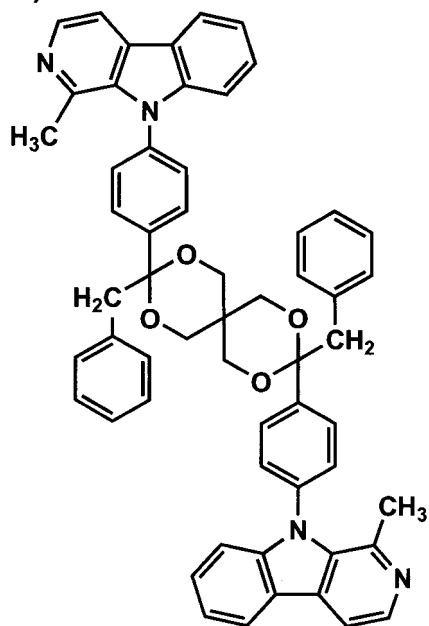


【化 2 8】

(83)



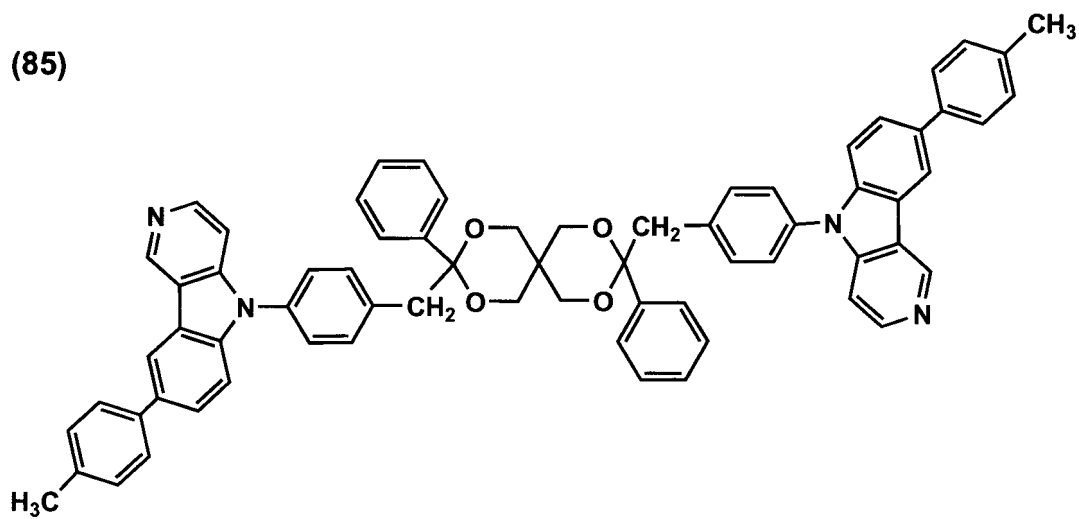
(84)



10

20

(85)



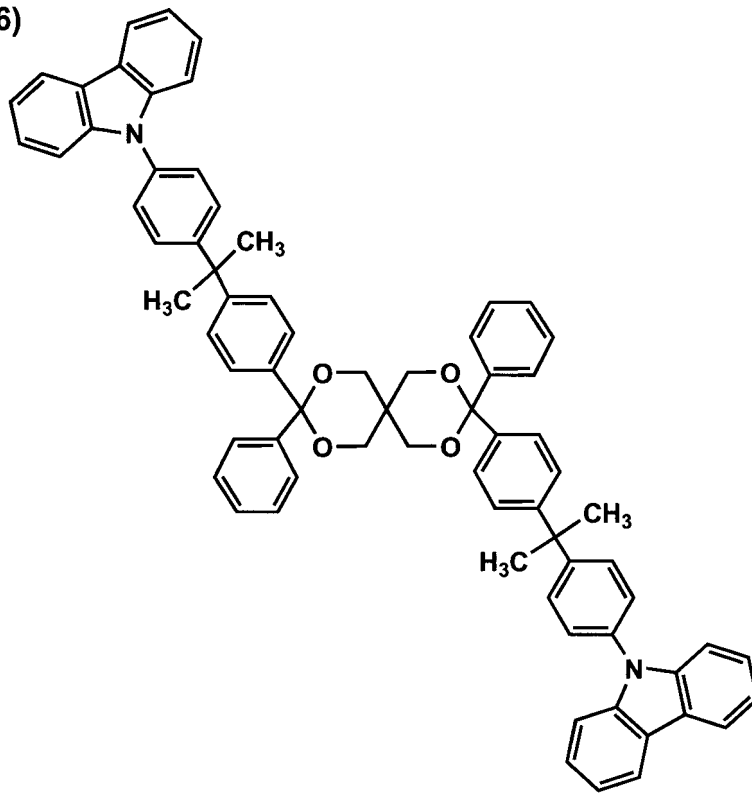
30

40

【 0 0 9 0 】

【化 2 9】

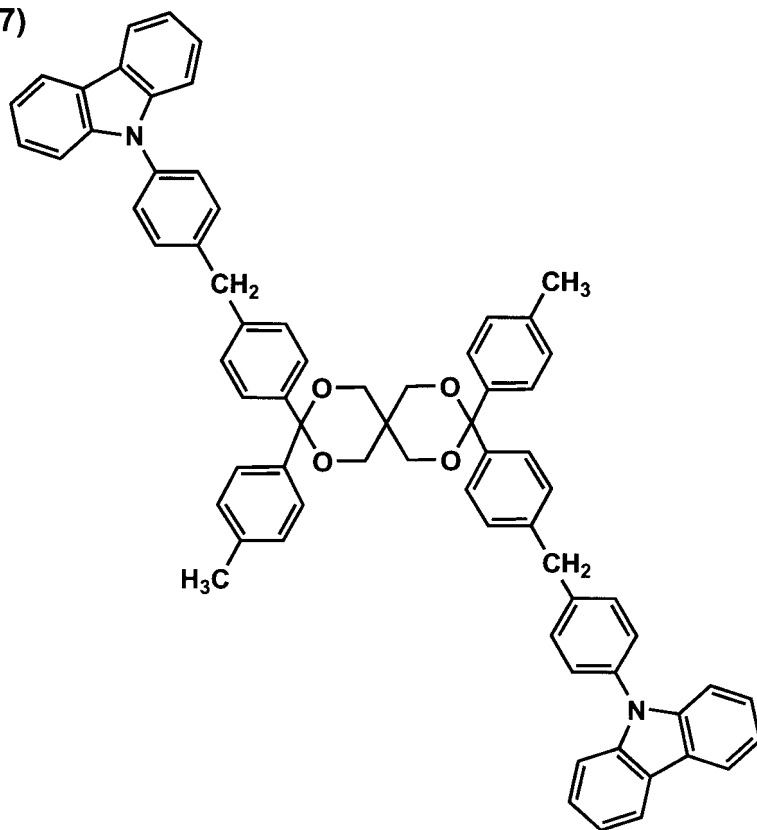
(86)



10

20

(87)



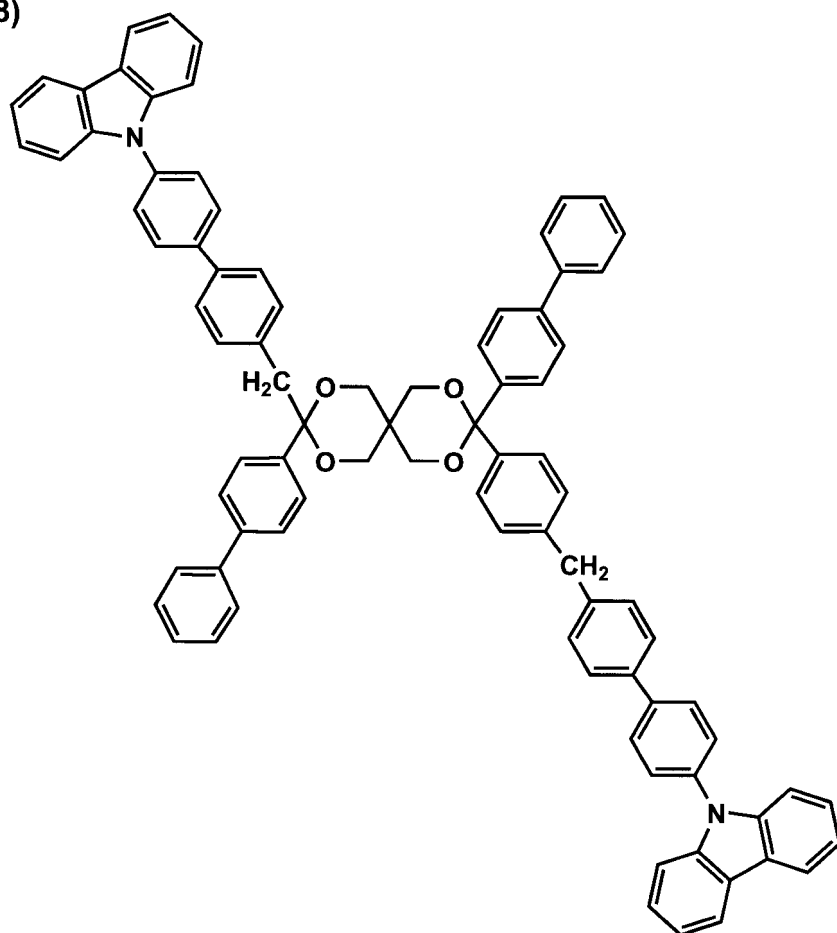
30

40

【 0 0 9 1】

【化 3 0】

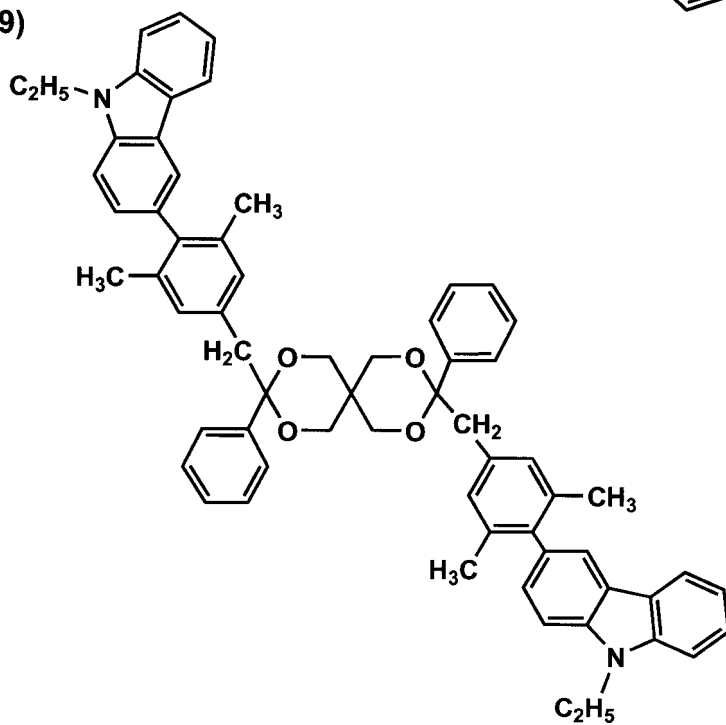
(88)



10

20

(89)



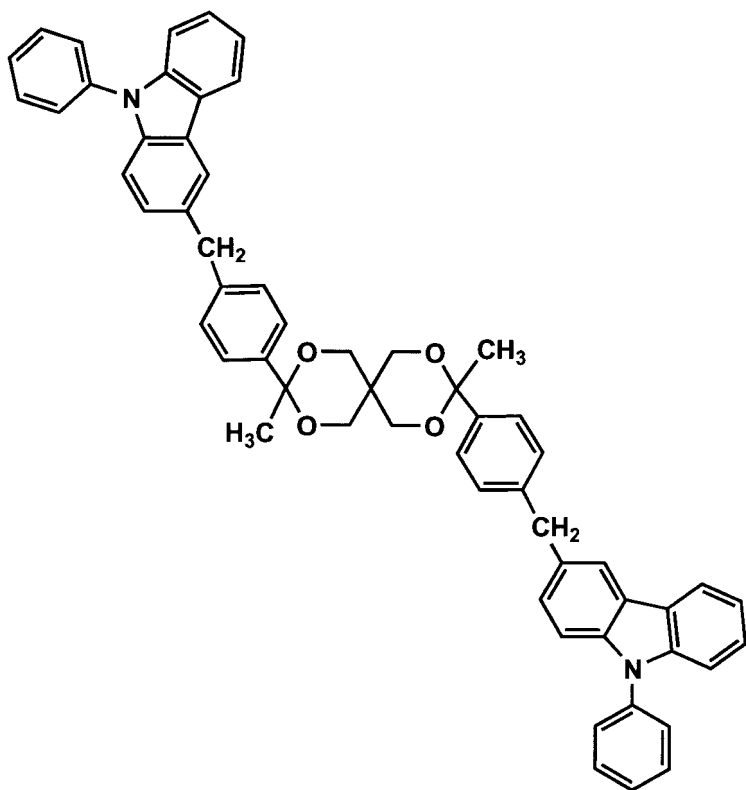
30

40

【 0 0 9 2】

【化 3 1】

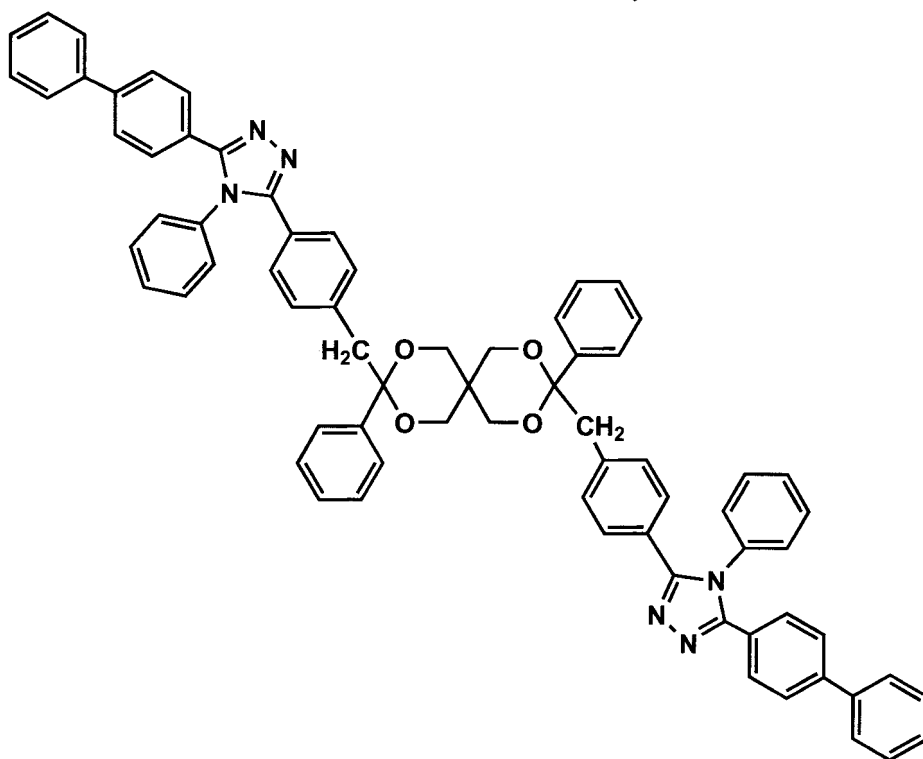
(90)



10

20

(91)

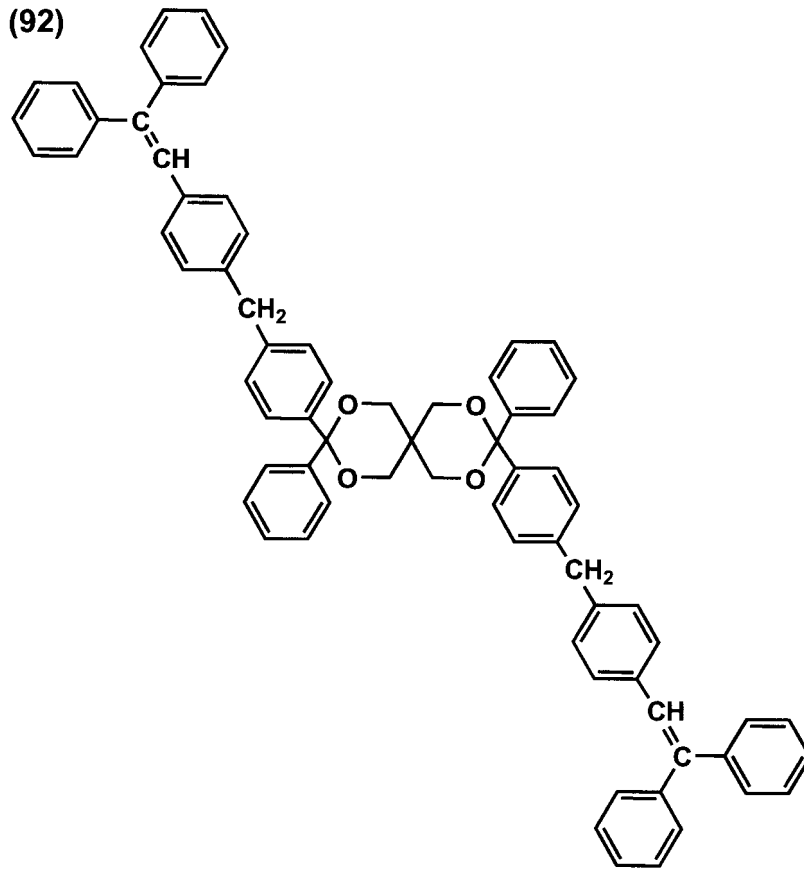


30

40

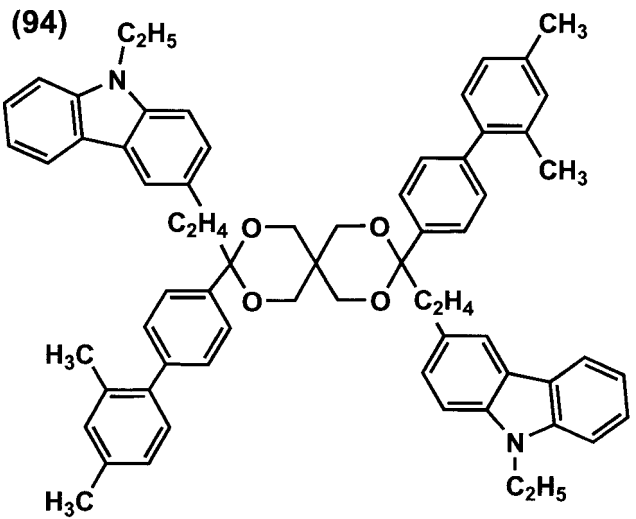
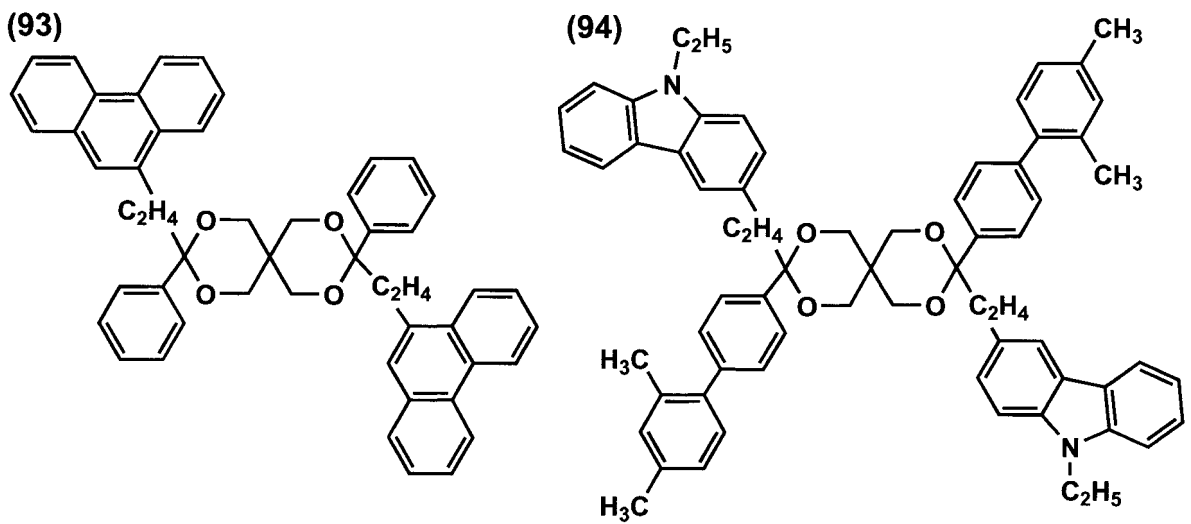
【 0 0 9 3 】

【化 3 2】



10

20



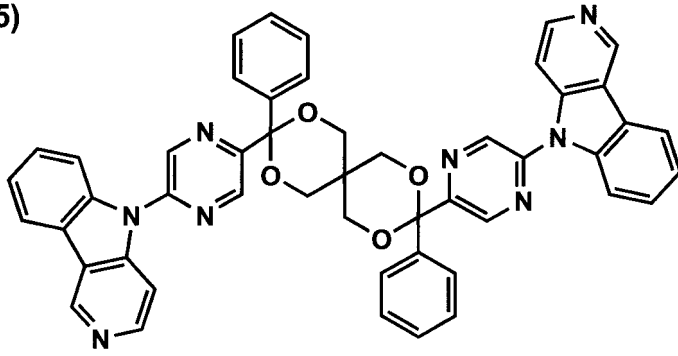
30

40

【 0 0 9 4 】

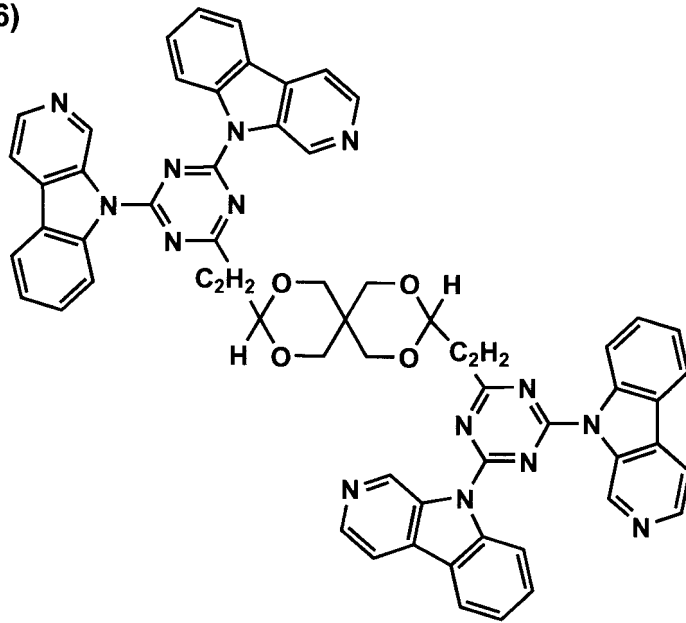
【化 3 3】

(95)



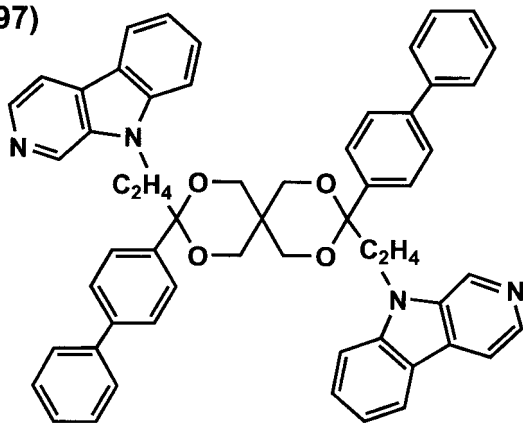
10

(96)

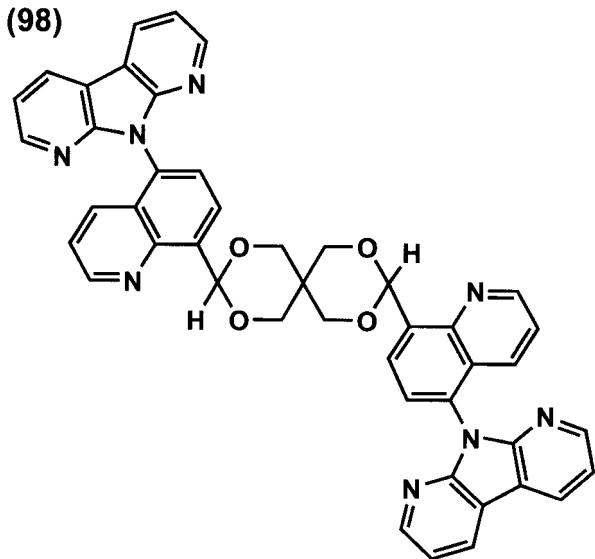


20

(97)



(98)



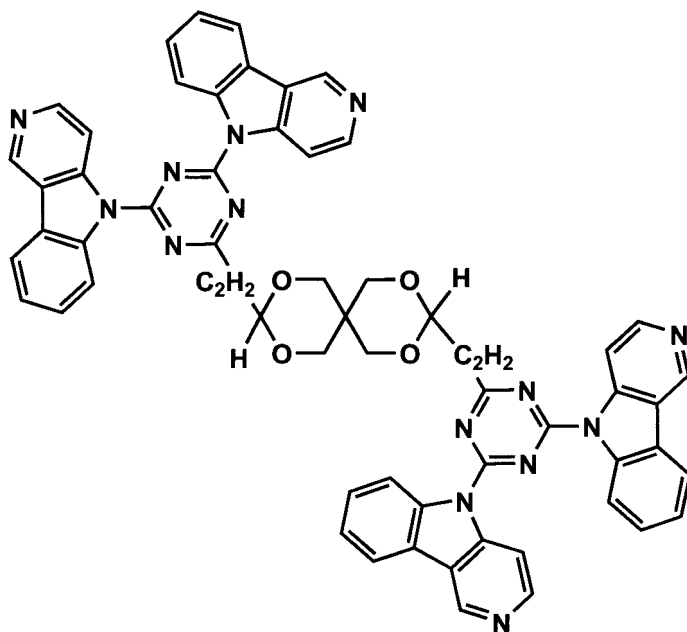
30

40

【 0 0 9 5 】

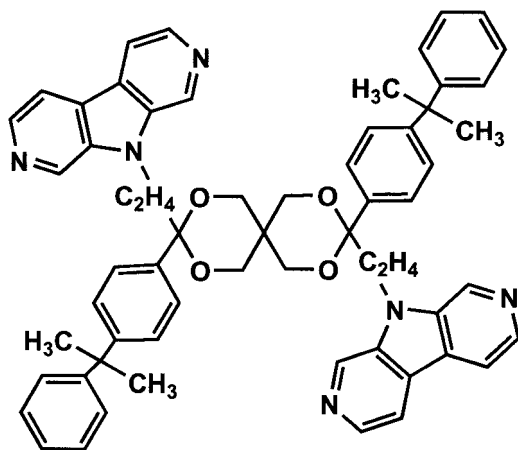
【化 3 4】

(99)



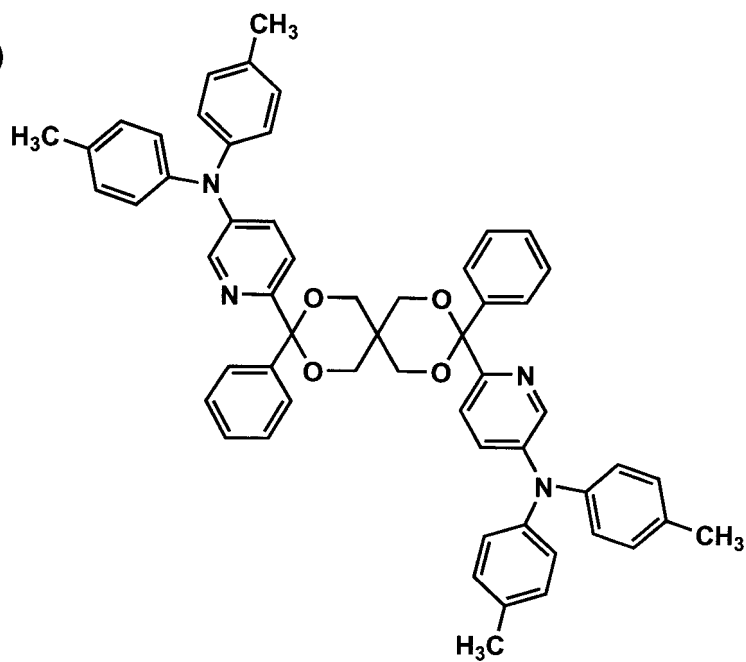
10

(100)



20

(101)



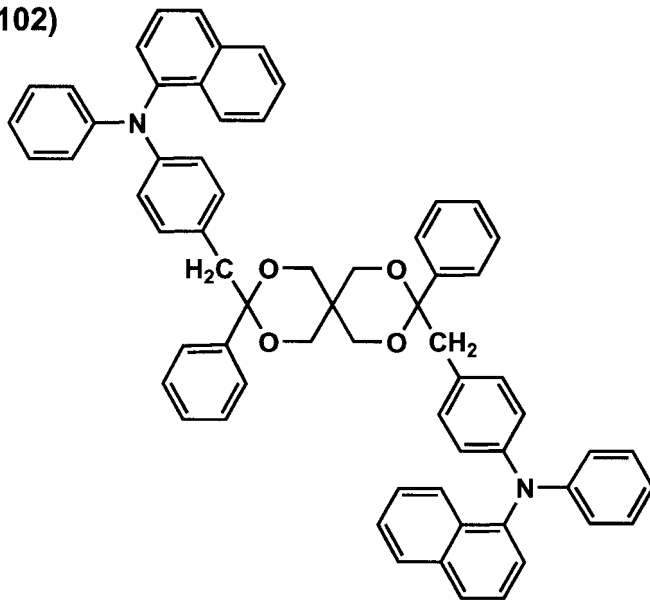
30

40

【 0 0 9 6 】

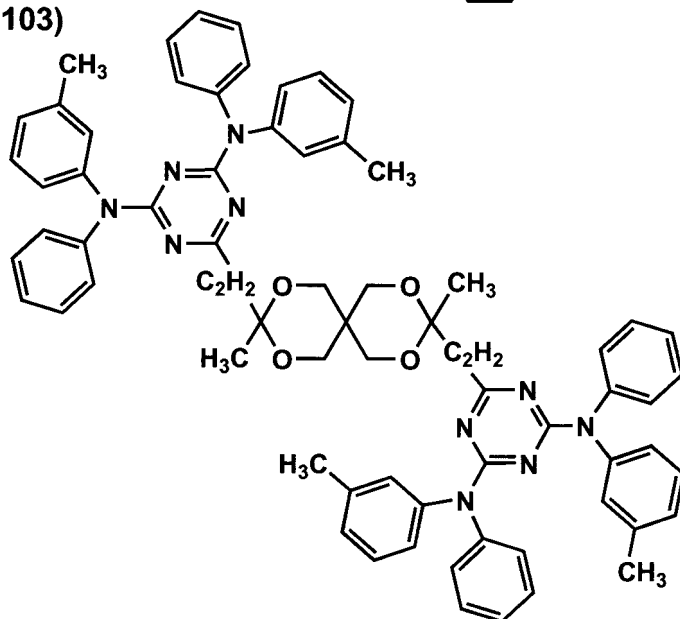
【化 3 5】

(102)



10

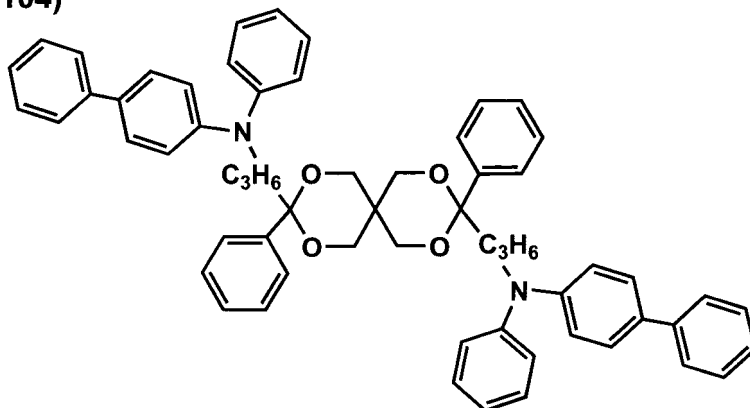
(103)



20

30

(104)



40

【 0 0 9 7 】

以下に、本発明に係る一般式(1)で表される化合物の合成例を示すが、本発明はこれ 50

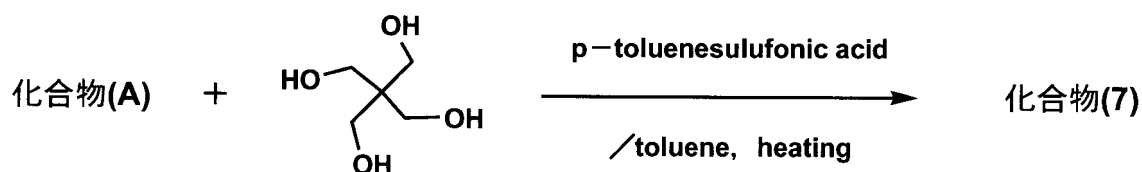
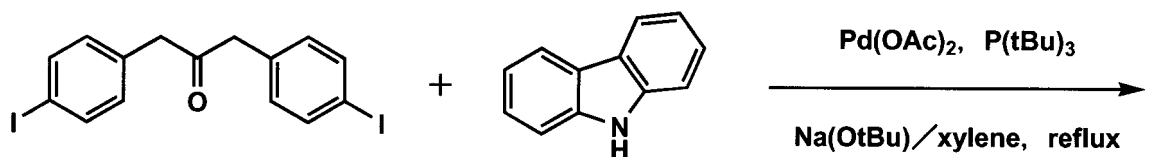
らに限定されない。

【0098】

《例示化合物(7)の合成》

【0099】

【化36】



【0100】

窒素雰囲気下、酢酸パラジウム224mgとトリ-tert-ブチルホスフィン746mgを脱水キシレン60mlに加えた。その後、1,3-ビス(4-ヨードフェニル)-2-プロパノンを3.41g、カルバゾール2.70g、ナトリウム-tert-ブトキシド1.70gを添加し、5時間加熱還流した。その後、抽出処理、乾燥、カラムクロマトグラフィーで精製、再結晶して、化合物(A)を2.19g得た。(収率55%)

30

次いで、化合物(A)2.00g、ペンタエリスリトール251mg及びp-トルエンスルホン酸1.43gをトルエン50mlに加え、50時間還流した。その後、抽出処理、乾燥、再結晶することで、化合物(7)を3.37g得た。(収率77%)

例示化合物(7)の構造は、マススペクトル、NMR(核磁気共鳴スペクトル)により確認した。

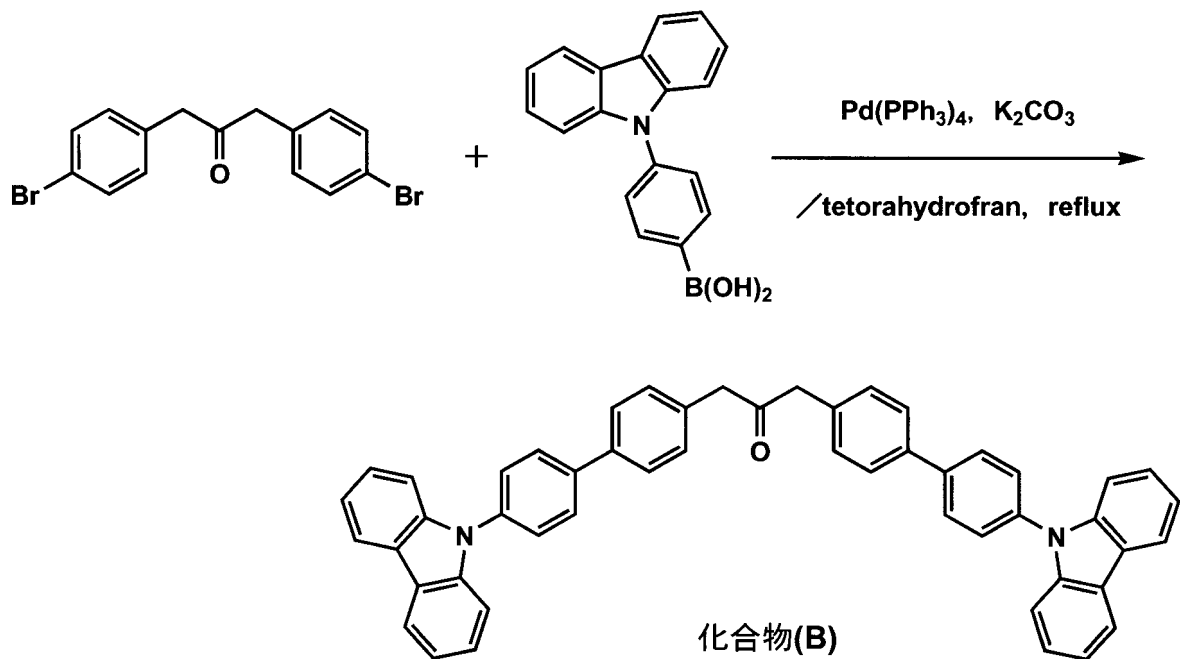
【0101】

《例示化合物(63)の合成》

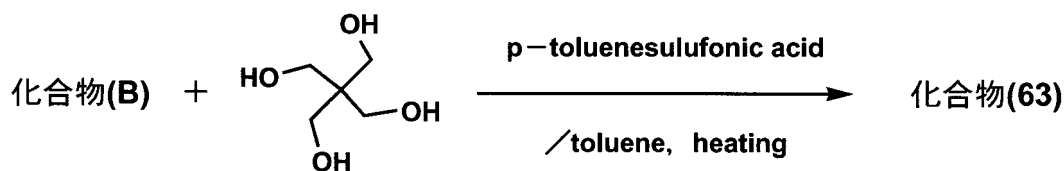
【0102】

40

## 【化 3 7】



10



20

## 【0103】

1,3-ビス(4-プロモフェニル)-2-プロパノン 5.00 g をテトラヒドロフラン 200 ml - 水 20 ml 2 層系の溶媒中、炭酸カリウム、パラジウム触媒の存在下、4-カルバゾリルフェニルボロン酸 8.58 g と反応させることで 3.29 g の化合物 (B) を得た。(収率 35%)

化合物 (B) 3.00 g、ペンタエリスリトール 293 mg 及び p-トルエン sulfonic acid 1.66 g をトルエン 60 ml に加え、50 時間還流した。その後、抽出処理、乾燥、再結晶することで、化合物 (63) を 4.18 g 得た。(収率 65%) 構造は、マススペクトル、NMR (核磁気共鳴スペクトル) により確認した。

## 【0104】

また、例示化合物 (7)、(63) だけではなく、本発明に係る、上記一般式 (1) で表される化合物の合成は、例えば、J. Org. Chem., 68, 2, 2003, 2400-246 を参照することにより、合成可能である。

## 【0105】

《一般式 (1) で表される化合物の有機 EL 素子への適用》

一般式 (1) で表される化合物を用いて、有機 EL 素子を作製する場合、有機 EL 素子の構成層 (詳細は後述する) の中で、発光層、正孔阻止層または正孔輸送層に用いることが好ましい。また、後述する発光層では、下記に記載の発光ホストとして好ましく用いられる。

## 【0106】

《発光ホストと発光ドーパント》

発光層中の主成分であるホスト化合物である発光ホストに対する発光ドーパント (因み

50

に、後述する、本発明に係るリン光性化合物は、発光ドーパントの一種である。)との混合比は好ましくは質量で0.1質量%~30質量%未満の範囲に調整することである。

【0107】

(発光ホスト)

発光ホスト(単にホストともいう)とは、2種以上の化合物で構成される発光層中にて混合比(質量)の最も多い化合物のことを意味し、それ以外の化合物については「ドーパント化合物(単に、ドーパントともいう)」という。例えば、発光層を化合物A、化合物Bという2種で構成し、その混合比がA:B=10:90であれば化合物Aがドーパント化合物であり、化合物Bがホスト化合物である。更に、発光層を化合物A、化合物B、化合物Cの3種から構成し、その混合比がA:B:C=5:10:85であれば、化合物A、化合物Bがドーパント化合物であり、化合物Cがホスト化合物である。

10

【0108】

次に本発明の有機EL素子の層構成の好ましい具体例を以下に示すが、本発明はこれらに限定されない。

【0109】

I:陽極/発光層/陰極

II:陽極/発光層/電子輸送層/陰極

III:陽極/陽極バッファ層/発光層/陰極

IV:陽極/陽極バッファ層/発光層/正孔阻止層/電子輸送層/陰極

V:陽極/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/陰極

20

VI:陽極/正孔輸送層/発光層/正孔阻止層/電子輸送層/陰極

VII:陽極/正孔輸送層/発光層/正孔阻止層/電子輸送層/陰極バッファ層/陰極

VIII:陽極/陽極バッファ層/正孔輸送層/発光層/正孔阻止層/電子輸送層/陰極バッファ層/陰極

《発光層》

本発明に係る発光層は、発光材料を含有し、電極または電子輸送層、正孔輸送層から注入されてくる電子及び正孔が再結合して発光する層であり、発光する部分は発光層の層内であっても発光層と隣接層との界面であってもよい。

【0110】

本発明では、発光材料としてはリン光性化合物を用いることが好ましい。これにより、高い発光輝度と発光効率を得ることができる。リン光性化合物は、励起三重項からの発光が観測される化合物であり、室温(25)にてリン光発光する化合物であり、リン光量子収率が、25において0.01以上の化合物である。リン光量子収率は好ましくは0.1以上である。

30

【0111】

上記リン光量子収率は、第4版実験化学講座7の分光IIの398頁(1992年版、丸善)に記載の方法により測定できる。溶液中でのリン光量子収率は種々の溶媒を用いて測定できるが、本発明に用いられるリン光性化合物は、任意の溶媒の何れかにおいて上記リン光量子収率が達成されればよい。

【0112】

リン光性化合物の発光は、原理としては2種挙げられ、一つはキャリアが輸送されるホスト化合物上でキャリアの再結合が起こってホスト化合物の励起状態が生成し、このエネルギーをリン光性化合物に移動させることでリン光性化合物からの発光を得るというエネルギー移動型、もう一つはリン光性化合物がキャリアトラップとなり、リン光性化合物上でキャリアの再結合が起こりリン光性化合物からの発光が得られるというキャリアトラップ型であるが、いずれの場合においても、リン光性化合物の励起状態のエネルギーはホスト化合物の励起状態のエネルギーよりも低いことが条件である。

40

【0113】

リン光性化合物は、有機EL素子の発光層に使用される公知のものの中から適宜選択して用いることができる。

50

## 【0114】

本発明においては、リン光性化合物は、オスmium、イリジウム、ロジウムまたは白金錯体系化合物であることが好ましく、これにより、より一層発光輝度と発光効率を向上させることができる。

## 【0115】

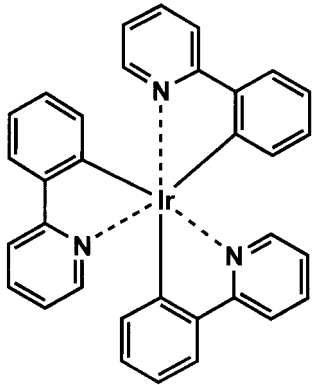
以下に、本発明で用いられるリン光性化合物の具体例を示すが、これらに限定されるものではない。これらの化合物は、例えば、Inorg. Chem. 40巻、1704~1711に記載の方法等により合成できる。

## 【0116】

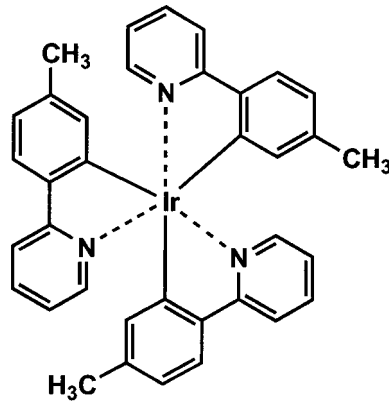
## 【化38】

10

Ir-1

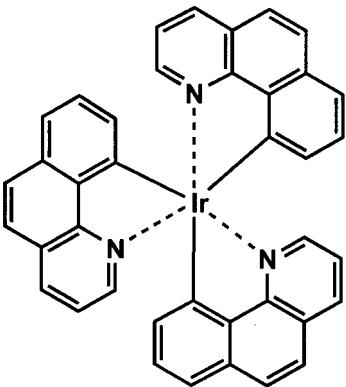


Ir-2

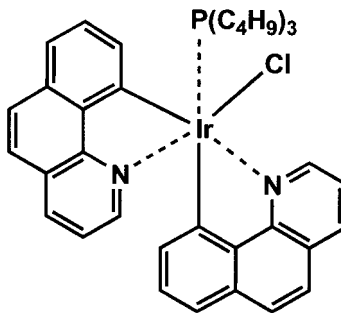


20

Ir-3

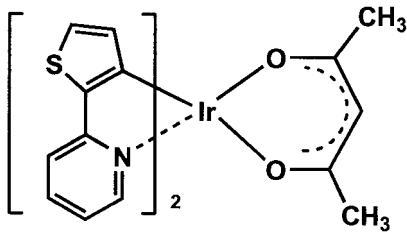


Ir-4

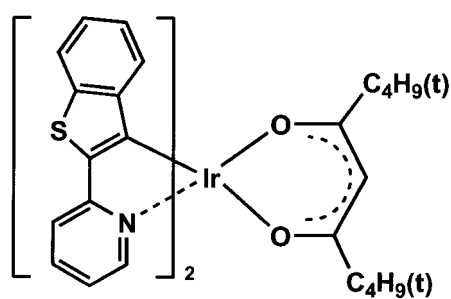


30

Ir-5



Ir-6



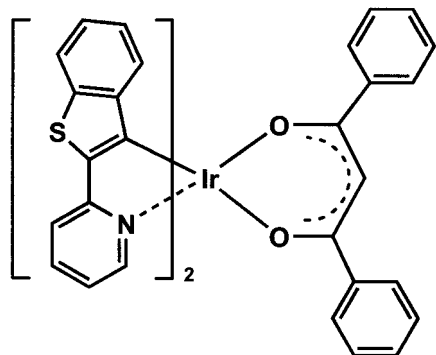
40

## 【0117】

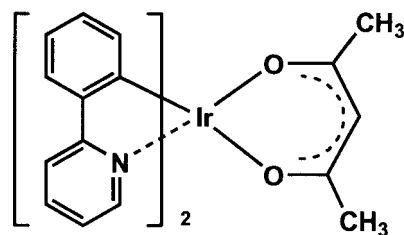
50

【化 3 9】

Ir-7

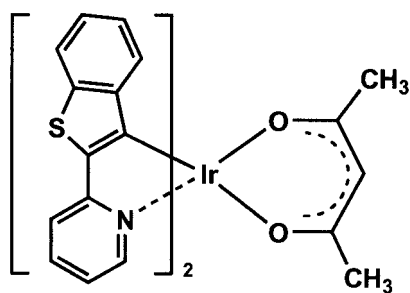


Ir-8

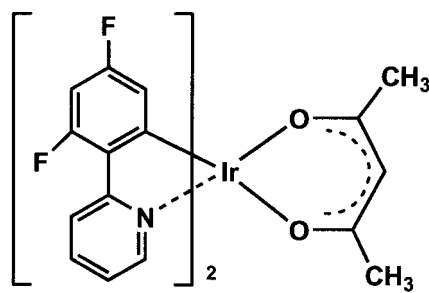


10

Ir-9

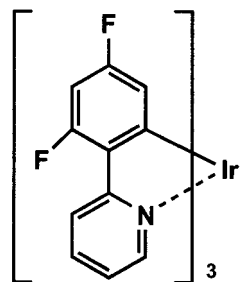


Ir-10

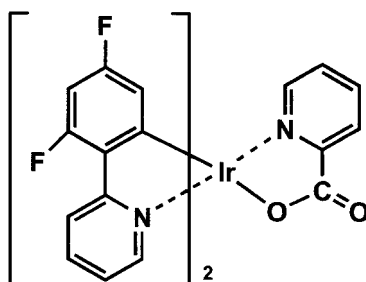


20

Ir-11

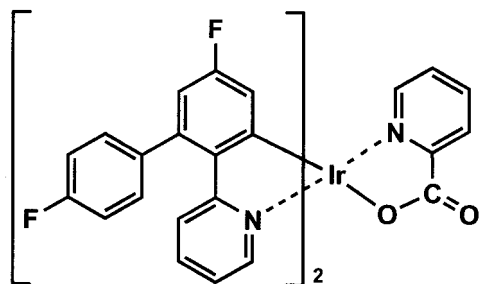


Ir-12



30

Ir-13

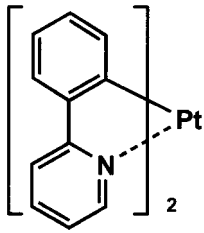


40

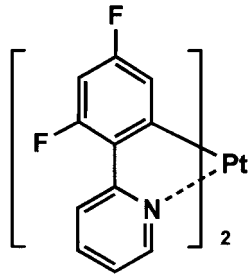
【 0 1 1 8 】

【化40】

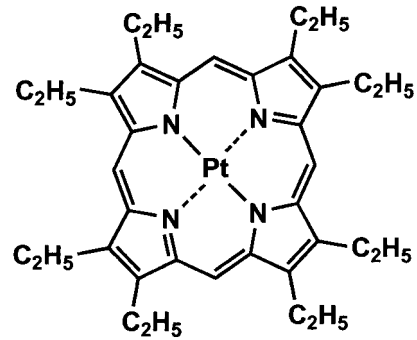
Pt-1



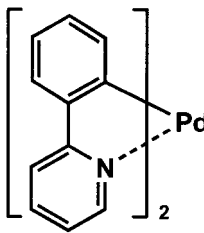
Pt-2



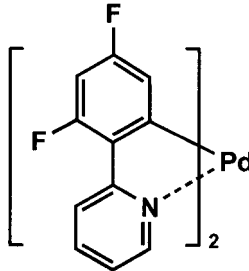
Pt-3



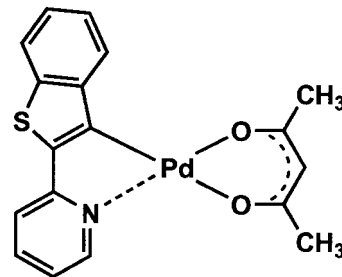
Pd-1



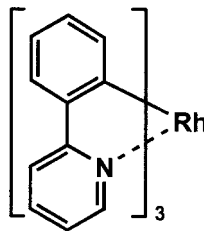
Pd-2



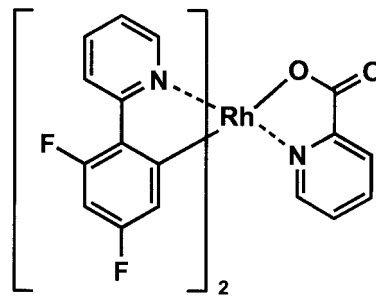
Pd-3



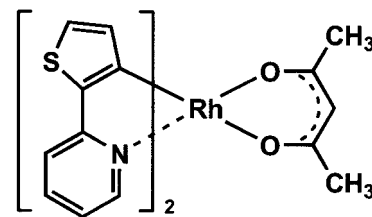
Rh-1



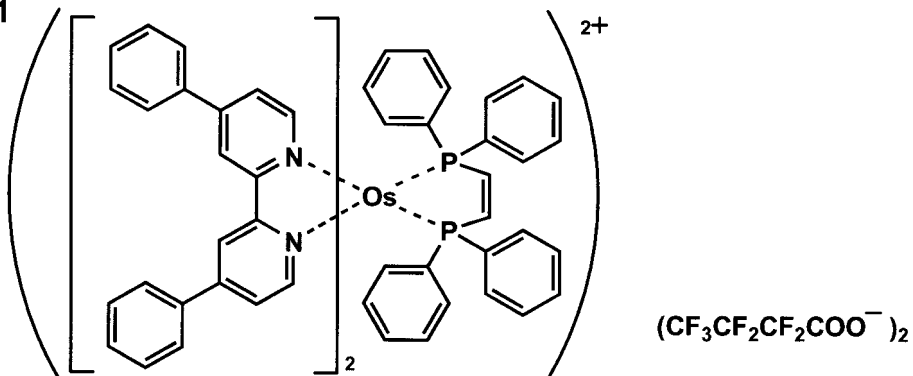
Rh-2



Rh-3



A-1



【0119】

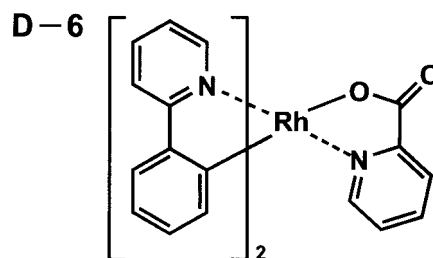
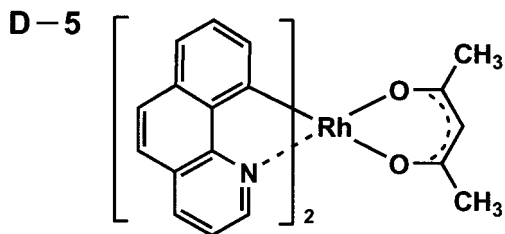
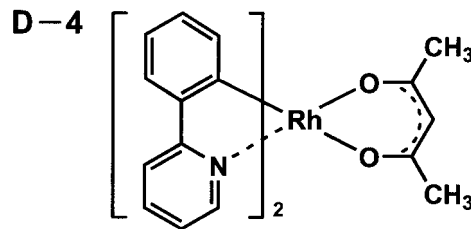
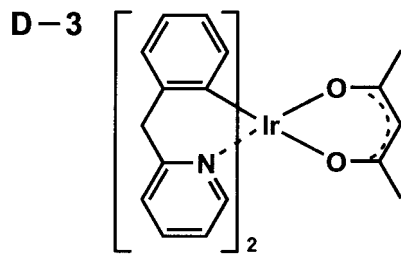
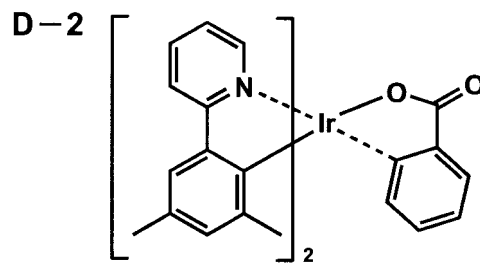
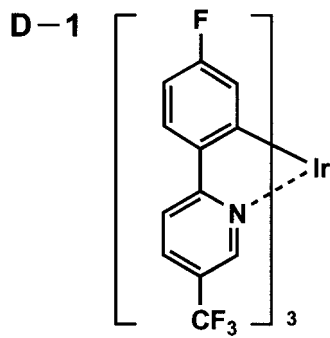
10

20

30

40

## 【化 4 1】



## 【 0 1 2 0】

また、リン光性化合物（発光ドーパント）としては、下記広報等に記載の化合物を用いることも出来る。

## 【 0 1 2 1】

例えば、国際公開第00/70655号パンフレット、特開2002-280178号公報、特開2001-181616号公報、特開2002-280179号公報、特開2001-181617号公報、特開2002-280180号公報、特開2001-247859号公報、特開2002-299060号公報、特開2001-313178号公報、特開2002-302671号公報、特開2001-345183号公報、特開2002-324679号公報、国際公開第02/15645号パンフレット、特開2002-332291号公報、特開2002-50484号公報、特開2002-332292号公報、特開2002-83684号公報、特表2002-540572号公報、特開2002-117978号公報、特開2002-338588号公報、特開2002-170684号公報、特開2002-352960号公報、国際公開第01/93642号パンフレット、特開2002-50483号公報、特開2002-100476号公報、特開2002-173674号公報、特開2002-359082号公報、特開2002-175884号公報、特開2002-363552号公報、特開2002-184582号公報、特開2003-7469号公報、特表2002-525808号公報、特開2003-7471号公報、特表2002-525833号公報、特開2003-31366号公報、特開2002-226495号公報、特開2002-234894号公報、特開2002-235076号公報、特開2002-241751号公報、特開2001-

10

20

30

40

50

319779号公報、特開2001-319780号公報、特開2002-62824号公報、特開2002-100474号公報、特開2002-203679号公報、特開2002-343572号公報、特開2002-203678号公報等が挙げられる。

【0122】

本発明においては、リン光性化合物のリン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が、リン光性化合物のリン光発光波長が380~480nmにリン光発光の極大波長を有することが好ましい。このような青色リン光発光の有機EL素子や、白色リン光発光の有機EL素子で、より高い発光輝度を示し、かつ、より半減寿命の長い有機エレクトロルミネッセンス素子とすることができる。

10

【0123】

また、リン光性化合物を複数種用いることで、異なる発光を混ぜることが可能となり、これにより任意の発光色を得ることができる。リン光性化合物の種類、ドーピング量を調整することで白色発光が可能であり、照明装置、バックライトへの応用もできる。

【0124】

また、発光層には、前記一般式(1)で表される部分構造を有し分子量が1700以下であるホスト化合物の他に、公知のホスト化合物を複数種併用して用いてもよい。ホスト化合物を複数種もちいることで、電荷の移動を調整することが可能であり、有機EL素子を高効率化することができる。これらの公知のホスト化合物としては、正孔輸送能、電子輸送能を有しつつ、かつ、発光の長波長化を防ぎ、なおかつ高T<sub>g</sub>(ガラス転移温度)である化合物が好ましい。

20

【0125】

公知のホスト化合物の具体例としては、以下の文献に記載されている化合物が挙げられる。

【0126】

特開2001-257076号公報、同2002-308855号公報、同2001-313179号公報、同2002-319491号公報、同2001-357977号公報、同2002-334786号公報、同2002-8860号公報、同2002-334787号公報、同2002-15871号公報、同2002-334788号公報、同2002-43056号公報、同2002-334789号公報、同2002-75645号公報、同2002-338579号公報、同2002-105445号公報、同2002-343568号公報、同2002-141173号公報、同2002-352957号公報、同2002-203683号公報、同2002-363227号公報、同2002-231453号公報、同2003-3165号公報、同2002-234888号公報、同2003-27048号公報、同2002-255934号公報、同2002-260861号公報、同2002-280183号公報、同2002-299060号公報、同2002-302516号公報、同2002-305083号公報、同2002-305084号公報、同2002-308837号公報等。

30

【0127】

また、発光層は、ホスト化合物としてさらに蛍光極大波長を有するホスト化合物を含有していてもよい。この場合、他のホスト化合物とリン光性化合物から蛍光性化合物へ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極大波長を有する他のホスト化合物からの発光も得られる。蛍光極大波長を有するホスト化合物として好ましいのは、溶液状態で蛍光量子収率が高いものである。ここで、蛍光量子収率は10%以上、特に30%以上が好ましい。具体的な蛍光極大波長を有するホスト化合物としては、クマリン系色素、ピラン系色素、シアニン系色素、クロコニウム系色素、スクアリウム系色素、オキソベンツアントラセン系色素、フルオレセイン系色素、ローダミン系色素、ピリリウム系色素、ペリレン系色素、スチルベン系色素、ポリチオフェン系色素等が挙げられる。蛍光量子収率は、前記第4版実験化学講座7の分光I Iの362頁(1992年版、丸善)に記載の方法により測定することができる。

40

50

## 【0128】

本明細書の発光する色は、「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定される。

## 【0129】

発光層は、上記化合物を、例えば真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB法、インクジェット法等の公知の薄膜化法により製膜して形成することができるが、好ましくはスピコート法である。発光層としての膜厚は特に制限はないが、通常は5nm~5μm、好ましくは5nm~200nmの範囲で選ばれる。この発光層は、これらのリン光性化合物やホスト化合物が1種または2種以上からなる一層構造であってもよいし、あるいは、同一組成また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

## 【0130】

《阻止層：正孔阻止層、電子阻止層》

正孔阻止層とは広い意味では電子輸送層であり、電子を輸送する機能を有しつつ正孔を輸送する能力が著しく小さい材料からなり、電子を輸送しつつ正孔を阻止することで電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。

## 【0131】

正孔阻止層は、正孔輸送層から移動してくる正孔を陰極に到達するのを阻止する役割と、陰極から注入された電子を効率よく発光層の方向に輸送することができる化合物により形成される。正孔阻止層を構成する材料に求められる物性としては、電子移動度が高く正孔移動度が低いこと、及び正孔を効率的に発光層内に閉じこめるために、発光層のイオン化ポテンシャルより大きいイオン化ポテンシャルの値を有するか、発光層のバンドギャップより大きいバンドギャップを有することが好ましい。 20

## 【0132】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、発光層に隣接して正孔阻止層を設けることが好ましい。これにより、より一層発光輝度と発光効率を向上させることができる。

## 【0133】

本発明においては、正孔阻止層が、前記一般式(1)で表される化合物の少なくとも1種を含有することにより、より一層発光輝度と発光効率を向上させることができる。

## 【0134】

また、本発明の有機EL素子では、正孔阻止層が、前記一般式(1)で表される化合物の少なくとも一種を含有することが好ましく、これにより、より一層発光輝度と発光効率を向上させることができる。 30

## 【0135】

一方、電子阻止層とは広い意味では正孔輸送層であり、正孔を輸送する機能を有しつつ電子を輸送する能力が著しく小さい材料からなり、正孔を輸送しつつ電子を阻止することで電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。

## 【0136】

《正孔輸送層》

本発明に係る一般式(1)で表される化合物は、本発明の有機EL素子の構成層のひとつである正孔輸送層に用いることが好ましい。ここで、正孔輸送層とは正孔を輸送する機能を有する材料からなり、広い意味で正孔注入層、電子阻止層も正孔輸送層に含まれる。正孔輸送層、電子輸送層は単層もしくは複数層設けることができる。 40

## 【0137】

正孔輸送材料としては、本発明に係る一般式(1)で表される化合物の他にも、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。

## 【0138】

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 50

り、有機物、無機物のいずれであってもよい。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等が挙げられる。

【0139】

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。

10

【0140】

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', 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(MTDA)等が挙げられる。

20

30

【0141】

更に、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。

【0142】

また、p型 - Si, p型 - SiC等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。

【0143】

また、本発明においては正孔輸送層の正孔輸送材料は415nm以下に蛍光極大波長を有することが好ましい。すなわち、正孔輸送材料は、正孔輸送能を有しつつかつ、発光の長波長化を防ぎ、なおかつ高Tgである化合物が好ましい。

40

【0144】

この正孔輸送層は、上記正孔輸送材料を、例えば、真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、インクジェット法、LB法等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。正孔輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5 ~ 5000nm程度である。この正孔輸送層は、上記材料の一種または二種以上からなる一層構造であってもよい。

【0145】

《陽極》

有機EL素子における陽極としては、仕事関数の大きい(4eV以上)金属、合金、電

50

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等の金属、CuI、インジウムチンオキシド(ITO)、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 等の導電性透明材料が挙げられる。また、IDIXO( $\text{In}_2\text{O}_3$ - $\text{ZnO}$ )等非晶質で透明導電膜を作製可能な材料を用いてもよい。陽極は、これらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により、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 / 以下が好ましい。さらに膜厚は材料にもよるが、通常10nm~1000nm、好ましくは10nm~200nmの範囲で選ばれる。

#### 【0146】

##### 《陰極》

一方、陰極としては、仕事関数の小さい(4eV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( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )混合物、インジウム、リチウム/アルミニウム混合物、希土類金属等が挙げられる。これらの中で、電子注入性及び酸化等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( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )混合物、リチウム/アルミニウム混合物、アルミニウム等が好適である。陰極は、これらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により、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 / 以下が好ましく、膜厚は通常10nm~1000nm、好ましくは50nm~200nmの範囲で選ばれる。なお、発光を透過させるため、有機EL素子の陽極または陰極のいずれか一方が、透明または半透明であれば、発光輝度が向上し好都合である。

#### 【0147】

次に、本発明の有機EL素子の構成層として用いられる、注入層、正孔輸送層、電子輸送層等について説明する。

#### 【0148】

##### 《注入層：電子注入層、正孔注入層》

注入層は、必要に応じて設け、電子注入層と正孔注入層があり、上記のごとく陽極と発光層または正孔輸送層の間、及び陰極と発光層または電子輸送層との間に存在させてもよい。

#### 【0149】

注入層とは、駆動電圧低下や発光輝度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」(123~166頁)に詳細に記載されており、正孔注入層(陽極バッファ層)と電子注入層(陰極バッファ層)とがある。

#### 【0150】

陽極バッファ層(正孔注入層)は、特開平9-45479号公報、同9-260062号公報、同8-288069号公報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。なかでも、ポリジオキシチオフェン類を用いたものが好ましく、これにより、より一層高い発光輝度と発光効率を示し、かつさらに長寿命である有機EL素子とすることができる

。また、陽極バッファ層は、陽極と発光層との間にあり、陰極と発光層とに隣接するように設けられていることが好ましい。これにより、より一層高い発光輝度と発光効率を示し、かつさらに長寿命である有機EL素子とすることができる。

【0151】

陰極バッファ層（電子注入層）は、特開平6-325871号公報、同9-17574号公報、同10-74586号公報等にもその詳細が記載され、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、酸化アルミニウムに代表される酸化物バッファ層等が挙げられる。

【0152】

上記バッファ層（注入層）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0.1nm~100nmの範囲が好ましい。

【0153】

阻止層は、上記のごとく、有機化合物薄膜の基本構成層の他に必要に応じて設けられるものである。例えば、特開平11-204258号公報、同11-204359号公報、及び「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237頁等に記載されている正孔阻止（ホールブロック）層がある。

【0154】

《電子輸送層》

電子輸送層とは電子を輸送する機能を有する材料からなり、広い意味で電子注入層、正孔阻止層も電子輸送層に含まれる。本発明に用いられる電子輸送層は単層もしくは複数層設けることができる。

【0155】

従来、単層の電子輸送層、及び複数層とする場合は発光層に対して陰極側に隣接する電子輸送層に用いられる電子輸送材料（正孔阻止材料を兼ねる）としては、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、ジフェニルキノ誘導体、チオピランジオキシド誘導体、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。

【0156】

さらに、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。

【0157】

更に、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。

【0158】

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

10

20

30

40

50

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。

【0159】

電子輸送層に用いられる好ましい化合物は、415nm以下に蛍光極大波長を有することが好ましい。すなわち、電子輸送層に用いられる化合物は、電子輸送能を有しつつかつ、発光の長波長化を防ぎ、なおかつ高Tgである化合物が好ましい。

【0160】

この電子輸送層は、上記電子輸送材料を、例えば、真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、インクジェット法、LB法等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。電子輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5~5000nm程度である。この電子輸送層は、上記材料の一種または二種以上からなる一層構造であ

10

【0161】

《基体（基板、基材、支持体等ともいう）》

本発明の有機EL素子に用いることができる基体としては、ガラス、プラスチック等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が、好ましく用いられる基板としては例えばガラス、石英、光透過性樹脂フィルムを挙げることができる。特に好ましい基体は、有機EL素子にフレキシブル性を与えることが可能な樹脂フィルムである。

【0162】

樹脂フィルムとしては、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。

20

【0163】

樹脂フィルムの表面には、無機物もしくは有機物の被膜またはその両者のハイブリッド被膜が形成されていてもよい。

【0164】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の発光の室温における外部取り出し効率は、1%以上であることが好ましく、より好ましくは2%以上である。ここに、外部取り出し量子効率（%）=有機EL素子外部に発光した光子数/有機EL素子に流した電子数×100である。

30

【0165】

また、カラーフィルター等の色相改良フィルター等を併用してもよい。

【0166】

本発明の多色表示装置は少なくとも2種類の異なる発光極大波長を有する有機EL素子からなるが、有機EL素子を作製する好適な例を説明する。

【0167】

《有機EL素子の作製方法》

本発明の有機EL素子の作製方法の一例として、陽極/陽極バッファ層/発光層/正孔阻止層/電子輸送層/陰極からなる有機EL素子の作製法について説明する。

40

【0168】

まず適当な基体上に、所望の電極物質、例えば、陽極用物質からなる層を、1μm以下、好ましくは10nm~200nmの膜厚になるように、蒸着やスパッタリング等の方法により形成させ、陽極を作製する。次に、この上に素子材料である陽極バッファ層、発光層、正孔阻止層、電子輸送層の有機化合物薄膜を形成させる。

【0169】

この有機化合物薄膜の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、インクジェット法、蒸着法、印刷法等があるが、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等の点から、真空蒸着法またはスピンコート法が特に好ましい。さら

50

に層ごとに異なる製膜法を適用してもよい。製膜に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等により異なるが、一般にボート加熱温度 $50 \sim 450$ 、真空度 $10^{-6} \text{ Pa} \sim 10^{-2} \text{ Pa}$ 、蒸着速度 $0.01 \text{ nm} \sim 50 \text{ nm/秒}$ 、基板温度 $-50 \sim 300$ 、膜厚 $0.1 \text{ nm} \sim 5 \mu\text{m}$ の範囲で適宜選ぶことが望ましい。

【0170】

これらの層の形成後、その上に陰極用物質からなる薄膜を、 $1 \mu\text{m}$ 以下好ましくは $50 \text{ nm} \sim 200 \text{ nm}$ 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等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正孔注入層から陰極まで作製するのが好ましいが、途中で取り出して異なる製膜法を施してもかまわない。その際、作業を乾燥不活性ガス雰囲気下で行う等の配慮が必要となる。

10

【0171】

本発明の表示装置は、発光層形成時のみシャドーマスクを設け、他層は共通として、一面に蒸着法、キャスト法、スピンコート法、インクジェット法、印刷法等で層を形成することができる。

【0172】

また作製順序を逆にして、各層を作製することも可能である。

【0173】

このようにして得られた表示装置に、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 $2 \sim 40 \text{ V}$ 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。

20

【0174】

本発明の表示装置は、本発明の有機EL素子を用いており、表示デバイス、ディスプレイ、各種発光光源として用いることができる。表示デバイス、ディスプレイにおいて、青、赤、緑発光の3種の有機EL素子を用いることでフルカラーの表示が可能となる。

【0175】

表示デバイス、ディスプレイとしてはテレビ、パソコン、モバイル機器、AV機器、文字放送表示、自動車内の情報表示等が挙げられる。特に静止画像や動画像を再生する表示装置として使用してもよく、動画再生用の表示装置として使用する場合は単純マトリクス(パッシブマトリクス)方式でもアクティブマトリクス方式でもどちらでもよい。

30

【0176】

本発明の照明装置は、本発明の有機EL素子を用いており、家庭用照明、車内照明、時計のバックライト、看板広告、信号機、光記憶媒体の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサーの光源等が挙げられるがこれに限定するものではない。また、液晶表示装置等のバックライトとしても用いることができる。

【0177】

また、本発明に係る有機EL素子に共振器構造を持たせた有機EL素子として用いてもよい。

40

【0178】

このような共振器構造を有した有機EL素子の使用目的としては、光記憶媒体の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサーの光源等が挙げられるが、これらに限定されない。また、レーザ発振をさせることにより、上記用途に使用してもよい。

【0179】

本発明の有機EL素子は、前述したように照明用や露光光源のような1種のランプとして使用してもよいし、画像を投影するタイプのプロジェクション装置や、静止画像や動画像を直接視認するタイプの表示装置(ディスプレイ)として使用してもよい。動画再生用の表示装置として使用する場合は単純マトリクス(パッシブマトリクス)方式

50

でもアクティブマトリクス方式でもどちらでもよい。または、異なる発光色を有する本発明の有機EL素子を3種以上使用することにより、フルカラー表示装置を作製することが可能である。または、一色の発光色、例えば白色発光をカラーフィルターを用いてBGRにし、フルカラー化することも可能である。さらに、有機ELの発光色を色変換フィルターを用いて他色に変換しフルカラー化することも可能であるが、その場合、有機EL発光のmaxは480nm以下であることが好ましい。

【0180】

本発明の有機EL素子から構成される表示装置の一例を図面に基づき以下に説明する。

【0181】

図1は、有機EL素子から構成される表示装置の一例を示した模式図である。有機EL素子の発光により画像情報の表示を行う、例えば、携帯電話等のディスプレイの模式図である。 10

【0182】

ディスプレイ1は、複数の画素を有する表示部A、画像情報に基づいて表示部Aの画像走査を行う制御部B等からなる。

【0183】

制御部Bは、表示部Aと電氣的に接続され、複数の画素それぞれに外部からの画像情報に基づいて走査信号と画像データ信号を送り、走査信号により走査線毎の画素が画像データ信号に応じて順次発光して画像走査を行って画像情報を表示部Aに表示する。

【0184】

図2は、表示部Aの模式図である。 20

【0185】

表示部Aは基板上に、複数の走査線5及びデータ線6を含む配線部と、複数の画素3等とを有する。表示部Aの主要な部材の説明を以下に行う。図2においては、画素3の発光した光が、白矢印方向(下方向)へ取り出される場合を示している。

【0186】

配線部の走査線5及び複数のデータ線6は、各々導電材料からなり、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)。

【0187】

画素3は、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。発光の色が赤領域の画素、緑領域の画素、青領域の画素を、適宜、同一基板上に並置することによって、フルカラー表示が可能となる。 30

【0188】

次に、画素の発光プロセスを説明する。

【0189】

図3は、画素の模式図である。

【0190】

画素は、有機EL素子10、スイッチングトランジスタ11、駆動トランジスタ12、コンデンサ13等を備えている。複数の画素に有機EL素子10として、赤色、緑色、青色発光の有機EL素子を用い、これらを同一基板上に並置することでフルカラー表示を行うことができる。 40

【0191】

図3において、制御部Bからデータ線6を介してスイッチングトランジスタ11のドレインに画像データ信号が印加される。そして、制御部Bから走査線5を介してスイッチングトランジスタ11のゲートに走査信号が印加されると、スイッチングトランジスタ11の駆動がオンし、ドレインに印加された画像データ信号がコンデンサ13と駆動トランジスタ12のゲートに伝達される。

【0192】

画像データ信号の伝達により、コンデンサ13が画像データ信号の電位に応じて充電さ 50

れるとともに、駆動トランジスタ 12 の駆動がオンする。駆動トランジスタ 12 は、ドレインが電源ライン 7 に接続され、ソースが有機 EL 素子 10 の電極に接続されており、ゲートに印加された画像データ信号の電位に応じて電源ライン 7 から有機 EL 素子 10 に電流が供給される。

【0193】

制御部 B の順次走査により走査信号が次の走査線 5 に移ると、スイッチングトランジスタ 11 の駆動がオフする。しかし、スイッチングトランジスタ 11 の駆動がオフしてもコンデンサ 13 は充電された画像データ信号の電位を保持するので、駆動トランジスタ 12 の駆動はオン状態が保たれて、次の走査信号の印加が行われるまで有機 EL 素子 10 の発光が継続する。順次走査により次に走査信号が印加されたとき、走査信号に同期した次の画像データ信号の電位に応じて駆動トランジスタ 12 が駆動して有機 EL 素子 10 が発光する。

10

【0194】

すなわち、有機 EL 素子 10 の発光は、複数の画素それぞれの有機 EL 素子 10 に対して、アクティブ素子であるスイッチングトランジスタ 11 と駆動トランジスタ 12 を設けて、複数の画素 3 それぞれの有機 EL 素子 10 の発光を行っている。このような発光方法をアクティブマトリクス方式と呼んでいる。

【0195】

ここで、有機 EL 素子 10 の発光は、複数の階調電位を持つ多値の画像データ信号による複数の階調の発光でもよいし、2 値の画像データ信号による所定の発光量のオン、オフでもよい。

20

【0196】

また、コンデンサ 13 の電位の保持は、次の走査信号の印加まで継続して保持してもよいし、次の走査信号が印加される直前に放電させてもよい。

【0197】

本発明においては、上述したアクティブマトリクス方式に限らず、走査信号が走査されたときのみデータ信号に応じて有機 EL 素子を発光させるパッシブマトリクス方式の発光駆動でもよい。

【0198】

図 4 は、パッシブマトリクス方式による表示装置の模式図である。図 4 において、複数の走査線 5 と複数の画像データ線 6 が画素 3 を挟んで対向して格子状に設けられている。

30

【0199】

順次走査により走査線 5 の走査信号が印加されたとき、印加された走査線 5 に接続している画素 3 が画像データ信号に応じて発光する。パッシブマトリクス方式では画素 3 にアクティブ素子がなく、製造コストの低減が計れる。

【0200】

本発明に係わる有機 EL 材料は、また、照明装置として、実質白色の発光を生じる有機 EL 素子に適用できる。複数の発光材料により複数の発光色を同時に発光させて混色により白色発光を得る。複数の発光色の組み合わせとしては、青色、緑色、青色の 3 原色の 3 つの発光極大波長を含有させたものでもよいし、青色と黄色、青緑と橙色等の補色の関係を利用した 2 つの発光極大波長を含有したものでもよい。

40

【0201】

また、複数の発光色を得るための発光材料の組み合わせは、複数のリン光または蛍光で発光する材料を、複数組み合わせたもの、蛍光またはリン光で発光する発光材料と、発光材料からの光を励起光として発光する色素材料との組み合わせたものいずれでもよいが、本発明に係わる白色有機エレクトロルミネッセンス素子においては、発光ドーパントを複数組み合わせ混合するだけでよい。発光層もしくは正孔輸送層或いは電子輸送層等の形成時のみマスクを設け、マスクにより塗り分けるなど単純に配置するだけでよく、他層は共通であるのでマスク等のパターンニングは不要であり、一面に蒸着法、キャスト法、スピコート法、インクジェット法、印刷法等で例えば電極膜を形成でき、生産性も向上する

50

。この方法によれば、複数色の発光素子をアレー状に並列配置した白色有機EL装置と異なり、素子自体が発光白色である。

【0202】

発光層に用いる発光材料としては特に制限はなく、例えば液晶表示素子におけるバックライトであれば、CF（カラーフィルター）特性に対応した波長範囲に適合するように、本発明に係わる白金錯体、また公知の発光材料の中から任意のものを選択して組み合わせることで白色化すれば良い。

【0203】

このように、本発明の白色発光有機EL素子は、前記表示デバイス、ディスプレイに加えて、各種発光光源、照明装置として、家庭用照明、車内照明、また露光光源のような一種のランプとして、また液晶表示装置のバックライト等、表示装置にも有用に用いられる。

10

【0204】

その他、時計等のバックライト、看板広告、信号機、光記憶媒体等の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサーの光源等、更には表示装置を必要とする一般の家庭用電気器具等広い範囲の用途が挙げられる。

【実施例】

【0205】

以下、実施例により本発明を説明するが、本発明はこれらに限定されない。

【0206】

20

実施例1

《有機EL素子1-1～1-29の作製及び評価》

陽極としてガラス上に、ITOを150nm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isopropanolで超音波洗浄し、乾燥室素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行った。

【0207】

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、5つのモリブデン製抵抗加熱ポートに、-NPD、CBP、Ir-1、BC、Alq<sub>3</sub>をそれぞれ入れ真空蒸着装置に取付けた。

30

【0208】

次いで、真空槽を $4 \times 10^{-4}$  Paまで減圧した後、-NPDを透明支持基板に膜厚20nmの厚さになるように蒸着し、正孔注入/輸送層を設けた。更に、CBPの入った前記加熱ポートとIr-1の入ったポートを各々独立に通電してCBPとIr-1の蒸着速度が100:6になるように調節し、膜厚30nmの厚さに蒸着して発光層を設けた。

【0209】

次いで、BCを蒸着して、厚さ10nmの正孔阻止層を設けた。更に、Alq<sub>3</sub>を蒸着し膜厚40nmの電子輸送層を設けた。

【0210】

次に、真空槽を開け、電子注入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、次いで、真空槽を $4 \times 10^{-4}$  Paまで減圧し、フッ化リチウム0.5nm及びアルミニウム110nmを蒸着して陰極を形成して有機EL素子1-1を作製した。

40

【0211】

上記の有機EL素子1-1の作製において、発光層に用いたCBPを、表1に記載の化合物に変更した以外は、有機EL素子1-1と同様の方法で、有機EL素子1-2～1-13を作製した。

【0212】

作製した有機EL素子1-1～1-13はそれぞれ大気に接触させることなく窒素雰囲気下のグローブボックス（純度99.999%以上の高純度窒素ガスで置換したグローブボックス）へ移し、図5の(a)、(b)に示したような封止構造とした。なお、捕水剤

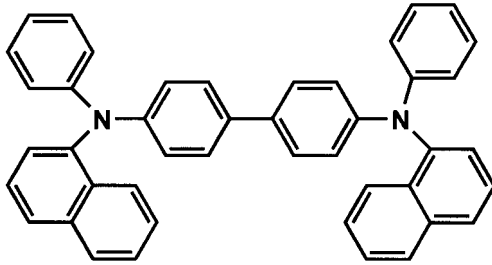
50

である酸化バリウム 25 は、アルドリッチ社製の高純度酸化バリウム粉末を、粘着剤付きのフッ素樹脂系半透過膜（マイクロテックス S - NTF 8031Q 日東電工製）でガラス製封止缶 24 に貼り付けたものを予め準備して使用した。封止缶と有機 EL 素子の接着には紫外線硬化型の接着剤 27 を用い、紫外線ランプを照射することで両者を接着し封止した封止構造を有する素子を作製した。図において 21 は透明電極を設けたガラス基板、22 が前記正孔注入 / 輸送層、発光層、正孔阻止層、電子輸送層、陰極バッファ層等からなる有機 EL 層、23 は陰極を示す。

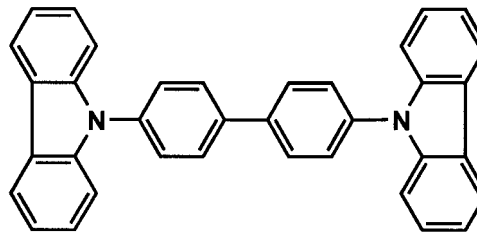
【 0 2 1 3 】

【 化 4 2 】

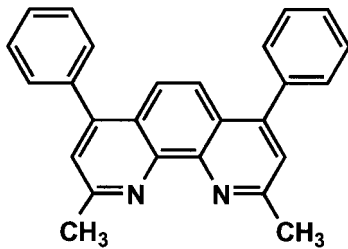
$\alpha$ -NPD



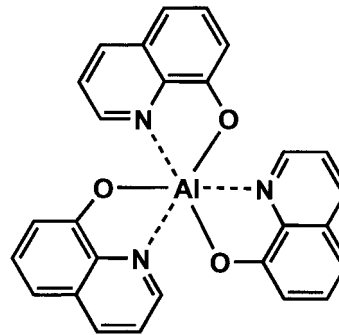
CBP



BC



Alq<sub>3</sub>



10

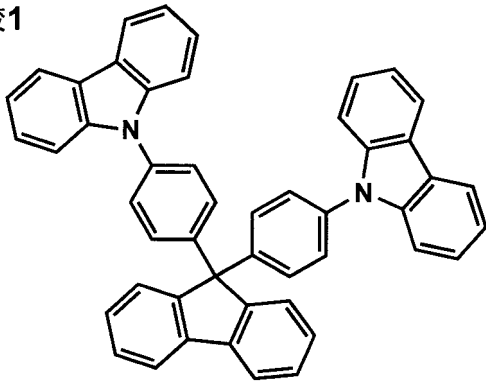
20

30

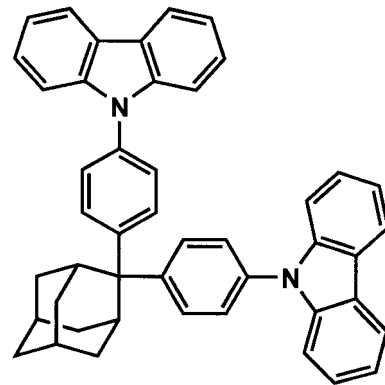
【 0 2 1 4 】

## 【化 4 3】

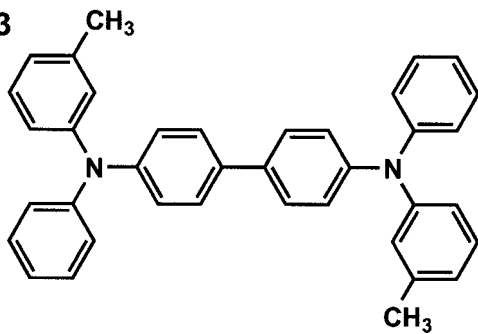
比較1



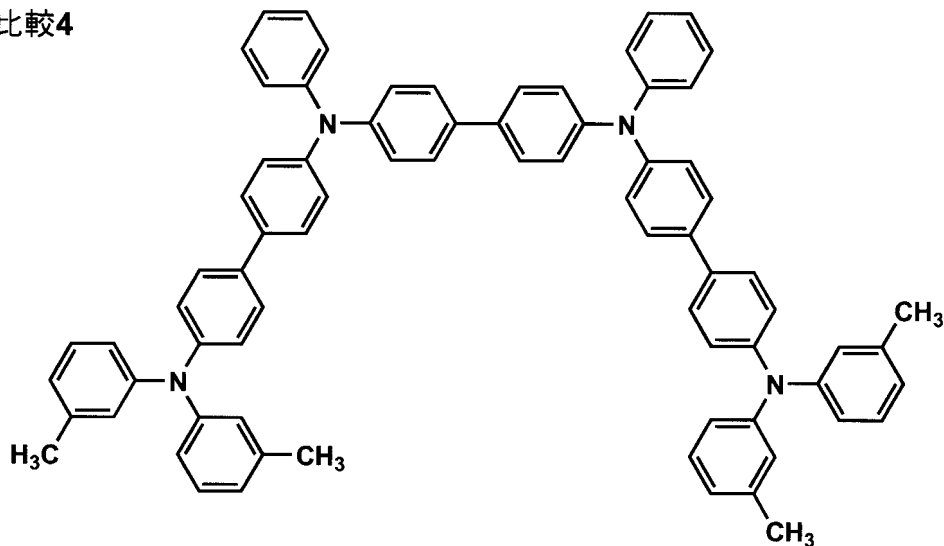
比較2



比較3



比較4



10

20

30

40

## 【0215】

得られた有機EL素子1-1~1-13の各々について下記のような評価を行った。

## 【0216】

## 《発光輝度》

作製した有機EL素子について、温度23度、乾燥窒素ガス雰囲気下で2.5mA/cm<sup>2</sup>の電流を供給した時の発光輝度(L) [cd/m<sup>2</sup>]を測定した。ここで、発光輝度の測定などは、CS-1000(ミノルタ製)を用いた。

## 【0217】

## 《外部取りだし量子効率》

作製した有機EL素子について、23度、乾燥窒素ガス雰囲気下で2.5mA/cm<sup>2</sup>

50

定電流を印加した時の外部取り出し量子効率(%)を測定した。なお測定には同様に分光放射輝度計CS-1000(ミノルタ製)を用いた。

【0218】

《半減寿命》

23、乾燥窒素ガス雰囲気下で $2.5 \text{ mA/cm}^2$ の一定電流で駆動したときに、輝度が発光開始直後の輝度(初期輝度)の半分に低下するのに要した時間を測定し、これを半減寿命時間(0.5)として寿命の指標とした。なお測定には分光放射輝度計CS-1000(ミノルタ製)を用いた。

【0219】

評価結果を表1に記載するにあたり、発光輝度、外部取り出し量子効率、発光寿命は、有機EL素子1-1の各特性値を100とした時の相対値で表した。得られた結果を表1に示す。

【0220】

【表1】

有機EL素子 No.	発光層 ホスト化合物	発光 輝度	外部取りだし 量子効率	半減 寿命	備考
1-1	CBP	100	100	100	比較例
1-2	比較1	71	75	78	比較例
1-3	比較2	85	88	101	比較例
1-4	(1)	120	106	126	本発明
1-5	(6)	118	116	139	本発明
1-6	(17)	115	115	141	本発明
1-7	(26)	121	112	144	本発明
1-8	(33)	117	111	137	本発明
1-9	(34)	119	111	138	本発明
1-10	(59)	116	106	127	本発明
1-11	(64)	115	110	128	本発明
1-12	(94)	118	113	135	本発明
1-13	(104)	116	108	132	本発明

【0221】

表1から、本発明の有機EL素子は、発光輝度、外部取り出し量子効率、発光寿命のいずれにおいても優れていることがわかった。

【0222】

更に、リン光性化合物であるIr-1をIr-12に替えた以外は同様にして有機EL素子1-1B~1-13Bを、また、Ir-1をIr-9に替えた以外は同様にして有機EL素子1-1R~1-13Rを作製した。この各有機EL素子においても、上記Ir-1を使用した時と同様の効果が得られた。なお、Ir-12を用いた素子からは青色の発光が、Ir-9を用いた素子からは赤色の発光が得られた。

【0223】

実施例2

《有機EL素子2-1~2-9の作製及び評価》

実施例1に記載の有機EL素子1-1の作製において、正孔阻止層に用いたBCを表2に記載の化合物に変更した以外は同様にして、有機EL素子2-1~2-9を作製した。

【0224】

得られた有機EL素子2-1~2-9の各々について、実施例1と同様にして、発光輝度、輝度の半減する時間の評価を行い、得られた結果を表2に示す。

## 【0225】

なお、表2に記載の各評価結果は、有機EL素子2-1の発光輝度、外部取り出し量子効率、半減寿命をそれぞれ100とした時の相対値で表した。

## 【0226】

## 【表2】

有機EL素子 No.	正孔阻止層 化合物	発光 輝度	外部取りだし 量子効率	半減 寿命	備考
2-1	BC	100	100	100	比較例
2-2	(9)	117	115	238	本発明
2-3	(20)	115	116	240	本発明
2-4	(24)	113	117	242	本発明
2-5	(32)	118	119	247	本発明
2-6	(91)	115	113	225	本発明
2-7	(93)	112	112	224	本発明
2-8	(99)	120	118	247	本発明
2-9	(101)	116	114	229	本発明

10

20

## 【0227】

表2から、本発明に係る化合物を用いた有機EL素子2-2~2-9は、発光輝度、外部取り出し効率及び半減寿命のいずれにおいても優れていることがわかる。

## 【0228】

## 実施例3

## 《有機EL素子3-1~3-10の作製及び評価》

実施例1に記載の有機EL素子1-1の作製において、正孔注入/輸送層に用いた-NPDを、表3に記載の化合物に変更した以外は同様にして、有機EL素子3-1~3-10を作製した。

## 【0229】

得られた有機EL素子3-1~3-10の各々について、実施例1と同様にして、発光輝度、輝度の半減する時間の評価を行い、得られた結果を表3に示す。

30

## 【0230】

なお、表3に記載の各評価結果は、有機EL素子3-1の発光輝度、外部取り出し量子効率、半減寿命をそれぞれ100とした時の相対値で表した。

## 【0231】

【表 3】

有機 EL 素子 No.	正孔輸送層 化合物	発光 輝度	外部取りだし 量子効率	半減 寿命	備考
3-1	$\alpha$ -NPD	100	100	100	比較例
3-2	比較 3	104	85	67	比較例
3-3	比較 4	89	76	81	比較例
3-4	(49)	112	116	125	本発明
3-5	(62)	116	119	128	本発明
3-6	(64)	110	121	138	本発明
3-7	(66)	107	117	135	本発明
3-8	(92)	106	114	124	本発明
3-9	(100)	105	115	127	本発明
3-10	(102)	108	122	136	本発明

10

## 【0232】

表 3 から、比較化合物を用いた有機 EL 素子 3-1 ~ 3-3 と比べて、本発明に係る化合物を用いた有機 EL 素子 3-4 ~ 3-10 は、発光輝度、外部取り出し効率及び半減寿命のいずれにおいても優れていることがわかる。

20

## 【0233】

## 実施例 4

## 《有機 EL 素子 4-1 ~ 4-6 の作製》

陽極として 100 mm x 100 mm x 1.1 mm のガラス基板上に ITO (インジウムチンオキド) を 100 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。この透明支持基板上にポリビニルカルバゾール (PVK) 30 mg と Ir-1 を 1.8 mg とをジクロロベンゼン 1 ml に溶解させ、1000 rpm、5 sec の条件下、スピンコートし (膜厚約 100 nm)、60 度で 1 時間真空乾燥し、発光層とした。

30

## 【0234】

これを真空蒸着装置に取付け、次いで、真空槽を  $4 \times 10^{-4}$  Pa まで減圧し、陰極バッファ層としてフッ化リチウム 0.5 nm 及び陰極としてアルミニウム 110 nm を蒸着して陰極を形成した。最後にガラス封止をし、有機 EL 素子 4-1 を作製した。

## 【0235】

有機 EL 素子 4-1 の発光層に用いた PVK を表 4 に示すものに変更した以外は、有機 EL 素子 4-1 と同様の方法で有機 EL 素子 4-2 ~ 4-6 を作製した。得られた有機 EL 素子 4-1 ~ 4-6 の各々について、実施例 1 と同様にして、発光輝度、輝度の半減する時間の評価を行い、得られた結果を表 4 に示す。

## 【0236】

なお、表 4 に記載の各評価結果は、有機 EL 素子 4-1 の発光輝度、外部取り出し量子効率、半減寿命をそれぞれ 100 とした時の相対値で表した。

40

## 【0237】

【表 4】

有機 EL 素子 No.	発光層 ホスト化合物	発光 輝度	外部取りだし 量子効率	半減 寿命	備考
4-1	PVK	100	100	100	比較例
4-2	(7)	119	125	115	本発明
4-3	(15)	124	119	143	本発明
4-4	(27)	115	121	132	本発明
4-5	(31)	123	111	120	本発明
4-6	(35)	122	114	121	本発明

10

## 【0238】

表 4 から、比較化合物を用いた有機 EL 素子 4-1 と比べて、本発明に係る化合物を用いた有機 EL 素子 4-2 ~ 4-6 は、発光輝度、外部取り出し効率及び半減寿命のいずれにおいても優れていることがわかる。

## 【0239】

## 実施例 4

## フルカラー表示装置

(青色発光有機 EL 素子)

実施例 1 で作製した有機 EL 素子 1-13B を用いた。

20

## 【0240】

(緑色発光有機 EL 素子)

実施例 1 で作製した有機 EL 素子 1-13 を用いた。

## 【0241】

(赤色発光有機 EL 素子)

実施例 1 で作製した有機 EL 素子 1-13R を用いた。

## 【0242】

上記の赤色、緑色及び青色発光有機 EL 素子を、同一基板上に並置し、図 1 に記載の形態を有する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、図 2 には、作製した前記表示装置の表示部 A 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)。前記複数の画素 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、フルカラー表示装置を作製した。

30

40

## 【0243】

該フルカラー表示装置を駆動することにより、発光効率が高い発光寿命の長いフルカラー動画表示が得られることを確認することができた。

## 【0244】

## 実施例 5 (照明装置の実施例、白色の有機 EL 素子使用)

実施例 2 で作製した有機 EL 素子 2-9 において、発光層に用いた Ir-1 を、Ir-1、Ir-9、Ir-12 の混合物に変更した以外は有機 EL 素子 1-9 と同様の方法で作製した有機 EL 素子 2-9W を用いた。有機 EL 素子 2-9W の非発光面をガラスケースで覆い、照明装置とした。照明装置は、発光効率が高く発光寿命の長い白色光を発する薄型の照明装置として使用することができた。図 6 は照明装置の概略図で、図 7 は照明装

50

置の断面図である。有機EL素子101をガラスカバー102で覆い、電源線(陽極)103と、電源線(陰極)104で接続している。105は陰極で106は有機EL層である。なおガラスカバー102内には窒素ガス108が充填され、捕水剤109が設けられている。

【図面の簡単な説明】

【0245】

【図1】有機EL素子から構成される表示装置の一例を示した模式図である。

【図2】表示部の模式図である。

【図3】画素の模式図である。

【図4】パッシブマトリクス方式フルカラー表示装置の模式図である。

10

【図5】封止構造を有する有機EL素子の模式図である。

【図6】照明装置の概略図である。

【図7】照明装置の断面図である。

【符号の説明】

【0246】

1 ディスプレイ

3 画素

5 走査線

6 データ線

7 電源ライン

20

10、101 有機EL素子

11 スイッチングトランジスタ

12 駆動トランジスタ

13 コンデンサ

A 表示部

B 制御部

21、107 透明電極付きガラス基板

22、106 有機EL層

23、105 陰極

24 ガラス製封止缶

30

25、109 捕水剤

27 紫外線硬化型接着剤

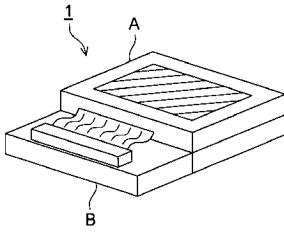
102 ガラスカバー

103 電源線(陽極)

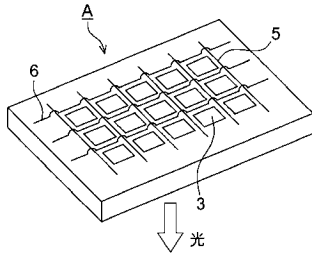
104 電源線(陰極)

108 窒素ガス

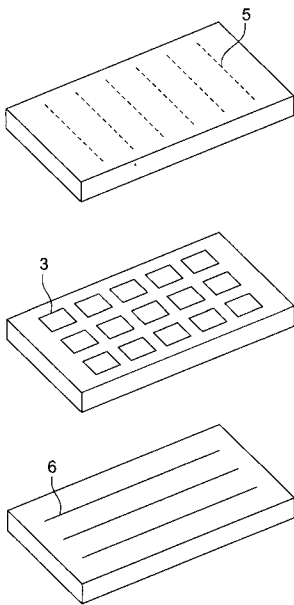
【 図 1 】



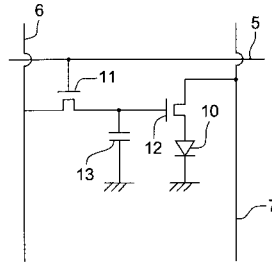
【 図 2 】



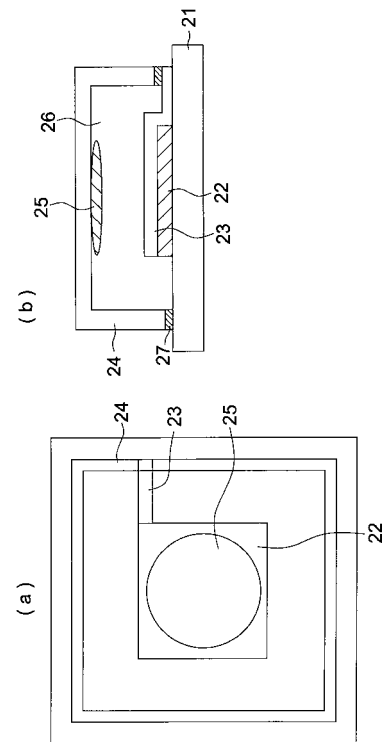
【 図 4 】



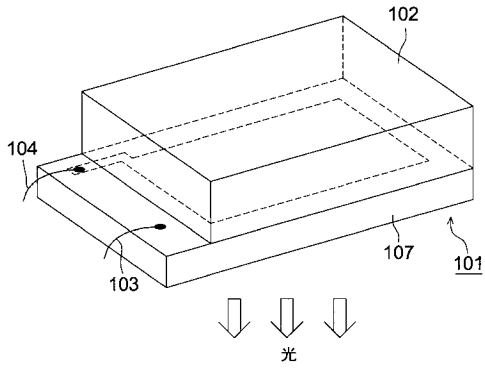
【 図 3 】



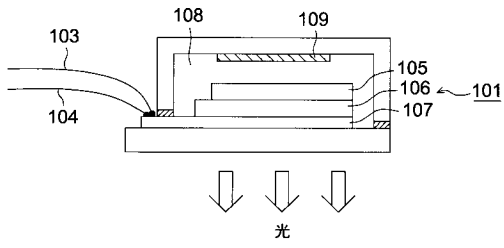
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード(参考)

C 0 9 K 11/06 6 6 0

C 0 9 K 11/06 6 9 0

H 0 5 B 33/22 B

H 0 5 B 33/22 D