

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5197911号
(P5197911)

(45) 発行日 平成25年5月15日(2013.5.15)

(24) 登録日 平成25年2月15日(2013.2.15)

(51) Int.Cl.

F 1

C08G 61/12	(2006.01)	C08G 61/12
C07D 265/38	(2006.01)	C07D 265/38
C07D 279/22	(2006.01)	C07D 279/22 C S P
C09K 11/06	(2006.01)	C09K 11/06 6 8 O
H01L 51/50	(2006.01)	H05B 33/14 B

請求項の数 12 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2004-565093 (P2004-565093)
(86) (22) 出願日	平成15年11月24日 (2003.11.24)
(65) 公表番号	特表2006-511659 (P2006-511659A)
(43) 公表日	平成18年4月6日 (2006.4.6)
(86) 國際出願番号	PCT/US2003/037532
(87) 國際公開番号	W02004/060970
(87) 國際公開日	平成16年7月22日 (2004.7.22)
審査請求日	平成18年11月20日 (2006.11.20)
審判番号	不服2011-5231 (P2011-5231/J1)
審判請求日	平成23年3月8日 (2011.3.8)
(31) 優先権主張番号	10/324, 270
(32) 優先日	平成14年12月19日 (2002.12.19)
(33) 優先権主張国	米国 (US)

(73) 特許権者	502141050 ダウ グローバル テクノロジーズ エル エルシー
	アメリカ合衆国 ミシガン州 48674 , ミッドランド, ダウ センター 204 O
(74) 代理人	100066692 弁理士 浅村 皓
(74) 代理人	100072040 弁理士 浅村 肇
(74) 代理人	100097870 弁理士 梶原 斎子
(74) 代理人	100102897 弁理士 池田 幸弘

最終頁に続く

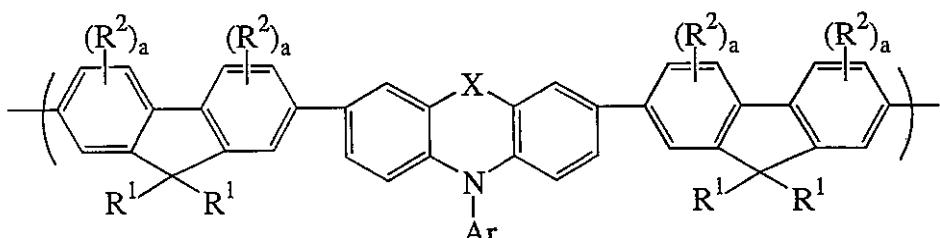
(54) 【発明の名称】三環アリールアミンモノマー及びポリマー及びそのデバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

式 I の単位を複数有する主鎖を含むポリマー

【化 1】



10

式 I

(式中、R¹は各々独立に、H、C_{1～40}のヒドロカルビル、又は1個又は複数のS、N、O、P、若しくはSi原子を含むC_{3～40}のヒドロカルビル、又は両方のR¹はフルオレン上の9-炭素と共に1個又は複数のS、N、若しくはO原子を含むC_{5～20}環構造を形成し、

R²は各々独立に、C_{1～20}ヒドロカルビル、C_{1～20}ヒドロカルビルオキシ、チオエーテル、C_{1～20}ヒドロカルビルオキシカルボニル、C_{1～20}ヒドロカルビルカ

20

ルボニルオキシ、又はシアノであり、

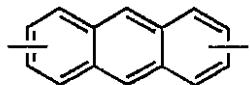
a は各々独立に 0 又は 1 であり、

X は O 又は S であり、

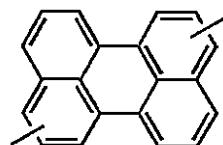
A r は置換又は非置換の C₆ ~ C₄₀ のアリール又はヘテロアリール基である) であつて、下記群 A から選ばれる 1 種以上の単位を主鎖にさらに含むポリマー。

群 A

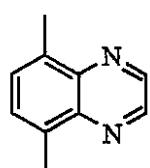
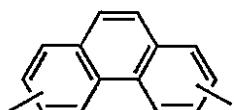
【化 2】



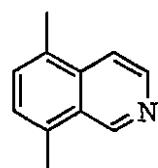
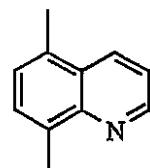
10



20

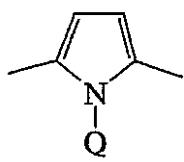
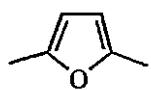


30

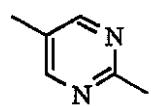
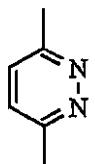


40

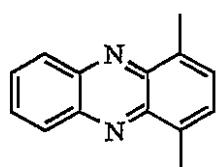
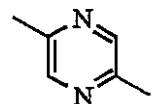
【化 3】



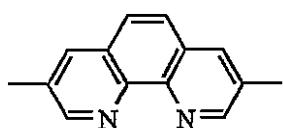
10



20

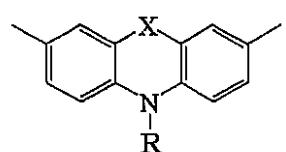
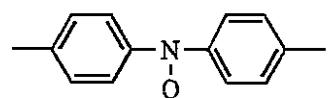
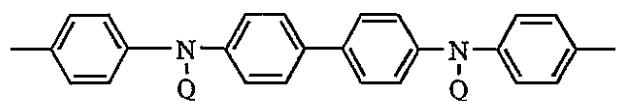
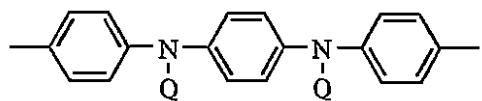


30

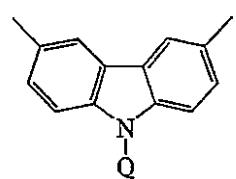


40

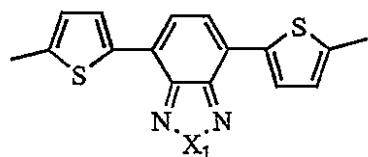
【化 4】



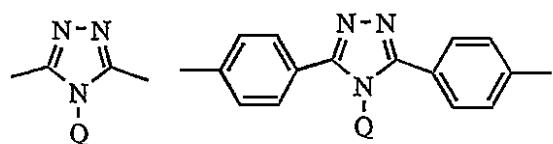
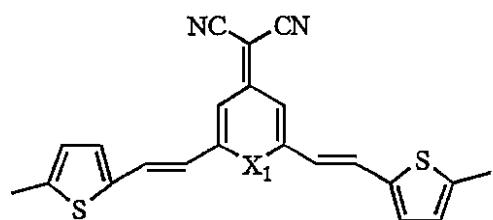
10



20

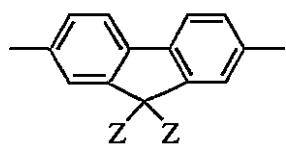
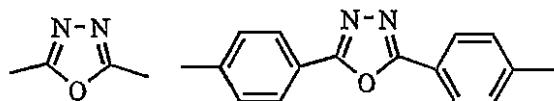


30

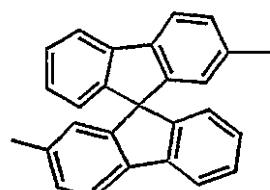
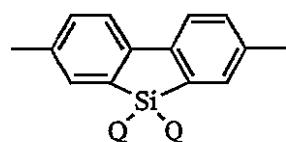


40

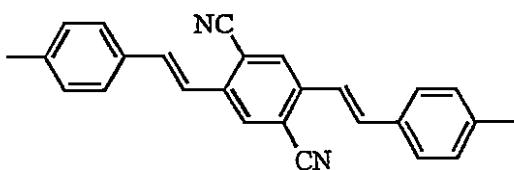
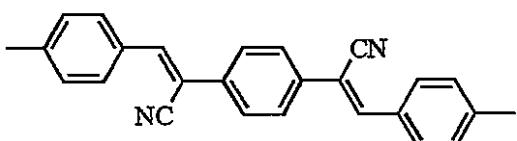
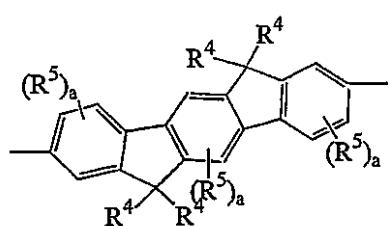
【化 5】



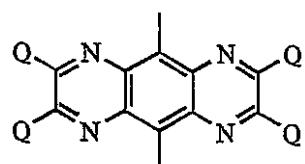
10



20



30



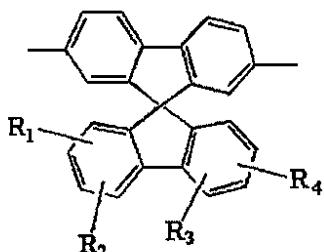
40

(群 A 中の繰り返し単位は、置換基を保持することができ、それらの置換基は各々独立に C_{1~20} ヒドロカルビル、C_{1~20} ヒドロカルボキシルオキシ、C_{1~20} チオエーテル、C_{1~20} ヒドロカルボキシカルボキシル、C_{1~20} ヒドロカルビルカルボニルオキシ、シアノ、又はフルオロ基であり、

50

a は各々独立に 0 又は 1 であり、
X は O 又は S であり、
X₁ は O 又は S であり、
Q は R 又は A_r であり、
Z の少なくとも一方は A_r であり、
R は C₁ ~ C₂₀ アルキルであり、
A_r は置換又は非置換の C₆ ~ C₄₀ のアリール又はヘテロアリール基であり、
R⁴ は各々独立に、H、C₁ ~ C₄₀ のヒドロカルビル又は 1 個若しくは複数の S、N、
O、P、若しくは S i 原子を含む C₃ ~ C₄₀ のヒドロカルビルであり、又は両方の R⁴ は
、両方の R⁴ が結合する炭素と共に、1 個又は複数の S、N、若しくは O 原子を含むこと
のできる C₅ ~ C₂₀ 環構造を形成することができる。R⁵ は独立に C₁ ~ C₂₀ ヒドロカル
ビル、C₁ ~ C₂₀ ヒドロカルビルオキシ、C₁ ~ C₂₀ チオエーテル、C₁ ~ C₂₀ ヒドロカ
ルビルオキシカルボニル、C₁ ~ C₂₀ ヒドロカルビルカルボニルオキシ、又はシアノであ
り、但し、下記を除く)
10

【化 6】



20

(式中、R₁ ないし R₄ は各々独立的に炭素数 1 ~ 12 のアルキル基、アルコキシ基または -N(R')(R'') (R' と R'' は互いに関係なく水素又は炭素数 1 ~ 12 のアルキル基である)

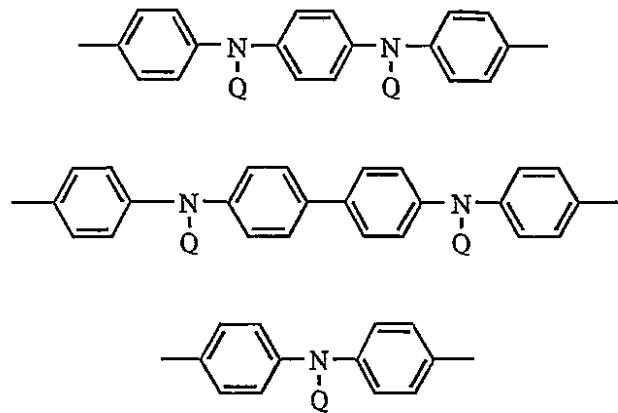
【請求項 2】

a は 0 であり、R¹ は各々独立に、n-ヘキシル、n-オクチル、n-ヘキシルオキシフェニル、4-エトキシエトキシフェニル、フェニル、又はビフェニルであり、X は S 又は O であり、A_r は 4-アルキルフェニル、4-アルコキシフェニル、又は 4-アミノフェニルである請求項 1 に記載のポリマー。
30

【請求項 3】

群 A から選らばれる単位が、次式の単位である請求項 1 又は 2 に記載のポリマー。

【化 7】



40

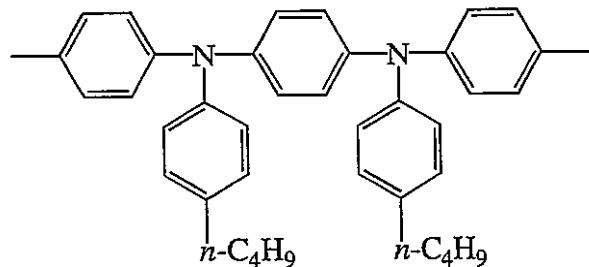
(式中、Q は R 又は A_r である。R は C₁ ~ C₂₀ アルキルであり、A_r は置換又は非置換の C₆ ~ C₄₀ のアリール又はヘテロアリール基である)

【請求項 4】

群 A から選らばれる単位が、次式の単位である請求項 1 又は 2 に記載のポリマー。

50

【化 8】



【請求項 5】

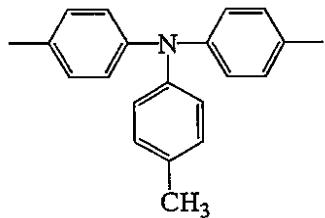
10

群 A から選ばれる単位が、ジチオフェンベンゾチアジアゾールの単位である請求項 1 又は 2 に記載のポリマー。

【請求項 6】

群 A から選ばれる単位が、以下の構造のトリアリールアミンの単位である請求項 1 又は 2 に記載のポリマー。

【化 9】



20

【請求項 7】

A_r は 4 - n - ブチルフェニル、(9, 9 - ジブチル) - 2 - フルオレニル、メトキシフェニル、エトキシフェニル、又は 4 - ジトリルアミノフェニルである請求項 1 から 6 までのいずれかに記載のポリマー。

【請求項 8】

プロックコポリマーである請求項 1 から 7 のいずれかに記載のポリマー。

【請求項 9】

30

請求項 1 から 8 までのいずれかに記載のポリマーと、ポリマー用の溶媒と、任意選択的に少なくとも 1 種の他の共役ポリマーとを含む組成物。

【請求項 10】

電界効果トランジスタ用の半導体層として請求項 1 から 8 までのいずれかに記載のポリマーを含むデバイス。

【請求項 11】

3, 7 - ジブロモ - N - (9, 9 - ジ - n - ブチルフルオレン) フェノチアジン。

【請求項 12】

3, 7 - ジブロモ - N - (9, 9 - ジ - n - ブチルフルオレン) フェノキサジン。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は三環アリールアミンモノマー及びそれから生成したポリマー及び組成物、並びにそれらのポリマーと組成物のフィルムを含む電子デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

フルオレンに基づく共役ポリマーは、光電子特性を有することが知られている。いくつかの報告、例えば、A. W. Grice, D. D. C. Bradley, M. T. Bernius, M. Ibasekarar, W. Wu, E. P. Woo, Appl. Prep. Lett., 1998, 73, Y. Young and Q. Pei, J. Appl.

50

P r e . 8 1 、 3 2 9 4 (1 9 9 7) はフルオレンホモポリマーからの青色発光を提示した。

【 0 0 0 3 】

フルオレン含有ポリマーを修飾してデバイスの効率を高める試みが行われた。また、ポリフルオレンに基づくデバイスの発光における望ましくない赤色シフトを制御する試みが行われた。

【 0 0 0 4 】

国際公開第 0 1 / 8 1 2 9 4 A 1 号は、電荷輸送性三環アリールアミンで末端をキャッピングしたフルオレンポリマーを教示している。この文献は、少なくとも 1 個の電荷輸送部分で末端キャッピングすることが優位性を与えると述べている。意図された優位性は、ポリフルオレンポリマー主鎖の電気的特性を変化させない、より高い効率と色の安定性を含む。また、この文献は、ポリフルオレン主鎖の中に化学種を組み込むことを含むアプローチ、又は他のモノマーとの共重合を含むアプローチは主鎖の本質的な特性を必然的に変化させると述べている。

10

【 0 0 0 5 】

米国特許第 5 , 8 7 4 , 1 7 9 号 (K r e u d e r 等) は窒素含有コモノマーのポリフェニレンビニレンに基づく光電子ポリマーを教示している。さらに、 K r e u d e r は、フルオレンがポリフェニレンビニレンに基づくポリマー中の、窒素含有縮環構造の部分であり得ることを教示している。

20

【 0 0 0 6 】

米国特許第 5 , 8 7 9 , 8 2 1 号 (H s i e h) は、互いに結合した、又は二価の原子若しくは「 G 」部分の両側にビス構造で配置された、 2 個の三環アリールアミンの繰り返し単位を含むポリマーを教示している。 G は、 O 、 S 、 N - フェニル、ビニレン、アセチレン、 p - フェニレン、 m - フェニレン、 o - フェニレン、又は - C H = C H - フェニル - C H = C H - とすることができる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

良好な伝導性と向上した効率を呈し、様々な着色光を放射し、かつ低い駆動電圧で高い輝度を有する光電子材料及びデバイスの必要性が残っている。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

驚くべきことに、本発明は、フルオレンに基づく光電子ポリマーの主鎖に三環アリールアミンを含むことにより、非環式アリールアミンなどの他の電荷輸送基を有するポリフルオレンに比べて、低い電圧で改善された伝導性、並びにより高いデバイス効率が提供されることを発見した。

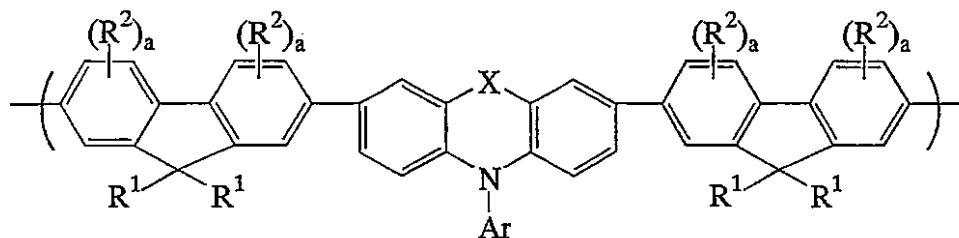
【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 0 9 】

したがって、第 1 の実施形態において、本発明は式 I の繰り返し単位を含むポリマーである。

40

【化1】



式I

10

式中、R¹は各々独立に、H、C_{1～4}のヒドロカルビル、又は1個又は複数のS、N、O、P、若しくはSi原子を含むC_{3～4}のヒドロカルビル、又は両方のR¹はフルオレン上の9-炭素と共に1個又は複数のS、N、若しくはO原子を含むC_{5～20}環構造を形成し、

R²は各々独立に、C_{1～20}ヒドロカルビル、C_{1～20}ヒドロカルビルオキシ、チオエーテル、C_{1～20}ヒドロカルビルオキシカルボニル、C_{1～20}ヒドロカルビルカルボニルオキシ、又はシアノであり、

20

aは各々独立に0又は1であり、

XはO、S、SO₂、C(R³)₂、N-R³、Si(R³)₂(R³は置換又は非置換のC_{6～C₄}のアリール、C_{6～C₂₄}のアラルキル、又はC_{1～C₂₄}のアルキルである)である。R³はC_{6～C₂₄}のアリール基であることが好ましく、R³はC_{6～C₂₄}アラルキル基であることがさらに好ましい。

【0010】

Arは置換又は非置換のC_{6～C₄}のアリール又はヘテロアリール基であり、C_{6～C₂₄}であることが好ましく、C_{6～C₁₄}であることが最も好ましい。

【0011】

他の態様において、本発明は、フィルムが印加電圧の下でデバイスの透明な外部を通して透過する可視光を放射するようにアノードとカソードの間に配設された、本発明のポリマーのフィルムを含むエレクトロルミネセンスデバイスである。

30

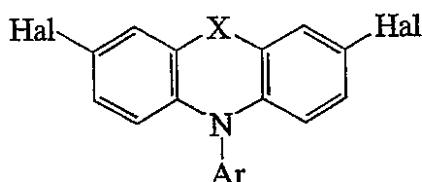
【0012】

他の態様において、本発明は、電界効果トランジスタの半導体層として配設された本発明のポリマーを含むデバイスである。

【0013】

他の態様において、本発明は、式、

【化2】



40

の組成物である。

式中、XはO、S、SO₂、C(R³)₂、N-R³、又はSi(R³)₂(R³は置換又は非置換のC_{6～C₄}のアリール、C_{6～C₂₄}のアラルキル、又はC_{1～C₂₄}のアルキルである)であり、Arは置換又は非置換のC_{6～C₄}のアリール又はヘテロア

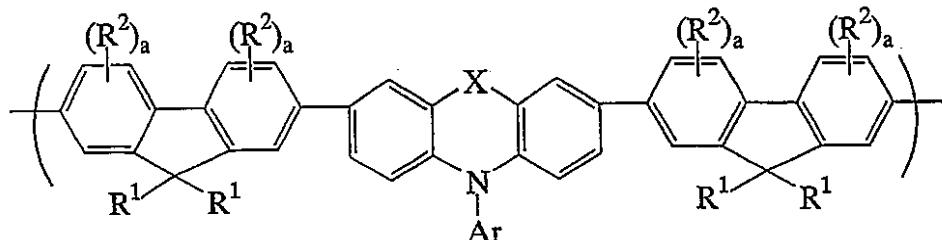
50

リール基であり、HalはBr、Cl、又はIである。HalはCl、又はBrであることが好ましく、Brであることがさらに好ましい。

【0014】

好ましい実施形態において、本発明は式Iの繰り返し単位を含むポリマーである。

【化3】



10

式I

式中、R¹は各々独立に、H、C_{1～40}のヒドロカルビル、又は1個若しくは複数のS、N、O、P、若しくはSi原子を含むC_{3～40}のヒドロカルビルである。代わりに、両方のR¹は、フルオレン上の9-炭素と共に、C_{5～20}の脂肪族若しくは芳香族環構造、又は1個又は複数のS、N、若しくはOのヘテロ原子を含むことのできるC_{4～20}の脂肪族若しくは芳香族環構造を形成することができる。R¹はC_{1～12}アルキル、C_{6～10}アリール、C_{6～40}ヒドロカルビルオキシアリール若しくはアルキル置換アリール、C_{4～16}ヒドロカルビルカルボキシラート若しくはC_{9～16}アリールトリアルキルシロキサン部分であることが好ましい。R¹はn-ヘキシル、n-オクチル、n-ヘキシルオキシフェニル、4-エトキシエトキシフェニル、フェニル若しくはビフェニルであることがさらに好ましく、R¹はn-ヘキシル、n-オクチル、n-ヘキシルオキシフェニル若しくは4-エトキシエトキシフェニルであることが最も好ましい。

20

【0015】

30

2個のR¹がフルオレン環の9-炭素原子で環構造を形成する実施形態において、形成された環構造は、C_{5～20}の直鎖若しくは分岐鎖の環構造、又は1個又は複数のS、N、Oのヘテロ原子を含むC_{4～20}の直鎖若しくは分岐鎖の環構造であることが好ましく、C_{5～10}の脂肪族若しくは芳香族環構造、又は1個又は複数のS若しくはOを含むC_{4～10}の脂肪族若しくは芳香族環構造であることがさらに好ましく、C_{5～10}のシクロアルキル若しくは酸素を含むC_{4～10}のシクロアルキルが最も好ましい。

【0016】

R²は各々独立に、C_{1～20}ヒドロカルビル、C_{1～20}ヒドロカルボキシルオキシ、C_{1～20}チオエーテル、C_{1～20}ヒドロカルビルオキシカルボニル、C_{1～20}ヒドロカルビルカルボニルオキシ、又はシアノである。R²はC_{1～12}アルキル、C_{6～10}アリール若しくはアルキル-置換アリール、C_{6～10}アリールオキシ若しくはアルキル-置換アリールオキシ、C_{1～12}アルコキシカルボニル、C_{6～10}アリールオキシカルボニル若しくはアルキル-置換アリールオキシカルボニル、C_{1～12}アルコキシ、C_{1～12}アルキルカルボニルオキシ、C_{6～10}アリールカルボニルオキシ若しくはアルキル-置換アリールカルボニルオキシ、シアノ又はC_{1～20}アルキルチオであることが好ましい。

40

【0017】

「a」は各々独立に0～1である。aは0であることが好ましい。

【0018】

用語「ヒドロカルビル」は、本明細書において、一価の芳香族、脂肪族、若しくは環状

50

脂肪族基又はその組み合わせを指すのに用いられる。

【0019】

Xは、O、S、SO₂、C(R³)₂、N-R³、又はSi(R³)₂であることが好ましい。

【0020】

R³は置換又は非置換のC₆~C₄のアリール、C₆~C₂のアラルキル、又はC₁~C₂のアルキルである。R³はC₆~C₂のアリール基であることが好ましく、R³はC₆~C₂のアラルキル基であることがさらに好ましい。

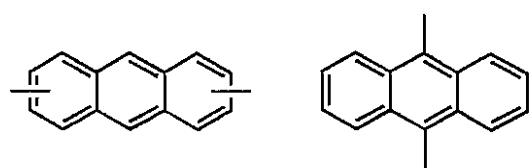
【0021】

Arは置換又は非置換のC₆~C₄のアリール若しくはヘテロアリール基である。適切なAr基の例には、フェニル、アルキル化フェニル、9,9-ジアルキル-2-フルオレニル、アントリル、フェナントリル、ピレニル、ピリジニル、イソキノリニル、キノリニル、トリアジニル、トリアゾリル、ベンゾトリアゾリル、又はフェナントリジニルが含まれる。

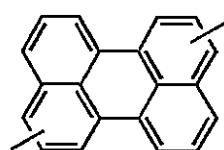
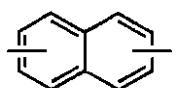
【0022】

好ましい実施形態において、ホール輸送部位、電子輸送部位、及び/又は発光部位を含む追加の共役単位が存在する。追加の単位は、電荷注入、電荷輸送、蛍光発光デバイスの効率と寿命の1つ又は複数を最適化するのに使用される。追加の単位は、以下のものを含む。

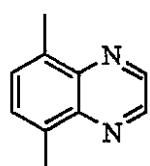
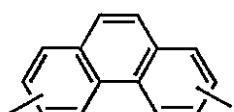
【化 4 - 1】



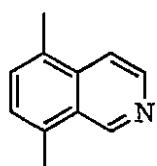
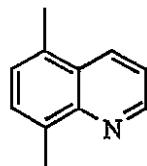
10



20

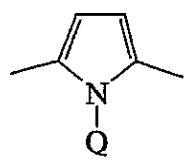
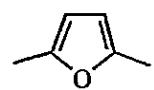


30

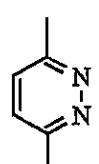
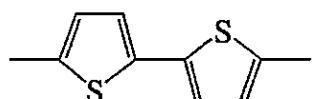
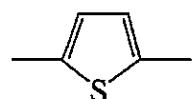


40

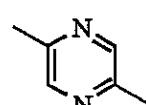
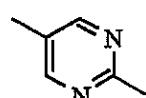
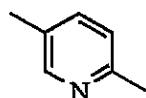
【化 4 - 2】



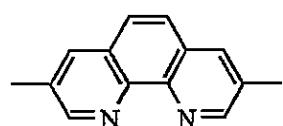
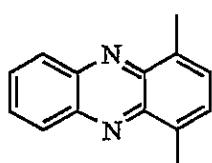
10



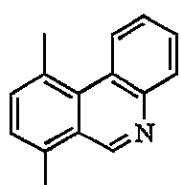
20



30

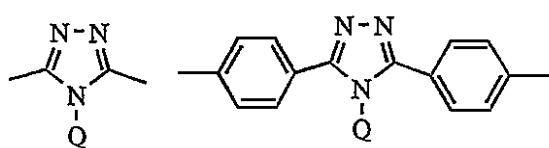
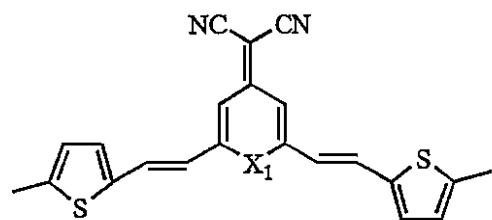
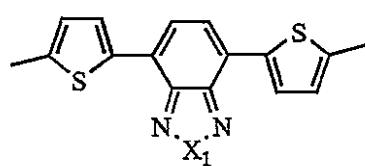
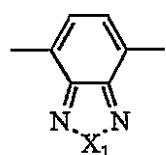
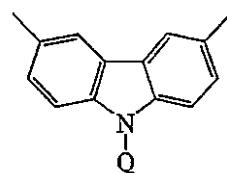
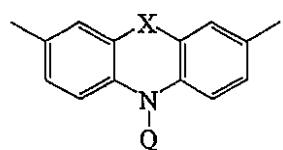
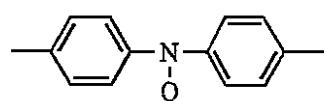
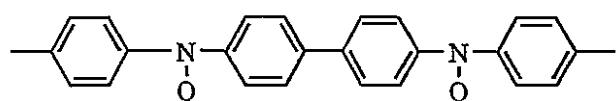
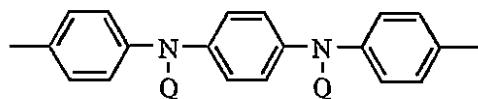


40



50

【化 4 - 3】



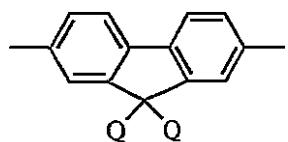
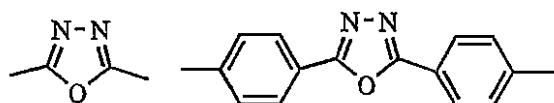
10

20

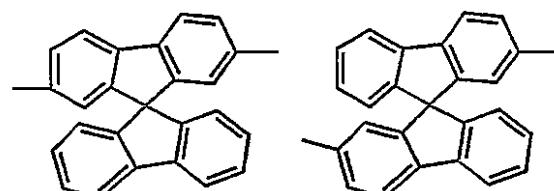
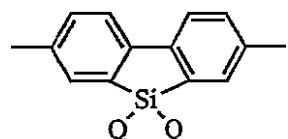
30

40

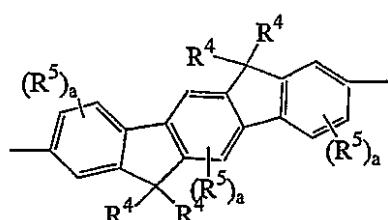
【化4-4】



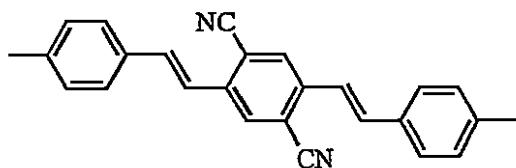
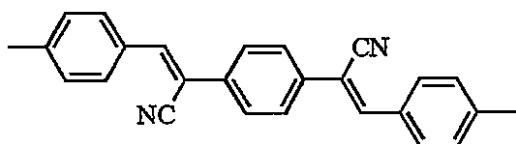
10



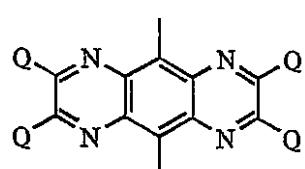
20



30



40



式中、共役単位は、置換基を保持することができ、それらの置換基は各々独立にC_{1～2}、₀ヒドロカルビル、C_{1～2}、₀ヒドロカルボキシルオキシ、C_{1～2}、₀チオエーテル、C_{1～2}、₀ヒドロカルボキシカルボキシル、C_{1～2}、₀ヒドロカルビルカルボニルオキシ、シアノ、又はフルオロ基である。

50

X₁ は O 又は S であり、

Q は R 又は Ar であり、

R は C₁ ~ C₂₀ アルキルあり、

R⁴ は各々独立に、 H、 C₁ ~ C₂₀ のヒドロカルビル又は 1 個若しくは複数の S、 N、 O、 P、 若しくは Si 原子を含む C₃ ~ C₂₀ のヒドロカルビルであり、 又は両方の R⁴ は、 両方の R⁴ が結合する炭素と共に、 1 個又は複数の S、 N、 若しくは O 原子を含むことのできる C₅ ~ C₂₀ 環構造を形成することができる。 R⁵ は独立に C₁ ~ C₂₀ ヒドロカルビル、 C₁ ~ C₂₀ ヒドロカルビルオキシ、 C₁ ~ C₂₀ チオエーテル、 C₁ ~ C₂₀ ヒドロカルビルオキシカルボニル、 C₁ ~ C₂₀ ヒドロカルビルカルボニルオキシ、 又はシアノである。

10

【0023】

本発明のポリマーは 10,000 ダルトン以上の重量平均分子量を有することが好ましく、 20,000 ダルトン以上がさらに好ましく、 50,000 ダルトン以上がさらに好ましく、 1,000,000 ダルトン以下が好ましく、 500,000 ダルトン以下がさらに好ましく、 400,000 ダルトンが最も好ましい。 分子量は内部標準としてポリスチレンを用い、 ゲル浸透クロマトグラフを使用して測定される。

【0024】

ポリマーは 10 以下の多分散性 (polydispersity) (Mw / Mn) を示すことが好ましく、 5 以下がより好ましく、 4 以下がさらに好ましく、 3 以下が最も好ましい。

20

【0025】

本発明のポリマーとコポリマーの混合物は、 希釀溶液中又は固体状態で強いホトルミネセンスを示す。 それらの材料は 360 ~ 500 ナノメートル (nm) の波長の光に曝されると、 材料は 400 ~ 700 nm の領域の波長の光を放射する。 それらの材料は 380 ~ 450 nm の波長の光を吸収し、 420 ~ 680 nm の波長の光を放射するがさらに好ましい。

【0026】

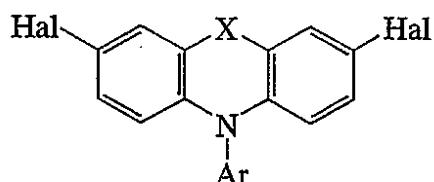
本発明のポリマーは芳香族化合物を作製する任意の公知のカップリング反応によって組み立てることができる。 Suzuki カップリング反応を用いることが好ましい。 Suzuki 反応は二ホウ素化芳香族部分と二ハロゲン化芳香族部分を用いて芳香族化合物を結合する。 反応は長鎖で高分子量のポリマーの形成を可能にする。 さらに、 添加の順序を制御することによって、 ランダムコポリマー又はブロックコポリマーのいずれかを製造することができる。

30

【0027】

Suzuki 反応は、 二ホウ素化フルオレンモノマー又は二ホウ素化置換フルオレンモノマー及び式、

【化5】



40

を有する二ハロゲン化共役モノマーから出発することが好ましい。

式中、 X は O、 S、 SO₂、 C(R³)₂、 N-R³、 Si(R³)₂ であり、 O 又は S が好ましく、 Ar は前に定義した通りであり、 4-アルキルフェニル、 4-アルコキシフェニル、 4-アミノフェニルであることが好ましい。 Ar は 4-n-ブチルフェニル、 (9,9-ジブチル)-2-フルオレニル、 メトキシフェニル、 エトキシフェニル、 又は 4

50

-ジトリルアミノフェニルであることがさらに好ましい。

【0028】

任意選択的に、追加の二ハロゲン化共役モノマーを使用することができる。ポリマー構造は、フルオレン-共役モノマー、フルオレン-共役モノマー等の構造を有するであろう。

【0029】

任意選択的に、フェニレンジアミン、置換フェニレンジアミン、ベンジジン、置換ベンジジン、トリアリールアミン、置換トリアリールアミン、ベンゾチアジアゾール、チオフェン、ビス-チオフェン-ベンゾチアジアゾール、ジシアノビニレンピラン又はチオピランの二ハロゲン化物などの共役二ハロゲン化部分も使用することができる。

【0030】

Suzuki法は米国特許第5,777,070号に教示されており、本明細書に参照により明瞭に組み込まれている。

【0031】

トルエン又はキシレンは、本発明のポリマーを調製するSuzuki反応の好ましい溶媒である。水中の炭酸ナトリウムは好ましい塩基であり、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウムは好ましい触媒であり、短時間に高分子量を達成するために、反応を加速するために相転移触媒、好ましくは第四アンモニウム塩が使用される。

【0032】

窒素上で置換されていない三環アミンはAldrich Chemical Companyを含んで多くの供給者から市場で入手可能である。アリール置換三環アミンは、N-非置換前躯体と臭素化若しくはヨウ素化したアリール若しくは置換アリール化合部との反応によって製造される。臭素化アリール若しくはヨウ素化アリール又は置換された臭素化アリール若しくはヨウ素化アリールに対するジアリールアミンの割合は1.2~2である。材料は触媒の存在下で反応する。触媒は、好ましくは、酢酸パラジウム及びトリ-o-トリホスフィンである。好ましくは、ナトリウムtert-ブトキシドを塩基として使用できる。材料はトルエン中80~110で15時間加熱及び還流される。溶液は冷却される。三環アミンを単離し、さらに当業者に知られている臭素化技術でさらに臭素化される。最も好ましい臭素化剤は、DMFやメチレンクロリド等の溶媒中のN-プロモサクシンイミドである。

【0033】

本発明の他の態様はポリマーブレンドに関する。ブレンドは、少なくとも1種の他の共役ポリマーとブレンドされた、式I又は式Iと式IIの繰り返し単位を含むポリマーを含む。本明細書に使用される用語「共役ポリマー」は、重なり合うpi軌道の骨格を有するポリマーを意味する。ブレンドに使用することのできる共役ポリマーは、ポリフルオレン、ポリ(アリレンビニレン)、ポリフェニレン、ポリインデノフルオレン(polyindenofluorene)、及びポリチオフェンを含み、これらはホモポリマー、コポリマー、又はこれらの任意の共役ポリマーの置換ホモポリマー及び/若しくはコポリマーを含む。

【0034】

ポリマーブレンドは、式I又は式Iと式IIの単位を含むポリマー少なくとも10%と、他の共役ポリマー90%とから構成されることが好ましい。共役ポリマーのバンドギャップは、式I又は式Iと式IIの単位を含むポリマーのバンドギャップよりも狭いことが好ましい。最も好ましいポリマーブレンドは、高いフォトルミネッセンスとエレクトロルミネッセンスの効率を有する。粘度修正剤、酸化防止剤、コーティング改良剤などの他の添加剤を任意選択的に加えることができる。さらに、類似の組成物であるが異なる分子量を有する2種以上の低い多分散性ポリマーのブレンドを処方することもできる。

【0035】

本発明の他の態様は本発明のポリマーから形成されたフィルムである。それらのフィルムは、ポリマー性発光ダイオード、光電池セル、及び電界効果トランジスタに使用するこ

10

20

30

40

50

とができる。それらのフィルムは発光層又は電荷キャリア輸送層として使用することが好ましい。また、フィルムは電子デバイスの保護コーティングとして、及び蛍光コーティングとしても使用することができる。フィルム又はコーティングの厚さは用途による。

【0036】

一般に、それらの厚さは0.005~200ミクロンである。コーティングが蛍光コーティングとして使用されるとき、コーティング又はフィルムの厚さは50~200ミクロンである。コーティングが電子的保護層として使用されるとき、コーティングの厚さは5~20ミクロンとすることができます。コーティングがポリマー性発光ダイオードに使用されるとき、形成される層の厚さは0.005~0.2ミクロンである。本発明のポリマーはピンホール及び欠陥のない良好なフィルムを形成する。

10

【0037】

フィルムは、組成物がポリマー及び少なくとも1種の有機溶媒を含む、本発明の他の実施形態からのポリマー組成物をコーティングすることによって容易に形成される。好ましい溶媒は、脂肪族炭化水素、塩素化炭化水素、芳香族炭化水素、ケトン、エーテル、及びその混合物である。使用することのできる追加の溶媒は、1,2,4-トリメチルベンゼン、1,2,3,4-テトラメチルベンゼン、ペンチルベンゼン、メシチレン、クメン、シメン、シクロヘキシリベンゼン、ジエチルベンゼン、テトラリン、デカリン、2,6-ルチジン、2-フルオロ-m-キシレン、3-フルオロ-o-キシレン、2-クロロベンゾトリフルオリド、ジメチルホルムアミド、2-クロロ-6-フルオロトルエン、2-フルオロアニソール、アニソール、2,3-ジメチルピラジン、4-フルオロアニソール、3-フルオロアニソール、3-トリフルオロ-m-チルアニソール、2-メチルアニソール、フェネトール、4-メチルアニソール、3-メチルアニソール、4-フルオロ-3-メチルアニソール、2-フルオロベンゾニトリル、4-フルオロベラトロール、2,6-ジメチルアニソール、3-フルオロベンゾニトリル、2,5-ジメチルアニソール、2,4-ジメチルアニソール、ベンゾニトリル、3,5-ジメチルアニソール、N,N-ジメチルアニリン、エチルベンゾアート、1-フルオロ-3,5-ジメトキシベンゼン、1-メチルナフタレン、N-メチルピロリジノン、3-フルオロベンゾトリフルオリド、ベンゾトリフルオリド、ベンゾトリフルオリド、ジオサン、トリフルオロメトキシベンゼン、4-フルオロベンゾトリフルオリド、3-フルオロピリジン、トルエン、2-フルオロトルエン、2-フルオロベンゾトリフルオリド、3-フルオロトルエン、4-イソプロピルビフェニル、フェニルエーテル、ピリジン、4-フルオロトルエン、2,5-ジフルオロトルエン、1-クロロ-2,4-ジフルオロベンゼン、2-フルオロピリジン、3-クロロフルオロベンゼン、3-クロロフルオロベンゼン、1-クロロ-2,5-ジフルオロベンゼン、4-クロロフルオロベンゼン、クロロベンゼン、o-ジクロロベンゼン、2-クロロフルオロベンゼン、p-キシレン、m-キシレン、o-キシレン又はo-、m-、及びp-異性体の混合物を含む。それらの溶媒は比較的低い極性を有することが好ましい。高い沸点の物と溶媒の混合物がインクジェットにはより良好であるが、キシレン及びトルエンはスピンドルコーティングに最善である。溶液は、式Iの繰り返し単位及び/又は式IIの繰り返し単位と式IIIの繰り返し単位を含むポリマーを1~5%含むことが好ましい。

20

【0038】

30

フィルムは、スピンドルコーティング、噴霧コーティング、浸漬コーティング、ロールコーティング、オフセット印刷、インクジェット印刷、スクリーン印刷、スタンプコーティング又はドクターブレードを含む当技術分野に周知の手段によって調製することができる。

【0039】

40

好ましい実施形態において、本発明は、溶媒中に本発明のポリマー又はポリマーブレンドを含む組成物である。使用することのできる溶媒は、トルエン、キシレン、キシレンのo、m、及びp異性体の混合物、メシチレン、ジエチルベンゼン、エチルベンゼン、又はベンゼン誘導体又はより高度の置換レベルを含む。溶液は組成物を0.1~10重量%含むことが好ましい。薄いコーティングには、組成物は組成物を0.5~5.0重量%含む

50

ことが好ましい。組成物は適切な基板に望ましい方法によって塗布し、溶媒は蒸発させる。望ましい溶媒は真空、熱、及び／又は窒素などの不活性ガスで吹き飛ばすことによって除去することができる。

【0040】

本発明のポリマーは、フォトロルミネセンスに加えて強いエレクトロルミネセンスを示す。したがって、本発明の他の態様は本発明のポリマーを含むフィルムを有する有機エレクトロルミネセンス（E L）デバイスに関する。本発明のポリマーに基づくE Lデバイスは、エレクトロルミネセンスポリマーフィルムが三環アミンを含む繰り返し単位を含まないデバイスよりも改善された効率を示す。本発明のE Lデバイスは、20ボルト以下、好ましくは10ボルト以下、最も好ましくは6ボルト以下の印加電圧を受けるとき、光を放射することが好ましい。

10

【0041】

有機E Lデバイスは、典型的には、アノードとカソードに挟まれた有機フィルムからなる。デバイスに正のバイアスが加わると、アノードから有機フィルムにホールが注入され、カソードから有機フィルムに電子が注入される。ホールと電子の組み合わせは励起をもたらし、フォトンを放出することによって基底状態への放射性減衰を行う。

【0042】

実際に、アノードはその伝導性と透明性のため、通常スズとインジウムの混合酸化物である。混合酸化物（ITO）はガラス又はプラスチックなどの透明基板上に堆積されるので、有機フィルムによって放射された光を観察することができる。有機フィルムは各々別個の機能のために設計された、数種の個々の層の複合体とすることができます。ホールはアノードから注入されるので、アノードに隣接する層はホールを輸送する機能をもたなければならない。同様に、カソードに隣接する層は電子を輸送する機能をもたなければならない。多くの場合、電子又はホール輸送層は発光層としても働くことができる。ある場合には、単層はホールと電子の輸送及び発光の結合された機能を行うことができる。

20

【0043】

金属カソードは熱蒸発又はスパッタのいずれかによって堆積することができる。カソードの厚さは1nm～10,000nmとすることができる。好ましい金属はカルシウム、マグネシウム、インジウム、アルミニウム、及びバリウムである。例えば、LiF, NaF、CsF、又はRbFなどのハロゲン化アルカリ又はアルカリ金属の薄い層（1～10nm）は、発光ポリマーとカソード、カルシウム、バリウム、又はマグネシウムの間の緩衝層として使用することができる。これらの金属の合金も使用することができる。1～5%のリチウムを含むアルミニウム合金、及び少なくとも80%のマグネシウムを含むマグネシウム合金が好ましい。

30

【0044】

好ましい実施形態において、エレクトロルミネセンスデバイスは、デバイスに順方向のバイアスを掛けたとき、印加電圧の下でホール注入ポリマーフィルムを経由してアノード材料から発光ポリマーへホールが注入され、カソード材料からは発光ポリマーフィルムへ電子が注入されて発光層からの光放射が得られるように、アノード材料とカソード材料の間に配置された、少なくとも1種のホール注入ポリマーフィルム（例えば、PEDOTフィルム）と本発明の組成物から構成される発光ポリマーフィルムを含む。他の好ましい実施形態において、ホール輸送ポリマーの層は、アノードに最も近い層が最も低い酸化電位を有し、隣接層が逐次的により高い酸化電位を有するように配置される。これらの方法によって、単位ボルトあたり比較的高い光出力を有するエレクトロルミネセンスデバイスを調製することができる。

40

【0045】

本発明の他の実施形態は、1種又は複数の本発明のポリマーを含む光電セルに関し、ポリマーは単層フィルムとして又は複数層のフィルムとして存在し、組み合わせた全体の厚さは10nm～1000nmの範囲、好ましくは25nm～500nmの範囲、最も好ましくは50nm～300nmの範囲である。2種又はそれ以上のポリマーを使用するとき

50

、それらは個別の層として別々に堆積することができ、又は望ましいポリマーのブレンドを含む溶液から1層として堆積することができる。

【0046】

「光電セル」は、入射光エネルギーを電気エネルギーに変換することができる光電子デバイスの1種を意味する。光電セルの例は、光電池デバイス、太陽電池、光ダイオード、光検出器である。光電セルは一般に透明な基板上に堆積された透明な又は半透明な第1電極を含む。次いでポリマーフィルムが第1電極の上に形成され、次にそれが第2の電極によってコーティングされる。基板及び第1電極を透過した入射光はポリマーフィルムによって励起子へ変換され、これは適切な環境の下で電子とホールに分離することができ、したがって電流を発生する。

10

【0047】

本発明の他の実施形態は、半導体ポリマーとして働く本発明のポリマーを1種又は複数含む金属-絶縁体-半導体電界効果トランジスタに関する。電界効果トランジスタは5個の要素を含む。第1要素は絶縁体層である。絶縁体層は電気的な絶縁体であり、第1の側と第2の側を有する。第2要素はゲートである。ゲートは電気的な導体である。ゲートは絶縁体層の第1の側に配置される。

【0048】

第3の要素は半導体層である。半導体層は、三環アリールアミンに結合し、次いでフルオレン若しくは置換フルオレンに結合し、次いで共役部分に結合したフルオレン若しくは置換フルオレンの繰り返し単位を含むポリマーを含む。半導体層は第1の側と、第2の側と、第1及び第2の末端部とを有し、半導体層の第2の側は絶縁体層の第2の側に隣接する。ポリマーは絶縁体の上へ堆積され、ポリマーは単層フィルム又は多層フィルムとして存在し、その組み合わされた厚さは10nm～1000nmの範囲であり、好ましくは25nm～500nmの範囲であり、最も好ましくは50nm～300nmの範囲である。

20

【0049】

電界効果トランジスタの第4の要素はソースである。ソースは電気的導体である。ソースは半導体層の第1の末端部と電気的に接觸している。第5の要素はドレンである。ドレンは電気的な導体である。ドレンは半導体層の第2の末端部と電気的に接觸している。ゲートに印加された負の電圧バイアスはソースをドレンに接続する半導体層の中にホール伝導チャンネルを形成させる。ゲートに印加された正のバイアスは半導体層の中に電子伝導チャンネルを形成させる。

30

【0050】

エレクトロルミネセンスデバイスのように、半導体層を含むポリマーフィルムは、スピノ-コーティング、ローラー-コーティング、浸漬-コーティング、噴霧-コーティング、ドクターブレード塗工、インクジェット印刷などの溶媒ベースの加工技術によって形成することができる。2種又はそれ以上のポリマーを使用するとき、それらは個別の層として別々に堆積することができ、又は望ましいポリマーのブレンドを含む溶液から1層として堆積することができる。

【0051】

2個の電極（ソースとドレン）は半導体ポリマーに取り付けられ、第3の電極（ゲート）は絶縁体の反対側の面に取り付けられる。半導体ポリマーがホール輸送性（すなわち大部分のキャリアが正のホールである）であれば、ゲート電極に負のDC電圧を印加することによって、ポリマー-絶縁体の界面近くにホールが蓄積され、伝導チャンネルを形成してそこを通って電流がソースとドレンの間を流れることができる。トランジスタは「オン」の状態である。ゲート電圧を逆転することによって、蓄積ゾーン中のホールが欠乏し、電流は停止する。トランジスタは「オフ」の状態である。

40

【0052】

以下の実施例は例示の目的だけのために含まれ、請求項の範囲を制限するものではない。

【実施例1】

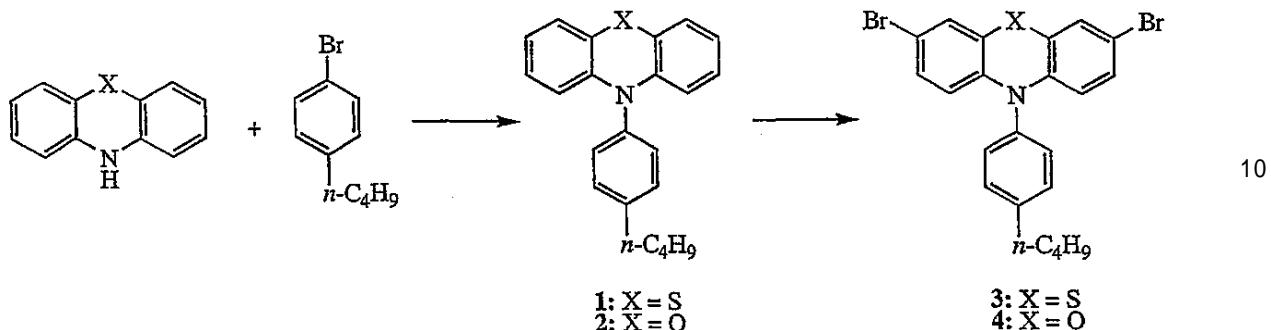
50

【0053】

二臭素化三環アリールアミンの合成

【化6】

式1 N-(4-ブチルフェニル)フェノチアジン及びフェノキサジン化合物の合成



a) $\text{Pd}(\text{OCOCH}_3)_4$, トリ-*o*-トリルホスフィン, *t*-BuO⁺-Na⁺, トルエン, 還流
 b) N-ブロモスクシイミド, CH_2Cl_2 , 0°C ~ 室温

【0054】

N-(4-*n*-ブチルフェニル)フェノチアジン (1: X = S)

上部攪拌機、還流凝縮器、窒素ラインを備えた2Lの三口丸底フラスコに、0.948 g (4.216ミリモル)の酢酸パラジウムと2.647 g (8.746ミリモル)のトリ-*o*-トリルホスフィンと50mLのトルエンを装填した。混合物を赤橙色の溶液が形成されるまで環境温度で20分間攪拌した。そのとき、フェノチアジン (19.93 g、100ミリモル)、1-ブロモ-4-ブチルベンゼン (23.6 g、110ミリモル)、ナトリウム*t*-ブトキシド (10.71 g、100ミリモル)を1000mLのトルエンと一緒に加えた。反応液をオイル浴中に置き、加熱して15時間還流した。サンプルをHPLC用に取り出し、全ての出発材料がなくなったことが示された。8.6分の滞留時間で主要ピークが見られた。溶液を冷却した。15mLの濃HClを加えた。溶液を追加で1時間攪拌した。次いで溶液を中性のアルミナカラム (750 g) に通した。カラムはトルエンで洗った。溶媒をロータリーエバポレータを用いて除去し、黄色の固体を得た。固体をトルエン/MeOHから再結晶化した。19.6 gの白色固体を99%の純度で得た。収率は60.6%であった。MS: 331、¹HNMR (DMSO) 0.92 (t, 3H)、1.36 (m, 2H)、1.62 (m, 2H)、2.73 (t, 2H)、6.13 (d, 2H)、6.87 (m, 4H)、7.05 (d, 2H)、7.30 (d, 2H)、7.47 (d, 2H)。

20
30

【0055】

N-(4-*n*-ブチルフェニル)フェノキサジン (2: X = O)

この化合物は本質的に1を調製するための上記手順によって調製した。粗製品をトルエン/MeOHから再結晶化し、8.1 gの輝く白色固体を約100%の純度で得た。収率は51.24%であった。

40

【0056】

3,7-ジブロモ-N-(4-*n*-ブチルフェニル)フェノチアジン (3: X = S)

上部攪拌機、還流凝縮器、窒素ラインを備えた500mLの三口丸底フラスコに、1 (9.1 g、27.5ミリモル)と140mLのメチレンクロリドを装填した。溶液を氷浴中に保持した。混合溶液に、20mLのジメチルホルムアミド (「DMF」) 中のN-ブロモスクシイミド (10.26 g、57.0ミリモル) 溶液を、注射筒によって10分間かけて滴下して加えた。反応混合物を室温にし、2時間攪拌した。サンプルをHPLC用に取り出して、全ての出発材料 (8.6分) がなくなったことが示され、10.3分の滞留時間で主要ピークが見られた。反応混合物を2NのHCl 200mLで3回洗い、次いで水層が中性になるまで200mLで2回洗った。有機部分をNa₂SO₄で乾燥した。

50

Na_2SO_4 を濾過して取り除き、次いで溶液を中性のアルミナカラムに通した。カラムはトルエンですすいだ。溶媒をロータリーエバポレータを用いて除去し、明るい黄色の固体を 96.7% の純度で得た。ヘキサンから 3 回の再結晶化の後、5.6 g (41.2%) の最終製品を 99.5% の純度で得た。MS: 487, $^1\text{H NMR}$ (DMSO): 0.95 (t, 3H)、1.36 (m, 2H)、1.62 (m, 2H)、2.75 (t, 2H)、5.97 (d, 2H)、7.08 (dd, 2H)、7.26 (m, 4H)、7.48 (d, 2H)。

【0057】

3,7-ジブロモ-N-(4-n-ブチルフェニル)フェノキサジン (4: X = O)

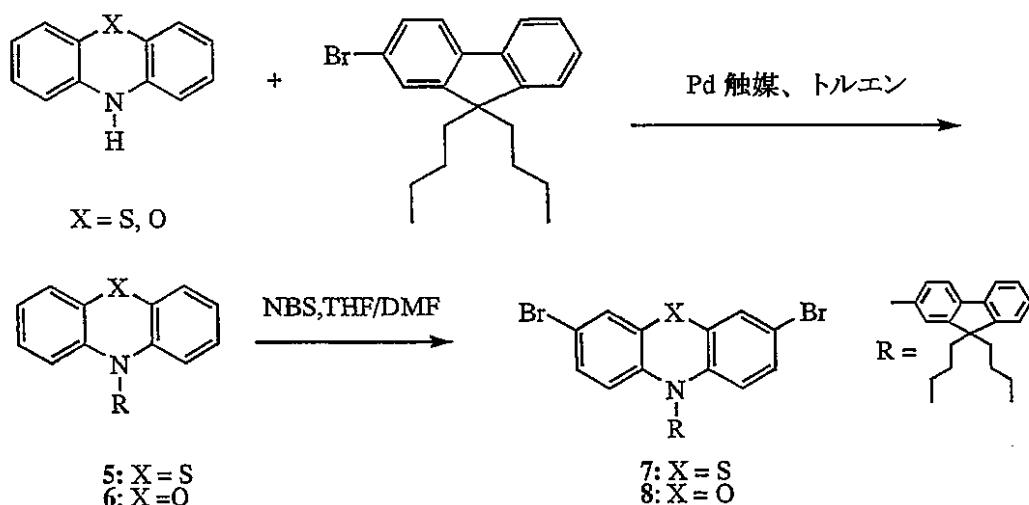
この化合物は本質的に 3 を調製するための手順によって調製した。粗製品をトルエン / メタノールから再結晶化し、5.1 g の輝く白色固体を 99.8% の純度で得た。収率は 85% であった。

【実施例 2】

【0058】

【化7】

式2、ペンドント基としてフルオレン単位を有するフェノチアジン及びフェノキサジン化合物の合成



【0059】

N-(9,9-ジ-n-ブチルフルオレン)フェノチアジン (5: X = S)

酢酸パラジウム (180 mg, 0.81 ミリモル) と、トリ-o-トリルホスフィン (530 mg, 1.74 ミリモル) と、トルエン (12 mL) との混合物を均一な黄色溶液が形成されるまで環境温度で 30 分間攪拌した。反応混合物を窒素で覆った。フェノチアジン (3.99 g, 20 ミリモル) と、2-ブロモ-9,9-ジブチルフルオレン (7.85 g, 22 ミリモル)、ナトリウム *tert*-ブトキシド (2.88 g, 30 ミリモル) 及びさらにトルエン (175 mL) をこの混合物に加えた。反応容器をオイル浴中に置き、加熱して一夜還流した。HPLC は反応が未完であることを示した。追加で 800 mg の 2-ブロモ-9,9-ジブチルフルオレンを反応フラスコに加えた。混合物をさらに 6 時間還流した。次いで、混合物を環境温度まで冷却し、塩酸 (10 mL) で処理し、中性アルミナのカラム (Brockman Activity I) に通し、トルエンで溶出した。溶媒を減圧下でロータリーエバポレータで除去した。粗製品をトルエン / エタノールから再結晶化した。最終的に、4.75 g (50%) の製品が得られた。HPLC 分析は製品が 98% の純度であることを示した。 $^1\text{H NMR}$ は構造と一致した。 $^1\text{H NMR}$ (THF) 8.02 (d, 1H)、7.82 (m, 1H)、7.5~7.3 (m, 5H)、6.98 (m, 2H)、6.79 (m, 4H)、6.25 (m, 2H)、2.07 (m, 4H)、1.12 (m, 4H)、0.69 (m, 10H)。

40

50

【0060】

N - (9, 9 - ジ - n - プチルフルオレン) フェノキサジン (6 : X = O)

化合物は本質的に5を調製するための手順によって調製した。フェノチアジンの代わりにフェノキサジンを使用した。14.9 g (64%) の製品6が得られた。HPLC分析は製品が98%の純度であることを示した。NMRは構造と一致した。¹HNMR (THF) 8.00 (d, 1H)、7.82 (m, 1H)、7.5~7.3 (m, 5H)、6.62 (m, 6H)、6.00 (m, 2H)、2.07 (m, 4H)、1.10 (m, 4H)、0.69 (m, 10H)。

【0061】

3, 7 - ジブロモ - N - (9, 9 - ジ - n - プチルフルオレン) フェノチアジン (7 : 10 X = S)

4.28 g (9ミリモル) の5と、40 mLのDMFと、40 mLのテトラヒドロフラン (「THF」) を攪拌棒を備える500 mLのフラスコに装填した。混合物を窒素で覆った。この混合物に、10 mLのDMF中の3.20 g (18ミリモル) のNBSを0でゆっくり加えた。混合物を室温まで暖め、6時間攪拌した。200 mLのH₂O/EtOH (1 : 1) を反応混合物に加えた。白色の固体が沈澱した。得られた混合物を濾過した。固体を熱イソ - プロパノールとCH₃CNで洗った。粗製品をCH₂Cl₂/CH₃CNから2回再結晶化した。2 g (35%) の製品が明るい黄色固体として得られた。HPLC分析は製品が99%の純度であることを示した。¹HNMR 及び質量スペクトルは構造と一致した。¹HNMR (THF) 8.02 (d, 1H)、7.84 (m, 1H)、7.5~7.3 (m, 6H)、7.18 (m, 2H)、6.74 (m, 2H)、6.10 (m, 2H)、2.07 (m, 4H)、1.12 (m, 4H)、0.69 (m, 10H)。

【0062】

3, 7 - ジブロモ - N - (9, 9 - ジ - n - プチルフルオレン) フェノキサジン (8 : X = O)

この化合物は本質的に7で述べた手順によって調製した。フェノチアジンの代わりにフェノキサジンを使用した。12.2 g (66%) の製品が得られた。HPLC分析は製品が99%の純度であることを示した。NMR及び質量スペクトルは構造と一致した。¹HNMR (THF) 8.02 (d, 1H)、7.83 (m, 1H)、7.5~7.3 (m, 6H)、6.88 (m, 1H)、6.75 (m, 2H)、5.90 (d, 2H)、2.06 (m, 4H)、1.12 (m, 4H)、0.69 (m, 10H)。

【実施例3】

【0063】

青色光発光ポリマー1の調製

2, 7 - ビス (1, 3, 2 - ジオキサボロラン - 2 - イル) - 9, 9 - ジヘキシルフルオレン (3.554 g、7.4857ミリモル) と、2, 7 - ジブロモ - 9, 9 - ジヘキシルフルオレン (3.074 g、6.2381ミリモル) と、3, 7 - ジブロモ - N - (4 - n - プチルフェニル) フェノチアジン (0.193 g、0.3669ミリモル) と、2, 7 - ジブロモ - 9, 9 - ジビフェニルフルオレン (0.231 g、0.3669ミリモル) と、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) フェニレンジアミン (0.253 g、0.3669ミリモル) と、Aliquuat 336 (登録商標) 相間移動剤 (1.21 g) と、テトラキス (トリフェニルホスフィン) パラジウム (10.9 mg) と、50 mLのトルエンを攪拌棒とガラスストッパー及び還流凝縮器を備えた250 mLの三口丸底フラスコに加えた。固体をトルエンに溶解させ、次いで2 MのNa₂CO₃溶液15.5 mLを加えた。混合物の総容量は65.5 mLであった。反応時間を通して窒素の動的な覆いが溶液の上にあるように、系全体を還流凝縮器を経由して窒素ラインに接続した。全ての固体は4時間5分で溶液になった。重合は100で5時間25分かかった。反応は重合の後、0.202 gのフェニルボロン酸、続いて20 mLのトルエンを加えることによって停止した。100で一夜攪拌の後、

反応容器を 84 まで冷却し、3 g のジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム塩三水和物をポリマー溶液に直接加え、続いて 30 mL の水を加えた。反応液は 5 時間攪拌し、次いでオイル浴から取り出して冷却した。ポリマー溶液を 2 L の分離漏斗に移し、15 分間静置した。水層がポリマー溶液から分離した後、ポリマー溶液を 2 % の酢酸 (100 mL) で 2 回洗い、水 (100 mL) で 2 回洗った。次いで、ポリマー溶液をセライト、シリカゲル、塩基性アルミナ及びセライトのカラムに通した。次いで、カラムを暖かいトルエン (ポリマー溶液の 2 倍の体積) で溶出した。単離したポリマーを 55 の真空炉に置き、一夜乾燥した。粗ポリマーをトルエン (3 重量 / 溶液体積 %) に再溶解し、過剰のメタノールから再沈澱させた。ポリマーを濾過によって収集し、真空炉中で 55 で一夜乾燥した。収集した総ポリマーは 3.95 g であり、 $i_{nh} = 2.07 \text{ dL/g}$ (THF、25、0.5 g / dL)、 $M_w = 234,723$ 、PDI (多分散性指数) = 3.182 であった。

【0064】

青色光発光ポリマー 2 の調製

9,9-ジヘキシルフルオレン-2,7-ボロン酸エチレングリコールエステル (約 9.9%、3.518 g、7.408 ミリモル) と、2,7-ジブロモ-9,9-ジヘキシルフルオレン (約 99.9%、3.043 g、6.174 ミリモル) と、N,N'-ビス(4-n-ブチルベンゼン)-N,N'-ビス(4-ブロモフェニル)-1,4-フェニレンジアミン (約 98.8%、0.251 g、0.363 ミリモル) と、3,7-ジブロモ-N-(9,9'-ジ-n-ブチルフルオレン)フェノチアジン (約 99%、0.233 g、0.363 ミリモル) と、2,7-ジブロモ-9,9'-ジビフェニルフルオレン (約 100%、0.228 g、0.363 ミリモル) と、トルエン (50 mL) と、A1iquat 336 相間移動剤 (1.07 g、2.600 ミリモル) と、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム (0) (7.6 mg、0.007 ミリモル) と、2 M の炭酸ナトリウム水溶液 (15 mL) とを、上部攪拌機と凝縮器を備えた 250 mL の三口フラスコに装填した。系を窒素でバージした。混合物を一夜穏やかに攪拌した。重合の終わりに、粘性のある混合物が観察された。重合を停止するために、0.2 g のベンゼンボロン酸 (2 mL の THF に溶解された) と 50 mL のトルエンを加え、反応をさらに 8 時間継続させた。冷却の後、混合物をトルエンで希釈し、分離漏斗に移した。水性相を取り除き、有機相を水で洗った。次いで、トルエン層を 500 mL の三口フラスコに移し、ジエチルジチオカルバマートナトリウム三水和物 (DDC、30 水中の 3 g) の水溶液を加えた。混合物を約 88 で一夜攪拌した。水性層を取り除いた。有機相を 2 % の酢酸 (AcOH) と水で洗い、次いでセライト、シリカゲル、塩基性アルミナのカラムに通し、トルエンで溶出した。溶出物をロータリーエバポレータで濃縮した。ポリマーは最初にメタノール / 水から沈澱させ、真空下で 45 で乾燥した。粗ポリマーを加熱しながらトルエンに再溶解し、次いでメタノールから沈澱させた。ポリマーを濾過し、メタノールで洗った。真空下で 45 で一夜乾燥した後、3.8 g (76 %) のポリマーが得られた。
 $i_{nh} = 2.93 \text{ dL/g}$ (THF、25、0.5 g / dL)。

【0065】

青色光発光ポリマー 3 の調製

9,9-ジオクチルフルオレン-2,7-ボロン酸エチレングリコールエステル (3.089 g、5.8186 ミリモル) と、3,7-ジブロモ-N-(4-n-ブチルフェニル)フェノキサジン (0.545 g、4.6088 ミリモル) と、2,7-ジブロモ-9,9-ジ(4-ヘキシルオキシフェニル)フルオレン (3.134 g、4.6088 ミリモル) と A1iquat 336 (1.14 g、2.0619 ミリモル) と、35 mL のトルエンを、攪拌棒とガラスストッパー及び還流凝縮器を備えた 250 mL の三口丸底フラスコに加えた。固体をトルエンに溶解させ、2 M の Na_2CO_3 溶液 14 mL を加えた。次いで、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム (6.9 mg、0.0056 ミリモル) を加え、15 mL のトルエンで洗った。次に、反応時間を通して窒素の動的な覆いが溶液の上にあるように、系全体を還流凝縮器を経由して窒素ラインに接続した。攪

10

20

30

40

50

拌によって反応を開始した。攪拌棒の曲がりのため、攪拌は滑らかでなく、固体はフラスコの至るところに撥ねた。攪拌棒を取り換えた。固体のいくらかを押し下げ、110で640 RPMで攪拌した。4時間50分の後、固体のいくらかは溶液の中へ還流されて落ちた。スパチュラを用いていくらかの固体をさらに押し戻した。次いで、35mgの9,9-ジオクチルフルオレン-2,7-ボロン酸エチレングリコールエステルと、2mgのテトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウムと、10mLのトルエンを加えた。混合物を700 RPMで110で攪拌した。30分後、反応はゲル化するのが見えた。0.52gのプロモベンゼン、次いで25mLのトルエンと40mLのTHFを加えることによって重合を停止した。色は茶色から青色に変わった。次いで、340 RPM、110で反応を攪拌し一夜行った。翌朝、反応サンプルをGPCで分析した。Mwは560,000であった。0.58gのフェニルボロン酸、次いで20mLのテトラヒドロフランを加えて反応を停止した。次いで反応を300 RPMで攪拌した。105で14時間攪拌の後、反応容器を84に冷却し、5gのジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム塩三水和物をポリマーに直接加えた。次いで、40mLの水を加えた。反応を一夜攪拌した。100mLのトルエンを加えた後、反応をオイル浴から取り出して冷却した(有機体積全体は200mLである)。次いでポリマー溶液を2Lの分離漏斗へ移し、15分間静置した。水層をポリマー溶液から分離した後、ポリマー溶液を2%の酢酸(4×250mL)、水(4×250mL)で洗い、次いで2.5Lのメタノール中に沈澱させた。ファイバー状のポリマーを濾取し、一夜乾燥した。ポリマーを150mLのトルエンに溶解し、次いで塩基性酸化アルミニウム(3インチ(7.6cm))-シリカゲル(3インチ(7.6cm))カラムに通した(カラムは使用する前に1Lのトルエンですすいだ)。カラムを1.5Lのトルエンですすいだ。沈澱したポリマーを収集し、60のロータリーエバポレータで1時間乾燥した。次いでそれを150mLのトルエンに再溶解し、2.5Lのメタノール中に3回沈澱させた。ファイバー状のポリマーを55の炉で一夜乾燥した。収集されたポリマー全体は4.3g、 $\eta_{inh} = 2.52 \text{ dL/g}$ (THF、25、0.5g/dL)、Mw = 669,000、PDI(多分散性指数)は3.40であった。

【0066】

青色光発光ポリマー4の調製

上部攪拌機及び窒素ラインに接続された還流凝縮器を備えた500mLの三口丸底フラスコに、2,7-ビス(1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル)-9,9-ジヘキシリフルオレン(6.037g、12.73ミリモル、2モル%過剰)と、2,7-ジプロモ-9,9-ジヘキシリフルオレン(4.914g、9.98ミリモル)と、POZ(0.591g、1.25ミリモル)と、1,4-ジプロモ-2,5-ジフルオロベンゼン(0.339g、1.25ミリモル)と、Aliquat 336相間移動剤(1.5g)と、トルエン(125mL)を装填した。混合物を均一な溶液が観察されるまで攪拌した。溶液に炭酸ナトリウム水溶液(2M、30mL)を加え、系を攪拌し、10分間窒素でバージした。テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(14.7mg、0.1モル%)を加え、反応をオイル浴中で95で6時間攪拌して加熱し、非常に粘性のある黄色混合物を得た。混合物を100mLのトルエンで希釈し、15mLのTHFに溶解した1.0gのフェニルボロン酸を加え、混合物を一夜攪拌した。混合物を250mLのトルエンで希釈し、1Lのフラスコに移し、ジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム塩三水和物の水溶液(15g/300mL)と80で24時間攪拌した。水性層を分離し、トルエン相を熱い希釈した酢酸(2%、3×300mL)と温水(1×300mL)で洗った。ポリマーをメタノール(3.0L)から沈澱させ、濾過によって収集し、メタノールで洗った。製品を2Lの丸底フラスコに移し、残るメタノールをロータリーエバポレータで真空で除去した。固体を800mLのトルエン中に溶解し、シリカゲル(4×8cm)と塩基性アルミナ(1×8cm)を緊密に装填して上部に濾紙を置いたカラムに通した。ポリマーを含む分画を収集し、体積は約400mLに減少した。ポリマーをメタノールから沈澱させ、メタノールで洗った。溶解と沈澱工程をもう一度行い、ポリマーを真空炉中で一夜乾燥し、6.3g(79%)の明るい黄色ファイバー状材料を得た。 $\eta_{inh} = 2.$

15 dL/g (THF、25、0.5 g/dL)、Mw = 250, 900、Mn = 92, 800、PDI (多分散性指数) = 2.7、Tg = 117.64 であった。

【0067】

黄色光発光ポリマー5の調製

上部攪拌機及び窒素ラインに接続された還流凝縮器を備えた250mLの三口丸底フラスコに、2,7-ビス(1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル)-9,9-ジオクチルフルオレン(99.7%、7.26ミリモル、3.864g)と、4,7-ジプロモ-2,1,3-ベンゾチアジアゾール(99.8%、5.69ミリモル、1.678g)と、3,7-ジプロモ-N-(4-n-ブチルフェニル)フェノチアジン(99.0%、1.42ミリモル、0.704g)と、炭酸ナトリウム水溶液(2M、15mL)と、Al iquat 336相間移動剤(1g、Aldrich)と、テトラキス(トリフェニル-ホスフィン)パラジウム触媒(7.7mg、0.10モル%、Strem)と、トルエン(40mL、Fisher HPLCグレード)を装填した。反応液をオイル浴中で105で15時間攪拌及び加熱還流した。10mLのトルエンを加え、反応液は1時間さらに加熱した。赤橙色の粘性の高い溶液が観察された。このとき、フェニルボロン酸(0.6g、Aldrich)と、トルエン(10mL)と、THF(10mL)を加え、攪拌を93でさらに8時間継続した。60に冷却した後、有機層を分離し、水(2×100mL)で洗った。次いで、溶液をジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム塩三水和物の水性溶液(5%、60mL)と、82で18時間攪拌した。冷却の後、水性相を分離し、有機溶液を2%の酢酸(3×200mL)と水(2×200mL)で洗った。有機層をトルエンで溶出したセライト(1インチ(2.5cm))-塩基性アルミナ(1インチ(2.5cm))-シリカゲル(3インチ(7.6cm))-セライト(1インチ(2.5cm))の緊密に装填したカラムに通した。(カラムは使用の前に1Lのトルエンで溶出してある)ポリマーを含む分画を収集し、溶液の体積を回転蒸発器で約100mLに濃縮した。ポリマーをメタノール/水(2L/100mL)から沈澱させ、濾過によって収集し、55の真空炉中で4時間乾燥した。ポリマーをトルエン(150mL)中に再溶解し、メタノール(2L)から沈澱させた。製品を収集し、メタノールで洗い、55の真空炉中で一夜乾燥し、橙黄色のファイバー状材料を形成した。3.2g(80%)のポリマーが得られた。 $i_{nh} = 1.31$ dL/g (THF、25、0.5 g/dL)、Mw = 143, 000、PDI (多分散性指数) = 2、DSC測定によってTg = 129であることが明らかになった。

【0068】

赤色光発光ポリマー6の調製

上部攪拌機及び窒素ラインに接続された還流凝縮器を備えた250mLの三口丸底フラスコに、2,7-ビス(1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル)-9,9-ジオクチルフルオレン(99.7%、6.59ミリモル、3.506g)と、4,7-ジプロモ-2,1,3-ベンゾチアジアゾール(99.8%、3.83ミリモル、1.128g)と、3,7-ジプロモ-N-(4-n-ブチルフェニル)フェノチアジン(99.0%、0.479ミリモル、0.236g)と、2,7-ジプロモ-9,9-ジオクチルフルオレン(100%、1.915ミリモル、1.049g)と、4,7-ビス(2-ブロモ-5-チオフェニル)ベンゾチアジアゾール(99.4%、0.2394ミリモル、0.111g)と、炭酸ナトリウム水溶液(2M、14mL)と、Al iquat 336(登録商標)相間移動剤(Henkelの商標、0.95g、Aldrich)と、テトラキス(トリフェニル-ホスフィン)パラジウム触媒(7.4mg、0.10モル%、Strem)と、トルエン(40mL、Fisher HPLCグレード)を装填した。反応液をオイル浴中で102で15時間攪拌及び加熱還流した。20mLのトルエンを加え、反応液は1時間45分間さらに加熱した。赤橙色の粘性の高い溶液が観察された。このとき、フェニルボロン酸(0.68g、Aldrich)と、THF(20mL)を加え、攪拌を93でさらに8時間継続した。60に冷却した後、有機層を分離し、水(2×100mL)で洗った。次いで、溶液をジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム塩三水和物の

20

30

40

50

水溶液 (5%、60mL) と 81 で 18 時間攪拌した。冷却の後、水性相を分離し、有機溶液を 2% の酢酸 (3 × 200mL) と水 (2 × 200mL) で洗った。有機層をトルエンで溶出したセライト (1インチ (2.5cm)) - 塩基性アルミナ (1インチ (2.5cm)) - シリカゲル (3インチ (7.6cm)) - セライト (1インチ (2.5cm)) の緊密に装填したカラムに通した。(カラムは使用の前に 1L のトルエンで溶出しておいた。) ポリマーを含む分画を収集し、溶液の体積をロータリーエバポレータで約 150mL に濃縮した。ポリマーをメタノール / 水 (2L / 100mL) から沈澱させ、濾過によって収集し、55 の真空炉中で 4 時間乾燥した。ポリマーをトルエン (150mL) 中に再溶解し、メタノール (2L) から沈澱させた。製品を収集し、メタノールで洗い、55 の真空炉中で一夜乾燥し、橙赤色のファイバー状材料を形成した。3.31g (83%) のポリマーが得られた。 $\eta_{inh} = 2.35 \text{ dL/g}$ (THF、25、0.5g / dL)、 $M_w = 333,000$ 、PDI (多分散性指数) = 2.58、DSC 測定によって $T_g = 106$ であることが明らかになった。 10

【0069】

緑色光発光ポリマー 7 の調製

上部攪拌機及び窒素ラインに接続された還流凝縮器を備えた 500mL の三口丸底フラスコに、2,7-ビス (1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル) - 9,9-ジオクチルフルオレン (1.84g、3.44ミリモル) と、4,7-ジブロモ-2,1,3-ベンゾチアジアゾール (1.01g、3.44ミリモル) と、炭酸ナトリウム水溶液 (2M、5.0mL) と、DI水 (3.0mL) と、Aliquat 336 (登録商標) 相間移動剤 (0.3g) と、テトラキス (トリフェニル - ホスフィン) パラジウム (3.0mg) と、トルエン (40mL) を装填した。反応をオイル浴中で 95 で 16 時間攪拌及び加熱した。赤橙色の溶液が観察された。反応液に、2,7-ビス (1,3,2-ジオキサボロラン-2-イル) - 9,9-ジヘキシルフルオレン (7.43g、15.7ミリモル) と、2,7-ジブロモ-9,9-ジヘキシルフルオレン (5.78g、11.73ミリモル) と、N-(4-ブチルフェニル) - 3,7-ジブロモフェノチアジン (1.78g、3.63ミリモル) と、炭酸ナトリウム水溶液 (2M、31mL) と、Aliquat 336 (登録商標) 相間移動剤 (2.5g) と、テトラキス (トリフェニル - ホスフィン) パラジウム (14mg) と、トルエン (100mL) を装填した。反応液を 8 時間継続させ、非常に粘性の高い材料が観察された。ブロモベンゼン (0.32g) とトルエン (50mL) を加えた。攪拌を 4 時間継続した。次いで、フェニルボロン酸 (1.22g) を加え、攪拌をさらに 14 時間継続した。冷却の後、混合物をトルエン (200mL) で希釈し、2L の三口丸底フラスコに移した。水性層を分離し、有機層を三口丸底フラスコに移した。次いで、溶液をジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム塩三水和物の水溶液 (5%、250mL) と 80 で 8 時間攪拌した。冷却の後、水性相を分離し、有機溶液を水 (3 × 300mL)、次いで 1% の酢酸 (3 × 300mL) で洗った。水の残りをロータリーエバポレータで共沸した。溶液の体積を 350mL に調節し、ポリマーをメタノール (3L) から沈澱させ、濾過によって収集した。粗ポリマーを緩やかに加熱してトルエン (500mL) 中に溶解した。次いで、溶液をトルエンで溶出したシリコンゲルカラムに通した。ポリマーを含む分画を収集し、溶液の体積を 350mL に濃縮した。ポリマーをメタノール (3L) から沈澱させ、濾過によって収集した。ポリマーをトルエン (300mL) 中に再溶解し、メタノール (3L) から再び沈澱させた。製品をメタノールで洗い、60 の真空炉中で一夜乾燥し、黄色ファイバー状材料を 11.88g (99%) を得た。固有粘度 $\eta_{inh} = 3.52 \text{ dL/g}$ (THF、25、0.5g / dL)、 $T_g = 120.30$ であった。 20 30 40

【0070】

白色光発光ポリマー 8 の調製

還流凝縮器及び上部攪拌機を備えた 1L の三口丸底フラスコに次のモノマー、9,9-ジオクチルフルオレン-2,7-ボロン酸エチレングリコールエステル (13.627g、25.692ミリモル)、2,7-ジブロモ-9,9-ジオクチルフルオレン (12. 50

403 g、22.615ミリモル)、3,7-ジブロモ-N-(4-n-ブチルフェニル)-フェノキサジン(0.595 g、1.256ミリモル)、4,7-ジブロモ-2,1,3-ベンゾチアジアゾール(8.2 mg、0.028ミリモル)、4,7-ビス(5-ブロモ-2-チエニル)-2,1,3-ベンゾチアジアゾール(1.2 mg、0.003ミリモル)、N,N'-ジ(4-ブロモフェニル)-N,N'-ビス-(9,9-ジブチル)フルオレン-1,4-フェニレンジアミン(1.220 g、1.256ミリモル)、及びビス(4-ブロモフェニル)-4-メチルフェニルアミン(1.1 mg、0.003ミリモル)を加えた。トルエン中の0.74 MのAliquat 336相間移動剤(登録商標)溶液(10.8 mL)を加え、続いて190 mLのトルエンを加えた。Pd(PPh₃)₄触媒を添加した後、混合物を全てのモノマーが溶解するまでオイル浴(105)で15分間攪拌した。炭酸ナトリウムの水溶液(2.0 M、48 mL)を加え、反応液をオイル浴(105)中で16.5時間攪拌した。次いで、フェニルボロン酸(1.0 g)を加え、反応を7時間攪拌した。水性層を除去し、有機層を水(100 mL)で洗った。有機層を反応フラスコに戻し、5.0 gのジエチルジチオ-カルバミン酸ナトリウムと50 mLの水を加えた。反応をオイル浴(85)中で16時間攪拌した。水性層を除去し、有機層を水(3×100 mL)で洗い、次いでシリカゲルと塩基性アルミナのカラムに通した。次いで、トルエン/ポリマー溶液をメタノール中へ沈澱させ(2回)、ポリマーを真空下で60で乾燥した。収率=10.37 g(56.1%)、M_w=167,000、M_w/M_n=2.4であった。

【0071】

20

白色光発光ポリマー9の調製

還流凝縮器及び上部攪拌機を備えた1 Lの三口丸底フラスコに次のモノマー、9,9-ジオクチルフルオレン-2,7-ボロン酸エチレングリコールエステル(3.541 g、6.677ミリモル)、2,7-ジブロモ-9,9-ジオクチルフルオレン(2.7786 g、5.066ミリモル)、3,7-ジブロモ-N-(4-n-ブチルフェニル)-フェノチアジン(0.6969 g、1.473ミリモル)、4,7-ビス(5-ブロモ-2-チエニル)-2,1,3-ベンゾチアジアゾール(3.0 mg、0.007ミリモル)を加えた。トルエン中0.74 MのAliquat 336(登録商標)相間移動剤溶液(2.9 mL)を加え、続いて100 mLのトルエンを加えた。Pd(PPh₃)₄触媒(7.6 mg)を添加した後、混合物を全てのモノマーが溶解するまでオイル浴(105)で15分間攪拌した。炭酸ナトリウムの水溶液(2.0 M、13 mL)を加え、反応液をオイル浴(105)中で22時間攪拌した。次いで、フェニルボロン酸(0.5 g)を加え、反応液を7時間攪拌した。水性層を除去し、有機層を水(100 mL)で洗った。有機層を反応フラスコに戻し、2.0 gのジエチルジチオ-カルバミン酸ナトリウムと50 mLの水を加えた。反応をオイル浴(85)中で15時間攪拌した。水性層を除去し、有機層を水(3×100 mL)で洗い、次いでシリカゲルと塩基性アルミナのカラムを通した。次いで、トルエン/ポリマー溶液をメタノール中へ沈澱させ(2回)、ポリマーを真空下で60で乾燥した。収率=3.01 g(60.2%)、M_w=80,455、M_w/M_n=2.4であった。

【0072】

40

青色光発光ポリマー10の調製

上部攪拌機及び凝縮器を備えた250 mLの三口フラスコに、9,9-ジオクチルフルオレン-2,7-ボロン酸エチレングリコールエステル(99.9%、3.105 g、5.850ミリモル)と、2,7-ジブロモ-9,9-ジ(4'-エトキシエトキシフェニル)フルオレン(99.6%、3.415 g、5.213ミリモル)と、3,7-ジブロモ-N-(4-n-ブチルフェニル)-フェノキサジン(99.9%、0.274 g、0.5792ミリモル)と、トルエン(50 mL)と、Aliquat 336(登録商標)相間移動剤(0.86 g)と、トランス-ジクロロビス-(トリフェニルホスフィン)-パラジウム(II)(3.8 mg)と、2 Mの炭酸ナトリウム水溶液(12 mL)を装填した。系を窒素でバージした。粘性のある混合物が観察されるまで、混合物を約2.5時

50

間穩やかに還流した(105)。重合を停止するために、T H F 中の0.2 g のフェニルボロン酸と10mLのトルエンを加えた。混合物を16時間還流した。ジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム三水和物の水溶液(DDC、35mLの水中3.5g)を加えた。混合物を窒素下で約84¹⁰で5時間攪拌した。混合物を分離漏斗に移し、水性層を取り除いた。有機相を2%の酢酸(水溶液)で2回洗い、温蒸留水で3回洗い、セライト(約1インチ(2.5cm))、シリカゲル(約3インチ(7.6cm))、塩基性アルミナ(1インチ(2.5cm))のカラムに通し、トルエンで溶出した。抽出したポリマー溶液を回転蒸発器で約2重量%溶液まで濃縮した。ポリマーをメタノール/水から沈澱させ、真空下で55¹⁰で乾燥した。粗ポリマーを加熱しながらトルエン(CMOSグレード)に再溶解し、メタノール(CMOSグレード)から2回目の沈澱を行った。ポリマーを濾過し、メタノール(CMOSグレード)で洗い、55¹⁰の真空炉中で一夜乾燥した。3.5 g (70%)のポリマーが得られた。Mw = 281,000、PDI(多分散性指数)=2.2であった。

【0073】

エレクトロルミネセンスデバイスの製造及び性能

エレクトロルミネセンスデバイスを次の手順で調製した。ITO(インジウムスズ酸化物)でコーティングされたガラス基板を洗浄し、ポリエチレンジオキシチオフェン(PEDOT)と発光ポリマーの適切なキシレン溶液をコーティングした。乾燥後、ルミネンス²⁰スポリマーフィルムの上にカソード金属(カルシウム)を真空蒸着した。

【0074】

輝度1000 Cd/m²でのデバイスの動作パラメーターを、式 $L/(10J)$ (Lは1000 Cd/m²)によって得た光効率Cd/Aと一緒に表1に示す。バイアス電圧(V)は1000 Cd/m²の輝度が得られるときの電圧であり、同様に、電流密度(J)は1000 Cd/m²でのデバイスの面積あたりの電流であり、mA/cm²で与えられる。Cd/m²での最大輝度、効率、及びCIE(1931)色度座標を表2に示す。

【0075】

表3、4、5、及び6は、本発明のポリマーを含むデバイスの電流密度を、三環アミンではなくトリアリールアミンの繰り返し単位を有する類似のポリマーを含むデバイスと比較している。表3、4、5、及び6に示すデータは、繰り返し単位に三環アリールアミンを含むポリマーが、トリアリールアミンを含むが三環アリールアミンを含まないポリマーに比べて、より高い伝導性と改善されたデバイス効率を有することを示す。³⁰

【0076】

慣例的に、表3、4、5、及び6に示すポリマーは他の共役部分に結合したフルオレン単位を示す。この慣例はフルオレンベースの部分が繰り返し単位の一部として示された任意の共役部分の両側に存在することを意味するものと解釈すべきである。

【0077】

【表1】

表1 輝度 1000 Cd/m² でのEL性能データ (ITO/PEDOT/蛍光ポリマー/Ca/Al)

ポリマー実施例	電圧 (V)	電流密度 J (mA/cm ²)	光効率 (Cd/A)
ポリマー1 (青色)	9.67	33.80	2.98
ポリマー2 (青色)	9.50	32.65	3.01
ポリマー3 (青色)	7.07	67.04	1.53
ポリマー4 (青色)	8.22	93.50	1.09
ポリマー5 (黄色)	7.97	218.1	0.46
ポリマー6 (赤色)	8.75	199.9	0.50
ポリマー7 (緑色)	4.51	38.61	2.59
ポリマー8 (白色)	8.15	23.78	4.21
ポリマー9 (白色)	9.8	176	0.56
ポリマー10* (青色)	7.27	20.72	4.83

*カソードとして Ba/Al を用いたデバイスデータ

【0078】

【表2】

表2

ポリマー	最大輝度 (Cd/m ²)	効率 (200 Cd/m ² での Cd/A)	色度座標、 CIE (1931) (X, Y)
ポリマー1	9,179	3.11	0.18, 0.34
ポリマー2	9,952	3.00	0.17, 0.31
ポリマー3	8,909	0.96	0.15, 0.21
ポリマー4	5,916	0.68	0.15, 0.18
ポリマー5	1,445	0.47	0.54, 0.46
ポリマー6	1,580	0.68	0.67, 0.33
ポリマー7	12,957	2.19	0.42, 0.56
ポリマー8	15,600	3.9	0.26, 0.36
ポリマー9	2,400	0.38	0.31, 0.38
ポリマー10*	4,143 @ 102 mA/cm ²	5.28	0.15, 0.24

*カソードとしてBa/Alを用いたデバイスデータ

【0079】

10

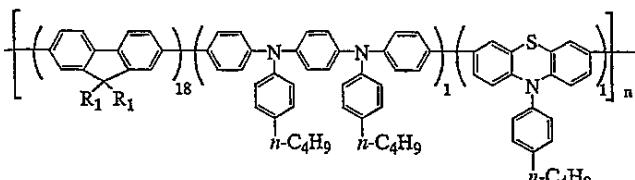
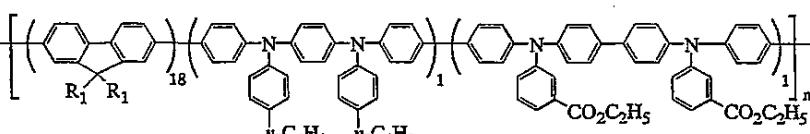
20

30

40

【表3】

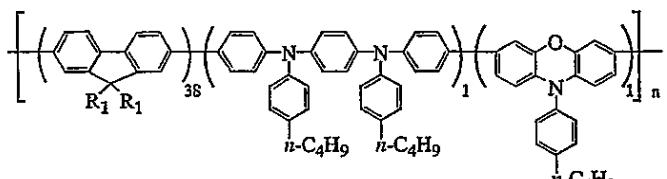
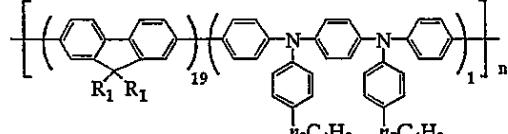
表3

ポリマー	電流密度、 8Vでの mA/cm ²	電流密度、 10Vでの mA/cm ²
 <p>R1 = ヘキシル又はビフェニル</p>	29.8	104.1
 <p>R1 = ヘキシル又はビフェニル</p>	8.0	44.3

【0080】

【表4】

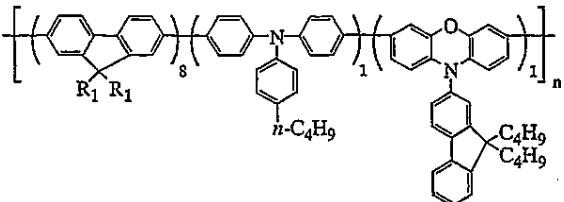
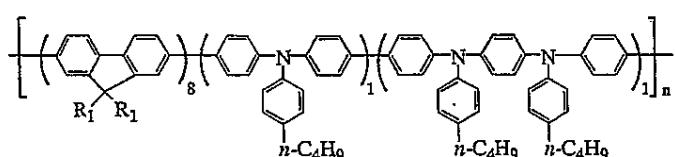
表4

ポリマー	電流密度、 8Vでの mA/cm ²	電流密度、 10Vでの mA/cm ²	
 <p>R1 = オクチル</p>	27.6	91.0	10
 <p>R1 = オクチル</p>	2.3	11.8	20

【0081】

【表5】

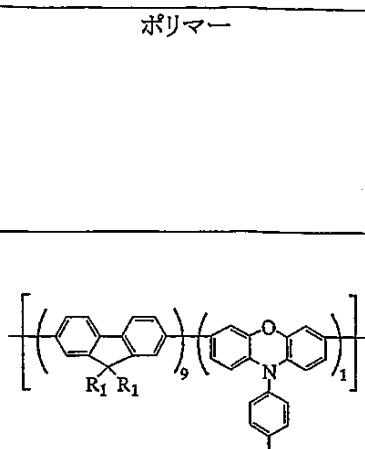
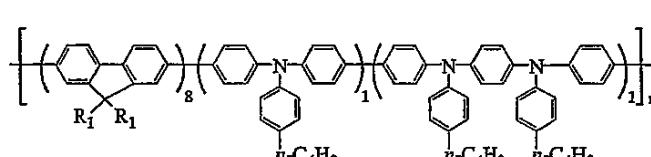
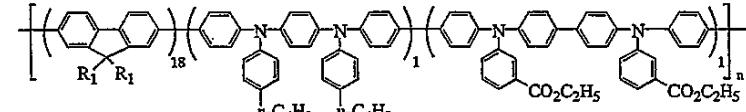
表5

ポリマー	電流密度、 8Vでの mA/cm ²	電流密度、 10Vでの mA/cm ²	
 <p>R1 = オクチル又はフェニル</p>	68.7	194.9	10
 <p>R1 = オクチル又はフェニル</p>	47.0	126.0	20

【0082】

【表6】

表6

ポリマー	電流密度、 8Vでの mA/cm ²	電流密度、 10Vでの mA/cm ²
 R1 = オクチル	194.9	332.0
 R1 = オクチル又はフェニル	46.0	131.7
 R1 = ヘキシル又はビフェニル	8.0	44.3

10

20

30

フロントページの続き

(74)代理人 100088926
弁理士 長沼 晉夫

(72)発明者 インバゼカラム、マイケル
アメリカ合衆国、ミシガン、ミッドランド、 ウォールデンウッズ コート 2614

(72)発明者 チェン、ヤン
アメリカ合衆国、ミシガン、サギノー、 ワイス ロード 5915、アパートメント ナンバー
ジェイ - 2

(72)発明者 ゲイナー、スコット
アメリカ合衆国、ミシガン、ミッドランド、 パートリッジ レーン 4211

(72)発明者 ハダック、ミシェル、エル .
アメリカ合衆国、ミシガン、グランド ブランク、 サマーリン ドライブ 1199

(72)発明者 ワン、チャン
アメリカ合衆国、ミシガン、ミッドランド、 イースト ローン ドライブ 2111、アパート
メント 36

(72)発明者 ウェルシュ、ディーン、エム .
アメリカ合衆国、ミシガン、ミッドランド、 ロビンフッド テラス 3615

(72)発明者 ウー、ウエイシー
アメリカ合衆国、ミシガン、ミッドランド、 タイラー ストリート 5413

合議体

審判長 蔵野 雅昭

審判官 近藤 政克

審判官 大島 祥吾

(56)参考文献 特開2004-137456号
国際公開第02/077060号
特開2003-165829号

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

C08G61/00