

(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2010-90085

(P2010-90085A)

(43) 公開日 平成22年4月22日 (2010.4.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C O 7 D 213/53 (2006.01)	C O 7 D 213/53 C S P	4 C O 5 5
C O 9 K 11/06 (2006.01)	C O 9 K 11/06 6 9 0	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 46 頁)

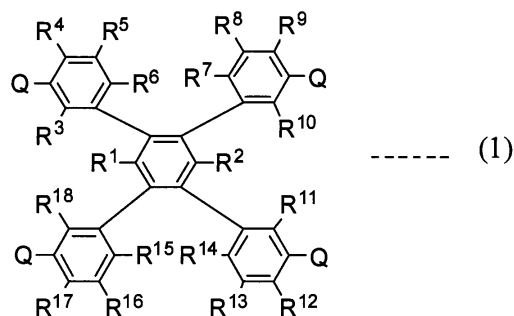
(21) 出願番号	特願2008-264064 (P2008-264064)	(71) 出願人	394013644
(22) 出願日	平成20年10月10日 (2008.10.10)		ケミプロ化成株式会社
			兵庫県神戸市中央区京町83番地
		(74) 代理人	100094466
			弁理士 友松 英爾
		(74) 代理人	100116481
			弁理士 岡本 利郎
		(72) 発明者	城戸 淳二
			山形県米沢市林泉寺3-12-16
		(72) 発明者	蘇 仕健
			山形県米沢市東2-7-146山形大学職
			員宿舍11-301
		(72) 発明者	大前 吉則
			兵庫県神戸市中央区京町83番地 ケミプ
			ロ化成株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 新規なターフェニル誘導体、それよりなる電子輸送材料およびそれを含む有機エレクトロルミネッセンス素子

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】素子の低電圧駆動を可能にし、高効率な素子を提供するために必要な新規なターフェニル誘導体、それよりなる電子輸送材料およびそれを含む有機エレクトロルミネッセンス素子の提供。

【解決手段】下記一般式 (1)



10

(式中、Qは、ピリジル基の含窒素複素環基であり、R³ ~ R¹⁸は水素、炭素数1~6の直鎖または分岐のアルキル基等である。)で示されるターフェニル誘導体、それよりなる電子輸送材料および有機エレクトロルミネッセンス素子。

【選択図】なし

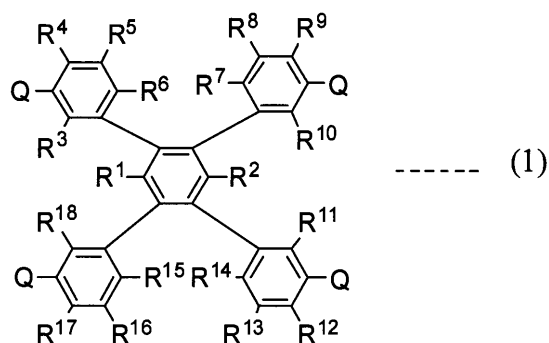
20

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下記一般式 (1)

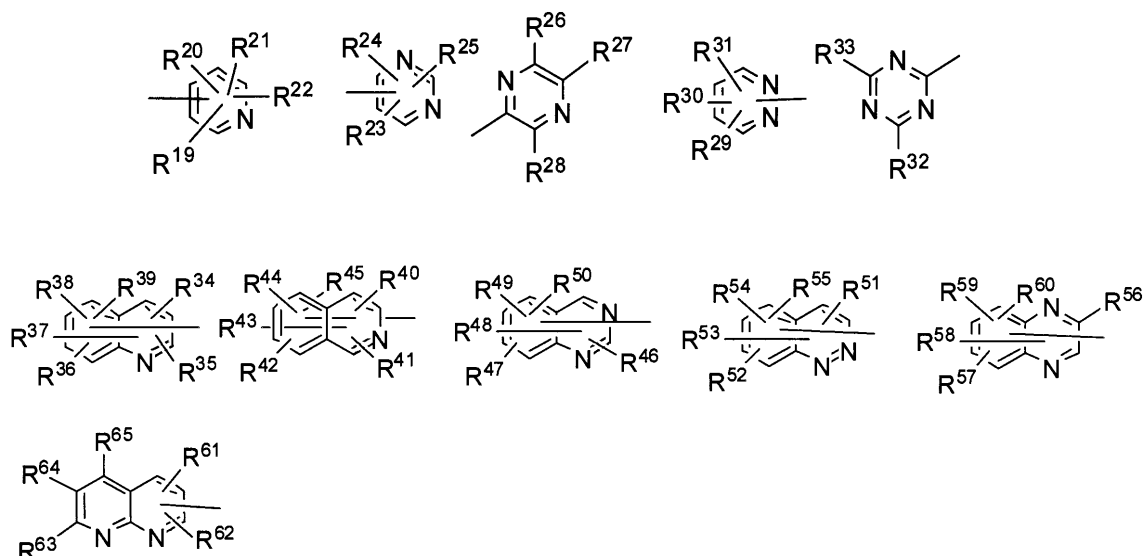
【化 1】



10

(式中、Q は

【化 2】



20

30

よりなる群から選ばれた基であり、

R³ ~ R¹⁸ は水素、炭素数 1 ~ 6 の直鎖または分岐のアルキル基、炭素数 1 ~ 6 の直鎖または分岐のアルキル基をもつアルコキシ基、および炭素数 1 ~ 6 の直鎖または分岐のアルキル基をもつアルキルアミノ基よりなる群からそれぞれ独立して選ばれた基であり、R¹、R²、R¹⁹ ~ R⁶⁵ は水素および炭素数 1 ~ 6 の直鎖または分岐のアルキル基よりなる群からそれぞれ独立して選ばれた基である)

で示されるターフェニル誘導体。

【請求項 2】

請求項 1 記載のターフェニル誘導体よりなる電子輸送材料。

40

【請求項 3】

請求項 1 記載のターフェニル誘導体を用いた有機エレクトロルミネッセンス素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、新規なリン光材料、特に青色リン光材料に適したワイドギャップな電子輸送層を形成するのに有用な新規なターフェニル誘導体、それよりなる電子輸送材料およびそれを含む有機エレクトロルミネッセンス素子に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

有機エレクトロルミネッセンス素子は、電極から注入されたホールと電子の再結合によって生成した励起エネルギーが、発光過程を経て基底状態に緩和されることにより自発光する。しかしながら、ホールと電子の再結合によって生成する励起状態には、一重項励起状態と三重項励起状態の2種類がそれぞれ1対3の割合で存在する。これまでの多くは、一重項励起状態からの発光を利用した蛍光材料が発光材料に利用されていたため、内部量子効率が最大で25%であり、この時の取り出し効率を20%とすると、最大外部量子効率は5%が理論限界であった。

【 0 0 0 3 】

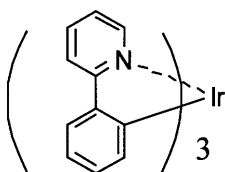
近年、イリジウムやプラチナなどの重原子効果を利用した錯体化合物を用い、三重項励起状態からの発光、例えばリン光発光を用いることにより発光効率の向上が報告されるようになった（例えば非特許文献1）。一重項励起状態に加え、三重項励起状態からの発光を利用することで最大量子効率は理論上100%に到達することが可能で、リン光材料は発光材料として注目を浴びている（非特許文献3）。

10

【 0 0 0 4 】

例えば緑色材料として、下記式

【 化 3 】



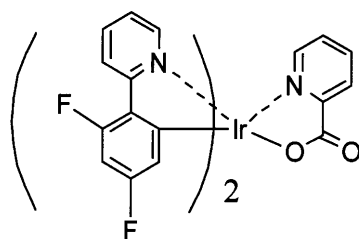
20

に示されるトリス（2 - フェニルピリジナト）イリジウム（III）〔Ir（ppy）₃〕が広く利用されている。

【 0 0 0 5 】

また安達らの発表にかかる非特許文献2などにより青色リン光材料である下記式

【 化 4 】



30

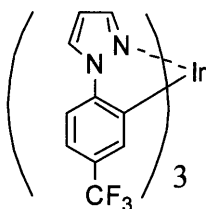
で示すビス〔2 - （4 , 6 - ジフルオロフェニル）ピリジネート - N , C 2 ' 〕イリジウム（III）ピコリネート（FIrpic）が注目を浴びようになり、それ以降FIrpicを用いた有機EL素子の高効率化検討および新規な青色リン光錯体探索研究が盛んに行われるようになった。

40

【 0 0 0 6 】

その結果、最近ではS . R . Forrestらによる非特許文献1では下記式

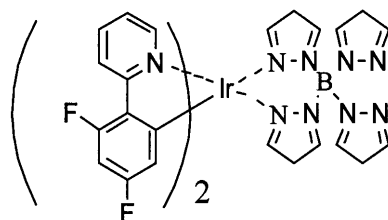
【 化 5 】



50

で示すトリス〔1 - { 4 - (トリフルオロメチル)フェニル} - 1H - ピラゾラト - N , C 2 ' } イリジウム (III) (I r t f m p p z 3) や M . E . T h o m p s o n らによる非特許文献 4 の下記式

【化 6】



10

で示すビス〔2 - (4 ' , 6 ' - ジフルオロフェニル)ピリジナト - N , C 2 ' } イリジウム (III) テトラキス (1 - ピラゾリル) ボレート (F I r 6) が開発された。

【 0 0 0 7 】

これらの発光材料を効率よく発光させるには、ホールと電子の注入バランスを整えて、ワイドギャップ化されたホール輸送剤や電子輸送剤などの選択を行わなければならない。

特に青色リン光材料については、エネルギーギャップが大きいために、ワイドギャップ化されたホール輸送材料や電子輸送材料が必要になってくる。現在これらリン光材料には、従来から使用されている電子輸送材料の Alq_3 〔トリス (8 - ヒドロキシキノリノラト) アルミニウム〕や $BAIq_2$ 〔ビス (2 - メチル - 8 - ヒドロキシキノリノラト) (4 - フェニルフェノキシ) アルミニウム〕等が使用されている。しかしながらリン光材料に使用するには十分なエネルギーギャップを持ち合わせていないため、新規なワイドギャップな電子輸送材料の開発が必要である。

20

【 0 0 0 8 】

【非特許文献 1】M . A . B a l d o , S . L a m a n s k y , P . E . B u r r o w s , M . E . T h o m p s o n , S . R . F o r r e s t A p p l . P h y s . L e t t 1 9 9 9 7 5 (1) 4 - 7

【非特許文献 2】A p p l . P h y s . L e t t . , 7 9 , 2 0 8 2 (2 0 0 1)

【非特許文献 3】J . A p p l . P h y s . , 9 0 5 0 4 8 (2 0 0 1)

30

【非特許文献 4】P o l y h e d r o n , 2 3 4 1 9 (2 0 0 4)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

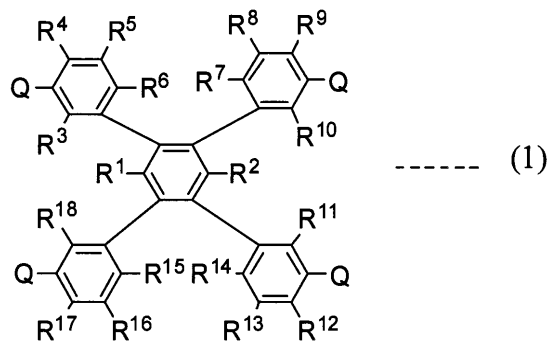
本発明の目的は、新規なターフェニル系誘導体、それよりなる電子輸送材料およびそれを含む有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する点にある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明の第 1 は、下記一般式 (1)

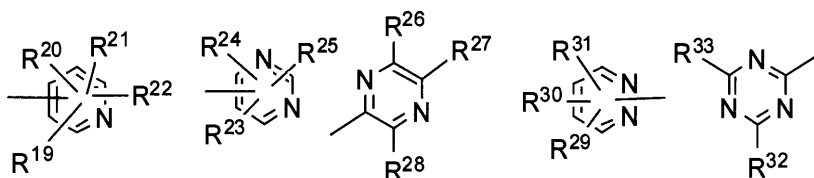
【化 7】



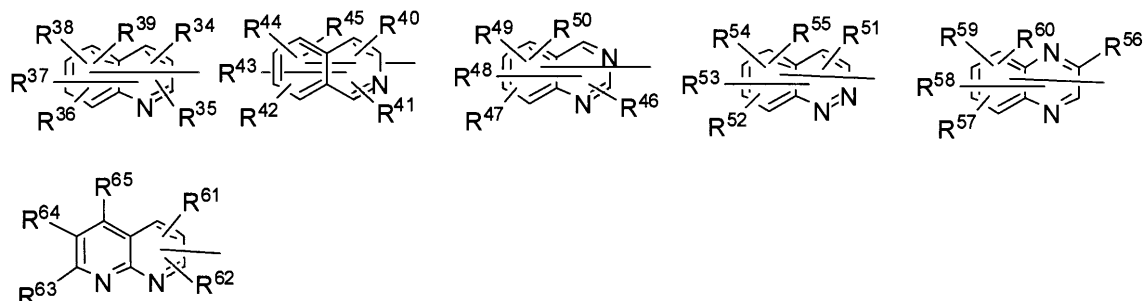
10

(式中、Qは

【化 8】



20



30

よりなる群から選ばれた基であり、

$R^3 \sim R^{18}$ は水素、炭素数 1 ~ 6 の直鎖または分岐のアルキル基、炭素数 1 ~ 6 の直鎖または分岐のアルキル基をもつアルコキシ基、および炭素数 1 ~ 6 の直鎖または分岐のアルキル基をもつアルキルアミノ基よりなる群からそれぞれ独立して選ばれた基であり、 R^1 、 R^2 、 $R^{19} \sim R^{65}$ は水素および炭素数 1 ~ 6 の直鎖または分岐のアルキル基よりなる群からそれぞれ独立して選ばれた基である)

で示されるターフェニル誘導体に関する。

本発明の第 2 は、請求項 1 記載のターフェニル誘導体よりなる電子輸送材料に関する。

本発明の第 3 は、請求項 1 記載のターフェニル誘導体を用いた有機エレクトロルミネッセンス素子に関する。

40

【0011】

本発明の $R^1 \sim R^{65}$ における炭素数 1 ~ 6 の直鎖または分岐のアルキル基としては、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、 n -ブチル、イソブチル、 t -ブチル、ヘプチル、イソヘプチル、 n -ヘキシル等を挙げることができる。

【0012】

本発明の $R^3 \sim R^{18}$ における炭素数 1 ~ 6 の直鎖または分岐のアルコキシ基としては、メトキシ、エトキシ、プロポキシ、イソプロポキシ、 n -ブトキシ、イソブトキシ、 t -ブトキシ、ヘプトキシ、イソヘプトキシ、 n -ヘキシロキシ等を挙げることができる。

【0013】

本発明における $R^3 \sim R^{18}$ における炭素数 1 ~ 6 の直鎖または分岐のアルキルアミノ基としては、 $-NH_2$ の水素の一個もしくは全部が前記アルキル基で置換されたタイプの

50

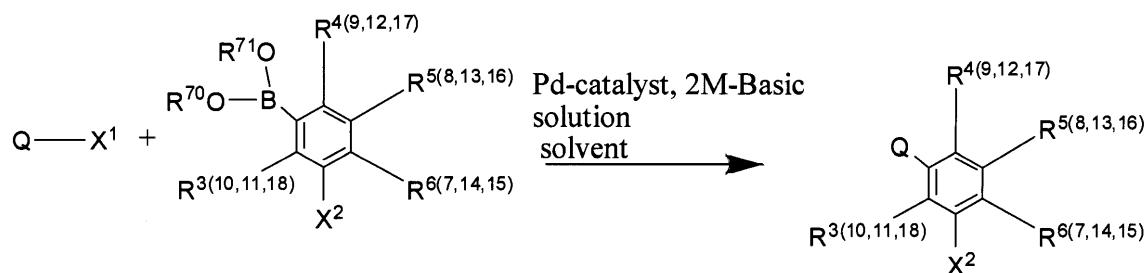
ものである。

【 0 0 1 4 】

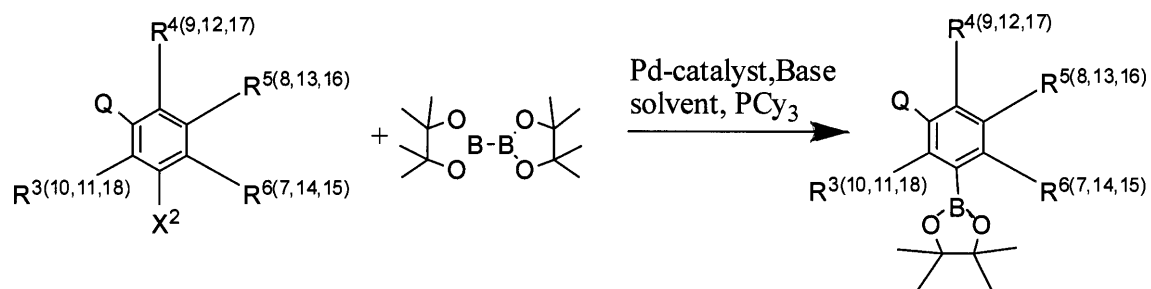
本発明の化合物は、下記の反応により製造することができる。

【 化 9 】

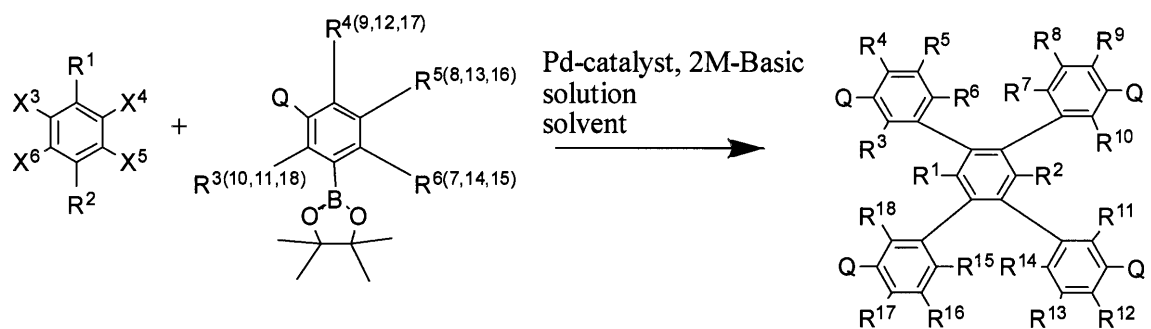
第 1 反応



第 2 反応

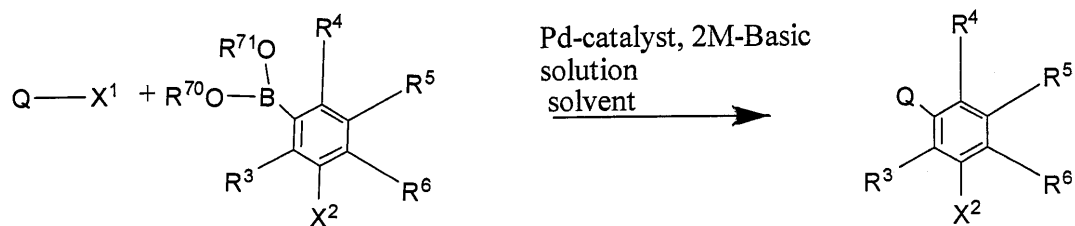


第 3 反応



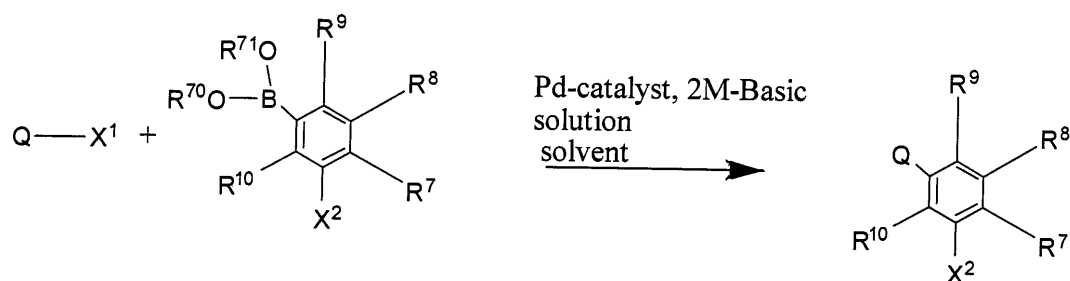
【化 10】

なお、第1反応の表示は、



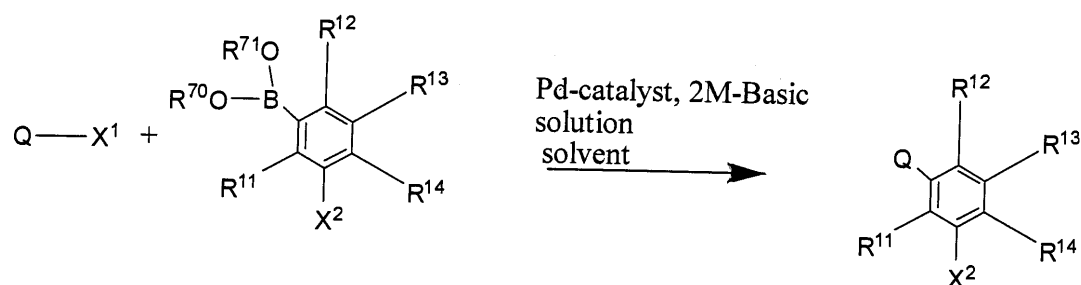
10

という反応と、



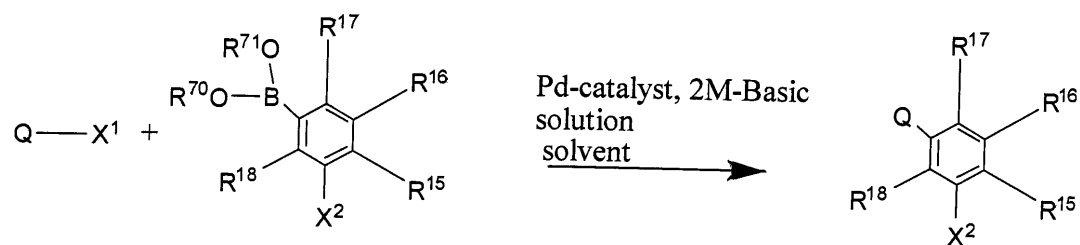
20

という反応と、



30

という反応と、

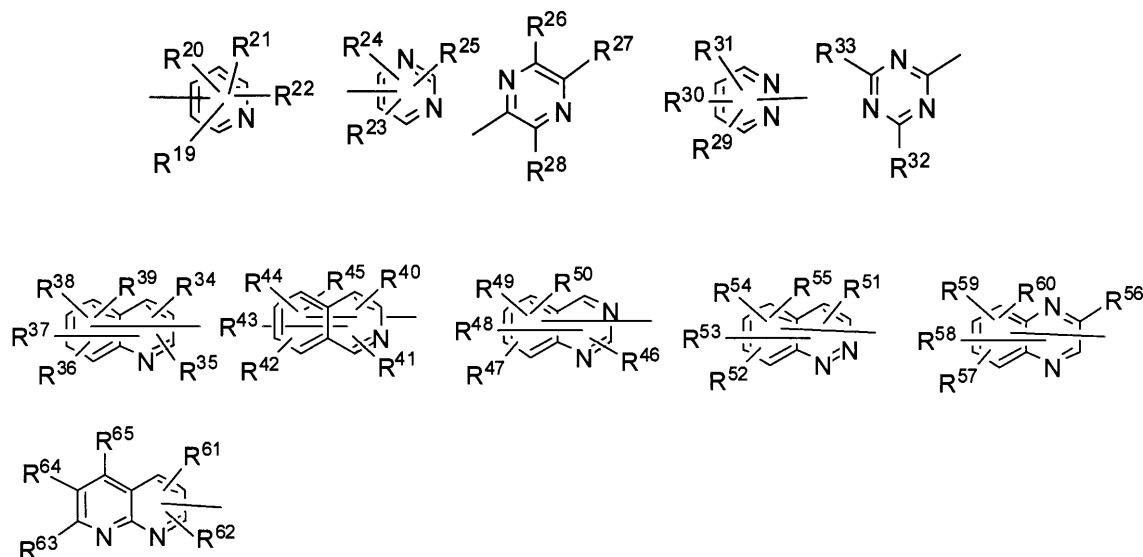


40

という反応のそれぞれを示すものであり、第2反応の表示 および第3反応の表示も同主旨である。

なお、（前記式中、Qは、

【化 1 1】



10

20

30

40

50

よりなる群から選ばれた基であり、

$R^3 \sim R^{18}$ は水素、炭素数 1 ～ 6 の直鎖または分岐のアルキル基、炭素数 1 ～ 6 の直鎖または分岐のアルキル基をもつアルコキシ基、および炭素数 1 ～ 6 の直鎖または分岐のアルキル基をもつアルキルアミノ基よりなる群からそれぞれ独立して選ばれた基であり、 R^1 、 R^2 、 $R^{19} \sim R^{65}$ は水素および炭素数 1 ～ 6 の直鎖または分岐のアルキル基よりなる群からそれぞれ独立して選ばれた基であり、 R^{70} 、 R^{71} は、水素、炭素数 1 ～ 6 の直鎖または分岐のアルキル基または、これらが結合して環を形成していても構わない基からそれぞれ独立して選ばれた基であり、 $X^1 \sim X^6$ はハロゲンである。

反応式中の、Pd-catalyst はパラジウム触媒の、Basic-solution は塩基性水溶液の、solvent は有機溶媒の、それぞれ略称である。

【0015】

第 1 反応は、通常鈴木カップリング反応と称される反応を利用したものであり、詳細は Miyaura, N.; Suzuki, A. Chem. Rev. 1995, 95, 2457 などに記述されている。

用いる有機溶媒としては、反応基質のハロゲン化物とホウ酸化合物を溶かす溶媒なら特に問題ないが、例示すれば芳香族炭化水素系溶媒とアルコール系溶媒の混合溶媒もしくはエーテル系溶媒を挙げることができる。混合溶媒は任意の混合比で使用することができるが、一般には芳香族炭化水素系溶媒 3 部に対してアルコール系溶媒 1 部を混ぜたものを使用することが好ましい。芳香族炭化水素系溶媒としては、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、トリメチルベンゼンなどが例示できる。アルコール系溶媒としては、メタノール、エタノール、プロパノール、ブタノールなどを例示することができる。エーテル系溶媒としては、テトラヒドロフラン、1, 4 - ジオキサンなどの環状エーテル、メチルセロソルブ、エチルセロソルブ、エチレングリコールジメチルエーテル、エチレングリコールジエチルエーテルなどの脂肪族エーテルなどが例示できる。本反応では、芳香族炭化水素系とアルコール系の混合溶媒が好ましく、特に好ましい組み合わせは、トルエンとエタノールの混合溶媒である。

2 M の塩基性溶液として使用できる塩基としては、アルカリあるいはアルカリ土類金属を含有するものであれば特に限定されるものではない。例えば、水酸化リチウム、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化セシウム、水酸化ベリリウム、水酸化マグネシウム、水酸化カルシウムのような水酸化物、炭酸リチウム、炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、炭酸セシウム、炭酸ベリリウム、炭酸マグネシウム、炭酸カルシウムのような炭酸塩、炭酸水素リチウム、炭酸水素ナトリウム、炭酸水素カリウム、炭酸水素セシウム、炭酸水素ベリリウム、炭酸水素マグネシウム、炭酸水素カルシウムのような重炭酸塩、あるいはこれらの金属を含むアルコラートや酢酸塩等の有機塩基を挙げることができる。本反応では

、反応速度の関係から炭酸塩を用いることが好ましく、より好ましくは炭酸カリウムである。

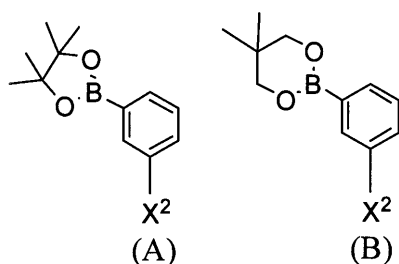
パラジウム触媒は、ハロゲン化合物とホウ酸化合物とのカップリング反応であるため $Pd(0)$ のものが使用できる。その他のパラジウム触媒としては、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム $[Pd(PPh_3)_4]$ やトリス(ジベンジリデンアセトン)ジパラジウム $[Pd_2(dba)_3]$ やパラジウムジベンジリデンアセトンなどを挙げることができるが、好ましくは、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウムである。

【0016】

第1反応で使用するハロゲン化物については、クロロ体、ブロモ体、ヨード体のいずれのものでも使用することができる。ただし X^1 と X^2 が同じハロゲンである場合、 X^2 のハロゲンも X^1 と同様にホウ酸化合物と反応してしまうため、目的のハロゲン化物を与えず副生物として高分子重合物になってしまうおそれがある。このため X^1 がヨード体である場合は、 X^2 はブロモ体もしくはクロロ体を、 X^1 がブロモ体である場合は、 X^2 はクロロ体を使用する必要がある。

ハロゲン化物と反応するホウ酸化合物については、ホウ酸もしくはホウ酸エステルが使用できる。ホウ酸エステルについては、メチルエステルやエチルエステルなどを挙げることができる。また2つのホウ素含む環状エステル構造に修飾した下記一般式

【化12】



で示される(A)のような4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロランや(B)のような5,5-ジメチル-1,3,2-ジオキサボリナンも使用することができる。

【0017】

第2反応は、第1反応で得たハロゲン化物をピナコラートジボランを用いてホウ酸化合物に変換する反応である。ここで用いる溶媒は、ピナコラートジボランを溶かすことのできる溶媒を選択すればよく、その例としては、テトラヒドロフランや1,4-ジオキサンのような環状エーテル、ジメチルホルムアミドやジメチルアセトアミドのような高極性溶媒を挙げるができる。好ましくは環状エーテルであり、より好ましくは1,4-ジオキサンである。

反応で使用する塩基については、前述の第1反応で使用できる塩基を例示することができる。ここで好ましいものとしては、酢酸塩であり、より好ましくは反応時間の関係より酢酸カリウムである。

この反応で使用するパラジウム触媒としては、 $Pd(0)$ を示すものが使用できる。具体的には、有機配位子とパラジウムとの錯体が例示できる。好ましくはテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウムやトリス(ジベンジリデンアセトン)ジパラジウムなどであり、より好ましくはビス(ジベンジリデンアセトン)パラジウム $[Pd(dba)_2]$ である。

また、パラジウムを活性化するために添加するリン触媒としては、第3アルキルホスフィンを使用することができ、例えば、トリメチルホスフィン、トリエチルホスフィン、トリ[n-(iso-)プロピル]ホスフィン、トリ[n-(iso-,tert-)ブチル]ホスフィンのような脂肪族のものやトリシクロヘキシルホスフィン(PCy_3)のような脂環式のを挙げることができる。用いるパラジウム化合物との相性から、ここで

は脂環式のトリシクロヘキシルホスフィンが好ましい。

【 0 0 1 8 】

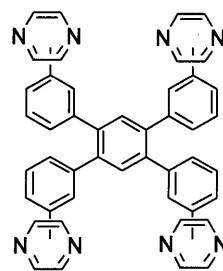
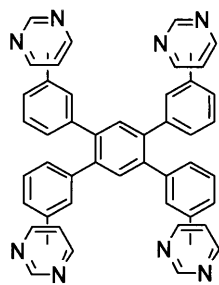
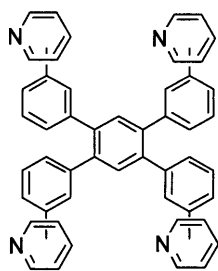
第 3 反応は、第 1 反応同様鈴木カップリング反応であり、反応条件等は第 1 反応に準ずる。反応で使用するテトラハロゲン化ベンゼンは、クロロ体、プロモ体あるいはヨード体のいずれでも構わない。反応時間等を考慮した場合、プロモ体あるいはヨード体が好ましい。

【 0 0 1 9 】

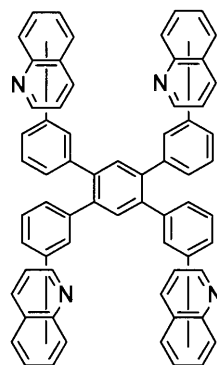
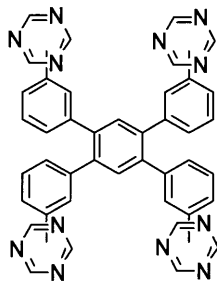
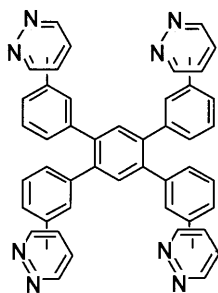
本発明の化合物の具体例を以下に例示する。なお、例示化合物においてメチル基は他のアルキル基例えばエチル基やプロピル基などと置き換えることができる。

【 0 0 2 0 】

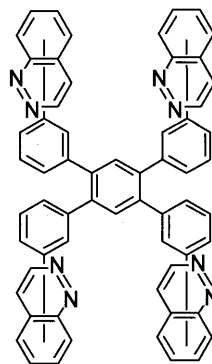
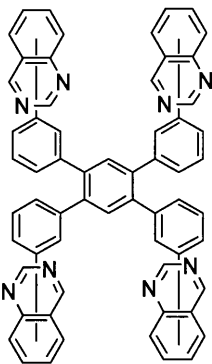
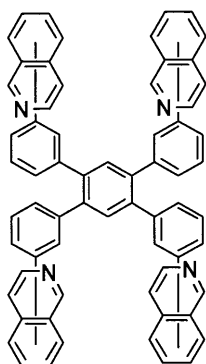
【化 1 3】



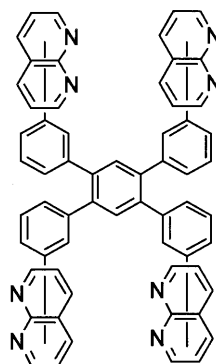
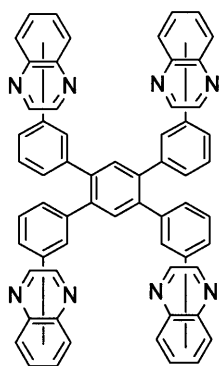
10



20



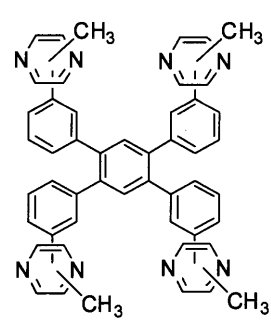
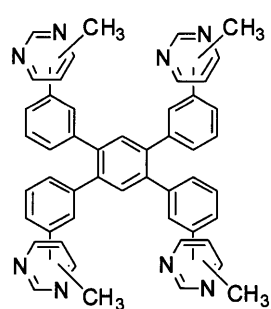
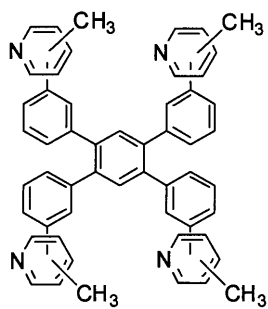
30



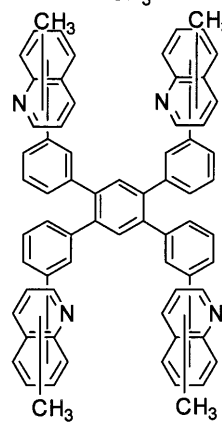
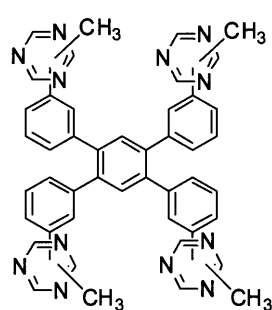
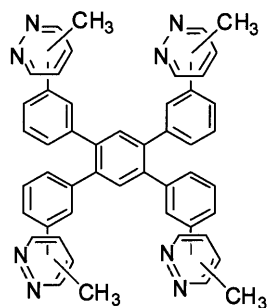
40

【 0 0 2 1 】

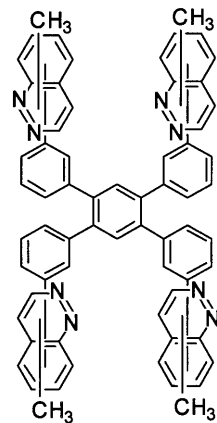
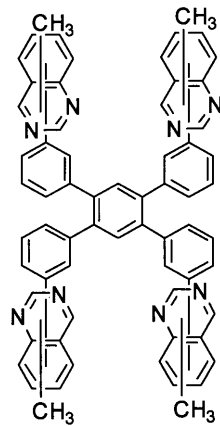
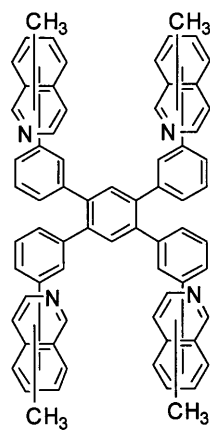
【化 1 4】



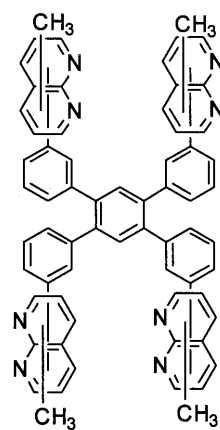
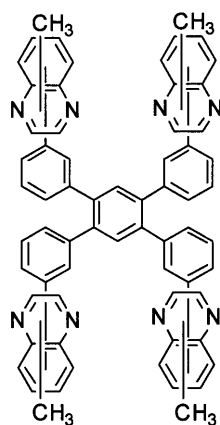
10



20



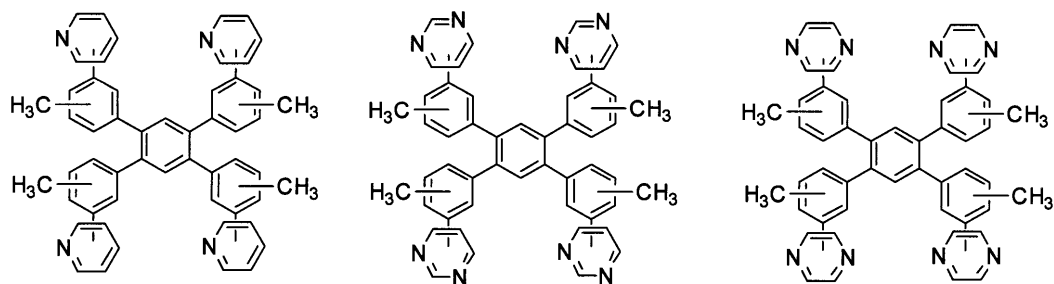
30



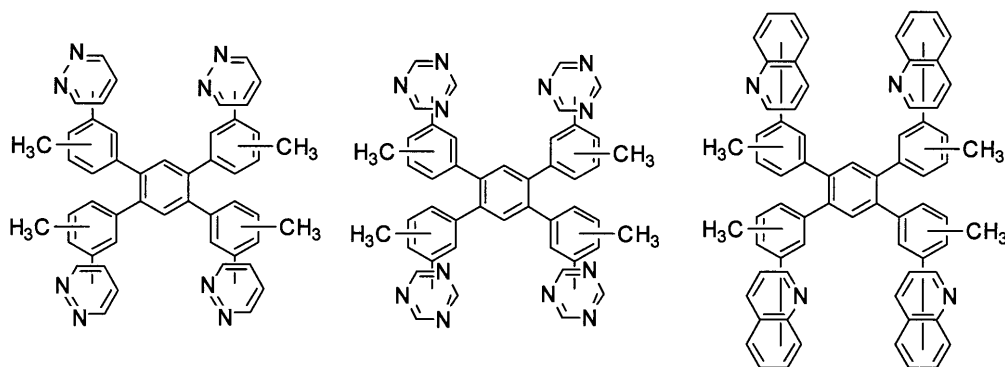
40

【 0 0 2 2 】

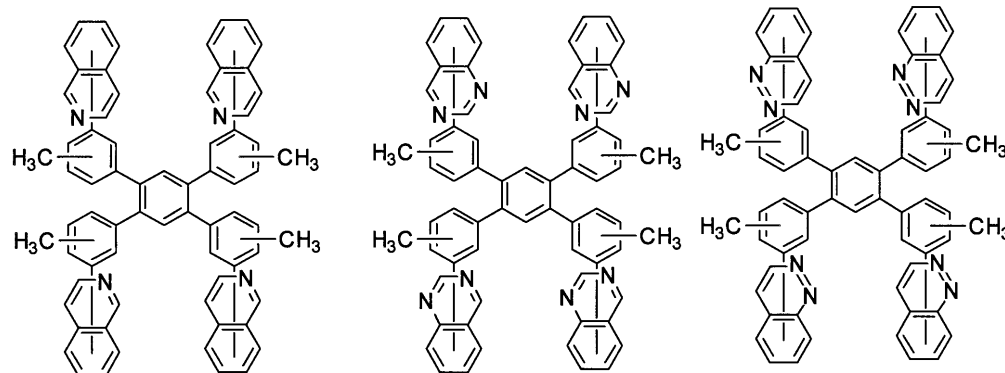
【化 1 5】



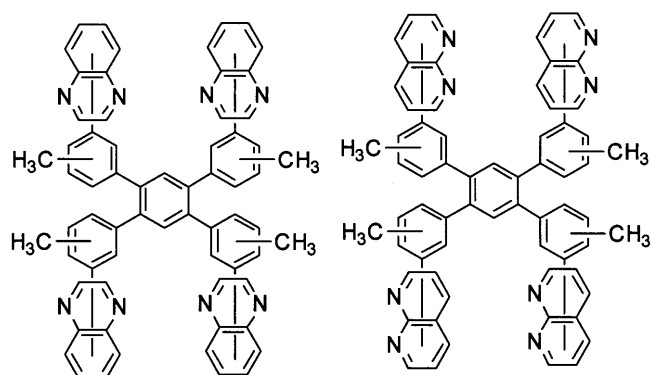
10



20



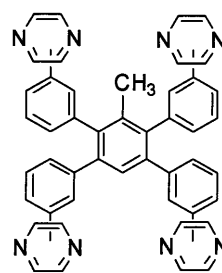
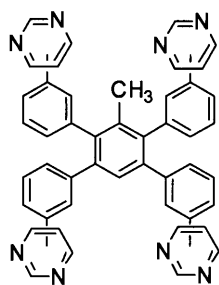
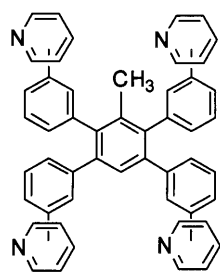
30



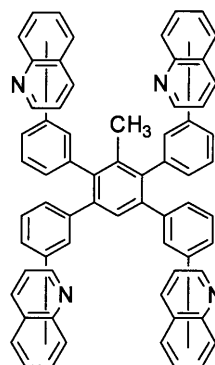
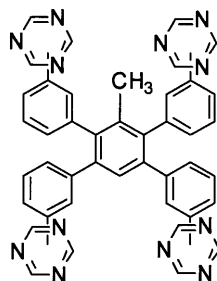
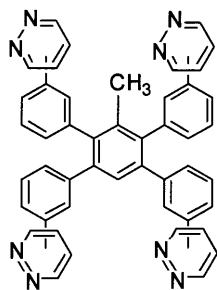
40

【 0 0 2 3】

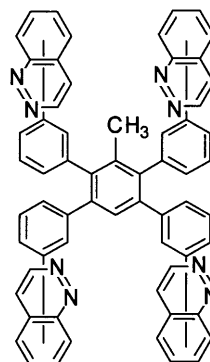
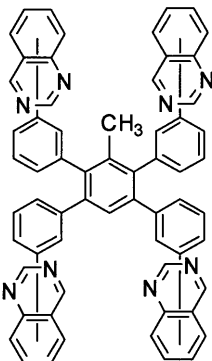
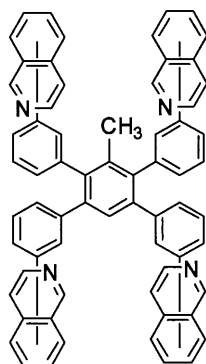
【化 1 6】



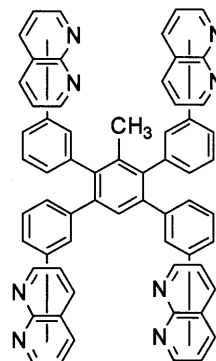
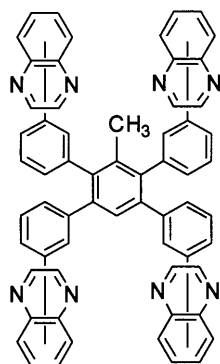
10



20



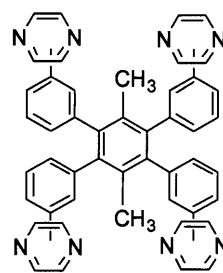
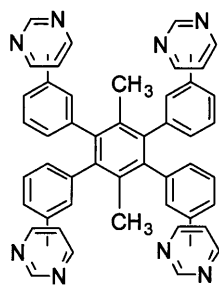
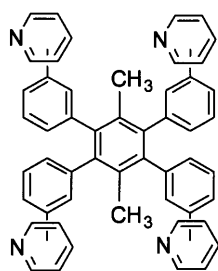
30



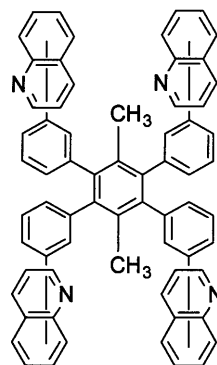
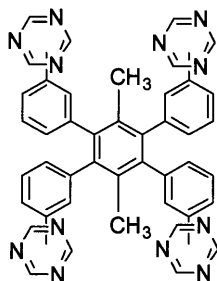
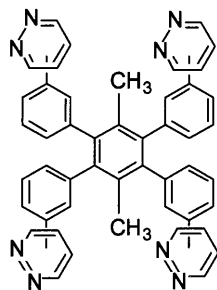
40

【 0 0 2 4】

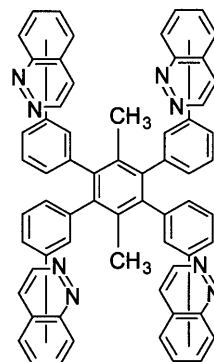
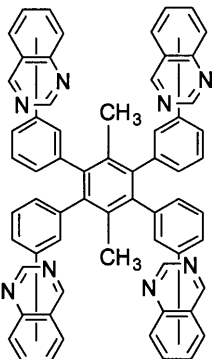
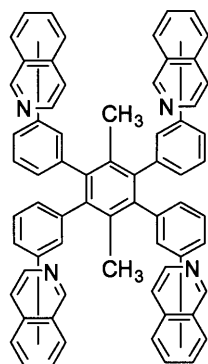
【化 1 7】



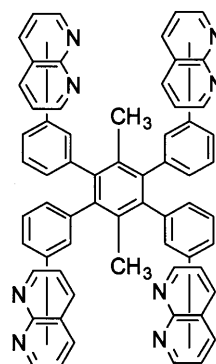
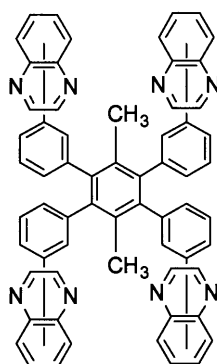
10



20

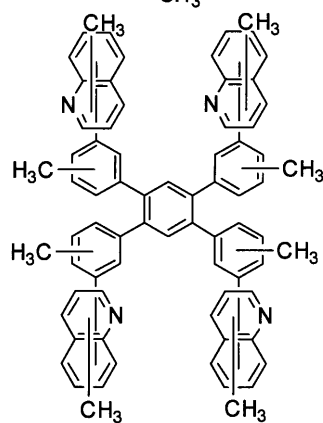
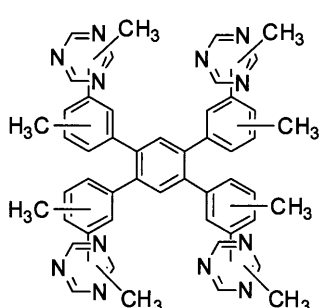
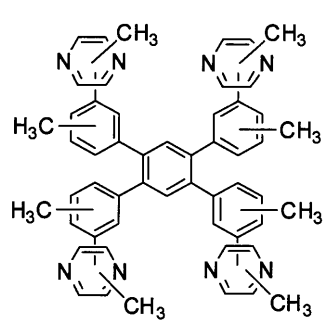
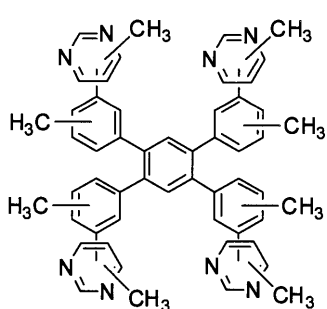


30

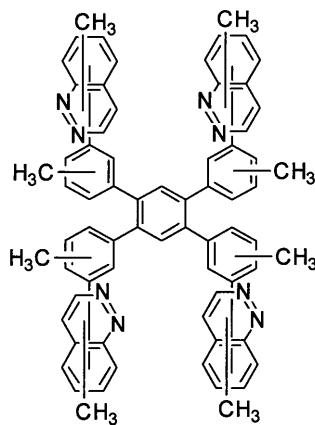
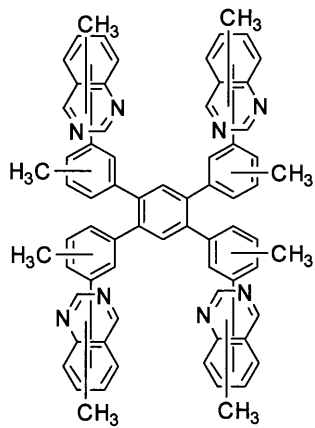


40

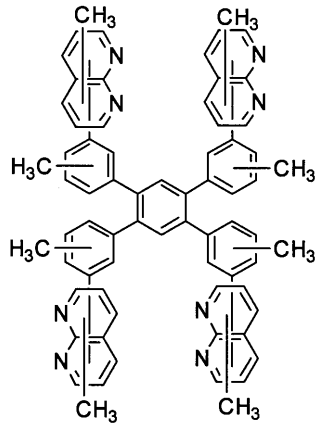
【 0 0 2 5 】



The chemical structure shows a central benzene ring substituted with four 2,6-dimethylphenyl groups at the 1, 3, 5, and 7 positions. Each phenyl ring has methyl groups (CH₃) at the 2 and 6 positions. The central benzene ring is labeled with H₃C at the 4-position relative to the top-left and bottom-right substituents, and CH₃ at the 4-position relative to the top-right and bottom-left substituents.

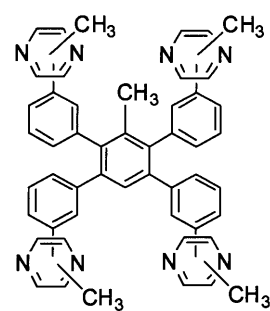
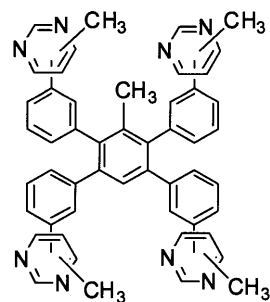
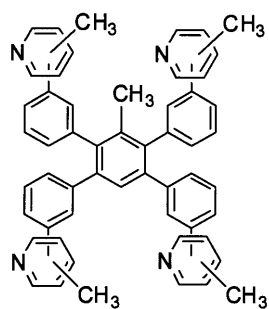


The chemical structure shows a central benzene ring substituted with four 1-methyl-4-phenylpyrrole groups. Each pyrrole ring has a methyl group (CH₃) at the 1-position and is connected to the central benzene ring at its 4-position. The phenyl rings of the pyrrole groups are also substituted with methyl groups (CH₃) at the 2 and 6 positions. The overall structure is a macrocyclic compound with a central benzene core and four pyrrole units.

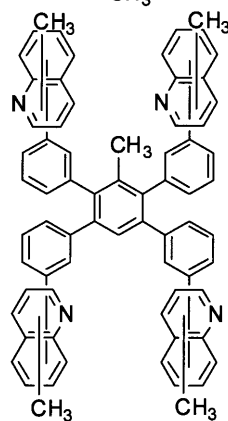
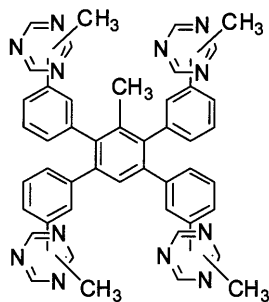
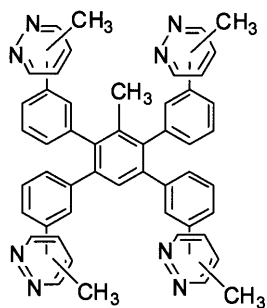


【 0 0 2 6 】

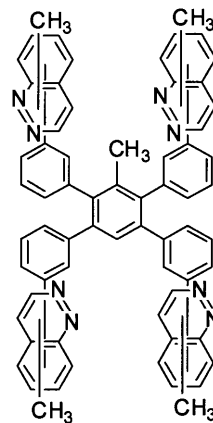
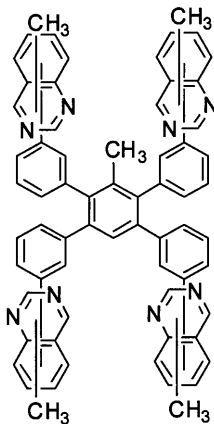
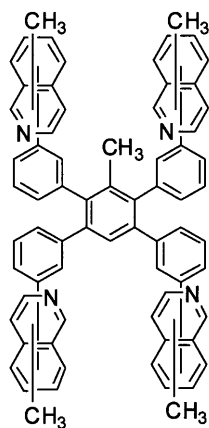
【化 1 9】



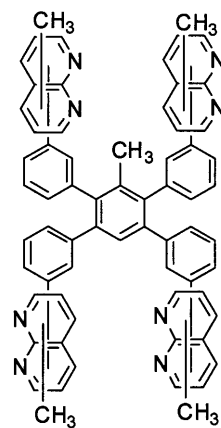
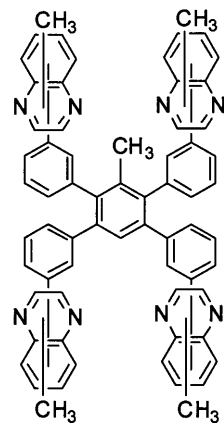
10



20



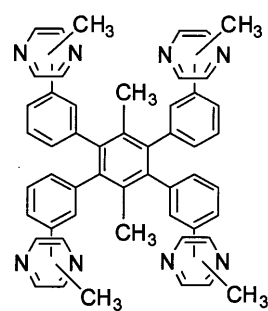
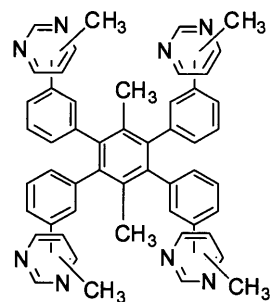
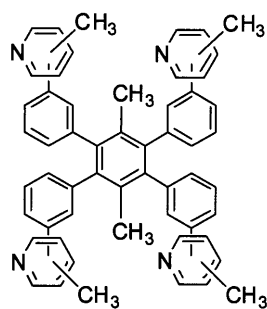
30



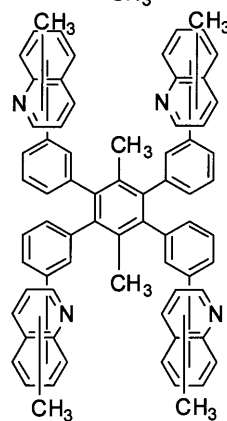
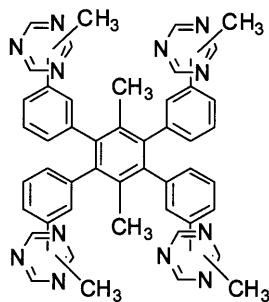
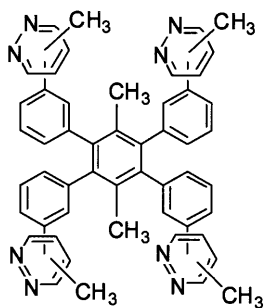
40

【 0 0 2 7 】

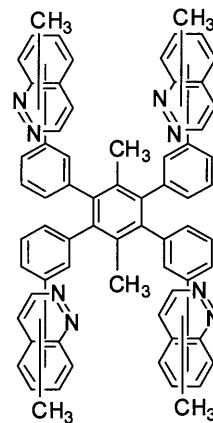
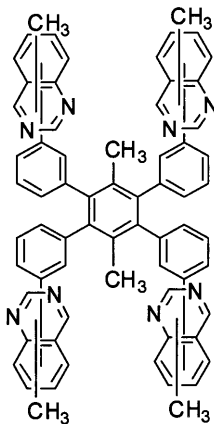
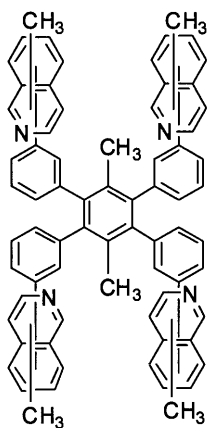
【化 20】



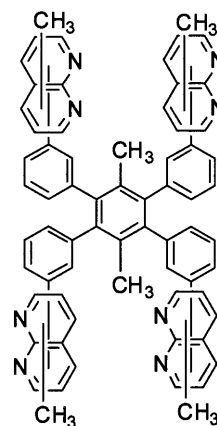
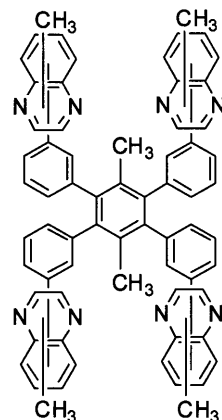
10



20



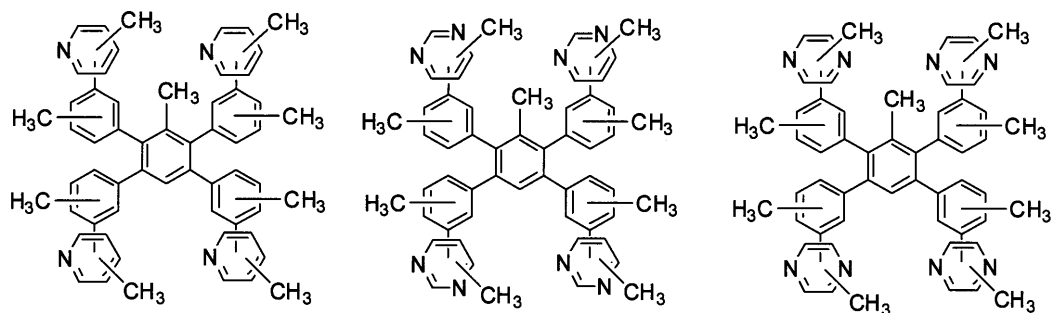
30



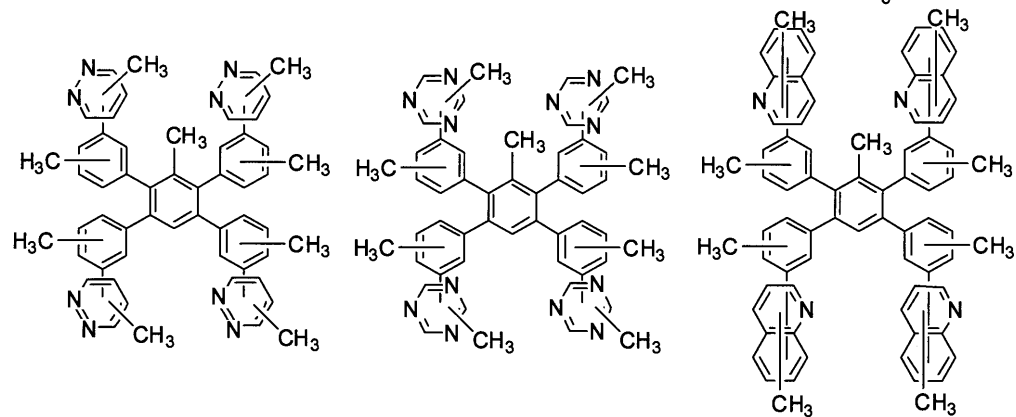
40

【0028】

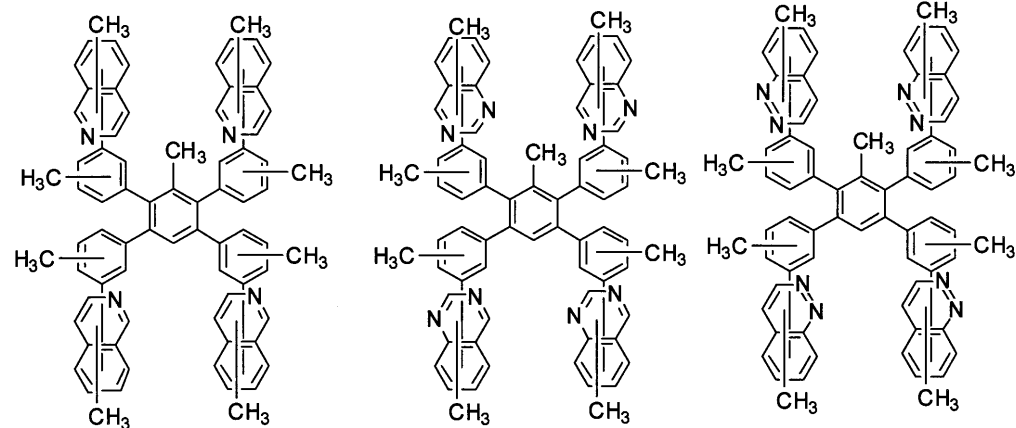
【化 2 1】



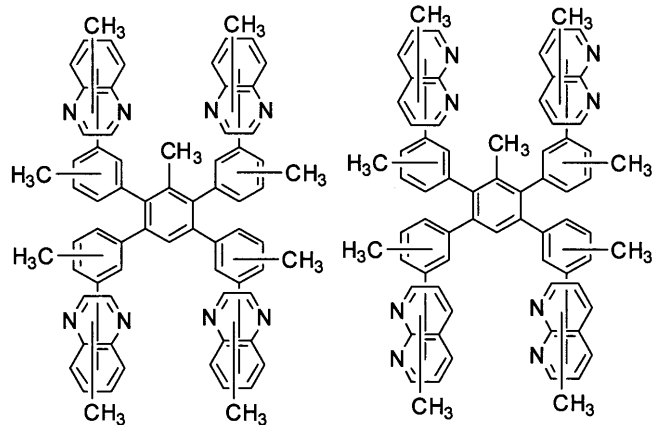
10



20



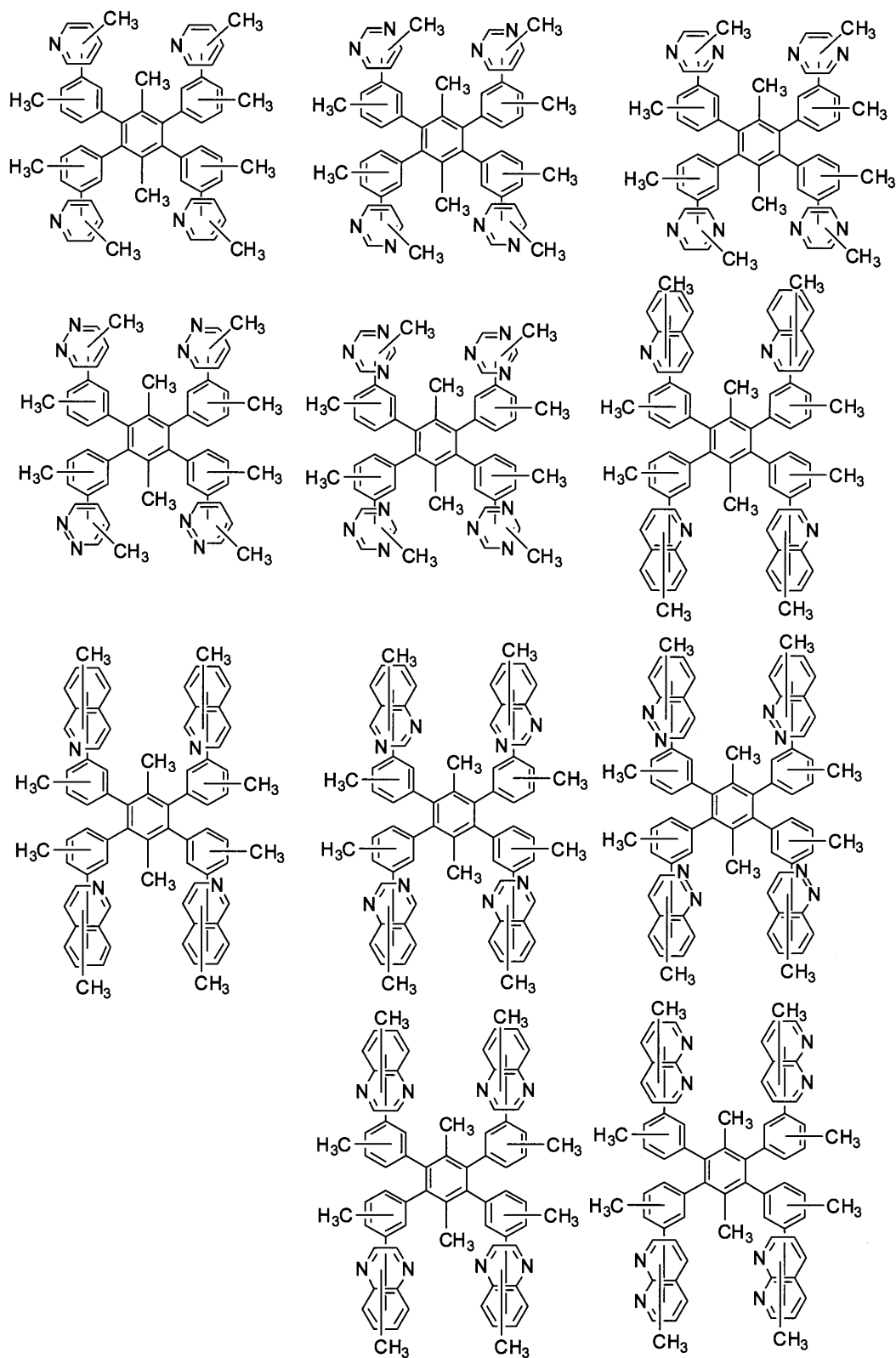
30



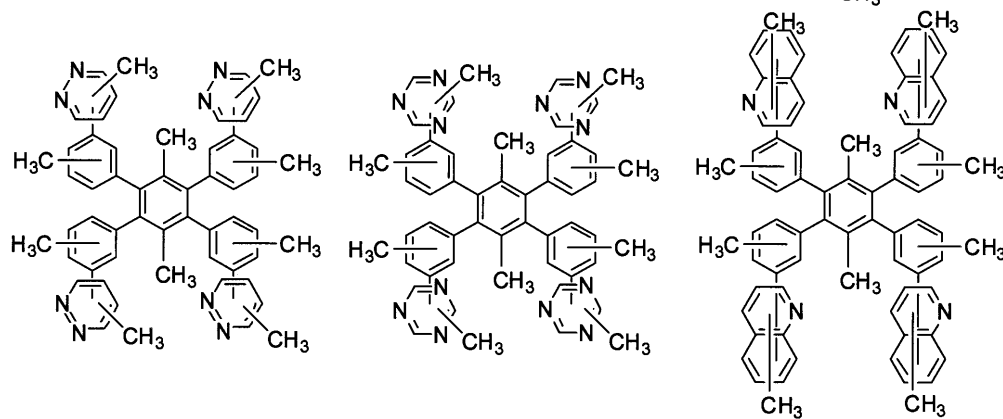
40

【 0 0 2 9 】

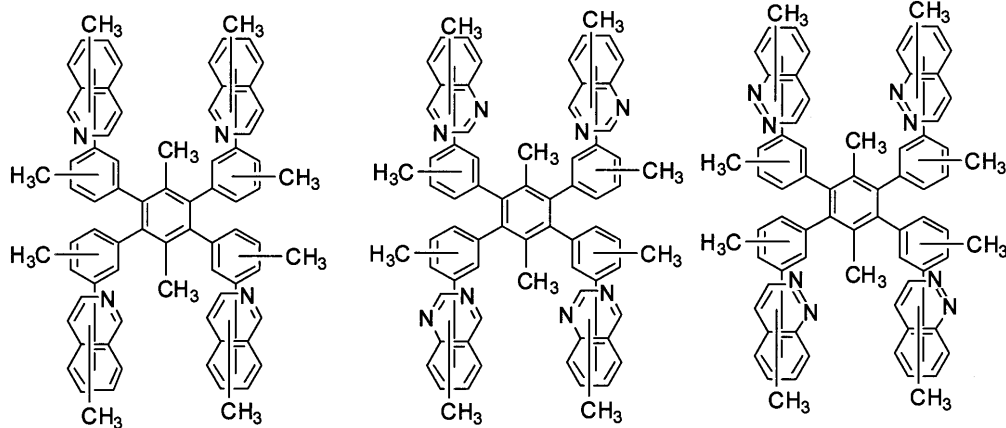
【化 2 2】



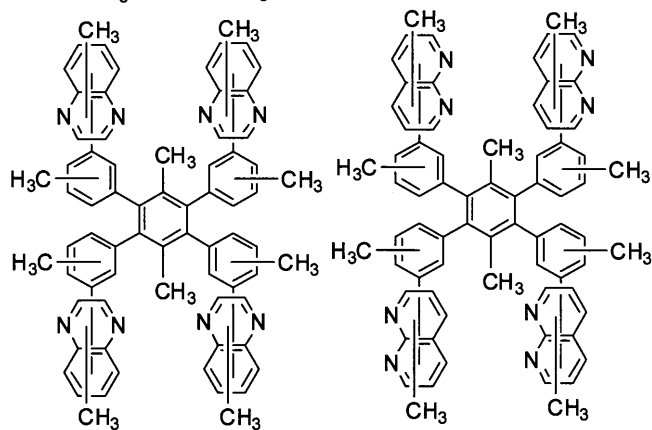
10



20



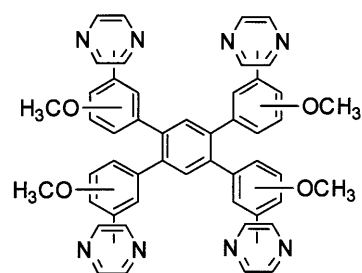
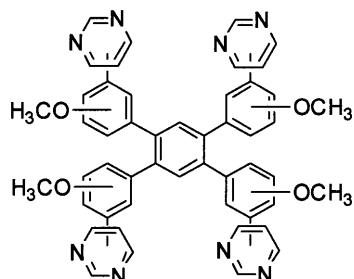
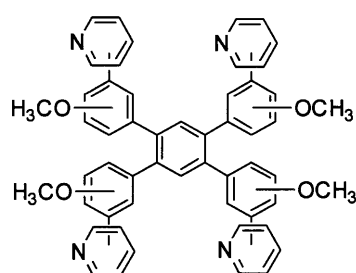
30



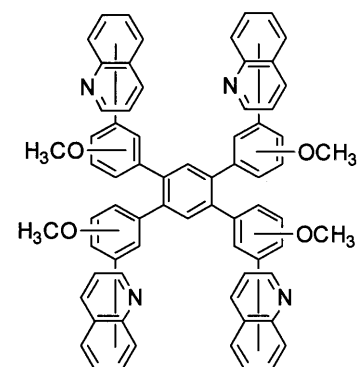
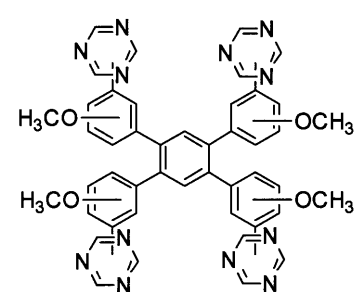
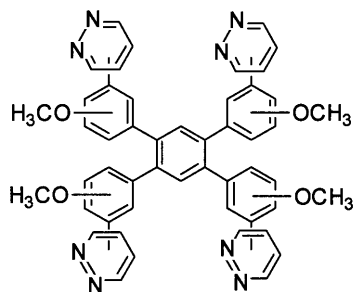
40

【 0 0 3 0 】

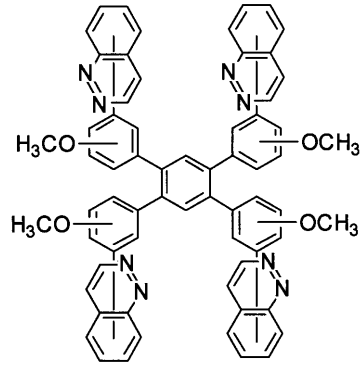
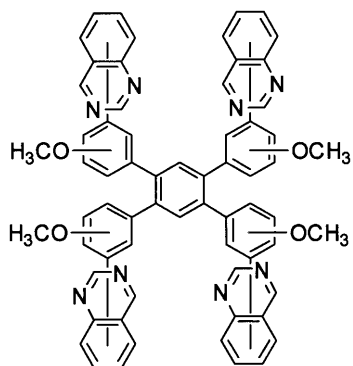
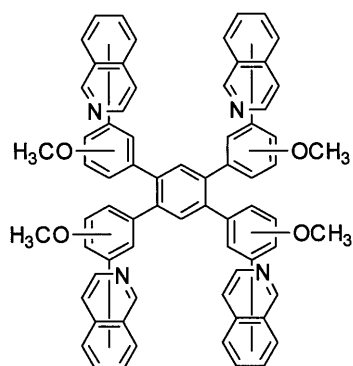
【化 2 3】



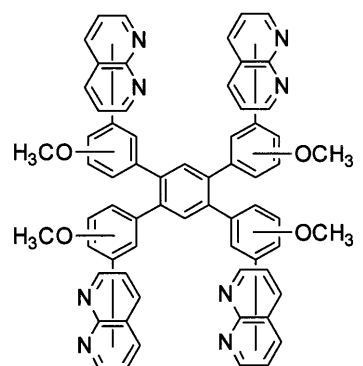
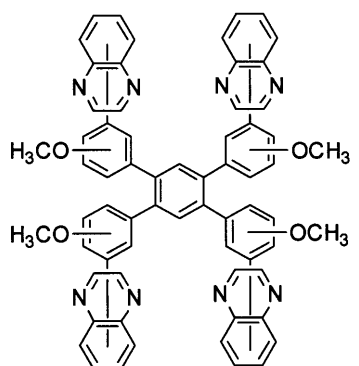
10



20



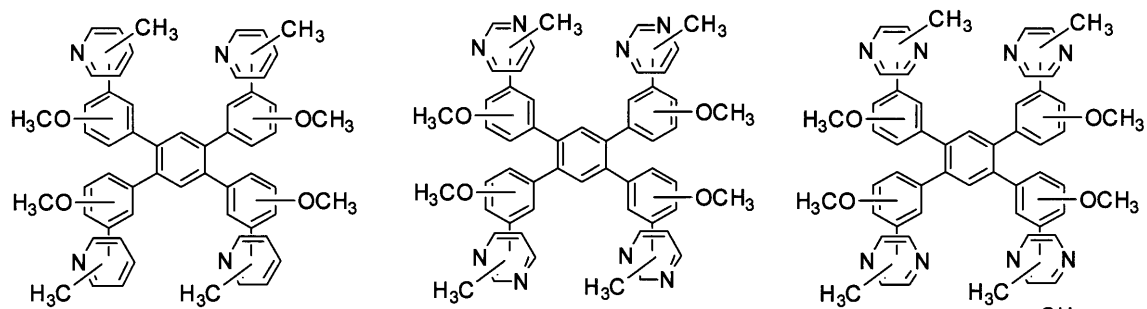
30



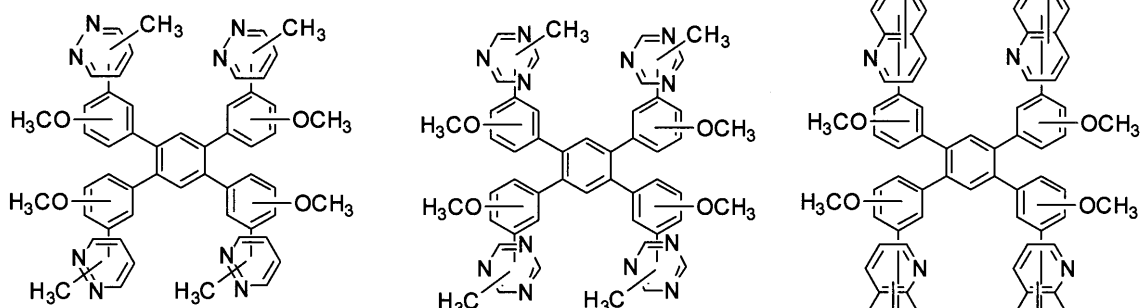
40

【 0 0 3 1 】

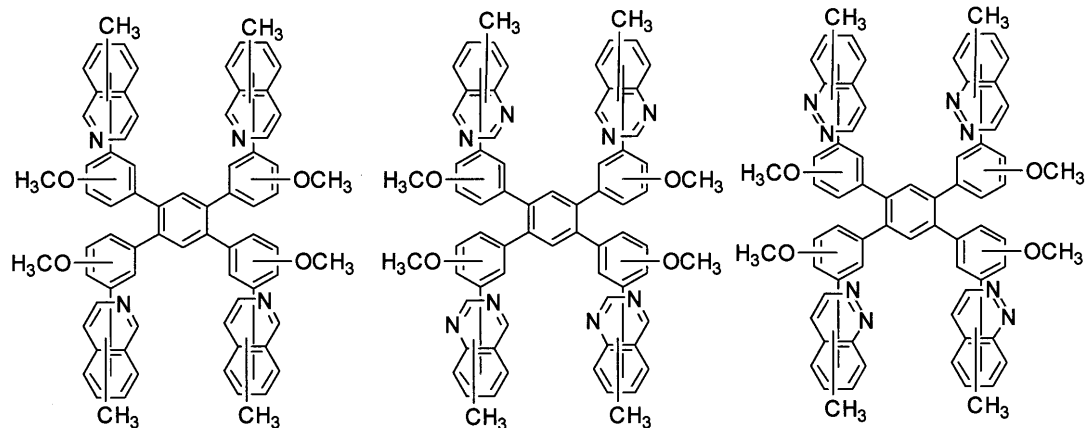
【化 2 4】



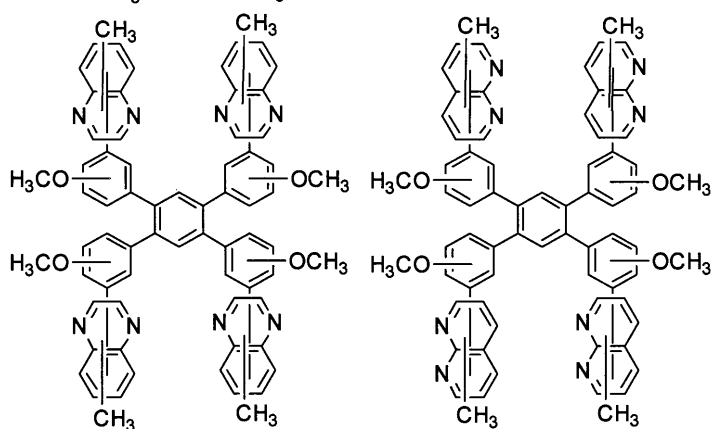
10



20



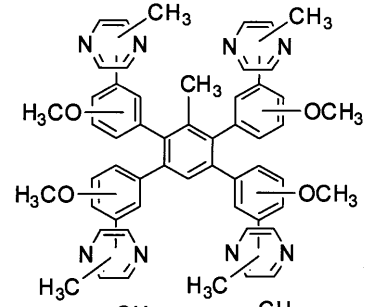
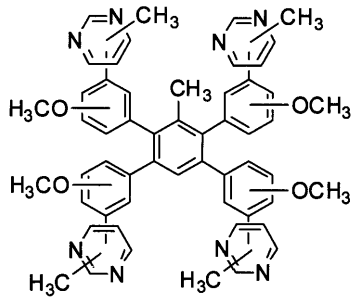
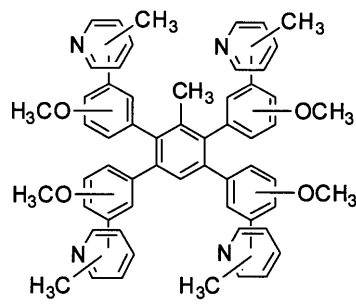
30



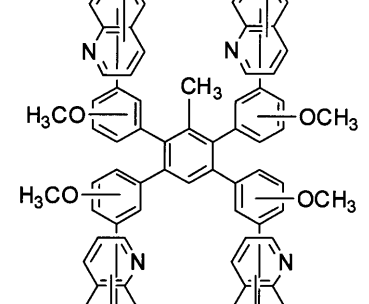
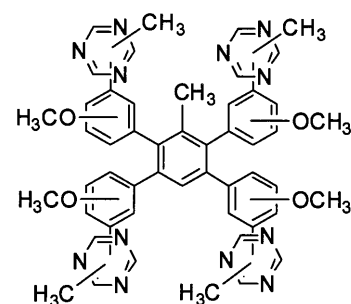
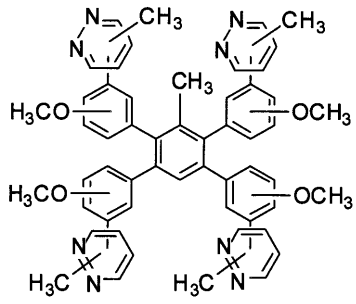
40

【 0 0 3 2 】

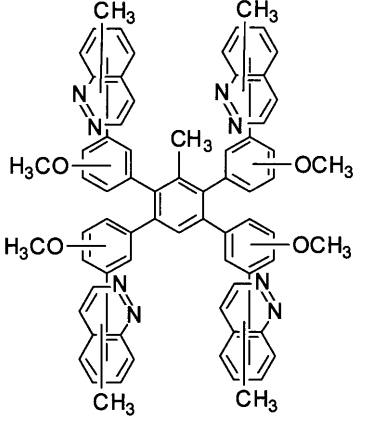
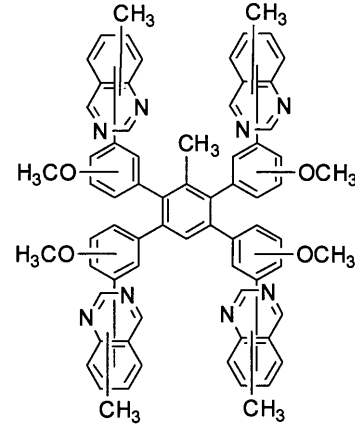
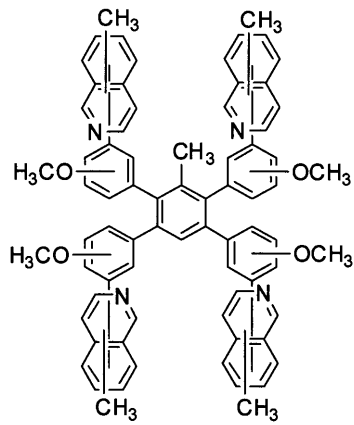
【化 2 5】



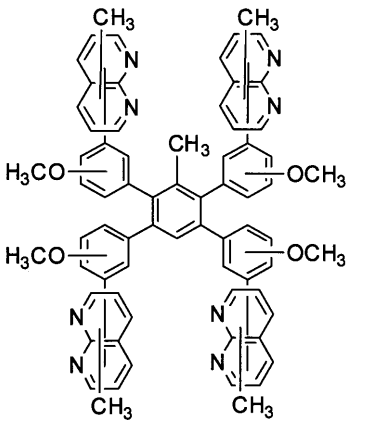
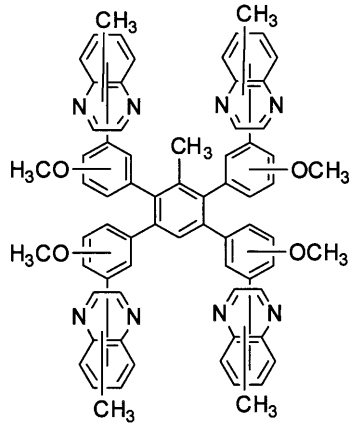
10



20



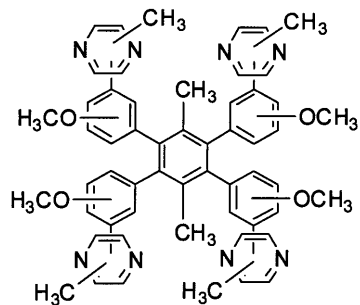
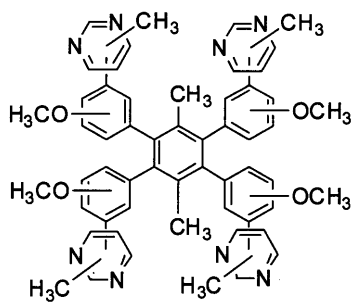
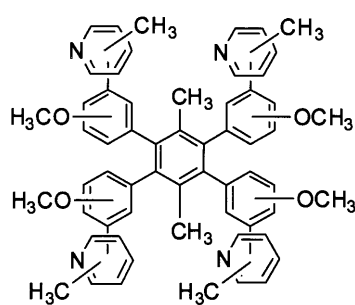
30



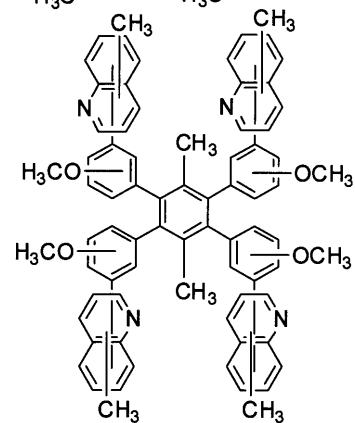
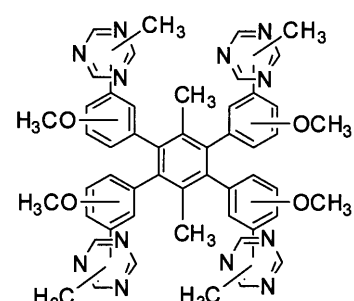
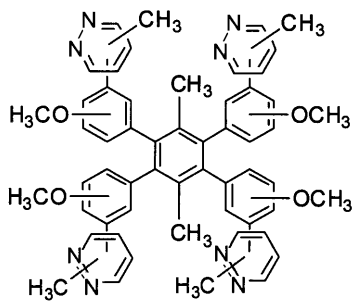
40

【 0 0 3 3 】

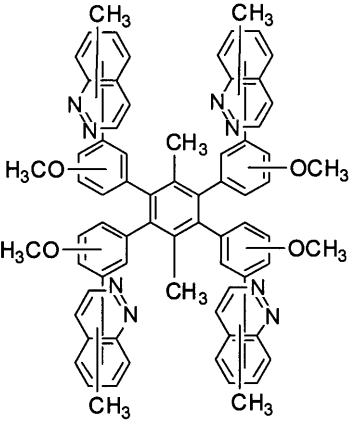
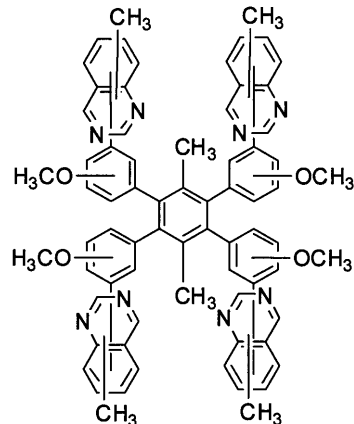
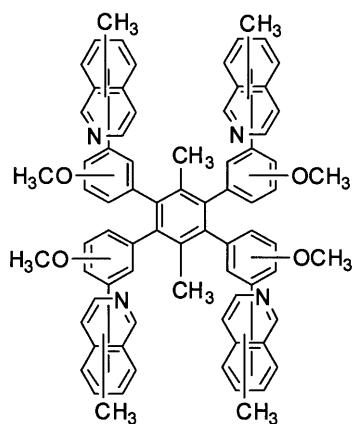
【化 2 6】



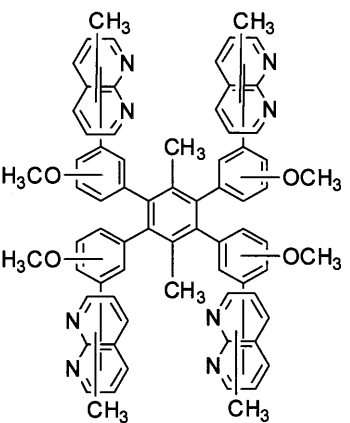
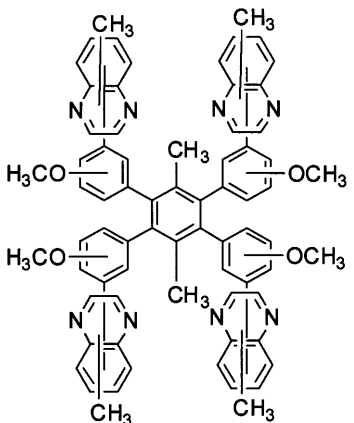
10



20



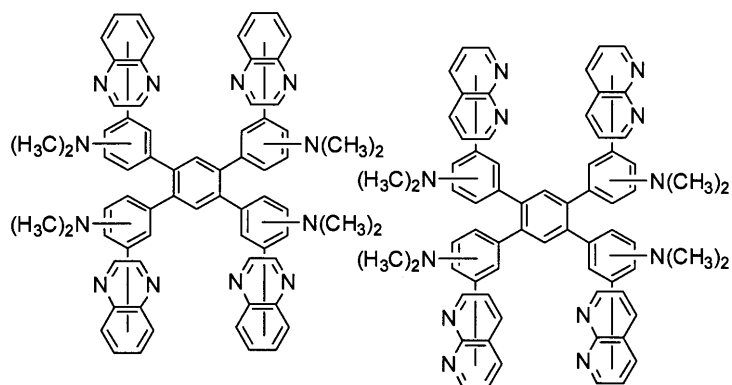
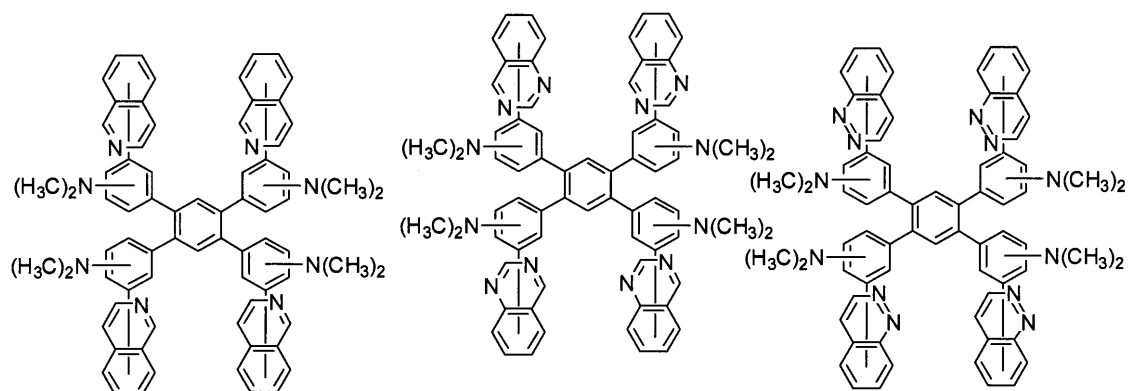
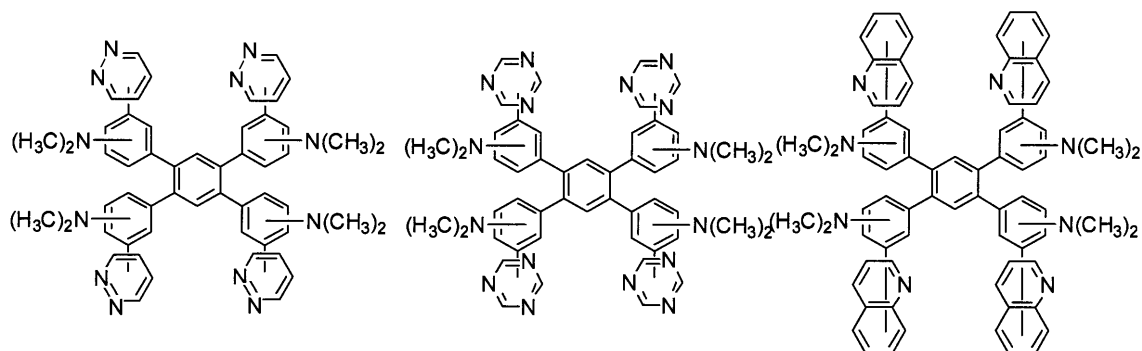
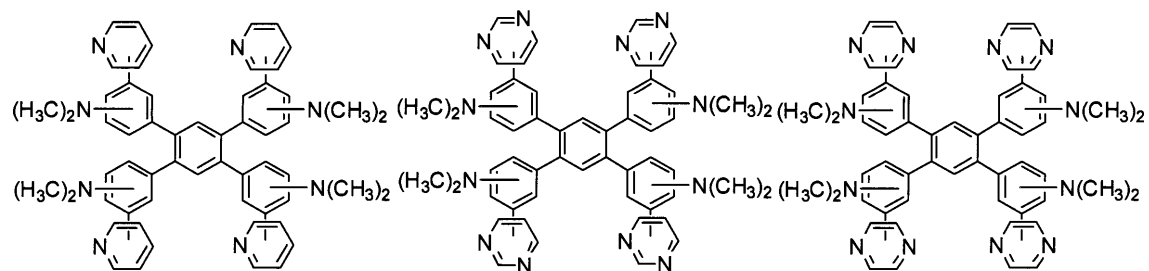
30



40

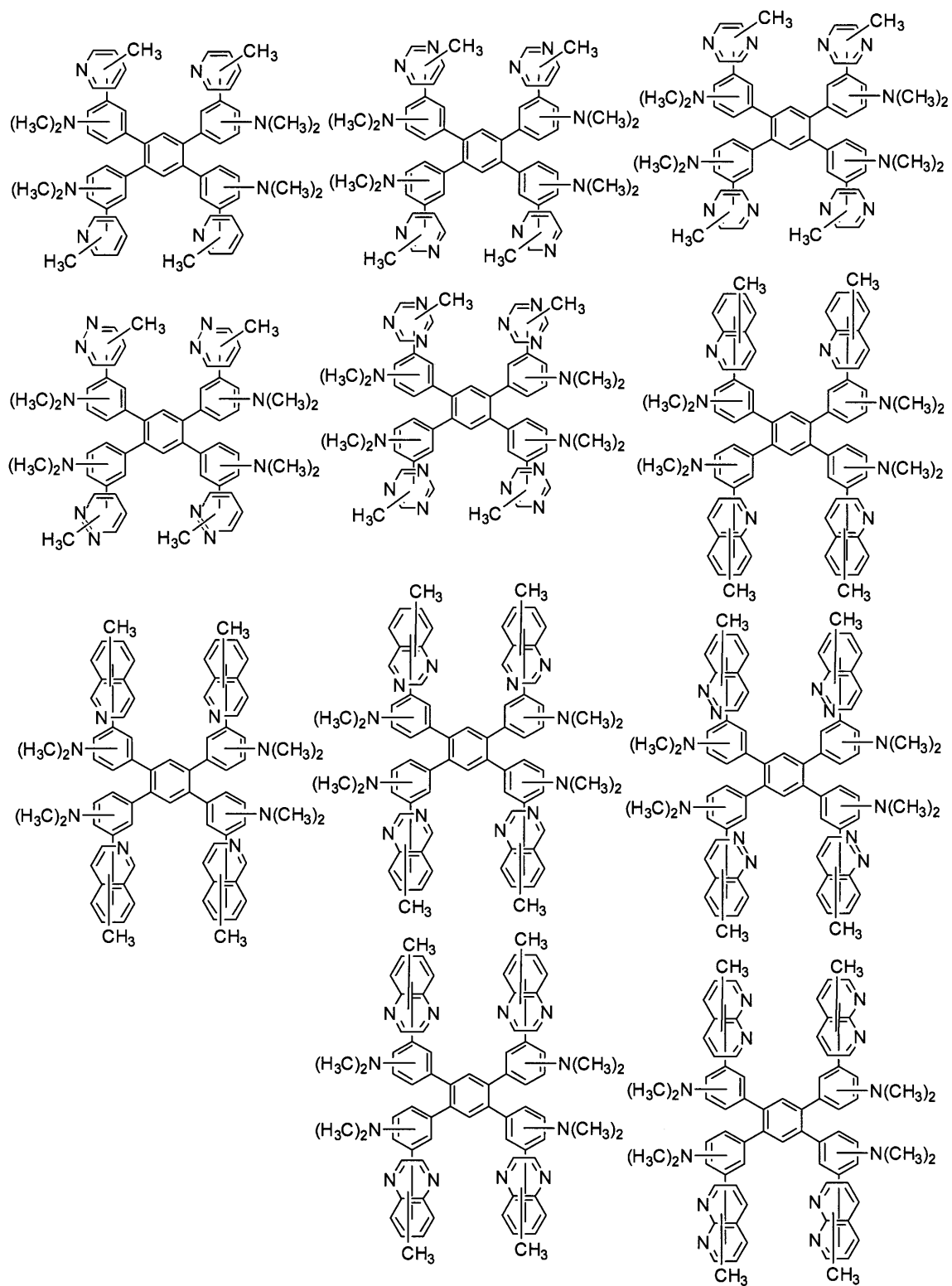
【 0 0 3 4 】

【化 2 7】



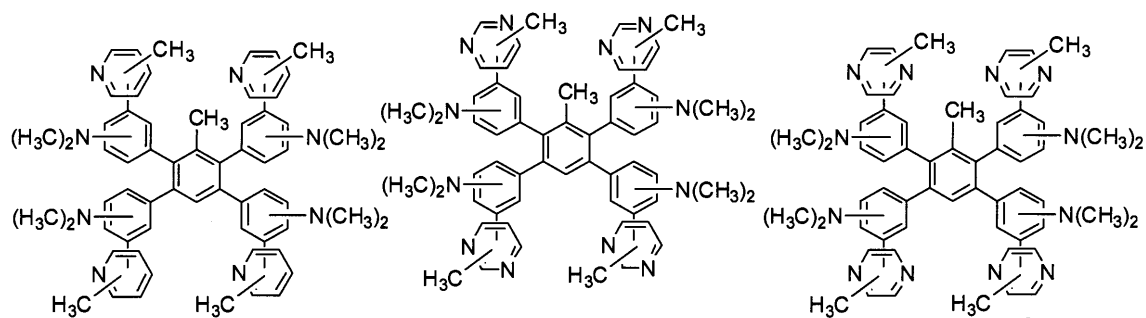
【 0 0 3 5 】

【化 2 8】

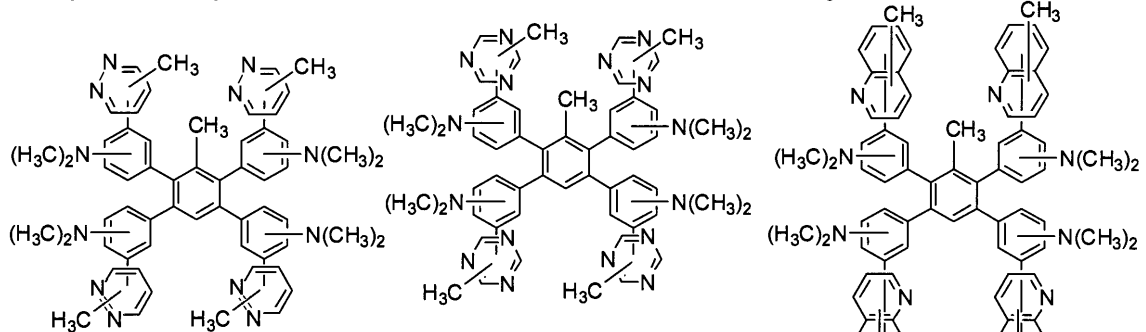


【 0 0 3 6 】

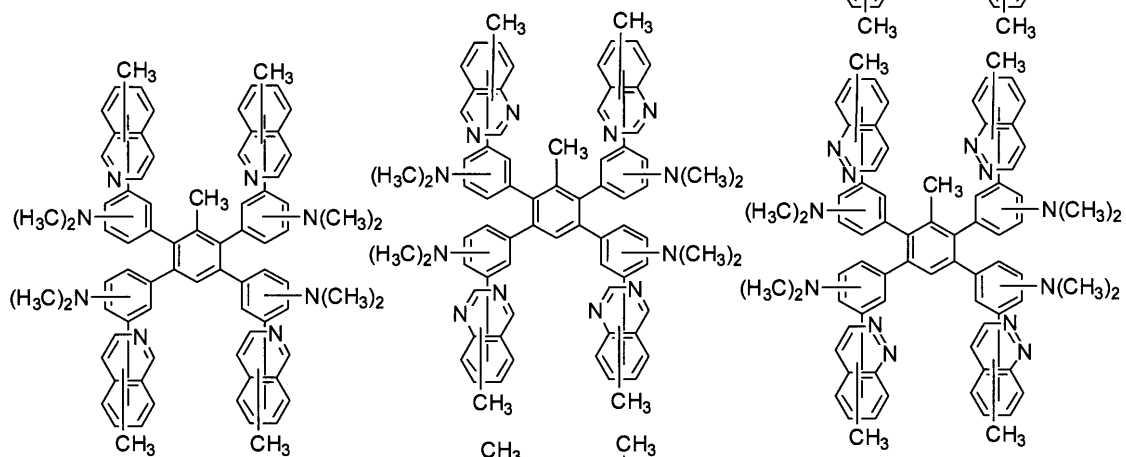
【化 2 9】



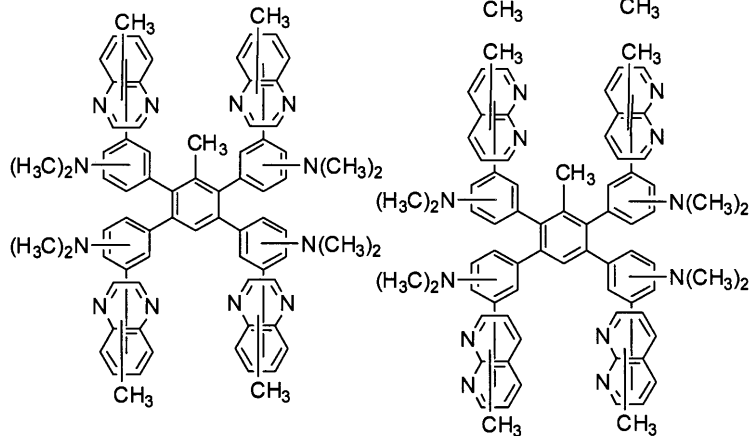
10



20



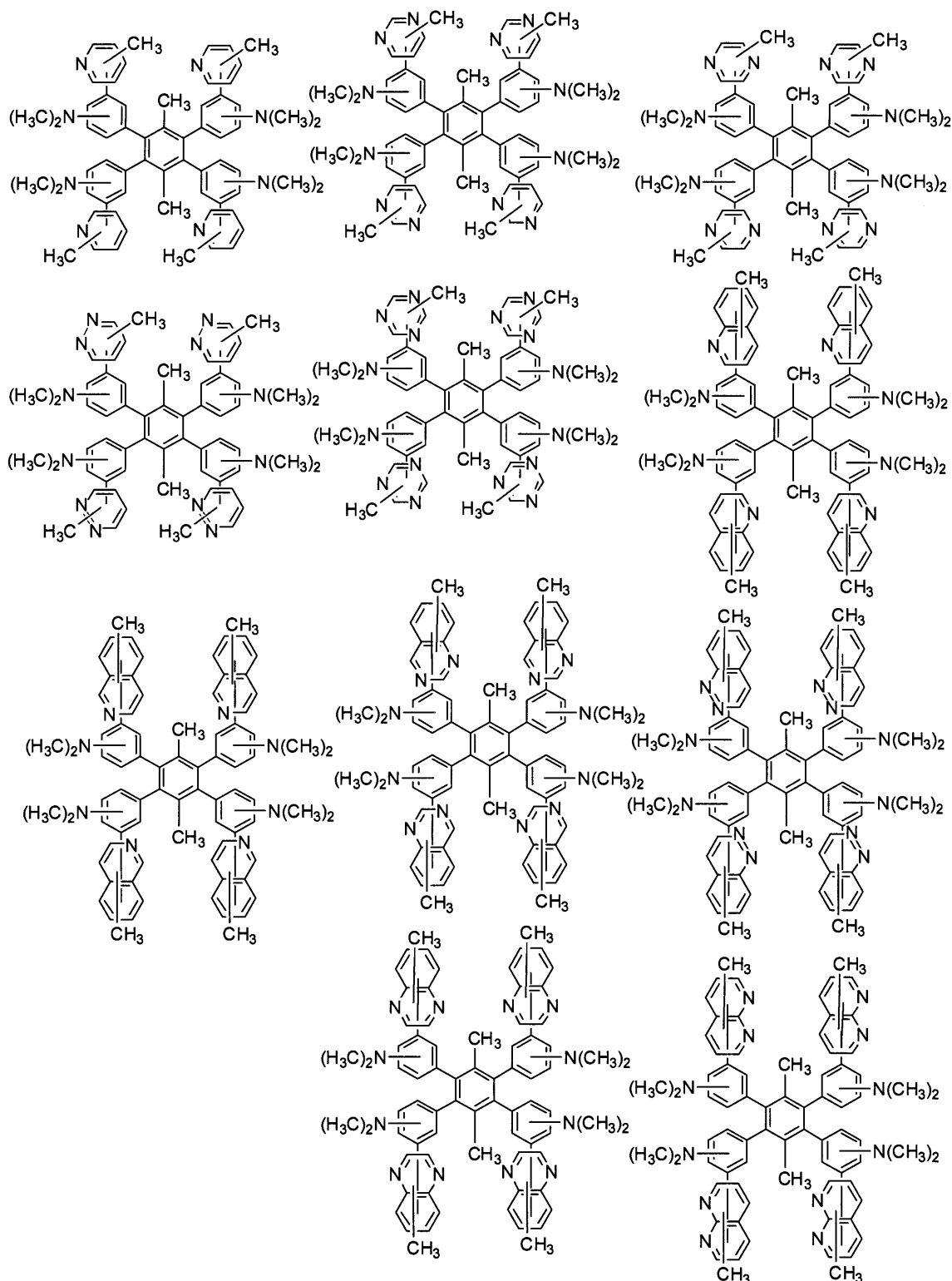
30



40

【 0 0 3 7 】

【化 3 0】



10

20

30

40

【0038】

本発明の新規なターフェニル誘導体は高い電子輸送性能を有する。従って電子輸送材料として使用することができる。

【0039】

本発明の新規なターフェニル誘導体を電子輸送層に用いる場合、本発明の化合物は電子輸送材料として使用できる。また他の電子輸送材料と組み合わせて使用することもできる

50

。

【0040】

次に本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子（有機EL素子）について説明する。本発明の有機EL素子は、陽極と陰極間に複数層の有機化合物を積層した素子であり、電子輸送材料として本発明のターフェニル誘導体を含む。発光層は、発光材料とホスト材料から構成される。多層型の有機EL素子の構成例としては、例えば陽極（例えばITO）/ホール輸送層/発光層/電子輸送層/陰極、ITO/ホール輸送層/発光層/電子輸送層/電子注入層/陰極、ITO/ホール輸送層/発光層/ホールブロック層/電子輸送層/陰極、ITO/ホール輸送層/発光層/ホールブロック層/電子輸送層/電子注入層/陰極、ITO/ホール注入層（正孔注入層）/ホール輸送層/発光層/ホールブロック層/電子輸送層/電子注入層/陰極等の多層構成で積層したものが挙げられる。また、必要に応じて陰極上に封止層を有していても良い。

10

【0041】

ホール輸送層、電子輸送層、および発光層のそれぞれの層は、各機能を分離した多層構造であることが望ましい。またホール輸送層、電子輸送層はそれぞれの層で注入機能を受け持つ層（ホール注入層および電子注入層）と輸送機能を受け持つ層（ホール輸送層および電子輸送層）を別々に設けることもできる。

【0042】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、上記構成に限らず、種々の構成とすることができる。必要に応じて、正孔輸送層成分と発光層成分、あるいは電子輸送層成分と発光層成分を混合した層を設けても良い。

20

【0043】

以下本発明の有機EL素子の構成要素に関して、陽極/ホール輸送層/発光層/電子輸送層/陰極からなる素子構成を例として取り上げて説明する。本発明の有機EL素子は、基板に支持されていることが好ましい。

【0044】

基板の素材については特に制限はなく、例えば、従来の有機EL素子に慣用されているものが使用でき、例えば、ガラス、石英ガラス、透明プラスチックなどからなるものを用いることができる。

【0045】

本発明の有機EL素子の陽極としては、仕事関数の大きな金属単体（4 eV以上）、仕事関数の大きな金属同士の合金（4 eV以上）または導電性物質およびこれらの混合物を電極材料とすることが好ましい。このような電極材料の具体例としては、金、銀、銅等の金属、ITO（インジウム-スズオキサイド）、酸化スズ（ SnO_2 ）、酸化亜鉛（ ZnO ）などの導電性透明材料、ポリピロール、ポリチオフェン等の導電性高分子材料が挙げられる。陽極はこれらの電極材料を、例えば蒸着、スパッタリング、塗布などの方法により形成することができる。陽極のシート電気抵抗は数百 Ω/cm^2 以下が好ましい。陽極の膜厚は材料にもよるが、一般に5～1,000 nm程度、好ましくは10～500 nmである。

30

【0046】

陰極としては、仕事関数の小さな金属単体（4 eV以下）、仕事関数の小さい金属同士の合金（4 eV以下）または導電性物質およびこれらの混合物を電極材料とすることが好ましい。このような電極材料の具体例としては、リチウム、リチウム-インジウム合金、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、マグネシウム、マグネシウム-銀合金、マグネシウム-インジウム合金、アルミニウム、アルミニウム-リチウム合金、アルミニウム-マグネシウム合金などが挙げられる。陰極はこれらの電極材料を、例えば蒸着、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成することができる。陰極のシート電気抵抗は数百 Ω/cm^2 以下が好ましい。陰極の膜厚は材料にもよるが、一般に5～1,000 nm程度、好ましくは10～500 nmである。本発明の有機EL素子の発光を効率よく取り出すために、陽極または陰極の少なくとも一方の電極は透明もしくは半

40

50

透明であることが好ましい。

【 0 0 4 7 】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子のホール輸送層（正孔輸送層）は、ホール（正孔）伝達物質からなるもので、陽極より注入されたホール（正孔）を発光層に伝達する機能を有している。電界が与えた２つの電極の間に正孔伝達化合物が配置されて陽極からホールが注入された場合、少なくとも $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{秒}$ 以上のホール移動度を有するホール伝達物質が好ましい。本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子のホール輸送層に使用するホール伝達物質は、前記の好ましい性能を有するものであれば特に制限はない。従来から光導電材料においてホールの電荷注入材料として慣用されているものや有機エレクトロルミネッセンス素子のホール輸送層に使用されている公知の材料の中から任意のものを選択して用いることができる。

10

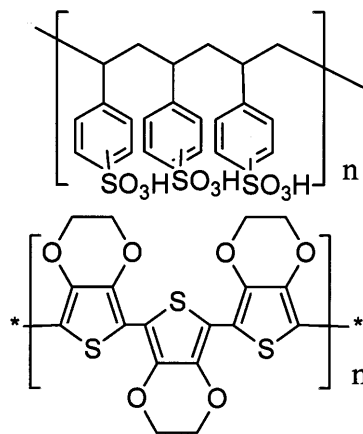
【 0 0 4 8 】

前記のホール伝達物質としては、たとえば銅フタロシアニンなどのフタロシアニン誘導体、 $\text{N}, \text{N}, \text{N}', \text{N}'$ -テトラフェニル-1,4-フェニレンジアミン、 N, N' -ジ(m-トリル)- N, N' -ジフェニル-4,4-ジアミノフェニル(TPD)、 N, N' -ジ(1-ナフチル)- N, N' -ジフェニル-4,4-ジアミノフェニル(α -NPD)等のトリアリールアミン誘導体、ポリフェニレンジアミン誘導体、ポリチオフェン誘導体、および水溶性のPEDOT-PPS（ポリエチレンジオキサチオフェン-ポリスチレンスルホン酸）などが挙げられる。ホール輸送層は、これらの他のホール伝達化合物の一種または二種以上からなる一層で構成されたものでよく、前記のホール伝達物質とは別の化合物からなるホール輸送層を積層したものでも良い。

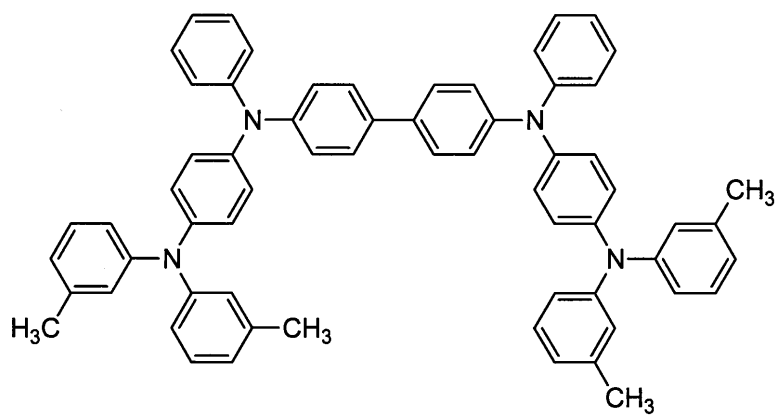
20

ホール注入材料としては、下記化学式に示されるPEDOT-PPS（ポリマー混合物）やDNTPDを挙げることができる。

【化 3 1】



PEDOT-PSS



DNTPD

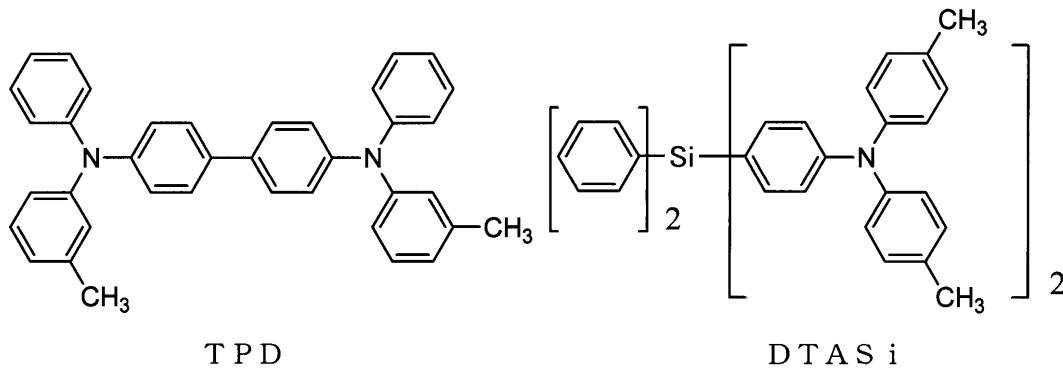
ホール輸送材料としては、下記化学式に示すTPD、DTASi、 α -NPDなどを挙
げることができる。

10

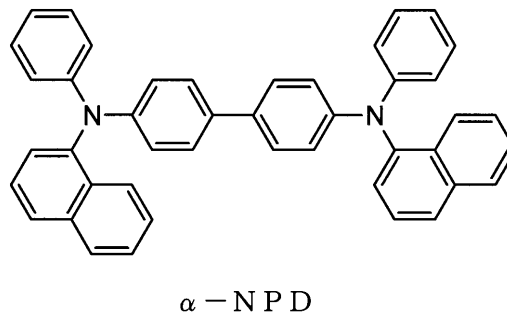
20

30

【化 3 2】



10



20

【0049】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の発光層に用いられる発光材料については、特に制限はなく、任意のものを選択して用いることができる。

【0050】

発光材料としては、ペリレン誘導体、ナフタセン誘導体、キナクリドン誘導体、クマリン誘導体（例えばクマリン1、クマリン540、クマリン545など）、ピラン誘導体（例えばDCM-1、DCM-2、DCJT Bなど）、有機金属錯体、例えばトリス（8-ヒドロキシキノリノラト）アルミニウム錯体（Alq₃）、トリス（4-メチル-8-ヒドロキシキノリノラト）アルミニウム錯体（Almq₃）等の蛍光材料やビス〔2-（4,6-ジフルオロフェニル）ピリジネート-N,C2'〕イリジウム（III）ピコリレート（FIrpic）、トリス〔1-〔4-（トリフルオロメチル）フェニル〕-1H-ピラゾラート-N,C2'〕イリジウム（III）（Irtpmpps3）、ビス〔2-（4',6'-ジフルオロフェニル）ピリジナート-N,C2'〕イリジウム（III）テトラキス（1-ピラゾリル）ボレート（FIr6）、トリス（2-フェニルピリジナート）イリジウム（III）〔Ir(ppy)₃〕などのリン光材料などを挙げることができる。

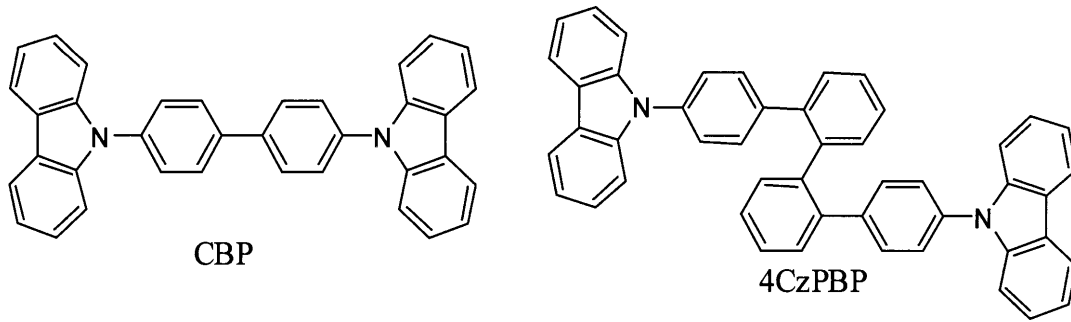
30

【0051】

発光層は、ホスト材料と発光材料（ドーバント）から形成される〔Appl. Phys. Lett., 65 3610（1989）〕。特にリン光材料を発光層に使用する場合、ホスト材料の使用が必要であり、この時使用されるホスト材料としては、4,4'-ジ（N-カルバゾリル）-1,1'-ビフェニル（CBP）、1,4-ジ（N-カルバゾリル）ベンゼン-2,2'-ジ〔4''-（N-カルバゾリル）フェニル〕-1,1'-ビフェニル（4CzPPB）等が挙げられる。

40

【化 3 3】

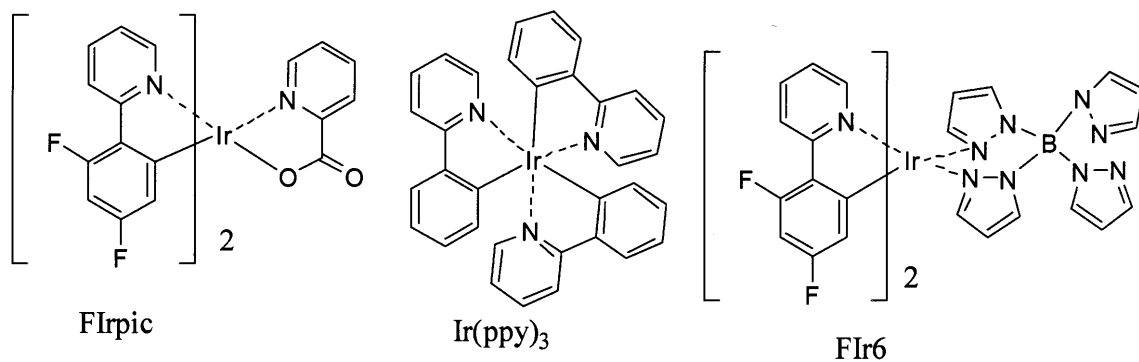


10

【0052】

発光材料は、ホスト材料に対して好ましくは0.01~40重量%であり、より好ましくは0.1~20重量%である。発光材料としては、下記に示す従来公知のFIrpic、Ir(ppy)₃、FIr6等を挙げるができる。

【化 3 4】



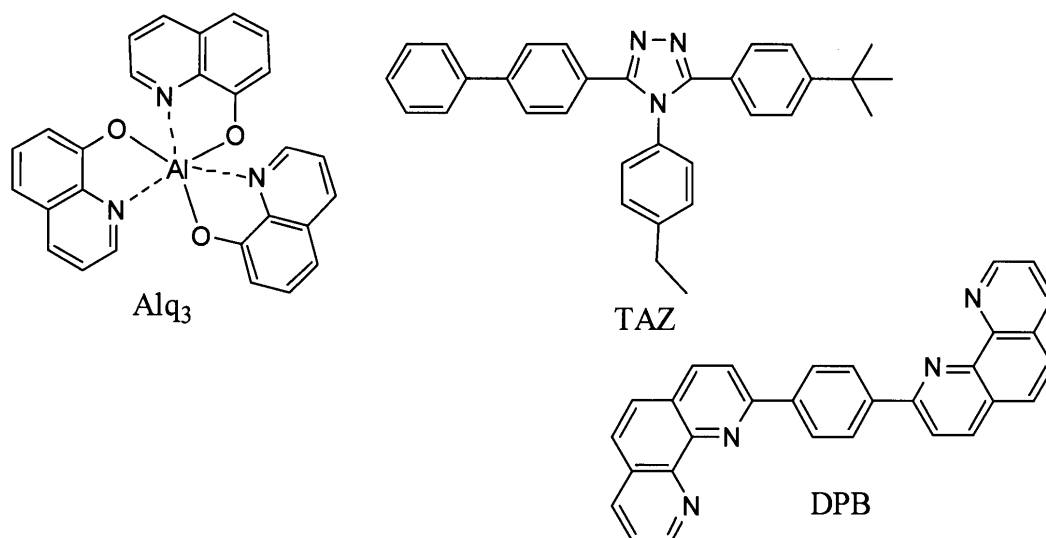
20

【0053】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の電子輸送層の材料としては、本発明の新規なターフェニル誘導体が好ましい。このものは単独で利用できるが、他の電子輸送材料、例えば下記化学式に示すAlq₃、TAZ、DPBなどと併用しても構わない。

30

【化 3 5】



40

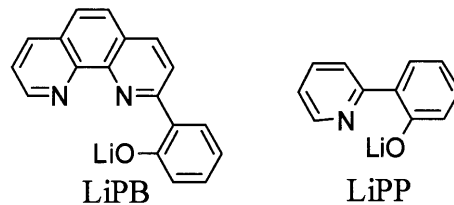
【0054】

50

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、電子注入性をさらに向上させる目的で陰極と有機層（電子輸送層）の間に導電体から構成される電子注入層を設けても良い。ここで使用される導電体としては、アルカリ金属ハロゲン化物、アルカリ土類金属ハロゲン化物、アルカリ金属有機錯体から選択される少なくとも一つの金属化合物を使用することが好ましい。アルカリ金属ハロゲン化物としては、フッ化リチウム、フッ化ナトリウム、フッ化カリウム、フッ化セシウム、塩化リチウム等が挙げられる。アルカリ土類金属ハロゲン化物としては、フッ化マグネシウム、フッ化カルシウム、フッ化バリウム、フッ化ストロンチウムなどが挙げられる。アルカリ金属有機錯体としては、8-ヒドロキシキノリノラトリチウム、8-ヒドロキシキノリノラトセシウムなどが挙げられる。また本出願人の特願2006-292032号にかかげるフェナントリン誘導体のリチウム錯体（LiPB）や特願2007-29695号に掲げるフェノキシピリジンのリチウム錯体（LiPP）を用いることもできる。

10

【化36】



20

【0055】

本発明の新規なターフェニル誘導体を含む素子の正孔注入層、正孔輸送層および発光層の形成方法については特に限定されるものではない。例えば乾式製膜法（例えば真空蒸着法、イオン化蒸着法など）、湿式製膜法〔溶媒塗布法（例えばスピンコート法、キャスト法、インクジェット法など）〕を使用することができる。電子輸送層の製膜については、湿式製膜法で行うと下層が溶出する恐れがあるため乾式製膜法（例えば真空蒸着法、イオン化蒸着法など）に限定される。素子の作成については上記の製膜法を併用しても構わない。

【0056】

真空蒸着法により正孔輸送層、発光層、電子輸送層などの各層を形成する場合、真空蒸着条件は特に限定されるものではない。通常 10^{-5} Torr 程度以下の真空下で $50 \sim 500$ 程度のボート温度（蒸着原温度）、 $-50 \sim 300$ 程度の基板温度で、 $0.01 \sim 50$ nm/sec 程度蒸着することが好ましい。正孔輸送層、発光層、電子輸送層の各層を複数の化合物を使用して形成する場合、化合物を入れたボートをそれぞれ温度制御しながら共蒸着することが好ましい。

30

【0057】

正孔注入層、正孔輸送層および発光層を溶媒塗布法で形成する場合、各層を構成する成分を溶媒に溶解または分散させて塗布液とする。溶媒としては、炭化水素系溶媒（例えばヘプタン、トルエン、キシレン、シクロヘキサン等）、ケトン系溶媒（例えばアセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン等）、ハロゲン系溶媒（例えばジクロロメタン、クロロホルム、クロロベンゼン、ジクロロベンゼン等）、エステル系溶媒（例えば酢酸エチル、酢酸ブチル等）、アルコール系溶媒（例えばメタノール、エタノール、ブタノール、メチルセロソルブ、エチルセロソルブ等）、エーテル系溶媒（例えばジブチルエーテル、テトラヒドロフラン、1,4-ジオキサン、1,2-ジメトキシエタン等）、非プロトン性溶媒（例えばN,N'-ジメチルアセトアミド、ジメチルスルホキシド等）、水等が挙げられる。溶媒は単独で使用しても良く、複数の溶媒を併用しても良い。

40

【0058】

正孔輸送層、発光層、電子輸送層等の各層の膜厚は、特に限定されるものではないが、通常 $5 \sim 5,000$ nm になるようにする。

【0059】

50

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、酸素や水分等の接触を遮断する目的で保護層（封止層）を設けること、不活性物質中に素子を封入して保護することができる。不活性物質としては、パラフィン、シリコンオイル、フルオロカーボン等が挙げられる。保護層に使用する材料としては、フッ素樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、ポリエステル、ポリカーボネート、光硬化性樹脂等がある。

【0060】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、通常直流駆動の素子として使用できる。直流電圧を印加する場合、陽極をプラス、陰極をマイナスの極性として通常1.5～20V程度印加すると発光が観察される。また本発明の有機EL素子は交流駆動の素子としても使用できる。交流電圧を印加する場合には、陽極がプラス、陰極がマイナスの状態になった時に発光する。本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、例えば電子写真感光体、フラットパネルディスプレイなどの平面発光体、複写機、プリンター、液晶ディスプレイのバックライト、計器等の光源、各種発光素子、各種表示装置、各種標識、各種センサー、各種アクセサリなどに使用することができる。

10

【0061】

図12～20に、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の好ましい例を示す。

【0062】

図12は、本発明の有機EL素子における一例を示す断面図である。図12は、基板1上に陽極2、正孔輸送層5、発光層3および陰極4を順次設けた構成のものである。

【0063】

図13は、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子における他の例を示す断面図である。図13は、基板1上に陽極2、正孔輸送層5、発光層3、電子輸送層6および陰極4を順次設けた構成のものである。これはキャリア輸送と発光の機能を分離したものであり、材料選択の自由度が増すために、発光の高効率化や発光色の自由度が増すことになる。

20

【0064】

図14は、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子における他の例を示す断面図である。図14は、基板1上に陽極2、ホール注入層7、ホール輸送層5、発光層3、電子輸送層6および陰極4を順次設けた構成のものである。この場合、ホール注入層7を設けることにより、陽極2とホール輸送層5の密着性を高め、陽極からのホールの注入を良くし、発光素子の低電圧化に効果がある。

30

【0065】

図15は、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子における他の例を示す断面図である。図15は、基板1上に陽極2、ホール輸送層5、発光層3、電子輸送層6、電子注入層8および陰極4を順次設けた構成のものである。この場合、陰極4から電子の注入を良くし、発光素子の低電圧化に効果がある。

【0066】

図16は、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子における他の例を示す断面図である。図16は、基板1上に陽極2、ホール注入層7、ホール輸送層5、発光層3、電子輸送層6、電子注入層8および陰極4を順次設けた構成のものである。この場合、陽極2からホールの注入を良くし、陰極4から電子注入を良くし、最も低電圧駆動に効果がある構成である。

40

【0067】

図17～20は素子の中にホールブロック層9を挿入したものの断面図である。ホールブロック層は、陽極から注入されたホール、あるいは発光層3で再結合により生成した励起子が、陰極4に抜けることを防止する効果があり、有機エレクトロルミネッセンス素子の発光効率の向上に効果がある。ホールブロック層9については、発光層3と陰極4の間もしくは発光層3と電子輸送層6の間あるいは発光層3と電子注入層8の間に挿入することができる。より好ましいものは発光層3と電子輸送層6の間である。

【0068】

50

図 17 ~ 20 で、ホール輸送層 5、ホール注入層 7、電子輸送層 6、電子注入層 8、発光層 3、ホールブロック層 9 のそれぞれの層は、一層構造であっても多層構造であっても良い。

【0069】

図 12 ~ 20 は、あくまでも基本的な素子構成であり、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の構成はこれに限定されるものではない。

【発明の効果】

【0070】

本発明のターフェニル誘導体は、例えば実施例 3、4 からわかるように類似の比較例 1、2 の化合物に比べ視感効率、外部量子効率が高い。これは電子輸送性を示すピリジン環のようなヘテロアリアル基がメタ結合でつながれているので、電子輸送層での電子の移動状態がよく、素子として高い機能を果たしているものと考えられる。

よって本発明の化合物は、素子を高効率化させるために必要なものであり、工業的に極めて重要なものである。

【実施例】

【0071】

以下に実施例を挙げて本発明を説明するが、本発明はこれにより何ら限定されるものではない。

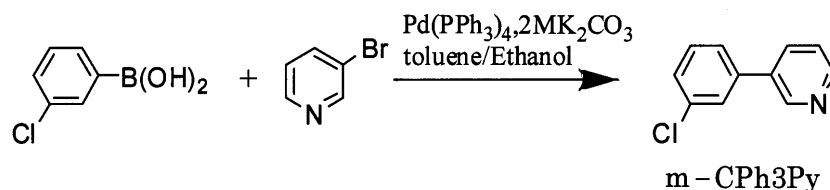
【0072】

実施例 1

2', 5'-ジ[3-(ピリジン-3-イル)フェニル]-3, 3"-ジ(ピリジン-3-イル)-1, 1'-4', 1"-ターフェニル(略称 *tetra-m3PyPhB*) の合成

1) 3-(ピリジン-3-イル)クロロベンゼン(略称 *m-CPh3Py*) の合成

【化 37】

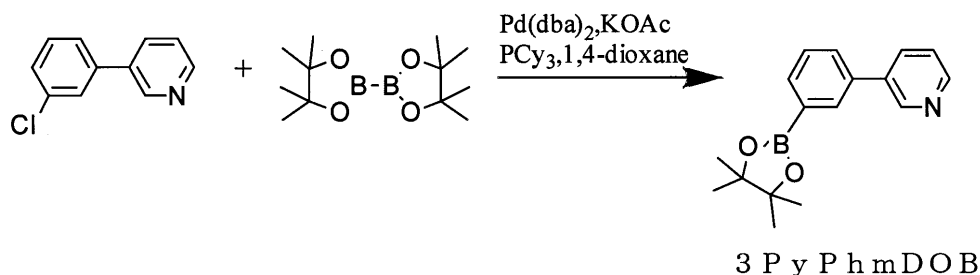


四つ口フラスコに 3-ブロモピリジン(4.84 g, 30.6 mmol)、3-クロロフェニルホウ酸(4.95 g, 31.6 mmol)、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム[$\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$](0.70 g, 0.61 mmol)、トルエン/エタノール(3/1, 200 mL)と 2 M K_2CO_3 (90 mL)を入れて、窒素気流下 90 で 24 時間反応させた。反応終了後、反応溶液を水に注ぎ、トルエンで抽出し、飽和食塩水で洗浄した。無水硫酸マグネシウムで脱水し、溶媒をエバポレーターで除去した。

精製はカラムクロマトグラフィー法(展開溶媒: *n*-ヘキサン/酢酸エチル = 3/1)で行い、無色の粘体を得た。*m*-CPh3Py の収率: 92.7%

2) 3-(4, 4, 5, 5-テトラメチル-1, 3, 2-ジオキサボロラン-2-イル)-1-(ピリジン-3-イル)ベンゼン(略称 *3PyPhmDOB*) の合成

【化 3 8】



10

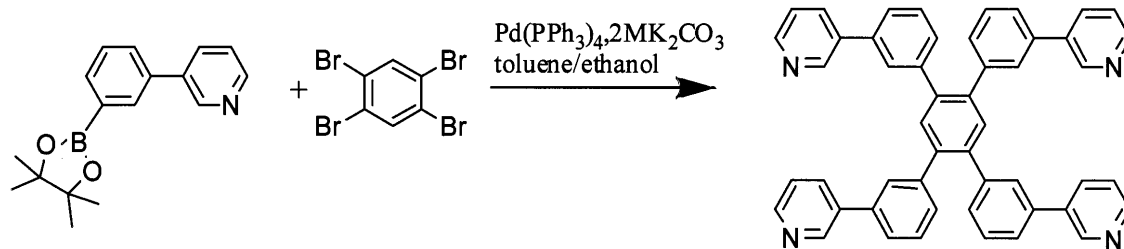
四つ口フラスコに *m*-C P h 3 P y (5 . 4 4 g , 2 8 . 7 m m o l)、ビスピナコレートジボラン (8 . 7 5 g , 3 4 . 4 m m o l)、酢酸カリウム (8 . 4 5 g , 8 6 . 1 m m o l)、ビス (ジベンジリデンアセトン) パラジウム (0) [P d (d b a) ₂] (9 9 0 m g , 1 . 7 2 m m o l)、トリシクロヘキシルホスフィン (1 . 9 3 g , 6 . 8 9 m m o l) と無水 1 , 4 - ジオキサン (1 5 0 m L) を入れて、窒素気流下 8 0 ° で 7 2 時間反応させた。その後、反応溶液に水を注ぎ、トルエンで抽出し、飽和食塩水で洗浄した。無水硫酸マグネシウムで脱水し、溶媒をエバポレーターで除去した。

精製はカラムクロマトグラフィー法 [展開溶媒 : クロロホルム / 酢酸エチル = 6 / 1 (2 回)、クロロホルム / 酢酸エチル = 4 / 1] で行い、薄い黄色の結晶を得た。3 P y P h m D O B の収率 : 8 8 . 0 % 。

20

3) 2 ' , 5 ' - ジ [3 - (ピリジン - 3 - イル) フェニル] - 3 , 3 " - ジ (ピリジン - 3 - イル) - 1 , 1 ' : 4 ' , 1 " - ターフェニル (略称 t e t r a - m 3 P y P h B) の合成

【化 3 9】



30

四つ口フラスコに 1 , 2 , 4 , 5 - テトラブロモベンゼン (0 . 9 8 4 g , 2 . 5 m m o l)、3 P y P h m D O B (3 . 0 9 g , 1 1 . 0 m m o l)、P d (P P h ₃) ₄ (2 3 1 m g , 0 . 2 0 m m o l)、トルエン / エタノール (3 / 1 , 1 6 0 m L) と 2 M K ₂ C O ₃ (4 0 m L) を入れて、窒素気流下 9 0 ° で 2 4 時間反応させた。反応終了後、反応溶液を水に注ぎ、トルエンで抽出し、飽和食塩水で洗浄した。無水硫酸マグネシウムで脱水し、溶媒をエバポレーターで除去した。

40

精製はカラムクロマトグラフィー法 (展開溶媒 : 酢酸エチルで不純物を除去し、クロロホルム / メタノール混合溶媒を下記の割合で用いて 1 回づつ洗浄、5 0 / 1 , 4 0 / 1 , 2 5 / 1) で行い、アセトンにより再結晶を行い、白色の粉末を得た。t e t r a - m 3 P y P h B の収率 : 9 3 . 2 % 。

得られた t e t r a - m 3 P y P h B の熱特性および電気化学特性について表 1 に示す。

。

【表 1】

	ガラス 転移温度 T _g (°C)	融点 T _m (°C)	分解温度 T _d (°C)	イオン化 ポテンシャル I _p (eV)	電子 親和力 E _a (eV)	エネルギー ギャップ E _g (eV)
tetra-m3PyPhB	98	241	484	6.61	2.8	3.81

T_g (ガラス転移温度) については、DSC (Differential Scanning Calorimeter 示差熱量計) 中にサンプルを加え、熔融されたものを急冷し、2～3回繰返すとガラス点を示すカーブがチャート上に現れるので、そのカーブを接線で結び、その交点の温度をT_gとして採用する。

10

T_m (融点) は、同じくDSCにサンプルを加え、昇温させていくと急熱カーブが現れるのでその極大のときの温度を読んで、その温度をT_mとする。

T_d (分解温度) は、DTA (Differential Thermal Analyzer 示差熱分析装置) にサンプルを加え、加熱していくとサンプルが熱によって分解し、重量が減少しだす。その減少が開始し5%重量減少したところの温度を読んでその点をT_dとする。

エネルギーギャップ (E_g) については、蒸着機で作成した薄膜を紫外・可視吸光度計で薄膜の吸収曲線を測定する。その薄膜の短波長側の立ち上がりのところに接線を引き、求めた交点の波長W (nm) を次の式に代入し目的の値を求める。それによって得た値がE_gになる。

20

$$E_g = 1240 \div W$$

例えば接線を引いて求めた値W (nm) が470 nmだったとしたらこの時のE_gの値は、

$$E_g = 1240 \div 470 = 2.63 \text{ (eV)}$$

ということになる。

I_p (イオン化ポテンシャル) は、イオン化ポテンシャル測定装置 (例えば理研計器 AC-3) を使用して測定し、測定するサンプルがイオン化を開始したところの電圧 (eV) の値を読む。

E_a (電子親和力) は、I_p からE_gを引いた値である。

30

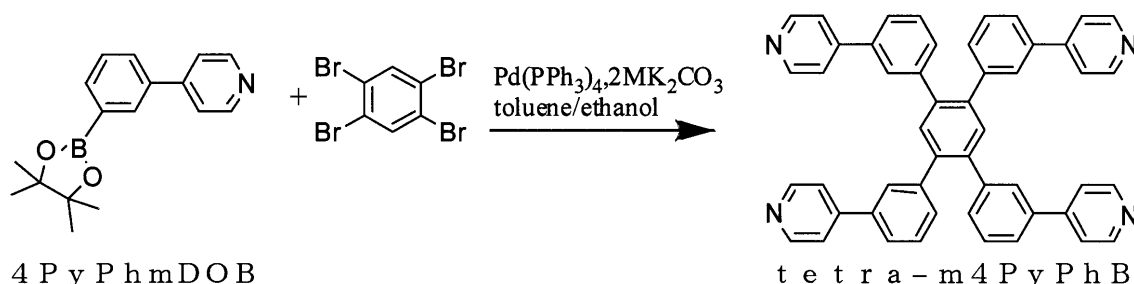
また、薄膜での吸収スペクトルは図1に、励起スペクトルおよび発光スペクトルは図2に示す。

【0073】

実施例 2

2', 5'-ジ[3-(ピリジン-4-イル)フェニル]-3, 3"-ジ(ピリジン-4-イル)-1, 1': 4', 1"-ターフェニル (略称 tetra-m4PyPhB) の合成

【化 40】



40

四つ口フラスコに1, 2, 4, 5-テトラブロモベンゼン (0.984 g, 2.5 mmol)、実施例1に準じて合成した4PyPhmDOB (3.37 g, 12 mmol)、Pd(PPh₃)₄ (231 mg, 0.20 mmol)、トルエン/エタノール (3/1

50

、160 mL)と2M K_2CO_3 (50 mL)を入れて、窒素気流下90 で24時間反応させた。反応終了後、反応溶液を水に注ぎ、クロロホルムで抽出し、飽和食塩水で洗浄した。無水硫酸マグネシウムで脱水し、溶媒をエバポレーターで除去した。

精製はカラムクロマトグラフィー法(展開溶媒:クロロホルム/酢酸エチル/メタノール=20/10/1,クロロホルム/メタノール=100/3)で行い、白色の粉末を得た。tetra-m4PyPhBの収率:62.2%。

得られたtetra-m4PyPhBの熱特性および電気化学特性について表2に示す。

【表2】

	ガラス 転移温度 Tg(°C)	融点 Tm(°C)	分解温度 Td(°C)	イオン化 ポテンシャル Ip(eV)	電子 親和力 Ea(eV)	エネルギー ギャップ Eg(eV)
tetra-m4PyPhB	117	295	481	6.55	2.79	3.76

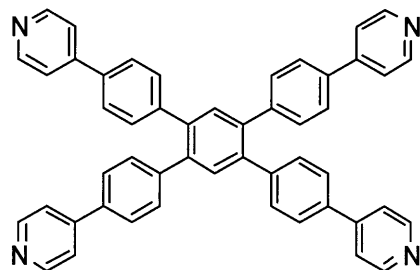
また、薄膜での吸収スペクトルは図3に、励起スペクトルおよび発光スペクトルは図4に示す。

【0074】

実施例3、4および比較例1、2

実施例1で合成したtetra-m3PyPhBと実施例2で合成したtetra-m4PyPhBを電子輸送層に用いた素子を作成し、電子輸送性の評価を行った。比較するために、US6852249号明細書に記載のある化合物

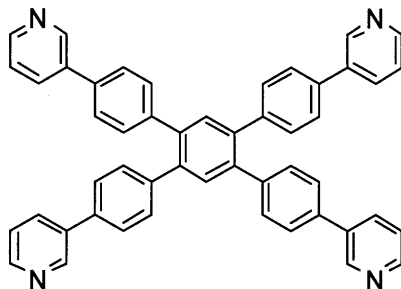
【化41】



(tetra-p4PyPhBと称する)

およびその異性体

【化42】



(tetra-p3PyPhBと称する)

を同様に合成し、素子評価をおこなった。

作成した素子構成は以下の通りである。

<素子構造>

実施例3□:ITO/TPDPES(20nm)(ホール注入層)/3DTAPBP(30nm)(ホール輸送層)/4CzPBP:FIrpic(13wt%)(10nm)(

10

20

30

40

50

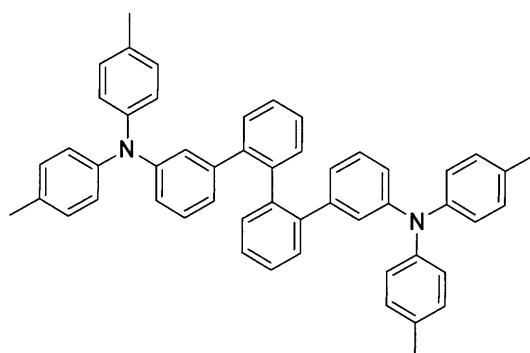
発光層) / tetra - m3PyPhB (実施例1合成) (50nm) (電子輸送層) / LiF (0.5nm) / Al (100nm) ;

実施例4 : ITO / TPDPES (20nm) (ホール注入層) / 3DTAPBP (30nm) (ホール輸送層) / 4CzPBP : Firpic (13wt%) (10nm) (発光層) / tetra - m4PyPhB (実施例2合成) (50nm) (電子輸送層) / LiF (0.5nm) / Al (100nm) ;

比較例1 : ITO / TPDPES (20nm) (ホール注入層) / 3DTAPBP (30nm) (ホール輸送層) / 4CzPBP : Firpic (13wt%) (10nm) (発光層) / tetra - p3PyPhB (50nm) (電子輸送層) / LiF (0.5nm) / Al (100nm) ;

比較例2 : ITO / TPDPES (20nm) (ホール注入層) / 3DTAPBP (30nm) (ホール輸送層) / 4CzPBP : Firpic (13wt%) (10nm) (発光層) / tetra - p4PyPhB (50nm) (電子輸送層) / LiF (0.5nm) / Al (100nm)

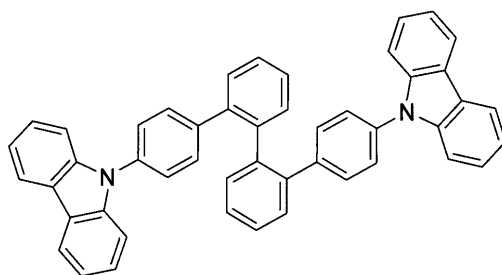
【化43】



3DTAPBP

3DTAPBP : 3,3'-ジ(N,N-ジ-p-トリル)-1,1':2',1'' : 2'',1'''-クォーターフェニル

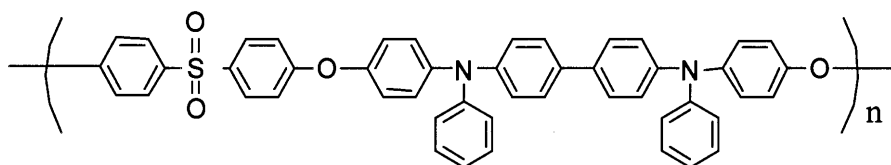
【化44】



4CzPBP

4CzPBP : 4,4'-ジ(カルバゾール-9-イル)-1,1':2',1'' : 2'',1'''-クォーターフェニル

【化45】



TPDPES

TPDPES : ポリ{オキシ-1,4-フェニレンスルホニル-1,4-フェニレンオキ

10

20

30

40

50

シ - 1 , 4 - フェニレン (フェニルイミノ) [1 , 1 ' - ビフェニル] - 4 , 4 ' - ジイル (フェニルイミノ) - 1 , 4 - フェニレン }

これらの素子の

電流密度 - 電圧特性は図 5 に、
輝度 - 電圧特性は図 6 に、
視感効率 - 電圧特性は図 7 に、
電流効率 - 電圧特性は図 8 に、
視感効率 - 輝度特性は図 9 に、
外部量子効率 - 輝度特性は図 10 に、
E L スペクトルは図 11 に、

10

それぞれ示す。

これらの素子の 100 cd/m^2 における電圧 (Voltage)、電流密度 (Current density)、視感効率 (P.E.)、外部量子効率 (Q.E.) の結果を表 3 に、 1000 cd/m^2 における結果を表 4 に示す。

【表 3】

ETMs	Voltage (V)	Current density (mA/cm ²)	P.E. (lm/W)	Q.E. (p/e%)
tetra-m3PyPhB (実施例 3)	3.54	0.213	38.3	20.4
tetra-m4PyPhB (実施例 4)	3.57	0.432	19.8	10.5
tetra-p3PyPhB (比較例 1)	3.19	0.348	29.1	13.8
tetra-p4PyPhB (比較例 2)	4.60	1.11	6.08	4.38

20

30

【表 4】

ETMs	Voltage (V)	Current density (mA/cm ²)	P.E. (lm/W)	Q.E. (p/e%)
tetra-m3PyPhB (実施例 3)	4.29	2.85	26.4	17.0
tetra-m4PyPhB (実施例 4)	4.41	4.21	17.0	11.1
tetra-p3PyPhB (比較例 1)	4.10	4.24	18.5	11.4
tetra-p4PyPhB (比較例 2)	6.03	10.2	5.11	4.82

40

表 3 および表 4 からわかるように、本発明の tetra - m3PyPhB や tetra - m4PyPhB は、構造異性体の比較例の化合物に較べ、視感効率 (P.E.) や外部量子効率 (Q.E.) が高い。これは電子の輸送性能が比較例の化合物よりも高いことを証明しており、電子輸送材料としての高い特性を示すものである。

50

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図1】実施例1の2', 5'-ジ〔3-(ピリジン-3-イル)フェニル〕-3, 3"-ジ(ピリジン-3-イル)-1, 1':4', 1"-ターフェニル(略称tetram 3 Py Ph B)の薄膜での吸収スペクトルを示す。

【図2】実施例1の2', 5'-ジ〔3-(ピリジン-3-イル)フェニル〕-3, 3"-ジ(ピリジン-3-イル)-1, 1':4', 1"-ターフェニル(略称tetram 3 Py Ph B)の薄膜での励起スペクトルおよび発光スペクトルを示す。

【図3】実施例2の2', 5'-ジ〔3-(ピリジン-4-イル)フェニル〕-3, 3"-ジ(ピリジン-4-イル)-1, 1':4', 1"-ターフェニル(略称tetram 4 Py Ph B)の薄膜での吸収スペクトルを示す。

【図4】実施例2の2', 5'-ジ〔3-(ピリジン-4-イル)フェニル〕-3, 3"-ジ(ピリジン-4-イル)-1, 1':4', 1"-ターフェニル(略称tetram 4 Py Ph B)の薄膜での励起スペクトルおよび発光スペクトルを示す。

【図5】実施例3、4および比較例1、2の電流密度-電圧特性を示す。

【図6】実施例3、4および比較例1、2の輝度-電圧特性を示す。

【図7】実施例3、4および比較例1、2の視感効率-電圧特性を示す。

【図8】実施例3、4および比較例1、2の電流効率-電圧特性を示す。

【図9】実施例3、4および比較例1、2の視感効率-輝度特性を示す。

【図10】実施例3、4および比較例1、2の外部量子効率-輝度特性を示す。

【図11】実施例3、4および比較例1、2のELスペクトルを示す。

【図12】本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子の一例を示す断面図である。

【図13】本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子の他の一例を示す断面図である。

【図14】本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子の他の一例を示す断面図である。

【図15】本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子の他の一例を示す断面図である。

【図16】本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子の他の一例を示す断面図である。

【図17】本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子の他の一例を示す断面図である。

【図18】本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子の他の一例を示す断面図である。

【図19】本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子の他の一例を示す断面図である。

【図20】本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子の他の一例を示す断面図である。

【符号の説明】

【0076】

- 1 基板
- 2 陽極(ITO)
- 3 発光層
- 4 陰極
- 5 正孔(ホール)輸送層
- 6 電子輸送層
- 7 正孔(ホール)注入層
- 8 電子注入層
- 9 正孔(ホール)ブロック層

10

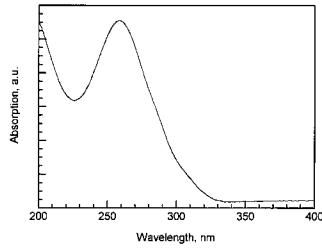
20

30

40

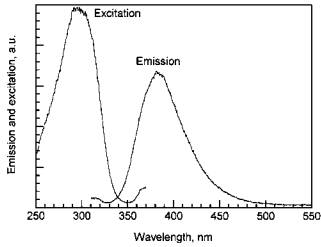
50

【図 1】



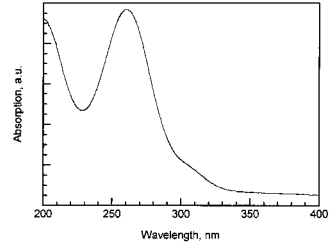
縦軸は強度、横軸は波長を示す。

【図 2】



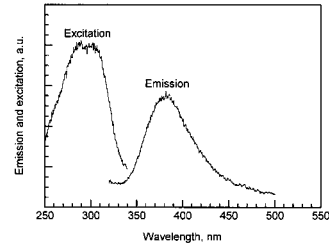
縦軸は励起強度 (Excitation) と発光強度 (Emission)、横軸は波長を示す。

【図 3】



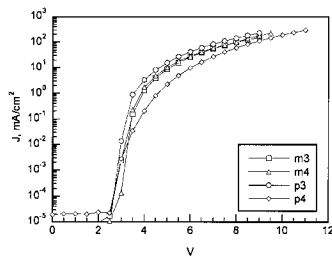
縦軸は強度、横軸は波長を示す。

【図 4】



縦軸は励起強度 (Excitation) と発光強度 (Emission)、横軸は波長を示す。

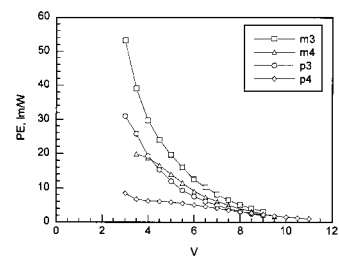
【図 5】



縦軸は電流密度、横軸は電圧を示す。

m 3 は実施例 3、m 4 は実施例 4、p 3 は比較例 1、p 4 は比較例 2 のそれぞれの結果を示す。

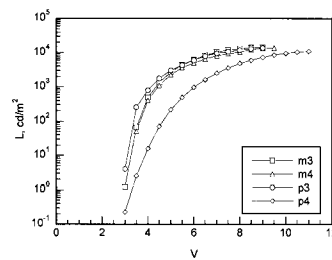
【図 7】



縦軸は視感効率、横軸は電圧を示す。

m 3 は実施例 3、m 4 は実施例 4、p 3 は比較例 1、p 4 は比較例 2 のそれぞれの結果を示す。

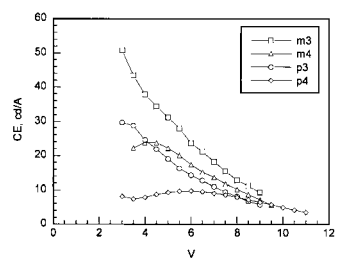
【図 6】



縦軸は輝度、横軸は電圧を示す。

m 3 は実施例 3、m 4 は実施例 4、p 3 は比較例 1、p 4 は比較例 2 のそれぞれの結果を示す。

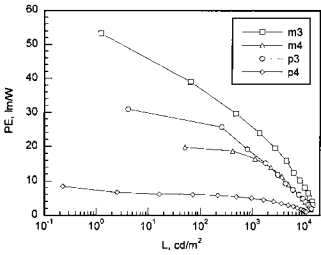
【図 8】



縦軸は電流効率、横軸は電圧を示す。

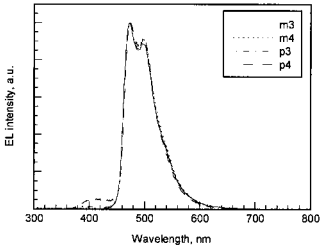
m 3 は実施例 3、m 4 は実施例 4、p 3 は比較例 1、p 4 は比較例 2 のそれぞれの結果を示す。

【図 9】



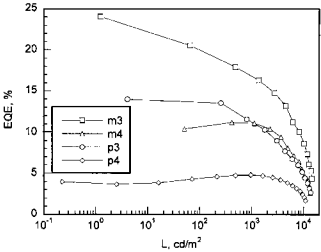
縦軸は視感効率、横軸は輝度をあらわす。
m 3は実施例 3、m 4は実施例 4、p 3は比較例 1、
p 4は比較例 2のそれぞれの結果を示す。

【図 1 1】



縦軸はE L強度、横軸は波長を示す。
m 3は実施例 3、m 4は実施例 4、p 3は比較例 1、
p 4は比較例 2のそれぞれの結果を示す。

【図 1 0】



縦軸は外部量子効率、横軸は輝度をあらわす。
m 3は実施例 3、m 4は実施例 4、p 3は比較例 1、
p 4は比較例 2のそれぞれの結果を示す。

【図 1 2】

4
3
5
2
1

【図 1 3】

4
6
3
5
2
1

【図 1 4】

4
6
3
5
7
2
1

【図 1 7】

4
6
9
3
5
2
1

【図 1 5】

4
8
6
3
5
2
1

【図 1 8】

4
6
9
3
5
7
2
1

【図 1 6】

4
8
6
3
5
7
2
1

【図 19】

4
8
6
9
3
5
2
1

【図 20】

4
8
6
9
3
5
7
2
1

フロントページの続き

F ターム(参考) 4C055 AA01 BA01 CA01 CA02 CA08 CA25 DA01 DA08 DA25 EA03