

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-111751

(P2018-111751A)

(43) 公開日 平成30年7月19日(2018.7.19)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
C09K 11/06	(2006.01)	C09K 11/06	6 4 5			3 K 1 0 7
C07D 403/10	(2006.01)	C07D 403/10				4 C 0 6 3
H01L 51/50	(2006.01)	H05B 33/14		B		

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 48 頁)

(21) 出願番号	特願2017-1676 (P2017-1676)	(71) 出願人	504145342
(22) 出願日	平成29年1月10日 (2017.1.10)		国立大学法人九州大学
特許法第30条第2項適用申請有り 平成28年12月30日 ウェブサイト http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/anie.201609459/abstract		(71) 出願人	516003621
			株式会社Kyulux
		(74) 代理人	110000109
			特許業務法人特許事務所サイクス
		(72) 発明者	サイ リンソン
			福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号
			国立大学法人九州大学内
		(72) 発明者	安達 千波矢
			福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号
			国立大学法人九州大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光材料、化合物および有機発光素子

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 深青色の発光効率が高い発光材料の提供。

【解決手段】 ベンゼン環の1位に、カルバゾール基がNで結合し、4位に、4, 6-位に置換/無置換のフェニル基の置換した1, 3, 5-トリアジンが2位で結合した発光材料。ベンゼン環の2位は置換/無置換のアルキル基、他は水素原子または置換基を表す。ただし、カルバゾールの2位~4位の少なくとも1つは置換/無置換のアルキル基であり、5位~7位の少なくとも1つは置換または無置換のアルキル基である。

【選択図】 なし

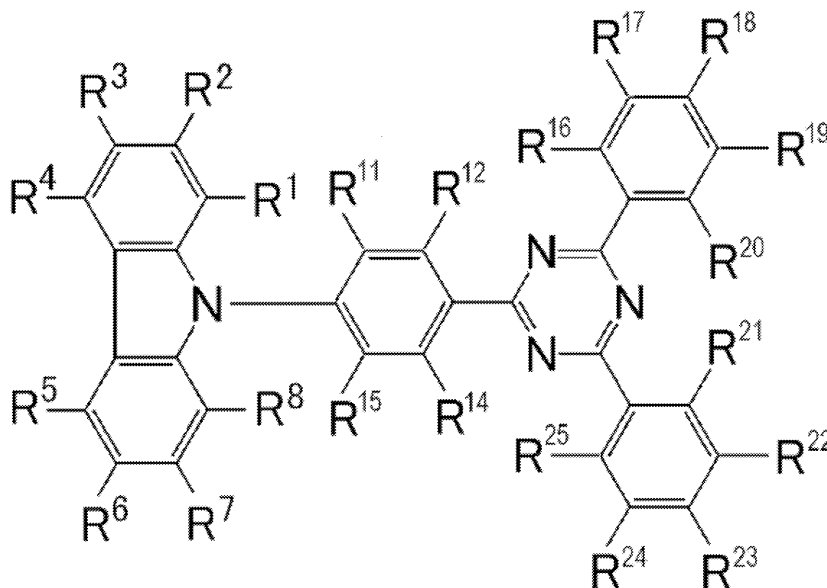
【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下記一般式（１）で表される化合物からなる発光材料。

【化 1】

一般式（１）



10

20

【一般式（１）において、 $R^1 \sim R^8$ 、 R^{12} および $R^{14} \sim R^{25}$ は各々独立に水素原子または置換基を表し、 R^{11} は置換もしくは無置換のアルキル基を表す。ただし、 $R^2 \sim R^4$ の少なくとも１つは置換もしくは無置換のアルキル基であり、 $R^5 \sim R^7$ の少なくとも１つは置換もしくは無置換のアルキル基である。】

【請求項 2】

前記一般式（１）の R^3 および R^6 の少なくとも一方が、置換もしくは無置換のアルキル基である、請求項 1 に記載の発光材料。

【請求項 3】

前記一般式（１）の $R^2 \sim R^4$ のうちの１つと $R^5 \sim R^7$ のうちの１つが、置換もしくは無置換のアルキル基である、請求項 1 または 2 に記載の発光材料。

30

【請求項 4】

前記一般式（１）の R^1 および R^8 の少なくとも一方が、水素原子である、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の発光材料。

【請求項 5】

前記一般式（１）の R^{12} 、 R^{14} 、 R^{15} の少なくとも１つが、置換もしくは無置換のアルキル基である、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の発光材料。

【請求項 6】

前記一般式（１）の R^{15} が置換もしくは無置換のアルキル基である、請求項 5 に記載の発光材料。

40

【請求項 7】

前記アルキル基が無置換のアルキル基である、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の発光材料。

【請求項 8】

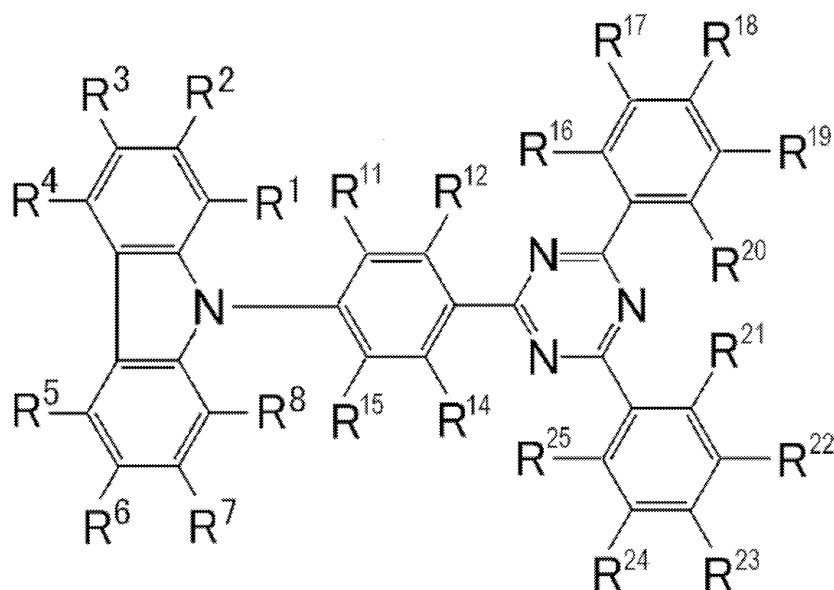
前記置換もしくは無置換のアルキル基におけるアルキル基の炭素数が 1 ～ 3 である、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の発光材料。

【請求項 9】

下記一般式（１）で表される化合物。

【化 2】

一般式 (1)



10

[一般式 (1) において、R¹ ~ R⁸、R¹² および R¹⁴ ~ R²⁵ は各々独立に水素原子または置換基を表し、R¹¹ は置換もしくは無置換のアルキル基を表す。ただし、R² ~ R⁴ の少なくとも1つは置換もしくは無置換のアルキル基であり、R⁵ ~ R⁷ の少なくとも1つは置換もしくは無置換のアルキル基である。]

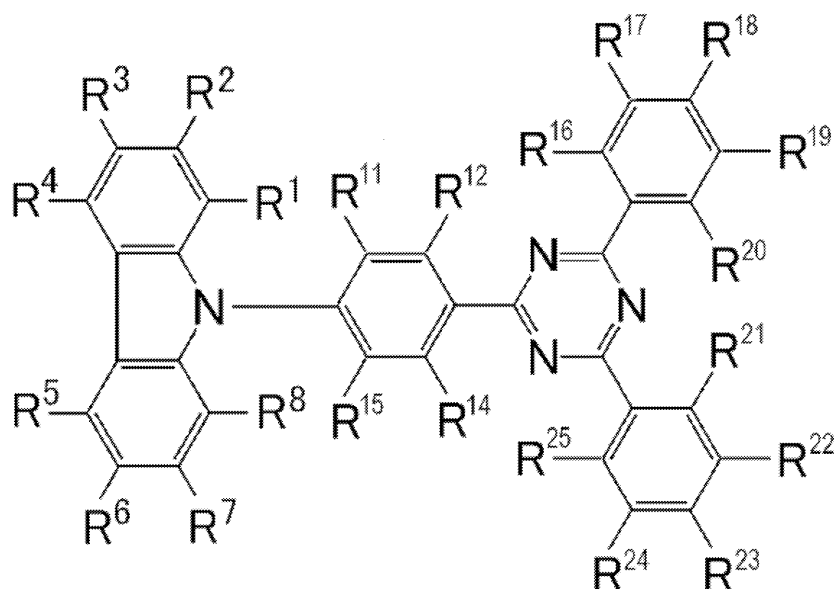
20

【請求項 10】

下記一般式 (1) で表される構造を有する遅延蛍光体。

【化 3】

一般式 (1)



30

40

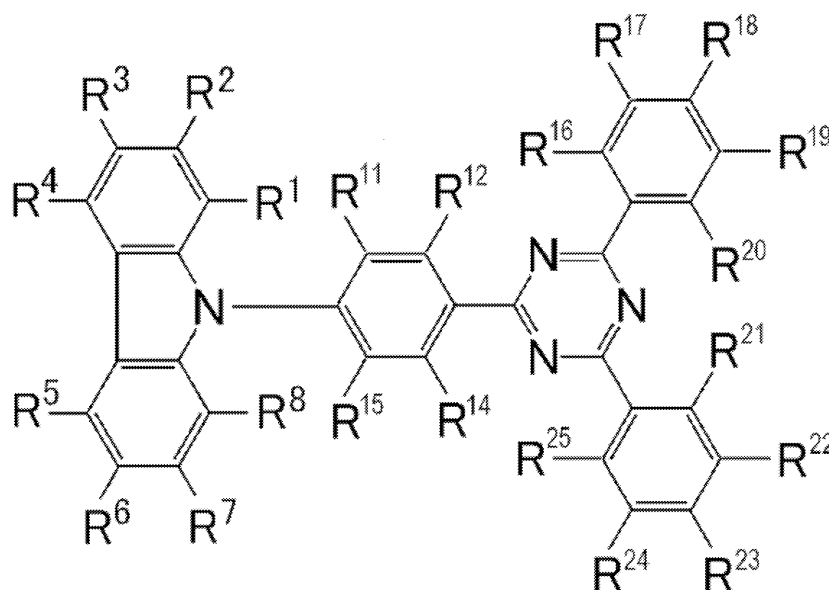
[一般式 (1) において、R¹ ~ R⁸、R¹² および R¹⁴ ~ R²⁵ は各々独立に水素原子または置換基を表し、R¹¹ は置換もしくは無置換のアルキル基を表す。ただし、R² ~ R⁴ の少なくとも1つは置換もしくは無置換のアルキル基であり、R⁵ ~ R⁷ の少なくとも1つは置換もしくは無置換のアルキル基である。]

【請求項 11】

下記一般式 (1) で表される化合物を含む発光層を基板上に有する有機発光素子。

【化 4】

一般式 (1)



10

【一般式 (1) において、R¹ ~ R⁸、R¹² および R¹⁴ ~ R²⁵ は各々独立に水素原子または置換基を表し、R¹¹ は置換もしくは無置換のアルキル基を表す。ただし、R² ~ R⁴ の少なくとも1つは置換もしくは無置換のアルキル基であり、R⁵ ~ R⁷ の少なくとも1つは置換もしくは無置換のアルキル基である。】

20

【請求項 12】

遅延蛍光を放射する、請求項 11 に記載の有機発光素子。

【請求項 13】

前記発光層にホスト材料を含む、請求項 11 または 12 に記載の有機発光素子。

【請求項 14】

前記発光層における一般式 (1) で表される化合物の含有量が 50 重量%未満である、請求項 11 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の有機発光素子。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光効率が高い発光材料と、それを用いた有機エレクトロルミネッセンス素子 (有機 EL 素子) 等の有機発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

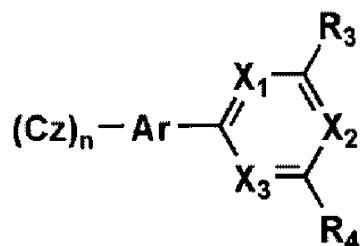
有機エレクトロルミネッセンス素子などの有機発光素子の発光効率を高める研究が盛んに行われている。特に、有機エレクトロルミネッセンス素子を構成する電子輸送材料、正孔輸送材料、発光材料などを新たに開発して組み合わせることにより、発光効率を高める工夫が種々なされてきている。その中には、カルバゾール構造や 2, 4, 6 - トリフェニル - 1, 3, 5 - トリアジン構造を含む化合物を利用した有機エレクトロルミネッセンス素子に関する研究も見受けられ、これまでにいくつかの提案がなされてきている。

40

【0003】

例えば、特許文献 1 には、下記の一般式で表される構造を有する化合物を有機エレクトロルミネッセンス素子の電子輸送層の電子輸送材料として用いることが記載されている。下記の一般式において、n は 1 または 2 であり、Ar はアリーレン基またはヘテロアリーレン基であり、R₃ および R₄ は水素原子またはアリール基であり、X₁ ~ X₃ は = C R - または = N - であり、R は水素原子または置換基であり、C₂ はカルバゾリル基であると規定されている。

【化 1】

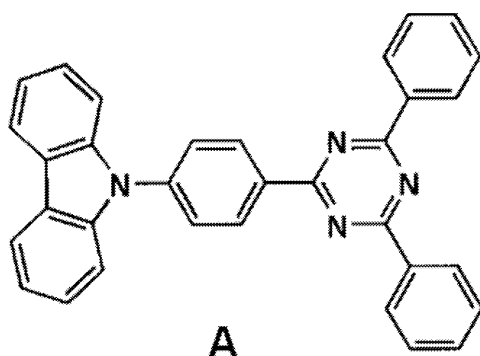


【 0 0 0 4】

上記一般式で表される化合物として、特許文献 1 には以下の構造を有する化合物 A が例示されており、該化合物を電子輸送層に用いた有機エレクトロルミネッセンス素子の実施例も記載されている。しかしながら、化合物 A のカルbazolリル基に置換基を導入した化合物については検討がなされていない。また、化合物 A の発光材料としての有用性についても特許文献 1 では検討されていない。

10

【化 2】



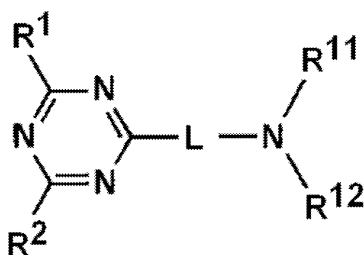
20

【 0 0 0 5】

特許文献 2 には、下記の一般式で表される構造を有する化合物が青色蛍光を発光することと、該化合物が発光素子材料として有用であることが記載されている。下記の一般式において、 R^{11} および R^{12} は水素原子、脂肪族炭化水素基、アリール基またはヘテロ環基であり、 R^1 および R^2 は水素原子またはアミノ基を含まない置換基であり、L は連結基であると規定されている。特許文献 2 には、上記の化合物 A を発光材料として用いた有機発光素子が青色蛍光を発光することが記載されている。しかしながら、特許文献 2 においても、化合物 A のカルbazolリル基に置換基を導入した化合物については検討がなされていない。

30

【化 3】

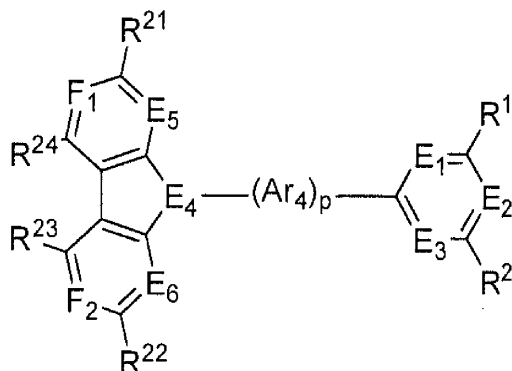


40

【 0 0 0 6】

特許文献 3 には、下記の一般式で表される構造を有する化合物が青色遅延蛍光を放射しうることと、該化合物が発光素子材料として有用であることが記載されている。しかしながら、特許文献 3 に記載される一般式は、極めて広範囲な化合物を包含するものであり、置換基と発光効率の関係や、置換基と発光色については、十分な検討がなされていない。

【化 4】



10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2009-21336号公報

【特許文献2】特開2002-193952号公報

【特許文献3】WO2015/175678号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0008】

上記のように、これまでも、カルバゾール構造と2,4,6-トリフェニル-1,3,5-トリアジン構造を含む化合物が有機EL素子の材料として提案されている。そして、特許文献2には、上記の化合物Aが青色蛍光を発光するものであることが記載されている。しかしながら、本発明者らが化合物Aについて、発光特性を評価したところ、発光特性は十分に満足しうるものではなく、より深い青色光を効率よく発光しうる発光材料を提供する必要があることが判明した。

そこで本発明者らは、カルバゾール構造と2,4,6-トリフェニル-1,3,5-トリアジン構造を含む化合物の置換基に着目し、その置換基の種類や置換位置を様々に変え、置換基の種類および置換位置と発光特性の関係について検討を行った。その結果、その置換基の種類および置換位置と発光特性には一定の関係があり、置換基の種類および置換位置を特定することにより、目的とする深青色での発光効率が顕著に高められる可能性があることを見出した。上記のように、特許文献1および2に記載されている、カルバゾール構造と2,4,6-トリフェニル-1,3,5-トリアジン構造を含む化合物は、置換基を有していない。また、特許文献3では、上記の一般式に包含される多数の化合物例について発光特性を評価しているものの、特定の置換基に着目し、その置換位置と発光効率および発光色の関係を検討したことは記載されていない。このため、これらの文献からは、置換基の種類および置換位置を特定することにより、深青色での発光効率が顕著に向上することは予測がつかない。

30

【0009】

このような状況下において本発明者らは、カルバゾール構造と2,4,6-トリフェニル-1,3,5-トリアジン構造を含む化合物について、さらに深青色光での発光効率を高めることを目指して研究を重ねた。そして、深青色で発光効率が高く、発光材料として有用な化合物の一般式を導きだし、深青色においても高い発光効率を得られる有機発光素子の構成を一般化することを目的として鋭意検討を進めた。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

鋭意検討を進めた結果、本発明者らは、カルバゾール構造と2,4,6-トリフェニル-1,3,5-トリアジン構造を含む化合物の特定の位置に、置換もしくは無置換のアルキル基を導入することにより、発光色が深い青色になり、その深青色で極めて高い発光効

50

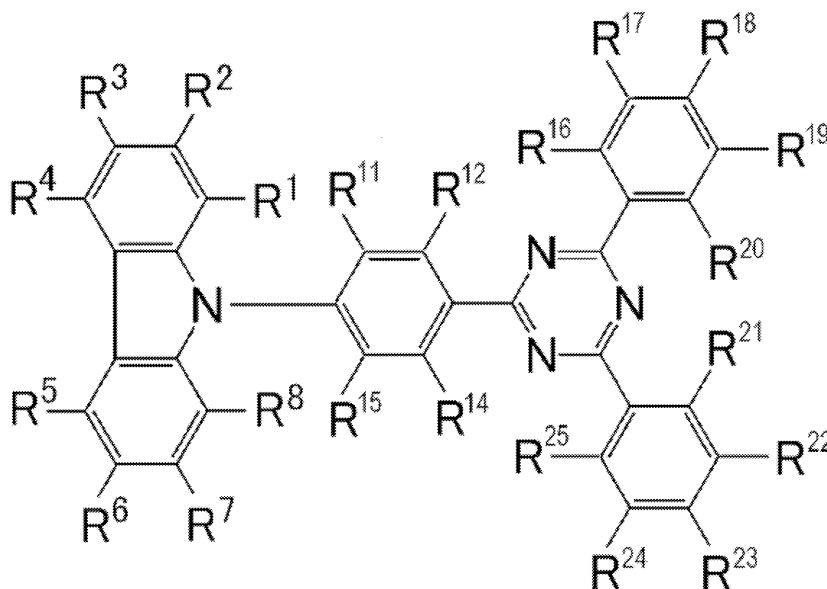
率が得られることを見出した。また、そのような化合物群の中に、遅延蛍光材料として有用なものがあることを見出し、発光効率が高い有機発光素子を安価に提供しうることを明らかにした。本発明は、このような知見に基づいて提案されたものであり、具体的に以下の構成を有する。

【 0 0 1 1 】

[1] 下記一般式 (1) で表される化合物からなる発光材料。

【 化 5 】

一般式 (1)



10

20

[一般式 (1) において、 $R^1 \sim R^8$ 、 R^{12} および $R^{14} \sim R^{25}$ は各々独立に水素原子または置換基を表し、 R^{11} は置換もしくは無置換のアルキル基を表す。ただし、 $R^2 \sim R^4$ の少なくとも1つは置換もしくは無置換のアルキル基であり、 $R^5 \sim R^7$ の少なくとも1つは置換もしくは無置換のアルキル基である。]

[2] 前記一般式 (1) の R^3 および R^6 の少なくとも一方が、置換もしくは無置換のアルキル基である、[1] に記載の発光材料。

30

[3] 前記一般式 (1) の $R^2 \sim R^4$ のうちの1つと $R^5 \sim R^7$ のうちの1つが、置換もしくは無置換のアルキル基である、[1] または [2] に記載の発光材料。

[4] 前記一般式 (1) の R^1 および R^8 の少なくとも一方が、水素原子である、[1] ~ [3] のいずれか1項に記載の発光材料。

[5] 前記一般式 (1) の R^{12} 、 R^{14} 、 R^{15} の少なくとも1つが、置換もしくは無置換のアルキル基である、[1] ~ [4] のいずれか1項に記載の発光材料。

[6] 前記一般式 (1) の R^{15} が置換もしくは無置換のアルキル基である、[5] に記載の発光材料。

[7] 前記アルキル基が無置換のアルキル基である、[1] ~ [6] のいずれか1項に記載の発光材料。

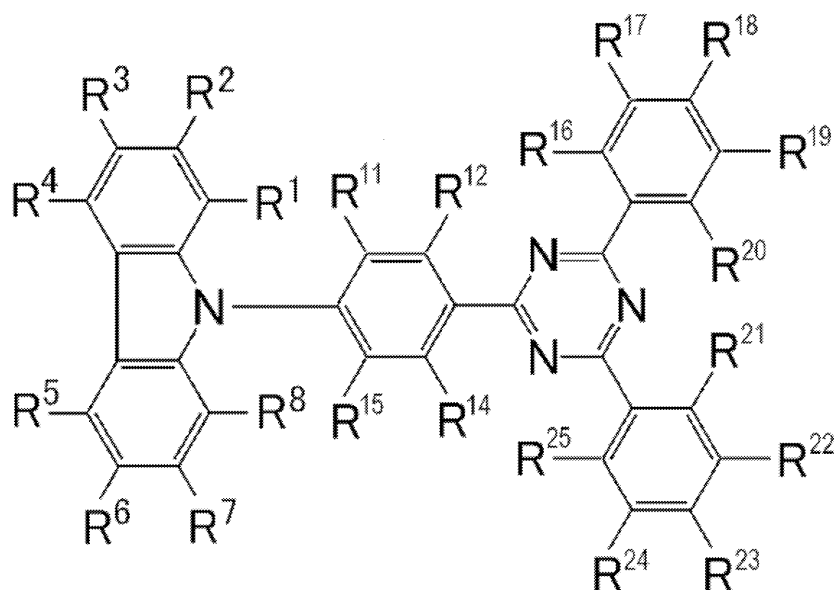
40

[8] 前記置換もしくは無置換のアルキル基におけるアルキル基の炭素数が1 ~ 3である、[1] ~ [7] のいずれか1項に記載の発光材料。

[9] 下記一般式 (1) で表される化合物。

【化 6】

一般式 (1)



10

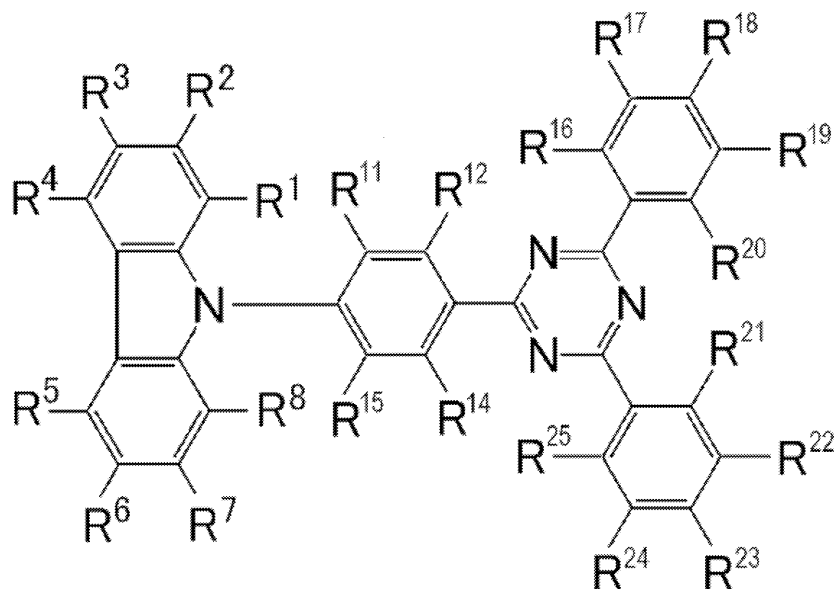
[一般式 (1) において、R¹ ~ R⁸、R¹² および R¹⁴ ~ R²⁵ は各々独立に水素原子または置換基を表し、R¹¹ は置換もしくは無置換のアルキル基を表す。ただし、R² ~ R⁴ の少なくとも1つは置換もしくは無置換のアルキル基であり、R⁵ ~ R⁷ の少なくとも1つは置換もしくは無置換のアルキル基である。]

20

[10] 下記一般式 (1) で表される構造を有する遅延蛍光体。

【化 7】

一般式 (1)



30

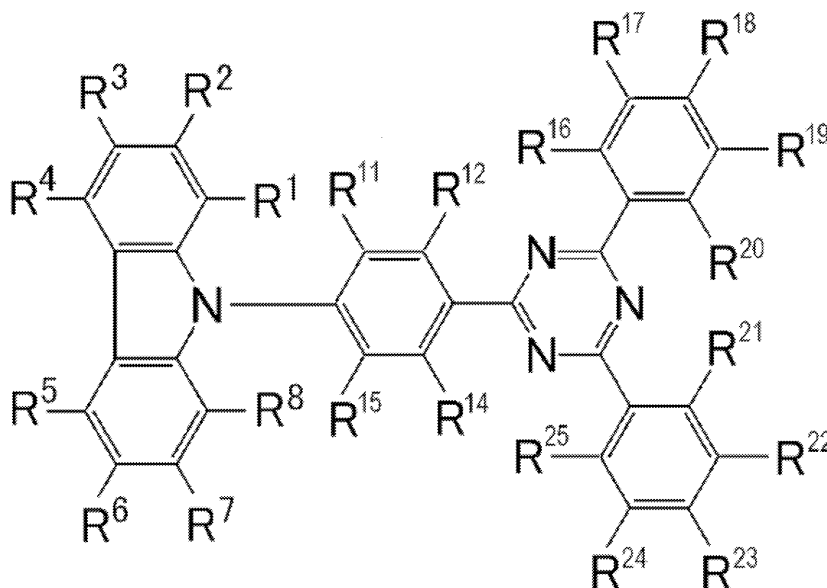
40

[一般式 (1) において、R¹ ~ R⁸、R¹² および R¹⁴ ~ R²⁵ は各々独立に水素原子または置換基を表し、R¹¹ は置換もしくは無置換のアルキル基を表す。ただし、R² ~ R⁴ の少なくとも1つは置換もしくは無置換のアルキル基であり、R⁵ ~ R⁷ の少なくとも1つは置換もしくは無置換のアルキル基である。]

[11] 下記一般式 (1) で表される化合物を含む発光層を基板上に有する有機発光素子。

【化 8】

一般式 (1)



10

[一般式 (1) において、R¹ ~ R⁸、R¹¹ および R¹⁴ ~ R²⁵ は各々独立に水素原子または置換基を表し、R¹¹ は置換もしくは無置換のアルキル基を表す。ただし、R² ~ R⁴ の少なくとも1つは置換もしくは無置換のアルキル基であり、R⁵ ~ R⁷ の少なくとも1つは置換もしくは無置換のアルキル基である。]

20

[12] 遅延蛍光を放射する、[11] に記載の有機発光素子。

[13] 前記発光層にホスト材料を含む、[11] または [12] に記載の有機発光素子。

[14] 前記発光層における一般式 (1) で表される化合物の含有量が50重量%未満である、[11] ~ [13] のいずれか1項に記載の有機発光素子。

【発明の効果】

【0012】

本発明の化合物は、深青色で発光効率が高く、発光材料として有用である。また、本発明の化合物の中には遅延蛍光を放射するものが含まれている。本発明の化合物を発光材料として用いた有機発光素子は、高い発光効率を実現しうる。

30

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】有機エレクトロルミネッセンス素子の層構成例を示す概略断面図である。

【図2】化合物1、2および比較化合物1、2の紫外可視吸収スペクトル、発光スペクトルおよび燐光スペクトルである。

【図3】化合物1、2および比較化合物1、2をそれぞれドーブした各ドーブ膜の発光の過渡減衰曲線である。

【図4】素子1、2および比較素子1、2の発光スペクトルである。

40

【図5】素子1、2および比較素子1、2の外部量子効率 - 電流密度特性を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下において、本発明の内容について詳細に説明する。以下に記載する構成要件の説明は、本発明の代表的な実施態様や具体例に基づいてなされることがあるが、本発明はそのような実施態様や具体例に限定されるものではない。なお、本明細書において「~」を用いて表される数値範囲は、「~」の前後に記載される数値を下限値および上限値として含む範囲を意味する。また、本発明に用いられる化合物の分子内に存在する水素原子の同位体種は特に限定されず、例えば分子内の水素原子がすべて¹Hであってもよいし、一部ま

50

たは全部が ^2H (デューテリウム D) であってもよい。

本明細書における「電子供与基」とはハメットの ρ 値が負である置換基を意味する。ハメットの ρ 値に関する説明と各置換基の数値については、Hansch, C. et al., Chem. Rev., 91, 165-195 (1991) の ρ 値に関する記載を参照することができる。

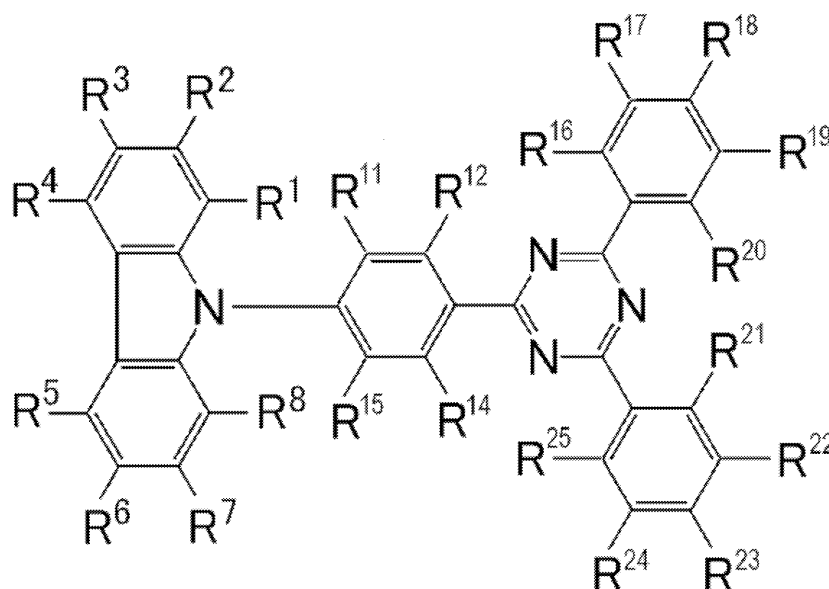
【0015】

[一般式(1)で表される化合物]

本発明の発光材料は、下記一般式(1)で表される化合物からなることを特徴とする。

【化9】

一般式(1)



10

20

【0016】

一般式(1)において、 $R^1 \sim R^8$ 、 R^{11} および $R^{14} \sim R^{25}$ は各々独立に水素原子または置換基を表し、 R^{11} は置換もしくは無置換のアルキル基を表す。ただし、 $R^2 \sim R^4$ の少なくとも1つは置換もしくは無置換のアルキル基であり、 $R^5 \sim R^7$ の少なくとも1つは置換もしくは無置換のアルキル基である。 $R^1 \sim R^8$ 、 R^{11} 、 R^{12} および $R^{14} \sim R^{25}$ のうち、上記の置換もしくは無置換のアルキル基を含めた複数の置換基は互いに同一であっても異なってもよい。

30

【0017】

$R^2 \sim R^4$ のうち、置換もしくは無置換のアルキル基であるものの数は1つのみであってもよいし、2つ以上であってもよいが、 $R^2 \sim R^4$ のうちの1つまたは2つが置換もしくは無置換のアルキル基であることが好ましい。 $R^2 \sim R^4$ の中では、少なくとも R^3 が置換もしくは無置換のアルキル基であることが好ましい。すなわち、 $R^2 \sim R^4$ のうち、置換もしくは無置換のアルキル基であるものが1つのみであるときは、 R^3 が置換もしくは無置換のアルキル基であることが好ましい。 $R^2 \sim R^4$ のうち、置換もしくは無置換のアルキル基であるものが2つであるときは、 R^2 と R^3 、 R^2 と R^4 、 R^3 と R^4 のいずれの組み合わせが置換もしくは無置換のアルキル基であってもよいが、 R^2 と R^3 が置換もしくは無置換のアルキル基であるか、 R^3 と R^4 が置換もしくは無置換のアルキル基であることが好ましい。また、 $R^2 \sim R^4$ の全てが置換もしくは無置換のアルキル基であってもよい。

40

$R^5 \sim R^7$ のうち、置換もしくは無置換のアルキル基であるものの数は1つのみであってもよいし、2つ以上であってもよいが、 $R^5 \sim R^7$ のうちの1つまたは2つが置換もしくは無置換のアルキル基であることが好ましい。 $R^5 \sim R^7$ の中では、少なくとも R^6 が置換もしくは無置換のアルキル基であることが好ましい。すなわち、 $R^5 \sim R^7$ のうち、置換もしくは無置換のアルキル基であるものが1つのみであるときは、 R^6 が置換もしくは無置換のアルキル基であることが好ましい。 $R^5 \sim R^7$ のうち、置換もしくは無置換の

50

アルキル基であるものが2つであるときは、 R^5 と R^6 、 R^5 と R^7 、 R^6 と R^7 のいずれの組み合わせが置換もしくは無置換のアルキル基であってもよいが、 R^5 と R^6 が置換もしくは無置換のアルキル基であるか、 R^6 と R^7 が置換もしくは無置換のアルキル基であることが好ましい。また、 $R^5 \sim R^7$ の全てが置換もしくは無置換のアルキル基であってもよい。

$R^2 \sim R^4$ のうちの置換もしくは無置換のアルキル基であるものの数と、 $R^5 \sim R^7$ のうちの置換もしくは無置換のアルキル基であるものの数は同じであっても異なってもよいが、同じであることが好ましい。

【0018】

$R^2 \sim R^4$ および $R^5 \sim R^7$ のうち、置換もしくは無置換のアルキル基でないものは、水素原子であってもよいし、置換基であってもよい。また、 R^1 および R^8 は水素原子であっても置換基であってもよいが、アルキル基のような電子供与基ではないことが好ましく、水素原子であることがより好ましい。これにより、 R^1 および R^8 の電子供与性によって、一般式(1)で表される化合物のHOMO準位が高くなることが回避され、HOMO-LUMO間のギャップを広くして、発光色をより深い青色にし易くなる。

【0019】

R^{11} は置換もしくは無置換のアルキル基を表す。 R^{11} が置換もしくは無置換のアルキル基であることにより、一般式(1)で表される化合物の最低励起一重項エネルギー E_{S1} と最低励起三重項エネルギー準位 E_{T1} との差 E_{ST} が小さくなる傾向があり、高い発光効率を得ることができる。

【0020】

R^{12} および $R^{14} \sim R^{25}$ は、水素原子であっても置換基であってもよいが、 R^{12} 、 R^{14} 、 R^{15} は、水素原子または置換もしくは無置換のアルキル基であることが好ましく、 R^{12} 、 R^{14} 、 R^{15} のうちの少なくとも R^{15} が置換もしくは無置換のアルキル基であることがより好ましい。具体的には、 R^{15} が置換もしくは無置換のアルキル基であるか、 R^{12} と R^{15} または R^{14} と R^{15} が置換もしくは無置換のアルキル基であるか、 R^{12} 、 R^{14} 、 R^{15} の全てが置換もしくは無置換のアルキル基であることが好ましい。 R^{12} 、 R^{14} 、 R^{15} のうちの少なくとも R^{15} が置換もしくは無置換のアルキル基であることにより、一般式(1)で表される化合物の E_{ST} がより小さくなる傾向がある。

【0021】

R^{11} が表す置換もしくは無置換のアルキル基、 $R^2 \sim R^4$ の少なくとも1つが表す置換もしくは無置換のアルキル基、および $R^5 \sim R^7$ の少なくとも1つが表す置換もしくは無置換のアルキル基におけるアルキル基は、直鎖状、分枝状、環状のいずれであってもよい。アルキル基の好ましい炭素数は1～6であり、より好ましくは1～3であり、さらに好ましくは1または2である。アルキル基の具体例として、メチル基、エチル基、n-プロピル基、イソプロピル基などを挙げることができる。アルキル基は、置換基で置換されていても無置換であってもよいが、無置換であることが好ましい。アルキル基に置換可能な基の好ましい範囲と具体例については、 $R^1 \sim R^8$ 等がとりうる置換基の説明と好ましい範囲を参照することができ、このうち、アルコキシ基であることが好ましい。

また、 R^{11} が表す置換もしくは無置換のアルキル基、 $R^2 \sim R^4$ の少なくとも1つが表す置換もしくは無置換のアルキル基、および $R^5 \sim R^7$ の少なくとも1つが表す置換もしくは無置換のアルキル基は、互いに同一であっても異なってもよいが、 R^3 と R^6 の両方、 R^{12} と R^{14} の両方、 R^{15} が置換もしくは無置換のアルキル基を表すときは、それらが表す置換もしくは無置換のアルキル基は、 R^3 と R^6 で同一であることが好ましく、 R^{12} と R^{14} で同一であることが好ましく、 R^{11} と R^{15} で同一であることが好ましい。

【0022】

$R^1 \sim R^8$ 、 R^{12} および $R^{14} \sim R^{25}$ がとりうる置換基として、例えばヒドロキシ基、ハロゲン原子、炭素数1～20のアルキル基、炭素数1～20のアルコキシ基、炭素

10

20

30

40

50

数 1 ~ 20 のアルキルチオ基、炭素数 1 ~ 20 のアルキル置換アミノ基、炭素数 1 ~ 20 のアリール置換アミノ基、炭素数 6 ~ 40 のアリール基、炭素数 3 ~ 40 のヘテロアリール基、炭素数 2 ~ 10 のアルケニル基、炭素数 2 ~ 10 のアルキニル基、炭素数 2 ~ 20 のアルキルアミド基、炭素数 7 ~ 21 のアリールアミド基、炭素数 3 ~ 20 のトリアルキルシリル基等が挙げられる。これらの具体例のうち、さらに置換基により置換可能なものは置換されていてもよい。より好ましい置換基は、炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、炭素数 1 ~ 20 のアルコキシ基、炭素数 1 ~ 20 のアルキルチオ基、炭素数 1 ~ 20 のアルキル置換アミノ基、炭素数 1 ~ 20 のアリール置換アミノ基、炭素数 6 ~ 40 のアリール基、炭素数 3 ~ 40 のヘテロアリール基である。

【0023】

10

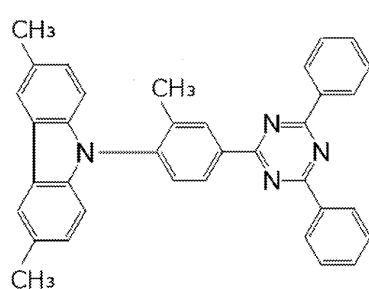
また、一般式 (1) で表される化合物は線対称構造をとっていることも好ましい。すなわち、 R^1 と R^8 、 R^2 と R^7 、 R^3 と R^6 、 R^4 と R^5 、 R^{11} と R^{15} 、 R^{12} と R^{14} 、 R^{16} と R^{25} 、 R^{17} と R^{24} 、 R^{18} と R^{23} 、 R^{19} と R^{22} 、 R^{20} と R^{21} は、それぞれ同一であることが好ましい。

【0024】

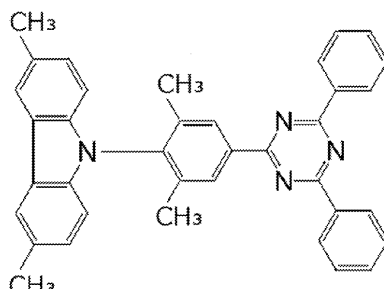
以下において、一般式 (1) で表される化合物の具体例を例示する。ただし、本発明において用いることができる一般式 (1) で表される化合物はこれらの具体例によって限定的に解釈されるべきものではない。

【化10】

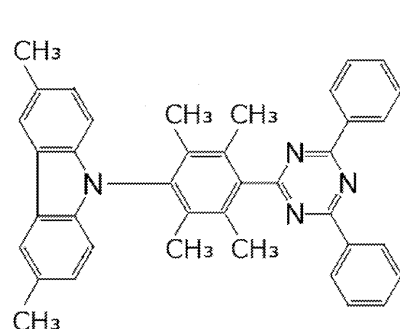
20



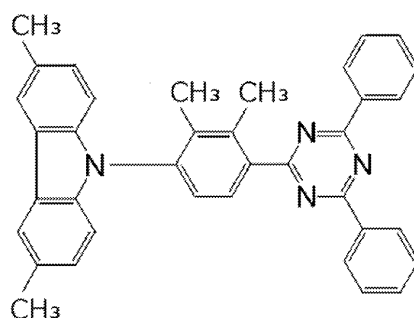
化合物 1



化合物 2



化合物 3



化合物 4

30

【0025】

40

一般式 (1) で表される化合物の分子量は、例えば一般式 (1) で表される化合物を含む有機層を蒸着法により製膜して利用することを意図する場合には、1500 以下であることが好ましく、1200 以下であることがより好ましく、1000 以下であることがさらに好ましく、900 以下であることがさらに好ましい。分子量の下限値は、一般式 (1) で表される最小化合物の分子量である。

一般式 (1) で表される化合物は、分子量にかかわらず塗布法で成膜してもよい。塗布法を用いれば、分子量が比較的大きな化合物であっても成膜することが可能である。

【0026】

本発明を応用して、分子内に一般式 (1) で表される構造を複数個含む化合物を、発光材料として用いることも考えられる。

50

例えば、一般式(1)で表される構造中にあらかじめ重合性基を存在させておいて、その重合性基を重合させることによって得られる重合体を、発光材料として用いることが考えられる。具体的には、一般式(1)の $R^1 \sim R^8$ 、 R^{11} 、 R^{12} および $R^{14} \sim R^{25}$ のいずれかに重合性官能基を含むモノマーを用意して、これを単独で重合させるか、他のモノマーとともに共重合させることにより、繰り返し単位を有する重合体を得て、その重合体を発光材料として用いることが考えられる。あるいは、一般式(1)で表される構造を有する化合物どうしをカップリングさせることにより、二量体や三量体を得て、それらを発光材料として用いることも考えられる。

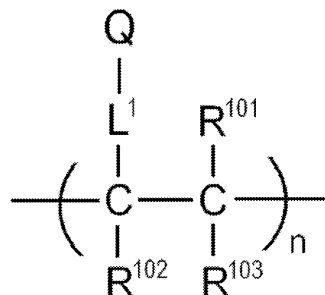
【0027】

一般式(1)で表される構造を含む繰り返し単位を有する重合体の例として、下記一般式(11)または(12)で表される構造を含む重合体を挙げることができる。

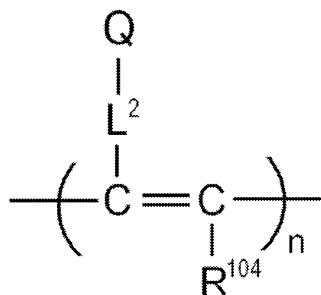
10

【化11】

一般式(11)



一般式(12)



20

【0028】

一般式(11)または(12)において、Qは一般式(1)で表される構造を含む基を表し、 L^1 および L^2 は連結基を表す。連結基の炭素数は、好ましくは0~20であり、より好ましくは1~15であり、さらに好ましくは2~10である。連結基は $-X^{11}-L^{11}-$ で表される構造を有するものであることが好ましい。ここで、 X^{11} は酸素原子または硫黄原子を表し、酸素原子であることが好ましい。 L^{11} は連結基を表し、置換もしくは無置換のアルキレン基、または置換もしくは無置換のアリーレン基であることが好ましく、炭素数1~10の置換もしくは無置換のアルキレン基、または置換もしくは無置換のフェニレン基であることがより好ましい。

30

一般式(11)または(12)において、 R^{101} 、 R^{102} 、 R^{103} および R^{104} は、各々独立に置換基を表す。好ましくは、炭素数1~6の置換もしくは無置換のアルキル基、炭素数1~6の置換もしくは無置換のアルコキシ基、ハロゲン原子であり、より好ましくは炭素数1~3の無置換のアルキル基、炭素数1~3の無置換のアルコキシ基、フッ素原子、塩素原子であり、さらに好ましくは炭素数1~3の無置換のアルキル基、炭素数1~3の無置換のアルコキシ基である。

L^1 および L^2 で表される連結基は、Qを構成する一般式(1)の構造の $R^1 \sim R^8$ 、 R^{11} 、 R^{12} および $R^{14} \sim R^{25}$ のいずれかに結合することができる。1つのQに対して連結基が2つ以上連結して架橋構造や網目構造を形成していてもよい。

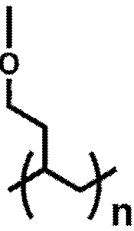
40

【0029】

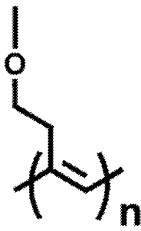
繰り返し単位の具体的な構造例として、下記式(13)~(16)で表される構造を挙げることができる。

【化 1 2】

式(13)

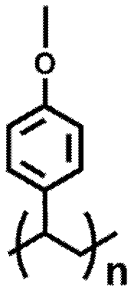


式(14)

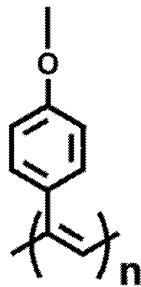


10

式(15)



式(16)

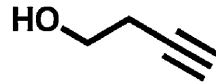
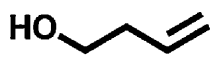


20

【0030】

これらの式(13)～(16)を含む繰り返し単位を有する重合体は、一般式(1)の構造の $R^1 \sim R^8$ 、 R^{11} 、 R^{12} および $R^{14} \sim R^{25}$ のいずれかにヒドロキシ基を導入しておき、それをリンカーとして下記化合物を反応させて重合性基を導入し、その重合性基を重合させることにより合成することができる。

【化 1 3】



30



40

【0031】

分子内に一般式(1)で表される構造を含む重合体は、一般式(1)で表される構造を有する繰り返し単位のみからなる重合体であってもよいし、それ以外の構造を有する繰り返し単位を含む重合体であってもよい。また、重合体の中に含まれる一般式(1)で表される構造を有する繰り返し単位は、単一種であってもよいし、2種以上であってもよい。一般式(1)で表される構造を有さない繰り返し単位としては、通常の共重合に用いられるモノマーから誘導されるものを挙げることができる。例えば、エチレン、スチレンなどのエチレン性不飽和結合を有するモノマーから誘導される繰り返し単位を挙げるができる。

【0032】

[一般式(1)で表される化合物の合成方法]

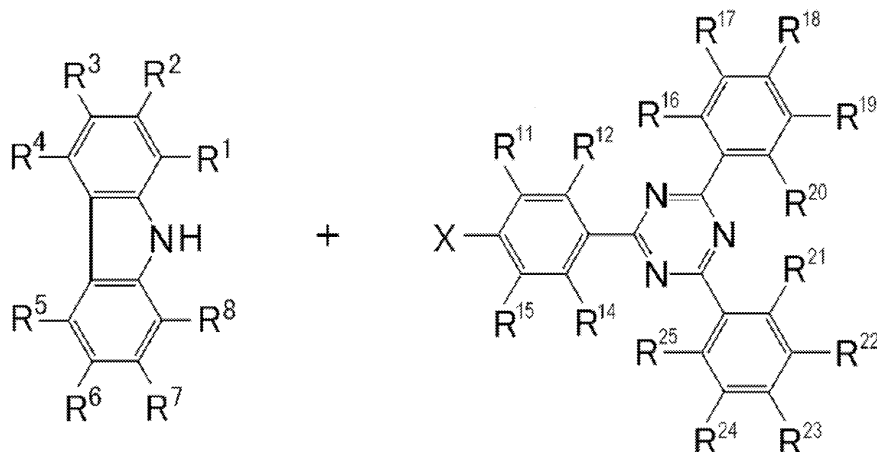
50

一般式(1)で表される化合物は、新規化合物である。

一般式(1)で表される化合物は、既知の反応を組み合わせることによって合成することができる。例えば、以下の2つの化合物を反応させることにより合成することが可能である。

【0033】

【化14】



10

【0034】

上記の反応式における $R^1 \sim R^8$ 、 R^{11} 、 R^{12} および $R^{14} \sim R^{25}$ の説明については、一般式(1)における対応する記載を参照することができる。Xはハロゲン原子を表し、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子を挙げることができ、フッ素原子であることが好ましい。

20

上記の反応は、公知のカップリング反応を応用したものであり、公知の反応条件を適宜選択して用いることができる。上記の反応の詳細については、後述の合成例を参考にすることができる。また、一般式(1)で表される化合物は、その他の公知の合成反応を組み合わせることによっても合成することができる。

【0035】

[有機発光素子]

本発明の一般式(1)で表される化合物は、深青色で発光効率が高く、有機発光素子の発光材料として有用である。このため、本発明の一般式(1)で表される化合物は、有機発光素子の発光層に発光材料として効果的に用いることができる。また、本発明の一般式(1)で表される化合物は、ホストまたはアシストドーパントとして用いてもよい。

30

一般式(1)で表される化合物の中には、遅延蛍光を放射する遅延蛍光材料(遅延蛍光体)が含まれている。すなわち本発明は、一般式(1)で表される構造を有する遅延蛍光体の発明と、一般式(1)で表される化合物を遅延蛍光体として使用する発明と、一般式(1)で表される化合物を用いて遅延蛍光を発光させる方法の発明も提供する。そのような化合物を発光材料として用いた有機発光素子は、遅延蛍光を放射し、発光効率が高いという特徴を有する。その原理を、有機エレクトロルミネッセンス素子を例にとって説明すると以下ようになる。

40

【0036】

有機エレクトロルミネッセンス素子においては、正負の両電極より発光材料にキャリアを注入し、励起状態の発光材料を生成し、発光させる。通常、キャリア注入型の有機エレクトロルミネッセンス素子の場合、生成した励起子のうち、励起一重項状態に励起されるのは25%であり、残り75%は励起三重項状態に励起される。従って、励起三重項状態からの発光であるリン光を利用するほうが、エネルギーの利用効率が高い。しかしながら、励起三重項状態は寿命が長いため、励起状態の飽和や励起三重項状態の励起子との相互作用によるエネルギーの失活が起こり、一般にリン光の量子収率が高くないことが多い。一方、遅延蛍光材料は、項間交差等により励起三重項状態へとエネルギーが遷移した後、三重項-三重項消滅あるいは熱エネルギーの吸収により、励起一重項状態に逆項間交差さ

50

れ蛍光を放射する。有機エレクトロルミネッセンス素子においては、なかでも熱エネルギーの吸収による熱活性化型の遅延蛍光材料が特に有用であると考えられる。有機エレクトロルミネッセンス素子に遅延蛍光材料を利用した場合、励起一重項状態の励起子は通常通り蛍光を放射する。一方、励起三重項状態の励起子は、デバイスが発する熱を吸収して励起一重項へ項間交差され蛍光を放射する。このとき、励起一重項からの発光であるため蛍光と同波長での発光でありながら、励起三重項状態から励起一重項状態への逆項間交差により、生じる光の寿命（発光寿命）は通常の蛍光やりん光よりも長くなるため、これらよりも遅延した蛍光として観察される。これを遅延蛍光として定義できる。このような熱活性化型の励起子移動機構を用いれば、キャリア注入後に熱エネルギーの吸収を経ることにより、通常は25%しか生成しなかった励起一重項状態の化合物の比率を25%以上に引き上げることが可能となる。100未満の低い温度でも強い蛍光および遅延蛍光を発する化合物を用いれば、デバイスの熱で十分に励起三重項状態から励起一重項状態への項間交差が生じて遅延蛍光を放射するため、発光効率を飛躍的に向上させることができる。

【0037】

本発明の一般式(1)で表される化合物を発光層の発光材料として用いることにより、有機フォトルミネッセンス素子(有機PL素子)や有機エレクトロルミネッセンス素子(有機EL素子)などの優れた有機発光素子を提供することができる。有機フォトルミネッセンス素子は、基板上に少なくとも発光層を形成した構造を有する。また、有機エレクトロルミネッセンス素子は、少なくとも陽極、陰極、および陽極と陰極の間に有機層を形成した構造を有する。有機層は、少なくとも発光層を含むものであり、発光層のみからなるものであってもよいし、発光層の他に1層以上の有機層を有するものであってもよい。そのような他の有機層として、正孔輸送層、正孔注入層、電子阻止層、正孔阻止層、電子注入層、電子輸送層、励起子阻止層などを挙げることができる。正孔輸送層は正孔注入機能を有した正孔注入輸送層でもよく、電子輸送層は電子注入機能を有した電子注入輸送層でもよい。具体的な有機エレクトロルミネッセンス素子の構造例を図1に示す。図1において、1は基板、2は陽極、3は正孔注入層、4は正孔輸送層、5は発光層、6は電子輸送層、7は陰極を表わす。

以下において、有機エレクトロルミネッセンス素子の各部材および各層について説明する。なお、基板と発光層の説明は有機フォトルミネッセンス素子の基板と発光層にも該当する。

【0038】

(基板)

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、基板に支持されていることが好ましい。この基板については、特に制限はなく、従来から有機エレクトロルミネッセンス素子に慣用されているものであればよく、例えば、ガラス、透明プラスチック、石英、シリコンなどからなるものを用いることができる。

【0039】

(陽極)

有機エレクトロルミネッセンス素子における陽極としては、仕事関数の大きい(4eV以上)金属、合金、電気伝導性化合物およびこれらの混合物を電極材料とするものが好ましく用いられる。このような電極材料の具体例としてはAu等の金属、CuI、インジウムチンオキシド(ITO)、 SnO_2 、 ZnO 等の導電性透明材料が挙げられる。また、 $\text{IDIXO}(\text{In}_2\text{O}_3 - \text{ZnO})$ 等非晶質で透明導電膜を作製可能な材料を用いてもよい。陽極はこれらの電極材料を蒸着やスパッタリング等の方法により、薄膜を形成させ、フォトリソグラフィ法で所望の形状のパターンを形成してもよく、あるいはパターン精度をあまり必要としない場合は(100 μm 以上程度)、上記電極材料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。あるいは、有機導電性化合物のように塗布可能な材料を用いる場合には、印刷方式、コーティング方式等湿式成膜法を用いることもできる。この陽極より発光を取り出す場合には、透過率を10%より大きくすることが望ましく、また陽極としてのシート抵抗は数百 Ω/\square 以下が好ましい

。さらに膜厚は材料にもよるが、通常10～1000nm、好ましくは10～200nmの範囲で選ばれる。

【0040】

(陰極)

一方、陰極としては、仕事関数の小さい(4eV以下)金属(電子注入性金属と称する)、合金、電気伝導性化合物およびこれらの混合物を電極材料とするものが用いられる。このような電極材料の具体例としては、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。これらの中で、電子注入性およ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。陰極はこれらの電極材料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 Ω 以下が好ましく、膜厚は通常10nm～5 μ m、好ましくは50～200nmの範囲で選ばれる。なお、発光した光を透過させるため、有機エレクトロルミネッセンス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。

また、陽極の説明で挙げた導電性透明材料を陰極に用いることで、透明または半透明の陰極を作製することができ、これを応用することで陽極と陰極の両方が透過性を有する素子を作製することができる。

【0041】

(発光層)

発光層は、陽極および陰極のそれぞれから注入された正孔および電子が再結合することにより励起子が生成した後、発光する層であり、発光材料を単独で発光層に使用しても良いが、好ましくは発光材料とホスト材料を含む。発光材料としては、一般式(1)で表される本発明の化合物群から選ばれる1種または2種以上を用いることができる。本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子および有機フォトルミネッセンス素子が高い発光効率を発現するためには、発光材料に生成した一重項励起子および三重項励起子を、発光材料中に閉じ込めることが重要である。従って、発光層中に発光材料に加えてホスト材料を用いることが好ましい。ホスト材料としては、励起一重項エネルギー、励起三重項エネルギーの少なくとも何れか一方が本発明の発光材料よりも高い値を有する有機化合物を用いることができる。その結果、本発明の発光材料に生成した一重項励起子および三重項励起子を、本発明の発光材料の分子中に閉じ込めることが可能となり、その発光効率を十分に引き出すことが可能となる。もっとも、一重項励起子および三重項励起子を十分に閉じ込めることができなくても、高い発光効率を得ることが可能な場合もあるため、高い発光効率を実現しうるホスト材料であれば特に制約なく本発明に用いることができる。本発明の有機発光素子または有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光は発光層に含まれる本発明の発光材料から生じる。この発光は蛍光発光および遅延蛍光発光の両方を含む。但し、発光の一部或いは部分的にホスト材料からの発光があってもかまわない。

発光層における一般式(1)で表される化合物の含有量は、50重量%未満とすることが好ましい。さらに、一般式(1)で表される化合物の含有量の上限値は30重量%未満とすることが好ましく、また、含有量の上限値は例えば20重量%未満、10重量%未満、5重量%未満、3重量%未満、1重量%未満、0.5重量%未満とすることもできる。下限値は0.001重量%以上とすることが好ましく、例えば0.01重量%超、0.1重量%超、0.5重量%超、1重量%超とすることもできる。

発光層におけるホスト材料としては、正孔輸送能、電子輸送能を有し、かつ発光の長波長化を防ぎ、なおかつ高いガラス転移温度を有する有機化合物であることが好ましい。

【0042】

また、発光層の他の態様として、発光材料とホスト材料を含み、さらに一般式(1)で表される化合物をアシストドーパントとして含む態様を挙げることができる。アシストドーパントとしては、一般式(1)で表される化合物群から選ばれる1種または2種以上を用いることができる。アシストドーパントとして用いる一般式(1)で表される化合物は、発光材料よりも最低励起一重項エネルギー準位が高く、且つ、ホスト材料よりも最低励起一重項エネルギー準位が低いことが好ましい。これにより、ホスト材料で生じた励起一重項エネルギーがアシストドーパントおよび発光材料へ容易に移動し、アシストドーパントで生じた励起一重項エネルギー、および、ホスト材料からアシストドーパントへ移動した励起一重項エネルギーが発光材料へ容易に移動する。その結果、励起一重項状態の発光材料が効率よく生成されて高い発光効率を得ることができる。さらに、アシストドーパントとして用いる一般式(1)で表される化合物は、ホスト材料よりも最低励起三重項エネルギー準位が低く、且つ、最低励起一重項エネルギー準位と最低励起三重項エネルギー準位の差 E_{S-T} が 0.35 eV 以下であることがより好ましい。これにより、ホスト材料で生じた励起三重項エネルギーがアシストドーパントに容易に移動して該アシストドーパントが励起三重項状態に遷移し、さらに、励起三重項状態になったアシストドーパントで逆項間交差が容易に生じて励起一重項状態に遷移しうる。このアシストドーパントの励起一重項エネルギーが発光材料に移動する結果、励起一重項状態の発光材料が一層効率よく生成され、極めて高い発光効率を得ることができる。言い換えれば、ホスト材料やアシストドーパントで生じた励起三重項エネルギーを発光材料の発光に有効に利用することができる。

10

20

この態様で用いる発光材料には、公知のものを採用することができ、蛍光発光材料を用いることが好ましく、遅延蛍光体を用いてもよい。ホスト材料の説明については、一般式(1)で表される化合物を発光材料に用いる態様のホスト材料についての説明を参照することができる。

一般式(1)で表される化合物をアシストドーパントとして用いる場合、発光層における一般式(1)で表される化合物の含有量は、ホスト材料の含有量よりも少なく、発光材料の含有量よりも多いこと、すなわち、「発光材料の含有量 < アシストドーパントの含有量 < ホスト材料の含有量」の関係を満たすことが好ましい。具体的には、この態様での発光層における一般式(1)で表される化合物の含有量は、50重量%未満とすることが好ましい。さらに、一般式(1)で表される化合物の含有量の上限値は40重量%未満とすることが好ましく、また、含有量の上限値は例えば30重量%未満、20重量%未満、10重量%未満とすることもできる。下限値は1重量%以上とすることが好ましく、例えば3重量%超、4重量%超とすることもできる。

30

【0043】

(注入層)

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、正孔注入層と電子注入層があり、陽極と発光層または正孔輸送層の間、およ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。注入層は必要に応じて設けることができる。

40

【0044】

(阻止層)

阻止層は、発光層中に存在する電荷(電子もしくは正孔)および/または励起子の発光層外への拡散を阻止することができる層である。電子阻止層は、発光層および正孔輸送層の間に配置されることができ、電子が正孔輸送層の方に向かって発光層を通過することを阻止する。同様に、正孔阻止層は発光層および電子輸送層の間に配置されることができ、正孔が電子輸送層の方に向かって発光層を通過することを阻止する。阻止層はまた、励起子が発光層の外側に拡散することを阻止するために用いることができる。すなわち電子阻止層、正孔阻止層はそれぞれ励起子阻止層としての機能も兼ね備えることができる。本明細書でいう電子阻止層または励起子阻止層は、一つの層で電子阻止層および励起子阻止層

50

の機能を有する層を含む意味で使用される。

【0045】

(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する。正孔阻止層は電子を輸送しつつ、正孔が電子輸送層へ到達することを阻止する役割があり、これにより発光層中での電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。正孔阻止層の材料としては、後述する電子輸送層の材料を必要に応じて用いることができる。

【0046】

(電子阻止層)

電子阻止層とは、広い意味では正孔を輸送する機能を有する。電子阻止層は正孔を輸送しつつ、電子が正孔輸送層へ到達することを阻止する役割があり、これにより発光層中での電子と正孔が再結合する確率を向上させることができる。

【0047】

(励起子阻止層)

励起子阻止層とは、発光層内で正孔と電子が再結合することにより生じた励起子が電荷輸送層に拡散することを阻止するための層であり、本層の挿入により励起子を効率的に発光層内に閉じ込めることが可能となり、素子の発光効率を向上させることができる。励起子阻止層は発光層に隣接して陽極側、陰極側のいずれにも挿入することができ、両方同時に挿入することも可能である。すなわち、励起子阻止層を陽極側に有する場合、正孔輸送層と発光層の間に、発光層に隣接して該層を挿入することができ、陰極側に挿入する場合、発光層と陰極との間に、発光層に隣接して該層を挿入することができる。また、陽極と、発光層の陽極側に隣接する励起子阻止層との間には、正孔注入層や電子阻止層などを有することができ、陰極と、発光層の陰極側に隣接する励起子阻止層との間には、電子注入層、電子輸送層、正孔阻止層などを有することができる。阻止層を配置する場合、阻止層として用いる材料の励起一重項エネルギーおよび励起三重項エネルギーの少なくともいずれか一方は、発光材料の励起一重項エネルギーおよび励起三重項エネルギーよりも高いことが好ましい。

【0048】

(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正孔輸送材料からなり、正孔輸送層は単層または複数層設けることができる。

正孔輸送材料としては、正孔の注入または輸送、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。使用できる公知の正孔輸送材料としては例えば、トリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、カルバゾール誘導体、インドロカルバゾール誘導体、ポリアリーラルカン誘導体、ピラゾリン誘導体およびピラズロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリーラルアミン誘導体、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、特にチオフエンオリゴマー等が挙げられるが、ポルフィリン化合物、芳香族第3級アミン化合物およびスチリルアミン化合物を用いることが好ましく、芳香族第3級アミン化合物を用いることがより好ましい。

【0049】

(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、電子輸送層は単層または複数層設けることができる。

電子輸送材料(正孔阻止材料を兼ねる場合もある)としては、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い。使用できる電子輸送層としては例えば、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、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およびアントロン誘導体、オキサジアゾール誘導体等が挙げられる。さらに、上記オキサジアゾール誘導体

において、オキサジアゾール環の酸素原子を硫黄原子に置換したチアジアゾール誘導体、電子吸引基として知られているキノキサリン環を有するキノキサリン誘導体も、電子輸送材料として用いることができる。さらにこれらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

【0050】

有機エレクトロルミネッセンス素子を作製する際には、一般式(1)で表される化合物を1層の有機層(例えば、電子輸送層)に用いるだけでなく、複数の有機層にも用いてもよい。その際、各有機層に用いる一般式(1)で表される化合物は、互いに同一であっても異なってもよい。例えば、電子輸送層や発光層の他に、上記の注入層、阻止層、正孔阻止層、電子阻止層、励起子阻止層、正孔輸送層などにも一般式(1)で表される化合物を用いてもよい。これらの層の製膜方法は特に限定されず、ドライプロセス、ウェットプロセスのどちらで作製してもよい。

10

【0051】

以下に、有機エレクトロルミネッセンス素子に用いることができる好ましい材料を具体的に例示する。ただし、本発明において用いることができる材料は、以下の例示化合物によって限定的に解釈されることはない。また、特定の機能を有する材料として例示した化合物であっても、その他の機能を有する材料として転用することも可能である。なお、以下の例示化合物の構造式における R 、 R' 、 $R_1 \sim R_{10}$ は、各々独立に水素原子または置換基を表す。 X は環骨格を形成する炭素原子または複素原子を表し、 n は3~5の整数を表し、 Y は置換基を表し、 m は0以上の整数を表す。

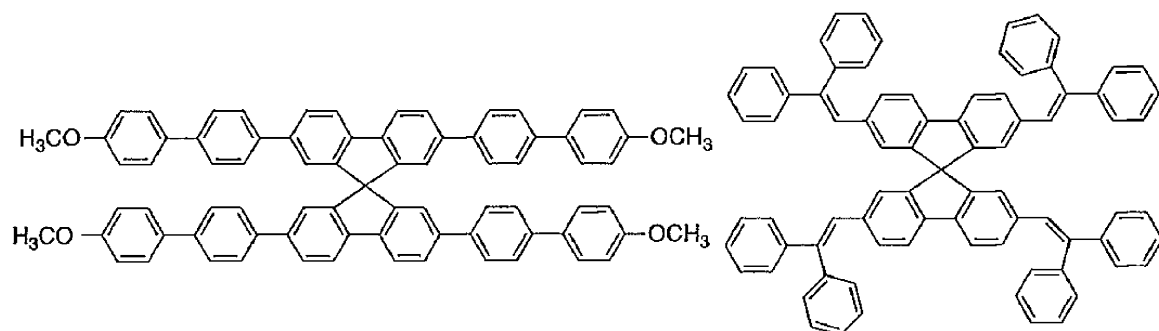
20

【0052】

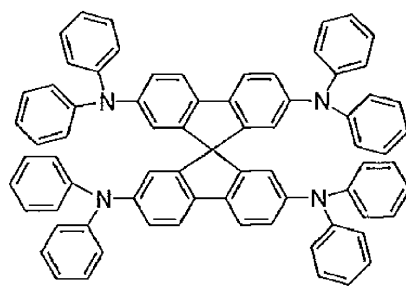
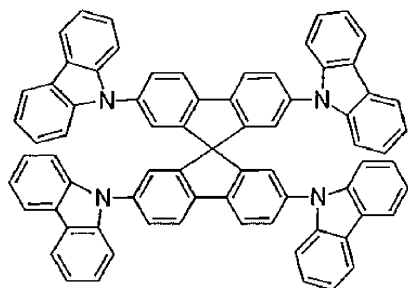
まず、発光層のホスト材料としても用いることができる好ましい化合物を挙げる。

【0053】

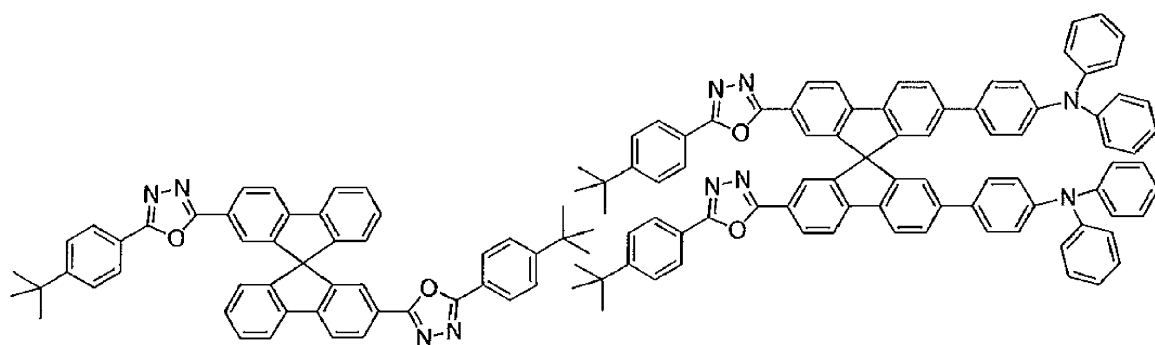
【化 1 5】



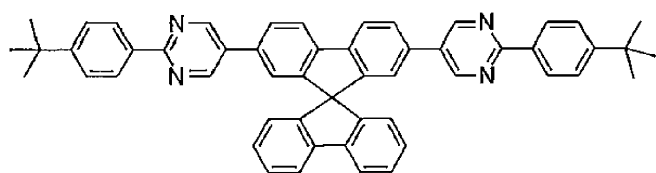
10



20

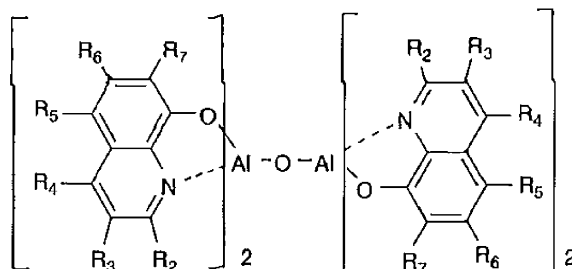
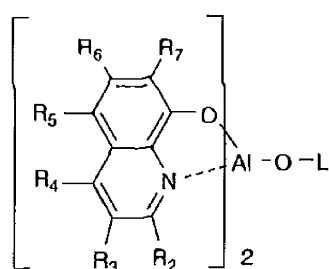
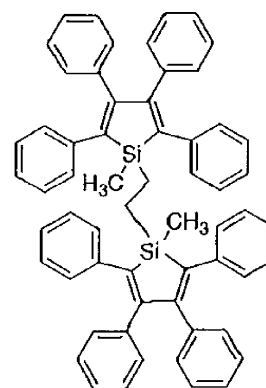
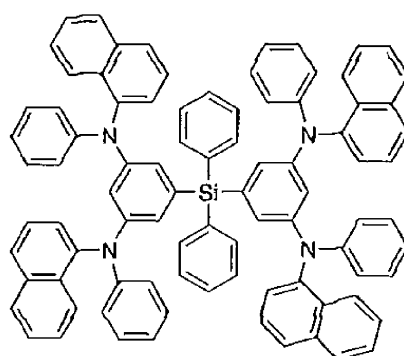
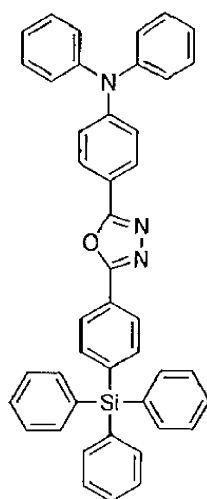
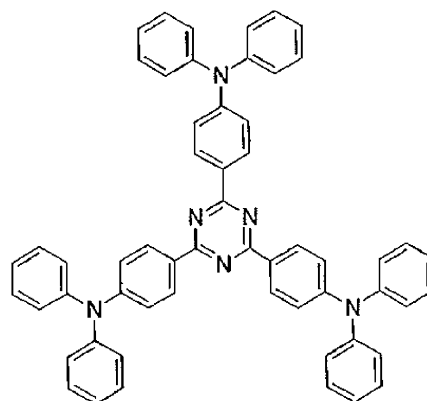
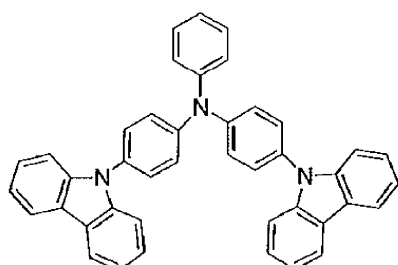
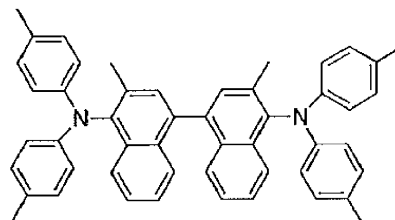
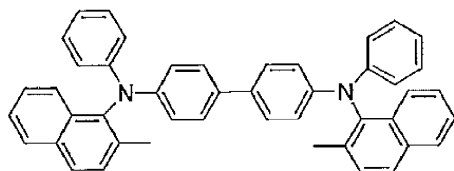
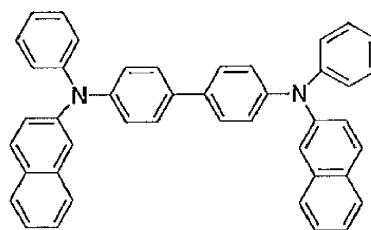
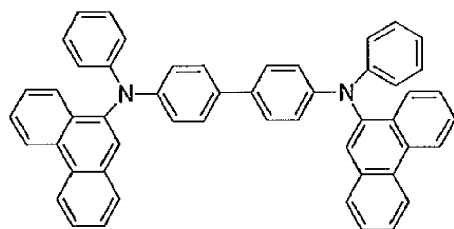


30



【 0 0 5 4 】

【化 1 6】



【 0 0 5 5 】

10

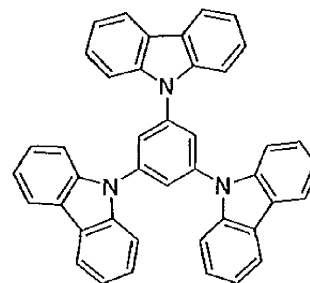
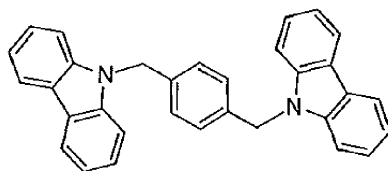
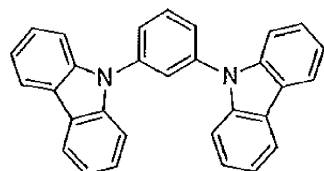
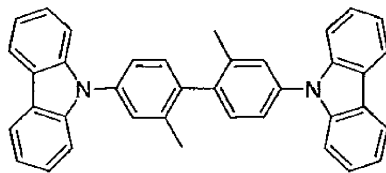
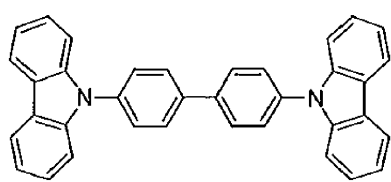
20

30

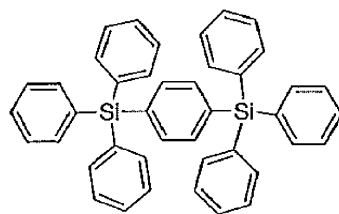
40

50

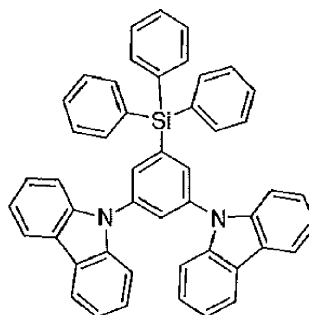
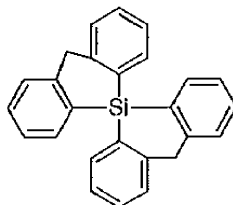
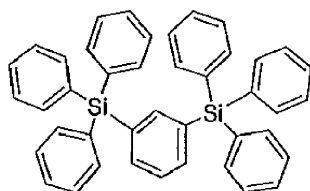
【化 1 7】



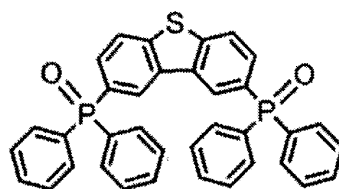
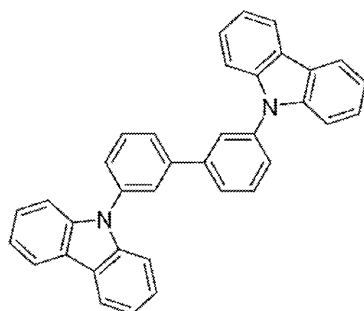
10



20



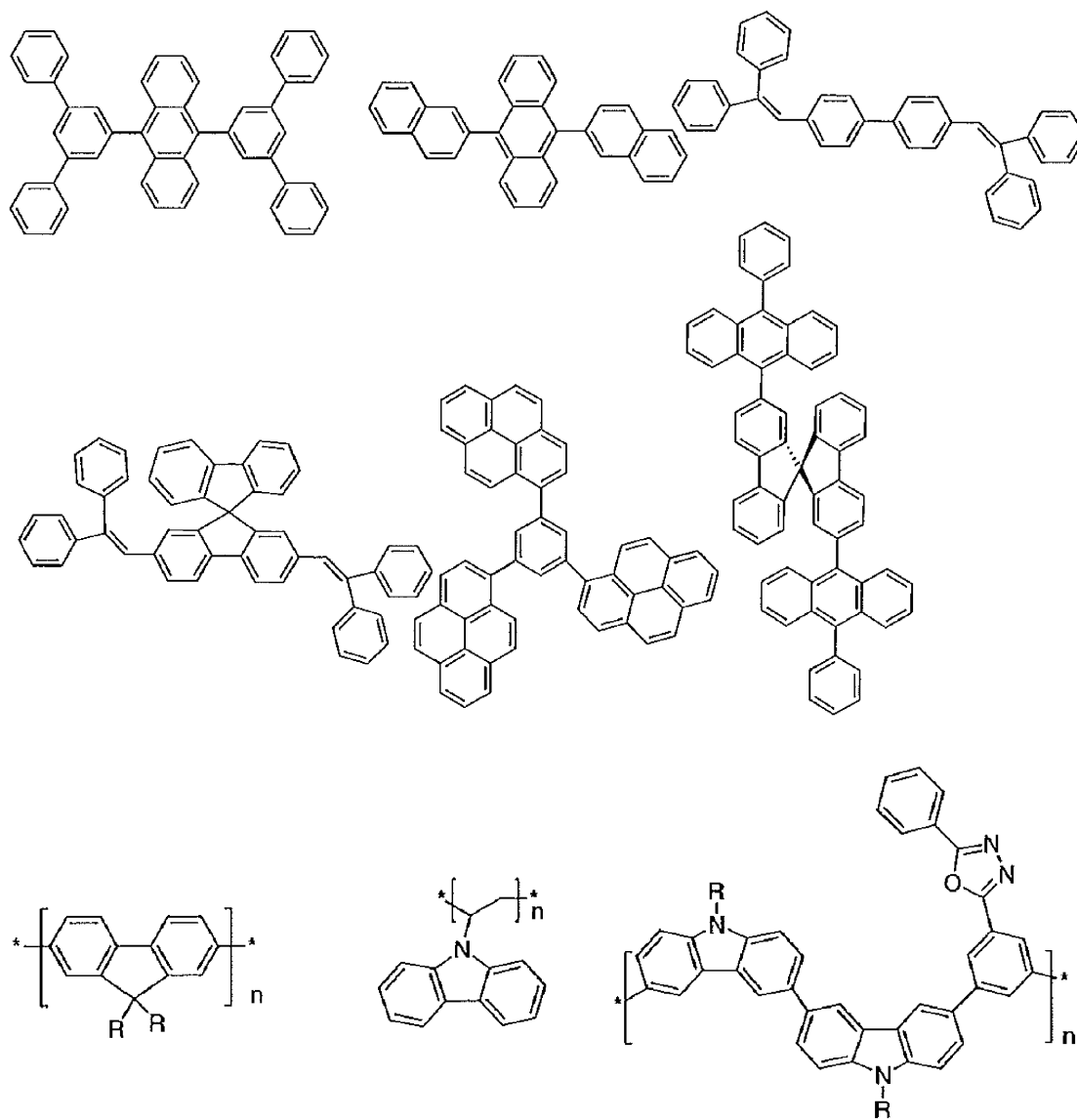
30



40

【 0 0 5 6 】

【化 1 8】



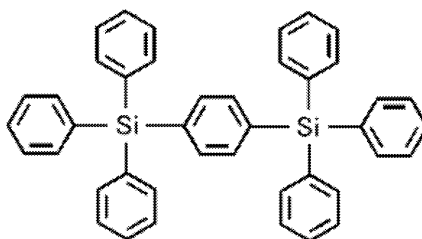
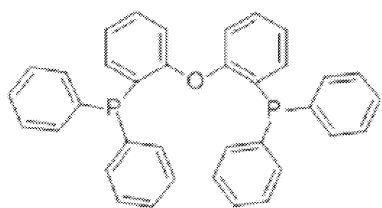
10

20

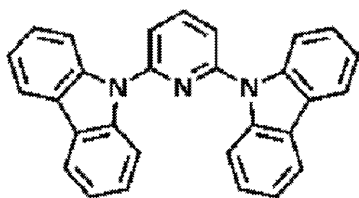
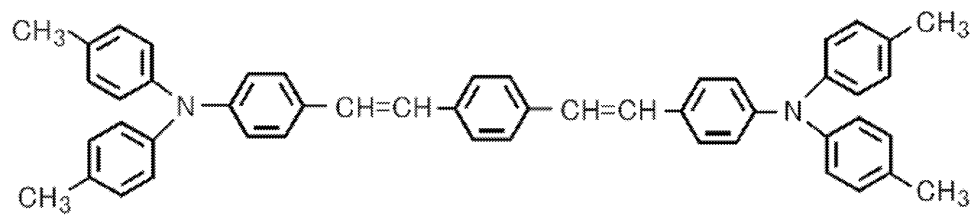
30

【 0 0 5 7 】

【化 1 9】



10



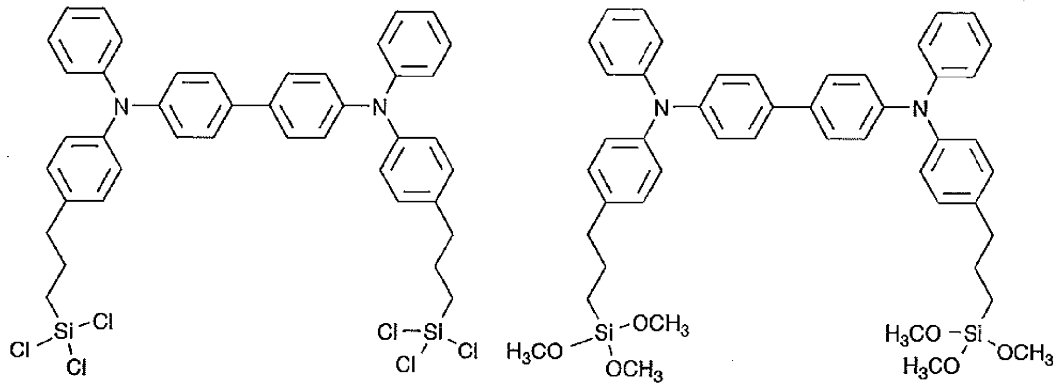
20

【 0 0 5 8 】

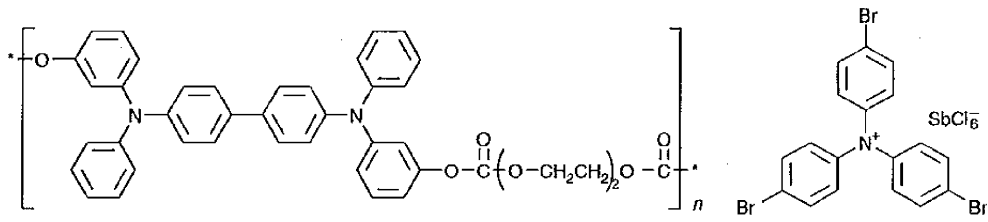
正孔注入材料として用いることができる好ましい化合物例を挙げる。

【 0 0 5 9 】

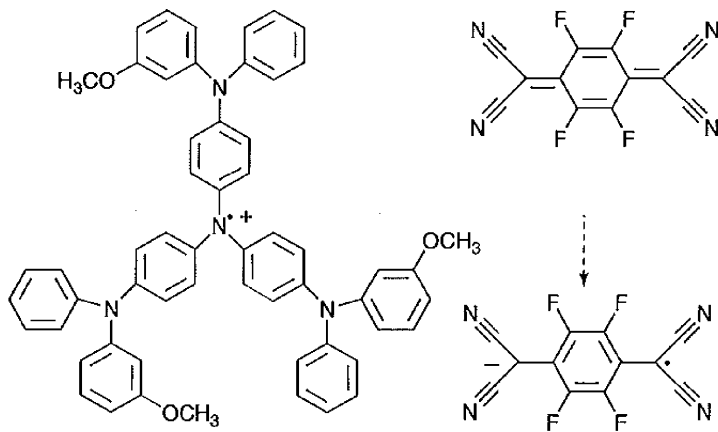
【化 2 0】



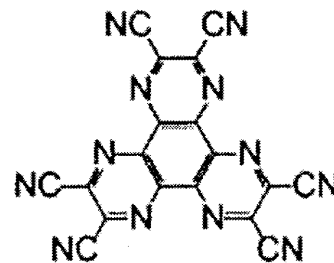
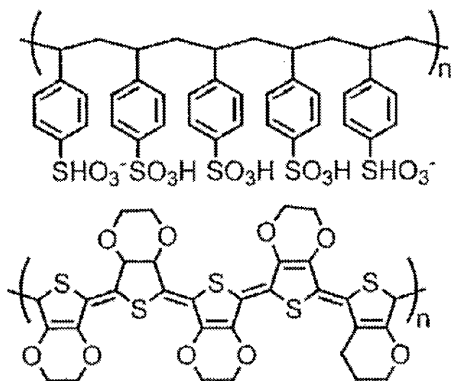
10



20



30



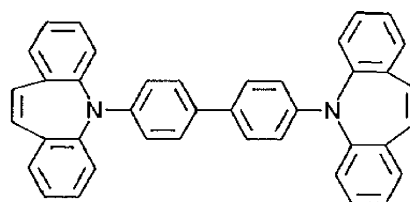
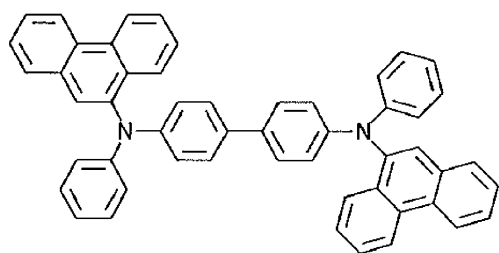
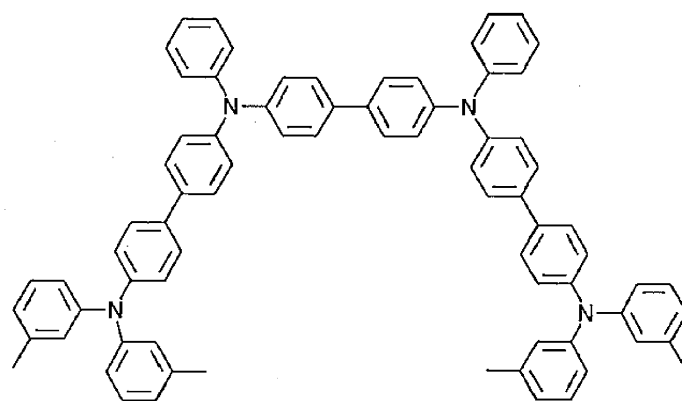
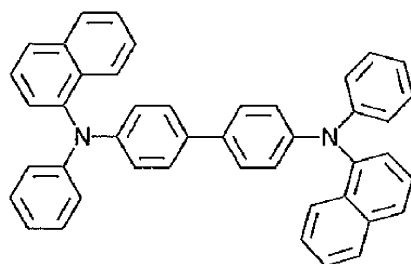
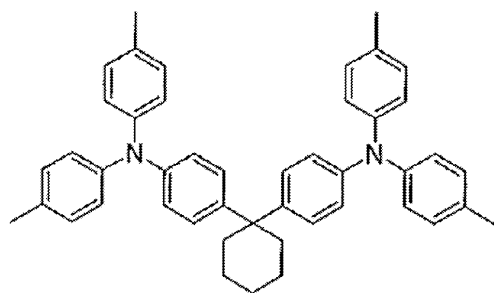
40

【 0 0 6 0】

次に、正孔輸送材料として用いることができる好ましい化合物例を挙げる。

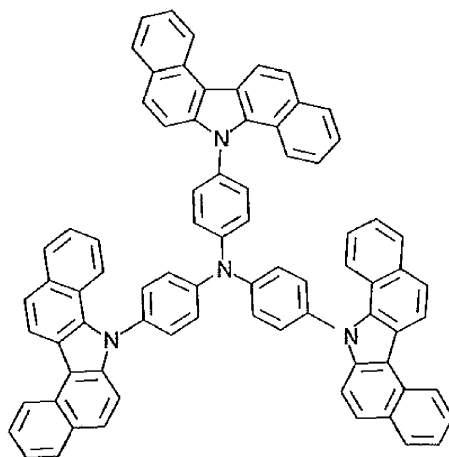
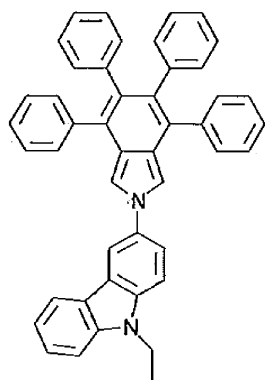
【 0 0 6 1】

【化 2 1】

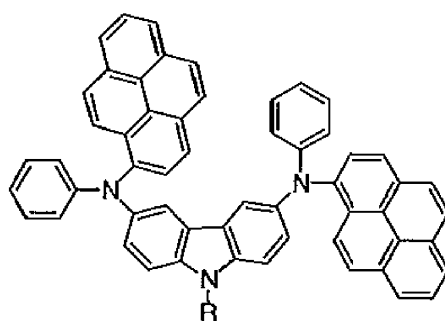
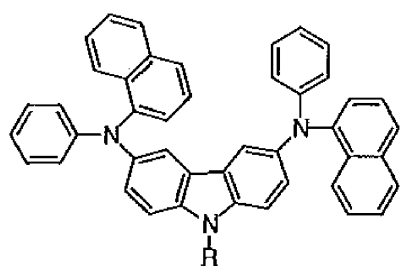


【 0 0 6 2 】

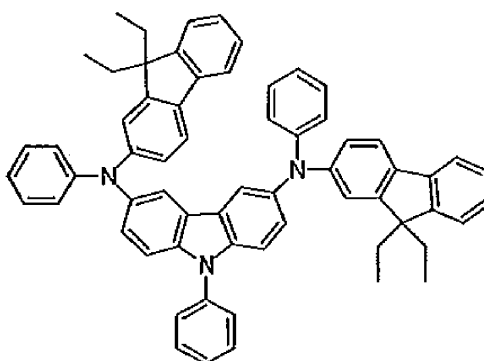
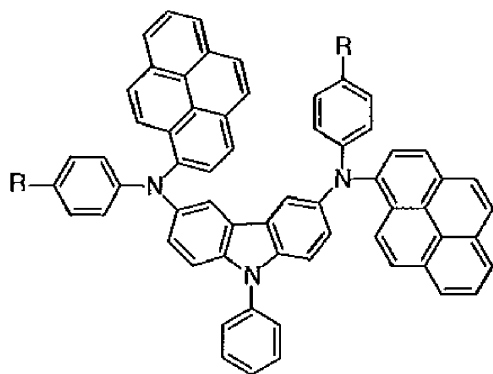
【化 2 2】



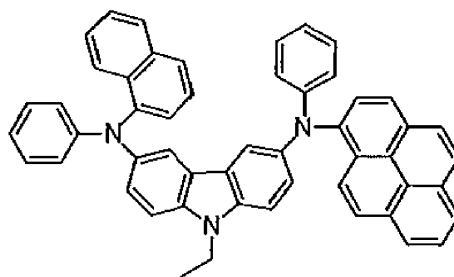
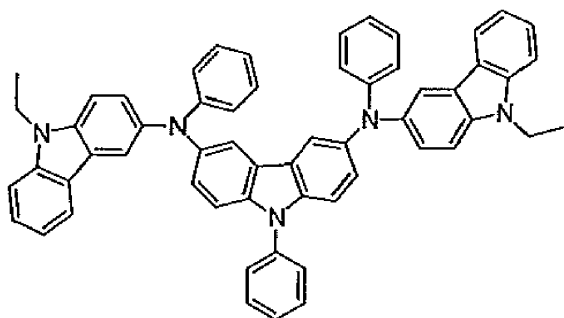
10



20



30

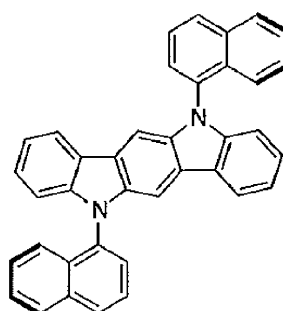
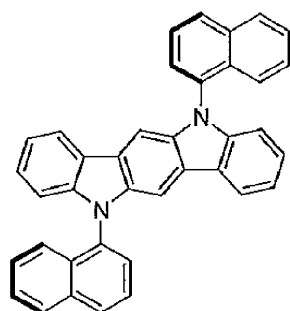


40

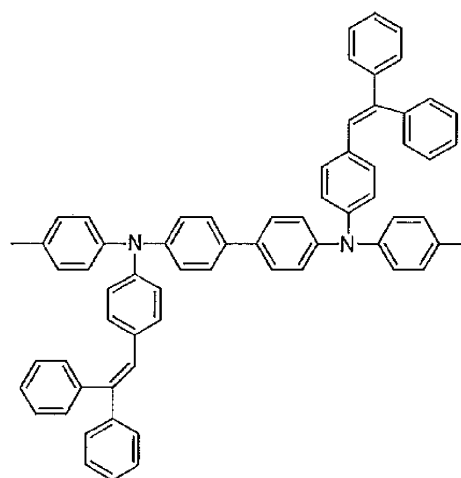
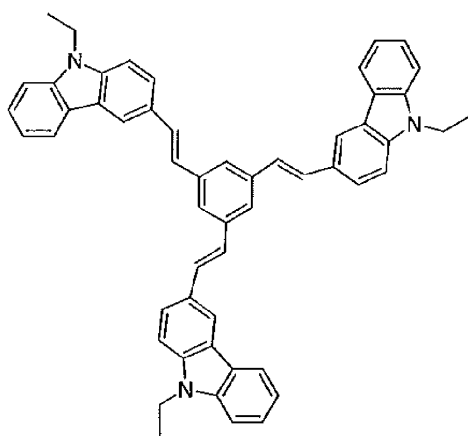
【 0 0 6 3 】

The chemical structure shows a central biphenyl unit. Each of the two phenyl rings of the biphenyl is connected via its para position to a nitrogen atom. Each nitrogen atom is also bonded to a phenyl ring and a 4-methylphenyl ring, resulting in four identical peripheral groups.

10



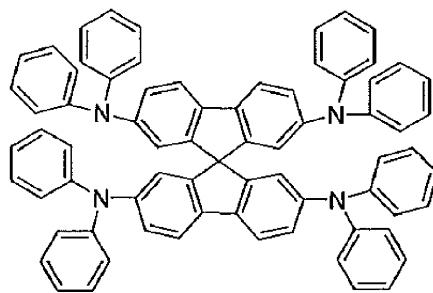
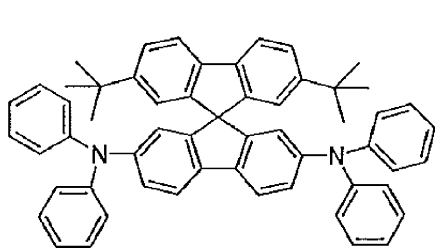
20



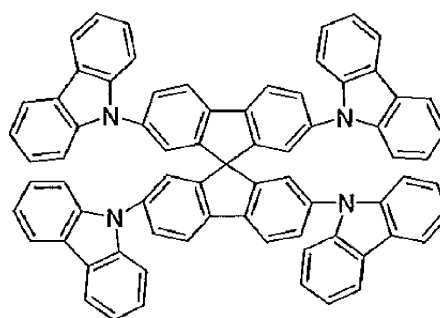
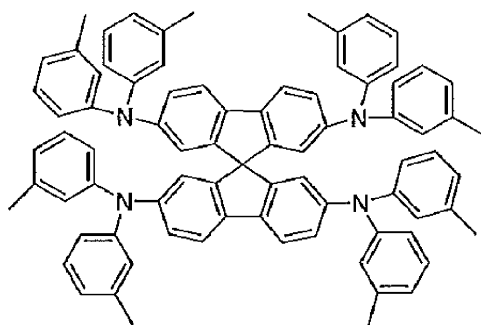
30

【 0 0 6 4 】

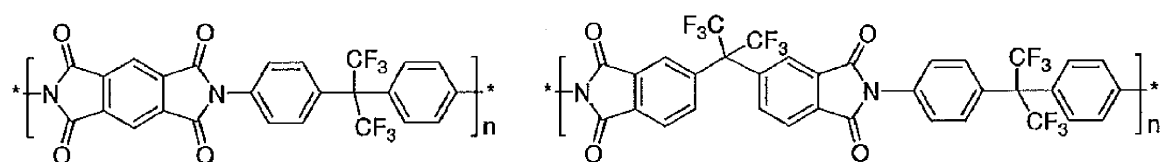
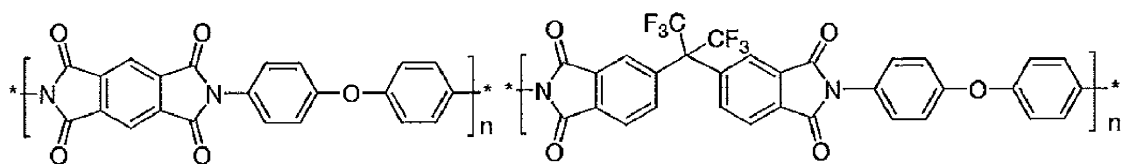
【化 2 4】



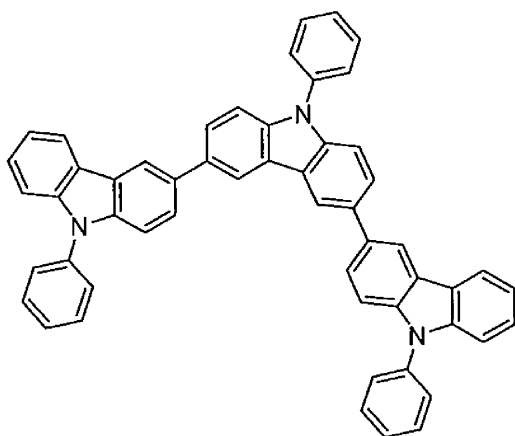
10



20



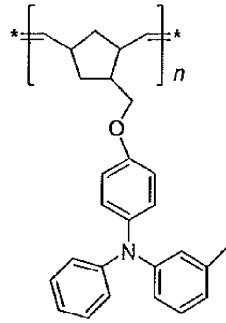
30



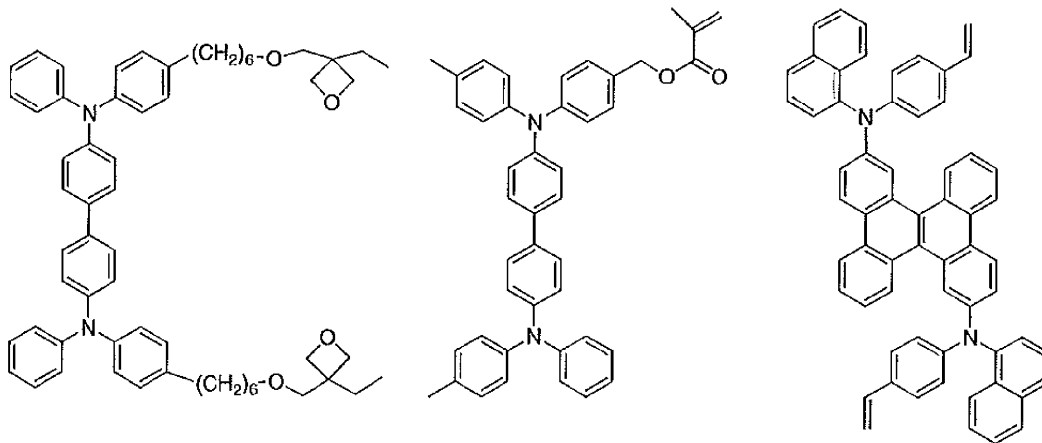
40

【 0 0 6 5 】

【化 2 5】



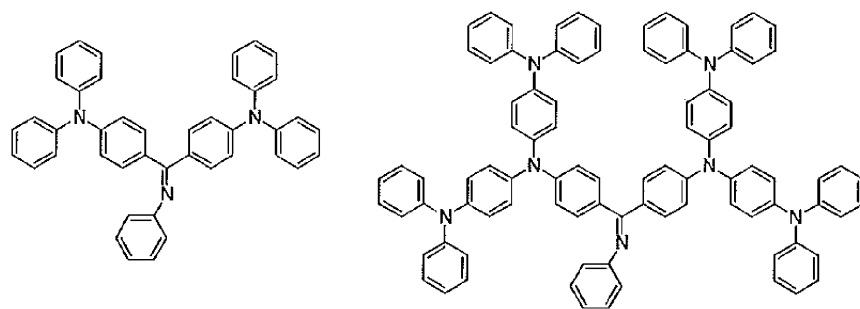
10



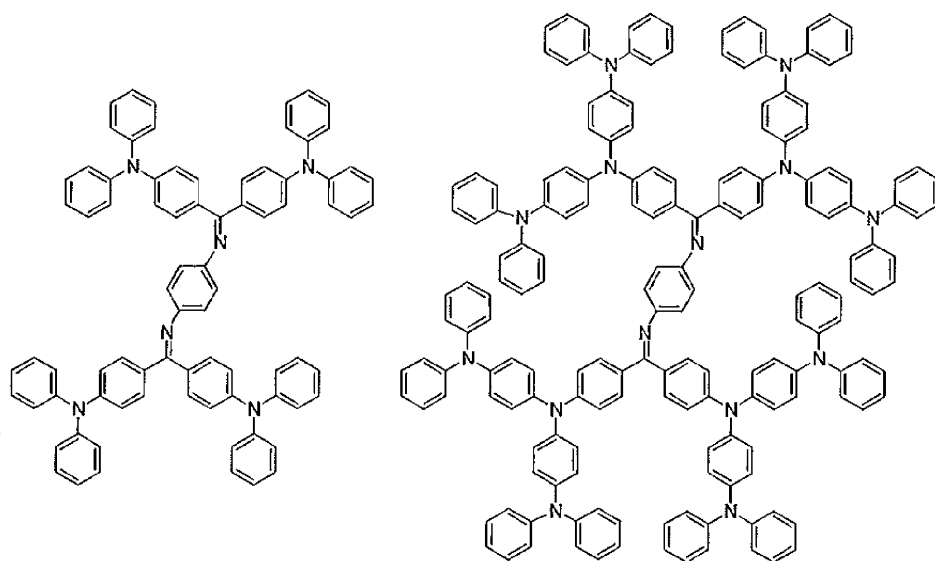
20

【 0 0 6 6 】

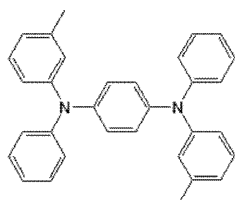
【化 2 6】



10



20



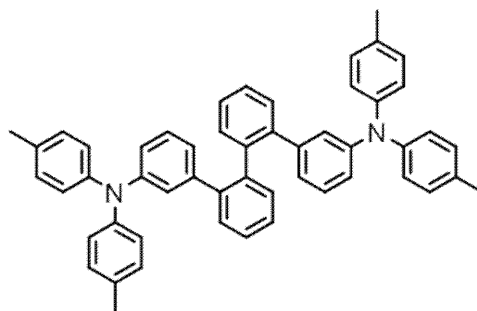
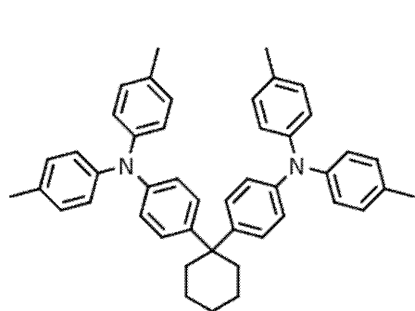
30

【 0 0 6 7】

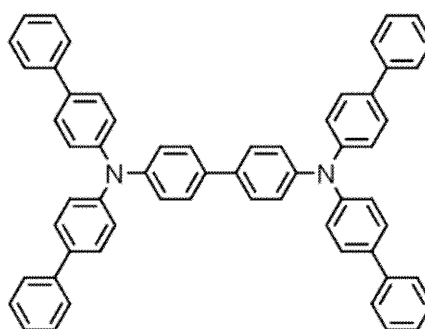
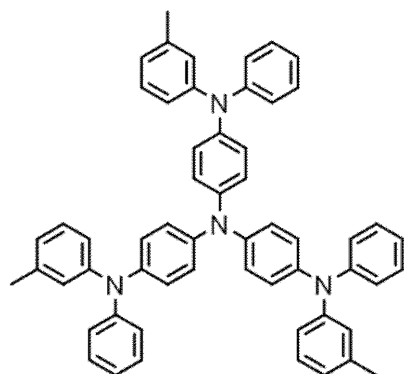
次に、電子阻止材料として用いることができる好ましい化合物例を挙げる。

【 0 0 6 8】

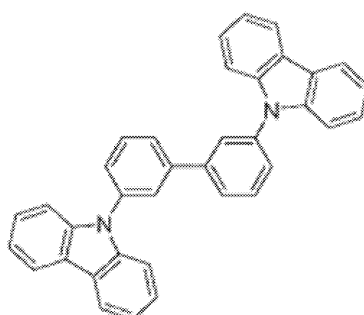
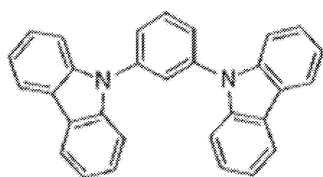
【化 2 7】



10



20



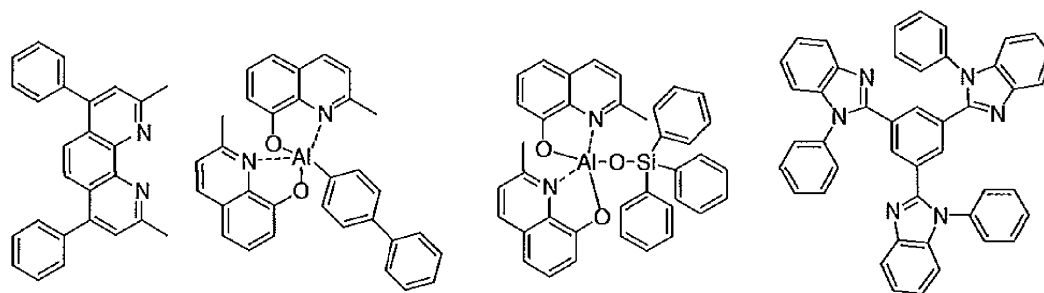
30

【 0 0 6 9】

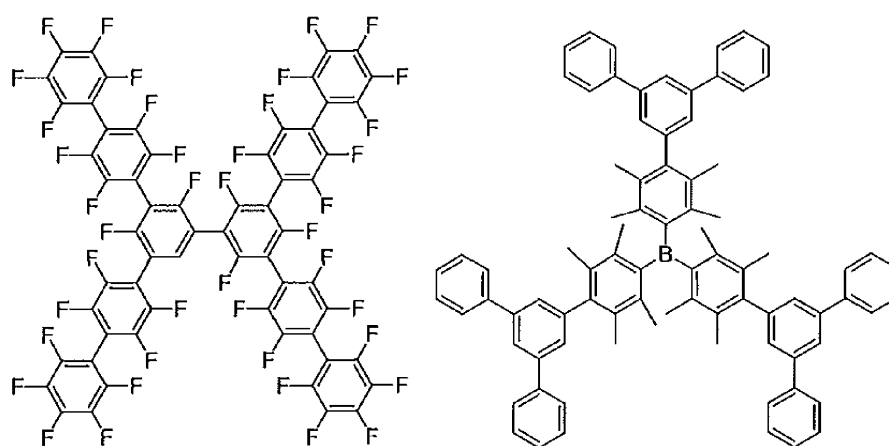
次に、正孔阻止材料として用いることができる好ましい化合物例を挙げる。

【 0 0 7 0】

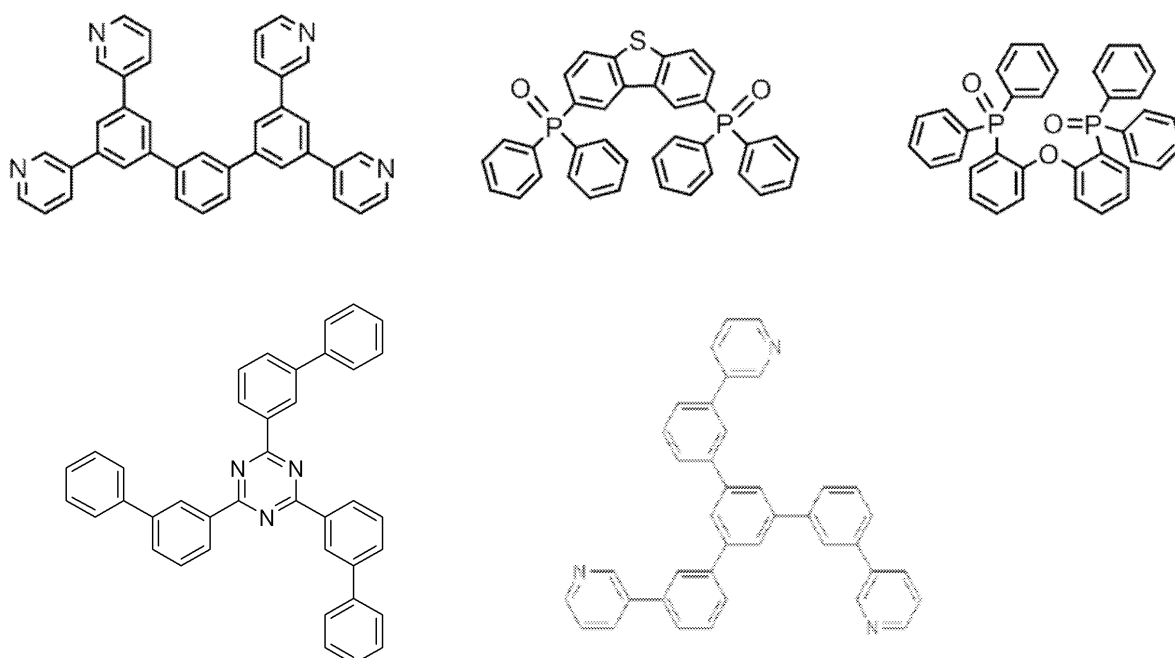
【化 2 8】



10



20



30

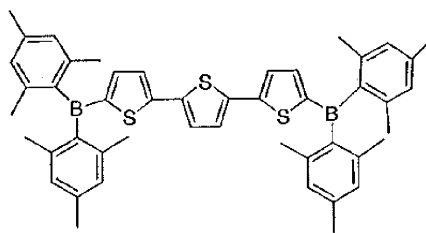
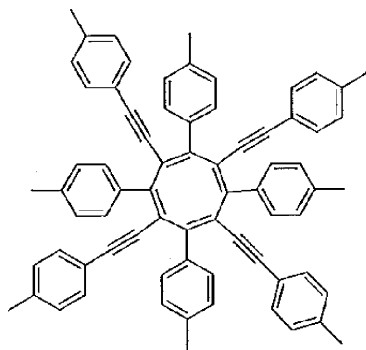
40

【 0 0 7 1】

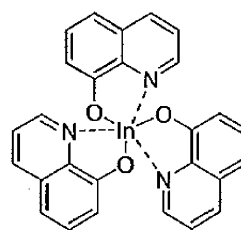
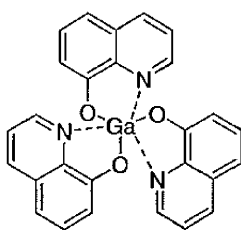
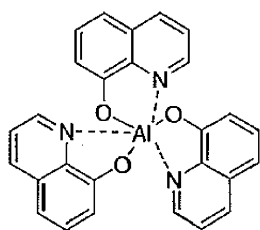
次に、電子輸送材料として用いることができる好ましい化合物例を挙げる。

【 0 0 7 2】

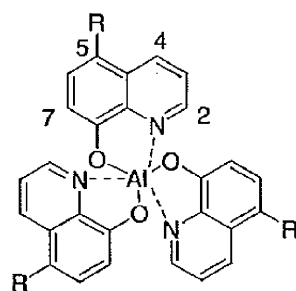
【化 2 9】

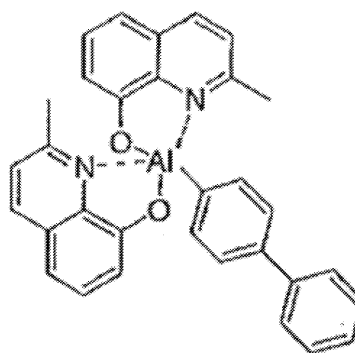
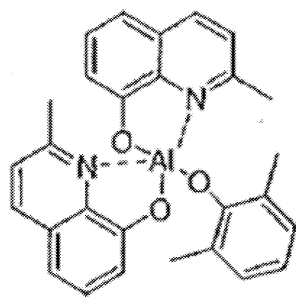


10

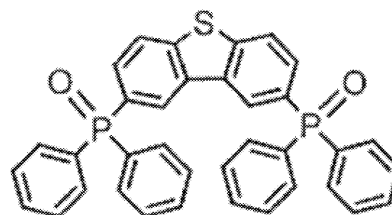
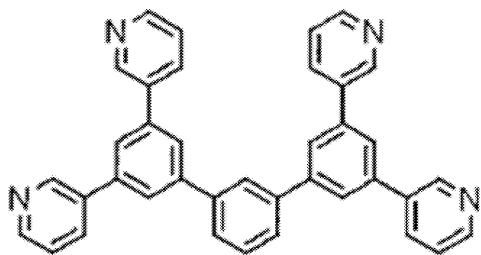


20

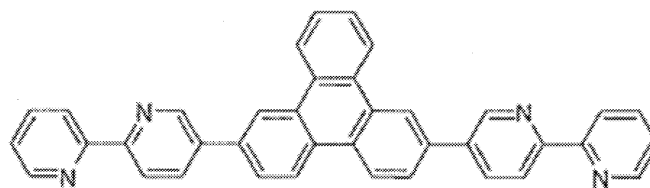
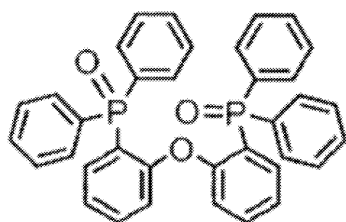




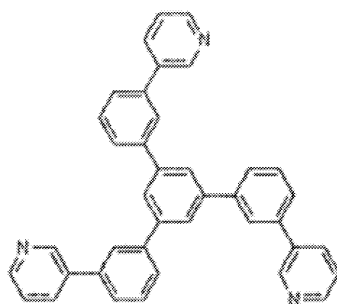
10



20

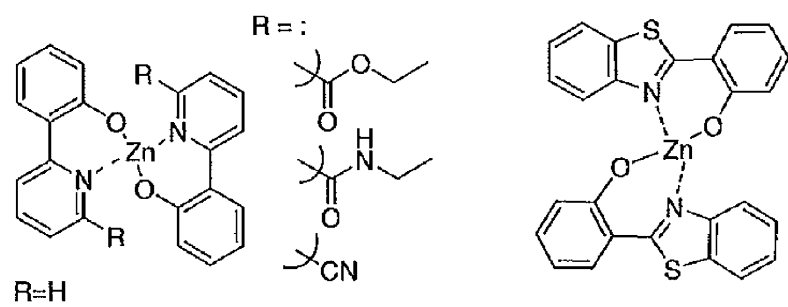


30

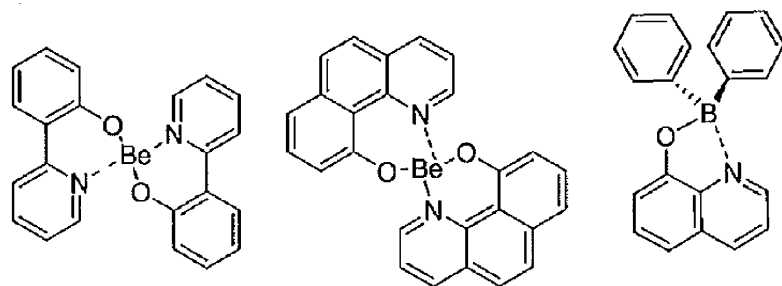


【 0 0 7 3 】

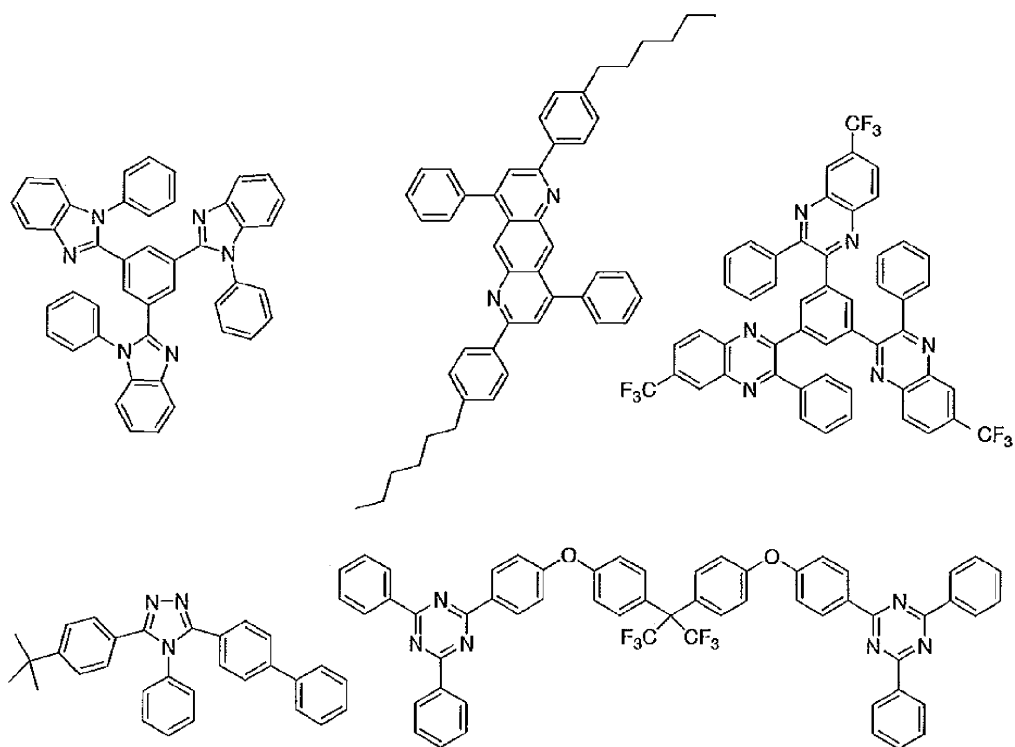
【化 3 0】



10



20

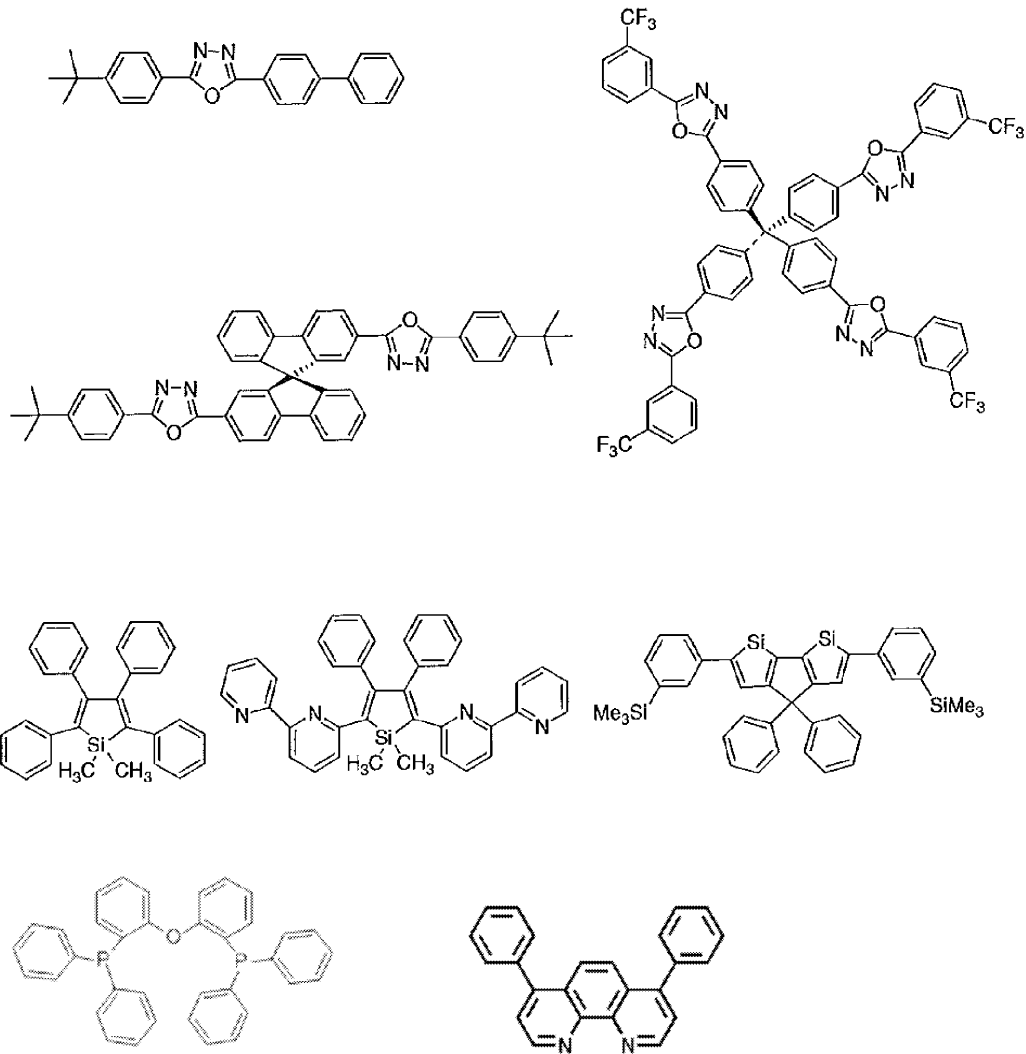


30

40

【 0 0 7 4】

【化 3 1】



10

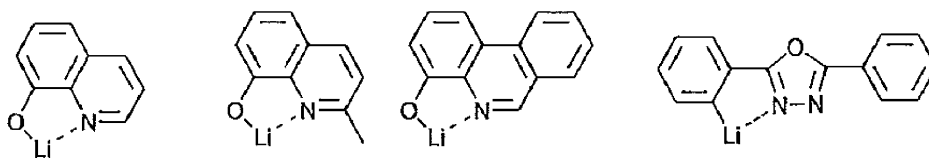
20

【0075】

次に、電子注入材料として用いることができる好ましい化合物例を挙げる。

【0076】

【化 3 2】



LiF

【0077】

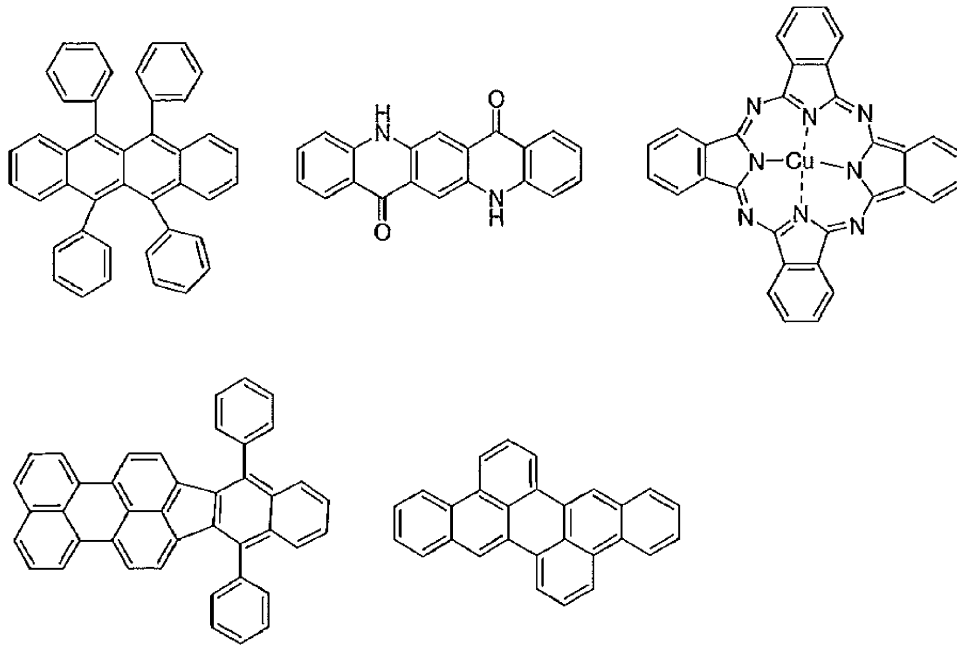
さらに添加可能な材料として好ましい化合物例を挙げる。例えば、安定化材料として添加すること等が考えられる。

【0078】

30

40

【化 3 3】



10

【0079】

上述の方法により作製された有機エレクトロルミネッセンス素子は、得られた素子の陽極と陰極の間に電界を印加することにより発光する。このとき、励起一重項エネルギーによる発光であれば、そのエネルギーレベルに応じた波長の光が、蛍光発光および遅延蛍光発光として確認される。また、励起三重項エネルギーによる発光であれば、そのエネルギーレベルに応じた波長が、りん光として確認される。通常の蛍光は、遅延蛍光発光よりも蛍光寿命が短いため、発光寿命は蛍光と遅延蛍光で区別できる。

一方、りん光については、本発明の化合物のような通常の有機化合物では、励起三重項エネルギーは不安定であり、熱失活の速度定数が大きく、発光の速度定数が小さいことから直ちに失活するため、室温では殆ど観測できない。通常の有機化合物の励起三重項エネルギーを測定するためには、極低温の条件での発光を観測することにより測定可能である。

20

30

【0080】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、単一の素子、アレイ状に配置された構造からなる素子、陽極と陰極がX-Yマトリックス状に配置された構造のいずれにおいても適用することができる。本発明によれば、発光層に一般式(1)で表される化合物を含有させることにより、発光効率が大きく改善された有機発光素子が得られる。本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子などの有機発光素子は、さらに様々な用途へ応用することが可能である。例えば、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子を用いて、有機エレクトロルミネッセンス表示装置を製造することが可能であり、詳細については、時任静士、安達千波矢、村田英幸共著「有機ELディスプレイ」(オーム社)を参照することができる。また、特に本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、需要が大きい有機エ

40

【実施例】

【0081】

以下に合成例および実施例を挙げて本発明の特徴をさらに具体的に説明する。以下に示す材料、処理内容、処理手順等は、本発明の趣旨を逸脱しない限り適宜変更することができる。したがって、本発明の範囲は以下に示す具体例により限定的に解釈されるべきものではない。なお、紫外線吸収スペクトルの測定はLAMBD A 950-PKA(パーキンエルマー社製)を用いて行い、発光スペクトルの測定はFluoromax-4(ホリバ・ジョパンイボン社製)を用いて行い、過渡減衰曲線の測定はQuantaaurus-tau(浜松ホトニクス社製)を用いて行い、フォトルミネッセンス量子効率(PL量子効

50

率)の測定はC 1 1 3 4 7 - 1 1 (浜松ホトニクス社製)を用いて行った。また、本実施例では、発光寿命が0.05 μs以上の蛍光を遅延蛍光として判定した。

【0082】

各材料の一重項エネルギー(E_{S1})と三重項エネルギー(E_{T1})の差(E_{ST})は、一重項エネルギー(E_{S1})と三重項エネルギーを以下の方法で算出し、 $E_{ST} = E_{S1} - E_{T1}$ により求めた。

(1) 一重項エネルギー E_{S1}

測定対象化合物とmCPとを、測定対象化合物が濃度6重量%となるように共蒸着することでSi基板上に厚さ100nmの試料を作製した。常温(300K)でこの試料の蛍光スペクトルを測定した。励起光入射直後から入射後100ナノ秒までの発光を積算することで、縦軸を発光強度、横軸を波長の蛍光スペクトルを得た。蛍光スペクトルは、縦軸を発光強度、横軸を波長とした。この蛍光スペクトルの短波側の立ち上がりに対して接線を引き、その接線と横軸との交点の波長値 edge [nm] を求めた。この波長値を次に示す換算式でエネルギー値に換算した値を E_{S1} とした。

$$\text{換算式: } E_{S1} [\text{eV}] = 1239.85 / \text{edge}$$

蛍光スペクトルの測定には、励起光源に窒素レーザー(Lasertechnik Berlin社製、MNL200)を検出器には、ストリークカメラ(浜松ホトニクス社製、C4334)を用いた。

(2) 三重項エネルギー E_{T1}

一重項エネルギー E_{S1} と同じ試料を5[K]に冷却し、励起光(337nm)を燐光測定用試料に照射し、ストリークカメラを用いて、燐光強度を測定した。励起光入射後1ミリ秒から入射後10ミリ秒の発光を積算することで、縦軸を発光強度、横軸を波長の燐光スペクトルを得た。この燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対して接線を引き、その接線と横軸との交点の波長値 edge [nm] を求めた。この波長値を次に示す換算式でエネルギー値に換算した値を E_{T1} とした。

$$\text{換算式: } E_{T1} [\text{eV}] = 1239.85 / \text{edge}$$

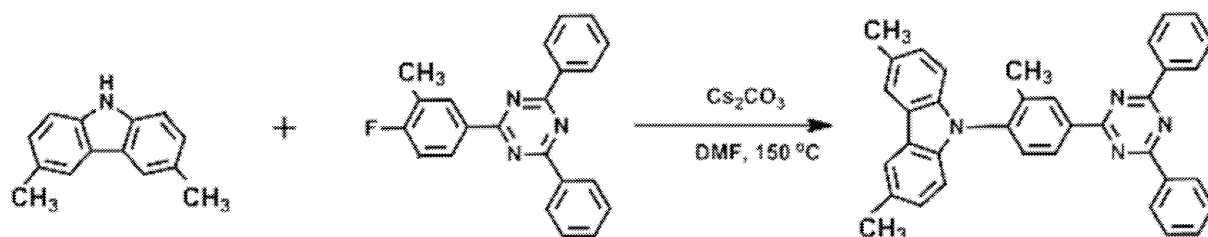
燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対する接線は以下のように引いた。燐光スペクトルの短波長側から、スペクトルの極大値のうち、最も短波長側の極大値までスペクトル曲線上を移動する際に、長波長側に向けて曲線上の各点における接線を考える。この接線は、曲線が立ち上がるにつれ(つまり縦軸が増加するにつれ)、傾きが増加する。この傾きの値が極大値をとる点において引いた接線を、当該燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対する接線とした。

なお、スペクトルの最大ピーク強度の10%以下のピーク強度をもつ極大点は、上述の最も短波長側の極大値には含めず、最も短波長側の極大値に最も近い、傾きの値が極大値をとる点において引いた接線を当該燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対する接線とした。

【0083】

(合成例1) 化合物1の合成

【化34】



化合物1

【0084】

アルゴン雰囲気下にて、還流冷却器を備えた二口丸底フラスコに3,6-ジメチルカルバゾール(1.50g、7.68mmol)を入れ、炭酸セシウム(12.5g、38.5mmol)を加え、150℃で2時間加熱した。

4 mmol) と DMF (100 ml) を添加して懸濁液を得た。室温で 30 分間攪拌した後、2 - (4 - フルオロフェニル) - 4, 6 - ジフェニル - 1, 3, 5 - トリアジン (2.62 g、7.68 mmol) を一度に注ぎ、反応混合物を 155 で 12 時間攪拌した。その後、水で希釈し、粗生成物をクロロホルム (3 × 30 ml) で抽出した。有機相を硫酸ナトリウムで乾燥し、溶媒を除去した。溶離液としてジクロロメタン / 石油 (1 : 4) を用いてシリカゲルカラムクロマトグラフィーを行い、化合物 1 (3.26 g、6.68 mmol、87%) を白色固体として単離した。

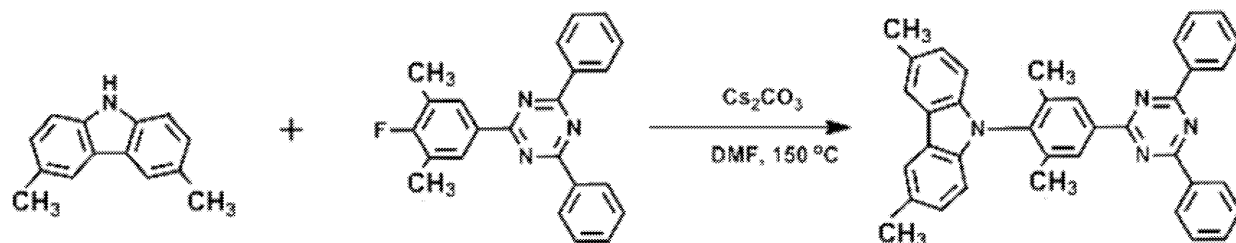
^1H NMR (500 MHz, CDCl_3) (ppm): 8.89-8.78 (m, 6H) 7.97 (s, 2H) 7.71-7.57 (m, 7H) 7.25 (d, $J = 8.5$ Hz, 2H) 7.03 (d, $J = 8.5$ Hz, 2H) 2.58 (s, 6H) 2.19 (s, 3H). ^{13}C NMR (125 MHz, CDCl_3) (ppm): 171.8, 171.2, 140.3, 139.4, 137.5, 136.2, 136.1, 132.6, 132.0, 129.4, 129.0, 128.9, 127.9, 123.2, 120.3, 109.5, 21.4, 18.1. HRMS m/z : 516.18 $[\text{M}]^+$. Anal. calcd for $\text{C}_{36}\text{H}_{28}\text{N}_4$ (%): C 83.69, H 5.46, N 10.84; found: C 83.82, H 5.45, N 10.91.

10

【0085】

(合成例 2) 化合物 2 の合成

【化 35】



20

化合物 2

【0086】

合成例 1 で用いた 2 - (4 - フルオロフェニル) - 4, 6 - ジフェニル - 1, 3, 5 - トリアジンの代わりに 2 - (4 - フルオロ - 3, 5 - ジメチルフェニル) - 4, 6 - ジフェニル - 1, 3, 5 - トリアジン (2.73 g、7.68 mmol) を用いて、合成例 1 と同じ手順に従って化合物 2 を合成した。溶媒を蒸発させた後、粗生成物を、溶離液としてジクロロメタン / 石油 (1 : 4) を用いてシリカゲルカラムクロマトグラフィーを行い、化合物 2 の黄色固体を収率 76% で得た。

30

^1H NMR (500 MHz, CDCl_3) (ppm): 8.85 (d, $J = 8.5$ Hz, 4H) 8.67 (s, 2H) 7.78 (s, 1H) 7.67-7.61 (m, 6H) 7.24 (d, $J = 8.5$ Hz, 2H) 6.90 (d, $J = 8.5$ Hz, 2H) 2.58 (s, 6H) 2.06 (s, 6H). ^{13}C NMR (125 MHz, CDCl_3) (ppm): 138.6, 136.1, 132.6, 129.1, 129.0, 128.7, 127.2, 120.4, 109.0, 21.4, 17.8. HRMS m/z : 530.18 $[\text{M}]^+$. Anal. calcd for $\text{C}_{37}\text{H}_{30}\text{N}_4$ (%): C 83.74, H 5.70, N 10.56; found: C 83.68, H 5.70, N 10.62.

化合物 1、2 の熱的性質を質量分析 (TGA) にて評価したところ、いずれも質量減少率が 5% であるときの温度 (分解温度 T_d) が 405 超であり、熱的安定性に優れることを確認することができた。

40

【0087】

(実施例 1) 化合物 1 を用いた有機フォトルミネッセンス素子の作製

Ar 雰囲気グローブボックス中で化合物 1 のトルエン溶液 (濃度 1×10^{-5} mol / L) を調製した。

また、石英基板上に真空蒸着法にて、真空度 $2 \sim 3 \times 10^{-4}$ Pa 以下の条件で化合物 1 と DPEPO とを異なる蒸着源から蒸着し、化合物 1 の濃度が 6 質量% である薄膜 (以下、「化合物 1 のドープ膜」という) を 60 nm の厚さで形成して有機フォトルミネッセンス素子とした。

【0088】

(実施例 2) 化合物 2 を用いた有機フォトルミネッセンス素子の作製

50

化合物 1 の代わりに化合物 2 を用いること以外は、実施例 1 と同様にして、化合物 2 のトルエン溶液および化合物 2 と D P E P O の薄膜（以下、「化合物 2 のドーブ膜」という）を作製した。

【 0 0 8 9 】

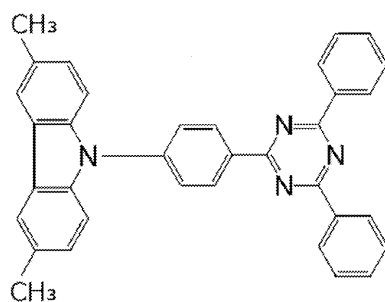
（比較例 1、2） 比較化合物 1、2 を用いた有機フォトルミネッセンス素子の作製

化合物 1 の代わりに下記の構造を有する比較化合物 1 または比較化合物 2 を用いること以外は、実施例 1 と同様にして、比較化合物 1 のトルエン溶液、比較化合物 1 と D P E P O の薄膜（以下、「比較化合物 1 のドーブ膜」という）、比較化合物 2 のトルエン溶液、および比較化合物 2 と D P E P O の薄膜（以下、「比較化合物 2 のドーブ膜」という）を作製した。

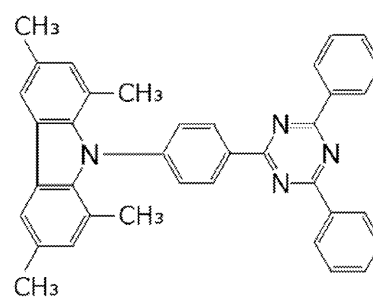
10

【 0 0 9 0 】

【化 3 6】



比較化合物 1



比較化合物 2

20

【 0 0 9 1 】

[発光特性の評価]

各実施例および各比較例で調製したトルエン溶液の紫外可視吸収スペクトル、320 nm 励起光を用いて測定した 298 K での発光スペクトルおよび 77 K での燐光スペクトルを図 2 に示す。図 2 中、「U v - V i s」は紫外可視吸収スペクトルを示し、「P L」は発光スペクトルを示し、「P h o s」は燐光スペクトルを示す。各実施例および各比較例で作製したドーブ膜について、365 nm 励起光を用いて測定した室温での発光の過渡減衰曲線を図 3 に示す。

30

また、各化合物の発光極大波長、一重項エネルギー E_{S1} 、三重項エネルギー E_{T1} 、および E_{S1} と E_{T1} の差 E_{ST} 、トルエン溶液およびドーブ膜のフォトルミネッセンス量子収率（P L 量子収率）、図 3 から求めた発光寿命 τ_d 、ジクロロメタンとジメチルホルムアミドの混合溶媒中で測定した酸化電位および還元電位を表 1 に示す。

【 0 0 9 2 】

【表 1】

化合物 No	発光極大 波長	E _{S1}	E _{T1}	ΔE _{ST}	PL 量子収率		発光寿命 τ _d	HOMO	LUMO
					トルエン溶液	ドープ膜			
化合物1	432nm	3.10eV	2.93eV	0.17eV	60%	92%	130 μ s	+0.97±0.05V	-2.16±0.05V
化合物2	432nm	3.10eV	2.95eV	0.15eV	35%	85%	10.3 μ s	+0.97±0.05V	-2.16±0.05V
比較化合物1	432nm	3.10eV	2.67eV	0.43eV	72%	87%	>28.9 μ s	+0.97±0.05V	-2.16±0.05V
比較化合物2	465nm	2.93eV	2.85eV	0.08eV	86%	98%	3.5 μ s	+0.84V	-2.16±0.05V

表 1 に示すように、化合物 1、2 は、発光極大波長が 432 nm と短波長であり、高い発光効率を有していた。また、化合物 1、2 は、 E_{ST} が小さく、発光寿命 τ_d が 13.0 μs 、10.3 μs と長いことから、遅延蛍光を放射するものであることが確認された。これに対して、比較化合物 1 は、三重項エネルギー E_{T1} が低く、 E_{ST} が大きな値であり、発光寿命 τ_d が長いものであった。よって、比較化合物 1 は遅延蛍光を放射しないか、放射しても無視できる程度であると推測された。一方、比較化合物 2 は、発光極大波長が 465 nm で化合物 1、2 に比べて長波長であった。

ここで、密度関数理論計算により、各化合物におけるカルバゾール構造と 2,4,6-トリフェニル-1,3,5-トリアジン構造のねじれ角を求めたところ、化合物 1、2 および比較化合物 2 は比較化合物 1 に比べて大きなねじれ角を有しており、化合物 1、2 における中央のフェニレン基へのアルキル基の導入、および、比較化合物 2 におけるカルバゾール構造の 1 位および 8 位へのアルキル基の導入は、カルバゾール構造と 2,4,6-トリフェニル-1,3,5-トリアジン構造のねじれを大きくする作用があることが示唆された。これにより、化合物 1、2 では、電荷移動励起状態が安定化して局所励起三重項エネルギー状態 3LE のエネルギー (最低励起三重項エネルギー E_{T1}) が上がり、 E_{st} の縮小に繋がったものと考えられる。

一方、比較化合物 2 については、表 1 に示すように、酸化電位が比較化合物 1 に比べて低い値になっている。このことから、カルバゾール構造の 1 位および 8 位へのアルキル基の導入は、カルバゾール構造と 2,4,6-トリフェニル-1,3,5-トリアジン構造のねじれを大きくする作用と、アルキル基の電子供与性により、ドナー部であるカルバゾール構造の酸化電位を低くする作用を有することが示唆された。ここで、酸化電位は HOMO 準位に対応し、還元電位は LUMO 準位に対応しており、酸化電位が低くなることは HOMO-LUMO 間のギャップが狭くなることを意味する。これにより、比較化合物 2 は、他の化合物よりも発光波長が長波長側にシフトしているものと考えられる。

【0094】

(実施例 3) 化合物 1 を用いた有機エレクトロルミネッセンス素子の作製

膜厚 100 nm のインジウム・スズ酸化物 (ITO) からなる陽極が形成されたガラス基板上に、各薄膜を真空蒸着法にて、真空度 $2 \sim 3 \times 10^{-4}$ Pa で積層した。まず、ITO 上に HAT-CN を 5 nm の厚さに蒸着して正孔注入層を形成した。次に、-NPD を 20 nm の厚さに蒸着し、さらに、TCCTA を 20 nm の厚さに蒸着することで正孔輸送層を形成した。続いて、mCP を 10 nm の厚さに蒸着して励起子阻止層を形成した。次に、化合物 1 と DPEPO を異なる蒸着源から共蒸着し、20 nm の厚さの層を形成して発光層とした。この時、化合物 1 の濃度は 6.0 質量% とした。次に、DPEPO を 10 nm の厚さに蒸着して励起子阻止層を形成し、その上に、TPBi を 30 nm の厚さに蒸着して電子輸送層を形成した。続いて、フッ化リチウム (LiF) を 0.8 nm の厚さに蒸着して電子注入層を形成し、その上に、アルミニウム (Al) を 120 nm の厚さに蒸着して陰極を形成した。以上の工程により、[ITO/HAT-CN (5 nm)/-NPD (20 nm)/TCCTA (20 nm)/mCP (10 nm)/DPEPO と 6 質量% の化合物 1 (20 nm)/DPEPO (10 nm)/TPBi (30 nm)/LiF (0.8 nm)/Al (120 nm)] の多層構造を有する有機エレクトロルミネッセンス素子 (素子 1) とした。なお、上記の角括弧内の「/」は層の境界を表し、「/」の左側に記載された膜厚 (nm) および材料からなる層の上に、「/」の右側に記載された膜厚 (nm) および材料からなる層が積層されていることを意味する。

【0095】

(実施例 4) 化合物 2 を用いた有機エレクトロルミネッセンス素子の作製

化合物 1 の代わりに化合物 2 を用いること以外は、実施例 3 と同様にして有機エレクトロルミネッセンス素子 (素子 2) を作製した。

【0096】

(比較例 3、4) 比較化合物 1、2 を用いた有機エレクトロルミネッセンス素子の作製

化合物 1 の代わりに比較化合物 1 を用いること以外は、実施例 3 と同様にして有機エ

10

20

30

40

50

クトロルミネッセンス素子（比較素子１）を作製し、化合物１の代わりに比較化合物２を用いること以外は、実施例３と同様にして有機エレクトロルミネッセンス素子（比較素子２）を作製した。

【００９７】

[素子特性の評価]

各実施例および各比較例で作製した有機エレクトロルミネッセンス素子の発光スペクトルを図４に示し、外部量子効率（EQE）-電流密度特性を図５に示す。また、各有機エレクトロルミネッセンス素子の最大外部量子効率を表２に示す。

【００９８】

【表２】

10

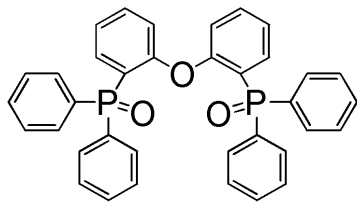
素子 No	ドーパント	最大外部量子効率
素子１	化合物１	19.2%
素子２	化合物２	18.3%
比較素子１	比較化合物１	7.2%
比較素子２	比較化合物２	22.0%

20

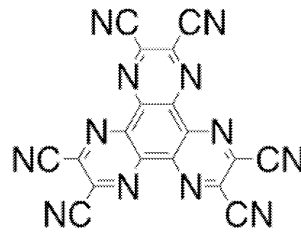
【００９９】

図５および表２から示されるように、化合物１を用いた素子１および化合物２を用いた素子２は、いずれも高い外部量子効率を有していた。また、素子１および素子２の発光色のCIE色座標は、それぞれ、（0.148, 0.098）および（0.150, 0.097）であり、深い青色であった。これに対して、比較素子１は、最大外部量子効率が7.2%であり、素子１、２に比べて発光効率が低いものであった。一方、図４から、比較素子２は、素子１、２に対して発光極大波長が大きく長波長側にシフトしており、青色発光を得ることができなかった。

【化 3 7】

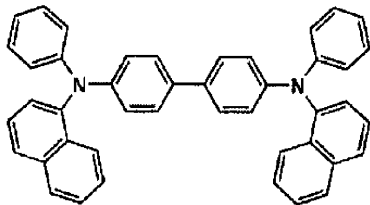


DPEPO

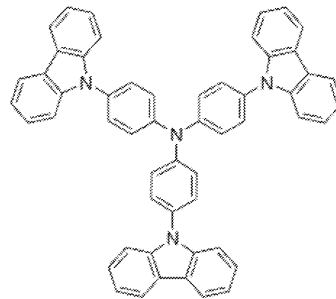


HAT-CN

10

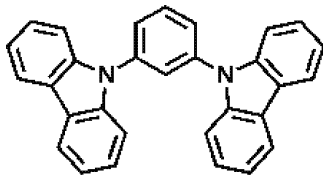


α-NPD

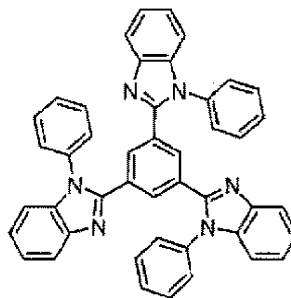


TCTA

20



mCP



TPBi

30

【産業上の利用可能性】

【0100】

本発明の化合物は発光材料として有用である。このため本発明の化合物は、有機エレクトロルミネッセンス素子などの有機発光素子用の発光材料として効果的に用いられる。本発明の化合物の中には、遅延蛍光が放射するものも含まれているため、発光効率が高い有機発光素子を提供することも可能である。このため、本発明は産業上の利用可能性が高い。

40

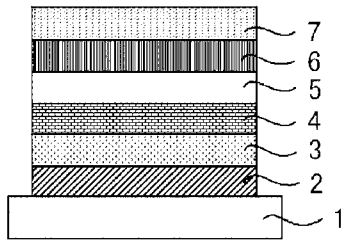
【符号の説明】

【0101】

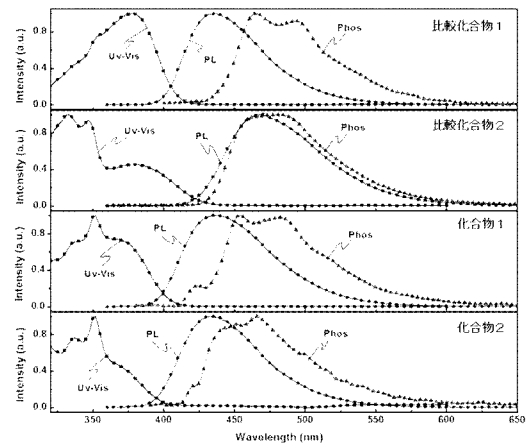
- 1 基板
- 2 陽極
- 3 正孔注入層
- 4 正孔輸送層
- 5 発光層
- 6 電子輸送層
- 7 陰極

50

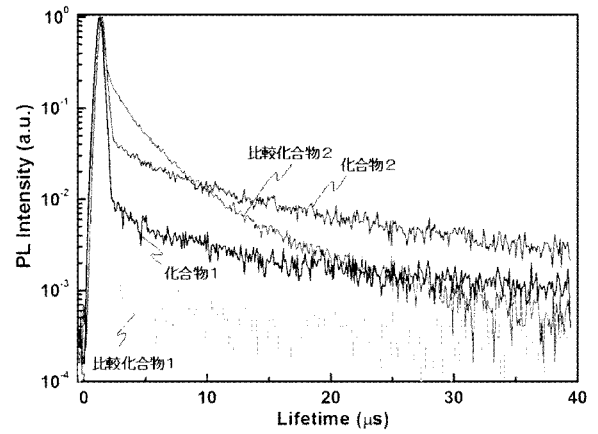
【図 1】



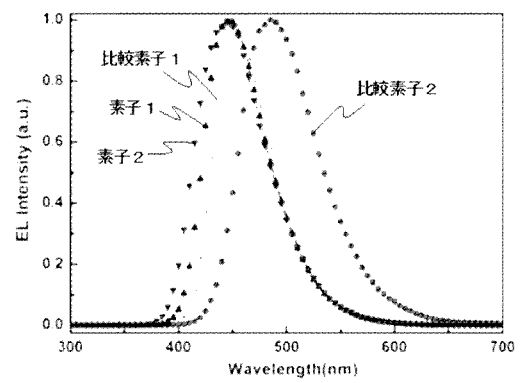
【図 2】



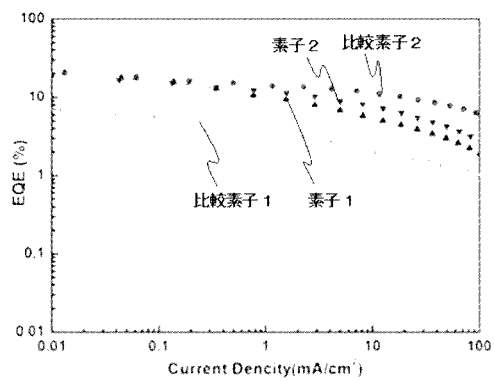
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 中野谷 一
福岡県福岡市東区箱崎六丁目 1 0 番 1 号 国立大学法人九州大学内
- (72)発明者 耿 炎
福岡県福岡市東区箱崎六丁目 1 0 番 1 号 国立大学法人九州大学内
- (72)発明者 キム ジョンウク
福岡県福岡市東区箱崎六丁目 1 0 番 1 号 国立大学法人九州大学内
- (72)発明者 野村 洸子
福岡県福岡市西区九大新町 4 番地 1 株式会社 K y u l u x 内
- (72)発明者 那須 圭朗
福岡県福岡市西区九大新町 4 番地 1 株式会社 K y u l u x 内
- (72)発明者 能塚 直人
福岡県福岡市西区九大新町 4 番地 1 株式会社 K y u l u x 内
- F ターム(参考) 3K107 AA01 CC04 CC07 DD53 DD59 DD66 DD69 FF14
4C063 AA01 BB06 CC43 DD08 EE10

专利名称(译)	发光材料，化合物和有机发光器件		
公开(公告)号	JP2018111751A	公开(公告)日	2018-07-19
申请号	JP2017001676	申请日	2017-01-10
[标]申请(专利权)人(译)	国立大学法人九州大学 株式会社KYULUX		
申请(专利权)人(译)	国立大学法人九州大学 株式会社KYULUX		
[标]发明人	サイリンソン 安達千波矢 中野谷一 キムジョンウク 野村洸子 那須圭朗 能塚直人		
发明人	サイ リンソン 安達 千波矢 中野谷 一 耿 ▲炎▼ キム ジョンウク 野村 洸子 那須 圭朗 能塚 直人		
IPC分类号	C09K11/06 C07D403/10 H01L51/50		
FI分类号	C09K11/06.645 C07D403/10 H05B33/14.B		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/CC04 3K107/CC07 3K107/DD53 3K107/DD59 3K107/DD66 3K107/DD69 3K107/FF14 4C063/AA01 4C063/BB06 4C063/CC43 4C063/DD08 4C063/EE10		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供发光效率高的深蓝色发光材料。 溶液：1,3,5-三嗪，其中呋唑基团在苯环上与N键合，在4-位取代，在4,6位取代/未取代的苯基在2-位取代束缚发光材料。苯环的2-位表示取代/未取代的烷基，其他表示氢原子或取代基。条件是呋唑的2-4个位置中的至少一个是取代/未取代的烷基，并且5-位至7-位中的至少一个是取代或未取代的烷基。
【选择图】无

(19) 日本国特許庁(JP)		(12) 公開特許公報(A)		(11) 特許出願公開番号 特開2018-111751 (P2018-111751A) (43) 公開日 平成30年7月19日(2018.7.19)	
(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)	
C09K 11/06 (2006.01)		C09K 11/06		3K107	
C07D 403/10 (2006.01)		C07D 403/10		4C063	
H01L 51/50 (2006.01)		H05B 33/14		B	
審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 48 頁)					
(21) 出願番号 特願2017-1676 (P2017-1676)		(71) 出願人 504145342			
(22) 出願日 平成29年1月10日 (2017.1.10)		国立大学法人九州大学 福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号			
特許法第30条第2項適用申請有り 平成28年12月30日 ウェブサイト http://online.library.wiley.com/doi/10.1002/anie.201609459/abstract		(71) 出願人 516003621 株式会社 Kyulux 福岡県福岡市西区九犬新町4番地1 110000109			
		(74) 代理人 特許業務法人特許事務所サイクス サイ リンソン 福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号 国立大学法人九州大学内			
		(72) 発明者 安達 千波矢 福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号 国立大学法人九州大学内			
		(72) 発明者 安達 千波矢 福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号 国立大学法人九州大学内			
最終頁に続く					
(54) 【発明の名称】 発光材料、化合物および有機発光素子					