

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4273856号
(P4273856)

(45) 発行日 平成21年6月3日(2009.6.3)

(24) 登録日 平成21年3月13日(2009.3.13)

(51) Int.Cl.

F 1

C08G 61/12 (2006.01)
C09D 11/00 (2006.01)
G02F 1/13357 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)

C08G 61/12
C09D 11/00
G02F 1/13357
H01L 33/14

B

請求項の数 25 (全 55 頁)

(21) 出願番号	特願2003-208991 (P2003-208991)	(73) 特許権者	000002093 住友化学株式会社 東京都中央区新川二丁目27番1号
(22) 出願日	平成15年8月27日 (2003.8.27)	(74) 代理人	100113000 弁理士 中山 亨
(65) 公開番号	特開2004-143419 (P2004-143419A)	(72) 発明者	北野 真 茨城県つくば市北原6 住友化学工業株式会社内
(43) 公開日	平成16年5月20日 (2004.5.20)	(72) 発明者	津幡 義昭 茨城県つくば市北原6 住友化学工業株式会社内
審査請求日	平成18年7月14日 (2006.7.14)	(72) 発明者	関根 千津 茨城県つくば市北原6 住友化学工業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2002-248410 (P2002-248410)		
(32) 優先日	平成14年8月28日 (2002.8.28)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

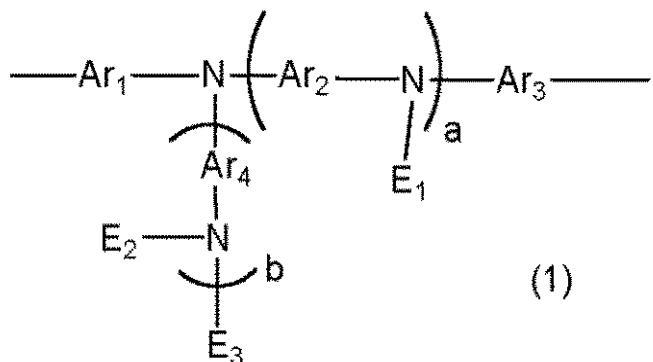
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】高分子化合物およびそれを用いた高分子発光素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下記式(1)で示される繰り返し単位を含み、ポリスチレン換算の数平均分子量が 10^3 ~ 10^8 であることを特徴とする高分子化合物。



10

[式中、Ar₁、Ar₂、Ar₃およびAr₄は、それぞれ独立にアリーレン基または2価の複素環基を表す。E₁、E₂およびE₃は、それぞれ独立に下記アリール基(A)を表す。
aおよびbはそれぞれ独立に0または1を表し、a + b = 1である。]

アリール基(A)：アルキル基から選ばれる置換基を3個以上有するアリール基。]

【請求項 2】

20

アリール基(A)が下記の(C)により選ばれた炭素原子に置換基を有することを特徴とする請求項 1 記載の高分子化合物。

(C) : アリール基(A)の結合手をアミノ基に置換し、置換基をすべて水素原子に置換したアリールアミン化合物の最高占有分子軌道を、半経験的分子軌道法である AM1 法により求める。

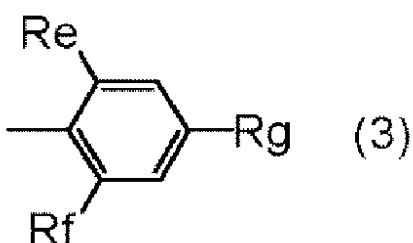
該最高占有分子軌道の任意の一つを選び、上記アリールアミン化合物が有する、水素原子が結合した炭素原子のそれぞれに対応する原子軌道係数の 2 乗の和の値を計算する。前記アリールアミン化合物の有する、水素原子が結合した炭素原子から、上記の原子軌道係数の 2 乗の和の値が大きい順に 3 つ以上の炭素原子を選んで、それらに対応するアリール基(A)の炭素原子を、置換基を有する炭素原子とする。 10

【請求項 3】

アリール基(A)が、置換基を 3 個以上有するフェニル基、置換基を 3 個以上有するナフチル基、または置換基を 3 個以上有するアントラセニル基であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の高分子化合物。

【請求項 4】

アリール基(A)が下記式(3)で示される基であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の高分子化合物。



[式中、 R e 、 R f および R g は、それぞれ独立にアルキル基を表す。]

【請求項 5】

式(3)において、 R e および R f がそれぞれ独立に、炭素数 3 以下のアルキル基であり、かつ R g が炭素数 3 ~ 20 のアルキル基であることを特徴とする請求項 4 の高分子化合物。 20

【請求項 6】

さらに、下記式(4)、式(5)、式(6)または式(7)で示される繰り返し単位を有することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の高分子化合物。 30

- A r₁₂ - (4)

- A r₁₂ - X₁ - (A r₁₃ - X₂) c - A r₁₄ - (5)

- A r₁₂ - X₂ - (6)

- X₂ - (7)

(式中、 A r₁₂ 、 A r₁₃ および A r₁₄ はそれぞれ独立にアリーレン基、 2 倍の複素環基または金属錯体構造を有する 2 倍の基を示す。 X₁ は、 - C R₂ = C R₃ - 、 - C = C - または - (S i R₅ R₆) d - を示す。 X₂ は - C R₂ = C R₃ - 、 - C = C - 、 - N (R₄) - 、または - (S i R₅ R₆) d - を示す。 R₂ および R₃ は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、 1 倍の複素環基、カルボキシル基、置換カルボキシル基またはシアノ基を示す。 R₄ 、 R₅ および R₆ は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、 1 倍の複素環基またはアリールアルキル基を表す。 c は 0 ~ 2 の整数を表す。 d は 1 ~ 12 の整数を表す。 A r₁₃ 、 R₂ 、 R₃ 、 R₅ および R₆ がそれぞれ複数存在する場合、それらは同一であっても異なっていてもよい。) 40

【請求項 7】

さらに、下記式(4)で示される繰り返し単位を有することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の高分子化合物。

- A r₁₂ - (4)

(式中、 A r₁₂ はアリーレン基、 2 倍の複素環基または金属錯体構造を有する 2 倍の基を 50

示す。)

【請求項 8】

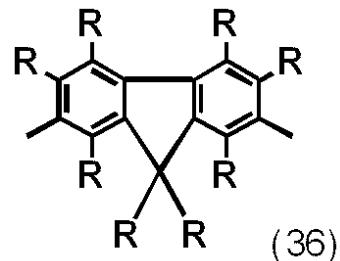
式(4)において、Ar₁₂がアリーレン基または2価の複素環基であることを特徴とする、請求項7に記載の高分子化合物。

【請求項 9】

式(4)において、Ar₁₂がフェニレン基、ビフェニル-ジイル基、フルオレン-ジイル基またはスチルベン-ジイル基であることを特徴とする、請求項8に記載の高分子化合物。

【請求項 10】

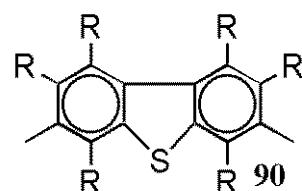
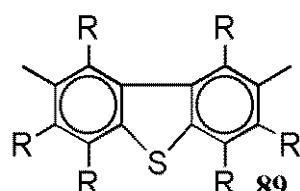
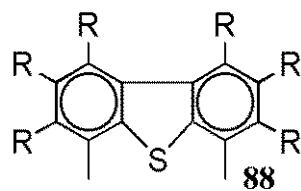
式(4)において、Ar₁₂が式(36)で表される基であることを特徴とする、請求項8に記載の高分子化合物。



[式中、Rはそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールチオ基、アリールアルキル基、アリールアルコキシ基、アリールアルキルチオ基、アリールアルケニル基、アリールアルキニル基、アミノ基、置換アミノ基、シリル基、置換シリル基、シリルオキシ基、置換シリルオキシ基、ハロゲン原子、アシル基、アシルオキシ基、イミノ基、アミド基、イミド基、1価の複素環基、カルボキシル基、置換カルボキシル基、またはシアノ基を示す。]

【請求項 11】

式(4)において、Ar₁₂が式(88)～(90)のいずれかで表される基であることを特徴とする、請求項8に記載の高分子化合物。



[式中、Rはそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールチオ基、アリールアルキル基、アリールアルコキシ基、アリールアルキルチオ基、アリールアルケニル基、アリールアルキニル基、アミノ基、置換アミノ基、シリル基、置換シリル基、シリルオキシ基、置換シリルオキシ基、ハロゲン原子、アシル基、アシルオキシ基、イミノ基、アミド基、イミド基、1価の複素環基、カルボキシル基、置換カルボキシル基、またはシアノ基を示す。]

【請求項 12】

正孔輸送材料、電子輸送材料および発光材料から選ばれる少なくとも1種類の材料と請求項1～11のいずれかに記載の高分子化合物の少なくとも1種類を含有することを特徴とする組成物

【請求項 13】

請求項1～11のいずれかに記載の高分子化合物を含有することを特徴とするインク組成物。

【請求項 14】

粘度が25において1～20 mPa・sであることを特徴とする請求項13記載のイン

10

20

30

40

50

ク組成物。

【請求項 1 5】

請求項 1 ~ 1 1 のいずれかに記載の高分子化合物を含有する発光性薄膜。

【請求項 1 6】

請求項 1 ~ 1 1 のいずれかに記載の高分子化合物を含有する導電性薄膜。

【請求項 1 7】

請求項 1 ~ 1 1 のいずれかに記載の高分子化合物を含有する有機半導体薄膜。

【請求項 1 8】

陽極および陰極からなる電極間に、請求項 1 ~ 1 1 のいずれかに記載の高分子化合物を含む層を有することを特徴とする高分子発光素子。 10

【請求項 1 9】

請求項 1 ~ 1 1 のいずれかに記載の高分子化合物を含む層が発光層であることを特徴とする請求項 1 8 記載の高分子発光素子。

【請求項 2 0】

発光層がさらに正孔輸送性材料、電子輸送性材料または発光材料を含むことを特徴とする請求項 1 9 記載の高分子発光素子。

【請求項 2 1】

請求項 1 8 ~ 2 0 のいずれかに記載の高分子発光素子を含むことを特徴とする面状光源。

【請求項 2 2】

請求項 1 8 ~ 2 0 のいずれかに記載の高分子発光素子を含むことを特徴とするセグメント表示装置。 20

【請求項 2 3】

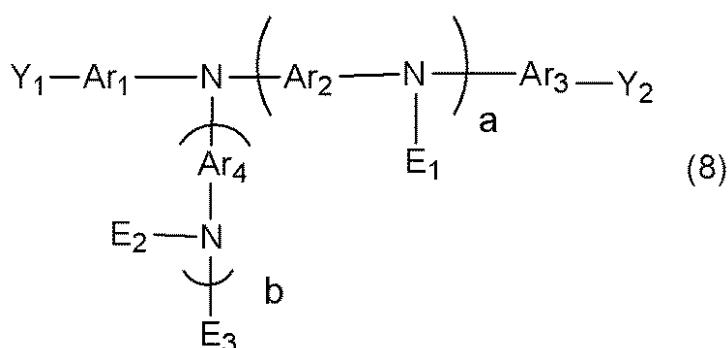
請求項 1 8 ~ 2 0 のいずれかに記載の高分子発光素子を含むことを特徴とするドットマトリックス表示装置。

【請求項 2 4】

請求項 1 8 ~ 2 0 のいずれかに記載の高分子発光素子をバックライトとすることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2 5】

下記式(8)で示される化合物。



[式中、Ar₁、Ar₂、Ar₃およびAr₄は、それぞれ独立にアリーレン基または2価の複素環基を表す。E₁、E₂およびE₃は、それぞれ独立に下記アリール基(A)を表す。] 40

aおよびbはそれぞれ独立に0または1を表し、a + b = 1である。Y₁およびY₂はそれぞれ独立に縮合重合反応に関与する置換基を表す。

アリール基(A)：アルキル基から選ばれる置換基を3個以上有するアリール基。]

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高分子化合物および該高分子化合物を用いた高分子発光素子（以下、高分子LEDといふことがある。）に関する。

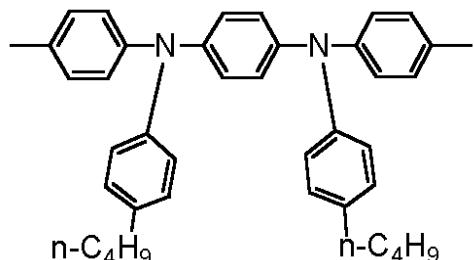
【0002】

【従来の技術】

高分子量の発光材料は低分子量のそれとは異なり溶媒に可溶で塗布法により発光素子における発光層を形成できることから種々検討されており、その例として、繰り返し単位として、フェニレン基とN-フェニル-N,N-ジイル-アミノ基とフェニレン基とがこの順に連結してなる繰り返し単位、フェニレン基とN-フェニル-N,N-ジイル-アミノ基とフェニレン基とがこの順に連結してなる繰り返し単位等の繰り返し単位を含む高分子化合物が知られている。

このような高分子化合物として、例えば、特許文献1には、N-フェニル-N,N-ジイル-アミノ基のフェニル基が、置換基として1個のブチル基を有するフェニル基である下式

10



の繰り返し単位とフルオレン-ジイル基からなる繰り返し単位とを含む高分子化合物が開示されている。

20

【0003】

【特許文献1】

国際公開第99/54385号パンフレット

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら上記公知の高分子化合物を発光素子の発光材料として用いたときその発光素子の寿命が未だ十分でないという問題があった。

本発明の目的は、発光素子の発光材料として用いたとき寿命の一層長い発光素子を与える高分子化合物を提供することにある。

【0005】

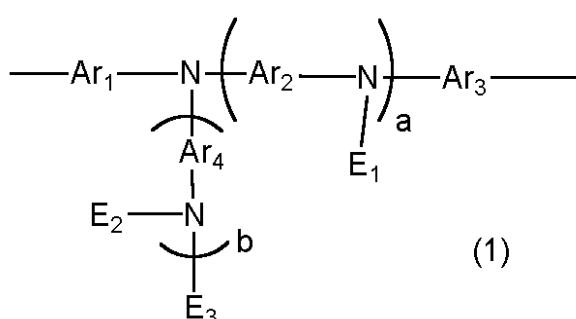
30

【課題を解決するための手段】

本発明者等は、上記課題を解決すべく鋭意検討した結果、下式(1)で示されるような特定の構造を有する繰り返し単位を高分子化合物を発光素子の発光材料として用いることにより該発光素子の寿命が向上することを見出し、本発明を完成した。

【0006】

すなわち本発明は、下記式(1)で示される繰り返し単位を含み、ポリスチレン換算の数平均分子量が10³～10⁸であることを特徴とする高分子化合物を提供するものである。



(式中、Ar₁、Ar₂、Ar₃およびAr₄は、それぞれ独立にアリーレン基または2価の複素環基を表す。E₁、E₂およびE₃は、それぞれ独立に下記アリール基(A)または複素環基(B)を表す。aおよびbはそれぞれ独立に0または1を表し、0≤a+b≤1)

40

50

1である。

アリール基(A) : アルキル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールチオ基、アリールアルキル基、アリールアルコキシ基、アリールアルキルチオ基、アリールアルケニル基、アリールアルキニル基、アミノ基、置換アミノ基、シリル基、置換シリル基、シリルオキシ基、置換シリルオキシ基、1価の複素環基およびハロゲン原子から選ばれる置換基を3個以上有するアリール基。

複素環基(B) : アルキル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールチオ基、アリールアルキル基、アリールアルコキシ基、アリールアルキルチオ基、アリールアルケニル基、アリールアルキニル基、アミノ基、置換アミノ基、シリル基、置換シリル基、シリルオキシ基、置換シリルオキシ基、1価の複素環基およびハロゲン原子から選ばれる置換基を1以上有し、かつ該置換基の数と複素環のヘテロ原子の数の和が3以上である1価の複素環基】10

【0007】

【発明の実施の形態】

上記式(1)において、Ar₁、Ar₂、Ar₃およびAr₄は、それぞれ独立にアリーレン基または2価の複素環基を表す。

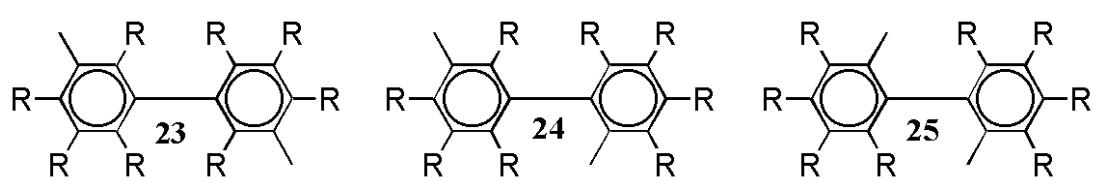
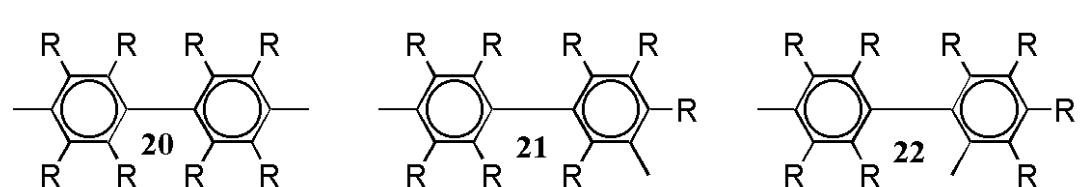
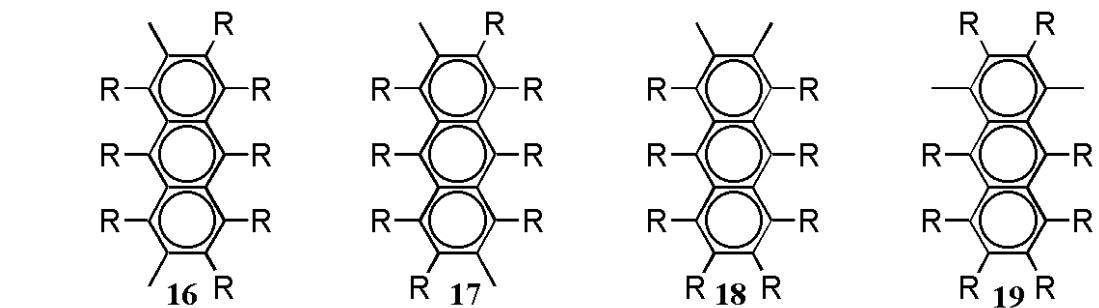
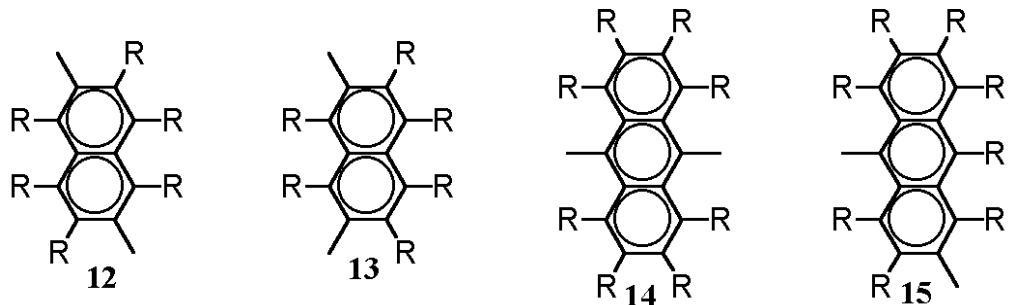
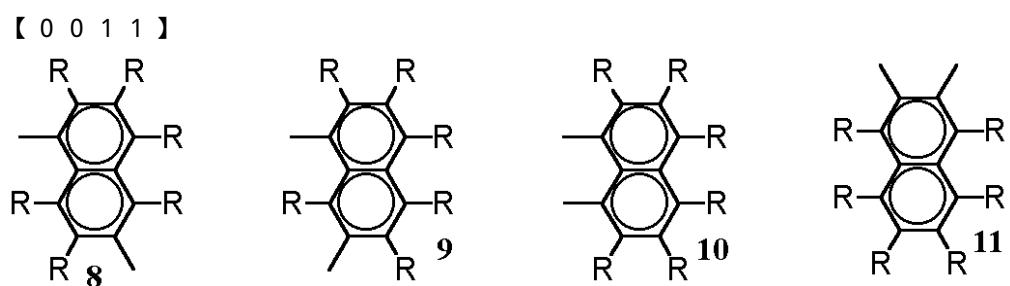
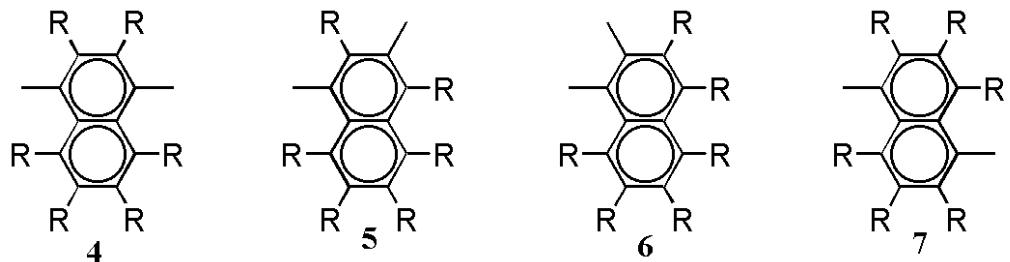
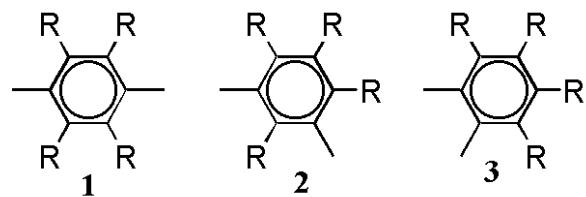
【0008】

ここに、アリーレン基とは、芳香族炭化水素から、水素原子2個を除いた原子団であり、ベンゼン環または縮合環をもつもの、および独立したベンゼン環または縮合環2個以上が直接またはビニレン等の基を介して結合したものも含まれる。アリーレン基は置換基を有していてもよい。置換基としては、アルキル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールチオ基、アリールアルキル基、アリールアルコキシ基、アリールアルキルチオ基、アリールアルケニル基、アリールアルキニル基、アミノ基、置換アミノ基、シリル基、置換シリル基、シリルオキシ基、置換シリルオキシ基、ハロゲン原子、アシル基、アシルオキシ基、イミン残基、アミド基、酸イミド基、1価の複素環基、カルボキシル基、置換カルボキシル基、シアノ基等が挙げられ、アルキル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールチオ基、置換アミノ基、置換シリル基、置換シリルオキシ基、1価の複素環基が好ましい。無置換のアリーレン基の炭素数は通常6～60程度であり、好ましくは6～20である。20

【0009】

アリーレン基としては、フェニレン基(例えば、下図の式1～3)、ナフタレン-ジイル基(下図の式4～13)、アントラセン-ジイル基(下図の式14～19)、ビフェニル-ジイル基(下図の式20～25)、ターフェニル-ジイル基(下図の式26～28)、縮合環化合物基(下図の式29～35)、フルオレン-ジイル基(下図の式36～38)、インデノフルオレン-ジイル基(下図38A～38B)、スチルベン-ジイル基(下図の式A～D)、ジスチルベン-ジイル基(下図の式E, F)などが例示される。中でもフェニレン基、ビフェニル-ジイル基、フルオレン-ジイル基、スチルベン-ジイル基が好ましい。30

【0010】



10

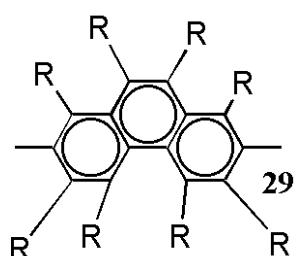
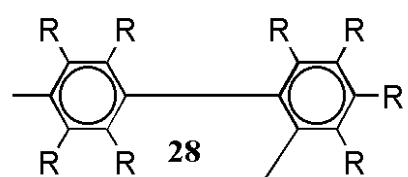
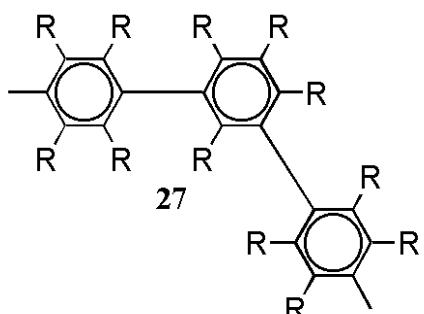
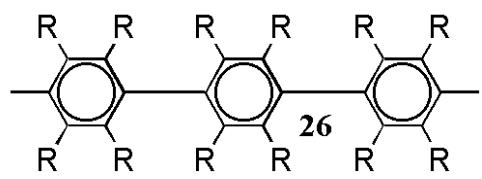
20

30

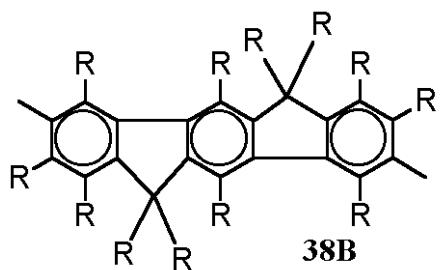
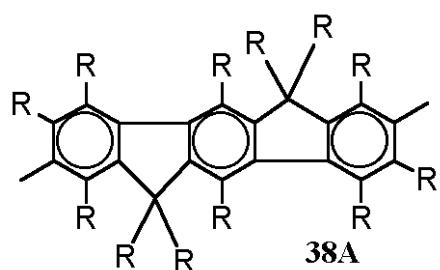
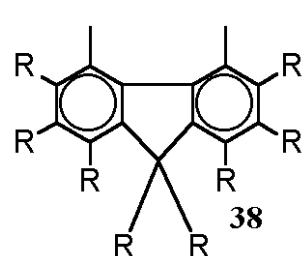
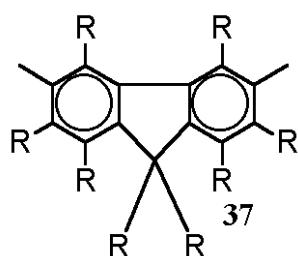
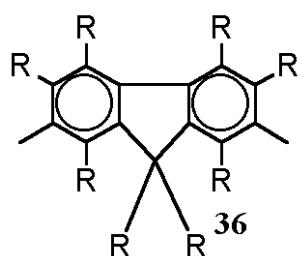
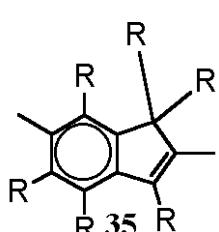
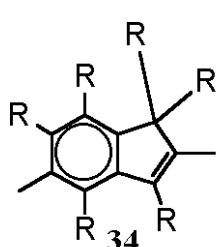
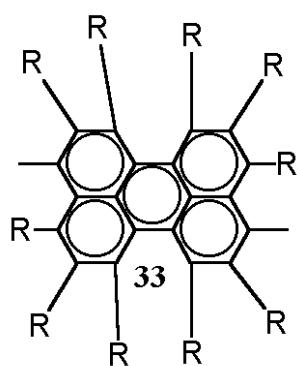
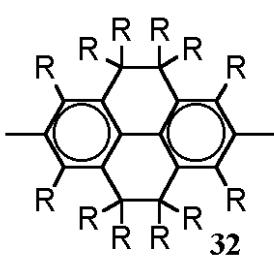
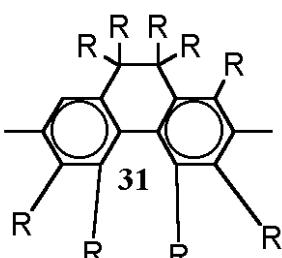
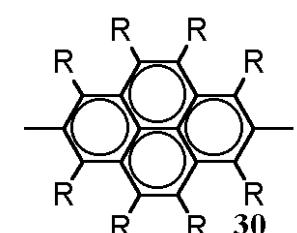
40

50

【 0 0 1 2 】



【 0 0 1 3 】



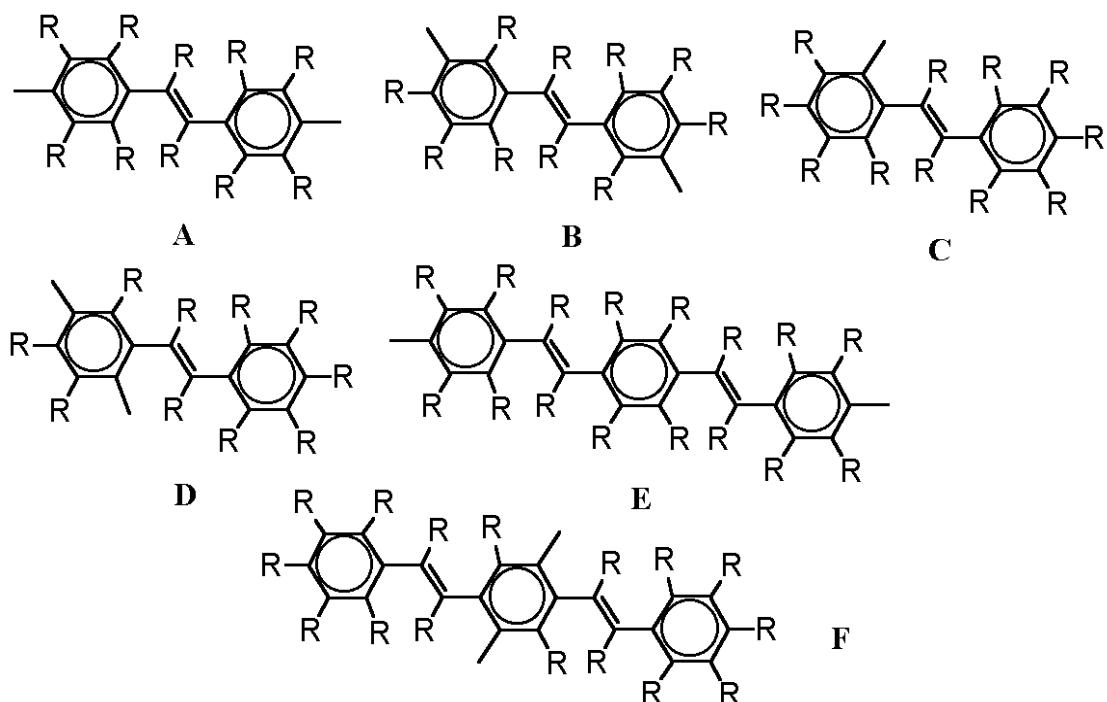
10

20

30

40

50



【0014】

10

本発明において、2価の複素環基とは、複素環化合物から水素原子2個を除いた残りの原子団をいい、該基は置換基を有していてもよい。

ここに複素環化合物とは、環式構造をもつ有機化合物のうち、環を構成する元素が炭素原子だけでなく、酸素、硫黄、窒素、リン、ホウ素、ヒ素などのヘテロ原子を環内に含むものをいう。

置換基としては、アルキル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールチオ基、アリールアルキル基、アリールアルコキシ基、アリールアルキルチオ基、アリールアルケニル基、アリールアルキニル基、アミノ基、置換アミノ基、シリル基、置換シリル基、シリルオキシ基、置換シリルオキシ基、ハロゲン原子、アシル基、アシルオキシ基、イミノ基、アミド基、イミド基、1価の複素環基、カルボキシル基、置換カルボキシル基、シアノ基等が挙げられ、アルキル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールチオ基、置換アミノ基、置換シリル基、置換シリルオキシ基、1価の複素環基が好ましい。無置換の2価の複素環基の炭素数は通常3~60程度である。

20

【0015】

30

2価の複素環基としては、例えば以下のものが挙げられる。

ヘテロ原子として、窒素を含む2価の複素環基；ピリジン-ジイル基（下図の式39~44）、ジアザフェニレン基（下図の式45~48）、キノリンジイル基（下図の式49~63）、キノキサリンジイル基（下図の式64~68）、アクリジンジイル基（下図の式69~72）、ビピリジルジイル基（下図の式73~75）、フェナントロリンジイル基（下図の式76~78）、など。

40

ヘテロ原子としてけい素、窒素、硫黄、セレン、ホウ素などを含みフルオレン構造を有する基（下図の式79~93、G~I）。

ヘテロ原子としてけい素、窒素、硫黄、セレンなどを含みインデノフルオレン構造を有する基（下図の式J~O）。

ヘテロ原子としてけい素、窒素、硫黄、セレンなどを含む5員環複素環基：（下図の式94~98）。

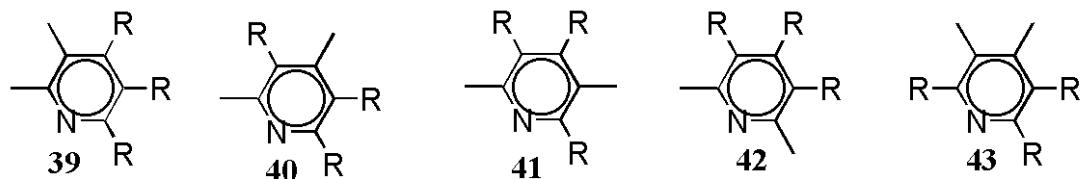
ヘテロ原子としてけい素、窒素、硫黄、セレンなどを含む5員環縮合複素環基：（下図の式99~110）。

ヘテロ原子としてけい素、窒素、硫黄、セレンなどを含む5員環複素環基でそのヘテロ原

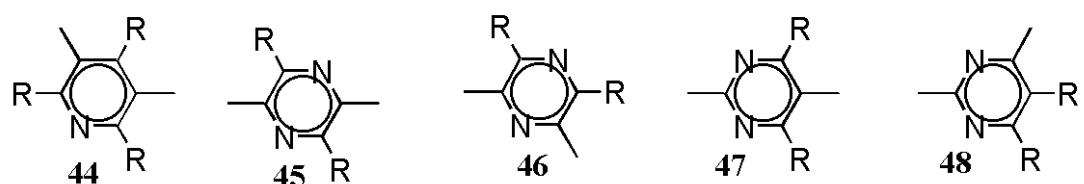
50

子の 位で結合し 2 量体やオリゴマーになっている基：(下図の式 111 ~ 112)。
 ヘテロ原子としてけい素、窒素、硫黄、セレンなどを含む 5 員環複素環基でそのヘテロ原子の 位でフェニル基に結合している基：(下図の式 113 ~ 119)。
 ヘテロ原子として酸素、窒素、硫黄、などを含む 5 品環縮合複素環基にフェニル基やフリル基、チエニル基が置換した基：(下図の式 120 ~ 125)。

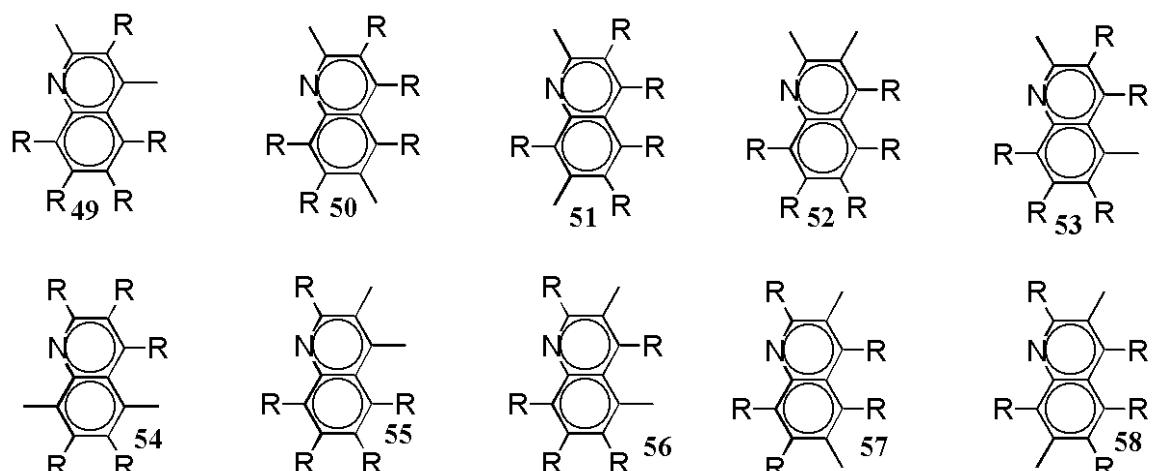
【0016】



10



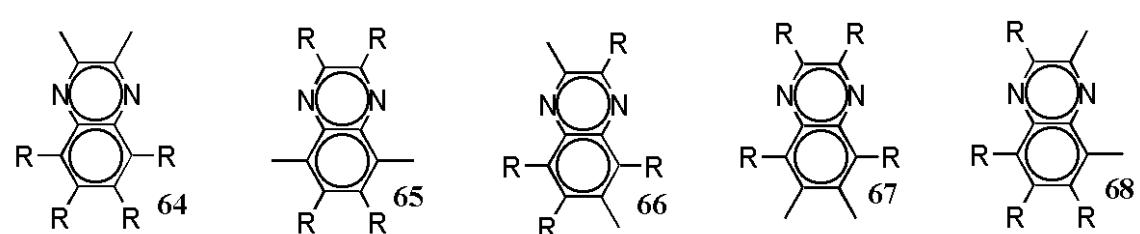
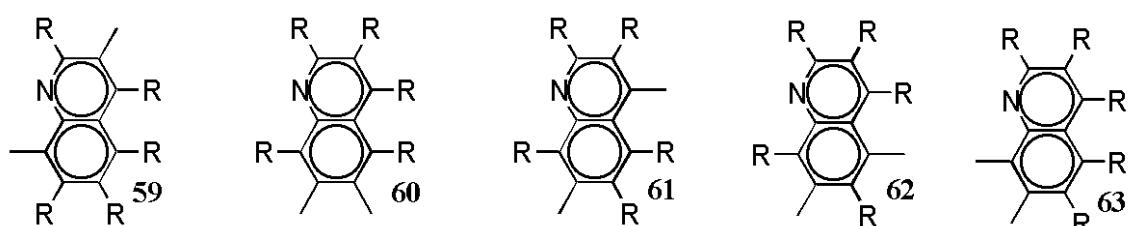
【0017】



20

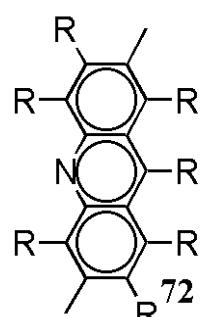
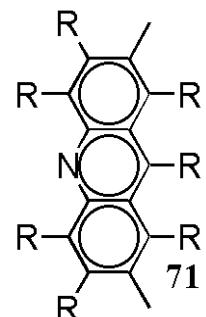
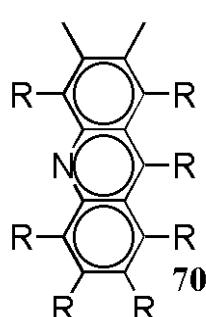
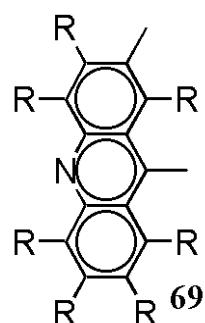
30

【0018】

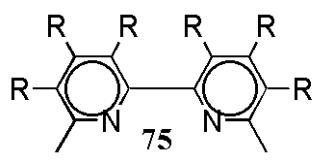
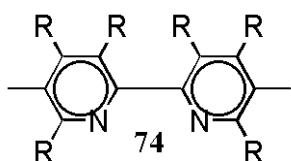
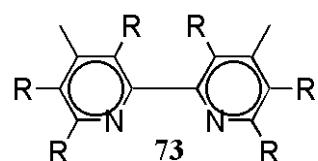


40

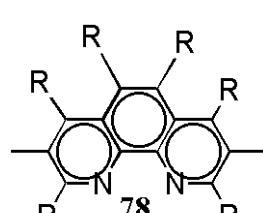
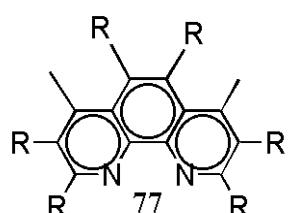
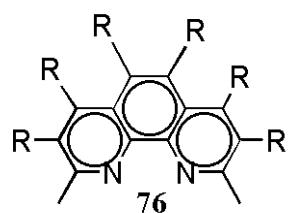
【0019】



【 0 0 2 0 】

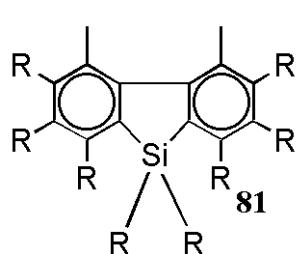
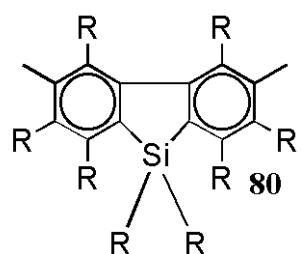
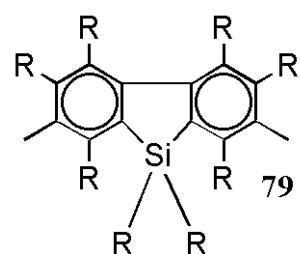


10

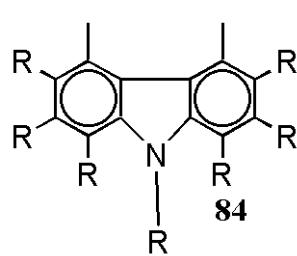
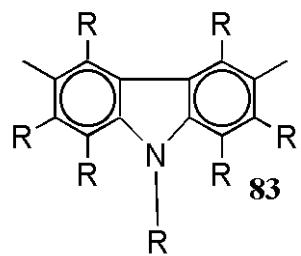
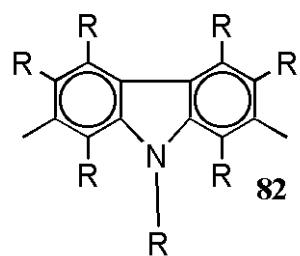


20

【 0 0 2 1 】

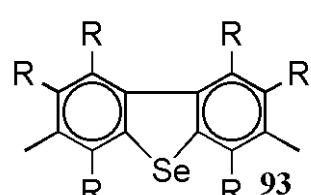
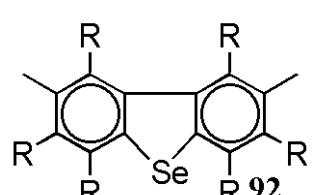
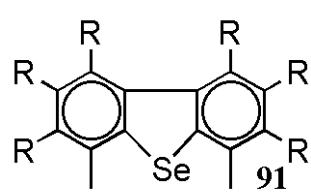
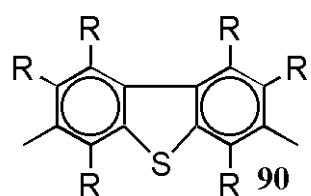
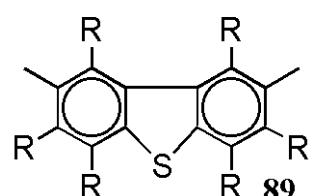
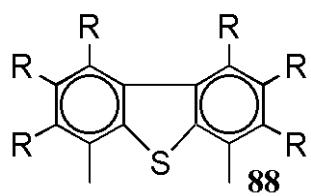
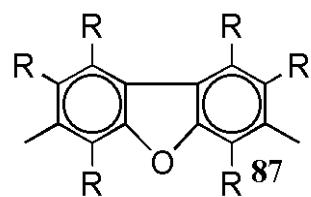
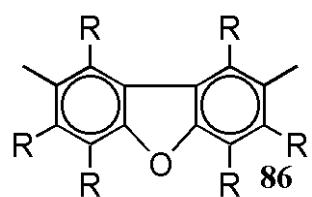
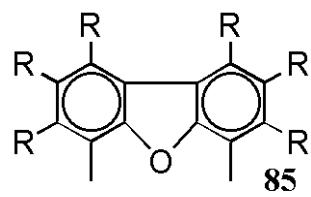


30

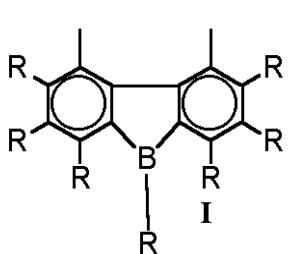
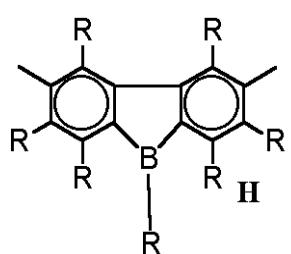
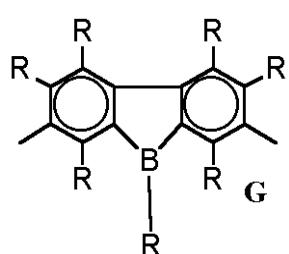


【 0 0 2 2 】

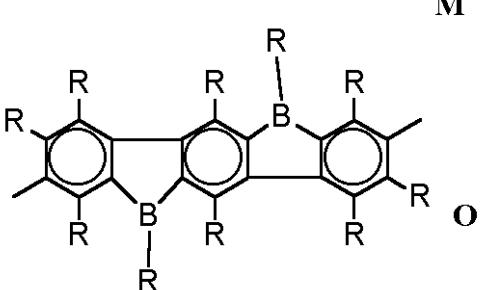
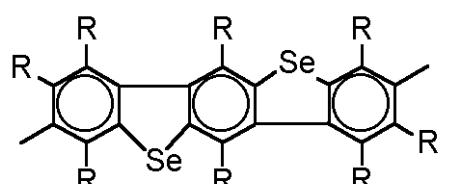
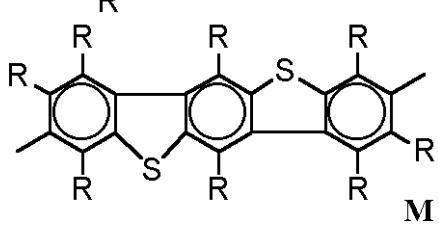
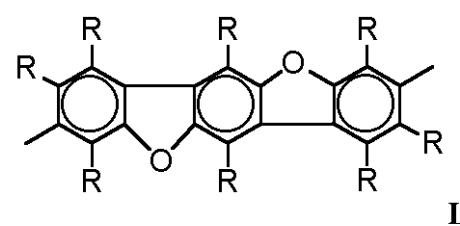
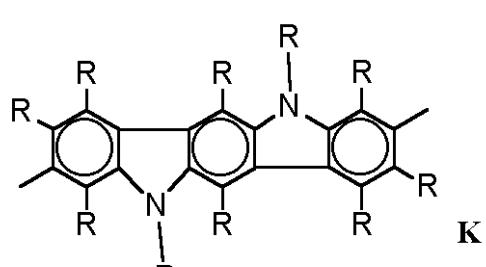
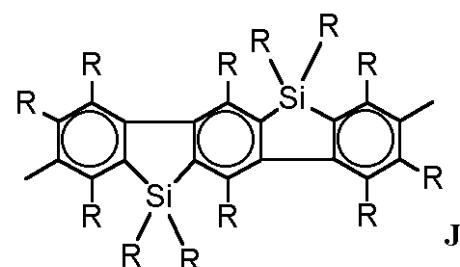
40



【 0 0 2 3 】



【 0 0 2 4 】



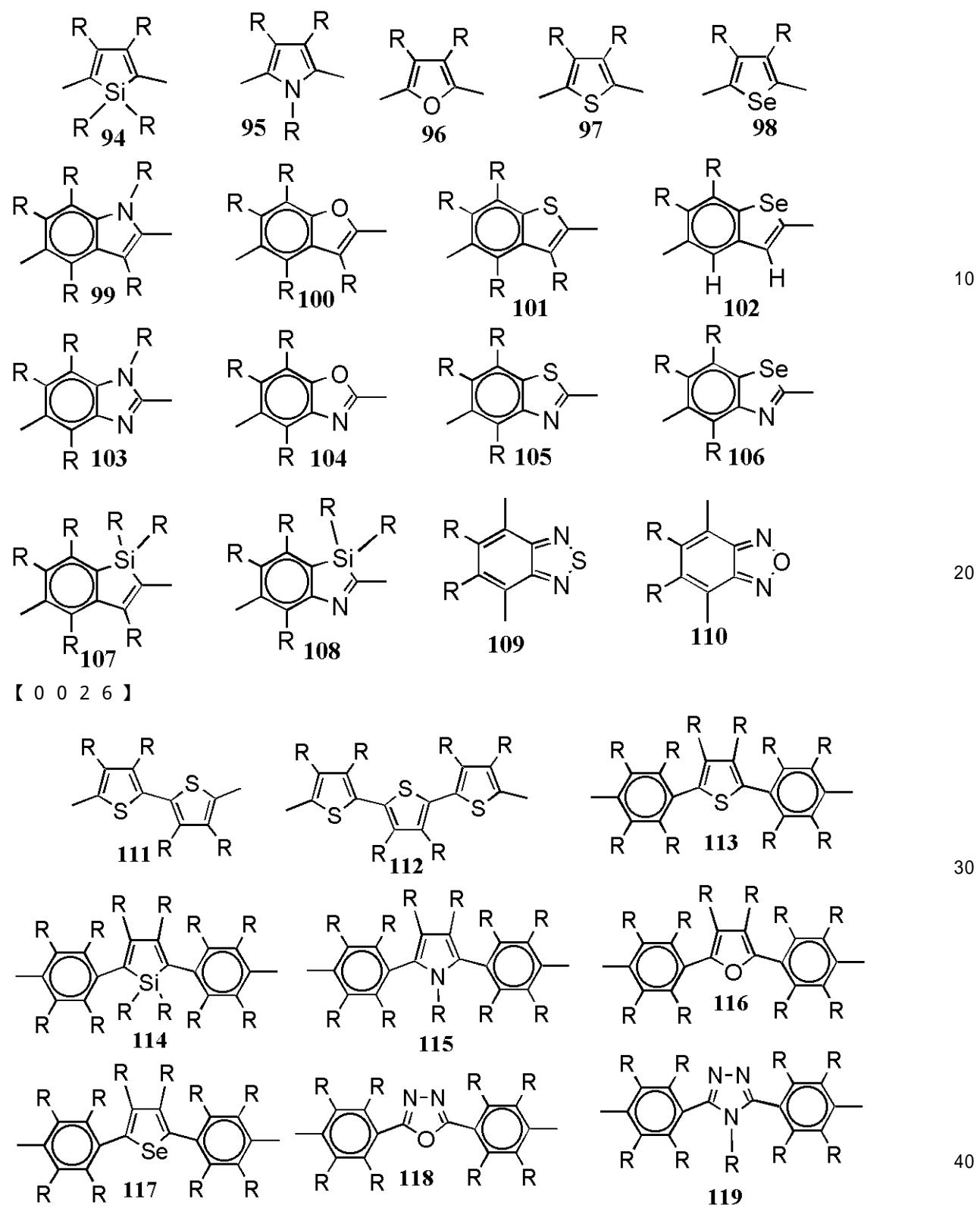
【 0 0 2 5 】

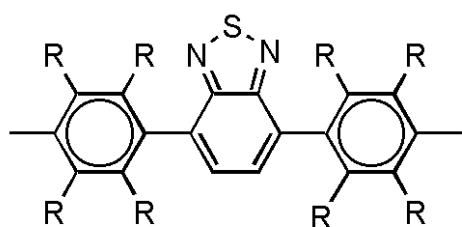
10

20

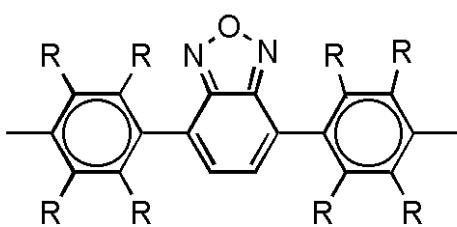
30

40

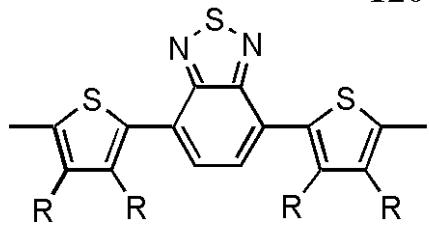




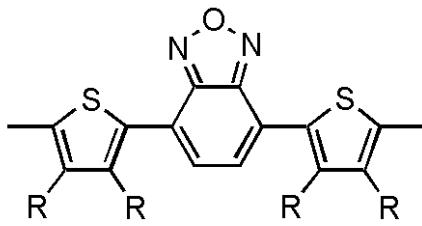
120



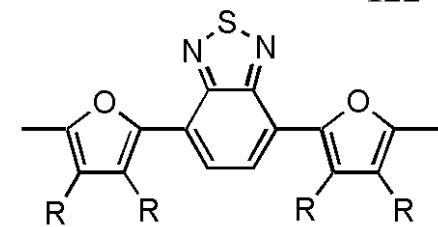
121



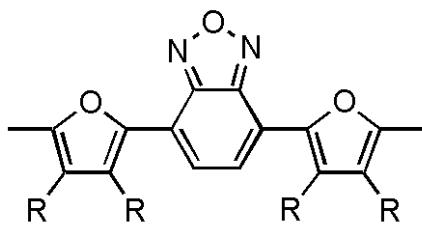
122



123



124



125

10

20

30

【0028】

上記の式1～125、G～Oにおいて、Rはそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールチオ基、アリールアルキル基、アリールアルコキシ基、アリールアルキルチオ基、アリールアルケニル基、アリールアルキニル基、アミノ基、置換アミノ基、シリル基、置換シリル基、シリルオキシ基、置換シリルオキシ基、ハロゲン原子、アシル基、アシルオキシ基、イミノ基、アミド基、イミド基、1価の複素環基、カルボキシル基、置換カルボキシル基、またはシアノ基を示す。

【0029】

ここに、アルキル基は、直鎖、分岐または環状のいずれでもよい。炭素数は通常1～20程度であり、具体的には、メチル基、エチル基、プロピル基、i-プロピル基、ブチル基、i-ブチル基、t-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、シクロヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、2-エチルヘキシル基、ノニル基、デシル基、3,7-ジメチルオクチル基、ラウリル基、トリフルオロメチル基、ペンタフルオロエチル基、パーフルオロブチル基、パーフルオロヘキシル基、パーフルオロオクチル基などが挙げられ、ペンチル基、ヘキシル基、オクチル基、2-エチルヘキシル基、デシル基、3,7-ジメチルオクチル基が好ましい。

【0030】

アルコキシ基は、直鎖、分岐または環状のいずれでもよい。炭素数は通常1～20程度であり、具体的には、メトキシ基、エトキシ基、プロピルオキシ基、i-プロピルオキシ基、ブトキシ基、i-ブトキシ基、t-ブトキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基、シクロヘキシルオキシ基、ヘプチルオキシ基、オクチルオキシ基、2-エチルヘキシルオキシ基、ノニルオキシ基、デシルオキシ基、3,7-ジメチルオクチルオキシ基、ラウリルオキシ基、トリフルオロメトキシ基、ペンタフルオロエトキシ基、パーフルオロブトキシ基、パーフルオロヘキシル基、パーフルオロオクチル基、メトキシメチルオキシ基、2-メトキシエチルオキシ基などが挙げられ、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基、オクチルオキシ基、2-エチルヘキシルオキシ基、デシルオキシ基、3,7-ジメチルオクチルオキシ基が好ましい。

40

50

【0031】

アルキルチオ基は、直鎖、分岐または環状のいずれでもよい。炭素数は通常1～20程度であり、具体的には、メチルチオ基、エチルチオ基、プロピルチオ基、i-プロピルチオ基、ブチルチオ基、i-ブチルチオ基、t-ブチルチオ基、ペンチルチオ基、ヘキシリチオ基、シクロヘキシリチオ基、ヘプチルチオ基、オクチルチオ基、2-エチルヘキシリチオ基、ノニルチオ基、デシルチオ基、3,7-ジメチルオクチルチオ基、ラウリルチオ基、トリフルオロメチルチオ基などが挙げられ、ペンチルチオ基、ヘキシリチオ基、オクチルチオ基、2-エチルヘキシリチオ基、デシルチオ基、3,7-ジメチルオクチルチオ基が好ましい。

【0032】

アリール基は、炭素数は通常6～60程度であり、具体的には、フェニル基、C₁～C₁₂アルコキシフェニル基(C₁～C₁₂は、炭素数1～12であることを示す。以下も同様である。)、C₁～C₁₂アルキルフェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントラセニル基、2-アントラセニル基、9-アントラセニル基、ペンタフルオロフェニル基などが例示され、C₁～C₁₂アルコキシフェニル基、C₁～C₁₂アルキルフェニル基が好ましい。ここに、アリール基とは、芳香族炭化水素から、水素原子1個を除いた原子団である。芳香族炭化水素としては、ベンゼン環または縮合環をもつもの、独立したベンゼン環または縮合環2個以上が直接またはビニレンなどの基を介して結合したものが含まれる。

C₁～C₁₂アルコキシとして具体的には、メトキシ、エトキシ、プロピルオキシ、i-ブロピルオキシ、ブトキシ、i-ブトキシ、t-ブトキシ、ペンチルオキシ、ヘキシリオキシ、シクロヘキシリオキシ、ヘプチルオキシ、オクチルオキシ、2-エチルヘキシリオキシ、ノニルオキシ、デシルオキシ、3,7-ジメチルオクチルオキシ、ラウリルオキシなどが例示される。

C₁～C₁₂アルキルとして具体的には、メチル、エチル、プロピル、i-プロピル、ブチル、i-ブチル、t-ブチル、ペンチル、ヘキシリ、シクロヘキシリ、ヘプチル、オクチル、2-エチルヘキシリ、ノニル、デシル、3,7-ジメチルオクチル、ラウリルなどが例示される。

【0033】

アリールオキシ基としては、炭素数は通常6～60程度であり、具体的には、フェノキシ基、C₁～C₁₂アルコキシフェノキシ基、C₁～C₁₂アルキルフェノキシ基、1-ナフチルオキシ基、2-ナフチルオキシ基、ペンタフルオロフェニルオキシ基などが例示され、C₁～C₁₂アルコキシフェノキシ基、C₁～C₁₂アルキルフェノキシ基が好ましい。

【0034】

アリールチオ基としては、炭素数は通常6～60程度であり、具体的には、フェニルチオ基、C₁～C₁₂アルコキシフェニルチオ基、C₁～C₁₂アルキルフェニルチオ基、1-ナフチルチオ基、2-ナフチルチオ基、ペンタフルオロフェニルチオ基などが例示され、C₁～C₁₂アルコキシフェニルチオ基、C₁～C₁₂アルキルフェニルチオ基が好ましい。

【0035】

アリールアルキル基は、炭素数は通常7～60程度であり、具体的には、フェニルメチル基、フェニルエチル基、フェニルブチル基、フェニルペンチル基、フェニルヘキシリ基、フェニルヘプチル基、フェニルオクチル基などのフェニル-C₁～C₁₂アルキル基、C₁～C₁₂アルコキシフェニル-C₁～C₁₂アルキル基、C₁～C₁₂アルキルフェニル-C₁～C₁₂アルキル基、1-ナフチル-C₁～C₁₂アルキル基、2-ナフチル-C₁～C₁₂アルキル基などが例示され、C₁～C₁₂アルコキシフェニル-C₁～C₁₂アルキル基、C₁～C₁₂アルキルフェニル-C₁～C₁₂アルキル基が好ましい。

【0036】

アリールアルコキシ基は、炭素数は通常7～60程度であり、具体的には、フェニルメト

10

20

30

40

50

キシ基、フェニルエトキシ基、フェニルブトキシ基、フェニルペンチロキシ基、フェニルヘキシロキシ基、フェニルヘプチロキシ基、フェニルオクチロキシ基などのフェニル - C₁ ~ C₁₂ アルコキシ基、C₁ ~ C₁₂ アルコキシフェニル - C₁ ~ C₁₂ アルコキシ基、C₁ ~ C₁₂ アルキルフェニル - C₁ ~ C₁₂ アルコキシ基、1 - ナフチル - C₁ ~ C₁₂ アルコキシ基、2 - ナフチル - C₁ ~ C₁₂ アルコキシ基などが例示され、C₁ ~ C₁₂ アルコキシフェニル - C₁ ~ C₁₂ アルコキシ基、C₁ ~ C₁₂ アルキルフェニル - C₁ ~ C₁₂ アルコキシ基が好ましい。

【0037】

アリールアルキルチオ基は、炭素数は通常7 ~ 60程度であり、具体的には、フェニル - C₁ ~ C₁₂ アルキルチオ基、C₁ ~ C₁₂ アルコキシフェニル - C₁ ~ C₁₂ アルキルチオ基、C₁ ~ C₁₂ アルキルフェニル - C₁ ~ C₁₂ アルキルチオ基、1 - ナフチル - C₁ ~ C₁₂ アルキルチオ基、2 - ナフチル - C₁ ~ C₁₂ アルキルチオ基などが例示され、C₁ ~ C₁₂ アルコキシフェニル - C₁ ~ C₁₂ アルキルチオ基、C₁ ~ C₁₂ アルキルフェニル - C₁ ~ C₁₂ アルキルチオ基が好ましい。

【0038】

アリールアルケニル基は、炭素数は通常8 ~ 60程度であり、具体的には、フェニル - C₂ ~ C₁₂ アルケニル基、C₁ ~ C₁₂ アルコキシフェニル - C₂ ~ C₁₂ アルケニル基、C₁ ~ C₁₂ アルキルフェニル - C₂ ~ C₁₂ アルケニル基、1 - ナフチル - C₂ ~ C₁₂ アルケニル基、2 - ナフチル - C₂ ~ C₁₂ アルケニル基などが例示され、C₁ ~ C₁₂ アルコキシフェニル - C₂ ~ C₁₂ アルケニル基、C₁ ~ C₁₂ アルキルフェニル - C₂ ~ C₁₂ アルケニル基が好ましい。

【0039】

アリールアルキニル基は、炭素数は通常8 ~ 60程度であり、具体的には、フェニル - C₂ ~ C₁₂ アルキニル基、C₁ ~ C₁₂ アルコキシフェニル - C₂ ~ C₁₂ アルキニル基、C₁ ~ C₁₂ アルキルフェニル - C₂ ~ C₁₂ アルキニル基、1 - ナフチル - C₂ ~ C₁₂ アルキニル基、2 - ナフチル - C₂ ~ C₁₂ アルキニル基などが例示され、C₁ ~ C₁₂ アルコキシフェニル - C₂ ~ C₁₂ アルキニル基、C₁ ~ C₁₂ アルキルフェニル - C₂ ~ C₁₂ アルキニル基が好ましい。

【0040】

置換アミノ基としては、アルキル基、アリール基、アリールアルキル基または1価の複素環基から選ばれる1個または2個の基で置換されたアミノ基があげられ、炭素数は通常1 ~ 60程度である。具体的には、メチルアミノ基、ジメチルアミノ基、エチルアミノ基、ジエチルアミノ基、プロピルアミノ基、ジプロピルアミノ基、i - プロピルアミノ基、ジイソプロピルアミノ基、ブチルアミノ基、i - ブチルアミノ基、t - ブチルアミノ基、ベンチルアミノ基、ヘキシルアミノ基、シクロヘキシルアミノ基、ヘプチルアミノ基、オクチルアミノ基、2 - エチルヘキシルアミノ基、ノニルアミノ基、デシルアミノ基、3, 7 - ジメチルオクチルアミノ基、ラウリルアミノ基、シクロベンチルアミノ基、ジシクロベンチルアミノ基、シクロヘキシルアミノ基、ジシクロヘキシルアミノ基、ピロリジル基、ピペリジル基、ジトリフルオロメチルアミノ基、フェニルアミノ基、ジフェニルアミノ基、C₁ ~ C₁₂ アルコキシフェニルアミノ基、ジ(C₁ ~ C₁₂ アルコキシフェニル)アミノ基、ジ(C₁ ~ C₁₂ アルキルフェニル)アミノ基、1 - ナフチルアミノ基、2 - ナフチルアミノ基、ペンタフルオロフェニルアミノ基、ピリジルアミノ基、ピリダジニルアミノ基、ピリミジルアミノ基、ピラジルアミノ基、トリアジルアミノ基フェニル - C₁ ~ C₁₂ アルキルアミノ基、C₁ ~ C₁₂ アルコキシフェニル - C₁ ~ C₁₂ アルキルアミノ基、C₁ ~ C₁₂ アルキルフェニル - C₁ ~ C₁₂ アルキルアミノ基、ジ(C₁ ~ C₁₂ アルコキシフェニル - C₁ ~ C₁₂ アルキル)アミノ基、ジ(C₁ ~ C₁₂ アルキルフェニル - C₁ ~ C₁₂ アルキル)アミノ基、1 - ナフチル - C₁ ~ C₁₂ アルキルアミノ基、2 - ナフチル - C₁ ~ C₁₂ アルキルアミノ基、カルバゾイル基などが例示される。

【0041】

置換シリル基としては、アルキル基、アリール基、アリールアルキル基および1価の複素

10

20

30

40

50

環基から選ばれる 1、2 または 3 個の基で置換されたシリル基があげられ、炭素数は通常 1 ~ 60 程度である。

具体的には、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基、トリプロピルシリル基、トリ-i-プロピルシリル基、ジメチル-i-プロピルシリル基、ジエチル-i-プロピルシリル基、t-ブチルシリルジメチルシリル基、ペンチルジメチルシリル基、ヘキシルジメチルシリル基、ヘプチルジメチルシリル基、オクチルジメチルシリル基、2-エチルヘキシル-ジメチルシリル基、ノニルジメチルシリル基、デシルジメチルシリル基、3,7-ジメチルオクチル-ジメチルシリル基、ラウリルジメチルシリル基、フェニル-C₁~C₁₂アルキルシリル基、C₁~C₁₂アルコキシフェニル-C₁~C₁₂アルキルシリル基、C₁~C₁₂アルキルフェニル-C₁~C₁₂アルキルシリル基、1-ナフチル-C₁~C₁₂アルキルシリル基、2-ナフチル-C₁~C₁₂アルキルシリル基、フェニル-C₁~C₁₂アルキルジメチルシリル基、トリフェニルシリル基、トリ-p-キシリルシリル基、トリベンジルシリル基、ジフェニルメチルシリル基、t-ブチルジフェニルシリル基、ジメチルフェニルシリル基、トリメトキシシリル基、トリエトキシシリル基、トリプロピルオキシシリル基、トリ-i-プロピルシリル基、ジメチル-i-プロピルシリル基、メチルジメトキシシリル基、エチルジメトキシシリル基、などが例示される。10

【0042】

置換シリルオキシ基としては、アルキル基、アリール基、アリールアルキル基および 1 倍の複素環基から選ばれる 1、2 または 3 個の基で置換されたシリルオキシ基があげられ、炭素数は通常 1 ~ 60 程度である。20

具体的には、トリメチルシリルオキシ基、トリエチルシリルオキシ基、トリプロピルシリルオキシ基、トリ-i-プロピルシリルオキシ基、ジメチル-i-プロピルシリルオキシ基、ジエチル-i-プロピルシリルオキシ基、t-ブチルジメチルシリルオキシ基、ペンチルジメチルシリルオキシ基、ヘキシルジメチルシリルオキシ基、ヘプチルジメチルシリルオキシ基、オクチルジメチルシリルオキシ基、2-エチルヘキシル-ジメチルシリルオキシ基、ノニルジメチルシリルオキシ基、デシルジメチルシリルオキシ基、3,7-ジメチルオクチル-ジメチルシリルオキシ基、ラウリルジメチルシリルオキシ基、フェニル-C₁~C₁₂アルキルシリルオキシ基、C₁~C₁₂アルコキシフェニル-C₁~C₁₂アルキルシリルオキシ基、C₁~C₁₂アルキルフェニル-C₁~C₁₂アルキルシリルオキシ基、1-ナフチル-C₁~C₁₂アルキルシリルオキシ基、2-ナフチル-C₁~C₁₂アルキルシリルオキシ基、フェニル-C₁~C₁₂アルキルジメチルシリルオキシ基、トリフェニルシリルオキシ基、トリ-p-キシリルシリルオキシ基、ジフェニルメチルシリルオキシ基、t-ブチルジフェニルシリルオキシ基、ジメチルフェニルシリルオキシ基、トリメトキシシリルオキシ基、トリエトキシシリルオキシ基、トリプロピルオキシシリルオキシ基、トリ-i-プロピルシリルオキシ基、ジメチル-i-プロピルシリルオキシ基、メチルジメトキシシリルオキシ基、エチルジメトキシシリルオキシ基、などが例示される。30

【0043】

ハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子が例示される。

【0044】

アシル基は、炭素数は通常 2 ~ 20 程度であり、具体的には、アセチル基、プロピオニル基、ブチリル基、イソブチリル基、ピバロイル基、ベンゾイル基、トリフルオロアセチル基、ペンタフルオロベンゾイル基などが例示される。40

【0045】

アシルオキシ基は、炭素数は通常 2 ~ 20 程度であり、具体的には、アセトキシ基、プロピオニルオキシ基、ブチリルオキシ基、イソブチリルオキシ基、ピバロイルオキシ基、ベンゾイルオキシ基、トリフルオロアセチルオキシ基、ペンタフルオロベンゾイルオキシ基などが例示される。

【0046】

イミン残基としては、イミン化合物（分子内に、-N=C-を持つ有機化合物のことをい

10

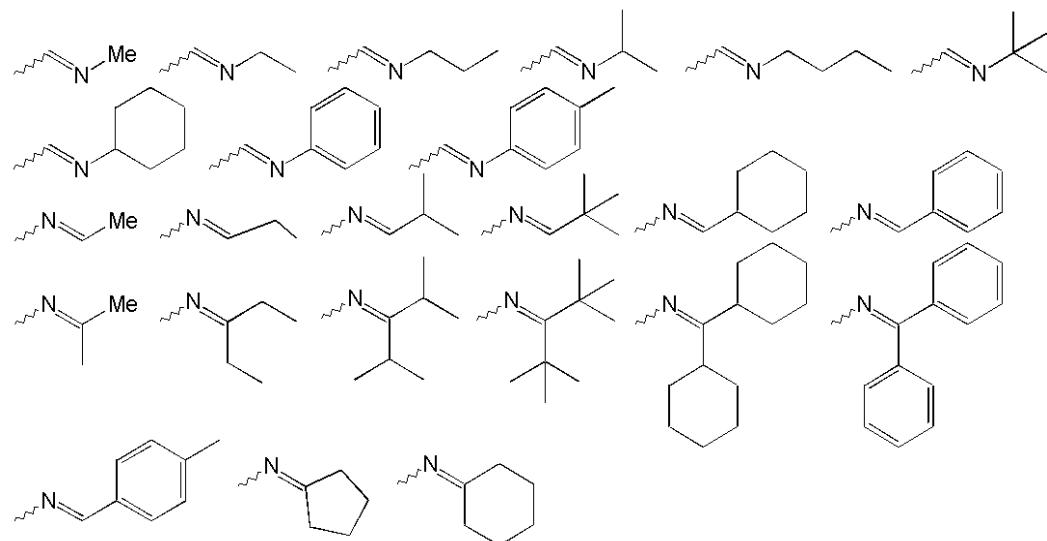
20

30

40

50

う。その例として、アルジミン、ケチミン及びこれらのN上の水素原子が、アルキル基等で置換された化合物があげられる)から水素原子1個を除いた残基があげられ、炭素数2~20程度であり、具体的には、以下の基などが例示される。



10

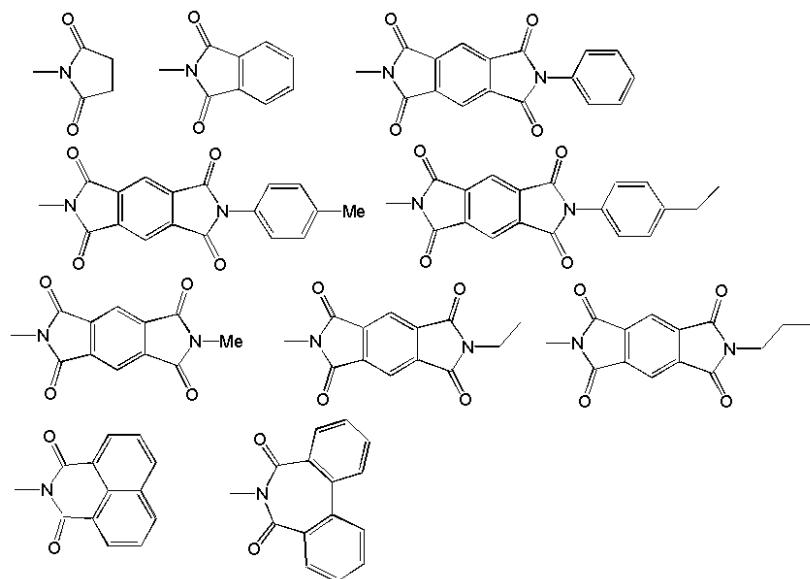
【0047】

アミド基は、炭素数は通常1~20程度であり、具体的には、ホルムアミド基、アセトアミド基、プロピオアミド基、ブチロアミド基、ベンズアミド基、トリフルオロアセトアミド基、ペンタフルオロベンズアミド基、ジホルムアミド基、ジアセトアミド基、ジプロピオアミド基、ジブチロアミド基、ジベンズアミド基、ジトリフルオロアセトアミド基、ジペンタフルオロベンズアミド基などが例示される。

20

【0048】

酸イミド基としては、酸イミドからその窒素原子に結合した水素原子を除いて得られる残基があげられ、炭素数は4~20程度であり、具体的には、以下の基などが例示される。



30

40

上記例示において、Meはメチル基を示す。

【0049】

1価の複素環基とは、複素環化合物から水素原子1個を除いた残りの原子団をいい、該基は、置換基を有していてもよい。

無置換の1価の複素環基の炭素数は通常4~60程度であり、好ましくは4~20である。

1価の複素環基としては、チエニル基、C₁~C₁₂アルキルチエニル基、ピロリル基、

50

フリル基、ピリジル基、C₁～C₁₂アルキルピリジル基などが例示され、チエニル基、C₁～C₁₂アルキルチエニル基、ピリジル基、C₁～C₁₂アルキルピリジル基が好ましい。

【0050】

置換カルボキシル基は、通常炭素数2～60程度であり、アルキル基、アリール基、アリールアルキル基または1価の複素環基で置換されたカルボキシル基をいい、メトキシカルボニル基、エトキシカルボニル基、プロポキシカルボニル基、i-プロポキシカルボニル基、ブトキシカルボニル基、i-ブトキシカルボニル基、t-ブトキシカルボニル基、ベンチルオキシカルボニル基、ヘキシロキシカルボニル基、シクロヘキシロキシカルボニル基、ヘプチルオキシカルボニル基、オクチルオキシカルボニル基、2-エチルヘキシロキシカルボニル基、ノニルオキシカルボニル基、デシロキシカルボニル基、3,7-ジメチル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、トリフルオロメトキシカルボニル基、ペンタフルオロエトキシカルボニル基、パーフルオロブトキシカルボニル基、パーフルオロヘキシルオキシカルボニル基、パーフルオロオクチルオキシカルボニル基、フェノキシカルボニル基、ナフトキシカルボニル基、ピリジルオキシカルボニル基、などが挙げられる。10

【0051】

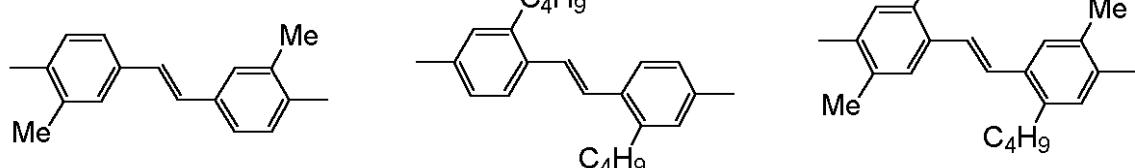
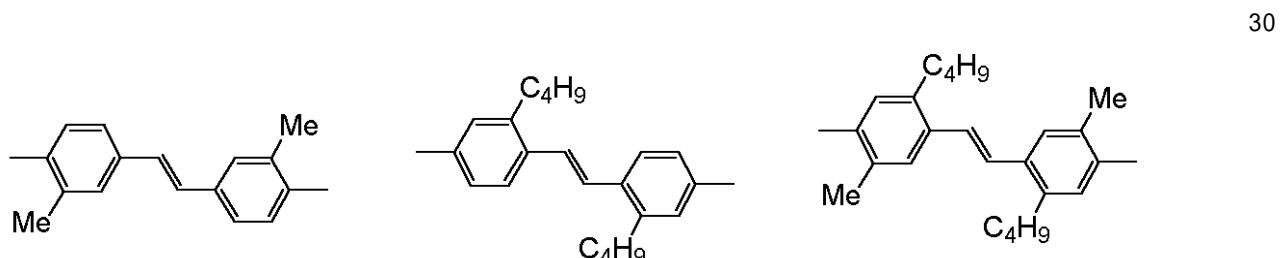
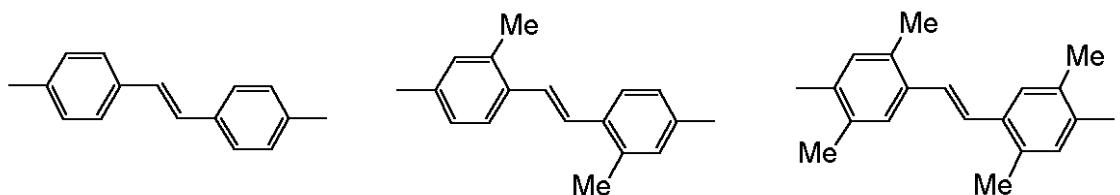
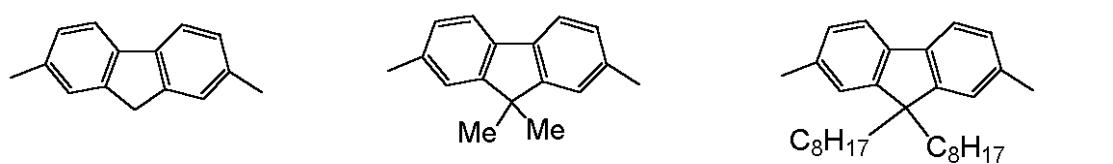
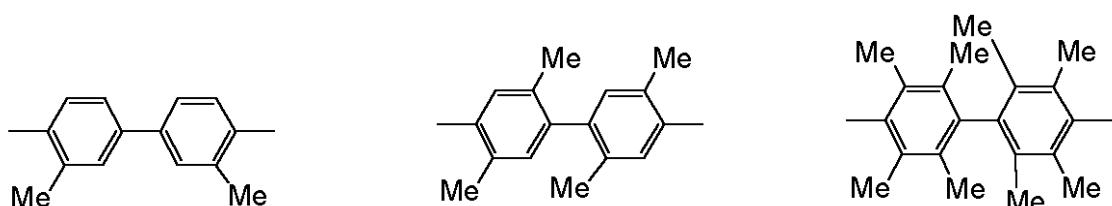
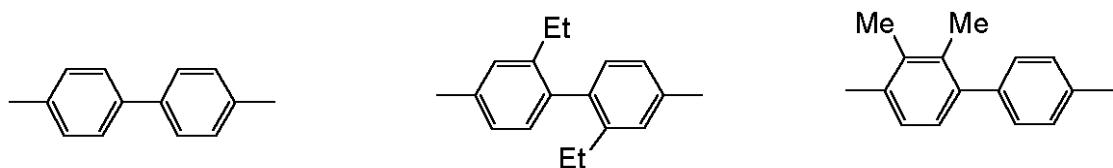
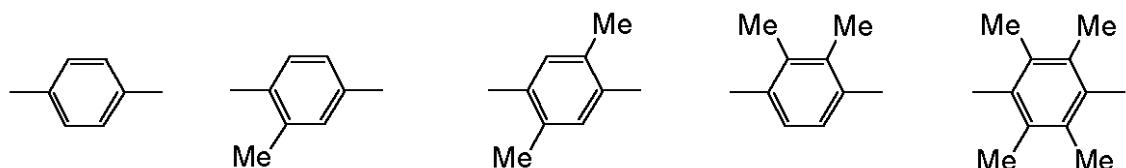
上記の例において、1つの構造式中に複数のRを有しているが、それらは同一であってもよいし、異なっていてもよい。溶媒への溶解性を高めるためには、1つの構造式中の複数のRのうち少なくとも一つが水素原子以外であることが好ましく、また置換基を含めた繰り返し単位の形状の対称性が少ないことが好ましい。また、1つの構造式中のRの1つ以上が環状または分岐のあるアルキル基を含む基であることが好ましい。複数のRが連結して環を形成してもよい。20

また、上記式においてRがアルキル基を含む置換基においては、該アルキル基は直鎖、分岐または環状のいずれかまたはそれらの組み合わせであってもよく、直鎖でない場合、例えば、イソアミル基、2-エチルヘキシル基、3,7-ジメチルオクチル基、シクロヘキシル基、4-C₁～C₁₂アルキルシクロヘキシル基などが例示される。

さらに、アルキル基を含む基のアルキル基のメチル基やメチレン基がヘテロ原子や一つ以上のフッ素で置換されたメチル基やメチレン基で置き換えられていてもよい。それらのヘテロ原子としては、酸素原子、硫黄原子、窒素原子などが例示される。30

【0052】

上記式(1)において、Ar₁、Ar₂、Ar₃、Ar₄がアリーレン基であることが好ましく、下記に示すような



置換または無置換のフェニレン基、置換または無置換のビフェニルジイル基、置換または無置換のフルオレン - ジイル基、置換または無置換のスチルベン - ジイル基であることがより好ましく、無置換のフェニレン基であることがさらに好ましい。

【0053】

上記式(1)において、E₁、E₂ および E₃ は、それぞれ独立に下記アリール基(A)または複素環基(B)を表す。

アリール基(A)：アルキル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールチオ基、アリールアルキル基、アリールアルコキシ基、アリールアルキルチオ基、アリールアルケニル基、アリールアルキニル基、アミノ基、置換アミノ基、シリル基、置換シリル基、シリルオキシ基、置換シリルオキシ基、1価の複素環基およびハロゲン原子から選ばれる置換基を3個以上有するアリール基。

複素環基(B)：アルキル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールチオ基、アリールアルキル基、アリールアルコキシ基、アリールアルキルチオ基、アリールアルケニル基、アリールアルキニル基、アミノ基、置換アミノ基、シ

リル基、置換シリル基、シリルオキシ基、置換シリルオキシ基、1価の複素環基およびハロゲン原子から選ばれる置換基を1以上有し、かつ該置換基の数と複素環のヘテロ原子の数の和が3以上である1価の複素環基。

【0054】

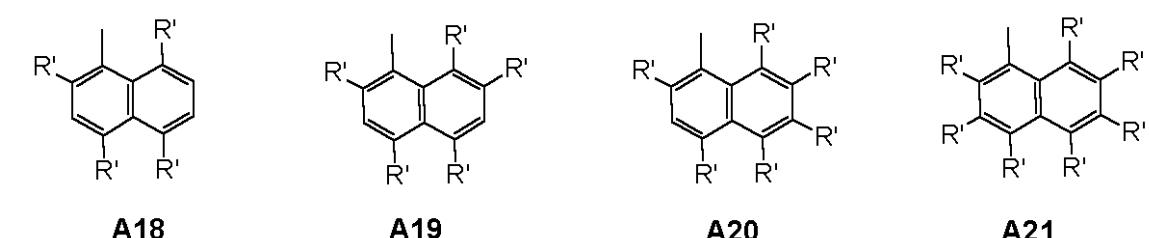
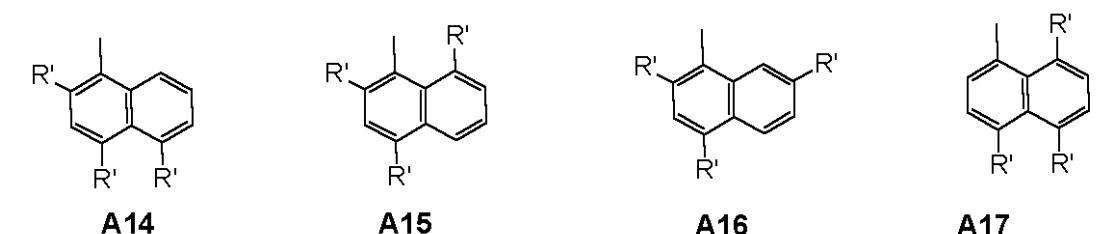
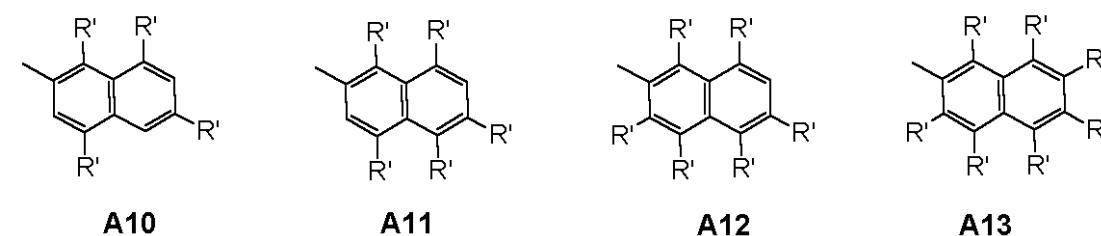
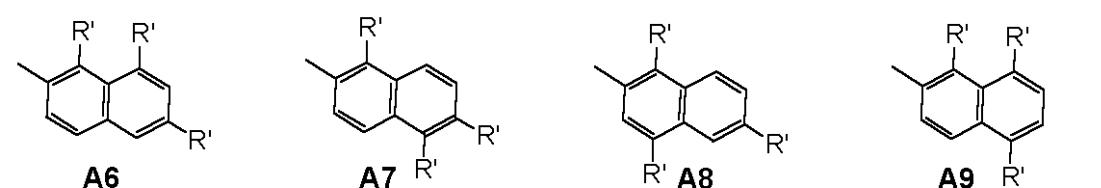
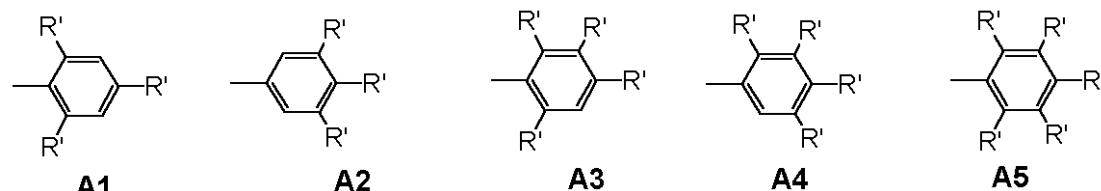
ここで上記アリール基(A)における置換基として、アルキル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールチオ基、アリールアルキル基、アリールアルコキシ基、アリールアルキルチオ基、アリールアルケニル基、アリールアルキニル基、アミノ基、置換アミノ基、シリル基、置換シリル基、シリルオキシ基、置換シリルオキシ基、1価の複素環基は前記と同じ意味を表す。

【0055】

中でも、アルキル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールチオ基、置換アミノ基、置換シリル基、置換シリルオキシ基、1価の複素環基が好ましく、より好ましくはアルキル基、アルコキシ基、アリールチオ基、置換シリル基、置換シリルオキシ基である。さらに好ましくはアルキル基、アルコキシ基、アリールチオ基である。

上記のアリール基(A)の具体例としては、

【0056】



10

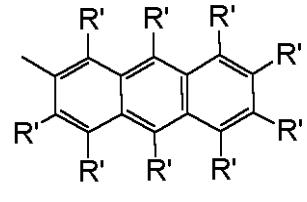
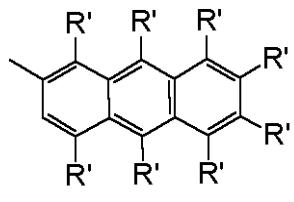
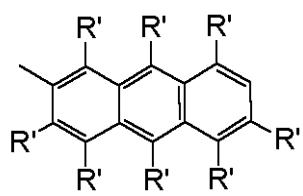
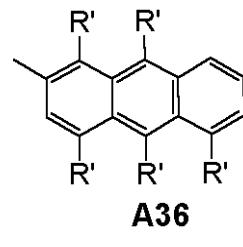
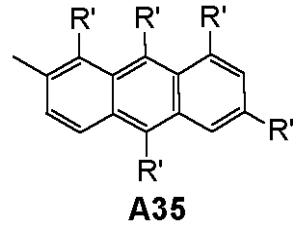
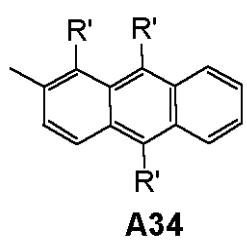
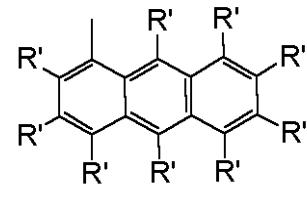
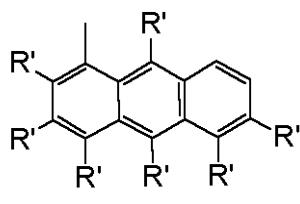
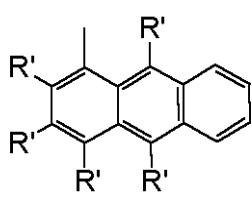
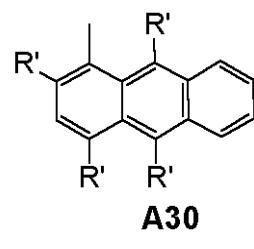
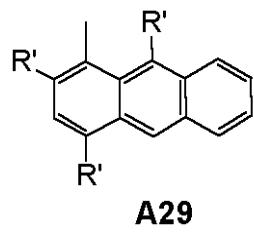
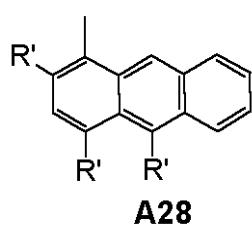
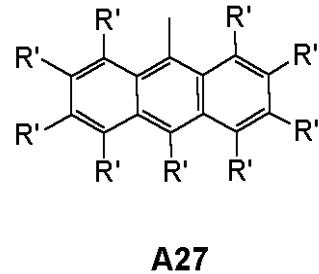
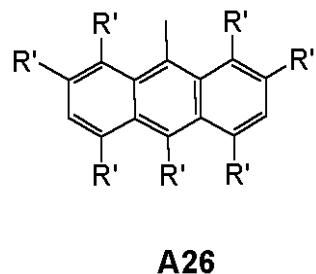
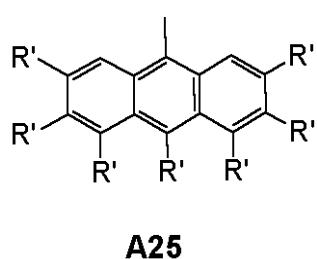
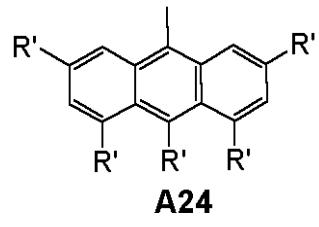
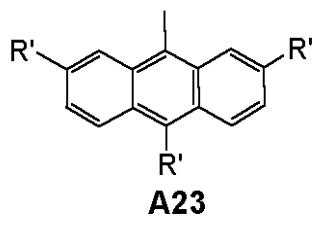
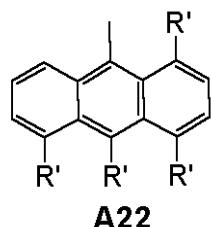
20

30

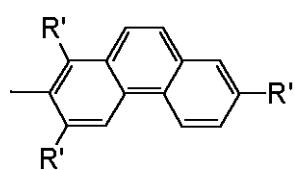
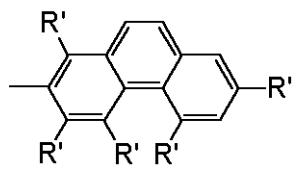
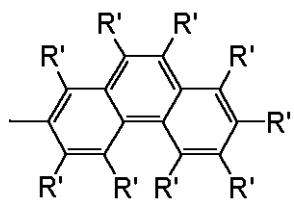
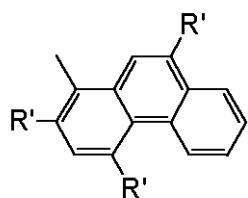
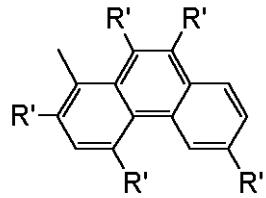
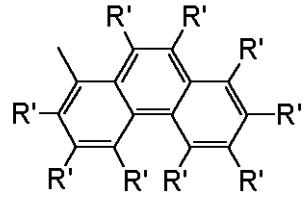
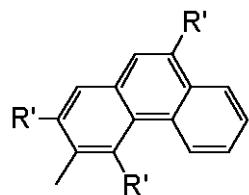
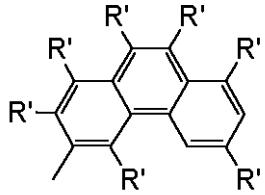
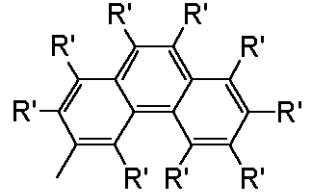
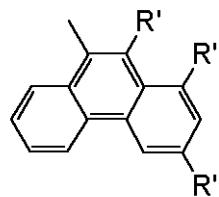
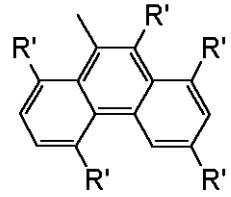
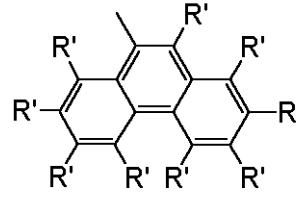
40

50

【 0 0 5 7 】



【 0 0 5 8 】

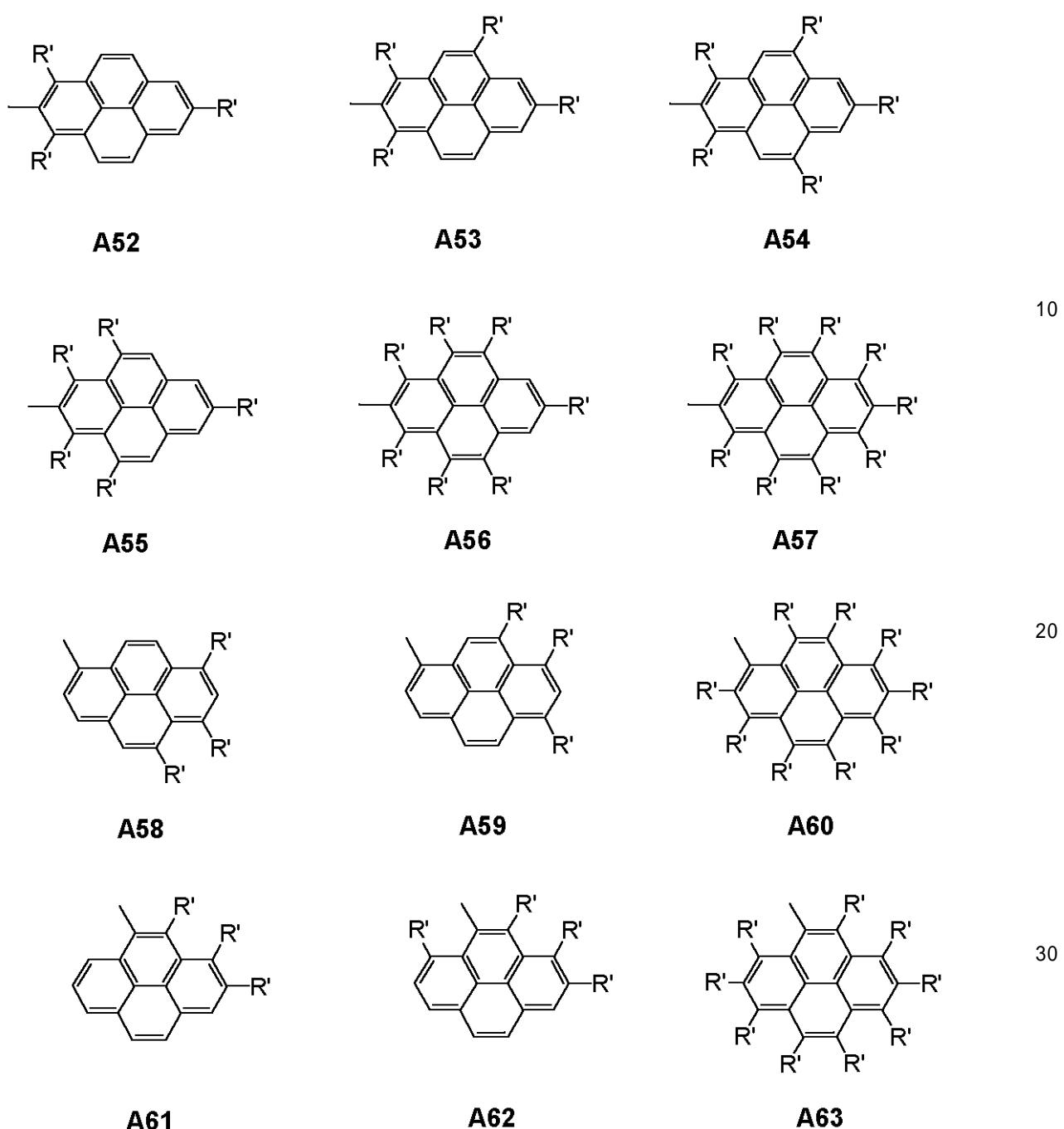
**A40****A41****A42****A43****A44****A45****A46****A47****A48****A49****A50****A51**

【 0 0 5 9 】

10

20

30



などが挙げられる。式中 R' は、それぞれ独立に、アルキル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールチオ基、アリールアルキル基、アリールアルコキシ基、アリールアルキルチオ基、アリールアルケニル基、アリールアルキニル基、アミノ基、置換アミノ基、シリル基、置換シリル基、シリルオキシ基、置換シリルオキシ基、1価の複素環基またはハロゲン原子を示す。

【0060】

また上記複素環基 (B) における置換基として、アルキル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールチオ基、アリールアルキル基、アリールアルコキシ基、アリールアルキルチオ基、アリールアルケニル基、アリールアルキニル基、アミノ基、置換アミノ基、シリル基、置換シリル基、シリルオキシ基、置換シリルオキシ基、1価の複素環基は前記と同じ意味を表す。

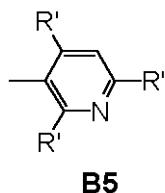
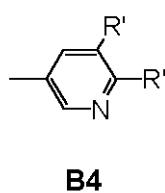
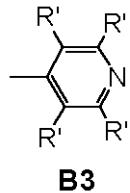
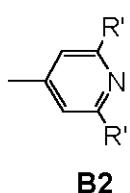
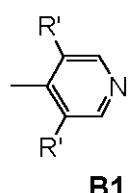
【0061】

中でも、アルキル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールチオ基、置換アミノ基、置換シリル基、置換シリルオキシ基、1価の複素環基が

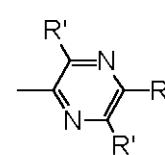
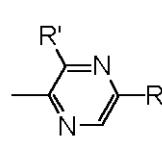
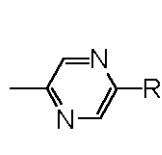
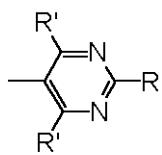
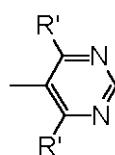
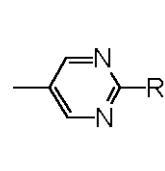
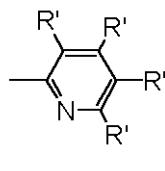
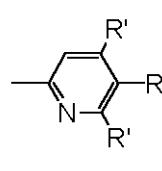
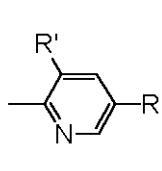
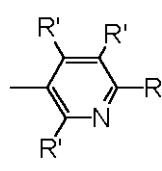
好ましく、より好ましくはアルキル基、アルコキシ基、アリールチオ基、置換シリル基、置換シリルオキシ基である。さらに好ましくはアルキル基、アルコキシ基、アリールチオ基である。

【0062】

上記の1価の複素環基(B)の具体例としては、

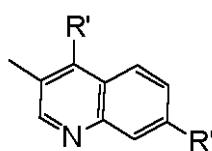
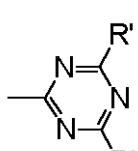
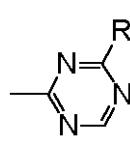


10

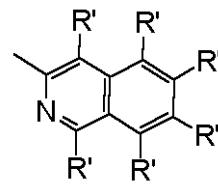
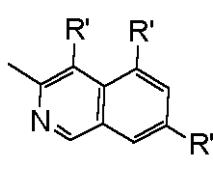
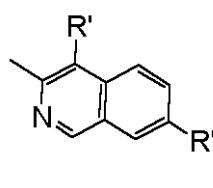
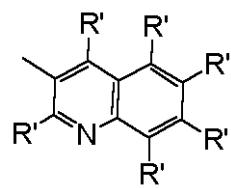


20

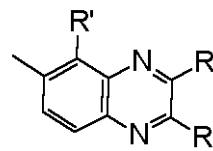
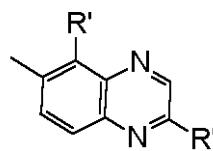
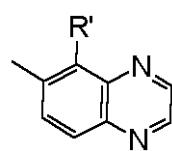
【0063】



30



40



などが挙げられる。式中R'は、前記と同じ基を示す。

【0064】

上記式(1)において、E₁、E₂およびE₃は、好ましくは、上記アリール基(A)で

50

あり、より好ましくは下記(C)により選ばれた炭素原子に置換基を有するアリール基である。

(C) : アリール基(A)の結合手をアミノ基に置換し、置換基をすべて水素原子に置換したアリールアミン化合物の最高占有分子軌道を、半経験的分子軌道法である AM1 法により求める。

該最高占有分子軌道の任意の一つを選び、上記アリールアミン化合物が有する、水素原子が結合した炭素原子のそれぞれに対応する原子軌道係数の 2 乗の和の値を計算する。

前記アリールアミン化合物の有する、水素原子が結合した炭素原子から、上記の原子軌道係数の 2 乗の和の値が大きい順に 3 つ以上の炭素原子を選んで、それらに対応するアリール基(A)の炭素原子を、置換基を有する炭素原子とする。 10

【 0 0 6 5 】

また、(C)における該炭素原子の最高占有分子軌道(HOMO)の原子軌道係数の 2 乗の和の値(m^{HOMO})は、半経験的分子軌道法である AM1 法(D e w a r , M . J . S . e t a l , J . A m . C h e m . S o c . , 1 0 7 , 3 9 0 2 (1 9 8 5))により下式に従って求めたものをいう。

【 0 0 6 6 】

$$m^{\text{HOMO}} = u (C_{mu}^{\text{HOMO}})^2$$

【 0 0 6 7 】

ここで、 m は該炭素原子を表す記号、 u は該炭素原子に対して AM1 法で考慮される原子軌道を表す記号である。また、 C_{mu}^{HOMO} は該炭素原子の HOMO の u で表現される原子軌道係数を表す。 20

【 0 0 6 8 】

また、原子軌道係数の 2 乗の和の値の比較は、有効数字 2 桁で行う。原子軌道係数の 2 乗の和の値が有効数字 2 桁で同じものが複数ある場合には、置換基を有する炭素原子としてどちらを選んでもよい。

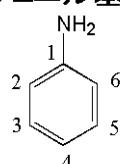
【 0 0 6 9 】

ここで前記(C)により選ばれた炭素原子に置換基を有するアリール基として、フェニル基、 1 - ナフチル基、 2 - ナフチル基および 2 - ピレニル基の場合について具体的に説明する。すなわち該アリール基の置換基をすべて水素原子に置換し、結合手にアミノ基を結合させたアミン化合物について、分子軌道計算プログラム、 WinMOPAC 3.0 Professional (M O P A C 2 0 0 0 V 1 . 3) を用い、 AM1 法により構造最適化を行いながら計算した(キーワード : AM1 PRECISE EF VECTORS)。各アミン化合物の炭素原子位置番号を以下に示す。計算結果について表 1 に示す。 30

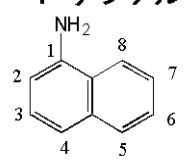
【 0 0 7 0 】

アリール基の例および計算時に用いるそれぞれに対応するアミン化合物

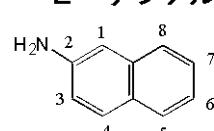
フェニル基



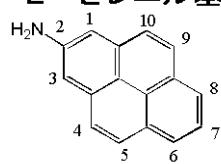
1-ナフチル基



2-ナフチル基



2-ピレニル基



【表 1 】

アリール基の種類	炭素原子位置番号	各炭素原子についての(原子軌道係数) ² の和 ρ_m^{HOMO}	置換基を有する優先順位
フェニル基	2	0.146	2位
	3	0.024	4位
	4	0.239	1位
	5	0.024	4位
	6	0.146	2位
1-ナフチル基	2	0.175	2位
	3	0.042	6位
	4	0.224	1位
	5	0.079	3位
	6	0.023	7位
	7	0.059	5位
	8	0.060	4位
2-ナフチル基	1	0.246	1位
	3	0.012	6位
	4	0.055	4位
	5	0.050	5位
	6	0.120	2位
	7	0.001	7位
	8	0.092	3位
2-ピレニル基	1	0.106	1位
	3	0.106	1位
	4	0.013	6位
	5	0.050	4位
	6	0.007	8位
	7	0.069	3位
	8	0.007	8位
	9	0.050	4位
	10	0.013	6位

【0071】

表1の各炭素原子についての(原子軌道係数)²の和 ρ_m^{HOMO} の値を比較して、該 ρ_m^{HO} MO の値が大きいものから順に置換基を有する炭素原子とする。 30

例えばフェニル基の場合、該 ρ_m^{HOMO} の値が大きいものから順に炭素原子位置番号を並べると、4 > 2, 5 > 3, 6となる。(C)により選ばれた炭素原子に置換基を有するフェニル基は、置換基3個の場合には、炭素原子位置番号4、2および5に置換基を有するフェニル基である(前記例示A1)。置換基4個の場合には、炭素原子位置番号3と6の該 ρ_m^{HOMO} の値が同じなので、炭素原子位置番号4、2、5および3もしくは6に置換基を有するフェニル基(前記例示A3)である。置換基5個の場合には、炭素原子位置番号4、2、5、3および6に置換基を有するフェニル基(前記例示A5)である。

【0072】

さらに1-ナフチル基の場合、該 ρ_m^{HOMO} の値が大きいものから順に炭素原子位置番号を並べると、4 > 2 > 5 > 8 > 7 > 3 > 6となる。(C)により選ばれた炭素原子に置換基を有する1-ナフチル基は、置換基3個の場合には、炭素原子位置番号4、2および5に置換基を有する1-ナフチル基である(前記例示A14)。置換基4個以上の場合も、同様に該 ρ_m^{HOMO} の値が大きいものから順に炭素原子位置番号を選び、該炭素原子位置番号に置換基を有する1-ナフチル基である。 40

【0073】

また例えば2-ナフチル基の場合、該 ρ_m^{HOMO} の値が大きいものから順に炭素原子位置番号を並べると、1 > 6 > 8 > 4 > 5 > 3 > 7となる。(C)により選ばれた炭素原子に置換基を有する2-ナフチル基は、置換基3個の場合には、炭素原子位置番号1、6および8に置換基を有する2-ナフチル基である(前記例示A6)。置換基4個の場合には、1 50

、6、8および4に置換基を有する2-ナフチル基である(前記例示A10)。置換基5個以上の場合も、同様に該_m^{HOMO}の値が大きいものから順に炭素原子位置番号を選び、該炭素原子位置番号に置換基を有する2-ナフチル基である。

【0074】

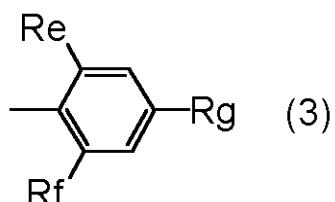
最後に2-ピレニル基の場合、該_m^{HOMO}の値が大きいものから順に炭素原子位置番号を並べると、1、3>7>5、9>4、10>6、8となる。(C)により選ばれた炭素原子に置換基を有する2-ピレニル基は、置換基3個の場合には、炭素原子位置番号1、3および7に置換基を有する2-ピレニル基である(前記例示A52)。置換基4個の場合には、炭素原子位置番号5と9の該_m^{HOMO}の値が同じなので、炭素原子位置番号1、3、7および5もしくは9に置換基を有する2-ピレニル基(前記例示A53)である。置換基5個の場合には、炭素原子位置番号1、3、7、5および9に置換基を有する2-ピレニル基(前記例示A54)である。置換基6個以上の場合も、同様に該_m^{HOMO}の値が大きいものから順に炭素原子位置番号を選び、該炭素原子位置番号に置換基を有する2-ピレニル基である。
10

【0075】

上記式(1)において、E₁、E₂およびE₃としては、好ましくは、置換基を3個以上有するフェニル基、置換基を3個以上有するナフチル基、置換基を3個以上有するアントラセニル基であり、前記(C)により選ばれた炭素原子に置換基を有するフェニル基、ナフチル基、アントラセニル基がさらに好ましい。

【0076】

上記式(1)において、E₁、E₂およびE₃として特に好ましくは、下記式(3)である。
20



式中、Re、RfおよびRgは、それぞれ独立にアルキル基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリール基、アリールオキシ基、アリールチオ基、アリールアルキル基、アリールアルコキシ基、アリールアルキルチオ基、アリールアルケニル基、アリールアルキニル基、アミノ基、置換アミノ基、シリル基、置換シリル基、シリルオキシ基、置換シリルオキシ基、1価の複素環基またはハロゲン原子を表す。
30

【0077】

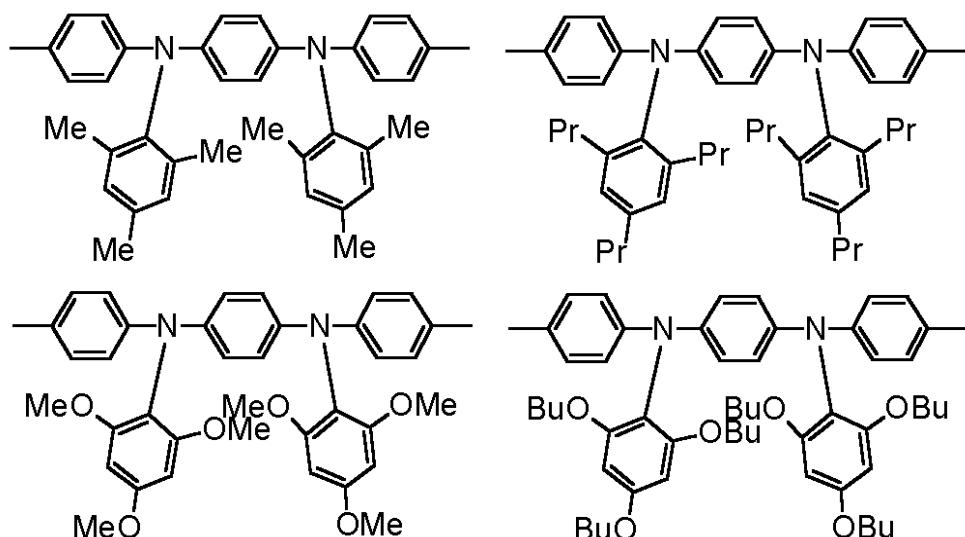
また上記式(1)において、aおよびbはそれぞれ独立に0または1を表し、0=a+b=1であり、好ましくはa+b=1である。

【0078】

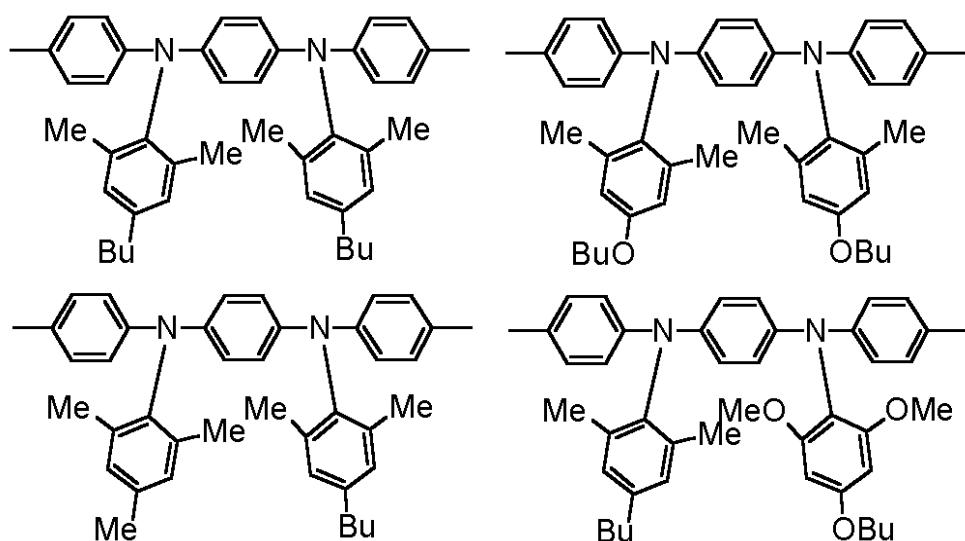
前記式(1)の繰り返し単位の中では、Ar₁、Ar₂、Ar₃およびAr₄がそれぞれ独立にアリーレン基であり、かつa+b=1であるものが好ましい。中でもアリーレン基が、フェニレン基、ビフェニルジイル基、フルオレン-ジイル基、スチルベン-ジイル基であるものが好ましく、無置換のフェニレン基であるものがさらに好ましい。
40

【0079】

前記式(1)で示される繰り返し単位の具体例として、Ar₁、Ar₂、Ar₃およびAr₄がそれぞれ独立に無置換のフェニレン基であり、a=1、b=0のものとしては、以下のものが挙げられる。

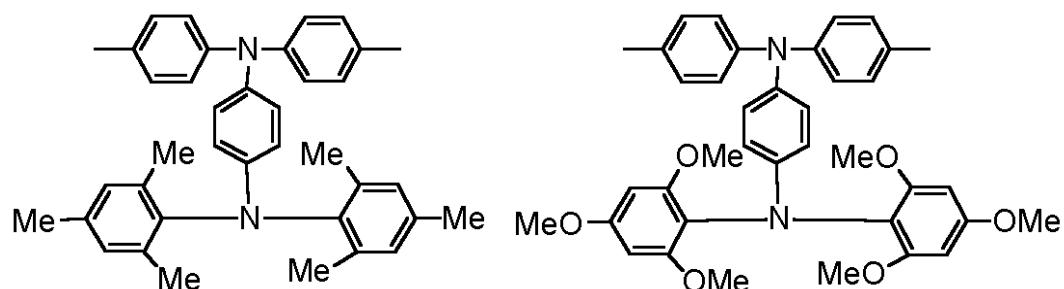


【 0 0 8 0 】

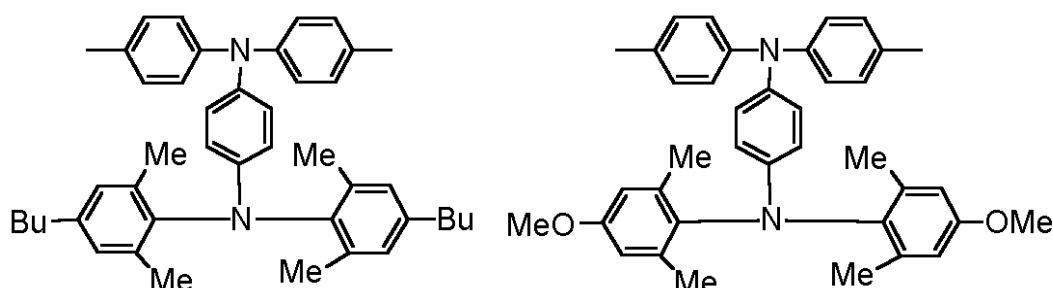


【 0 0 8 1 】

前記式(1)で示される繰り返し単位の具体例として、 Ar_1 、 Ar_2 、 Ar_3 および Ar_4 がそれぞれ独立に無置換のフェニレン基であり、 $a = 0$ 、 $b = 1$ のものとしては、以下のものが挙げられる。



【 0 0 8 2 】



【0083】

上記式中、それぞれMeはメチル基を、Prはプロピル基を、Buはブチル基を、MeOはメトキシ基を、BuOはブチルオキシ基を示す。 10

【0084】

上記式(1)において、E₁、E₂およびE₃が上記式(3)の場合に、式(3)として好ましくは、ReおよびRfがそれぞれ独立に、炭素数3以下のアルキル基、炭素数3以下のアルコキシ基、炭素数3以下のアルキルチオ基であり、かつRgが炭素数3～20のアルキル基、炭素数3～20のアルコキシ基、炭素数3～20のアルキルチオ基であるものである。

【0085】

本発明の高分子化合物において、式(1)で示される繰り返し単位の量は、本発明の高分子化合物の有する全繰り返し単位に対して、通常1～100モル%であり、好ましくは10～90モル%である。 20

【0086】

本発明の高分子化合物は、発光強度を高める観点から、異なる置換基を有する、同じ式(1)で示される繰り返し単位同士の共重合体が好ましい。

また、式(1)で示される繰り返し単位に加え、それ以外の繰り返し単位を1種類以上含む共重合体が好ましい。

【0087】

本発明の高分子化合物が含むことができる、式(1)で示される繰り返し単位以外の繰り返し単位としては、下記式(4)、式(5)、式(6)または式(7)で示される繰り返し単位が好ましい。 30



上記式において、Ar₁₂、Ar₁₃およびAr₁₄はそれぞれ独立にアリーレン基、2価の複素環基または金属錯体構造を有する2価の基を示す。X₁は、-CR₂=CR₃-、-C-C-または-(SiR₅R₆)_d-を示す。X₂は-CR₂=CR₃-、-C-C-、-N(R₄)-、または-(SiR₅R₆)_d-を示す。R₂およびR₃は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、1価の複素環基、カルボキシル基、置換カルボキシル基またはシアノ基を示す。R₄、R₅およびR₆は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、1価の複素環基またはアリールアルキル基を表す。cは0～2の整数を表す。dは1～12の整数を表す。Ar₁₃、R₂、R₃、R₅およびR₆がそれぞれ複数存在する場合、それらは同一であっても異なっていてもよい。 40

【0088】

ここでアリーレン基、2価の複素環基は、前記の通りである。

【0089】

金属錯体構造を有する2価の基とは、金属錯体の有機配位子から水素原子を2個除いた残りの2価の基をいう。

金属錯体中の有機配位子の炭素数は、通常4～60程度である。有機配位子としては、例えば、8-キノリノールおよびその誘導体、ベンゾキノリノールおよびその誘導体、2- 50

フェニル - ピリジンおよびその誘導体、2 - フェニル - ベンゾチアゾールおよびその誘導体、2 - フェニル - ベンゾキサゾールおよびその誘導体、ポルフィリンおよびその誘導体などが挙げられる。

有機配位子を有する金属錯体の中心金属としては、例えば、アルミニウム、亜鉛、ベリリウム、イリジウム、白金、金、ユーロピウム、テルビウムなどが挙げられる。

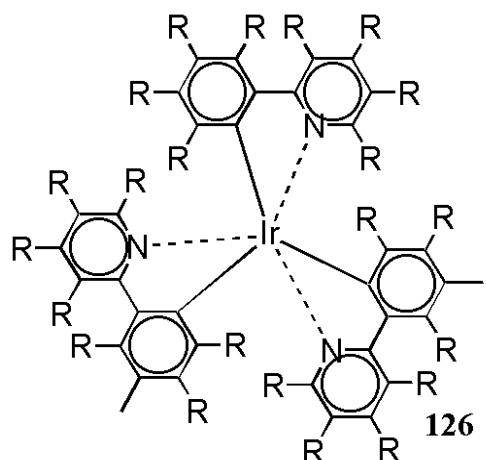
有機配位子を有する金属錯体としては、低分子の蛍光材料、磷光材料として公知のもの、いわゆる三重項発光錯体などが挙げられる。

【 0 0 9 0 】

金属錯体構造を有する2価の基としては、例えば、以下の(126～132)が例示される。

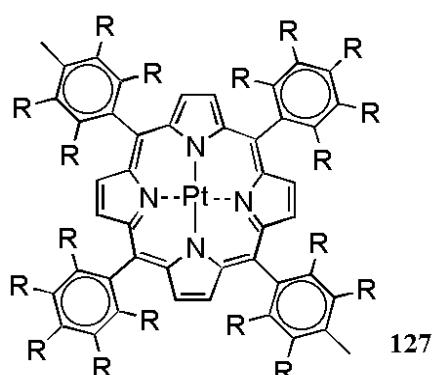
10

【 0 0 9 1 】



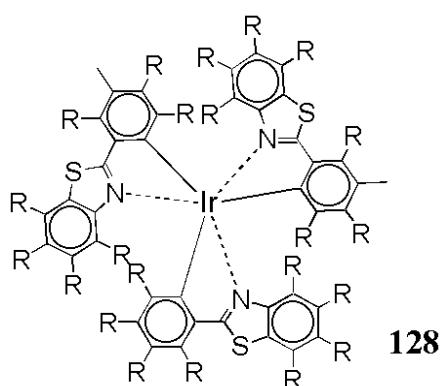
20

【 0 0 9 2 】



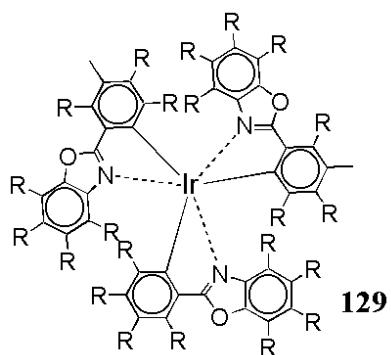
30

【 0 0 9 3 】



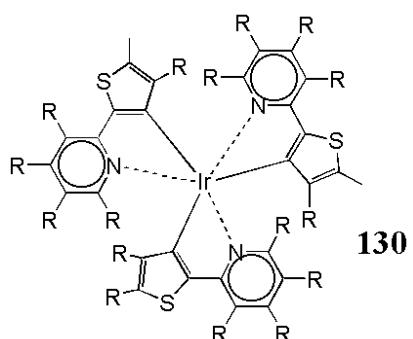
40

【 0 0 9 4 】



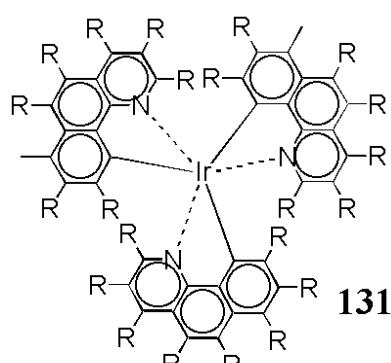
10

【 0 0 9 5 】



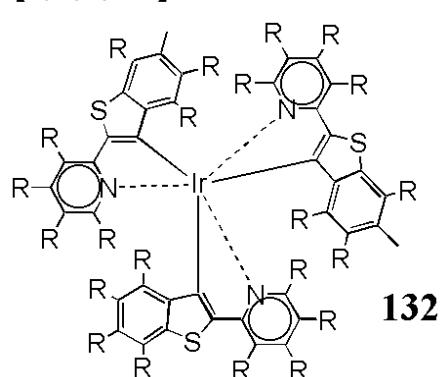
20

【 0 0 9 6 】



30

【 0 0 9 7 】



40

式中、Rは前記式1～125のそれと同じ意味を表す

【 0 0 9 8 】

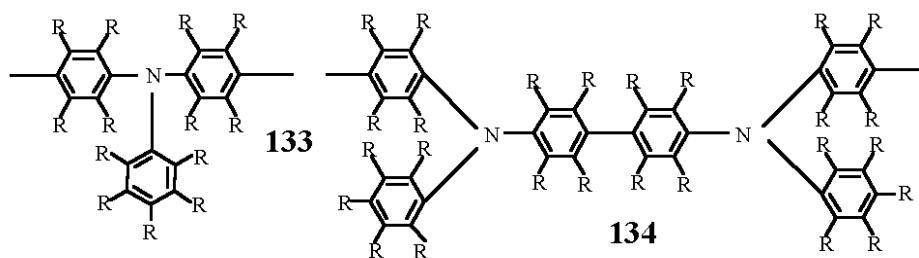
本発明の高分子化合物が含むことができる、式(1)または式(2)で示される繰り返し単位以外繰り返し単位の中では、上記式(4)、式(5)で示される繰り返し単位が好ましい。

【 0 0 9 9 】

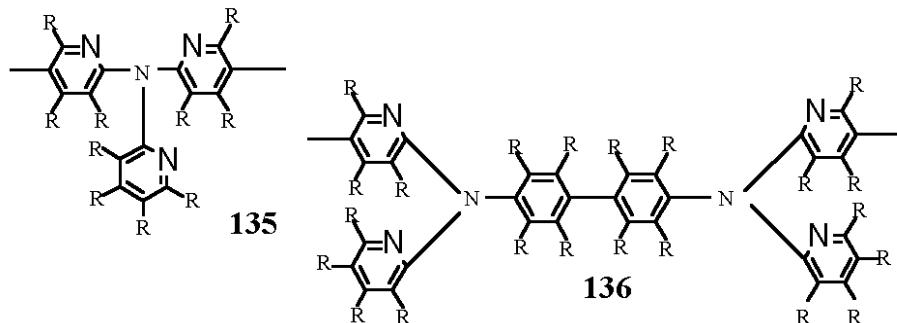
上記式(5)で示される繰り返し単位の具体例としては、下図(式133～140)が挙げられる。

50

【 0 1 0 0 】



134

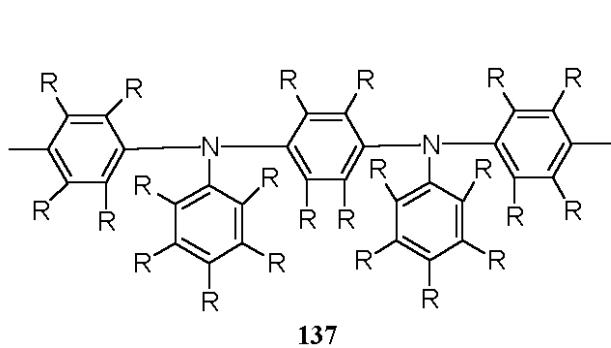


135

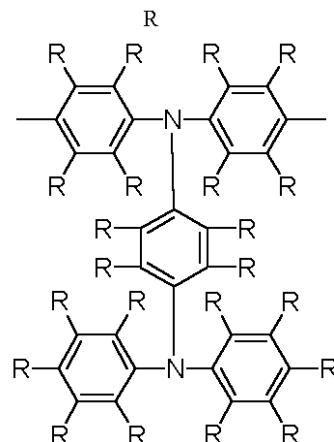
136

10

【 0 1 0 1 】



137

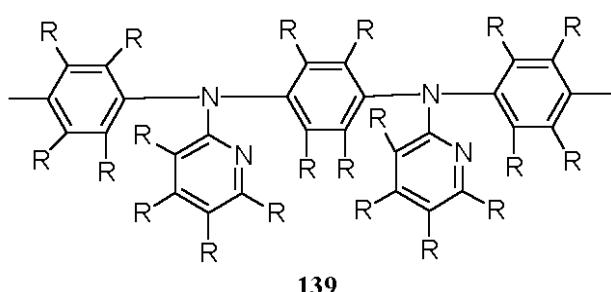


138

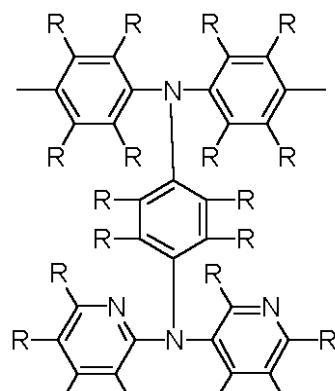
20

30

【 0 1 0 2 】



139



140

40

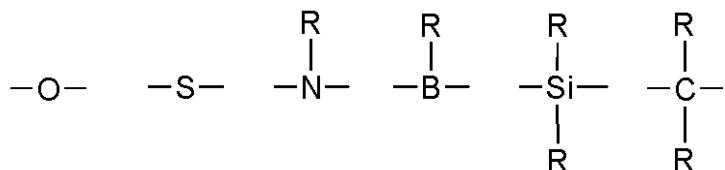
上記式においてRは、前記式1～132のそれと同じ意味を表す。

【 0 1 0 3 】

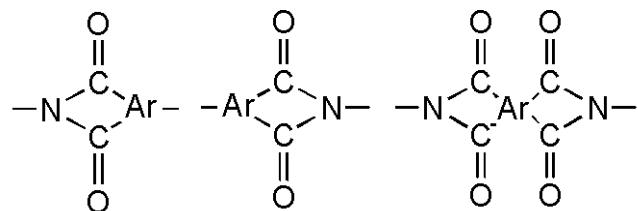
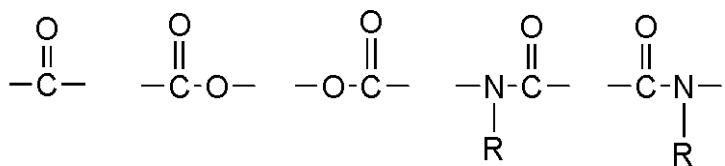
なお、本発明の高分子化合物は、発光特性や電荷輸送特性を損なわない範囲で、式(1)、式(2)、式(4)、式(5)、式(6)または式(7)で示される繰り返し単位以外

50

の繰り返し単位を含んでいてもよい。また、繰り返し単位が、非共役の単位で連結されていてもよいし、繰り返し単位にそれらの非共役部分が含まれていてもよい。非共役の単位としては、以下に示すもの、および以下に示すもののうち2つ以上を組み合わせたものなどが例示される。ここで、Rは前記のものと同じ置換基から選ばれる基であり、Arは炭素数6~60個の炭化水素基を示す。



10



20

【0104】

本発明の高分子化合物は、ランダム、ブロックまたはグラフト共重合体であってもよいし、それの中間的な構造を有する高分子、例えばブロック性を帯びたランダム共重合体であってもよい。蛍光またはりん光の量子収率の高い発光材料(高分子量の発光材料)を得る観点からは完全なランダム共重合体よりブロック性を帯びたランダム共重合体やブロックまたはグラフト共重合体が好ましい。本発明の高分子化合物には、主鎖に枝分かれがあり、末端部が3つ以上ある場合やデンドリマーも含まれる。

【0105】

また、本発明の高分子化合物の末端基は、重合活性基がそのまま残っていると、素子にしたときの発光特性や寿命が低下する可能性があるので、安定な基で保護されていてよい。主鎖の共役構造と連続した共役結合を有しているものが好ましく、例えば、炭素-炭素結合を介してアリール基または複素環基と結合している構造が例示される。具体的には、特開平9-45478号公報の化10に記載の置換基等が例示される。

30

【0106】

本発明の高分子化合物のポリスチレン換算の数平均分子量は10³~10⁸であり、好ましくは10⁴~10⁶である。

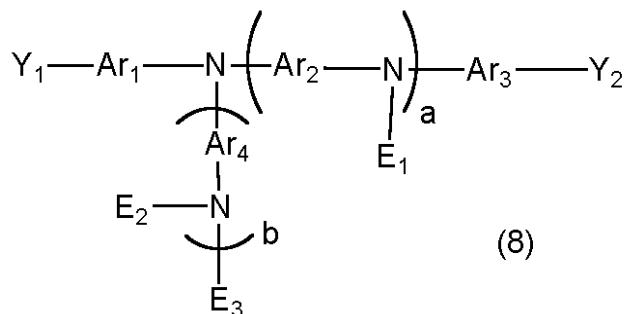
【0107】

本発明の高分子化合物に対する良溶媒としては、クロロホルム、塩化メチレン、ジクロロエタン、テトラヒドロフラン、トルエン、キシレン、メシチレン、テトラリン、デカリン、n-ブチルベンゼンなどが例示される。高分子化合物の構造や分子量にもよるが、通常は本発明の高分子化合物をこれらの溶媒に0.1重量%以上溶解させることができる。

40

【0108】

本発明の高分子化合物は、例えば、下記式(8)で示される化合物を原料の一つとして縮合重合させることにより製造することができる。



式中、 Ar_1 、 Ar_2 、 Ar_3 、 Ar_4 、 E_1 、 E_2 、 E_3 、 a および b は前記と同じ意味を表す。 Y_1 および Y_2 はそれぞれ独立に縮合重合反応に関与する置換基を表す。 10

【0109】

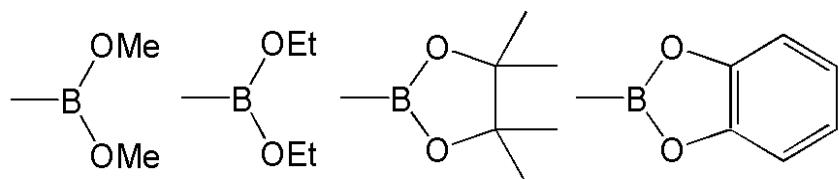
縮合重合反応に関与する置換基としては、ハロゲン原子、アルキルスルホネート基、アリールスルホネート基、アリールアルキルスルホネート基、ホウ酸エステル基、スルホニウムメチル基、ホスホニウムメチル基、ホスホネートメチル基、モノハロゲン化メチル基、ホウ酸基、ホルミル基、シアノ基、ビニル基等があげられる。

【0110】

ここでアルキルスルホネート基としては、メタンスルホネート基、エタンスルホネート基、トリフルオロメタンスルホネート基などが例示され、アリールスルホネート基としては、ベンゼンスルホネート基、 p -トルエンスルホネート基などが例示され、アリールアルキルスルホネート基としては、ベンジルスルホネート基などが例示される。 20

【0111】

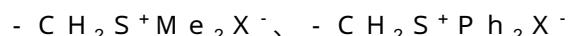
ホウ酸エステル基としては、下記式で示される基が例示される。



式中、 Me はメチル基を、 Et はエチル基を示す。 30

【0112】

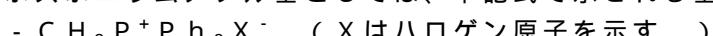
スルホニウムメチル基としては、下記式で示される基が例示される。



(X はハロゲン原子を示し、 Ph はフェニル基を示す。)

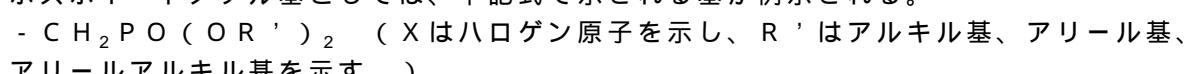
【0113】

ホスホニウムメチル基としては、下記式で示される基が例示される。



【0114】

ホスホネートメチル基としては、下記式で示される基が例示される。



【0115】

モノハロゲン化メチル基としては、フッ化メチル基、塩化メチル基、臭化メチル基、ヨウ化メチル基が例示される。

【0116】

縮合重合反応に関与する置換基として好ましい置換基は重合反応の種類によって異なるが、例えば Yamamoto カップリング反応などゼロ価ニッケル錯体を用いる場合には、ハロゲン原子、アルキルスルホネート基、アリールスルホネート基またはアリールアルキルスルホネート基が挙げられる。また Suzuki カップリング反応などニッケル触媒またはパラジウム触媒を用いる場合には、ハロゲン原子、ホウ酸エステル基、ホウ酸基など 40

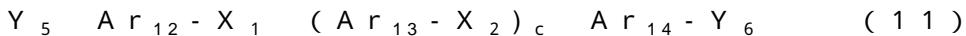
が挙げられる。

【0117】

本発明の高分子化合物が、式(1)および式(2)で示される繰り返し単位以外の繰り返し単位を有する場合には、式(1)および式(2)で示される繰り返し単位以外の繰り返し単位となる、2個の縮合重合反応に関与する置換基を有する化合物を共存させて縮合させればよい。

式(1)で示される繰り返し単位以外の繰り返し単位となる、縮合重合反応に関与する置換基を有する化合物としては、下記式(10)～(13)の化合物が例示される。

上記式(8)および/または式(9)で示される化合物に加えて、下記式(10)～(13)のいずれかで示される化合物を縮合重合させることにより前記式(1)で示される繰り返し単位に加えて、式(4)、式(5)、式(6)または式(7)の繰り返し単位を一つ以上有する高分子化合物を製造することができる。 10



式中、 Ar_{12} 、 Ar_{13} 、 Ar_{14} 、 Ar_{11} 、 c 、 X_1 および X_2 は前記と同じ意味を表す。 Y_5 および Y_6 はそれぞれ独立に縮合重合反応に関与する置換基を示す。

【0118】

本発明の高分子化合物の製造方法において、縮合重合させる反応としては、上記式(10)～(13)で示される化合物の縮合重合反応に関与する置換基に応じて、既知の縮合反応を用いることができる。 20

【0119】

本発明の高分子化合物の製造方法としては、例えば該当するモノマーから Suzukiカップリング反応などニッケル触媒またはパラジウム触媒により重合する方法、Grignard反応により重合する方法、Yamamotoカップリング反応などゼロ価ニッケル錯体により重合する方法、 $FeCl_3$ 等の酸化剤により重合する方法、電気化学的に酸化重合する方法、あるいは適当な脱離基を有する中間体高分子の分解による方法などが例示される。

【0120】

本発明の高分子化合物が主鎖にビニレン基を有する場合には、例えば特開平5-202355号公報に記載の方法が挙げられる。すなわち、ホルミル基を有する化合物とホスホニウムメチル基を有する化合物との Wittig反応による重合、ホルミル基とホスホニウムメチル基とを有する化合物同士の Wittig反応による重合、ホルミル基を有する化合物とホスホネートメチル基を有する化合物との Honecr反応による重合、ホルミル基とホスホネートメチル基とを有する化合物同士の Honecr反応による重合、ビニル基を有する化合物とハロゲン原子を有する化合物との Heck反応による重合、モノハロゲン化メチル基を2つあるいは2つ以上有する化合物の脱ハロゲン化水素法による重縮合、スルホニウムメチル基を2つあるいは2つ以上有する化合物のスルホニウム塩分解法による重縮合、ホルミル基を有する化合物とシアノ基を有する化合物との Knoevenagel反応による重合などの方法、ホルミル基を2つあるいは2つ以上有する化合物の McMurry反応による重合などの方法が例示される。 40

本発明の高分子化合物が主鎖に三重結合を有する場合には、例えば、Heck反応、Sonogashira反応が利用できる。

【0121】

これらのうち、Suzukiカップリング反応などニッケル触媒またはパラジウム触媒により重合する方法、Grignard反応により重合する方法、Yamamotoカップリング反応などゼロ価ニッケル錯体により重合する方法、Wittig反応による重合、Heck反応による重合、Sonogashira反応による重合およびKnoevenagel反応による重合する方法が、構造制御がしやすいので好ましい。 50

【0122】

より具体的に、反応条件について述べる。

Wittig 反応、Horner 反応、Knoevenagel 反応などの場合は、化合物の官能基に対して当量以上、好ましくは 1 ~ 3 当量のアルカリを用いて反応させる。アルカリとしては、特に限定されないが、例えば、カリウム - t - プトキシド、ナトリウム - t - プトキシド、ナトリウムエチラート、リチウムメチラートなどの金属アルコラートや、水素化ナトリウムなどのハイドライド試薬、ナトリウムアミド等のアミド類等を用いることができる。溶媒としては、N、N -ジメチルホルムアミド、テトラヒドロフラン、ジオキサン、トルエン等が用いられる。反応の温度は、通常は室温から 150 度で反応を進行させることができる。反応時間は、例えば、5 分間 ~ 40 時間であるが、十分に重合が進行する時間であればよく、また反応が終了した後に長時間放置する必要はないので、好ましくは 10 分間 ~ 24 時間である。反応の際の濃度は、希薄すぎると反応の効率が悪く、濃すぎると反応の制御が難しくなるので、約 0.01 wt % ~ 溶解する最大濃度の範囲で適宜選択すればよく、通常は、0.1 wt % ~ 30 wt % の範囲である。Wittig 反応については、“オルガニック リアクションズ (Organic Reactions)”, 第 14 卷, 270 - 490 頁, ジョンワイリー アンド サンズ (John Wiley & Sons, Inc.), 1965 年等に記載されている。また、Knoevenagel, Wittig, 脱ハロゲン化水素反応については、マクロモレキュラーケミストリー マクロモレキュラー シンポジウム (Makromol. Chem., Macromol. Symp.), 第 12 卷, 229 頁 (1987 年) に記載されている。10

【0123】

Heck 反応の場合は、パラジウム触媒を用い、トリエチルアミンなどの塩基の存在下で、モノマーを反応させる。N、N -ジメチルホルムアミドや N -メチルピロリドンなどの比較的沸点の高い溶媒を用い、反応温度は、80 ~ 160 度、反応時間は、1 時間から 100 時間程度である。Heck 反応については、例えば、ポリマー (Polymer), 第 39 卷, 5241 - 5244 頁 (1998 年) に記載されている。20

【0124】

Sonogashira 反応の場合は、一般的には、パラジウム触媒およびヨウ化第一銅を用い、トリエチルアミンなどの塩基の存在下で、N、N -ジメチルホルムアミド、アミン系溶媒またはエーテル系溶媒などを用いて、モノマーを反応させる。反応条件やモノマーの重合可能な置換基の反応性によるが、通常反応温度は -50 ~ 120 度、反応時間は 1 時間から 100 時間程度である。Sonogashira 反応については、例えば、Tetrahedron Letters, 第 40 卷, 3347 - 3350 頁 (1999 年)、Tetrahedron Letters, 第 16 卷, 4467 - 4470 頁 (1975 年) に記載されている。30

【0125】

Suzuki 反応の場合は、触媒として、例えばパラジウム [テトラキス (トリフェニルホスフィン)]、パラジウムアセテート類などを用い、炭酸カリウム、炭酸ナトリウム、水酸化バリウム等の無機塩基、トリエチルアミン等の有機塩基、フッ化セシウムなどの無機塩をモノマーに対して当量以上、好ましくは 1 ~ 10 当量加えて反応させる。無機塩を水溶液として、2 相系で反応させてもよい。溶媒としては、N、N -ジメチルホルムアミド、トルエン、ジメトキシエタン、テトラヒドロフランなどが例示される。溶媒にもよるが 50 ~ 160 度の温度が好適に用いられる。溶媒の沸点近くまで昇温し、環流させてもよい。反応時間は 1 時間から 200 時間程度である。40

Suzuki 反応については、例えば、ケミカル レビュー (Chem. Rev.), 第 95 卷, 2457 頁 (1995 年) に記載されている。

【0126】

ゼロ価ニッケル錯体を用いる場合について説明する。ゼロ価ニッケル錯体として、ゼロ価ニッケル錯体を使う方法と、ニッケル塩を還元剤の存在下で反応させ、系内でゼロ価ニッ50

ケルを生成させる方法がある。

ゼロ価ニッケル錯体としては、ビス(1,5-シクロオクタジエン)ニッケル(0)、(エチレン)ビス(トリフェニルホスフィン)ニッケル(0)、テトラキス(トリフェニルホスフィン)ニッケルなどが例示され、中でも、ビス(1,5-シクロオクタジエン)ニッケル(0)が、汎用性で安価という観点で好ましい。

【0127】

また、中性配位子を添加することが、収率向上の観点から好ましい。

ここに、中性配位子とは、アニオンやカチオンを有していない配位子であり、2,2'-ビピリジル、1,10-フェナントロリン、メチレンビスオキサゾリン、N,N'-テトラメチルエチレンジアミン等の含窒素配位子；トリフェニルホスフィン、トリトリルホスフィン、トリブチルホスフィン、トリフェノキシホスフィン等の第三ホスフィン配位子などが例示され、汎用性、安価の点で含窒素配位子が好ましく、2,2'-ビピリジルが高反応性、高収率の点で特に好ましい。特に、重合体の収率向上の点から、ビス(1,5-シクロオクタジエン)ニッケル(0)を含む系に中性配位子として2,2'-ビピリジルを加えた系が好ましい。系内でゼロ価ニッケルを生成させる方法においては、ニッケル塩として塩化ニッケル、酢酸ニッケル等が挙げられる。還元剤としては、亜鉛、水素化ナトリウム、ヒドラジンおよびその誘導体、リチウムアルミニウムハイドライドなどが上げられ、必要に応じて添加物として、よう化アンモニウム、よう化リチウム、よう化カリウム等が用いられる。

【0128】

本発明の製造方法の中で、Y₁、Y₂、Y₃、Y₄、Y₅およびY₆がそれぞれ独立にハロゲン原子、アルキルスルホネート基、アリールスルホネート基またはアリールアルキルスルホネート基であり、ゼロ価ニッケル錯体存在下で縮合重合する製造方法が好ましい。

この場合、原料化合物としては、ジハロゲン化化合物、ビス(アルキルスルホネート)化合物、ビス(アリールスルホネート)化合物、ビス(アリールアルキルスルホネート)化合物あるいはハロゲン-アルキルスルホネート化合物、ハロゲン-アリールスルホネート化合物、ハロゲン-アリールアルキルスルホネート化合物、アルキルスルホネート-アリールスルホネート化合物、アルキルスルホネート-アリールアルキルスルホネート化合物、アリールスルホネート-アリールアルキルスルホネート化合物が挙げられる。

【0129】

また、本発明の製造方法の中で、Y₁、Y₂、Y₃、Y₄、Y₅およびY₆がそれぞれ独立にハロゲン原子、アルキルスルホネート基、アリールスルホネート基、アリールアルキルスルホネート基、ホウ酸基、またはホウ酸エステル基であり、ハロゲン原子、アルキルスルホネート基、アリールスルホネート基およびアリールアルキルスルホネート基のモル数の合計(J)と、ホウ酸基およびホウ酸エステル基のモル数の合計(K)の比が実質的に1(通常K/Jは0.7から1.2の範囲)であり、ニッケル触媒またはパラジウム触媒を用いて縮合重合する製造方法が好ましい。

この場合、原料化合物の具体的な組み合わせとしては、ジハロゲン化化合物、ビス(アルキルスルホネート)化合物、ビス(アリールスルホネート)化合物、ビス(アリールアルキルスルホネート)化合物とジホウ酸化合物、ジホウ酸エステル化合物が挙げられる。あるいはハロゲン-ホウ酸化合物、ハロゲン-ホウ酸エステル化合物、アルキルスルホネート-ホウ酸化合物、アルキルスルホネート-ホウ酸エステル化合物、アリールスルホネート-ホウ酸化合物、アリールスルホネート-ホウ酸エステル化合物、アリールアルキルスルホネート-ホウ酸化合物、アリールアルキルスルホネート-ホウ酸化合物、アリールアルキルスルホネート-ホウ酸エステル化合物が挙げられる。

【0130】

本発明の高分子化合物の製造に使用する有機溶媒としては、用いる化合物や反応によっても異なるが、一般に副反応を抑制するために、用いる溶媒は十分に脱酸素処理を施し、不活性雰囲気化で反応を進行させることが好ましい。また、同様に脱水処理を行うことが好ましい。但し、Suzukiカップリング反応のような水との2相系での反応の場合には

10

20

30

40

50

その限りではない。

また、重合反応を進行させるために適宜アルカリや適當な触媒を添加する。これらは用いる反応に応じて選択すればよい。該アルカリまたは触媒は、反応に用いる溶媒に十分に溶解するものが好ましい。アルカリまたは触媒を混合する方法としては、反応液をアルゴンや窒素などの不活性雰囲気下で攪拌しながらゆっくりとアルカリまたは触媒の溶液を添加するか、逆にアルカリまたは触媒の溶液に反応液をゆっくりと添加する方法が例示される。

重合時間は、重合の種類にもよるが、通常5分間～200時間程度であるが、製造コストの点から、10時間以内が好ましい。

重合温度は、重合の種類にもよるが、通常-50～160度であるが、高収率、低加熱費の点から、20～100が好ましい。

【0131】

本発明の高分子化合物を高分子LEDに用いる場合、その純度が発光特性等の素子の性能に影響を与えるため、重合前のモノマーを蒸留、昇華精製、再結晶等、カラムクロマトグラフィーの方法で精製したのちに重合することが好ましい。また重合後、酸洗浄、アルカリ洗浄、中和、水洗浄、有機溶媒洗浄、再沈殿、遠心分離、抽出、カラムクロマトグラフィー、透析などの慣用の分離操作、精製操作、乾燥その他の操作による純化処理することが好ましい。

【0132】

次に本発明の高分子化合物の用途について説明する。

本発明の高分子化合物は、通常、固体状態で蛍光または燐光を有し、高分子発光体(高分子量の発光材料)として用いることができる。該高分子発光体を用いた高分子LEDは低電圧、高効率で駆動できる高性能の高分子LEDである。従って、該高分子LEDは液晶ディスプレイのバックライト、または照明用としての曲面状や平面状の光源、セグメントタイプの表示素子、ドットマトリックスのフラットパネルディスプレイ等の装置に好ましく使用できる。

また、本発明の高分子化合物はレーザー用色素、有機太陽電池用材料、有機トランジスタ用の有機半導体、導電性薄膜、有機半導体薄膜などの伝導性薄膜用材料としても用いることができる。

さらに、蛍光や燐光を発する発光性薄膜材料としても用いることができる。

【0133】

次に、本発明の高分子LEDについて説明する。

本発明の高分子LEDは、陽極および陰極からなる電極間に、本発明の高分子化合物を含む層を有することを特徴とする。

本発明の高分子化合物を含む層は、発光層、正孔輸送層、電子輸送層等のいずれであってもよいが、発光層であることが好ましい。

【0134】

ここに、発光層とは、発光する機能を有する層をいい、正孔輸送層とは、正孔を輸送する機能を有する層をいい、電子輸送層とは、電子を輸送する機能を有する層をいう。なお、電子輸送層と正孔輸送層を総称して電荷輸送層と呼ぶ。発光層、正孔輸送層、電子輸送層は、それぞれ独立に2層以上用いてもよい。

【0135】

有機層が発光層である場合、該有機層はさらに正孔輸送材料、電子輸送材料または発光材料を含んでいてもよい。ここで、発光材料とは、蛍光および/または燐光を示す材料のことをさす。

【0136】

本発明の高分子化合物と正孔輸送性材料と混合する場合には、その混合物全体に対して、正孔輸送性材料の混合割合は1wt%～80wt%であり、好ましくは5wt%～60wt%である。本発明の高分子化合物と電子輸送性材料を混合する場合には、その混合物全体に対して電子輸送性材料の混合割合は1wt%～80wt%であり、好ましくは5wt%

10

20

30

40

50

%～60wt%である。さらに、本発明の高分子化合物と発光材料を混合する場合にはその混合物全体に対して発光材料の混合割合は1wt%～80wt%であり、好ましくは5wt%～60wt%である。本発明の高分子化合物と発光材料、正孔輸送性材料および/または電子輸送性材料を混合する場合にはその混合物全体に対して発光材料の混合割合は1wt%～50wt%であり、好ましくは5wt%～40wt%であり、正孔輸送性材料と電子輸送性材料はそれらの合計で1wt%～50wt%であり、好ましくは5wt%～40wt%であり、本発明の高分子化合物の含有量は99wt%～20wt%である。

【0137】

混合する正孔輸送性材料、電子輸送性材料、発光材料は公知の低分子化合物や高分子化合物が使用できるが、高分子化合物を用いることが好ましい。高分子化合物の正孔輸送性材料、電子輸送性材料および発光材料としては、WO99/13692、WO99/48160、GB2340304A、WO00/53656、WO01/19834、WO00/55927、GB2348316、WO00/46321、WO00/06665、WO99/54943、WO99/54385、US5777070、WO98/06773、WO97/05184、WO00/35987、WO00/53655、WO01/34722、WO99/24526、WO00/22027、WO00/22026、WO98/27136、US573636、WO98/21262、US5741921、WO97/09394、WO96/29356、WO96/10617、EP0707020、WO95/07955、特開平2001-181618、特開平2001-123156、特開平2001-3045、特開平2000-351967、特開平2000-303066、特開平2000-299189、特開平2000-252065、特開平2000-136379、特開平2000-104057、特開平2000-80167、特開平10-324870、特開平10-114891、特開平9-111233、特開平9-45478等に開示されているポリフルオレン、その誘導体および共重合体、ポリアリーレン、その誘導体および共重合体、ポリアリーレンビニレン、その誘導体および共重合体、芳香族アミンおよびその誘導体の(共)重合体が例示される。

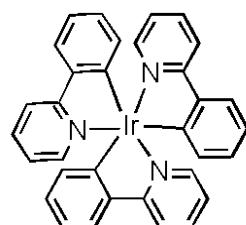
低分子化合物の蛍光性材料としては、例えば、ナフタレン誘導体、アントラセンもしくはその誘導体、ペリレンもしくはその誘導体、ポリメチル系、キサンテン系、クマリン系、シアニン系などの色素類、8-ヒドロキシキノリンもしくはその誘導体の金属錯体、芳香族アミン、テトラフェニルシクロペンタジエンもしくはその誘導体、またはテトラフェニルブタジエンもしくはその誘導体などを用いることができる。

具体的には、例えば特開昭57-51781号、同59-194393号公報に記載されているもの等、公知のものが使用可能である。

【0138】

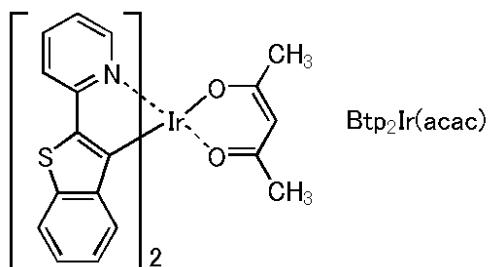
低分子化合物の燐光材料としては、例えば、イリジウムを中心金属とするIr(ppy)₃、Btp₂Ir(acac)、白金を中心金属とするPtOEP、ユーロピウムを中心金属とするEu(TTA)₃phen等の三重項発光錯体が挙げられる。

【0139】

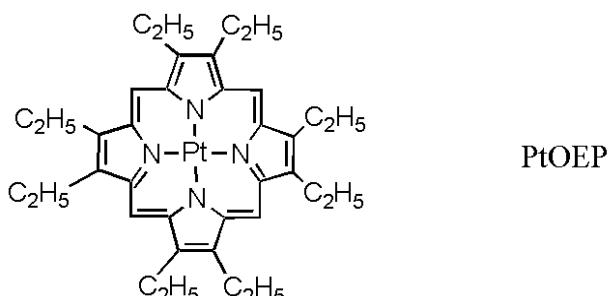


Ir(ppy)₃

【0140】

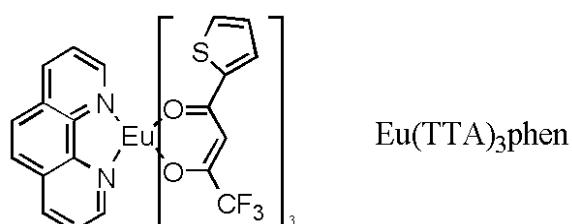


【 0 1 4 1 】



10

【 0 1 4 2 】



20

三重項発光錯体として具体的には、例えばNature, (1998), 395, 151、Appl. Phys. Lett. (1999), 75(1), 4、Proc. SPIE-Int. Soc. Opt. Eng. (2001), 4105(Organic Light-Emitting Materials and Devices I V), 119、J. Am. Chem. Soc., (2001), 123, 4304、Appl. Phys. Lett., (1997), 71(18), 2596、Syn. Met., (1998), 94(1), 103、Syn. Met., (1999), 99(2), 1361、Adv. Mater., (1999), 11(10), 852、Jpn.J.Appl.Phys., 34, 1883 (1995)などに記載されている。

30

【 0 1 4 3 】

本発明の組成物は、正孔輸送材料、電子輸送材料および発光材料から選ばれる少なくとも1種類の材料と本発明の高分子化合物とを含有し、発光材料や電荷輸送材料として用いることができる。本発明の組成物は、本発明の高分子化合物を2種以上含有していてもよい。

その正孔輸送材料、電子輸送材料、発光材料から選ばれる少なくとも1種類の材料と本発明の高分子化合物の含有比率は、用途に応じて決めればよいが、発光材料の用途の場合は、上記の発光層におけると同じ含有比率が好ましい。

40

【 0 1 4 4 】

本発明の高分子LEDが有する発光層の膜厚としては、用いる材料によって最適値が異なり、駆動電圧と発光効率が適度な値となるように選択すればよいが、例えば1nm～1μmであり、好ましくは2nm～500nmであり、さらに好ましくは5nm～200nmである。

【 0 1 4 5 】

発光層の形成方法としては、例えば、溶液からの成膜による方法が例示される。溶液からの成膜方法としては、スピンドルコート法、キャスティング法、マイクログラビアコート法、グラビアコート法、バーコート法、ロールコート法、ワイヤーバーコート法、ディップコート法、スプレーコート法、スクリーン印刷法、フレキソ印刷法、オフセット印刷法、インクジェットプリント法等の塗布法を用いることができる。パターン形成や多色の塗分け

50

が容易であるという点で、スクリーン印刷法、フレキソ印刷法、オフセット印刷法、インクジェットプリント法等の印刷法が好ましい。

【0146】

印刷法等で用いるインク組成物としては、少なくとも1種類の本発明の高分子化合物が含有されていればよく、また本発明の高分子化合物以外に正孔輸送材料、電子輸送材料、発光材料、溶媒、安定剤などの添加剤を含んでいてもよい。

該インク組成物中における本発明の高分子化合物の割合は、溶媒を除いた組成物の全重量に対して20wt%～100wt%であり、好ましくは40wt%～100wt%である。

またインク組成物中に溶媒が含まれる場合の溶媒の割合は、組成物の全重量に対して1wt%～99.9wt%であり、好ましくは60wt%～99.5wt%であり、さらに好ましく80wt%～99.0wt%である。

インク組成物の粘度は印刷法によって異なるが、インクジェットプリント法などインク組成物中が吐出装置を経由するもの場合には、吐出時の目つまりや飛行曲がりを防止するために粘度が25において1～20mPa·sの範囲であることが好ましい。

インク組成物として用いる溶媒としては特に制限はないが、該インク組成物を構成する溶媒以外の材料を溶解または均一に分散できるものが好ましい。該インク組成物を構成する材料が非極性溶媒に可溶なものである場合に、該溶媒としてクロロホルム、塩化メチレン、ジクロロエタン等の塩素系溶媒、テトラヒドロフラン等のエーテル系溶媒、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素系溶媒、アセトン、メチルエチルケトン等のケトン系溶媒、酢酸エチル、酢酸ブチル、エチルセルソルブアセテート等のエステル系溶媒が例示される。

【0147】

また、本発明の高分子LEDとしては、陰極と発光層との間に、電子輸送層を設けた高分子LED、陽極と発光層との間に、正孔輸送層を設けた高分子LED、陰極と発光層との間に、電子輸送層を設け、かつ陽極と発光層との間に、正孔輸送層を設けた高分子LED等が挙げられる。

【0148】

例えば、具体的には、以下のa)～d)の構造が例示される。

a) 陽極 / 発光層 / 陰極

b) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 陰極

c) 陽極 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極

d) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極

(ここで、/は各層が隣接して積層されていることを示す。以下同じ。)

【0149】

本発明の高分子LEDが正孔輸送層を有する場合、使用される正孔輸送性材料としては、ポリビニルカルバゾールもしくはその誘導体、ポリシランもしくはその誘導体、側鎖もしくは主鎖に芳香族アミンを有するポリシロキサン誘導体、ピラゾリン誘導体、アリールアミン誘導体、スチルベン誘導体、トリフェニルジアミン誘導体、ポリアニリンもしくはその誘導体、ポリチオフェンもしくはその誘導体、ポリピロールもしくはその誘導体、ポリ(p-フェニレンビニレン)もしくはその誘導体、またはポリ(2,5-チエニレンビニレン)もしくはその誘導体などが例示される。

【0150】

具体的には、該正孔輸送性材料として、特開昭63-70257号公報、同63-175860号公報、特開平2-135359号公報、同2-135361号公報、同2-209988号公報、同3-37992号公報、同3-152184号公報に記載されているもの等が例示される。

【0151】

これらの中で、正孔輸送層に用いる正孔輸送性材料として、ポリビニルカルバゾールもしくはその誘導体、ポリシランもしくはその誘導体、側鎖もしくは主鎖に芳香族アミン化合

10

20

30

40

50

物基を有するポリシロキサン誘導体、ポリアニリンもしくはその誘導体、ポリチオフェンもしくはその誘導体、ポリ(p - フェニレンビニレン)もしくはその誘導体、またはポリ(2 , 5 - チエニレンビニレン)もしくはその誘導体等の高分子正孔輸送性材料が好ましく、さらに好ましくはポリビニルカルバゾールもしくはその誘導体、ポリシランもしくはその誘導体、側鎖もしくは主鎖に芳香族アミンを有するポリシロキサン誘導体である。

【 0 1 5 2 】

また、低分子化合物の正孔輸送性材料としてはピラゾリン誘導体、アリールアミン誘導体、スチルベン誘導体、トリフェニルジアミン誘導体が例示される。低分子の正孔輸送性材料の場合には、高分子バインダーに分散させて用いることが好ましい。

【 0 1 5 3 】

混合する高分子バインダーとしては、電荷輸送を極度に阻害しないものが好ましく、また可視光に対する吸収が強くないものが好適に用いられる。該高分子バインダーとして、ポリ(N - ビニルカルバゾール)、ポリアニリンもしくはその誘導体、ポリチオフェンもしくはその誘導体、ポリ(p - フェニレンビニレン)もしくはその誘導体、ポリ(2 , 5 - チエニレンビニレン)もしくはその誘導体、ポリカーボネート、ポリアクリレート、ポリメチルアクリレート、ポリメチルメタクリレート、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル、ポリシロキサン等が例示される。

【 0 1 5 4 】

ポリビニルカルバゾールもしくはその誘導体は、例えばビニルモノマーからカチオン重合またはラジカル重合によって得られる。

【 0 1 5 5 】

ポリシランもしくはその誘導体としては、ケミカル・レビュー(C h e m . R e v .) 第 89巻、1359頁(1989年)、英国特許 G B 2 3 0 0 1 9 6 号公開明細書に記載の化合物等が例示される。合成方法もこれらに記載の方法を用いることができるが、特にキッピング法が好適に用いられる。

【 0 1 5 6 】

ポリシロキサンもしくはその誘導体は、シロキサン骨格構造には正孔輸送性がほとんどないので、側鎖または主鎖に上記低分子正孔輸送性材料の構造を有するものが好適に用いられる。特に正孔輸送性の芳香族アミンを側鎖または主鎖に有するものが例示される。

【 0 1 5 7 】

正孔輸送層の成膜の方法に制限はないが、低分子正孔輸送性材料では、高分子バインダーとの混合溶液からの成膜による方法が例示される。また、高分子正孔輸送性材料では、溶液からの成膜による方法が例示される。

【 0 1 5 8 】

溶液からの成膜に用いる溶媒としては、正孔輸送性材料を溶解させるものであれば特に制限はない。該溶媒として、クロロホルム、塩化メチレン、ジクロロエタン等の塩素系溶媒、テトラヒドロフラン等のエーテル系溶媒、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素系溶媒、アセトン、メチルエチルケトン等のケトン系溶媒、酢酸エチル、酢酸ブチル、エチルセルソルブアセテート等のエステル系溶媒が例示される。

【 0 1 5 9 】

溶液からの成膜方法としては、溶液からのスピンドルコート法、キャスティング法、マイクログラビアコート法、グラビアコート法、バーコート法、ロールコート法、ワイアーバーコート法、ディップコート法、スプレーコート法、スクリーン印刷法、フレキソ印刷法、オフセット印刷法、インクジェットプリント法等の塗布法を用いることができる。

【 0 1 6 0 】

正孔輸送層の膜厚としては、用いる材料によって最適値が異なり、駆動電圧と発光効率が適度な値となるように選択すればよいが、少なくともピンホールが発生しないような厚さが必要であり、あまり厚いと、素子の駆動電圧が高くなり好ましくない。従って、該正孔輸送層の膜厚としては、例えば 1 nm から 1 μm であり、好ましくは 2 nm ~ 5 0 0 nm であり、さらに好ましくは 5 nm ~ 2 0 0 nm である。

10

20

30

40

50

【0161】

本発明の高分子LEDが電子輸送層を有する場合、使用される電子輸送性材料としては公知のものが使用でき、オキサジアゾール誘導体、アントラキノジメタンもしくはその誘導体、ベンゾキノンもしくはその誘導体、ナフトキノンもしくはその誘導体、アントラキノンもしくはその誘導体、テトラシアノアンスラキノジメタンもしくはその誘導体、フルオレノン誘導体、ジフェニルジシアノエチレンもしくはその誘導体、ジフェノキノン誘導体、または8-ヒドロキシキノリンもしくはその誘導体の金属錯体、ポリキノリンもしくはその誘導体、ポリキノキサリンもしくはその誘導体、ポリフルオレンもしくはその誘導体等が例示される。

【0162】

10

具体的には、特開昭63-70257号公報、同63-175860号公報、特開平2-135359号公報、同2-135361号公報、同2-209988号公報、同3-37992号公報、同3-152184号公報に記載されているもの等が例示される。

【0163】

これらのうち、オキサジアゾール誘導体、ベンゾキノンもしくはその誘導体、アントラキノンもしくはその誘導体、または8-ヒドロキシキノリンもしくはその誘導体の金属錯体、ポリキノリンもしくはその誘導体、ポリキノキサリンもしくはその誘導体、ポリフルオレンもしくはその誘導体が好ましく、2-(4-ビフェニル)-5-(4-t-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール、ベンゾキノン、アントラキノン、トリス(8-キノリノール)アルミニウム、ポリキノリンがさらに好ましい。

20

【0164】

電子輸送層の成膜法としては特に制限はないが、低分子電子輸送性材料では、粉末からの真空蒸着法、または溶液もしくは溶融状態からの成膜による方法が、高分子電子輸送材料では溶液または溶融状態からの成膜による方法がそれぞれ例示される。溶液または溶融状態からの成膜時には、上記の高分子バインダーを併用してもよい。

【0165】

溶液からの成膜に用いる溶媒としては、電子輸送材料および/または高分子バインダーを溶解させるものであれば特に制限はない。該溶媒として、クロロホルム、塩化メチレン、ジクロロエタン等の塩素系溶媒、テトラヒドロフラン等のエーテル系溶媒、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素系溶媒、アセトン、メチルエチルケトン等のケトン系溶媒、酢酸エチル、酢酸ブチル、エチルセルソルブアセテート等のエステル系溶媒が例示される。

30

【0166】

溶液または溶融状態からの成膜方法としては、スピンドルコート法、キャスティング法、マイクログラビアコート法、グラビアコート法、バーコート法、ロールコート法、ワイアーバーコート法、ディップコート法、スプレーコート法、スクリーン印刷法、フレキソ印刷法、オフセット印刷法、インクジェットプリント法等の塗布法を用いることができる。

【0167】

電子輸送層の膜厚としては、用いる材料によって最適値が異なり、駆動電圧と発光効率が適度な値となるように選択すればよいが、少なくともピンホールが発生しないような厚さが必要であり、あまり厚いと、素子の駆動電圧が高くなり好ましくない。従って、該電子輸送層の膜厚としては、例えば1nmから1μmであり、好ましくは2nm～500nmであり、さらに好ましくは5nm～200nmである。

40

【0168】

また、電極に隣接して設けた電荷輸送層のうち、電極からの電荷注入効率を改善する機能を有し、素子の駆動電圧を下げる効果を有するものは、特に電荷注入層(正孔注入層、電子注入層)と一般に呼ばれることがある。

【0169】

さらに電極との密着性向上や電極からの電荷注入の改善のために、電極に隣接して前記の電荷注入層又は膜厚2nm以下の絶縁層を設けてもよく、また、界面の密着性向上や混合の防止等のために電荷輸送層や発光層の界面に薄いバッファー層を挿入してもよい。

50

積層する層の順番や数、および各層の厚さについては、発光効率や素子寿命を勘案して適宜用いることができる。

【0170】

本発明において、電荷注入層（電子注入層、正孔注入層）を設けた高分子LEDとしては、陰極に隣接して電荷注入層を設けた高分子LED、陽極に隣接して電荷注入層を設けた高分子LEDが挙げられる。

例えば、具体的には、以下のe)～p)の構造が挙げられる。

e) 陽極 / 電荷注入層 / 発光層 / 陰極

f) 陽極 / 発光層 / 電荷注入層 / 陰極

g) 陽極 / 電荷注入層 / 発光層 / 電荷注入層 / 陰極

10

h) 陽極 / 電荷注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 陰極

i) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電荷注入層 / 陰極

j) 陽極 / 電荷注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電荷注入層 / 陰極

k) 陽極 / 電荷注入層 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極

l) 陽極 / 発光層 / 電子輸送層 / 電荷注入層 / 陰極

m) 陽極 / 電荷注入層 / 発光層 / 電子輸送層 / 電荷注入層 / 陰極

n) 陽極 / 電荷注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極

o) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 電荷注入層 / 陰極

p) 陽極 / 電荷注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 電荷注入層 / 陰極

【0171】

20

電荷注入層の具体的な例としては、導電性高分子を含む層、陽極と正孔輸送層との間に設けられ、陽極材料と正孔輸送層に含まれる正孔輸送性材料との中間の値のイオン化ポテンシャルを有する材料を含む層、陰極と電子輸送層との間に設けられ、陰極材料と電子輸送層に含まれる電子輸送性材料との中間の値の電子親和力を有する材料を含む層などが例示される。

【0172】

上記電荷注入層が導電性高分子を含む層の場合、該導電性高分子の電気伝導度は、 10^{-5} S / cm以上 10^3 以下であることが好ましく、発光画素間のリーク電流を小さくするために、 10^{-5} S / cm以上 10^2 以下がより好ましく、 10^{-5} S / cm以上 10^1 以下がさらに好ましい。

30

通常は該導電性高分子の電気伝導度を 10^{-5} S / cm以上 10^3 以下とするために、該導電性高分子に適量のイオンをドープする。

【0173】

ドープするイオンの種類は、正孔注入層であればアニオン、電子注入層であればカチオンである。アニオンの例としては、ポリスチレンスルホン酸イオン、アルキルベンゼンスルホン酸イオン、樟脑スルホン酸イオンなどが例示され、カチオンの例としては、リチウムイオン、ナトリウムイオン、カリウムイオン、テトラブチルアンモニウムイオンなどが例示される。

電荷注入層の膜厚としては、例えば $1\text{ nm} \sim 100\text{ nm}$ であり、 $2\text{ nm} \sim 50\text{ nm}$ が好ましい。

40

【0174】

電荷注入層に用いる材料は、電極や隣接する層の材料との関係で適宜選択すればよく、ポリアニリンおよびその誘導体、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリピロールおよびその誘導体、ポリフェニレンビニレンおよびその誘導体、ポリチエニレンビニレンおよびその誘導体、ポリキノリンおよびその誘導体、ポリキノキサリンおよびその誘導体、芳香族アミン構造を主鎖または側鎖に含む重合体などの導電性高分子、金属フタロシアニン（銅フタロシアニンなど）、カーボンなどが例示される。

【0175】

膜厚 2 nm 以下の絶縁層は電荷注入を容易にする機能を有するものである。上記絶縁層の材料としては、金属フッ化物、金属酸化物、有機絶縁材料等が挙げられる。膜厚 2 nm 以

50

下の絶縁層を設けた高分子LEDとしては、陰極に隣接して膜厚2nm以下の絶縁層を設けた高分子LED、陽極に隣接して膜厚2nm以下の絶縁層を設けた高分子LEDが挙げられる。

【0176】

具体的には、例えば、以下のq)~a b)の構造が挙げられる。

q) 陽極 / 膜厚2nm以下の絶縁層 / 発光層 / 陰極

r) 陽極 / 発光層 / 膜厚2nm以下の絶縁層 / 陰極

s) 陽極 / 膜厚2nm以下の絶縁層 / 発光層 / 膜厚2nm以下の絶縁層 / 陰極

t) 陽極 / 膜厚2nm以下の絶縁層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 陰極

u) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 膜厚2nm以下の絶縁層 / 陰極

v) 陽極 / 膜厚2nm以下の絶縁層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 膜厚2nm以下の絶縁層 / 陰極

w) 陽極 / 膜厚2nm以下の絶縁層 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極

x) 陽極 / 発光層 / 電子輸送層 / 膜厚2nm以下の絶縁層 / 陰極

y) 陽極 / 膜厚2nm以下の絶縁層 / 発光層 / 電子輸送層 / 膜厚2nm以下の絶縁層 / 陰極

z) 陽極 / 膜厚2nm以下の絶縁層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極

a a) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 膜厚2nm以下の絶縁層 / 陰極

a b) 陽極 / 膜厚2nm以下の絶縁層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 膜厚2nm以下の絶縁層 / 陰極

【0177】

本発明の高分子LEDを形成する基板は、電極を形成し、有機物の層を形成する際に変化しないものであればよく、例えばガラス、プラスチック、高分子フィルム、シリコン基板などが例示される。不透明な基板の場合には、反対の電極が透明または半透明であることが好ましい。

【0178】

通常は、本発明の高分子LEDが有する陽極および陰極の少なくとも一方が透明または半透明である。陽極側が透明または半透明であることが好ましい。

該陽極の材料としては、導電性の金属酸化物膜、半透明の金属薄膜等が用いられる。具体的には、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化スズ、およびそれらの複合体であるインジウム・スズ・オキサイド(ITO)、インジウム・亜鉛・オキサイド等からなる導電性ガラスを用いて作成された膜(NESTAなど)や、金、白金、銀、銅等が用いられ、ITO、インジウム・亜鉛・オキサイド、酸化スズが好ましい。作製方法としては、真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、メッキ法等が挙げられる。また、該陽極として、ポリアニリンもしくはその誘導体、ポリチオフェンもしくはその誘導体などの有機の透明導電膜を用いてもよい。

陽極の膜厚は、光の透過性と電気伝導度とを考慮して、適宜選択することができるが、例えば10nmから10μmであり、好ましくは20nm~1μmであり、さらに好ましくは50nm~500nmである。

また、陽極上に、電荷注入を容易にするために、フタロシアニン誘導体、導電性高分子、カーボンなどからなる層、あるいは金属酸化物や金属フッ化物、有機絶縁材料等からなる平均膜厚2nm以下の層を設けてもよい。

【0179】

本発明の高分子LEDで用いる陰極の材料としては、仕事関数の小さい材料が好ましい。例えば、リチウム、ナトリウム、カリウム、ルビジウム、セシウム、ベリリウム、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、アルミニウム、スカンジウム、バナジウム、亜鉛、イットリウム、インジウム、セリウム、サマリウム、ユーロピウム、テルビウム、イッテルビウムなどの金属、およびそれらのうち2つ以上の合金、あるいはそれらのうち1つ以上と、金、銀、白金、銅、マンガン、チタン、コバルト、ニッケル、タンゲステン、錫のうち1つ以上との合金、グラファイトまたはグラファイト層間化合物等が用

10

20

30

40

50

いられる。合金の例としては、マグネシウム - 銀合金、マグネシウム - インジウム合金、マグネシウム - アルミニウム合金、インジウム - 銀合金、リチウム - アルミニウム合金、リチウム - マグネシウム合金、リチウム - インジウム合金、カルシウム - アルミニウム合金などが挙げられる。陰極を2層以上の積層構造としてもよい。

陰極の膜厚は、電気伝導度や耐久性を考慮して、適宜選択することができるが、例えば10nmから10μmであり、好ましくは20nm～1μmであり、さらに好ましくは50nm～500nmである。

【0180】

陰極の作製方法としては、真空蒸着法、スパッタリング法、また金属薄膜を熱圧着するラミネート法等が用いられる。また、陰極と有機物層との間に、導電性高分子からなる層、あるいは金属酸化物や金属フッ化物、有機絶縁材料等からなる平均膜厚2nm以下の層を設けてもよく、陰極作製後、該高分子LEDを保護する保護層を装着してもよい。該高分子LEDを長期安定的に用いるためには、素子を外部から保護するために、保護層および／または保護カバーを装着することが好ましい。10

【0181】

該保護層としては、高分子化合物、金属酸化物、金属フッ化物、金属ホウ化物などを用いることができる。また、保護カバーとしては、ガラス板、表面に低透水率処理を施したプラスチック板などを用いることができ、該カバーを熱効果樹脂や光硬化樹脂で素子基板と貼り合わせて密閉する方法が好適に用いられる。スペーサーを用いて空間を維持すれば、素子がキズつくのを防ぐことが容易である。該空間に窒素やアルゴンのような不活性なガスを封入すれば、陰極の酸化を防止することができ、さらに酸化バリウム等の乾燥剤を該空間内に設置することにより製造工程で吸着した水分が素子にダメージを与えるのを抑制することが容易となる。これらのうち、いずれか1つ以上の方策をとることが好ましい。20

【0182】

本発明の高分子LEDは面状光源、セグメント表示装置、ドットマトリックス表示装置、液晶表示装置のバックライトとして用いることができる。

【0183】

本発明の高分子LEDを用いて面状の発光を得るために、面状の陽極と陰極が重なり合うように配置すればよい。また、パターン状の発光を得るために、前記面状の発光素子の表面にパターン状の窓を設けたマスクを設置する方法、非発光部の有機物層を極端に厚く形成し実質的に非発光とする方法、陽極または陰極のいずれか一方、または両方の電極をパターン状に形成する方法がある。これらのいずれかの方法でパターンを形成し、いくつかの電極を独立にON/OFFできるように配置することにより、数字や文字、簡単な記号などを表示できるセグメントタイプの表示素子が得られる。更に、ドットマトリックス素子とするためには、陽極と陰極をともにストライプ状に形成して直交するように配置すればよい。複数の種類の発光色の異なる発光材料を塗り分ける方法や、カラーフィルターまたは蛍光変換フィルターを用いる方法により、部分カラー表示、マルチカラー表示が可能となる。ドットマトリックス素子は、パッシブ駆動も可能であるし、TFTなどと組み合わせてアクティブ駆動してもよい。これらの表示素子は、コンピュータ、テレビ、携帯端末、携帯電話、カーナビゲーション、ビデオカメラのビューファインダーなどの表示装置として用いることができる。30

【0184】

さらに、前記面状の発光素子は、自発光薄型であり、液晶表示装置のバックライト用の面状光源、あるいは面状の照明用光源として好適に用いることができる。また、フレキシブルな基板を用いれば、曲面状の光源や表示装置としても使用できる。

【0185】

【実施例】

以下、本発明をさらに詳細に説明するために実施例を示すが、本発明はこれらに限定されるものではない。

ポリスチレン換算の数平均分子量はゲルバーミエーションクロマトグラフィー(GPC)

10

20

30

40

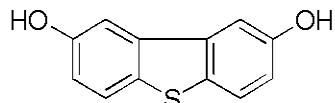
50

により求めた。

カラム： TOSOH TSKgel SuperHM-H (2本) + TSKgel SuperH2000(4.6mm I.d. × 15cm)、検出器：RI (SHIMADZU RID-10A)を使用。移動相はクロロホルムまたはテトラヒドロフラン (THF) を用いた。

【0186】

合成例1 (化合物Aの合成)



10

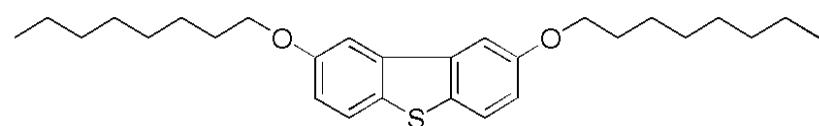
化合物A

不活性雰囲気下11の四つ口フラスコに2,8-ジプロモジベンゾチオフェン7gとTHF 280mlを入れ、室温で搅拌、溶かした後、-78まで冷却した。n-ブチルリチウム 29ml (1.6モルヘキサン溶液)を滴下した。滴下終了後、温度を保持したまま2時間搅拌し、トリメトキシボロン酸 13gを滴下した。滴下終了後、ゆっくり室温まで戻した。3時間室温で搅拌後、TLCで原料の消失を確認した。5%硫酸 100mlを加えて反応を終了させ、室温で12時間搅拌した。水を加えて洗浄し、有機層を分液した。溶媒を酢酸エチルに置換した後、30%過酸化水素水 5mlを加え、40で5時間搅拌した。その後有機層を分液し、10%硫酸アンモニウム鉄(II)水溶液で洗浄後乾燥、溶媒を留去することにより、茶色の固体 4.43gを得た。LC-MS測定からは二量体などの副生成物も生成しており、化合物Aの純度は77%であった(LC面百%)。

MS (APCI (-)) : (M - H)⁻ 215

【0187】

合成例2 (化合物Bの合成)



20

化合物B

不活性雰囲気下で200mlの三つ口フラスコに化合物A 4.43gと臭化n-オクチル 25.1g、および炭酸カリウム 12.5g (23.5mmol)を入れ、溶媒としてメチルイソブチルケトン 50mlを加えて125で6時間加熱還流した。反応終了後、溶媒を留去、クロロホルムと水を加えて、有機層を分液し、さらに水で2回洗浄した。無水硫酸ナトリウムで乾燥後、シリカゲルカラム(展開溶媒:トルエン/シクロヘキサン = 1/10)で精製することにより、8.49g (LC面百97%、収率94%)の化合物Bを得た。

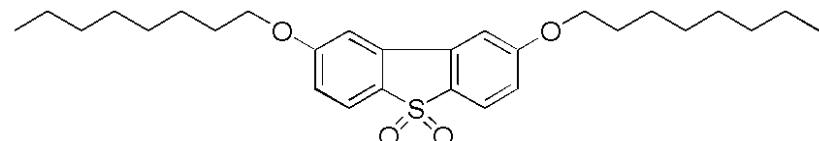
¹H-NMR (300MHz / CDCl₃) :

0.91 (t, 6H)、1.31~1.90 (m, 24H)、4.08 (t, 4H)、7.07 (dd, 2H)、7.55 (d, 2H)、7.68 (d, 2H)

30

【0188】

合成例3 (化合物Cの合成)



40

化合物C

【0189】

100ml三つ口フラスコに化合物B 6.67gと酢酸 40mlを入れ、オイルバス

50

でバス温度 140 ℃まで昇温した。続いて、30%過酸化水素水 13mlを冷却管から加え、1時間強く攪拌した後、冷水 180mlに注いで反応を終了させた。クロロホルムで抽出、乾燥後溶媒を留去することによって、6.96g (LC面百90%、収率97%)の化合物Cを得た。

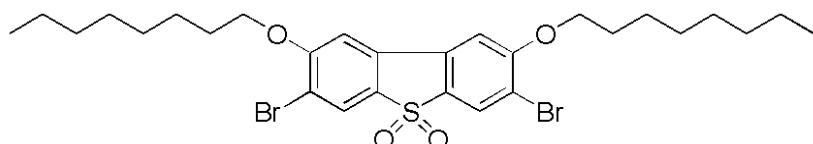
¹H-NMR (300MHz / CDCl₃) :

0.90 (t, 6H)、1.26~1.87 (m, 24H)、4.06 (t, 4H)、
7.19 (dd, 2H)、7.69 (d, 2H)、7.84 (d, 2H)

MS (APCI (+)) : (M+H)⁺ 473

【0190】

合成例4 (化合物Dの合成)



10

化合物D

不活性雰囲気下 200ml 四つ口フラスコに化合物C 3.96gと酢酸 / クロロホルム = 1 : 1 混合液 15mlを加え、70℃で攪拌し、溶解させた。続いて、臭素 6.02gを上記の溶媒 3mlに溶かして加え、3時間攪拌した。チオ硫酸ナトリウム水溶液を加えて未反応の臭素を除き、クロロホルムと水を加えて、有機層を分液し乾燥した。溶媒を留去し、シリカゲルカラム（展開溶媒：クロロホルム / ヘキサン = 1 / 4）で精製することにより、4.46g (LC面百98%、収率84%)の化合物Dを得た。

20

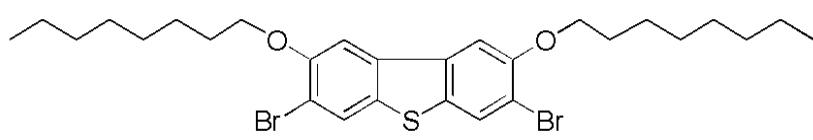
¹H-NMR (300MHz / CDCl₃) :

0.95 (t, 6H)、1.30~1.99 (m, 24H)、4.19 (t, 4H)、
7.04 (s, 2H)、7.89 (s, 2H)

MS (FD⁺) M⁺ 630

【0191】

合成例5 (化合物Eの合成)



30

化合物E

不活性雰囲気下 200ml 三つ口フラスコに化合物D 3.9gとジエチルエーテル 50mlを入れ、40℃まで昇温、攪拌した。水素化アルミニウムリチウム 1.17gを少量ずつ加え、5時間反応させた。水を少量ずつ加えることによって過剰な水素化アルミニウムリチウムを分解し、36%塩酸 5.7mlで洗浄した。クロロホルム、水を加えて、有機層を分液し乾燥した。シリカゲルカラム（展開溶媒：クロロホルム / ヘキサン = 1 / 5）で精製することにより、1.8g (LC面百99%、収率49%)の化合物Eを得た。

40

¹H-NMR (300MHz / CDCl₃) :

0.90 (t, 6H)、1.26~1.97 (m, 24H)、4.15 (t, 4H)、
7.45 (s, 2H)、7.94 (s, 2H)

MS (FD⁺) M⁺ 598

【0192】

MS (APCI (+)) 法によれば、615、598にピークが検出された。

【0193】

合成例6

<高分子化合物1の合成>

2,7-ジブロモ-9,9-ジオクチルフルオレン (26g、0.047mol)、2,

50

7 - ジブロモ - 9 , 9 - ジイソペンチルフルオレン (5 . 6 g、 0 . 0 1 2 m o l) および 2 , 2 ' - ビピリジル (2 2 g、 0 . 1 4 1 m o l) を脱水したテトラヒドロフラン 1 6 0 0 m L に溶解した後、窒素でバーリングして系内を窒素置換した。窒素雰囲気下において、この溶液に、ビス (1 、 5 - シクロオクタジエン) ニッケル (0) { N i (C O D)₂ } (4 0 g、 0 . 1 5 m o l) 加え、 6 0 ℃ まで昇温し、 8 時間反応させた。反応後、この反応液を室温 (約 2 5 ℃) まで冷却し、 2 5 % アンモニア水 2 0 0 m L / メタノール 1 2 0 0 m L / イオン交換水 1 2 0 0 m L 混合溶液中に滴下して 3 0 分間攪拌した後、析出した沈殿をろ過して風乾した。その後、トルエン 1 1 0 0 m L に溶解させてからろ過を行い、ろ液をメタノール 3 3 0 0 m L に滴下して 3 0 分間攪拌した。析出した沈殿をろ過し、メタノール 1 0 0 0 m L で洗浄した後、 5 時間減圧乾燥した。得られた共重合体の收量は 2 0 g であった (以後、高分子化合物 1 と呼ぶ) 。高分子化合物 1 のポリスチレン換算の平均分子量および重量平均分子量は、それぞれ M_n = 4 . 6 × 1 0⁴ 、 M_w = 1 . 1 × 1 0⁵ であった (移動相 : クロロホルム) 。

【 0 1 9 4 】

合成例 7

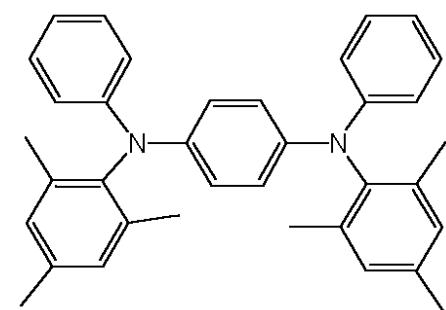
< 高分子化合物 2 の合成 >

2 , 7 - ジブロモ - 9 , 9 - ジオクチルフルオレン (5 . 8 g、 0 . 0 1 0 5 m o l) 、上記 N , N ' - ビス (4 - ブロモフェニル) - N , N ' - ビス (4 - n - プチルフェニル) - 1 , 4 - フェニレンジアミン (3 . 1 g、 0 . 0 0 4 5 m m o l) および 2 , 2 ' - ビピリジル (6 . 6 g) を脱水したテトラヒドロフラン 2 0 m L に溶解した後、窒素でバーリングして系内を窒素置換した。窒素雰囲気下において、この溶液に、ビス (1 、 5 - シクロオクタジエン) ニッケル (0) { N i (C O D)₂ } (1 2 . 0 g) 加え、 6 0 ℃ まで昇温し、攪拌しながら 3 時間反応させた。反応後、この反応液を室温 (約 2 5 ℃) まで冷却し、 2 5 % アンモニア水 5 0 m L / メタノール約 2 0 0 m L / イオン交換水約 3 0 0 m L 混合溶液中に滴下して 1 時間攪拌した後、析出した沈殿をろ過して 2 時間減圧乾燥し、トルエン約 3 5 0 m L に溶解させた。その後、 1 N 塩酸約 2 0 0 m L を加えて 1 時間攪拌し、水層を除去し、有機層に 4 % アンモニア水約 2 0 0 m L を加え、 1 時間攪拌した後に水層を除去した。有機層にイオン交換水約 2 0 0 m L を加え攪拌した後、水層を除去した。有機層はメタノール約 7 0 0 m L に滴下して 1 時間攪拌し、析出した沈殿をろ過して 2 時間減圧乾燥し、トルエン約 3 5 0 m L に溶解させた。その後、アルミナカラムを通して精製を行い、回収したトルエン溶液をメタノール約 7 0 0 m L に滴下して 1 時間攪拌し、析出した沈殿をろ過して 2 時間減圧乾燥させた。得られた共重合体 (以後、高分子化合物 2 と呼ぶ) の收量は 3 . 5 g であった。ポリスチレン換算の数平均分子量および重量平均分子量は、それぞれ M_n = 3 . 4 × 1 0⁴ 、 M_w = 5 . 4 × 1 0⁴ であった (移動相 : クロロホルム) 。

【 0 1 9 5 】

実施例 1

< N , N ' - ジフェニル - N , N ' - ビス (2 , 4 , 6 - トリメチルフェニル) - 1 , 4 - フェニレンジアミンの合成 >



不活性雰囲気下で、 1 0 0 m l の 3 つ口フラスコに脱氣した脱水トルエン 4 0 m l を入れ、トリ (t - ブチル) ホスフィン 0 . 4 0 g を加えた。続いてトリス (ジベンジリデンア

10

20

30

40

50

セトン)ジパラジウム0.52g、プロモメシチレン9.5g、t-ブトキシナトリウム5.5g、N,N'-ジフェニル-1,4-フェニレンジアミン5.0gを加えた後、100で3時間反応させた。

反応液を飽和食塩水にあけ、約50に温めたクロロホルム300mlで抽出した。溶媒を留去した後、トルエン100mlを加えて、固体が溶解するまで加熱、放冷した後、沈殿をろ過し、白色の固体6.1gを得た。

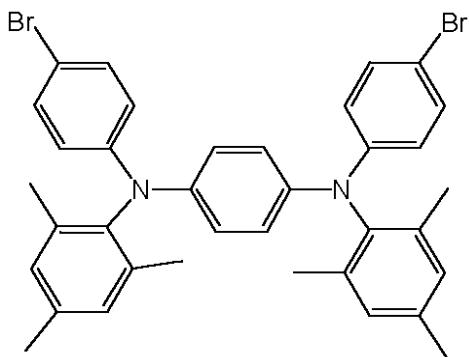
¹H-NMR(300MHz/CDCl₃):

(ppm)=1.2~2.8[br,18H]、6.0~8.0[br,18H]

MS(APCI(+)):M⁺ 497

【0196】

<N,N'-ビス(4-プロモフェニル)-N,N'-ビス(2,4,6-トリメチルフェニル)-1,4-フェニレンジアミンの合成>



10

20

不活性雰囲気下で、300mlの3つロフラスコに脱水N,N-ジメチルホルムアミド200mlを入れ、上記のN,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(2,4,6-トリメチルフェニル)-1,4-フェニレンジアミン1.0gを溶解した後、氷浴下でN-プロモスクシンイミド0.75g/N,N-ジメチルホルムアミド溶液10mlを滴下し、一昼夜反応させた。

反応液に水100mlを加え、析出した沈殿をろ過し薄褐色の固体1.2gを得た。

¹H-NMR(300MHz/CDCl₃):

(ppm)=1.9~2.1[br,12H]、2.2~2.4[br,6H]、6

.6~7.4[br,16H]

MS(APCI(+)):M⁺ 655

【0197】

<高分子化合物3の合成>

前記化合物E(346mg、0.578mmol)、上記N,N'-ビス(4-プロモフェニル)-N,N'-ビス(2,4,6-トリメチルフェニル)-1,4-フェニレンジアミン(97mg、0.148mmol)および2,2'-ビピリジル(263mg、1.68mmol)を脱水したテトラヒドロフラン20mLに溶解した後、窒素でバーリングして系内を窒素置換した。窒素雰囲気下において、この溶液に、ビス(1,5-シクロオクタジエン)ニッケル(0){Ni(COD)₂}(470mg、1.71mmol)加え、60まで昇温し、攪拌しながら3時間反応させた。反応後、この反応液を室温(約25)まで冷却し、25%アンモニア水10mL/メタノール120mL/イオン交換水50mL混合溶液中に滴下して1時間攪拌した後、析出した沈殿をろ過して2時間減圧乾燥し、トルエン30mLに溶解させた。その後、1N塩酸30mLを加えて1時間攪拌し、水層を除去し、有機層に4%アンモニア水30mLを加え、1時間攪拌した後に水層を除去した。有機層はメタノール200mLに滴下して1時間攪拌し、析出した沈殿をろ過して2時間減圧乾燥し、トルエン30mLに溶解させた。その後、アルミナカラム(アルミナ量10g)を通して精製を行い、回収したトルエン溶液をメタノール250mLに滴下して1時間攪拌し、析出した沈殿をろ過して2時間減圧乾燥させた。得られた共重合体(以後、高分子化合物3と呼ぶ)の収量は228.6mgであった。ポリスチレン換

30

40

50

算の数平均分子量 $M_n = 5.4 \times 10^4$ であった(移動相: THF)。

【0198】

実施例2

スパッタ法により 150 nm の厚みでITO膜を付けたガラス基板に、ポリ(エチレンジオキシチオフェン)/ポリスチレンスルホン酸の溶液(バイエル社、Baytron P)を用いてスピニコートにより 70 nm の厚みで成膜して、ホットプレート上 200¹⁰ で 10 分間乾燥した。次に、高分子化合物3と高分子化合物1の 5:5(重量比)混合物が 1.5 wt% となるように調製したトルエン溶液を用いてスピニコートにより 1500 rpm の回転速度で成膜した。さらに、これを減圧下 80¹⁰ で 1 時間乾燥した後、フッ化リチウムを約 4 nm を蒸着し、陰極として、カルシウムを約 5 nm、次いでアルミニウムを約 35 nm 蒸着して、EL素子を作製した。なお真空度が、 1×10^{-4} Pa 以下に到達したのち、金属の蒸着を開始した。

得られた素子に電圧を印加することにより、464 nm にピークを有する EL発光が得られた。初期輝度を 100 cd/m² に設定し、輝度の減衰を測定したところ 300 時間後の輝度は 73 cd/m² であった。

【0199】

比較例1

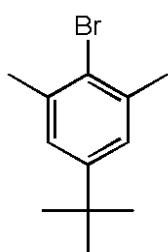
高分子化合物3の代わりに高分子化合物2を用いて、高分子化合物2と高分子化合物1の 3:7(重量比)混合物の 1.5 wt% トルエン溶液をスピニコートにより 1200 rpm の回転速度で成膜した以外は実施例2と同様に素子を作製した。²⁰

得られた素子に電圧を印加することにより 464 nm にピークを有する EL発光が得られた。また、初期輝度を 100 cd/m² に設定し、輝度の減衰を測定したところ、輝度の減衰を測定したところ 300 時間後の輝度は 53 cd/m² であった。

【0200】

実施例3

<4-t-ブチル-2,6-ジメチルプロモベンゼンの合成>



不活性雰囲気下で、500 ml の 3 口フラスコに酢酸 225 g を入れ、5-t-ブチル-m-キシレン 24.3 g を加えた。続いて臭素 31.2 g を加えた後、15~20³⁰ で 3 時間反応させた。

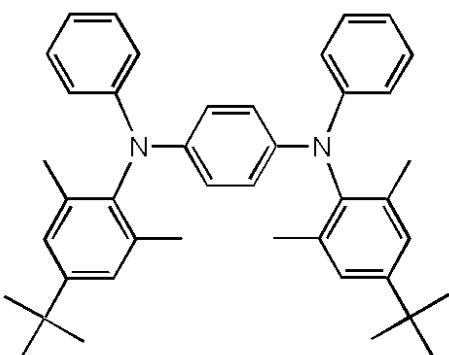
反応液を水 500 ml に加え析出した沈殿をろ過した。水 250 ml で 2 回洗浄し、白色の固体 34.2 g を得た。

¹H-NMR (300 MHz / CDCl₃):

(ppm) = 1.3 [s, 9H]、2.4 [s, 6H]、7.1 [s, 2H]
MS (FD⁺) M⁺ 241

【0201】

<N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(4-t-ブチル-2,6-ジメチルフェニル)-1,4-フェニレンジアミンの合成>



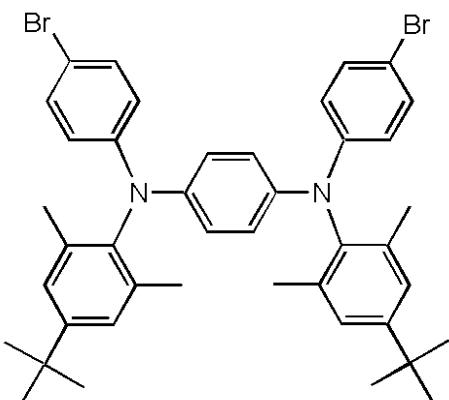
10

不活性雰囲気下で、100mlの3つ口フラスコに脱水トルエン36mlを入れ、トリ(t-ブチル)ホスフィン0.63gを加えた。続いてトリス(ジベンジリデンアセトン)ジパラジウム0.41g、上記の4-t-ブチル-2,6-ジメチルプロモベンゼン9.6g、t-ブトキシナトリウム5.2g、N,N'-ジフェニル-1,4-フェニレンジアミン4.7gを加えた後、100で3時間反応させた。

反応液を飽和食塩水300mlに加え、約50に温めたクロロホルム300mlで抽出した。溶媒を留去した後、トルエン100mlを加えて、固体が溶解するまで加熱、放冷した後、沈殿をろ過し、白色の固体9.9gを得た。

【0202】

<N,N'-ビス(4-プロモフェニル)-N,N'-ビス(4-t-ブチル-2,6-ジメチルフェニル)-1,4-フェニレンジアミンの合成>



30

不活性雰囲気下で、1000mlの3つ口フラスコに脱水N,N-ジメチルホルムアミド350mlを入れ、上記のN,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(4-t-ブチル-2,6-ジメチルフェニル)-1,4-フェニレンジアミン5.2gを溶解した後、冰浴下でN-プロモスクシンイミド3.5g/N,N-ジメチルホルムアミド溶液を滴下し、一昼夜反応させた。

反応液に水150mlを加え、析出した沈殿をろ過し、メタノール50mlで2回洗浄し白色の固体4.4gを得た。

¹H-NMR(300MHz/THF-d8):

40

(ppm)=1.3[s,18H]、2.0[s,12H]、6.6~6.7[d,4H]、6.8~6.9[br,4H]、7.1[s,4H]、7.2~7.3[d,4H]

MS(FD⁺)M⁺ 738

【0203】

<高分子化合物4の合成>

前記化合物E(5.4g、9mmol)、上記N,N'-ビス(4-プロモフェニル)-N,N'-ビス(4-t-ブチル-2,6-ジメチルフェニル)-1,4-フェニレンジアミン(4.5g、6mmol)および2,2'-ビピリジル(5.1g、33mmol)を脱水したテトラヒドロフラン420mLに溶解した後、窒素でバーリングして系内を

50

窒素雰囲気下において、この溶液に、ビス(1、5-シクロオクタジエン)ニッケル(0) {Ni(COD)₂} (9.0 g, 33 mmol) 加え、60まで昇温し、攪拌しながら3時間反応させた。反応後、この反応液を室温(約25)まで冷却し、25%アンモニア水150 mL / メタノール1500 mL / イオン交換水600 mL 混合溶液中に滴下して1時間攪拌した後、析出した沈殿をろ過して2時間減圧乾燥し、トルエン450 mL に溶解させた。その後、1N塩酸450 mLを加えて1時間攪拌し、水層を除去し、有機層に4%アンモニア水450 mLを加え、1時間攪拌した後に水層を除去した。有機層はメタノール1350 mLに滴下して1時間攪拌し、析出した沈殿をろ過して2時間減圧乾燥し、トルエン400 mLに溶解させた。その後、アルミナカラム(アルミナ量100 g)を通して精製を行い、回収したトルエン溶液をメタノール1350 mLに滴下して1時間攪拌し、析出した沈殿をろ過して2時間減圧乾燥させた。得られた共重合体(以後、高分子化合物4と呼ぶ)の収量は5.5 gであった。ポリスチレン換算の数平均分子量Mn = 3.2 × 10⁴ であった(移動相: THF)。

【0204】

実施例4

スパッタ法により150 nmの厚みでITO膜を付けたガラス基板に、ポリ(エチレンジオキシチオフェン)/ポリスチレンスルホン酸の溶液(バイエル社、Baytron P)を用いてスピンドルコートにより70 nmの厚みで成膜して、ホットプレート上200で10分間乾燥した。次に、高分子化合物4と高分子化合物1の25:75(重量比)混合物が1.5 wt %となるように調製したトルエン溶液を用いてスピンドルコートにより1500 rpmの回転速度で成膜した。さらに、これを減圧下80で1時間乾燥した後、フッ化リチウムを約4 nmを蒸着し、陰極として、カルシウムを約5 nm、次いでアルミニウムを約35 nm蒸着して、EL素子を作製した。なお真空度が、1 × 10⁻⁴ Pa以下に到達したのち、金属の蒸着を開始した。

得られた素子に電圧を印加することにより、472 nmにピークを有するEL発光が得られた。初期輝度を100 cd/m²に設定し、輝度の減衰を測定したところ300時間後の輝度は78 cd/m²であった。

【0205】

【発明の効果】

本発明の高分子化合物を高分子LEDに用いたときに、その高分子LEDは長寿命である。したがって、該高分子LEDは、液晶ディスプレイのバックライトまたは照明用としての曲面状や平面状の光源、セグメントタイプの表示素子、ドットマトリックスのフラットパネルディスプレイ等の装置に好ましく使用できる。

フロントページの続き

(72)発明者 小野 晃宏
茨城県つくば市北原6 住友化学工業株式会社内

(72)発明者 中園 明子
茨城県つくば市北原6 住友化学工業株式会社内

審査官 阪野 誠司

(56)参考文献 特表2002-506481(JP,A)
国際公開第01/049769(WO,A1)
特開平05-025103(JP,A)
特開2002-155274(JP,A)
特表2005-506419(JP,A)
特開2003-206335(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C08G 61/00