

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5304653号  
(P5304653)

(45) 発行日 平成25年10月2日(2013.10.2)

(24) 登録日 平成25年7月5日(2013.7.5)

(51) Int.Cl.	F I		
<b>HO 1 L 51/50</b>	<b>(2006.01)</b>	H O 5 B 33/22	B
<b>CO 9 K 11/06</b>	<b>(2006.01)</b>	H O 5 B 33/14	B
<b>CO 7 D 213/38</b>	<b>(2006.01)</b>	CO 9 K 11/06	6 6 0
<b>CO 7 D 409/14</b>	<b>(2006.01)</b>	CO 9 K 11/06	6 9 0
<b>CO 7 D 411/14</b>	<b>(2006.01)</b>	CO 7 D 213/38	

請求項の数 18 (全 89 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2009-543738 (P2009-543738)	(73) 特許権者	000001270 コニカミノルタ株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
(86) (22) 出願日	平成20年11月6日(2008.11.6)	(74) 代理人	110001254 特許業務法人光陽国際特許事務所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2008/070184	(72) 発明者	押山 智寛 日本国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
(87) 国際公開番号	W02009/069442	(72) 発明者	北 弘志 日本国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
(87) 国際公開日	平成21年6月4日(2009.6.4)	審査官	小西 隆
審査請求日	平成23年6月10日(2011.6.10)		
(31) 優先権主張番号	特願2007-304203 (P2007-304203)		
(32) 優先日	平成19年11月26日(2007.11.26)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

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

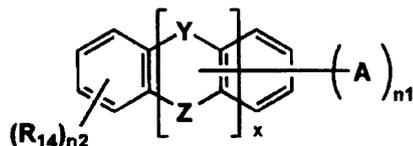
(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

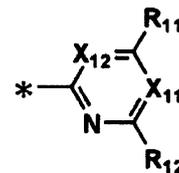
下記一般式(1)で表される化合物を少なくとも1種含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化1】

一般式(1)



一般式(A)



(式中、Aは下記一般式(A)で表されるが、複数のAは互いに同じでも異なってもよい。n1は6~8の整数を表す。n2は0~2の整数を表すが、n1+n2は8を表す。X11、X12は窒素原子またはCR13を表す。X11とX12のいずれもCR13で表される場合、R13は同じでも異なってもよい。xは0または1の整数を表す。xが1の場合、-Y-、-Z-は直接結合または-O-、-S-、-N(R15)-のいずれかで表される。R11、R12、R13、R14、R15は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリーロキシ基、アルキルチオ基、シク

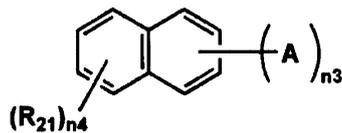
ロアルキルチオ基、アリールチオ基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリールスルホニル基、ヘテロアリールスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基またはシリル基を表すが、互いに結合して環を形成することはない。\*は結合部位を表す。)

【請求項2】

前記一般式(1)が下記一般式(2)で表され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)



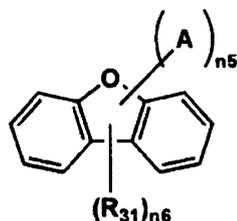
(式中、Aは前記一般式(A)で表されるが、複数のAは互いに同じでも異なってもよい。R<sub>21</sub>は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリールオキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリールチオ基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリールスルホニル基、ヘテロアリールスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基またはシリル基を表すが、互いに結合して環を形成することはない。複数のR<sub>21</sub>は同じでも異なってもよい。n<sub>3</sub>は6~8の整数を表し、n<sub>4</sub>は0~2の整数を表すが、n<sub>3</sub>+n<sub>4</sub>は8を表す。)

【請求項3】

前記一般式(1)が下記一般式(3)で表され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)



(式中、Aは前記一般式(A)で表されるが、複数のAは互いに同じでも異なってもよい。R<sub>31</sub>は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリールオキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリールチオ基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリールスルホニル基、ヘテロアリールスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基またはシリル基を表すが、互いに結合して環を形成することはない。複数のR<sub>31</sub>は同じでも異なってもよい。n<sub>5</sub>は6~8の整数を表し、n<sub>6</sub>は0~2の整数を表すが、n<sub>5</sub>+n<sub>6</sub>は8を表す。)

10

20

30

40

50

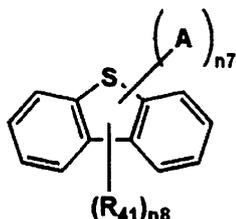
)

## 【請求項4】

前記一般式(1)が下記一般式(4)で表され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、Aは前記一般式(A)で表されるが、複数のAは互いに同じでも異なってもよい。R<sub>41</sub>は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリールオキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリールチオ基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリールスルホニル基、ヘテロアリールスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基またはシリル基を表すが、互いに結合して環を形成することはない。複数のR<sub>41</sub>は同じでも異なってもよい。n<sub>7</sub>は6~8の整数を表し、n<sub>8</sub>は0~2の整数を表すが、n<sub>7</sub>+n<sub>8</sub>は8を表す。

20

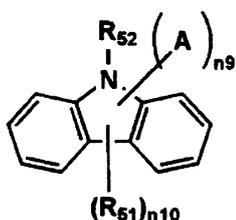
)

## 【請求項5】

前記一般式(1)が下記一般式(5)で表され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】

## 一般式(5)



30

(式中、Aは前記一般式(A)で表されるが、複数のAは互いに同じでも異なってもよい。R<sub>51</sub>、R<sub>52</sub>は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリールオキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリールチオ基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリールスルホニル基、ヘテロアリールスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基またはシリル基を表すが、互いに結合して環を形成することはない。複数のR<sub>51</sub>は同じでも異なってもよい。n<sub>9</sub>は6~8の整数を表し、n<sub>10</sub>は0~2の整数を表すが、n<sub>9</sub>+n<sub>10</sub>は8を表す。)

40

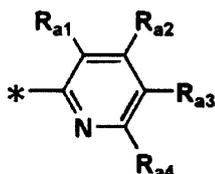
## 【請求項6】

前記一般式(A)が下記一般式(A1)で表されることを特徴とする請求項1~5のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

50

【化6】

## 一般式(A1)



(式中、 $R_{a1}$ 、 $R_{a2}$ 、 $R_{a3}$ 、 $R_{a4}$ は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリールオキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリールチオ基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリールスルホニル基、ヘテロアリールスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基またはシリル基を表す。\*は結合部位を表す。)

10

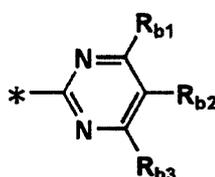
【請求項7】

前記一般式(A)が下記一般式(A2)で表されることを特徴とする請求項1~5のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化7】

20

## 一般式(A2)



(式中、 $R_{b1}$ 、 $R_{b2}$ 、 $R_{b3}$ は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリールオキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリールチオ基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリールスルホニル基、ヘテロアリールスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基またはシリル基を表す。\*は結合部位を表す。)

30

【請求項8】

前記一般式(A)が下記一般式(A3)で表されることを特徴とする請求項1~5のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化8】

## 一般式(A3)

40



(式中、 $R_{c1}$ 、 $R_{c2}$ 、 $R_{c3}$ は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリールオキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリールチオ基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、スルファモイル基

50

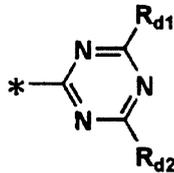
、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリールスルホニル基、ヘテロアリールスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基またはシリル基を表す。\*は結合部位を表す。)

【請求項 9】

前記一般式 (A) が下記一般式 (A4) で表されることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 9】

一般式(A4)



(式中、R<sub>d1</sub>、R<sub>d2</sub>は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリーロキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリールチオ基、アルコキシカルボニル基、アリーロキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリールスルホニル基、ヘテロアリールスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基またはシリル基を表す。\*は結合部位を表す。)

【請求項 10】

電子輸送層または正孔阻止層が前記一般式 (1) ~ 一般式 (5) で表される化合物の少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 11】

発光層が前記一般式 (1) ~ 一般式 (5) で表される化合物の少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 12】

ホスト化合物及びリン光性化合物を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において、該ホスト化合物が前記一般式 (1) ~ 一般式 (5) で表される化合物から選ばれる少なくとも 1 種の化合物であることを特徴とする請求項 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。

【請求項 13】

ホスト化合物、リン光性化合物及び電子輸送性化合物を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において、該電子輸送性化合物が前記一般式 (1) ~ 一般式 (5) で表される化合物から選ばれる少なくとも 1 種の化合物であることを特徴とする請求項 1 ~ 12 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 14】

前記リン光性化合物がイリジウム化合物または白金化合物であることを特徴とする請求項 12 または 13 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 15】

前記リン光性化合物がイリジウム化合物であることを特徴とする請求項 14 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 16】

請求項 1 ~ 15 のいずれか 1 項に記載の化合物を含む有機層がウェットプロセスによって形成され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。

【請求項 17】

10

20

30

40

50

請求項 1 ~ 16 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 18】

請求項 1 ~ 16 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。

【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】

10

【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（以下、ELDと言う）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素子とも言う）が挙げられる。

【0003】

無機エレクトロルミネッセンス素子は平面型光源として使用されてきたが、発光素子を駆動させるためには交流の高電圧が必要である。有機EL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・リン光）を利用して発光する素子であり、数V～数十V程度の電圧で発光が可能であり、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。

20

【0004】

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

【0005】

特許第3093796号公報では、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チリルアリーレン誘導体に微量の蛍光体をドーブし、発光輝度の向上、素子の長寿命化を達成している。また、8-ヒドロキシキノリンアルミニウム錯体をホスト化合物として、これに微量の蛍光体をドーブした有機発光層を有する素子（例えば、特開昭63-264692号公報）、8-ヒドロキシキノリンアルミニウム錯体をホスト化合物として、これにキナクリドン系色素をドーブした有機発光層を有する素子（例えば、特開平3-255190号公報）等が知られている。

30

【0006】

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（ ）の限界は5%とされている。

【0007】

40

ところが、プリンストン大より励起三重項からのリン光発光を用いる有機EL素子の報告（M. A. Baldo et al., Nature, 395巻、151～154頁（1998年））がされて以来、室温でリン光を示す材料の研究が活発になってきている。

【0008】

例えば、M. A. Baldo et al., Nature, 403巻、17号、750～753頁（2000年）、また米国特許第6,097,147号明細書等にも開示されている。

【0009】

励起三重項を使用すると、内部量子効率の上限が100%となるため励起一重項の場合に比べて原理的に発光効率が4倍となり、冷陰極管とほぼ同等の性能が得られる可能性が

50

あることから照明用途としても注目されている。

【0010】

例えば、S. Lamansky et al., J. Am. Chem. Soc., 123巻、4304頁(2001年)等においては、多くの化合物がイリジウム錯体系等重金属錯体を中心に合成検討されている。また、前述のM. A. Baldo et al., Nature, 403巻、17号、750~753頁(2000年)においては、ドープメントとして、トリス(2-フェニルピリジン)イリジウムを用いた検討がされている。

【0011】

中心金属をイリジウムの代わりに、白金としたオルトメタル化錯体も注目されている。この種の錯体に関しては、配位子に特徴を持たせた例が多数知られている。

10

【0012】

これらリン光発光性ドープメントのホスト化合物として、CBP、m-CPに代表されるカルバゾール誘導体がよく知られている(例えば、特許文献1、2参照)。特に青発光のホスト化合物としては、バンドギャップの大きなm-CPやその誘導体知られている。

【0013】

一方、正孔阻止層(エキシトン阻止層)の導入により高い発光輝度を得る技術も開示されている。例えば、パイオニア社により、ある種のアルミニウム錯体を使用する例、フッ素置換化合物を用いることにより高効率な発光を達成している(例えば、特許文献3、非特許文献1参照)。

【0014】

20

ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体を電子輸送材料に使用する例が開示されている(例えば、特許文献4、5参照)。また、ピリジン誘導体を電子輸送材料に使用する例が開示されている(例えば、特許文献6、7参照)。

【特許文献1】国際公開第03/80760号パンフレット

【特許文献2】国際公開第04/74399号パンフレット

【特許文献3】特開2002-8860号公報

【特許文献4】国際公開第06/103909号パンフレット

【特許文献5】特開2003-45662号公報

【特許文献6】特開平4-68076号公報

【特許文献7】米国特許第5,077,142号明細書

30

【非特許文献1】Appl. Phys. Lett., 79巻、156頁(2001年)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

本発明の目的は、高い発光輝度を示し、且つ低駆動電圧の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】

【0016】

本発明の上記目的は、下記の構成により達成される。

【0017】

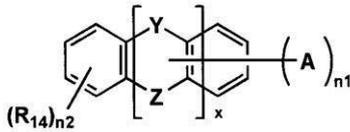
40

1. 下記一般式(1)で表される化合物を少なくとも1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。

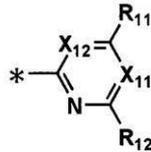
【0018】

## 【化1】

一般式(1)



一般式(A)



## 【0019】

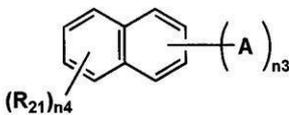
(式中、Aは下記一般式(A)で表されるが、複数のAは互いに同じでも異なってもよい。n1は6~8の整数を表す。n2は0~2の整数を表すが、n1+n2は8を表す。X11、X12は窒素原子またはCR13を表す。X11とX12のいずれもCR13で表される場合、R13は同じでも異なってもよい。xは0または1の整数を表す。xが1の場合、-Y-、-Z-は直接結合または-O-、-S-、-N(R15)-のいずれかで表される。R11、R12、R13、R14、R15は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリアルオキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリアルチオ基、アルコキシカルボニル基、アリアルオキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリアルスルホニル基、ヘテロアリアルスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基またはシリル基を表すが、互いに結合して環を形成することはない。\*は結合部位を表す。)

2. 前記一般式(1)が下記一般式(2)で表されることを特徴とする前記1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【0020】

## 【化2】

一般式(2)



## 【0021】

(式中、Aは前記一般式(A)で表されるが、複数のAは互いに同じでも異なってもよい。R21は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリアルオキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリアルチオ基、アルコキシカルボニル基、アリアルオキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリアルスルホニル基、ヘテロアリアルスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基またはシリル基を表すが、互いに結合して環を形成することはない。複数のR21は同じでも異なってもよい。n3は6~8の整数を表し、n4は0~2の整数を表すが、n3+n4は8を表す。)

10

20

30

40

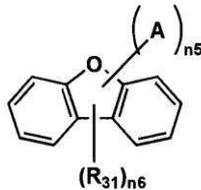
50

3. 前記一般式(1)が下記一般式(3)で表されることを特徴とする前記1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0022】

【化3】

一般式(3)



10

【0023】

(式中、Aは前記一般式(A)で表されるが、複数のAは互いに同じでも異なってもよい。R<sub>31</sub>は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリールオキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリールチオ基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリールスルホニル基、ヘテロアリールスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基またはシリル基を表すが、互いに結合して環を形成することはない。複数のR<sub>31</sub>は同じでも異なってもよい。n<sub>5</sub>は6~8の整数を表し、n<sub>6</sub>は0~2の整数を表すが、n<sub>5</sub>+n<sub>6</sub>は8を表す。)

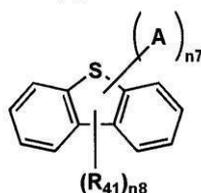
20

4. 前記一般式(1)が下記一般式(4)で表されることを特徴とする前記1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0024】

【化4】

一般式(4)



30

【0025】

(式中、Aは前記一般式(A)で表されるが、複数のAは互いに同じでも異なってもよい。R<sub>41</sub>は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリールオキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリールチオ基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリールスルホニル基、ヘテロアリールスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基またはシリル基を表すが、互いに結合して環を形成することはない。複数のR<sub>41</sub>は同じでも異なってもよい。n<sub>7</sub>は6~8の整数を表し、n<sub>8</sub>は0~2の整数を表すが、n<sub>7</sub>+n<sub>8</sub>は8を表す。)

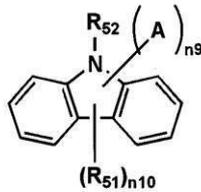
40

50

5. 前記一般式(1)が下記一般式(5)で表されることを特徴とする前記1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0026】  
【化5】

一般式(5)



10

【0027】

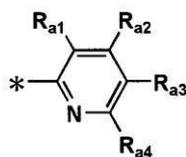
(式中、Aは前記一般式(A)で表されるが、複数のAは互いに同じでも異なってもよい。R<sub>51</sub>、R<sub>52</sub>は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリーロキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリーロチオ基、アルコキシカルボニル基、アリーロキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリーロルスルホニル基、ヘテロアリーロルスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基またはシリル基を表すが、互いに結合して環を形成することはない。複数のR<sub>51</sub>は同じでも異なってもよい。n<sub>9</sub>は6~8の整数を表し、n<sub>10</sub>は0~2の整数を表すが、n<sub>9</sub>+n<sub>10</sub>は8を表す。)

20

6. 前記一般式(A)が下記一般式(A1)で表されることを特徴とする前記1~5のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0028】  
【化6】

一般式(A1)



30

【0029】

(式中、R<sub>a1</sub>、R<sub>a2</sub>、R<sub>a3</sub>、R<sub>a4</sub>は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリーロキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリーロチオ基、アルコキシカルボニル基、アリーロキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリーロルスルホニル基、ヘテロアリーロルスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基またはシリル基を表す。\*は結合部位を表す。)

40

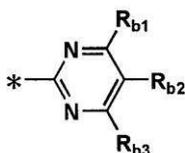
7. 前記一般式(A)が下記一般式(A2)で表されることを特徴とする前記1~5のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0030】

50

## 【化7】

## 一般式(A2)



10

## 【0031】

(式中、R<sub>b1</sub>、R<sub>b2</sub>、R<sub>b3</sub>は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリアルオキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリアルチオ基、アルコキシカルボニル基、アリアルオキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリアルスルホニル基、ヘテロアリアルスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基またはシリル基を表す。\*は結合部位を表す。)

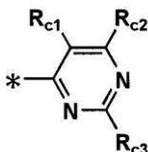
8. 前記一般式(A)が下記一般式(A3)で表されることを特徴とする前記1~5のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

## 【0032】

## 【化8】

## 一般式(A3)



30

## 【0033】

(式中、R<sub>c1</sub>、R<sub>c2</sub>、R<sub>c3</sub>は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリアルオキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリアルチオ基、アルコキシカルボニル基、アリアルオキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリアルスルホニル基、ヘテロアリアルスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基またはシリル基を表す。\*は結合部位を表す。)

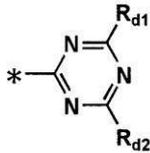
40

9. 前記一般式(A)が下記一般式(A4)で表されることを特徴とする前記1~5のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【0034】

## 【化9】

## 一般式(A4)



10

## 【0035】

(式中、R<sub>d1</sub>、R<sub>d2</sub>は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリーロキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリールチオ基、アルコキシカルボニル基、アリーロキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリールスルホニル基、ヘテロアリールスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基またはシリル基を表す。\*は結合部位を表す。)

10. 電子輸送層または正孔阻止層が前記一般式(1)~一般式(5)で表される化合物の少なくとも一つを含むことを特徴とする前記1~9のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

## 【0036】

11. 発光層が前記一般式(1)~一般式(5)で表される化合物の少なくとも一つを含むことを特徴とする前記1~9のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【0037】

12. ホスト化合物及びリン光性化合物を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において、該ホスト化合物が前記一般式(1)~一般式(5)で表される化合物から選ばれる少なくとも1種の化合物であることを特徴とする前記1~11のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

## 【0038】

13. ホスト化合物、リン光性化合物及び電子輸送性化合物を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において、該電子輸送性化合物が前記一般式(1)~一般式(5)で表される化合物から選ばれる少なくとも1種の化合物であることを特徴とする前記1~12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。

## 【0039】

14. 前記リン光性化合物がイリジウム化合物または白金化合物であることを特徴とする前記12または13に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【0040】

15. 前記リン光性化合物がイリジウム化合物であることを特徴とする前記14に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

40

## 【0041】

16. 前記1~15のいずれか1項に記載の化合物を含む有機層がウェットプロセスによって形成され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。

## 【0042】

17. 前記1~16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。

## 【0043】

18. 前記1~16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

50

たことを特徴とする照明装置。

【発明の効果】

【0044】

本発明により、高い発光輝度を示し、且つ低駆動電圧の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照明装置、表示装置を提供することができた。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【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A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。

【図5】照明装置の概略図である。

【図6】照明装置の模式図である。

【符号の説明】

【0046】

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

10 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

102 ガラスカバー

105 陰極

106 有機EL層

107 透明電極付きガラス基板

108 窒素ガス

109 捕水剤

【発明を実施するための最良の形態】

【0047】

以下、本発明を詳細に説明する。

【0048】

本発明者等は、鋭意検討の結果、前記一般式(1)～一般式(5)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、且つ低駆動電圧の有機エレクトロルミネッセンス素子、及び該有機EL素子を有する照明装置、表示装置を提供できることを見出した。併せて、上記の化合物を組み合わせることにより、高効率なフルカラー画像表示装置が得られることが分かった。

【0049】

本発明の有機EL素子とは、該有機EL素子を構成する少なくとも一つの層に、前記一般式(1)～一般式(5)で表される化合物の少なくとも1種を含有することが、本発明に記載の効果を得るための必須要件であるが、好ましくは上記の化合物を発光層、正孔阻止層または電子輸送層に含有せしめることである。

【0050】

ピリジン誘導体やピリミジン誘導体等の複素環誘導体は電子輸送材料として知られているが、その分子構造を一般式(1)～一般式(5)のように、ある特定の母核に置換基として6から8個のある特定の複素環誘導体を導入することにより、素子の駆動電圧を従来

10

20

30

40

50

の化合物に比べて大きく低下させることができることが分かった。

【0051】

更に本発明に係る化合物において、ある特定の母核とその置換基の種類や数の最適化を検討した。その結果、ある特定の母核としてはナフタレン、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾール等が好ましく用いられ、置換基の複素環誘導体としては、6から8個のピリジン、ピリミジン、トリアジン等、及びこれらの誘導体等が好ましく用いられることが分かった。これらの構造的な特徴により、本発明に見られるような高い発光効率と駆動電圧の低下を達成するに至った。

【0052】

本発明に使用されるような芳香族複素環が多置換した誘導体を使用できるようになった背景には、最近の新しい合成法の開発によるところが大きい。最近の新しい合成法によれば、ハロゲン化アリールと芳香族化合物をルテニウム触媒と有機リン化合物の存在下でカップリングさせ、ビアリール構造を得るものであるが、この反応時に金属触媒を用いることにより、ハロゲン化アリールと芳香族化合物の炭素-水素結合のカップリングで  $sp^2$  炭素同士の結合を一度に複数形成させることができる。この合成法によれば、従来、合成の難易度の高かった非対称型の多置換芳香族化合物についても効率よく合成できる。この合成法は、多置換ピリジン誘導体、多置換ピリミジン誘導体等への応用も可能であることが分かった。従って、本発明のように一般式(1)~一般式(5)のような特殊な構造でも合成可能なことが分かった。

【0053】

この合成法は、合成工程の簡略化による多置換芳香族化合物の収率向上、新規多置換芳香族化合物の製造、更には多置換芳香族化合物を製造時の安全性、環境への調和性を向上させることができる。

【0054】

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。

【0055】

ここで、本発明に係る前記一般式(1)~一般式(5)で表される化合物について説明する。

【0056】

一般式(1)において、Aは一般式(A)で表されるが、複数のAは互いに同じでも異なってもよい。X<sub>11</sub>、X<sub>12</sub>は窒素原子またはCR<sub>13</sub>を表す。R<sub>11</sub>、R<sub>12</sub>、R<sub>13</sub>は水素原子または置換基を表すが、互いに結合して環を形成することはない。X<sub>11</sub>とX<sub>12</sub>のいずれもCR<sub>13</sub>で表される場合、R<sub>13</sub>は同じでも異なってもよい。\*は結合部位を表す。

【0057】

R<sub>11</sub>、R<sub>12</sub>、R<sub>13</sub>が表す置換基としては、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、t-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)、芳香族炭化水素環基(芳香族炭素環基、アリール基等とも言い、例えば、フェニル基、p-クロロフェニル基、メシチル基、トリル基、キシリル基、ナフチル基、アントリル基、アズレニル基、アセナフテニル基、フルオレニル基、フェナントリル基、インデニル基、ピレニル基、ピフェニル基等)、芳香族複素環基(例えば、ピリジル基、ピリミジニル基、フリル基、ピロリル基、イミダゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、ピラゾリル基、ピラジニル基、トリアゾリル基(例えば、1,2,4-トリアゾール-1-イル基、1,2,3-トリアゾール-1-イル基等)、オキサゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、チアゾリル基、イソオキサゾリル基、イソチアゾリル基、フラザニル基、チエニル基、キノリル基、ベンゾフリル基、ジベンゾフリル基、ベンゾチエニル基、ジベンゾチエニル基、インドリル基、カルバゾリル基、カルボリニル基、ジアザカルバゾリル基(前記カルボリニル基のカルボリン環を構成する炭素原子の一つが窒素原子で置き換わったものを示す)、キノキサリニル基

10

20

30

40

50

、ピリダジニル基、トリアジニル基、キナゾリニル基、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)、アリールオキシ基(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)、アリールオキシカルボニル基(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またはヘテロアリールスルホニル基(例えば、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。これらの置換基は、上記の置換基によって更に置換されていてもよい。

【0058】

10

20

30

40

50

これらの置換基の中で、好ましくはアルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基である。

【0059】

一般式(1)において、 $n_1$ は6~8の整数を表す。 $n_2$ は0~2の整数を表すが、 $n_1 + n_2$ は8を表す。 $x$ は0または1の整数を表す。 $x = 1$ の場合、 $-Y-$ 、 $-Z-$ は直接結合または、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-N(R_{15})-$ のいずれか一つで表される。 $R_{14}$ は水素原子または置換基を表す。 $R_{15}$ は置換基を表す。 $R_{14}$ 、 $R_{15}$ が置換基を表す場合、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ と同義である。

【0060】

一般式(2)において、 $A$ は前記一般式(A)で表されるが、複数の $A$ は互いに同じでも異なってもよい。 $R_{21}$ は水素原子または置換基を表すが、互いに結合して環を形成することはない。複数の $R_{21}$ は同じでも異なってもよい。 $n_3$ は6~8の整数を表し、 $n_4$ は0~2の整数を表すが、 $n_3 + n_4$ は8を表す。 $R_{21}$ が表す置換基は、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ と同義である。

10

【0061】

一般式(3)において、 $A$ は前記一般式(A)で表されるが、複数の $A$ は互いに同じでも異なってもよい。 $R_{31}$ は水素原子または置換基を表すが、互いに結合して環を形成することはない。複数の $R_{31}$ は同じでも異なってもよい。 $n_5$ は6~8の整数を表し、 $n_6$ は0~2の整数を表すが、 $n_5 + n_6$ は8を表す。 $R_{31}$ が表す置換基は、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ と同義である。

20

【0062】

一般式(4)において、 $A$ は前記一般式(A)で表されるが、複数の $A$ は互いに同じでも異なってもよい。 $R_{41}$ は水素原子または置換基を表すが、互いに結合して環を形成することはない。複数の $R_{41}$ は同じでも異なってもよい。 $n_7$ は6~8の整数を表し、 $n_8$ は0~2の整数を表すが、 $n_7 + n_8$ は8を表す。 $R_{41}$ が表す置換基は、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ と同義である。

【0063】

一般式(5)において、 $A$ は前記一般式(A)で表されるが、複数の $A$ は互いに同じでも異なってもよい。 $R_{51}$ は水素原子または置換基を表すが、互いに結合して環を形成することはない。複数の $R_{51}$ は同じでも異なってもよい。 $R_{52}$ は置換基を表す。 $n_9$ は6~8の整数を表し、 $n_{10}$ は0~2の整数を表すが、 $n_9 + n_{10}$ は8を表す。 $R_{51}$ 、 $R_{52}$ が表す置換基は、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ と同義である。

30

【0064】

一般式(A)としては、前記一般式(A1)~一般式(A4)から選ばれる構造が好ましい。それぞれにある $R_{a1}$ 、 $R_{a2}$ 、 $R_{a3}$ 、 $R_{a4}$ 、 $R_{b1}$ 、 $R_{b2}$ 、 $R_{b3}$ 、 $R_{c1}$ 、 $R_{c2}$ 、 $R_{c3}$ 、 $R_{d1}$ 、 $R_{d2}$ が表す置換基は、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ と同義である。

【0065】

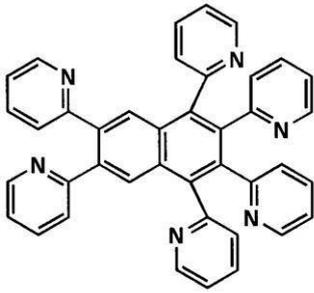
以下、一般式(1)~一般式(5)で表される本発明に係る化合物の具体例を以下に示す。

【0066】

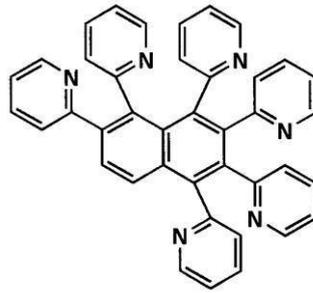
40

【化 1 0】

1

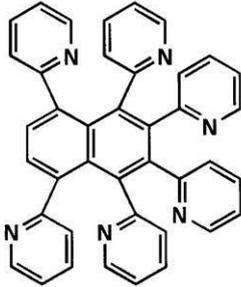


2

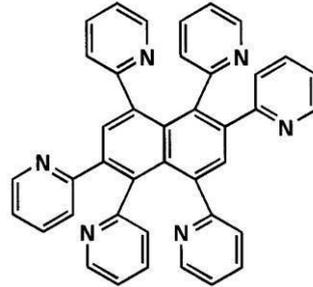


10

3

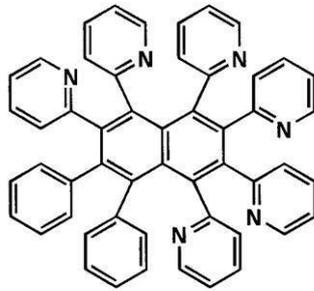


4

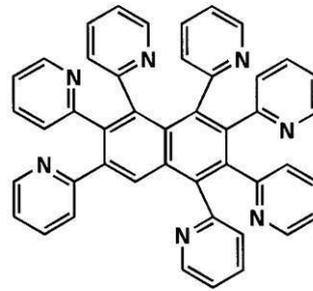


20

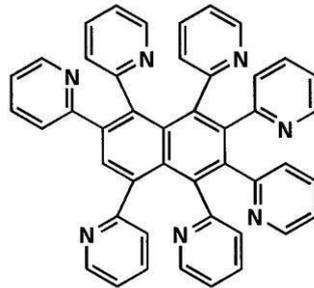
5



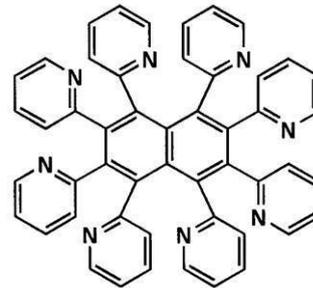
6



7



8

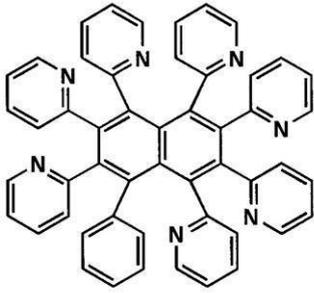


30

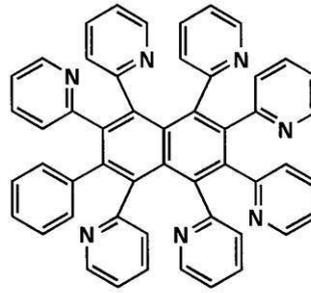
【 0 0 6 7 】

【化 1 1】

9

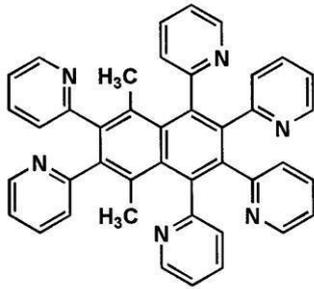


10

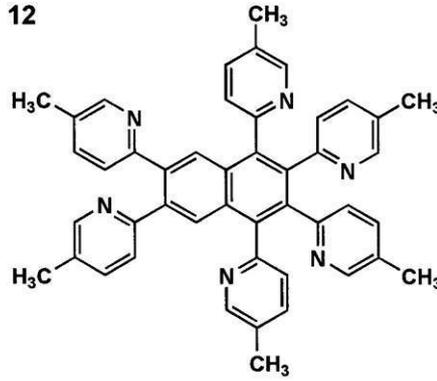


10

11

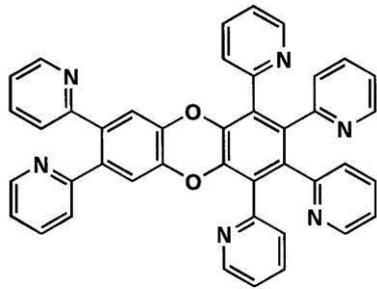


12

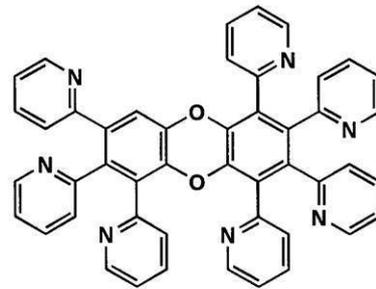


20

13

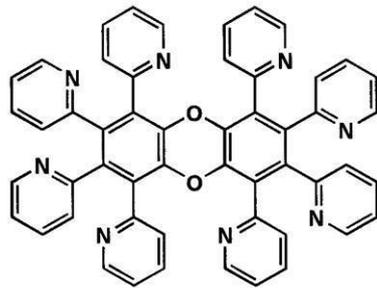


14

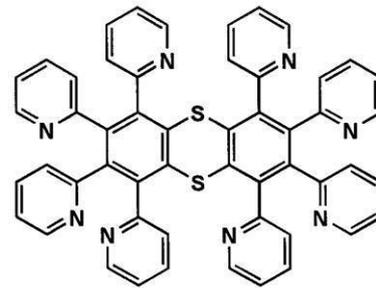


30

15



16

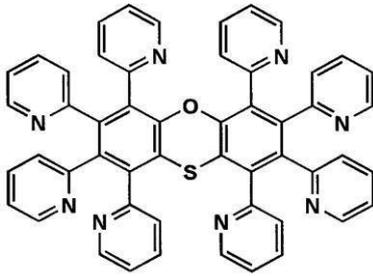


40

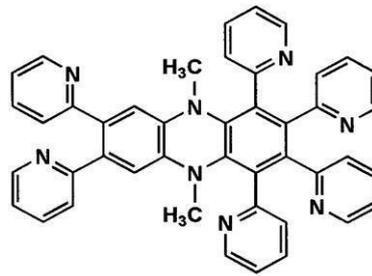
【 0 0 6 8 】

【化 1 2】

17

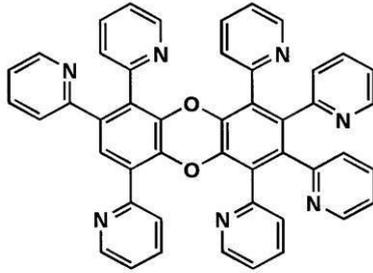


18

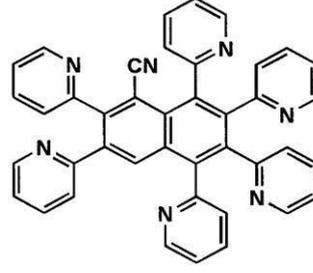


10

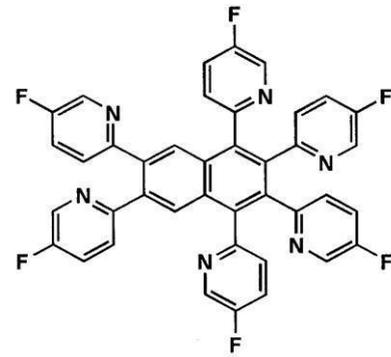
19



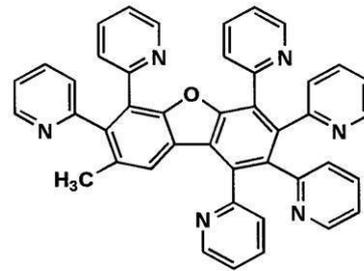
20



21

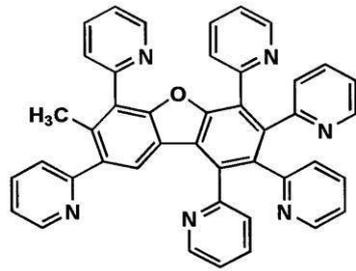


22

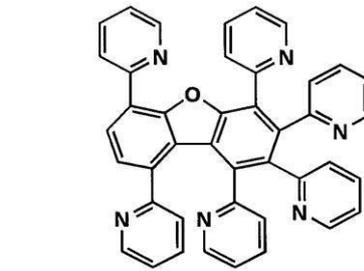


20

23



24

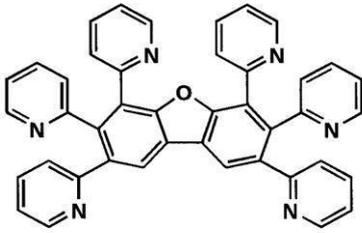


30

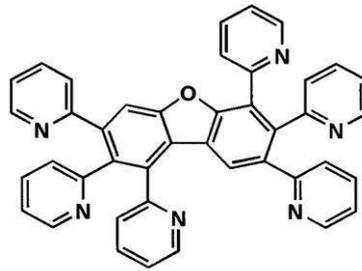
【 0 0 6 9 】

【化 1 3】

25

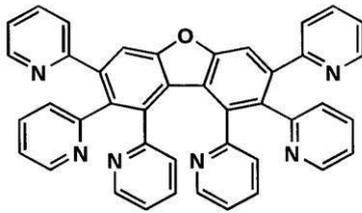


26

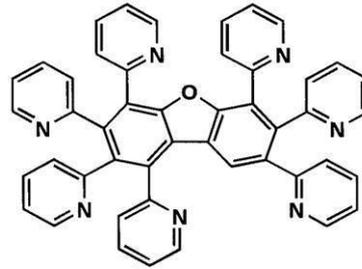


10

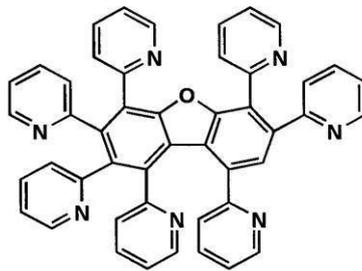
27



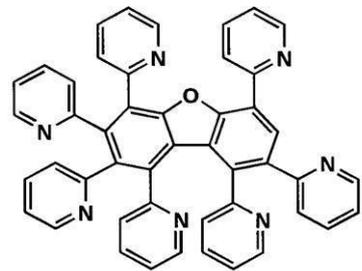
28



29

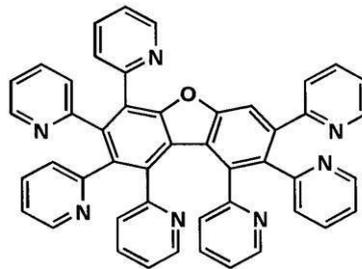


30

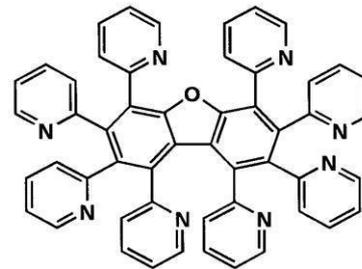


20

31



32

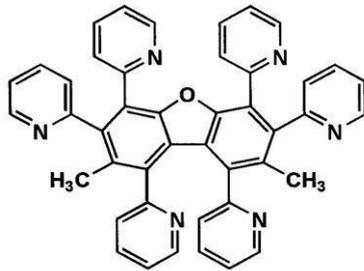


30

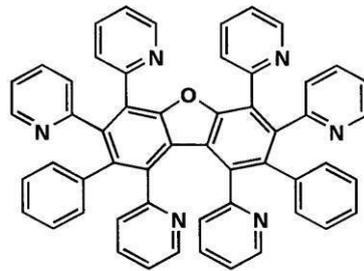
【 0 0 7 0 】

【化 1 4】

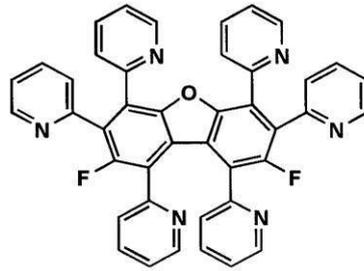
33



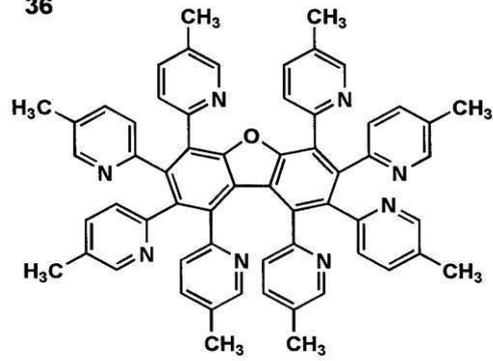
34



35

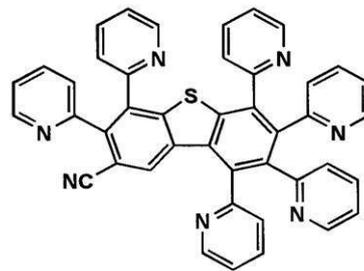


36

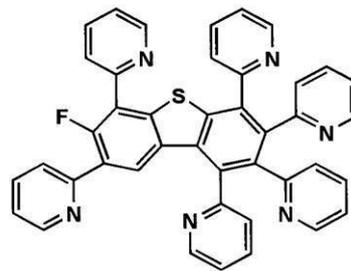


10

37

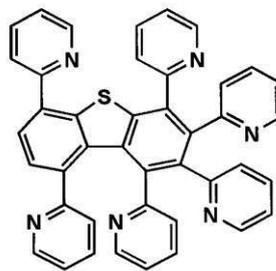


38

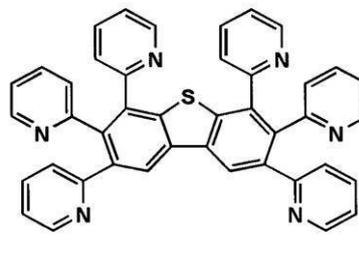


20

39



40

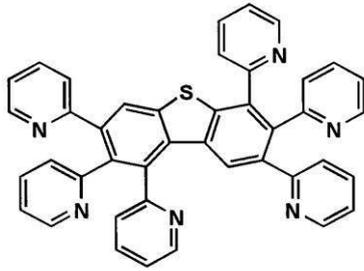


30

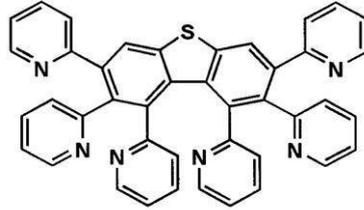
【 0 0 7 1 】

【化 1 5】

41

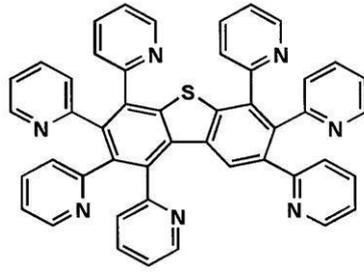


42

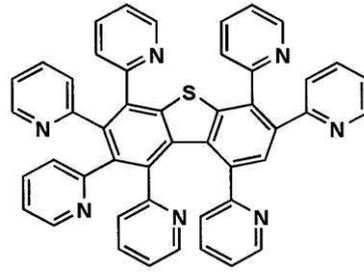


10

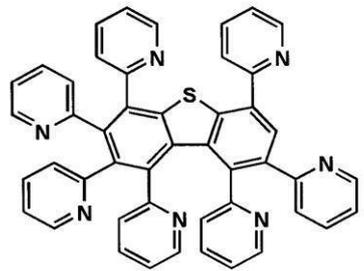
43



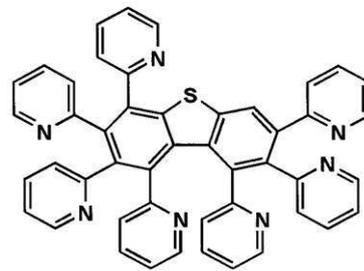
44



45

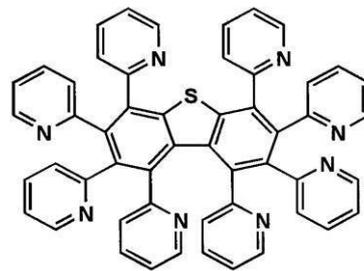


46

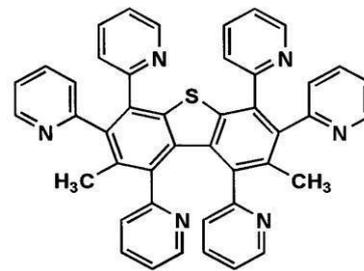


20

47



48

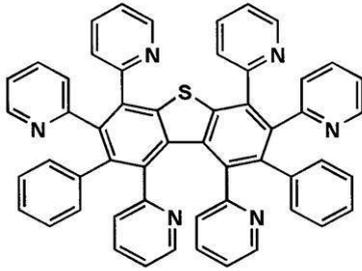


30

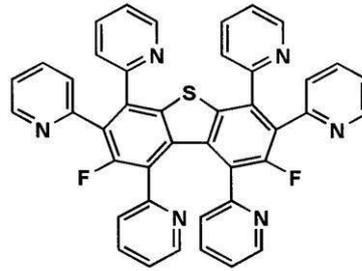
【 0 0 7 2 】

【化 1 6】

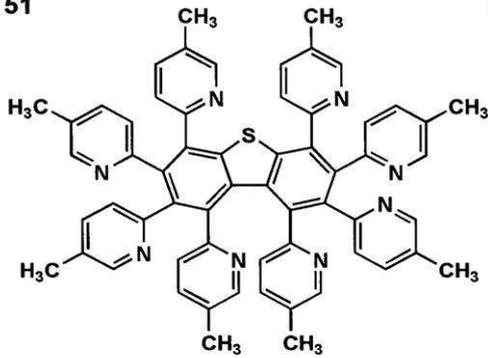
49



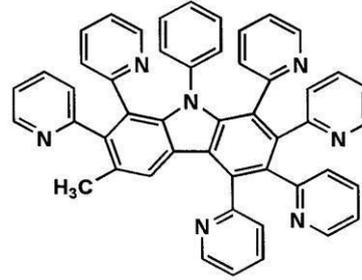
50



51

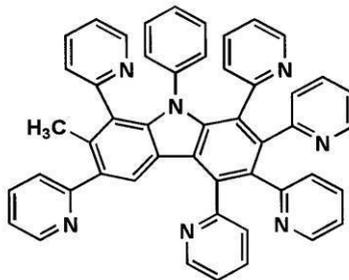


52

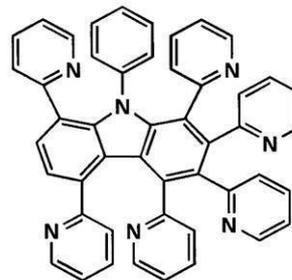


10

53

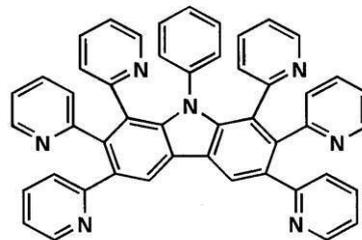


54

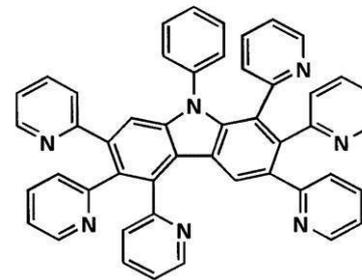


20

55



56

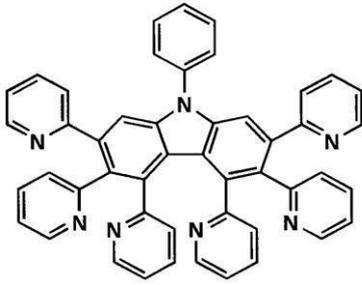


30

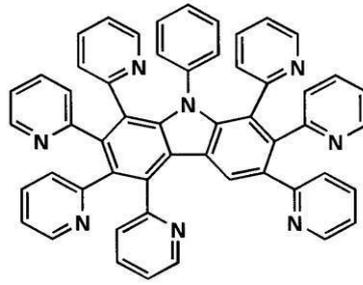
【 0 0 7 3 】

【化 17】

57

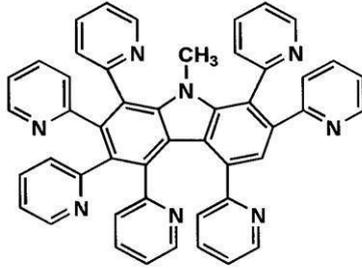


58

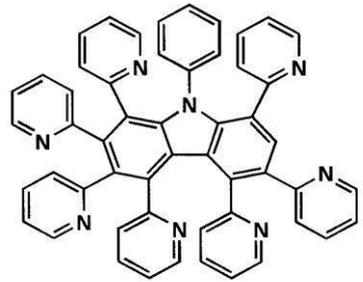


10

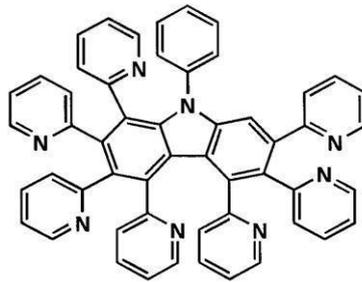
59



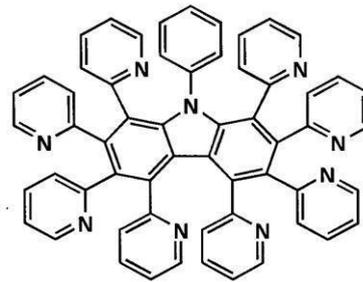
60



61

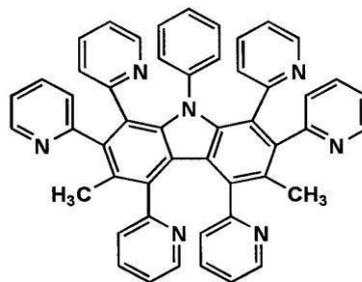


62

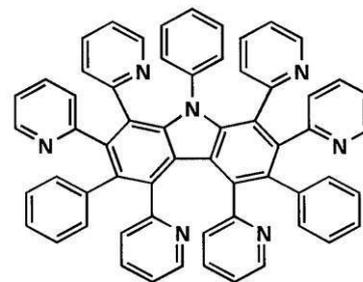


20

63



64

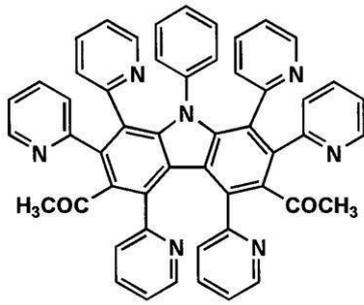


30

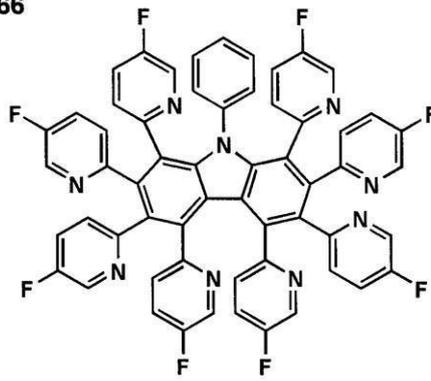
【 0 0 7 4 】

【化 1 8】

65



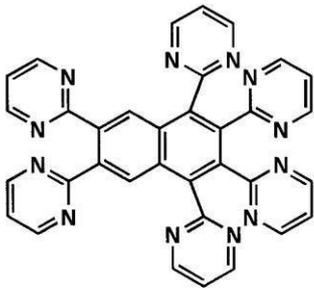
66



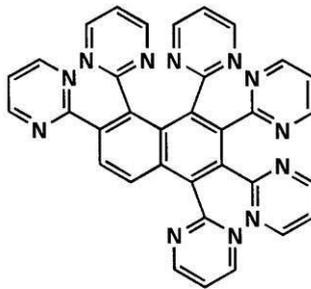
【 0 0 7 5 】

【化 1 9】

67

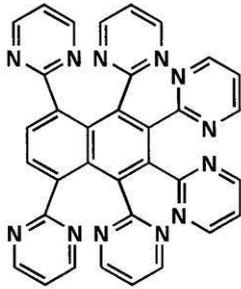


68

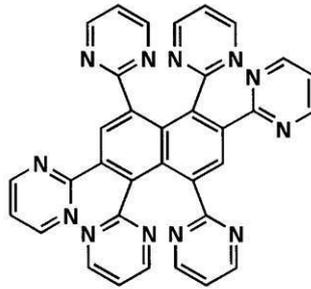


10

69

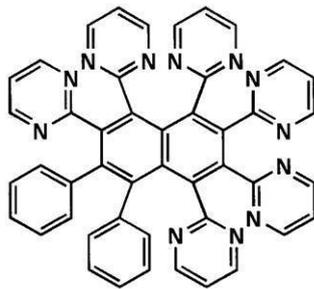


70

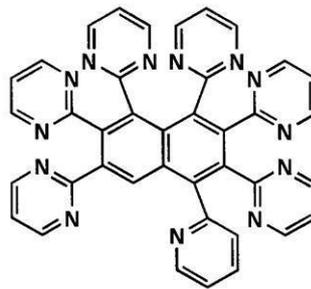


20

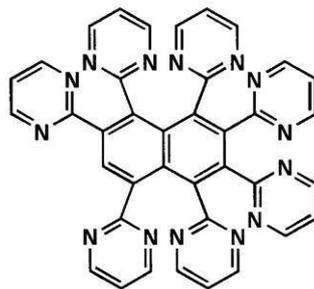
71



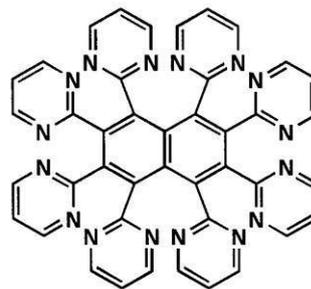
72



73



74

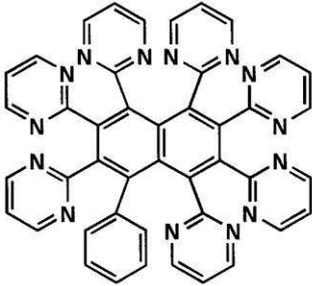


30

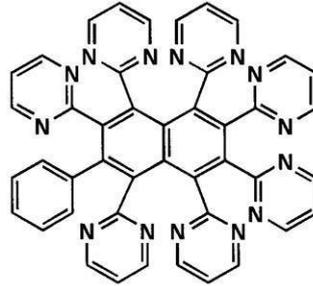
【 0 0 7 6 】

【化 2 0】

75

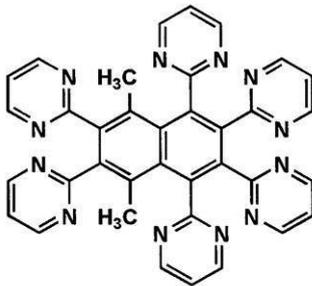


76

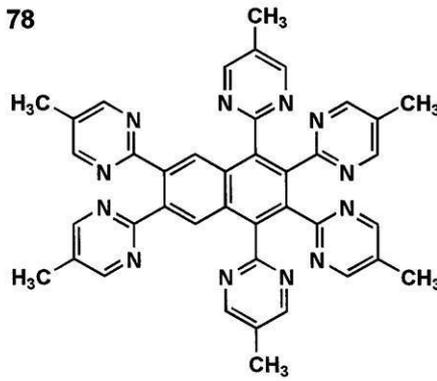


10

77

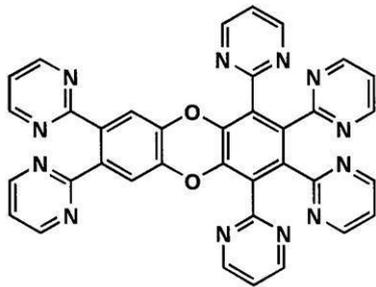


78

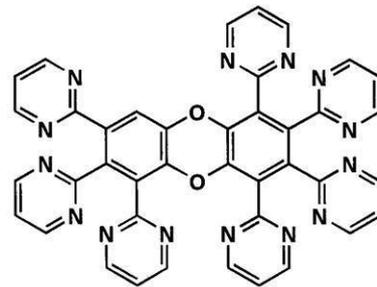


20

79

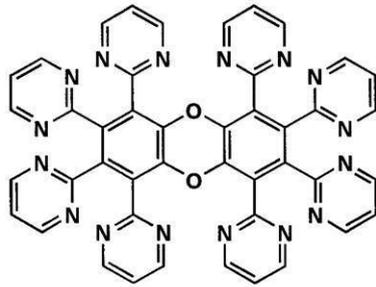


80

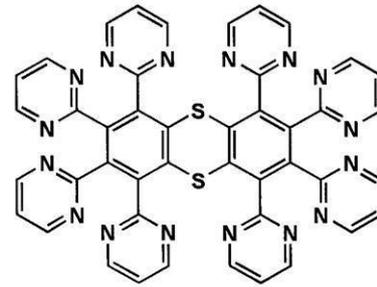


30

81



82

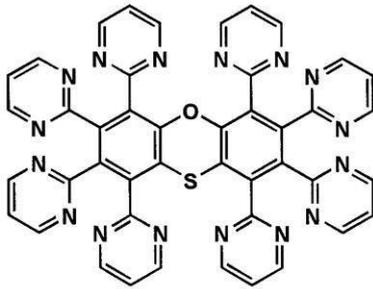


40

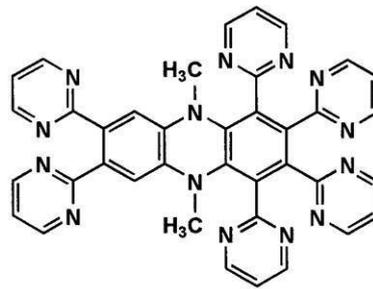
【 0 0 7 7】

【化 2 1】

83

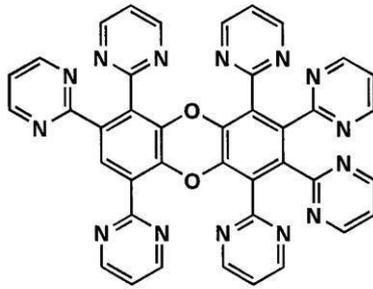


84

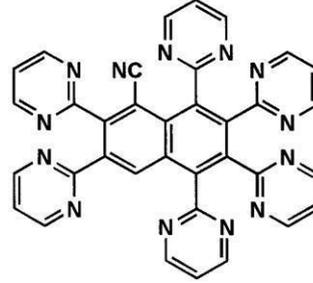


10

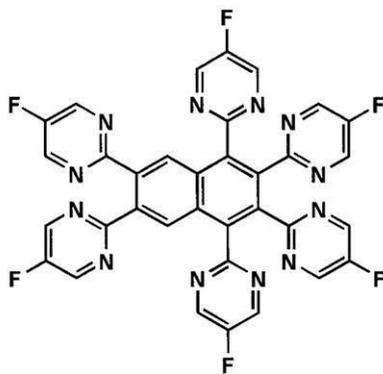
85



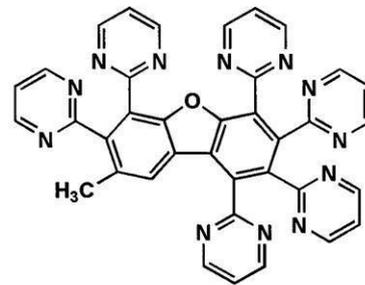
86



87

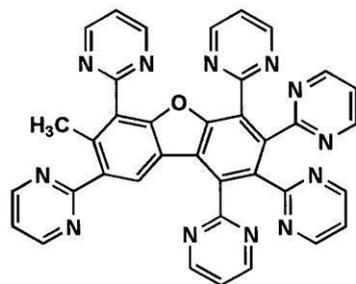


88

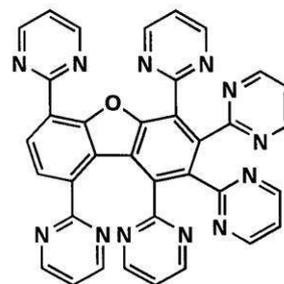


20

89



90



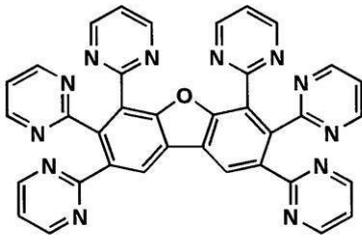
30

【 0 0 7 8 】

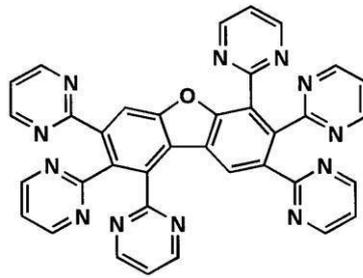
40

【化 2 2】

91

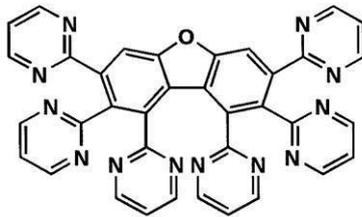


92

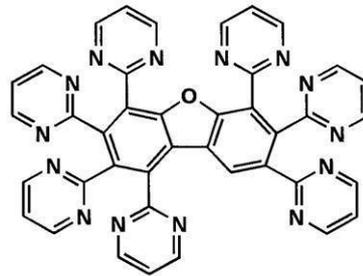


10

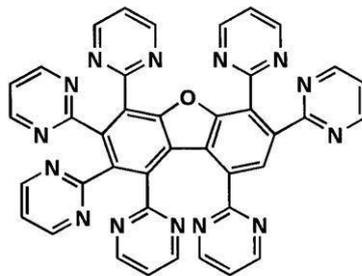
93



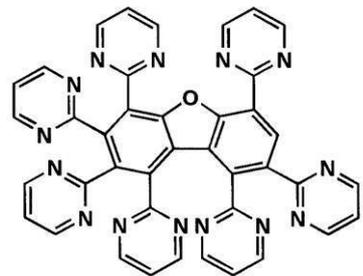
94



95

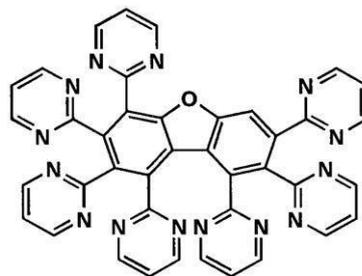


96

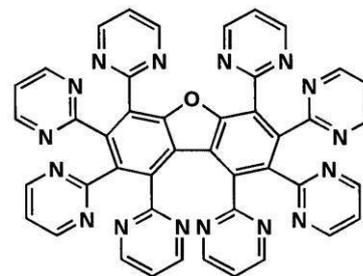


20

97



98



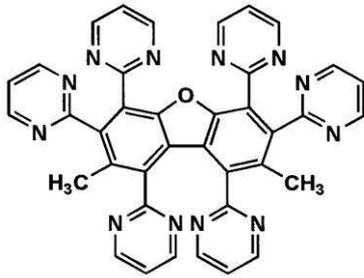
30

【 0 0 7 9 】

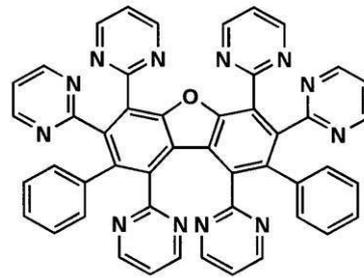
40

【化 2 3】

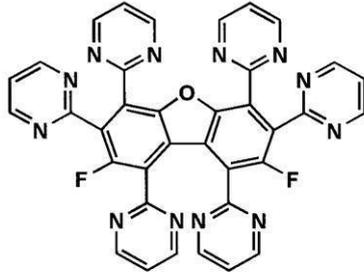
99



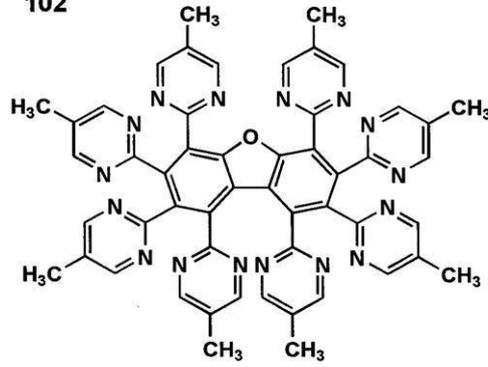
100



101



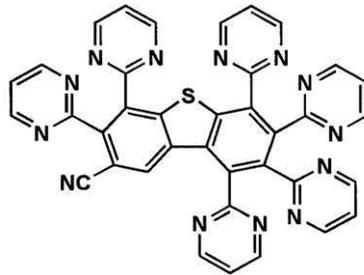
102



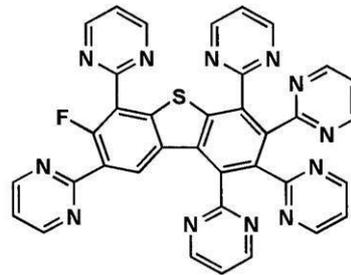
10

20

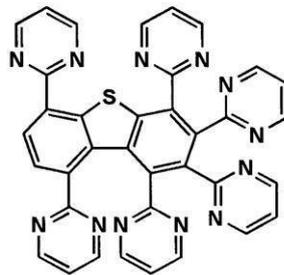
103



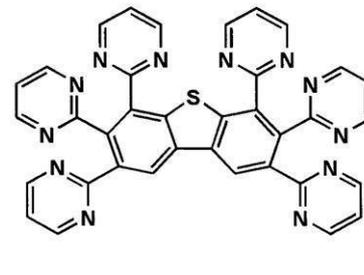
104



105



106



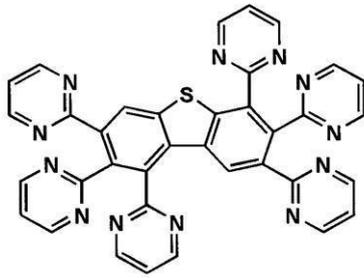
30

【 0 0 8 0 】

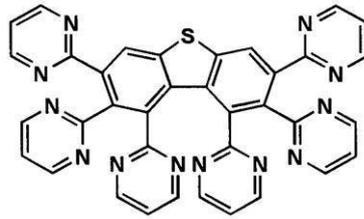
40

【化 2 4】

107

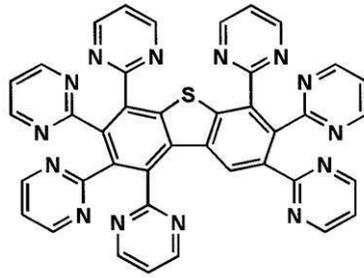


108

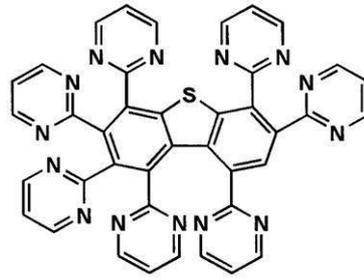


10

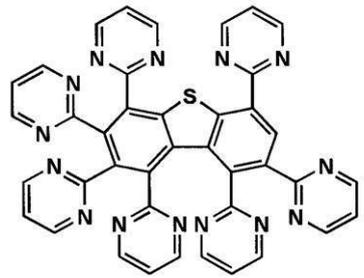
109



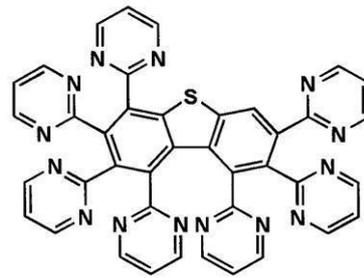
110



111

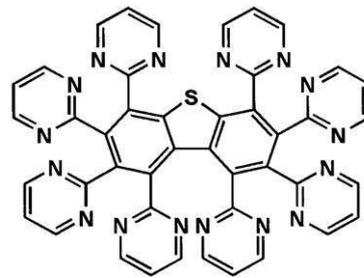


112

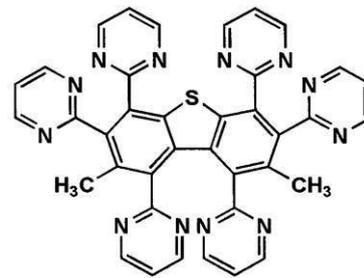


20

113



114



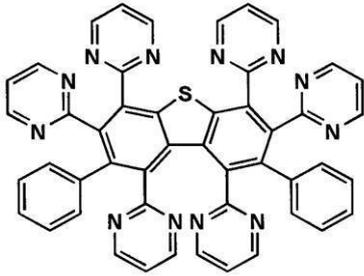
30

【 0 0 8 1】

40

【化 2 5】

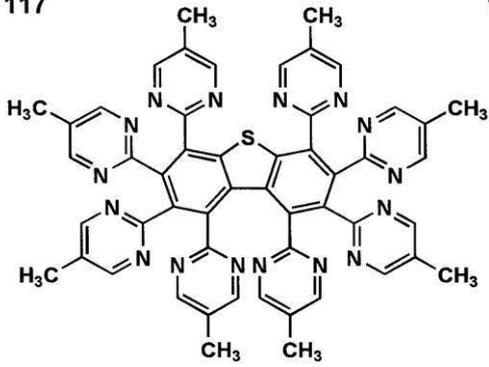
115



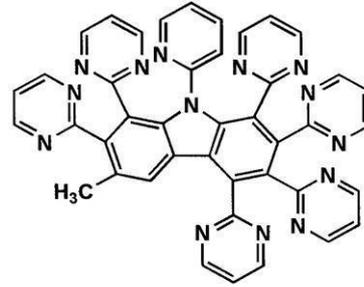
116



117

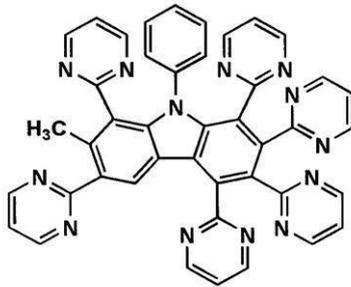


118

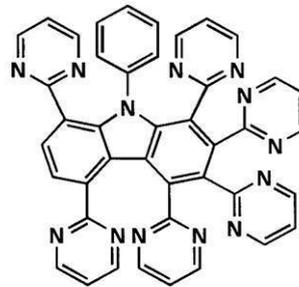


10

119

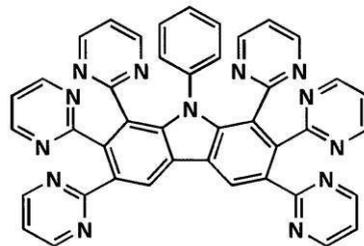


120

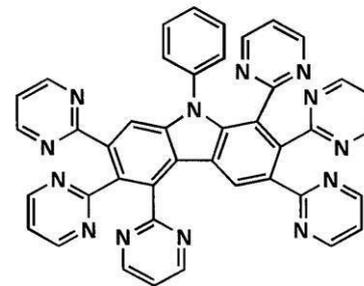


20

121



122



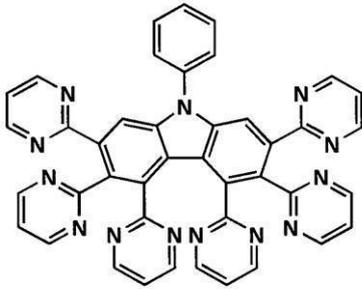
30

【 0 0 8 2】

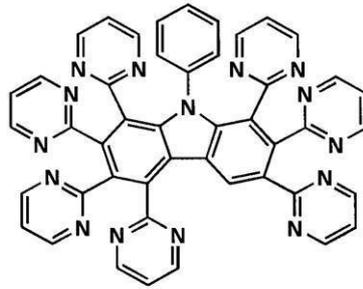
40

【化 2 6】

123

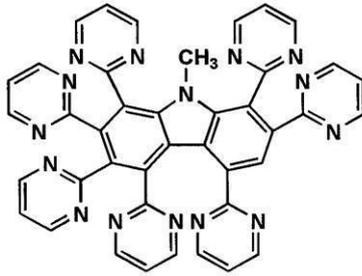


124

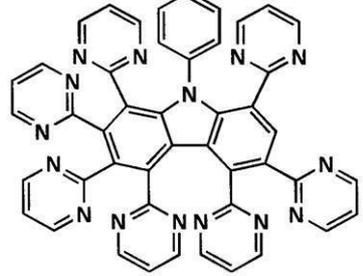


10

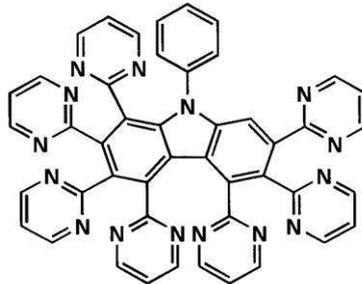
125



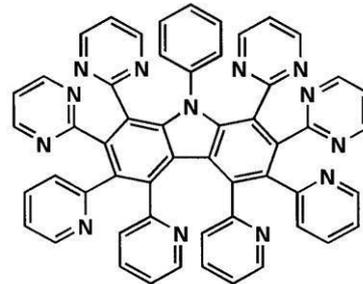
126



127

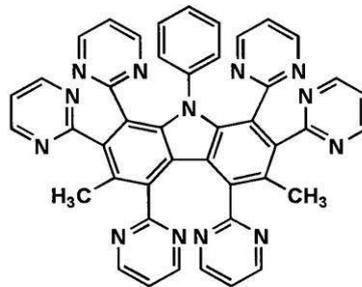


128

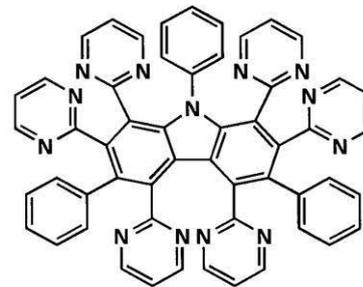


20

129



130



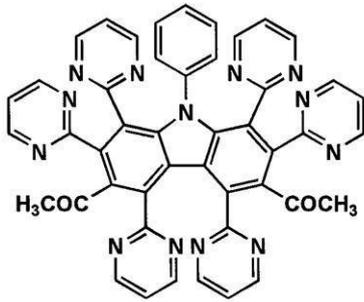
30

【 0 0 8 3 】

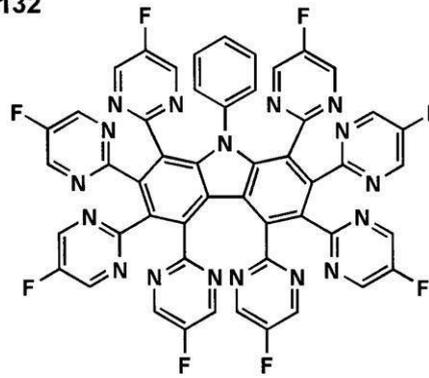
40

【化 2 7】

131



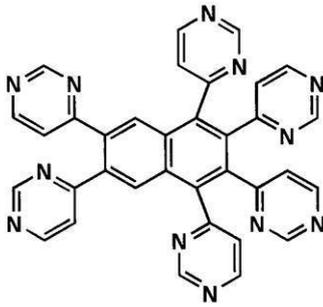
132



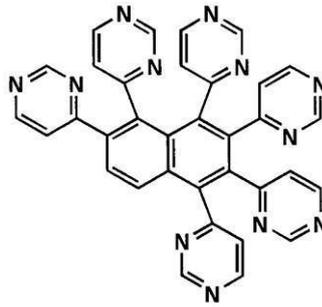
【 0 0 8 4 】

【化 2 8】

133

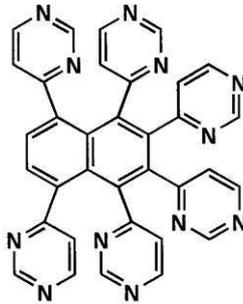


134

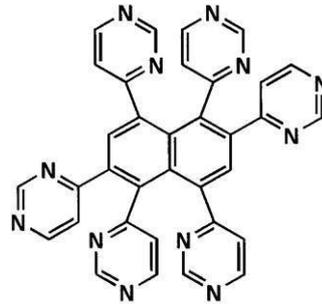


10

135

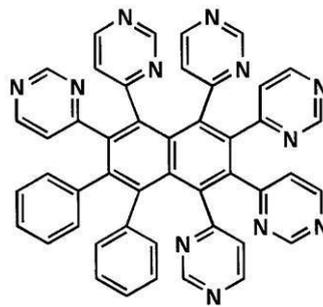


136

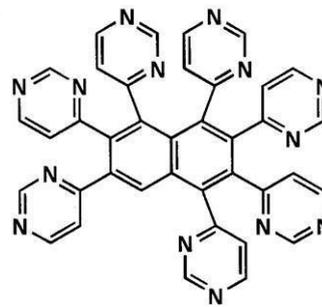


20

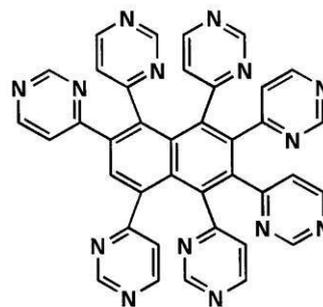
137



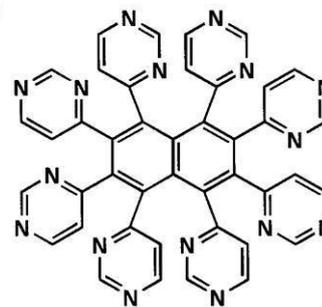
138



139



140



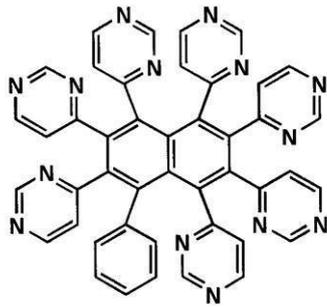
30

【 0 0 8 5】

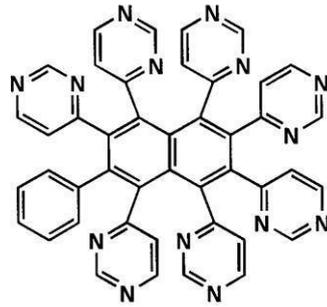
40

【化 2 9】

141

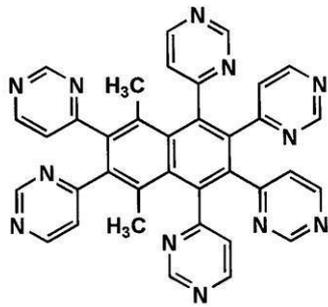


142

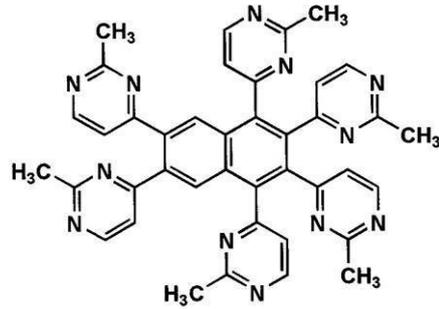


10

143

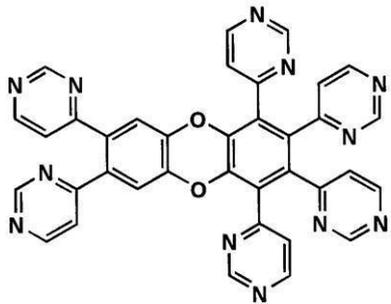


144

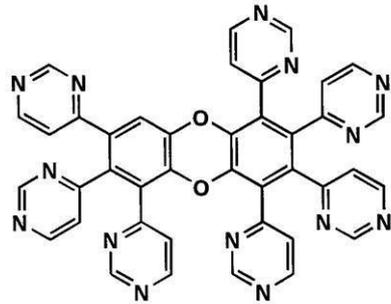


20

145

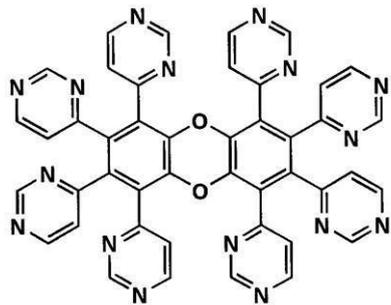


146

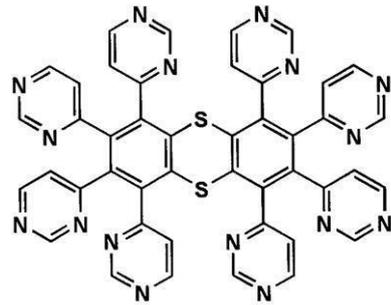


30

147



148

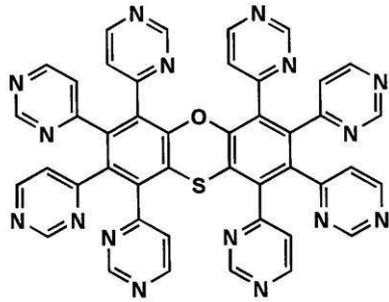


【 0 0 8 6 】

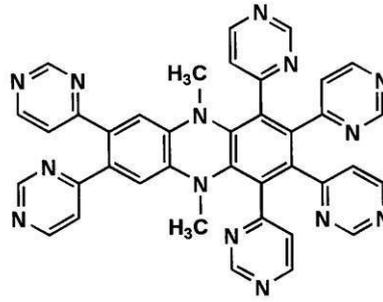
40

【化 3 0】

149

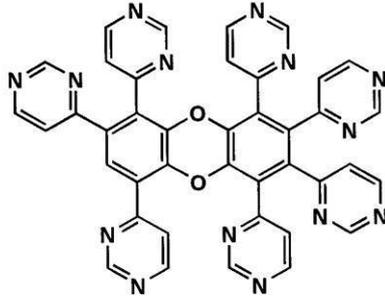


150

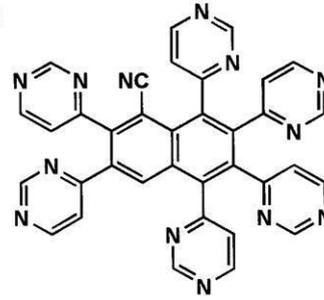


10

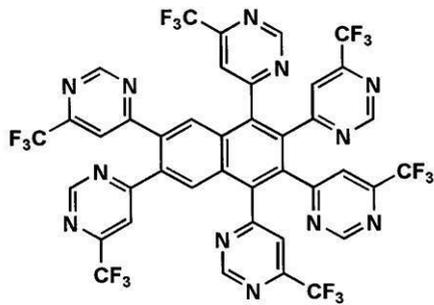
151



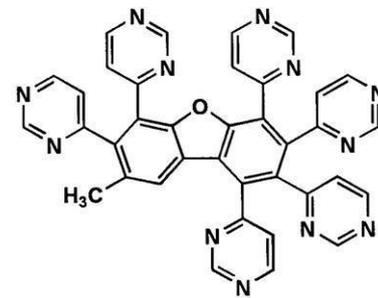
152



153

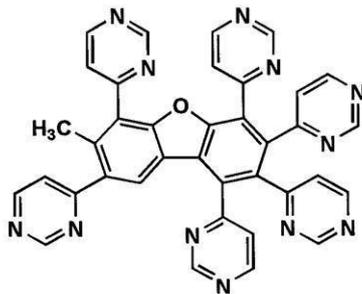


154

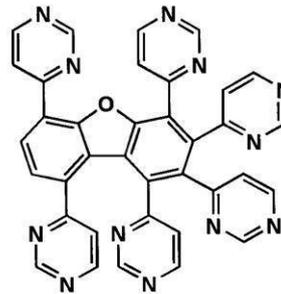


20

155



156

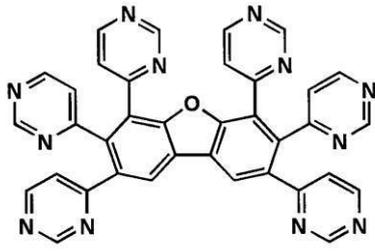


30

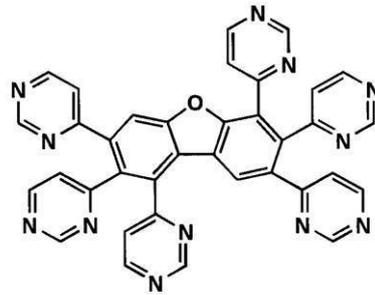
【 0 0 8 7 】

【化 3 1】

157

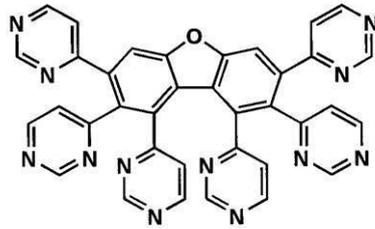


158

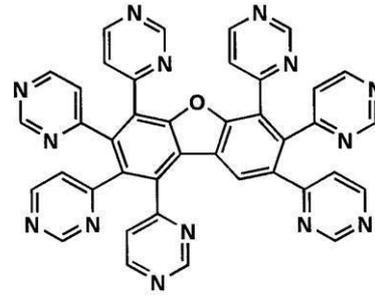


10

159

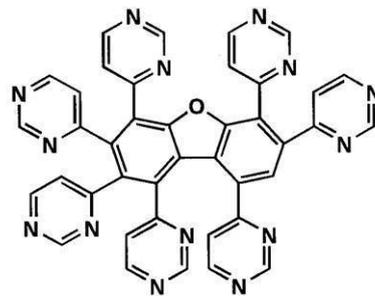


160

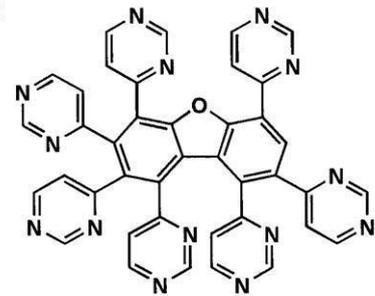


20

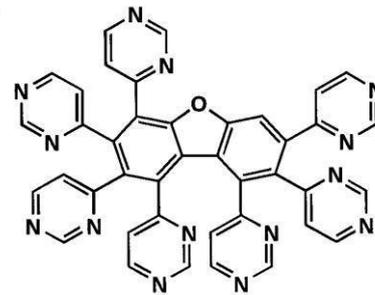
161



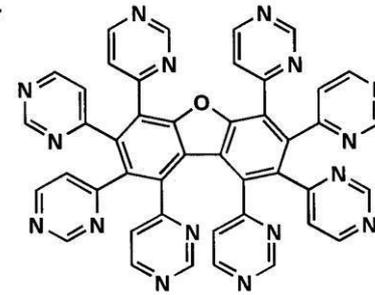
162



163



164

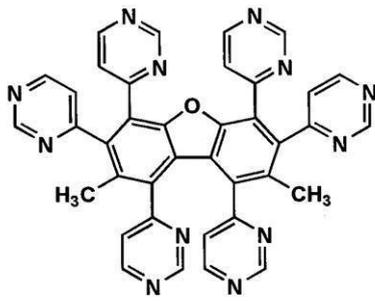


30

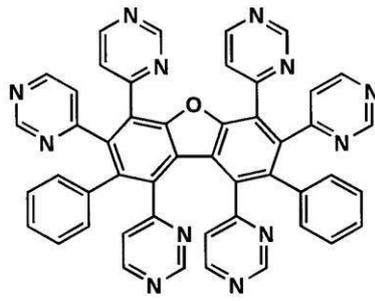
【 0 0 8 8 】

【化 3 2】

165

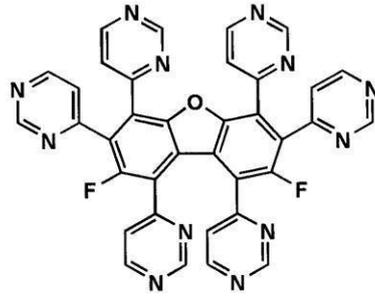


166

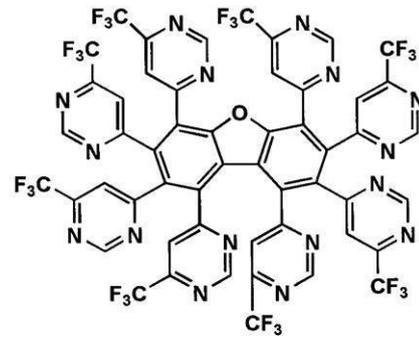


10

167

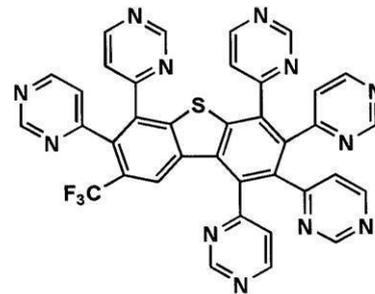


168

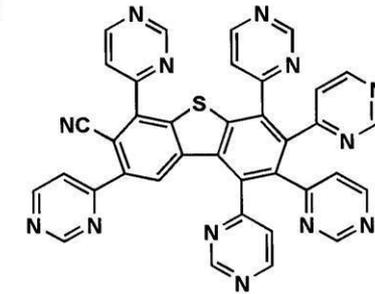


20

169

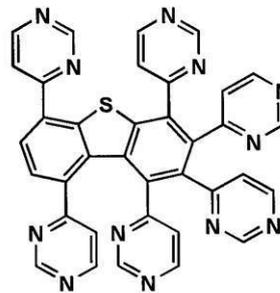


170

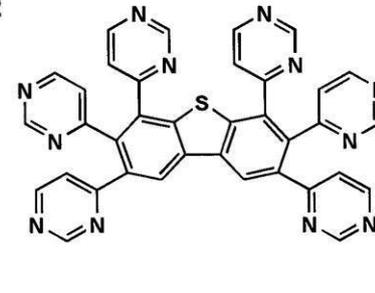


30

171



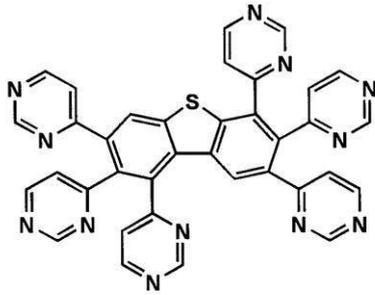
172



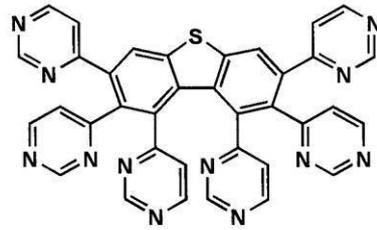
【 0 0 8 9 】

【化 3 3】

173

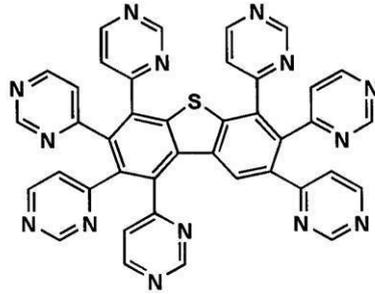


174

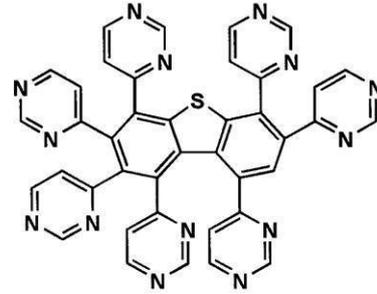


10

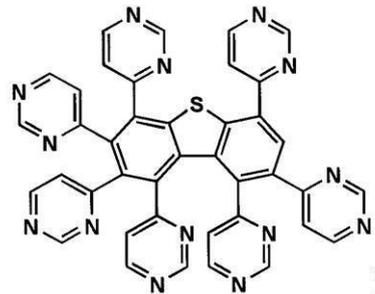
175



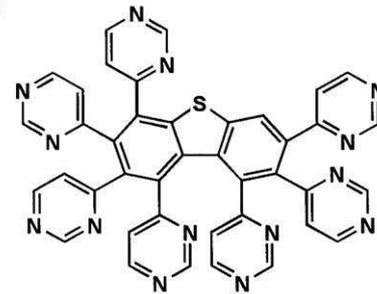
176



177

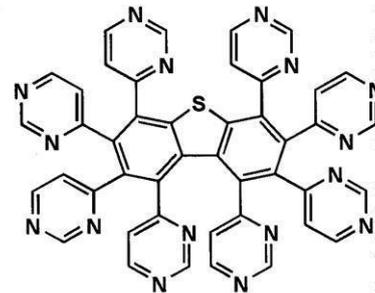


178

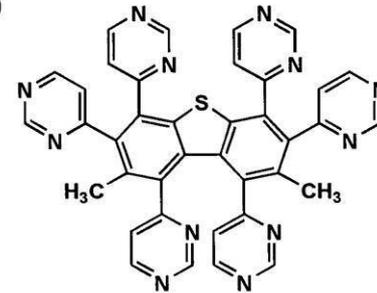


20

179



180

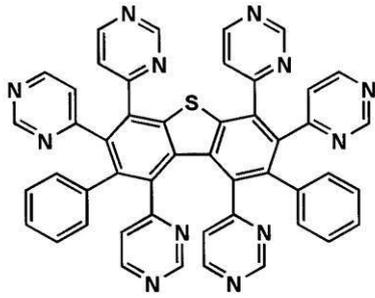


30

【 0 0 9 0 】

【化 3 4】

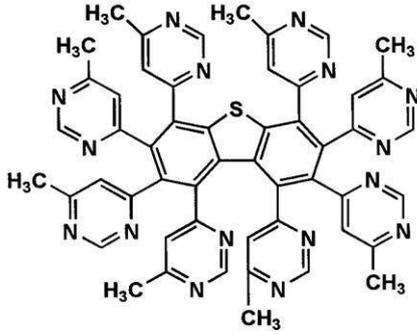
181



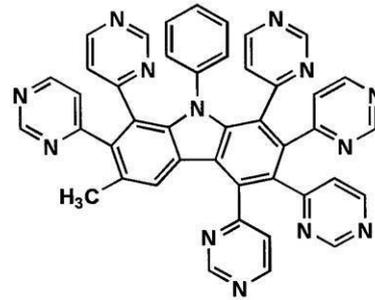
182



183

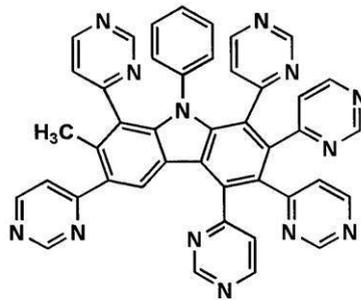


184

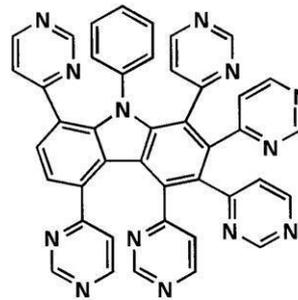


10

185

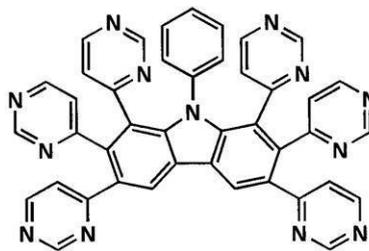


186

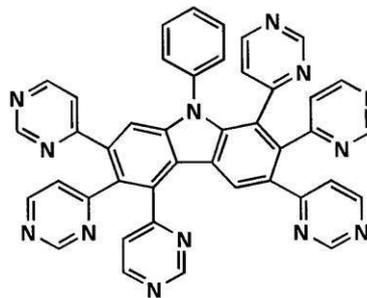


20

187



188

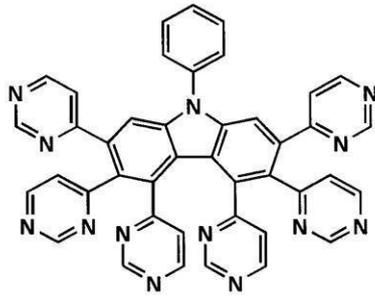


30

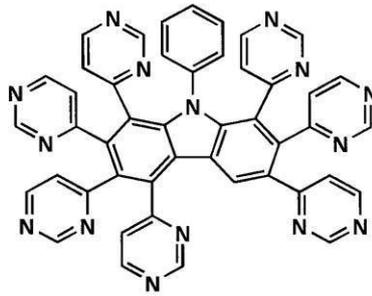
【 0 0 9 1 】

【化 3 5】

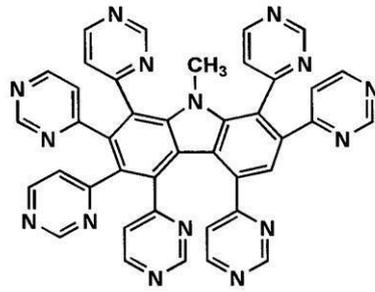
189



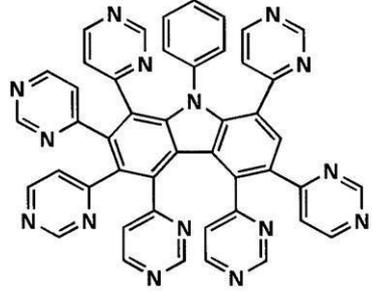
190



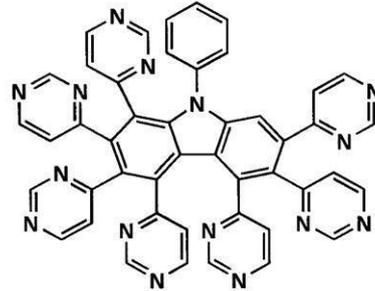
191



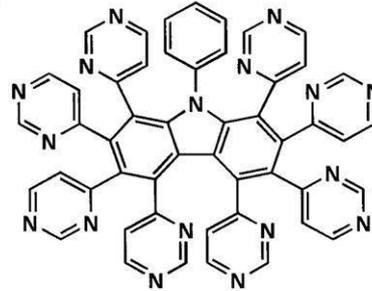
192



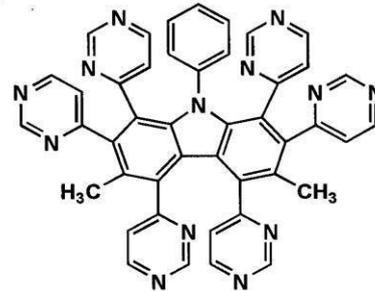
193



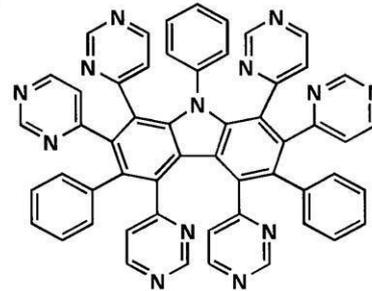
194



195



196



10

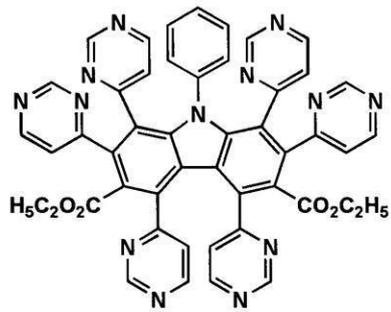
20

30

【 0 0 9 2 】

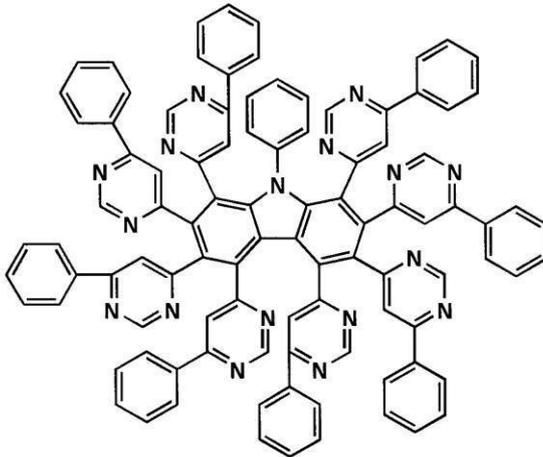
【化 3 6】

197



10

198

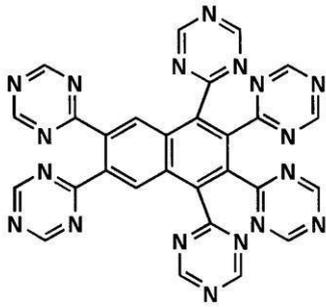


20

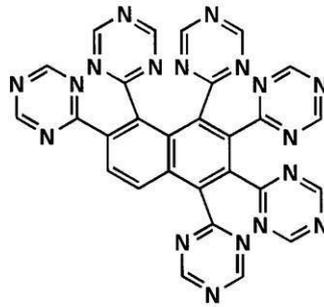
【 0 0 9 3 】

【化 3 7】

199

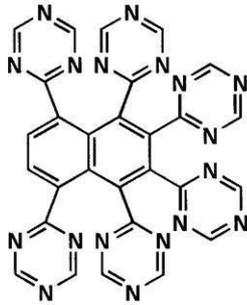


200

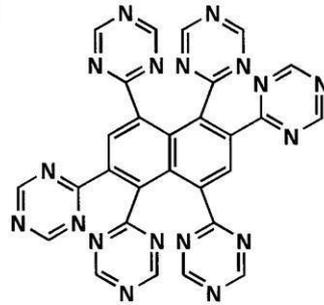


10

201

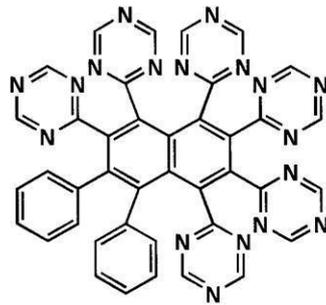


202

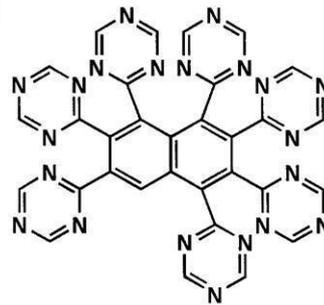


20

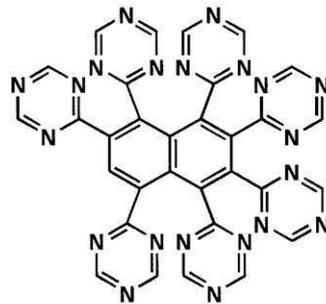
203



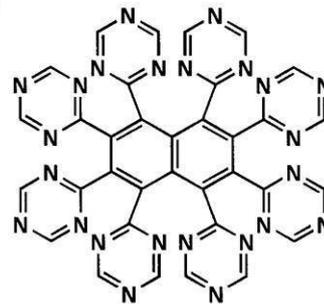
204



205



206



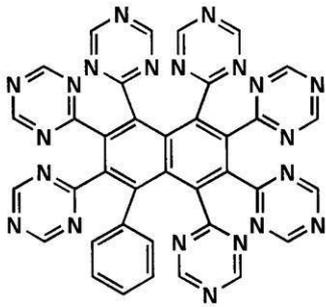
30

【 0 0 9 4】

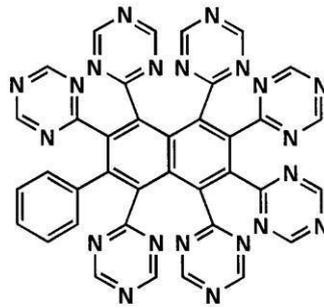
40

【化 3 8】

207

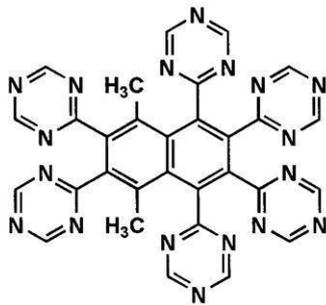


208

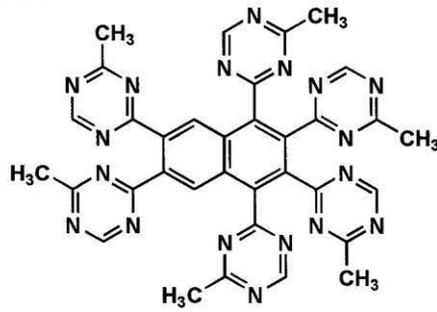


10

209

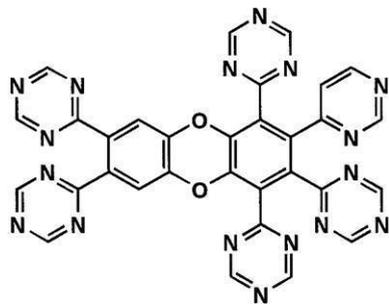


210

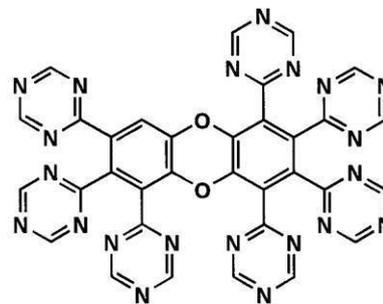


20

211

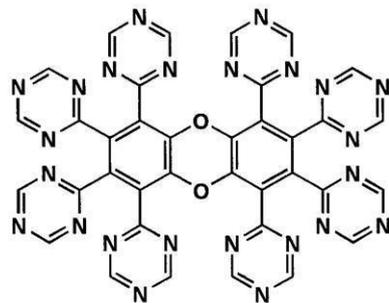


212

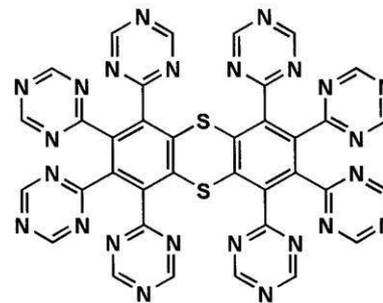


30

213



214

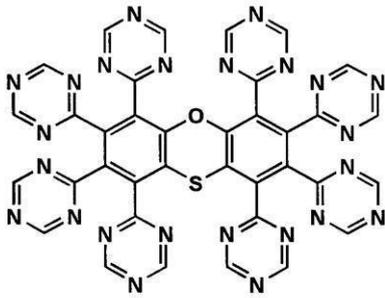


40

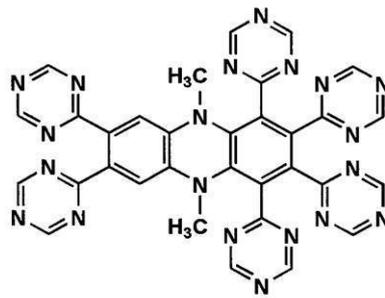
【 0 0 9 5 】

【化 3 9】

215

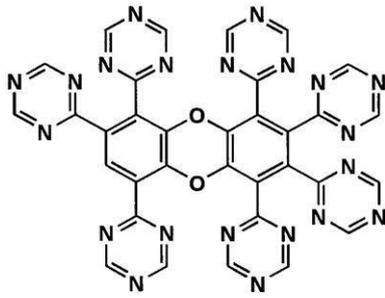


216

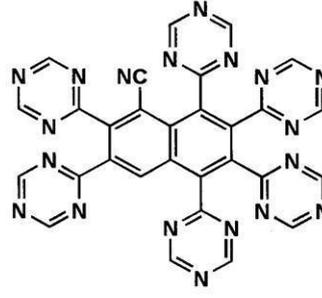


10

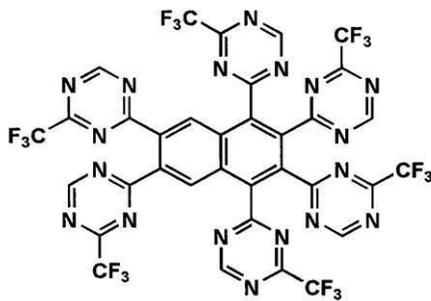
217



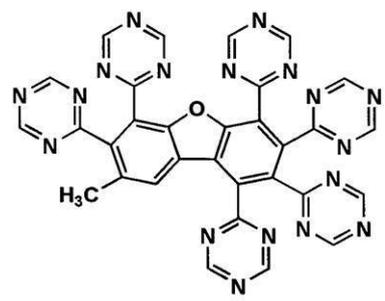
218



219

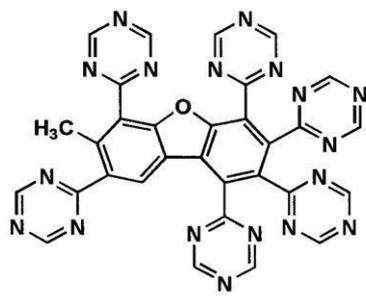


220

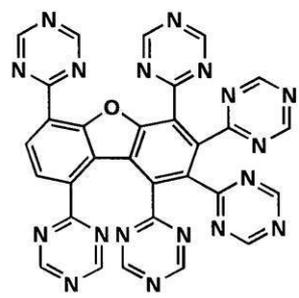


20

221



222



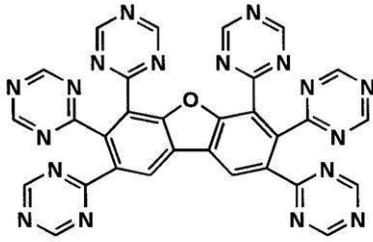
30

【 0 0 9 6 】

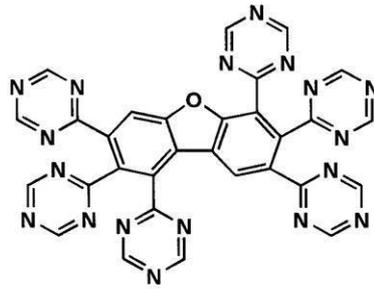
40

【化 4 0】

223

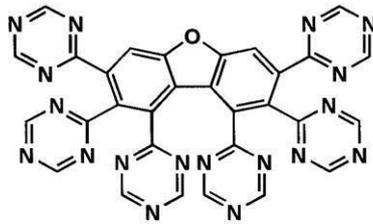


224

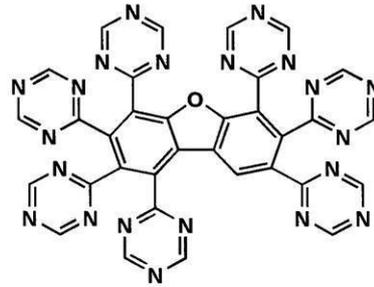


10

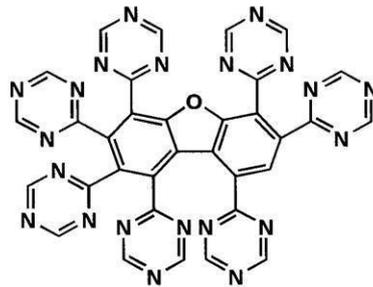
225



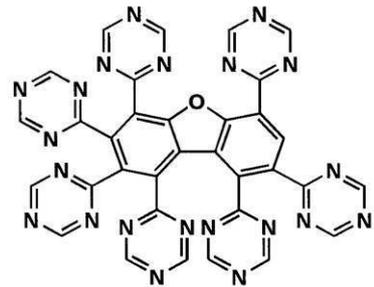
226



227

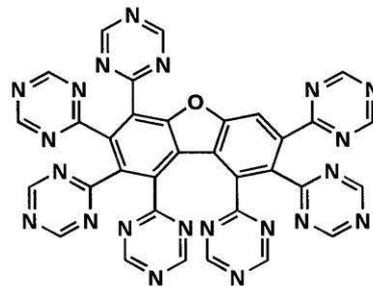


228

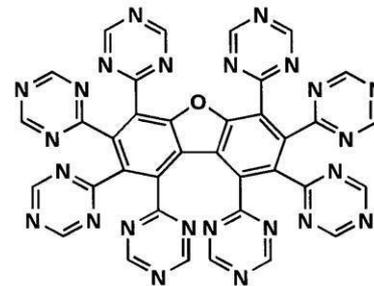


20

229



230

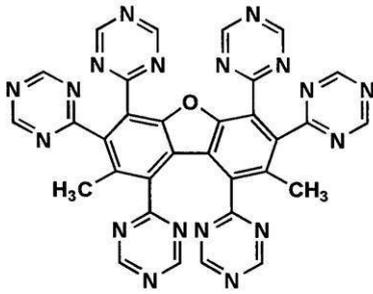


30

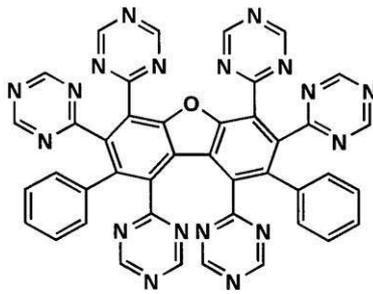
【 0 0 9 7 】

【化 4 1】

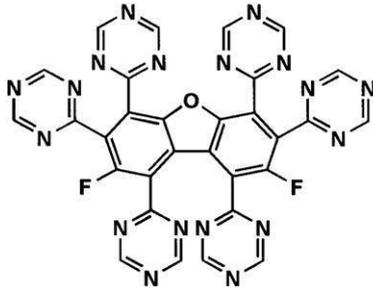
231



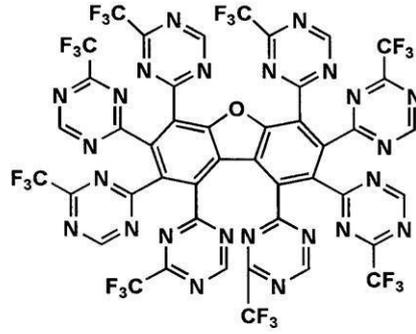
232



233

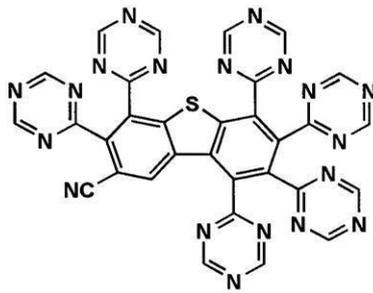


234

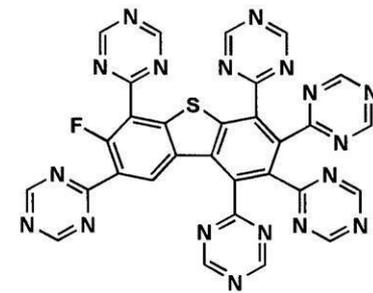


10

235

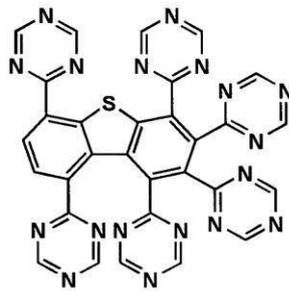


236

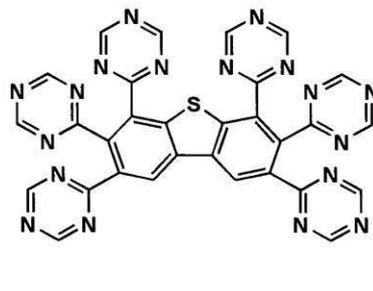


20

237



238



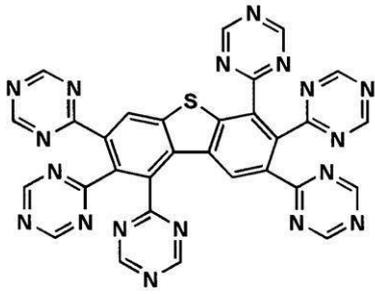
30

【 0 0 9 8 】

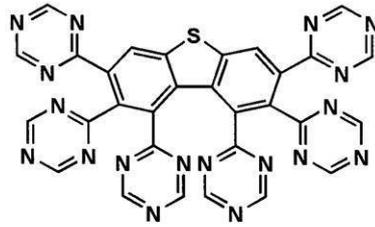
40

【化 4 2】

239

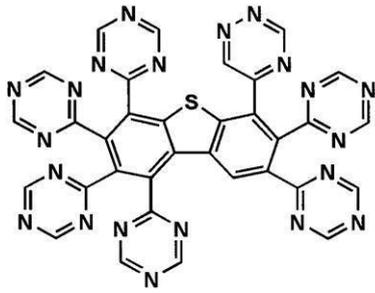


240

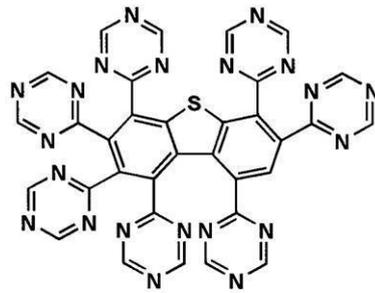


10

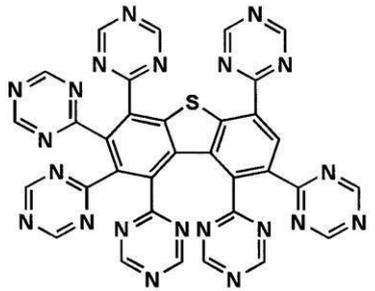
241



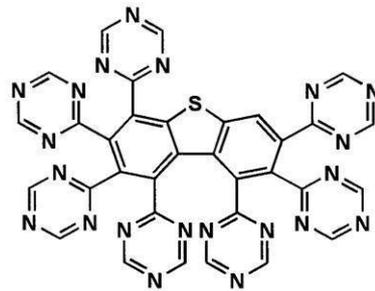
242



243

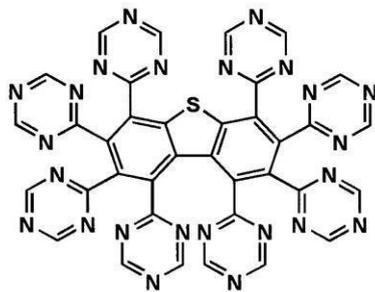


244

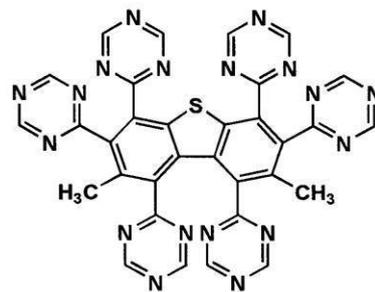


20

245



246



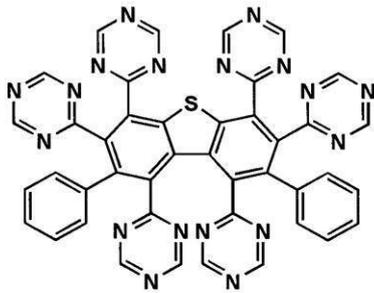
30

【 0 0 9 9 】

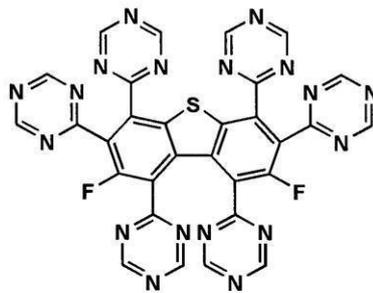
40

【化 4 3】

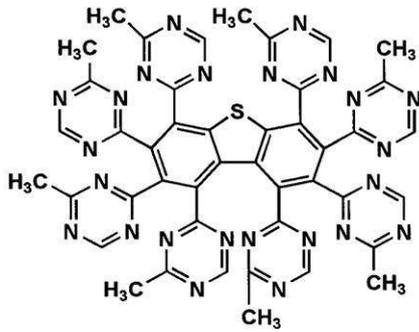
247



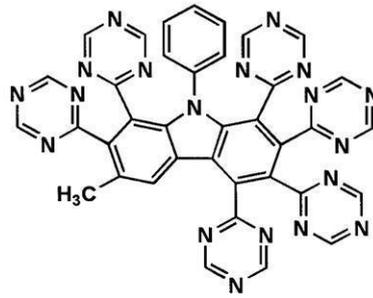
248



249

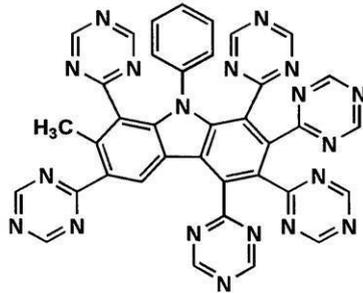


250

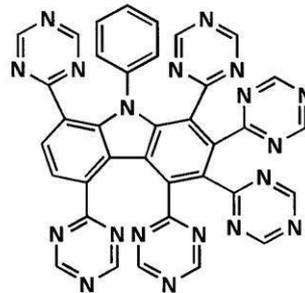


10

251

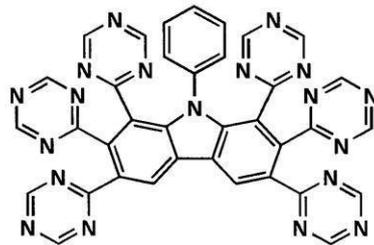


252

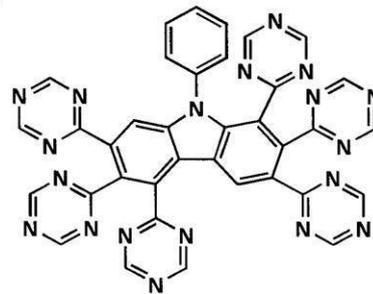


20

253



254



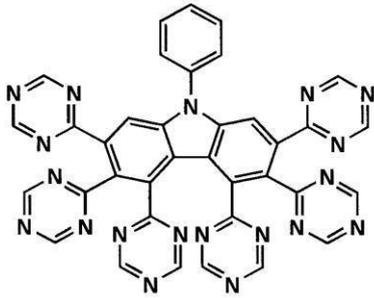
30

【 0 1 0 0 】

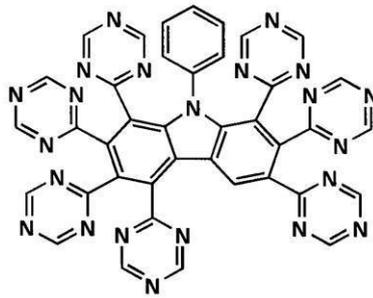
40

【化 4 4】

255

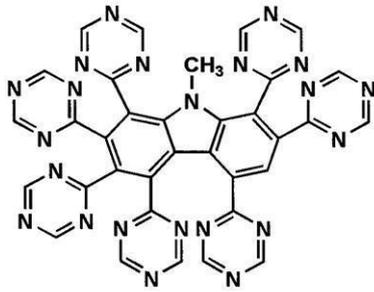


256

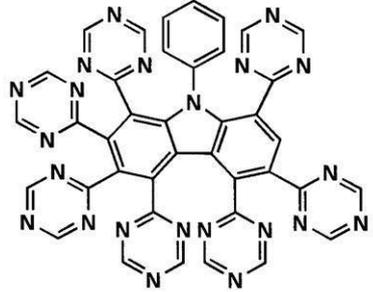


10

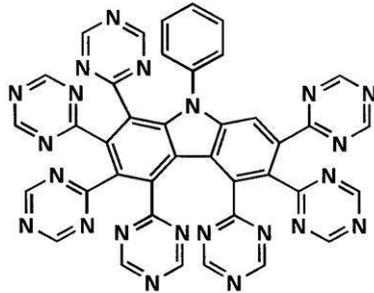
257



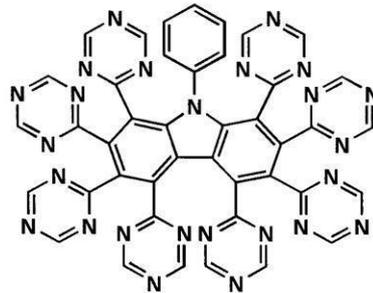
258



259

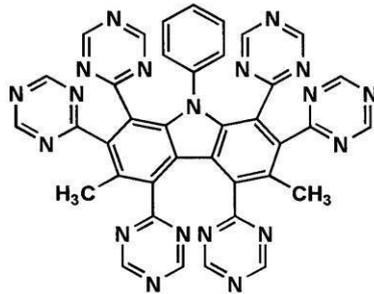


260

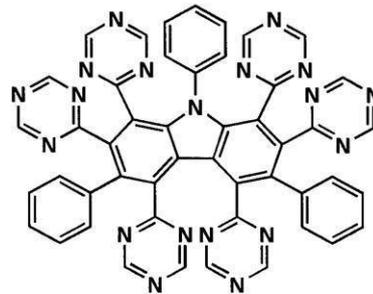


20

261



262



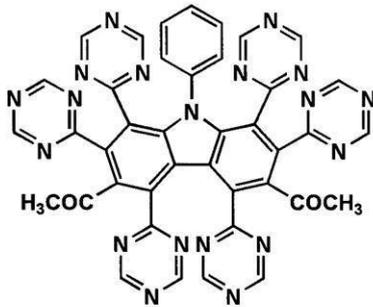
30

【 0 1 0 1 】

40

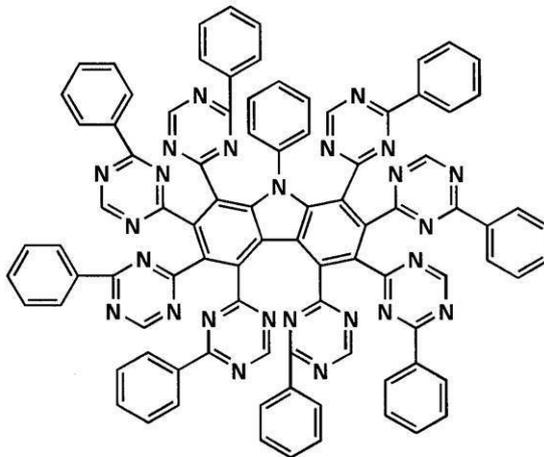
## 【化 4 5】

263



10

264



20

## 【 0 1 0 2】

以下に代表的な化合物の合成例を示す。

## 【 0 1 0 3】

例示化合物 1 の合成

窒素雰囲気下、2-ナフチルピリジン (1.0 mmol)、ルテニウム錯体 [ $(\text{C}_6\text{H}_6)_2\text{RuCl}_2$ ] (0.05 mmol)、トリフェニルホスフィン (0.2 mmol)、炭酸カリウム (12 mmol) を NMP (N-メチル-2-ピロリドン) 3 ml 中で混合した。温度を 140 に昇温し、そこへ 2-プロモピリジン (12.0 mmol) の NMP (N-メチル-2-ピロリドン) (2.0 ml) 溶液を 20 時間かけて滴下し (シリジポンプ使用)、更に 4 時間その温度で攪拌した。

30

## 【 0 1 0 4】

反応液を室温まで冷却後、ジクロロメタン 5 ml を加え、反応液を濾過する。濾液は減圧下に溶媒を留去し (800 Pa、80)、(N-メチル-2-ピロリドン) 残渣をシリカゲルフラッシュクロマトグラフィー ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2 : \text{Et}_3\text{N} = 20 : 1 \sim 10 : 1$ ) にて精製した。

40

## 【 0 1 0 5】

各フラクションを集めて溶媒を減圧下に留去後、残渣をジクロロメタンに再び溶解し、水で 3 回洗浄後した。有機相を無水硫酸マグネシウムで乾燥後、溶媒を減圧下に留去して例示化合物 1 を得た。

## 【 0 1 0 6】

《本発明に係る化合物の有機 EL 素子への適用》

本発明に係る化合物を用いて本発明の有機 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、正孔阻止層または電子輸送層に本発明に係る化合物を用いることが好ましい。また、発光層中では上記のようにホスト化合物 (発光ホストとも言う) として好ましく用いられる。

50

## 【0107】

(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との混合比は、好ましくは質量で0.1～30質量%未満の範囲に調整することである。

## 【0108】

発光ドーパントは大きく分けて、蛍光を発光する蛍光性化合物とリン光を発光するリン光性化合物の2種類がある。

## 【0109】

前者(蛍光性化合物)の代表例としては、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、または希土類錯体系蛍光体等が挙げられる。

10

## 【0110】

後者(リン光性化合物)の代表例としては、好ましくは元素周期表で8族、9族、10族の遷移金属元素を含有する錯体系化合物であり、更に好ましくはイリジウム錯体化合物、白金錯体化合物である。

## 【0111】

具体的には以下の特許公報に記載されている化合物である。

## 【0112】

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2001-319779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。

20

30

## 【0113】

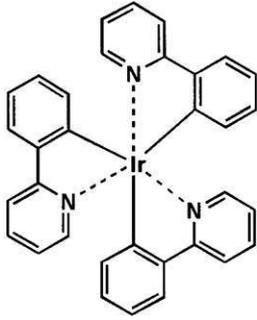
以下に、具体例の一部を示す。

40

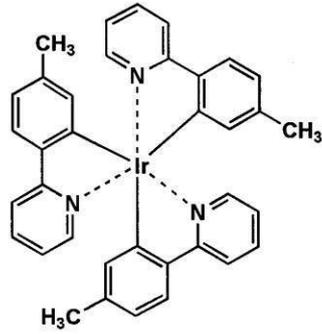
## 【0114】

【化46】

Ir-1

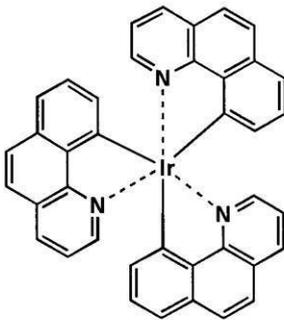


Ir-2

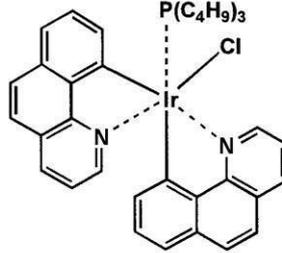


10

Ir-3

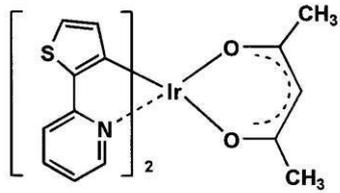


Ir-4

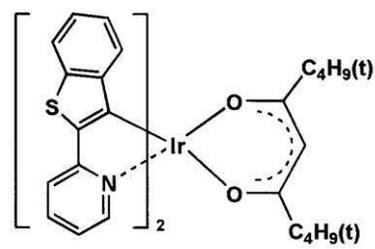


20

Ir-5



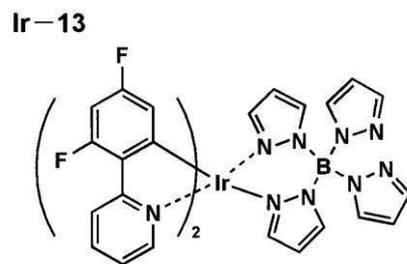
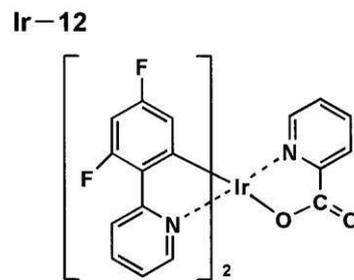
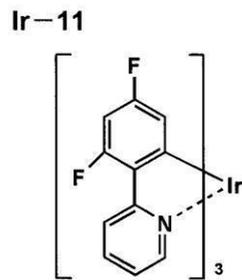
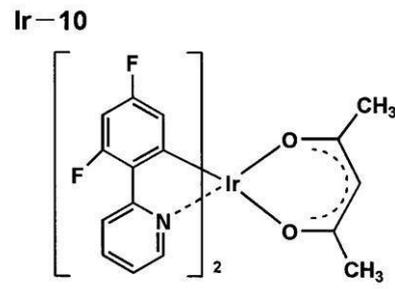
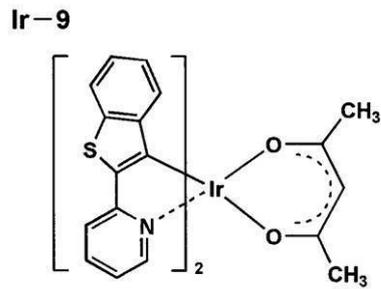
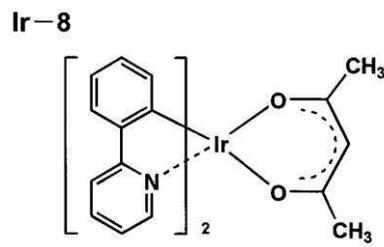
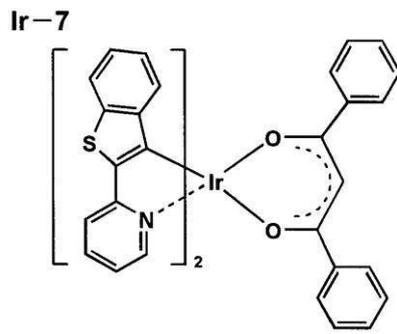
Ir-6



30

【0115】

【化47】



【0116】

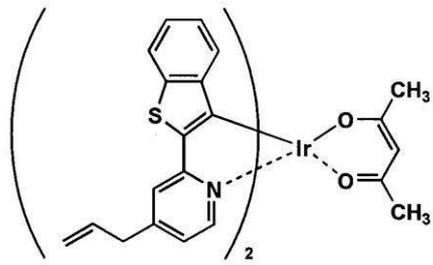
10

20

30

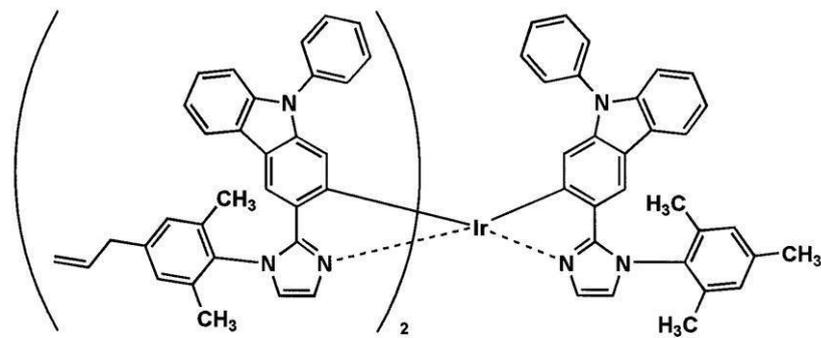
【化48】

Ir-14



10

Ir-15



20

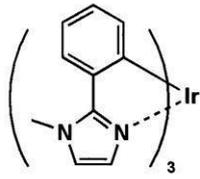
【0117】

更に、下記化合物も本発明において用いられる。

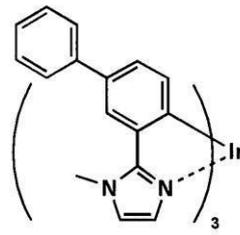
【0118】

【化49】

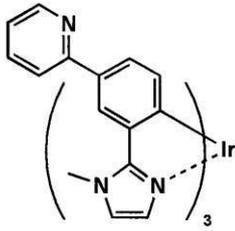
1-1



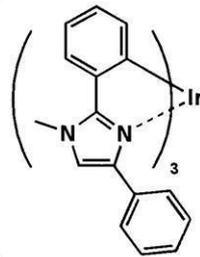
1-2



1-3

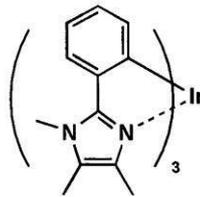


1-4

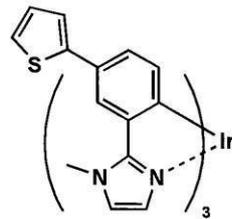


10

1-5

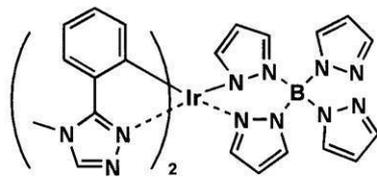


1-6

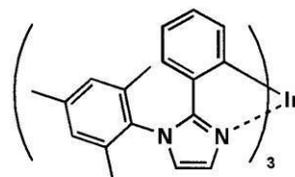


20

1-7

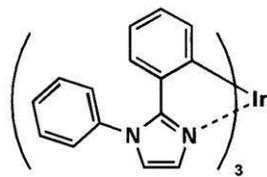


1-8

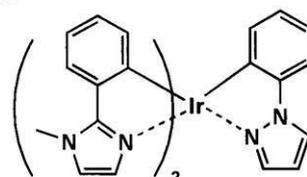


30

1-9



1-10

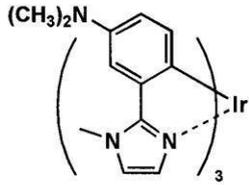


【0119】

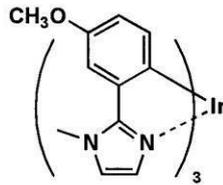
40

【化50】

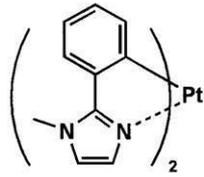
1-11



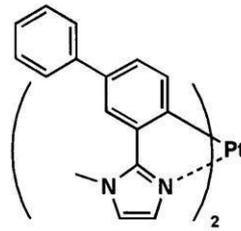
1-12



1-13

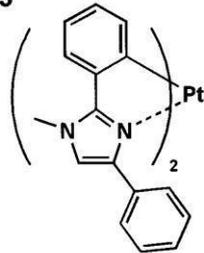


1-14

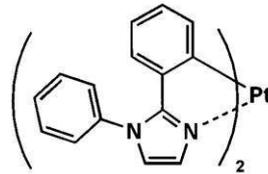


10

1-15

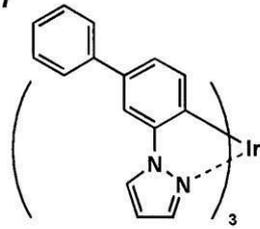


1-16

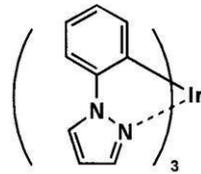


20

1-17

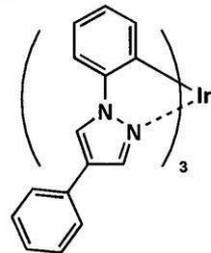


1-18

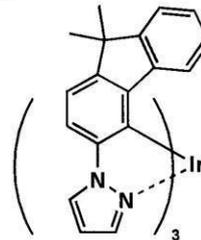


30

1-19



1-20

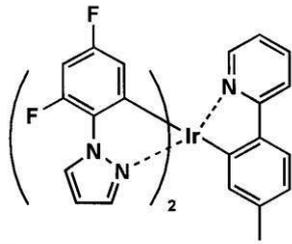


【0120】

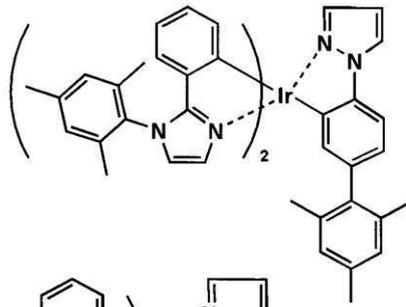
40

【化 5 1】

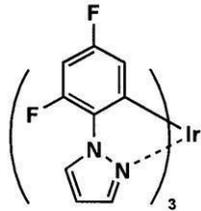
1-21



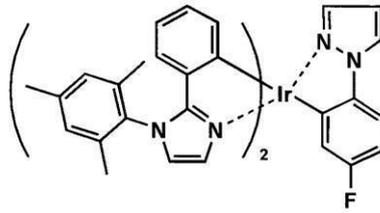
1-22



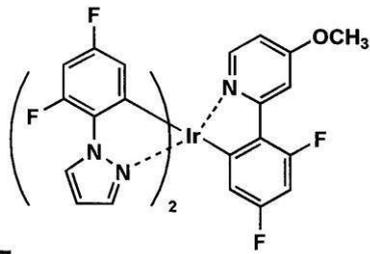
1-23



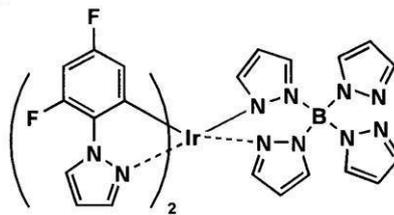
1-24



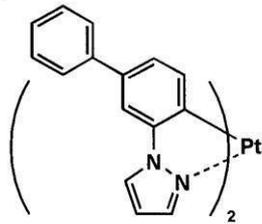
1-25



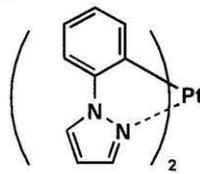
1-26



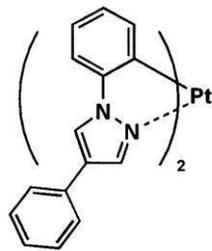
1-27



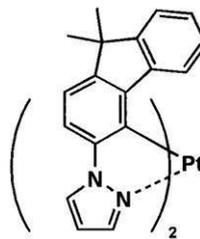
1-28



1-29



1-30



【 0 1 2 1 】

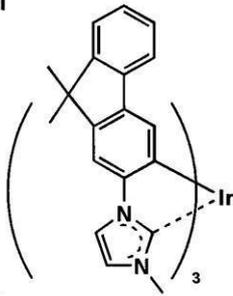
10

20

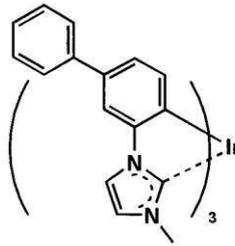
30

【化 5 2】

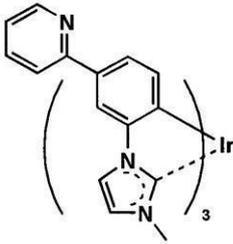
1-31



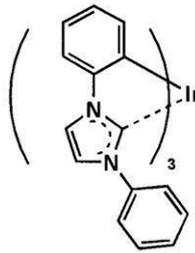
1-32



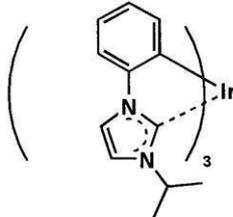
1-33



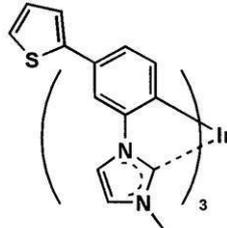
1-34



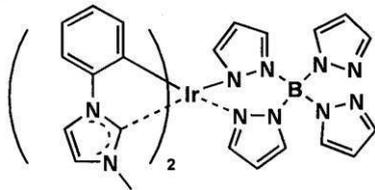
1-35



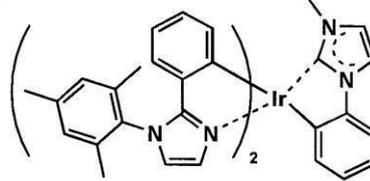
1-36



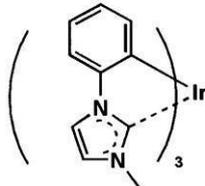
1-37



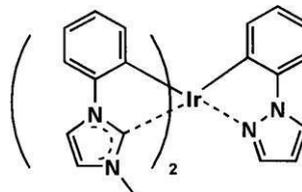
1-38



1-39



1-40



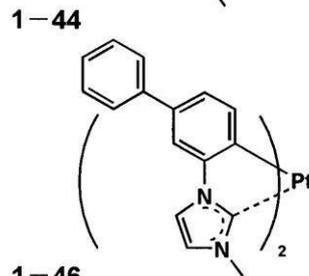
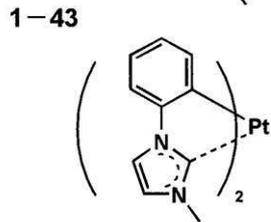
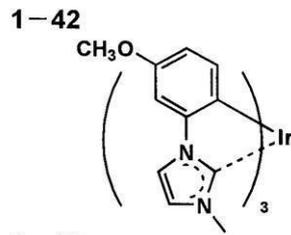
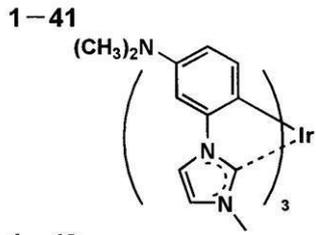
10

20

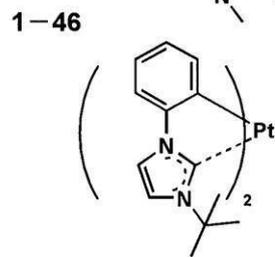
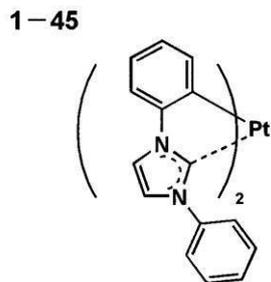
30

【 0 1 2 2 】

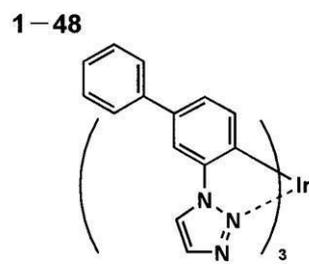
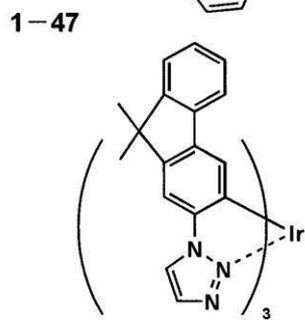
【化 5 3】



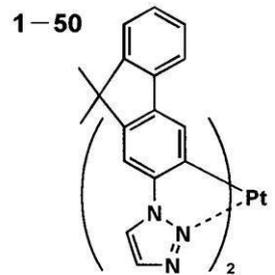
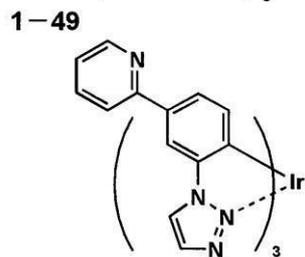
10



20



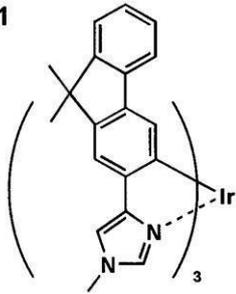
30



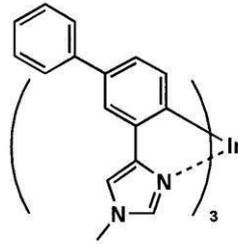
【 0 1 2 3 】

【化 5 4】

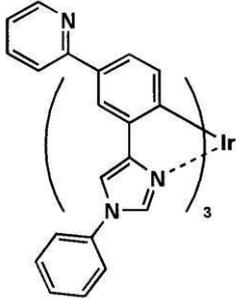
1-51



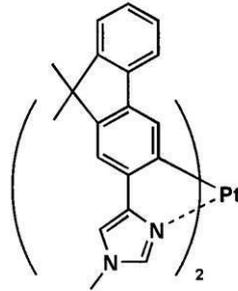
1-52



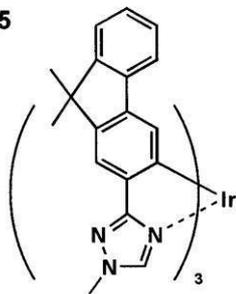
1-53



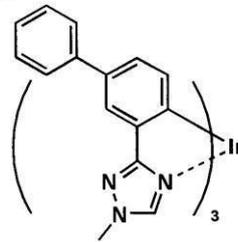
1-54



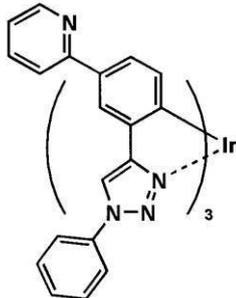
1-55



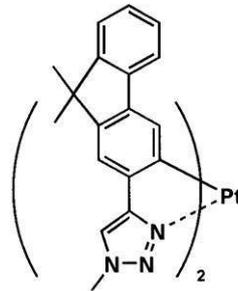
1-56



1-57



1-58



【 0 1 2 4 】

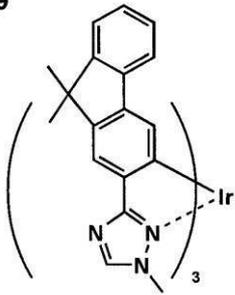
10

20

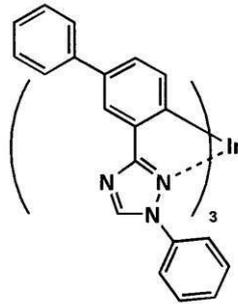
30

【化 5 5】

1-59

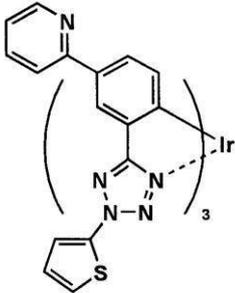


1-60

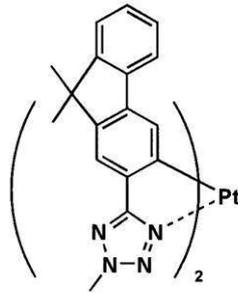


10

1-61

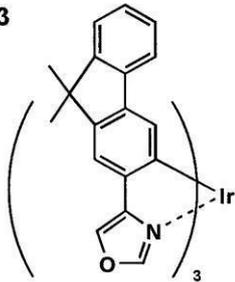


1-62

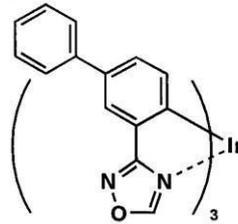


20

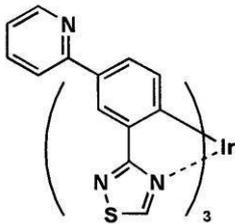
1-63



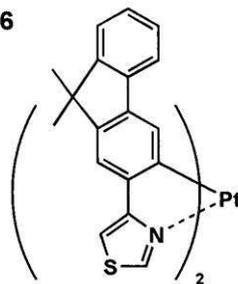
1-64



1-65



1-66

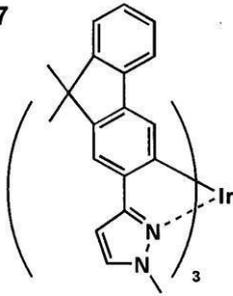


30

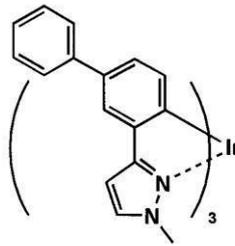
【 0 1 2 5 】

## 【化56】

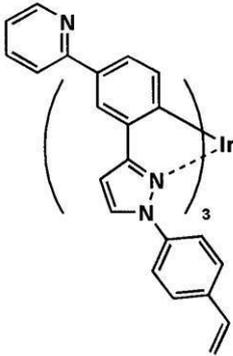
1-67



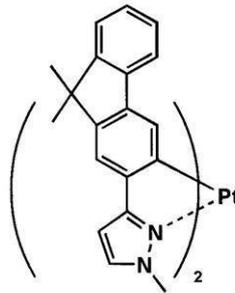
1-68



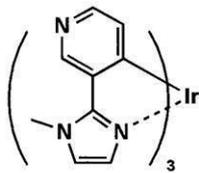
1-69



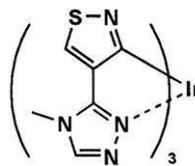
1-70



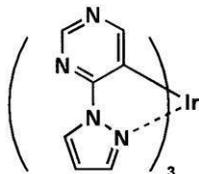
1-71



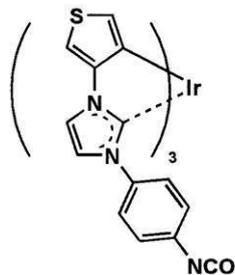
1-72



1-73



1-74



## 【0126】

(発光ホスト)

本発明に用いられるホスト化合物とは、発光層に含有される化合物の中で室温(25)においてリン光発光のリン光量子収率が、0.01未満の化合物を表す。

## 【0127】

本発明に係る化合物と併用してもよい発光ホストとしては構造的には特に制限はないが、代表的にはカルバゾール誘導体、トリアリールアミン誘導体、芳香族ボラン誘導体、含窒素複素環化合物、チオフェン誘導体、フラン誘導体、オリゴアリーレン化合物等の基本骨格を有するもの、またはカルボリン誘導体や該カルボリン誘導体のカルボリン環を構成する炭化水素環の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構造を有する誘導体等が挙げられる。中でも、カルバゾール誘導体、カルボリン誘導体や該カルボリン誘導体のカルボリン環を構成する炭化水素環の炭素原子の少なくとも一つが窒素原子で置

10

20

30

40

50

換されている環構造を有する誘導体が好ましく用いられる。

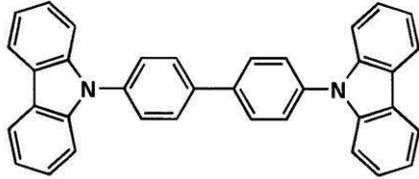
【 0 1 2 8 】

以下に、本発明に係る化合物と併用してもよい発光ホストの具体例を挙げるが、本発明はこれらに限定されない。これらの化合物は正孔阻止材料として使用することも好ましい。

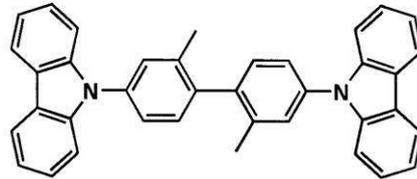
【 0 1 2 9 】

【 化 5 7 】

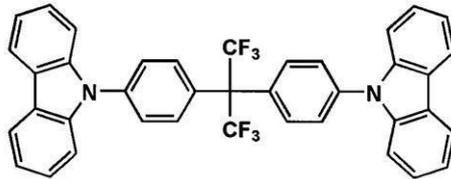
H1



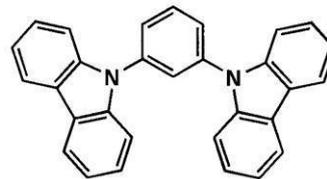
H2



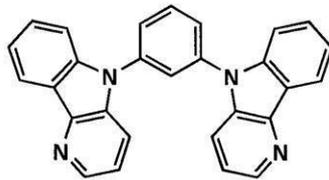
H3



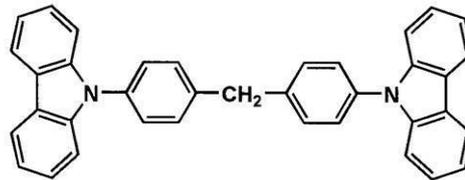
H4



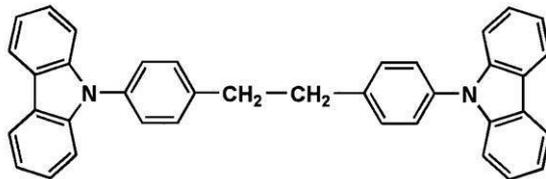
H5



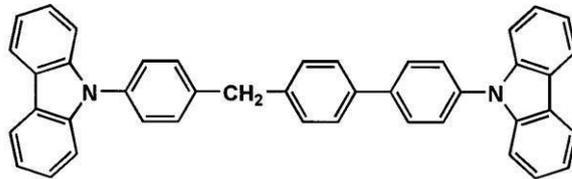
H6



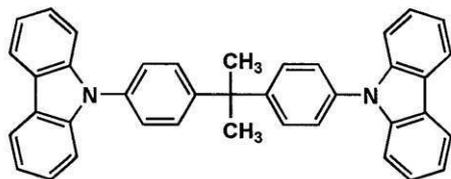
H7



H8



H9



【 0 1 3 0 】

10

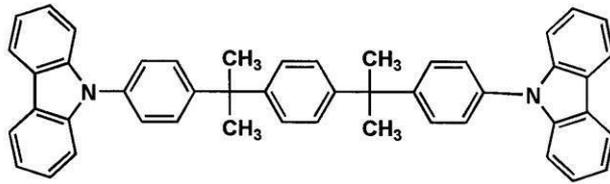
20

30

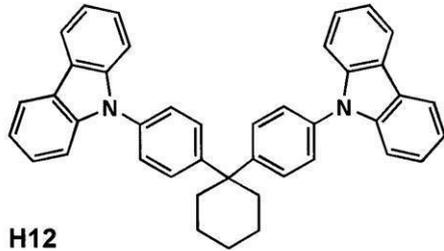
40

【化 5 8】

H10

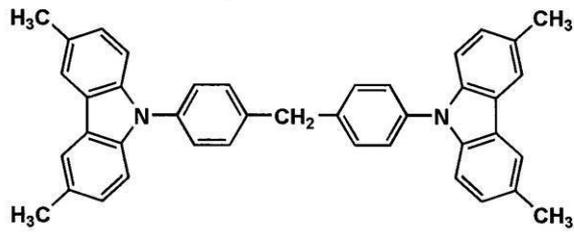


H11



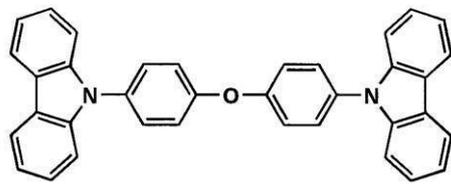
10

H12

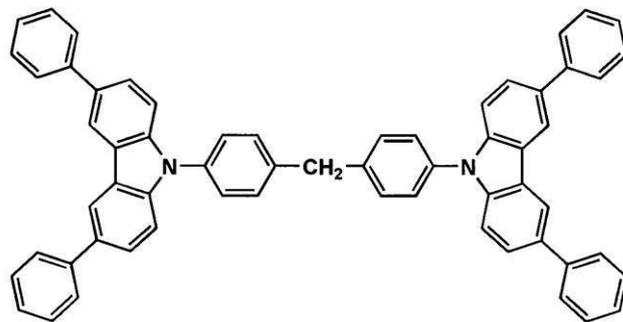


20

H13



H14



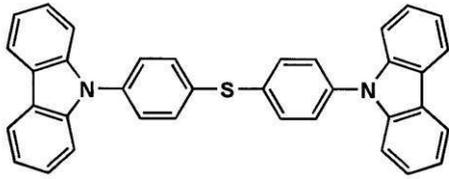
30

【 0 1 3 1 】

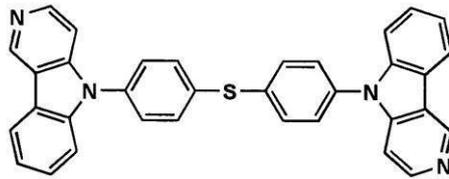
40

【化 5 9】

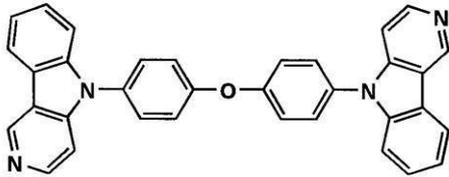
H15



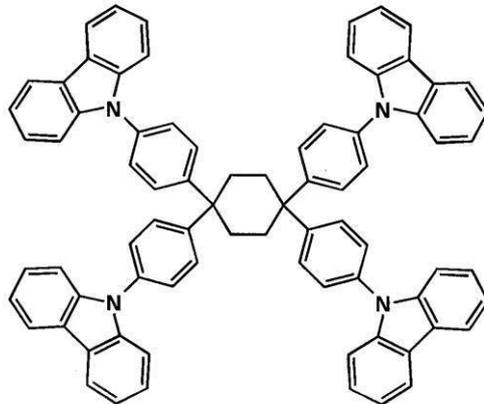
H16



H17

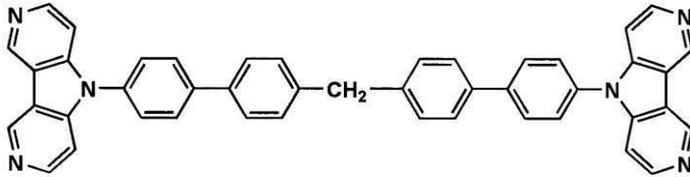


H18



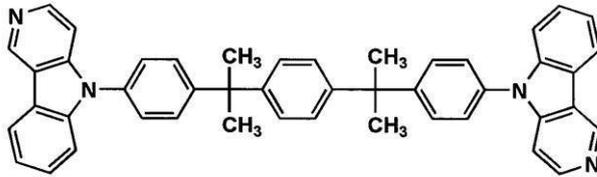
10

H19



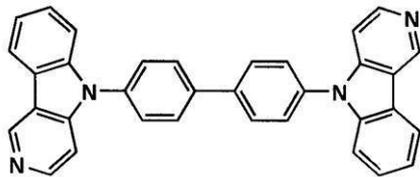
20

H20

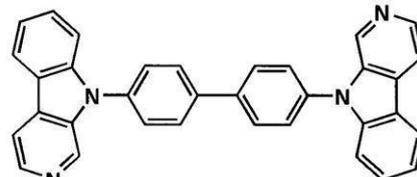


30

H21



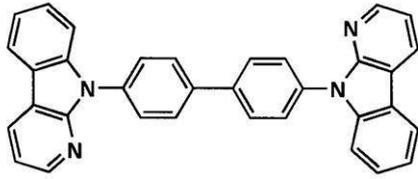
H22



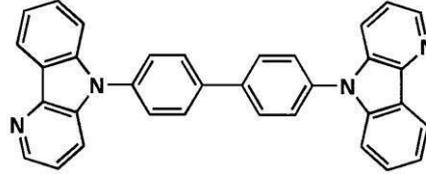
【 0 1 3 2 】

【化 6 0】

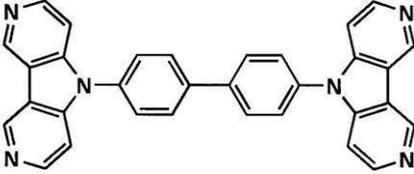
H23



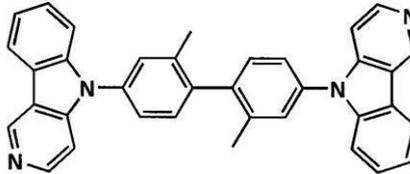
H24



H25

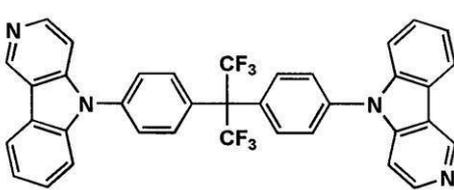


H26

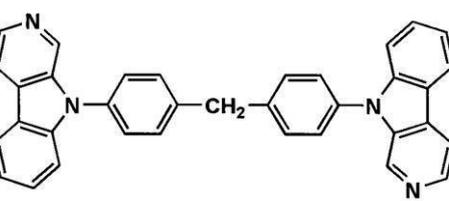


10

H27

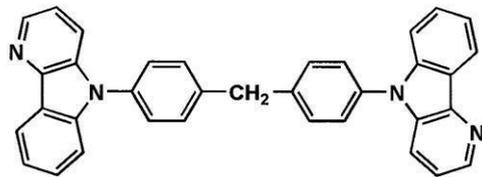


H28

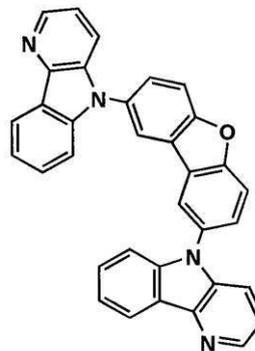


20

H29



H30



30

【 0 1 3 3】



、特開2002-308837号公報等。

【0138】

また、発光層はホスト化合物として更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。

【0139】

蛍光量子収率は、第4版実験化学講座7の分光II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。

10

【0140】

次に、代表的な有機EL素子の構成について述べる。

【0141】

《有機EL素子の構成層》

本発明の有機EL素子の構成層について説明する。

【0142】

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。

【0143】

20

- (i) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 正孔阻止層 / 電子輸送層 / 陰極
- (ii) 陽極 / 電子阻止層 / 発光層 / 正孔阻止層 / 電子輸送層 / 陰極
- (iii) 陽極 / 正孔輸送層 / 電子阻止層 / 発光層 / 正孔阻止層 / 電子輸送層 / 陰極
- (iv) 陽極 / 正孔輸送層 / 電子阻止層 / 発光層 / 正孔阻止層 / 電子輸送層 / 陰極
- (v) 陽極 / 正孔輸送層 / 電子阻止層 / 発光層 / 正孔阻止層 / 電子輸送層 / 陰極バッファ層 / 陰極
- (vi) 陽極 / 陽極バッファ層 / 正孔輸送層 / 電子阻止層 / 発光層 / 正孔阻止層 / 電子輸送層 / 陰極バッファ層 / 陰極
- (vii) 陽極 / 陽極バッファ層 / 正孔輸送層 / 電子阻止層 / 発光層 / 正孔阻止層 / 電子輸送層 / 陰極バッファ層 / 陰極

30

《阻止層(電子阻止層、正孔阻止層)》

本発明に係る阻止層(例えば、電子阻止層、正孔阻止層)について説明する。

【0144】

本発明においては、正孔阻止層に本発明に係る化合物を用いることが好ましく、特に好ましくは正孔阻止層に用いることである。

【0145】

本発明に係る化合物を正孔阻止層に含有させる場合、本発明に係る化合物を正孔阻止層の層構成成分として100質量%の状態に含有させてもよいし、他の有機化合物等と混合してもよい。

【0146】

40

本発明に係る阻止層の膜厚としては好ましくは3~100nmであり、更に好ましくは5~30nmである。

【0147】

《正孔阻止層》

正孔阻止層とは広い意味では電子輸送層の機能を有し、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。

【0148】

《電子阻止層》

一方、電子阻止層とは広い意味では正孔輸送層の機能を有し、正孔を輸送する機能を有

50

しつと電子を輸送する能力が著しく小さい材料からなり、正孔を輸送しつと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。また、後述する正孔輸送層の構成を必要に応じて電子阻止層として用いることができる。

【0149】

《正孔輸送層》

正孔輸送層とは正孔を輸送する機能を有する材料を含み、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。正孔輸送層は単層もしくは複数層設けることができる。

【0150】

正孔輸送材料としては特に制限はなく、従来、光導伝材料において正孔の電荷注入輸送材料として慣用されているものや、有機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。

10

【0151】

正孔輸送材料は正孔の注入もしくは輸送、電子の障壁性のいずれかを有するものであり、有機物、無機物のいずれであってもよい。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ズロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、アニリン系共重合体、また導電性高分子オリゴマー、特にチオフェンオリゴマー等が挙げられる。

【0152】

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。

20

【0153】

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、更には米国特許第5, 061, 569号明細書に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有するもの、例えば、4, 4 - ビス[N - (1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ]ビフェニル(NPD)、特開平4 - 308688号公報に記載されているトリフェニルアミンユニットが3つスターバースト型に連結された4, 4, 4 - トリス[N - (3 - メチルフェニル) - N - フェニルアミノ]トリフェニルアミン(MTDATA)等が挙げられる。

30

40

【0154】

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。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。

【0155】

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、スピコート法、キャス

50

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。

【0156】

《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。電子輸送層は単層もしくは複数層を設けることができる。

【0157】

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、下記の材料が知られている。

【0158】

更に、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。

【0159】

この電子輸送層に用いられる材料（以下、電子輸送材料と言う）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sid誘導体、ナフタレンベリレン等の複素環テトラカルボン酸無水物、カルボジイミド、フレオレニリデンメタン誘導体、アントラキノジメタン及びアントロン誘導体、オキサジアゾール誘導体、カルボリン誘導体、または該カルボリン誘導体のカルボリン環を構成する炭化水素環の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構造を有する誘導体等が挙げられる。

【0160】

更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、電子吸引性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。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。

【0161】

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(A1q)、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-ジプロモ-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)等、及びこれらの金属錯体の中心金属がIn、Mg、Cu、Ca、Sn、Gaまたは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。

【0162】

その他、メタルフリーもしくはメタルフタロシアニン、またはそれらの末端がアルキル基やスルホン酸基等で置換されているものも電子輸送材料として好ましく用いることができる。また、発光層の材料として例示したジスチリルピラジン誘導体も、電子輸送材料として用いることができるし、正孔注入層、正孔輸送層と同様にn型-Si、n型-SiC等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。

【0163】

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って

10

20

30

40

50

もよい。

【0164】

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について説明する。

【0165】

《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、上記の如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。

【0166】

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。

10

【0167】

陽極バッファ層（正孔注入層）は特開平9-45479号、同9-260062号、同8-288069号の各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。

【0168】

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

20

【0169】

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0.1～100nmの範囲が好ましい。

【0170】

この注入層は上記材料を、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。注入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。この注入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。

30

【0171】

《陽極》

本発明の有機EL素子に係る陽極としては、仕事関数の大きい（4eV以上）金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としては、Au等の金属、CuI、インジウムチンオキシド（ITO）、SnO<sub>2</sub>、ZnO等の導電性透明材料が挙げられる。また、IDIXO（In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-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。

【0172】

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（100μm以上程度）、上記電極物質の蒸着やスパッタリング時に所望の形状のマスクを介してパターンを形成してもよい。この陽極より発光を取り出す場合には、透過率を10%より大きくすることが望ましく、また陽極としてのシート抵抗は数百Ω以下が好ましい。更に膜厚は材料にもよるが、通常10～1000nm、好ましくは10～200nmの範囲で選ばれる。

40

【0173】

《陰極》

一方、本発明に係る陰極としては、仕事関数の小さい（4eV以下）金属（電子注入性

50

金属と称する)、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム - カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム / 銅混合物、マグネシウム / 銀混合物、マグネシウム / アルミニウム混合物、マグネシウム / インジウム混合物、アルミニウム / 酸化アルミニウム ( $Al_2O_3$ ) 混合物、インジウム、リチウム / アルミニウム混合物、希土類金属等が挙げられる。

【0174】

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 ( $Al_2O_3$ ) 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。

10

【0175】

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  $10 \sim 1000$  nm、好ましくは  $50 \sim 200$  nm の範囲で選ばれる。なお、発光を透過させるため、有機 EL 素子の陽極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。

【0176】

《基体(基板、基材、支持体等とも言う)》

20

本発明の有機 EL 素子に係る基体としては、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。

【0177】

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。

30

【0178】

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く、水蒸気透過率が  $0.01 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$  以下の高バリア性フィルムであることが好ましい。

【0179】

本発明の有機 EL 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  $\times 100$  である。

【0180】

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。

40

【0181】

照明用途で用いる場合には、発光ムラを低減させるために粗面加工したフィルム (アンチグレアフィルム等) を併用することもできる。

【0182】

多色表示装置として用いる場合は、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。

【0183】

《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 / 正孔注入層 / 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 / 陰極からなる有機 EL 素子の作製法に

50

ついて説明する。

【0184】

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薄膜を1 μm以下、好ましくは10 ~ 200 nm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正孔注入層、正孔輸送層、発光層、正孔阻止層、電子輸送層等の有機化合物を含有する薄膜を形成させる。

【0185】

この有機化合物を含有する薄膜の薄膜化の方法としては、スピコート法、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、且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コート法が特に好ましい。更に層毎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、一般にポート加熱温度50 ~ 450、真空度 $10^{-6} \sim 10^{-2}$  Pa、蒸着速度0.01 ~ 50 nm/秒、基板温度-50 ~ 300、膜厚0.1 ~ 5 μmの範囲で適宜選ぶことが望ましい。

【0186】

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 μm以下、好ましくは50 ~ 200 nmの範囲の膜厚になるように、例えば、蒸着やスパッタリング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構わない。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。

【0187】

《表示装置》

本発明の表示装置について説明する。本発明の表示装置は上記有機EL素子を有する。

【0188】

本発明の表示装置は単色でも多色でもよいが、ここでは多色表示装置について説明する。多色表示装置の場合は発光層形成時のみシャドーマスクを設け、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、印刷法等で膜を形成できる。

【0189】

発光層のみパターンニングを行う場合、その方法に限定はないが、好ましくは蒸着法、インクジェット法、印刷法である。蒸着法を用いる場合においては、シャドーマスクを用いたパターンニングが好ましい。

【0190】

また、作製順序を逆にして、陰極、電子輸送層、正孔阻止層、発光層、正孔輸送層、陽極の順に作製することも可能である。

【0191】

このようにして得られた多色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 ~ 40 V程度を印加すると発光が観測できる。また、逆の極性で電圧を印加しても電流は流れずに発光は全く生じない。更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。

【0192】

多色表示装置は表示デバイス、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素子を用いることによりフルカラーの表示が可能となる。

【0193】

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の駆動方式は、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

10

20

30

40

50

もよい。

【0194】

発光光源としては、家庭用照明、車内照明、時計や液晶用のバックライト、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。

【0195】

《照明装置》

本発明の照明装置について説明する。本発明の照明装置は上記有機EL素子を有する。

【0196】

本発明の有機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く、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、レーザー発振をさせることにより上記用途に使用してもよい。

10

【0197】

また、本発明の有機EL素子は照明用や露光光源のような一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の駆動方式は、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。または、異なる発光色を有する本発明の有機EL素子を2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。

20

【0198】

以下、本発明の有機EL素子を有する表示装置の一例を図面に基づいて説明する。

【0199】

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。

【0200】

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。制御部Bは表示部Aと電気的に接続され、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。

30

【0201】

図2は表示部Aの模式図である。

【0202】

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。

【0203】

図においては、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。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（詳細は図示していない）。

40

【0204】

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。

【0205】

次に、画素の発光プロセスを説明する。

50

## 【 0 2 0 6 】

図 3 は画素の模式図である。

## 【 0 2 0 7 】

画素は有機 E L 素子 1 0、スイッチングトランジスタ 1 1、駆動トランジスタ 1 2、コンデンサ 1 3 等を備えている。複数の画素に有機 E L 素子 1 0 として、赤色、緑色、青色発光の有機 E L 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。

## 【 0 2 0 8 】

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 1 1 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 1 1 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 1 1 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 1 3 と駆動トランジスタ 1 2 のゲートに伝達される。

10

## 【 0 2 0 9 】

画像データ信号の伝達により、コンデンサ 1 3 が画像データ信号の電位に応じて充電されるとともに、駆動トランジスタ 1 2 の駆動がオンする。駆動トランジスタ 1 2 は、ドレインが電源ライン 7 に接続され、ソースが有機 E L 素子 1 0 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 E L 素子 1 0 に電流が供給される。

## 【 0 2 1 0 】

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 1 1 の駆動がオフする。しかし、スイッチングトランジスタ 1 1 の駆動がオフしてもコンデンサ 1 3 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 1 2 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 E L 素子 1 0 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 1 2 が駆動して有機 E L 素子 1 0 が発光する。

20

## 【 0 2 1 1 】

即ち、有機 E L 素子 1 0 の発光は複数の画素それぞれの有機 E L 素子 1 0 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 1 1 と駆動トランジスタ 1 2 を設けて、複数の画素 3 それぞれの有機 E L 素子 1 0 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。

30

## 【 0 2 1 2 】

ここで、有機 E L 素子 1 0 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。また、コンデンサ 1 3 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。

## 【 0 2 1 3 】

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 E L 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。

40

## 【 0 2 1 4 】

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。

## 【 0 2 1 5 】

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。

## 【 0 2 1 6 】

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。

50

## 【0217】

また、本発明に係る化合物は照明装置として、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。

## 【0218】

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のいずれでもよいが、本発明に係る白色有機EL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ある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等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。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。

## 【0219】

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、本発明に係るリン光性化合物、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よい。

## 【0220】

このように、本発明に係る白色発光有機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。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】

## 【0221】

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。

## 【0222】

## 実施例1

## 《有機EL素子1-1の作製》

陽極としてガラス上にITOを150nm成膜した基板(NHテクノグラス製:NA-45)にパターンニングを行った後、このITO透明電極を設けた透明支持基板をisopro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分間行った。

## 【0223】

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つのタンタル製抵抗加熱ポートに-NPD、H-4、Ir-1、Ba1q、Alq<sub>3</sub>をそれぞれ入れ、真空蒸着装置(第1真空槽)に取り付けた。

## 【0224】

更に、タンタル製抵抗加熱ポートにフッ化リチウムをタングステン製抵抗加熱ポートにアルミニウムをそれぞれ入れ、真空蒸着装置の第2真空槽に取り付けた。

## 【0225】

まず、第1の真空槽を $4 \times 10^{-4}$ Paまで減圧した後、-NPDの入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1~0.2nm/秒で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。

## 【 0 2 2 6 】

更にH - 4の入った前記加熱ポートとIr - 1の入ったポートをそれぞれ独立に通電して、発光ホストであるH - 4と発光ドーパントであるIr - 1の蒸着速度が100 : 6になるように調節し、膜厚30 nmの厚さになるように蒸着し、発光層を設けた。

## 【 0 2 2 7 】

次いで、BAIqの入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1 ~ 0.2 nm / 秒で厚さ10 nmの正孔阻止層を設けた。更にAlq<sub>3</sub>の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1 ~ 0.2 nm / 秒で膜厚20 nmの電子輸送層を設けた。

## 【 0 2 2 8 】

次に、電子輸送層まで成膜した素子を真空のまま第2真空槽に移した後、電子輸送層の上にステンレス鋼製の長方形穴あきマスクが配置されるように装置外部からリモートコントロールして設置した。

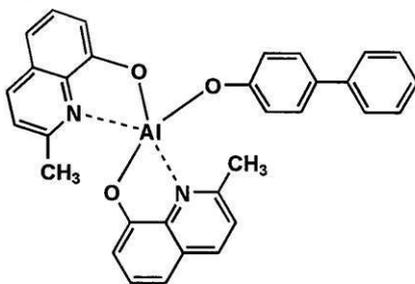
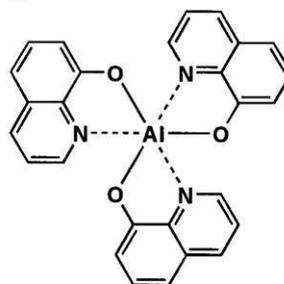
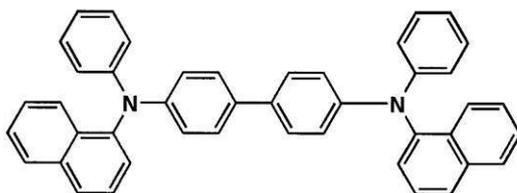
## 【 0 2 2 9 】

第2真空槽を $2 \times 10^{-4}$  Paまで減圧した後、フッ化リチウム入りのポートに通電して蒸着速度0.01 ~ 0.02 nm / 秒で膜厚0.5 nmの陰極バッファ層を設け、次いでアルミニウムの入ったポートに通電して、蒸着速度1 ~ 2 nm / 秒で膜厚150 nmの陰極を付け、有機EL素子1 - 1を作製した。

## 【 0 2 3 0 】

## 【 化 6 2 】

BAIq

Alq<sub>3</sub> $\alpha$ -NPD

## 【 0 2 3 1 】

《有機EL素子1 - 2 ~ 1 - 38の作製》

有機EL素子1 - 1の作製において、ホスト化合物のH - 4を表1に記載のホスト化合物に変更した以外は同様にして、有機EL素子1 - 2 ~ 1 - 38を作製した。

## 【 0 2 3 2 】

10

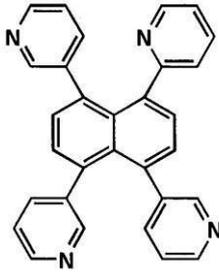
20

30

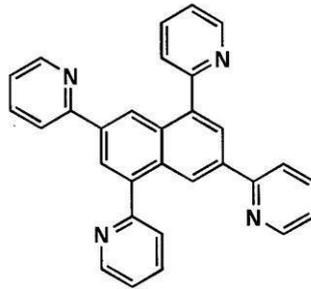
40

## 【化63】

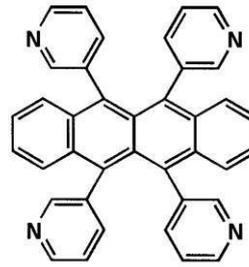
比較1



比較2

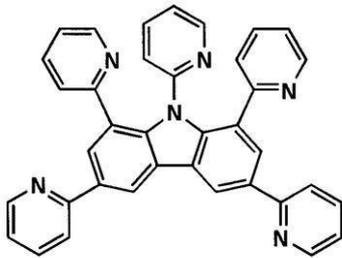


比較3



10

比較4



20

## 【0233】

## 《有機EL素子の評価》

得られた有機EL素子1-1~1-38を評価するに際しては、作製後の各有機EL素子の非発光面をガラスケースで覆い、厚み300 $\mu$ mのガラス基板を封止用基板として用いて、周囲にシール材として、エポキシ系光硬化型接着剤（東亜合成製ラックストラックLC0629B）を適用し、これを上記陰極上に重ねて前記透明支持基板と密着させ、ガラス基板側からUV光を照射して、硬化させて、封止して、図5、図6に示すような照明装置を形成して評価した。

## 【0234】

図5は照明装置の概略図を示し、有機EL素子101はガラスカバー102で覆われている（なお、ガラスカバーでの封止作業は、有機EL素子101を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の雰囲気下）で行った）。図6は照明装置の断面図を示し、図6において、105は陰極、106は有機EL層、107は透明電極付きガラス基板を示す。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。

30

## 【0235】

## （外部取り出し量子効率）

有機EL素子を室温（約23~25 $^{\circ}$ C）、2.5mA/cm<sup>2</sup>の定電流条件下による点灯を行い、点灯開始直後の発光輝度（L）[cd/m<sup>2</sup>]を測定することにより、外部取り出し量子効率（ $\eta_{\text{ext}}$ ）を算出した。ここで、発光輝度の測定はCS-1000（コニカミノルタセンシング製）を用いた。外部取り出し量子効率は有機EL素子1-1を100とする相対値で表した。

40

## 【0236】

## （駆動電圧）

有機EL素子を室温（約23~25 $^{\circ}$ C）、2.5mA/cm<sup>2</sup>の定電流条件下により駆動したときの電圧を各々測定し、測定結果を下記に示すように有機EL素子1-1（比較）を100として各々相対値で示した。

## 【0237】

$$\text{電圧} = (\text{各素子の駆動電圧} / \text{有機EL素子1-1の駆動電圧}) \times 100$$

なお、値が小さいほうが比較に対して駆動電圧が低いことを示す。

50

## 【 0 2 3 8 】

( 駆動電圧の経時変化 )

有機EL素子を室温下、 $2.5 \text{ mA/cm}^2$ の定電流条件下による連続点灯を行い、初期輝度の70%の輝度になった時の駆動電圧を各々測定した。測定結果は下記に示すように、有機EL素子1-1(比較)を100として各々相対値で示した。

## 【 0 2 3 9 】

$$\text{電圧} = (\text{各素子の駆動電圧} / \text{有機EL素子1-1の駆動電圧}) \times 100$$

## 【 0 2 4 0 】

## 【表1】

有機EL素子	ホスト化合物	外部取り出し量子効率	駆動電圧	駆動電圧( $\tau^{1/7}$ )	備 考
1-1	H-4	100	100	100	比 較
1-2	比較1	103	95	104	比 較
1-3	比較2	106	97	107	比 較
1-4	比較3	102	94	108	比 較
1-5	比較4	109	100	110	比 較
1-6	6	121	79	79	本発明
1-7	8	120	78	77	本発明
1-8	12	121	80	80	本発明
1-9	13	115	93	94	本発明
1-10	22	124	84	83	本発明
1-11	32	123	86	85	本発明
1-12	39	126	88	87	本発明
1-13	43	127	85	84	本発明
1-14	60	123	86	84	本発明
1-15	62	125	85	83	本発明
1-16	70	127	74	77	本発明
1-17	73	124	73	75	本発明
1-18	74	121	76	78	本発明
1-19	91	125	84	82	本発明
1-20	97	126	83	82	本発明
1-21	98	129	86	84	本発明
1-22	103	129	86	84	本発明
1-23	105	122	87	84	本発明
1-24	124	120	88	84	本発明
1-25	130	122	83	85	本発明
1-26	135	125	76	76	本発明
1-27	140	127	74	77	本発明
1-28	148	116	96	95	本発明
1-29	158	125	85	84	本発明
1-30	163	122	85	85	本発明
1-31	179	125	85	86	本発明
1-32	191	128	84	85	本発明
1-33	192	124	83	85	本発明
1-34	199	119	91	92	本発明
1-35	214	115	95	95	本発明
1-36	221	118	90	91	本発明
1-37	238	120	90	90	本発明
1-38	250	118	89	88	本発明

## 【 0 2 4 1 】

表1から、本発明に係る化合物を用いて作製した有機EL素子は、比較の有機EL素子に比べ、高い発光効率と駆動電圧の低下が達成できることが明らかである。

## 【 0 2 4 2 】

10

20

30

40

50

## 実施例 2

## 《有機 E L 素子 2 - 1 の作製》

陽極としてガラス上に I T O を 1 5 0 n m 成膜した基板 ( N H テクノグラス製 : N A - 4 5 ) にパターニングを行った後、この I T O 透明電極を設けた透明支持基板を i s o - 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、U V オゾン洗浄を 5 分間行った。

## 【 0 2 4 3 】

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 つのタンタル製抵抗加熱ポートに - N P D、H - 1、I r - 1 3、B A l q、A l q<sub>3</sub> をそれぞれ入れ、真空蒸着装置 ( 第 1 真空槽 ) に取り付けた。

10

## 【 0 2 4 4 】

更に、タンタル製抵抗加熱ポートにフッ化リチウムを、タングステン製抵抗加熱ポートにアルミニウムをそれぞれ入れ、真空蒸着装置の第 2 真空槽に取り付けた。

## 【 0 2 4 5 】

まず、第 1 の真空槽を  $4 \times 10^{-4}$  P a まで減圧した後、- N P D の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度 0 . 1 ~ 0 . 2 n m / 秒で透明支持基板に膜厚 2 0 n m の厚さになるように蒸着し、正孔注入 / 輸送層を設けた。

## 【 0 2 4 6 】

更に、H - 1 の入った前記加熱ポートと I r - 1 3 の入ったポートをそれぞれ独立に通電して発光ホストである H - 1 と発光ドーパントである I r - 1 3 の蒸着速度が 1 0 0 : 6 になるように調節し、膜厚 3 0 n m の厚さになるように蒸着し、発光層を設けた。

20

## 【 0 2 4 7 】

次いで、B A l q の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度 0 . 1 ~ 0 . 2 n m / 秒で厚さ 1 0 n m の正孔阻止層を設けた。更に A l q<sub>3</sub> の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度 0 . 1 ~ 0 . 2 n m / 秒で膜厚 2 0 n m の電子輸送層を設けた。

## 【 0 2 4 8 】

次に、電子輸送層まで成膜した素子を真空のまま第 2 真空槽に移した後、電子輸送層の上にステンレス鋼製の長方形穴あきマスクが配置されるように装置外部からリモートコントロールして設置した。

30

## 【 0 2 4 9 】

第 2 真空槽を  $2 \times 10^{-4}$  P a まで減圧した後、フッ化リチウム入りのポートに通電して蒸着速度 0 . 0 1 ~ 0 . 0 2 n m / 秒で膜厚 0 . 5 n m の陰極バッファ層を設け、次いでアルミニウムの入ったポートに通電して、蒸着速度 1 ~ 2 n m / 秒で膜厚 1 5 0 n m の陰極を付け、有機 E L 素子 2 - 1 を作製した。

## 【 0 2 5 0 】

## 《有機 E L 素子 2 - 2 ~ 2 - 3 8 の作製》

有機 E L 素子 2 - 1 の作製において、ホスト化合物の H - 1、正孔阻止化合物の B A l q をそれぞれ表 2 に記載の化合物に変更した以外は同様にして、有機 E L 素子 2 - 2 ~ 2 - 3 8 を作製した。

40

## 【 0 2 5 1 】

## 《有機 E L 素子の評価》

実施例 1 と同様の評価を行った。得られた結果を表 2 に示す。なお、有機 E L 素子 2 - 1 を 1 0 0 とした相対値で各々示している。

## 【 0 2 5 2 】

【表 2】

有機EL素子	ホスト化合物	正孔阻止化合物	外部取り出し量子効率	駆動電圧	駆動電圧 ( $\tau^{1/7}$ )	備考
2-1	H-1	BAlq	100	100	100	比較
2-2	H-1	比較1	104	95	106	比較
2-3	H-1	比較2	103	96	108	比較
2-4	H-1	比較3	103	97	112	比較
2-5	H-1	比較4	110	101	112	比較
2-6	H-1	4	121	79	79	本発明
2-7	H-1	6	122	75	76	本発明
2-8	H-4	8	120	79	79	本発明
2-9	H-1	18	115	93	94	本発明
2-10	H-4	24	125	83	83	本発明
2-11	H-1	31	126	84	85	本発明
2-12	H-2	37	124	86	84	本発明
2-13	H-4	43	127	87	83	本発明
2-14	H-2	52	127	88	86	本発明
2-15	H-9	59	123	86	82	本発明
2-16	H-32	71	127	76	76	本発明
2-17	H-32	73	125	78	78	本発明
2-18	H-4	74	122	76	75	本発明
2-19	H-32	85	115	93	94	本発明
2-20	H-9	88	127	88	87	本発明
2-21	H-31	94	124	87	86	本発明
2-22	H-4	107	128	88	87	本発明
2-23	H-4	113	125	84	82	本発明
2-24	H-1	120	121	89	88	本発明
2-25	H-1	124	125	82	83	本発明
2-26	H-32	134	126	78	77	本発明
2-27	H-4	140	127	74	78	本発明
2-28	H-4	156	124	88	87	本発明
2-29	H-1	159	123	85	83	本発明
2-30	H-32	169	123	84	86	本発明
2-31	H-1	175	126	87	87	本発明
2-32	H-1	186	127	83	83	本発明
2-33	H-31	191	126	82	85	本発明
2-34	H-1	200	118	95	93	本発明
2-35	H-32	205	115	93	95	本発明
2-36	H-32	221	117	91	92	本発明
2-37	H-1	245	119	91	93	本発明
2-38	H-4	257	115	90	91	本発明

## 【0253】

表 2 から、本発明に係る化合物を用いて作製した有機 EL 素子は、比較の有機 EL 素子に比べ、高い発光効率と駆動電圧の低下が達成できることが明らかである。

## 【0254】

10

20

30

40

50

また、発光ドーパントとしてIr-13の代わりにIr-1、Ir-9、1-8を使用し、本発明に係る化合物を正孔阻止材料とした場合にも、発光効率の向上、駆動電圧の低下が見られることが分かった。

【0255】

実施例3

《フルカラー表示装置の作製》

(青色発光素子の作製)

実施例2の有機EL素子2-6を青色発光素子として用いた。

【0256】

(緑色発光素子の作製)

実施例1の有機EL素子1-6を緑色発光素子として用いた。

(赤色発光素子の作製)

実施例2の有機EL素子2-1において、Ir-13をIr-9に変更した以外は同様にして、赤色発光素子を作製し、これを赤色発光素子として用いた。

【0257】

上記で作製した赤色、緑色、青色発光有機EL素子を同一基板上に並置し、図1に記載のような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た。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。

【0258】

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)。

【0259】

前記複数画素3は、それぞれの発光色に対応した有機EL素子、アクティブ素子であるスイッチングトランジスタと駆動トランジスタそれぞれが設けられたアクティブマトリクス方式で駆動されており、走査線5から走査信号が印加されるとデータ線6から画像データ信号を受け取り、受け取った画像データに応じて発光する。このように赤、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。

【0260】

このフルカラー表示装置は駆動することにより、輝度が高く、高耐久性を有し、且つ鮮明なフルカラー動画表示が得られることが分かった。

【0261】

実施例4

《白色発光素子及び白色照明装置の作製》

実施例1の透明電極基板の電極を20mm×20mmにパターンニングし、その上に実施例1と同様に正孔注入/輸送層として-NPDを25nmの厚さで成膜し、更にH-4の入った前記加熱ポートとIr-13の入ったポート及びIr-9の入ったポートをそれぞれ独立に通電して、発光ホストであるH-4と発光ドーパントであるIr-13及びIr-9の蒸着速度が100:5:0.6になるように調節し、膜厚30nmの厚さになるように蒸着し、発光層を設けた。

【0262】

次いで、例示化合物1を10nm成膜して正孔阻止層を設けた。更にAlq<sub>3</sub>を40nmで成膜し、電子輸送層を設けた。

【0263】

次に、実施例1と同様に電子注入層の上にステンレス鋼製の透明電極とほぼ同じ形状の正方形穴あきマスクを設置し、陰極バッファ層としてフッ化リチウム0.5nm及び陰極としてアルミニウム150nmを蒸着成膜した。

【0264】

この素子を実施例1と同様な方法及び同様な構造の封止缶を具備させ、図5、図6に示

10

20

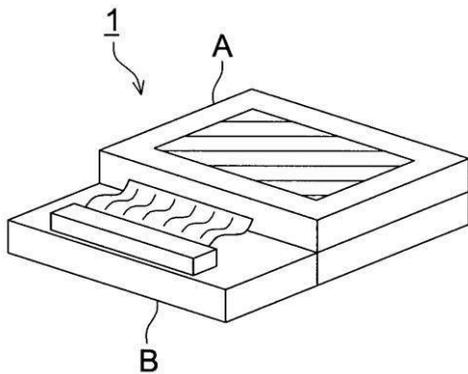
30

40

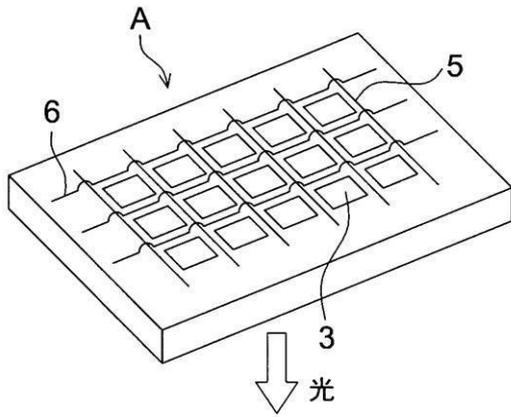
50

すような平面ランプを作製した。この平面ランプに通電したところほぼ白色の光が得られ、照明装置として使用できることが分かった。

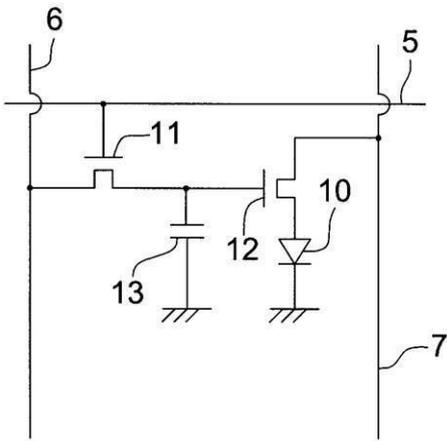
【図1】



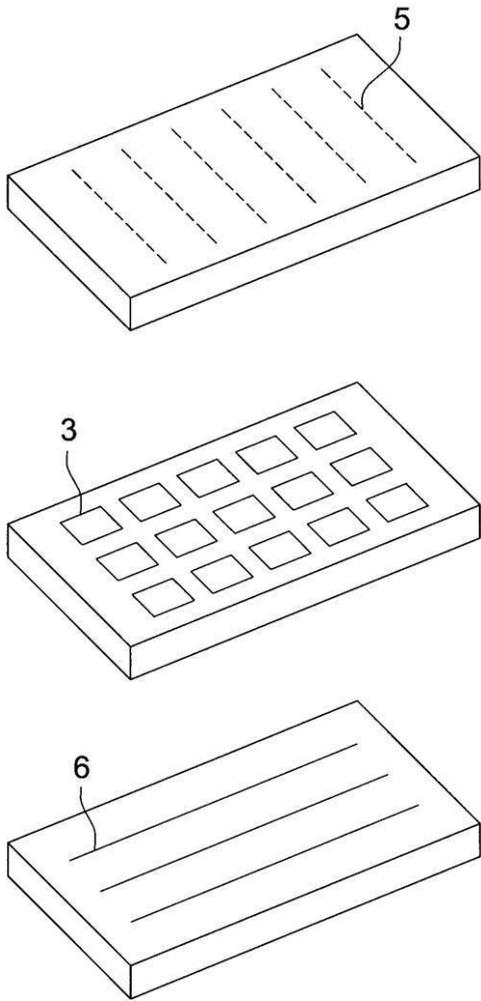
【図2】



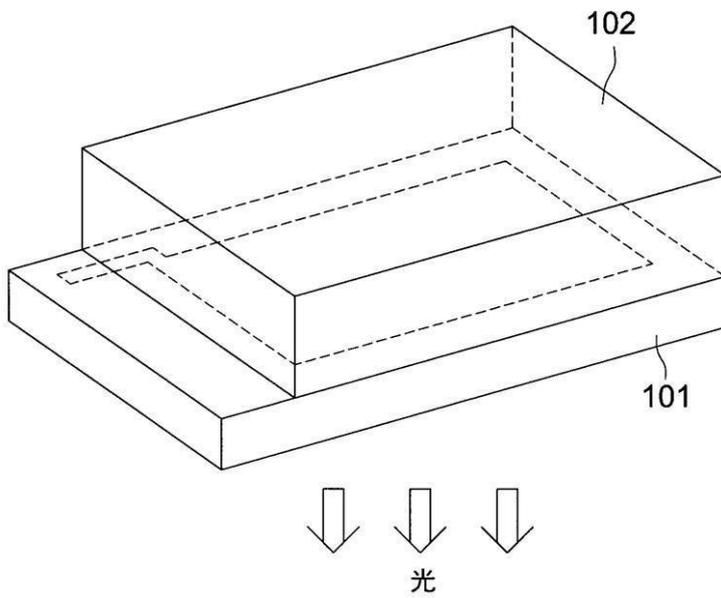
【図3】



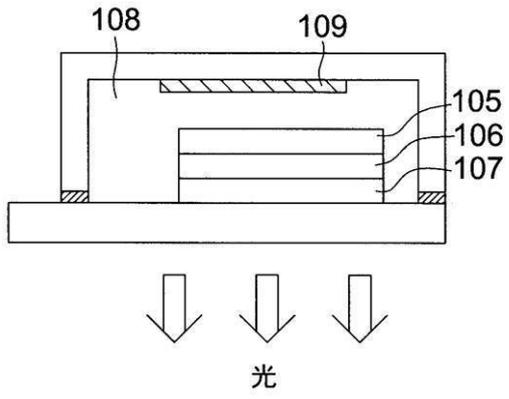
【 図 4 】



【 図 5 】



【図6】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
<i>C 0 7 D 401/14</i>	<i>(2006.01)</i>	C 0 7 D	409/14
<i>C 0 7 D 239/26</i>	<i>(2006.01)</i>	C 0 7 D	411/14
<i>C 0 7 D 251/20</i>	<i>(2006.01)</i>	C 0 7 D	401/14
<i>G 0 9 F 9/30</i>	<i>(2006.01)</i>	C 0 7 D	239/26
<i>H 0 1 L 27/32</i>	<i>(2006.01)</i>	C 0 7 D	251/20
<i>F 2 1 Y 105/00</i>	<i>(2006.01)</i>	G 0 9 F	9/30 3 6 5 Z
		F 2 1 Y	105:00 1 0 0

(56)参考文献 特開2005-093159(JP,A)  
 特開2005-268199(JP,A)  
 国際公開第2006/103909(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
 H 0 1 L 5 1 / 5 0 - 5 1 / 5 6  
 H 0 1 L 2 7 / 3 2  
 H 0 5 B 3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 8  
 C A p l u s ( S T N )  
 R E G I S T R Y ( S T N )